

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

Volume 14 - Número 2
agosto 2012

BAGÉ - RS
EDITORIA - EDIURCAMP

ISSN 1413-8263

Rev. Cient. Rural	BAGÉ - RS	v. 14 n. 2	AGOSTO 2012
-------------------	-----------	------------	-------------

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

ISSN 1413-8263

Revista da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), Bagé, RS, é uma publicação de divulgação de periodicidade regular, de divulgação técnico-científica, editada pela Editora da URCAMP – EDIURCAMP.

Indexação:

Os artigos contidos nesta revista estão indexados nas bases

AGROBASE – AGRIS (Coordenadoria Geral de Informação Documental Agrícola – CENAGRI/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento)

CAB INTERNACIONAL (International Centre For Agriculture and Biosciences)

TROPAG & RURAL (Royal Tropical Institute [Koninklijk Instituut Voor De Tropen (KIT)])

URCAMP – Universidade da Região da Campanha

Reitora:

Lia Maria Herzer Quintana

Projeto gráfico e editoração:

Denise Aristimunha de Lima

Vice-Reitor e Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão:

Paulo Ricardo Ebert Siqueira

Revisão:

Fernando Pereira de Menezes

Pró-Reitoria Acadêmica:

Comissão Gestora Acadêmica:

Ana Maria Vieira dos Santos

Marlisa Alagia de Oliveira Fico

Tiragem:

300 exemplares

Pró-Reitoria de Administração:

Comissão Gestora de Administração:

Ricardo Ribeiro

Ronald Rolim de Moura

Toda correspondência sobre assuntos ligados à Revista Científica Rural deverá ser enviada para:

Rua Flores da Cunha, 310

CEP: 96400-350

Bagé - RS – Brasil

rcr@urcamp.tche.br

É permitida a reprodução com menção da fonte de artigos sem reserva de direitos autorais (aceita-se permuta).

REVISTA CIENTÍFICA RURAL / Universidade da Região da Campanha. v.1 n.1 (jan.-jul. 1996). - Bagé: URCAMP.

Quadrimestral

ISSN 1413-8263

2012. n. 1

1. Agronomia - Periódicos. 2. Veterinária - Periódicos. 3. Meio Ambiente - Periódicos.

Catálogo Sistema de Bibliotecas/URCAMP
Maria Bartira N. Costa Taborda – CRB 10/782

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

V.14, nº 1, 2012

Conselho Editorial:

Ana Cláudia Kalil Huber, Dr^a – URCAMP
Carlos Eduardo Pedroso, Dr. – UFPEL
Fernando Pereira de Menezes, Dr. – URCAMP
Larri Morselli, Dr. – URCAMP
Luis Fernando Paiva Lima, Dr. – IF FARROUPILHA
Manoel de Souza Maia, Dr. – UFPEL
Paulo Ricardo Ebert Siqueira, Dr. – URCAMP
Rafael Pivotto Bortolotto, Dr. – URCAMP

Editor-Chefe:

Fernando Pereira de Menezes

Editora Auxiliar:

Ana Cláudia Kalil Huber

Assessores Técnicos:

Bibl. Maria Bartira N. Costa Taborda
Lúcia Rosane Langort Nobias

Revisores técnicos que participaram desta edição:

Cileide Maria Medeiros Coelho, Dr^a. - UDESC, Lages-SC
Cinei Teresinha Riffel, Dr^a. - SETREM, Três de Maio-RS
Carlos Augusto Ronconi Vaques, Dr. - FEEVALE, Novo Hamburgo-RS
Elaine Gonçalves Rech, Dr^a. - UESPI, Teresina-PI
Fernando Pereira de Menezes, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Gilmara Mabel Santos, Dr^a- UFRPE, Recife-PE
Luis Fernando Paiva Lima, Dr. - IF Farroupilha, São Vicente-RS
Maria Laura Turino Mattos, Dr^a. - EMBRAPA/CPACT, Pelotas-RS
Marília Tiberi Caldas, Dr^a. - SEAGRI, Brasília-DF
Paulo Ricardo Ebert Siqueira, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Rafael Pivotto Bortolotto, Dr. - URCAMP, Bagé-RS
Renato Yagi, Dr. - IAPAR,- Ponta Grossa-PR
Roberta Marins Nogueira Peil, Dr^a. - FAEM/UFPEL, Pelotas-RS
Solange Cristina da Silva Martins Hoelzel, Dr^a. - UNIFRA, Santa Maria- RS
Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, Dr^a. - FAEM/UFPEL, Pelotas-RS

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Normas para publicação

1. A Revista Científica Rural da Universidade da Região da Campanha publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes às áreas de Ciências Agrárias e Meio Ambiente, que deverão ser destinados em caráter de exclusividade.

2. A submissão dos artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas será exclusivamente realizada por via eletrônica em um dos seguintes idiomas: Português, Espanhol ou Inglês. Todas as páginas deverão ser numeradas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho 16 x 23cm, com espaçamento entre linhas de 1,5. As margens deverão ser: superior 2,0; inferior 2,0; esquerda 1,8 e direita em 1,2cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 20 para artigo científico, 18 para revisão bibliográfica e 8 para nota científica, incluindo tabelas, gráficos e figuras. As figuras, quadros e tabelas devem estar incluídas no próprio texto, já em sua localização definitiva, numeradas com algarismos arábicos. As ilustrações não devem ser coloridas. A identificação das figuras deve aparecer na parte inferior, alinhada à esquerda, contendo título com letra tamanho 10 e fonte da ilustração com letra tamanho 9. A identificação de quadros e tabelas aparece na parte superior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 10, e a fonte localiza-se na parte inferior, alinhada à esquerda, com letra tamanho 9. Os gráficos devem ser em planilha eletrônica e as fotografias e figuras devem ser fornecidos no formato .jpg ou .gif (qualidade mínima 300dpi). A nomenclatura científica deve ser citada segundo os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais em cada área. Unidades e Medidas devem seguir o Sistema Internacional (Exs.: mL, kg ha⁻¹). A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

3. O artigo científico deverá ser submetido rigorosamente na seguinte sequência:

A primeira página deve conter o título do artigo, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, title, abstract e keywords. O título do artigo deve estar formatado com fonte Times New Roman tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

3.1 Títulos: Para artigos redigidos em idioma português ou espanhol haverá inserção do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

3.2 Resumo (resumén) e palavras-chave (palabras-clave): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três

palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

3.3 Abstract e keywords: O abstract deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três keywords as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do abstract devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

3.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

3.5 Metodologia: Deverá apresentar todas as informações relativas a metodologia empregada, devidamente referenciada.

3.6 Resultados e Discussão: Neste item serão apresentados os resultados obtidos, os quais deverão ser comparados entre si e discutidos com trabalhos de referência na área.

3.7 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

3.8 Referências: As referências deverão ser efetuadas conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 6023:2000). Devem ser apresentadas em:

- ordem alfabética pelo sobrenome do autor e sem recuo na 3ª letra;
- dois ou mais autores, separar por (;);
- os títulos dos periódicos não devem ser abreviados;
- após o terceiro autor utilizar et al. (não itálico);
- as referências devem ser alinhadas, somente à margem esquerda, inclusive da segunda linha em diante, de forma a se identificar individualmente cada documento. Devem ser digitadas em espaço simples e separadas entre si por uma linha em branco.

Exemplos:

- Livro:

FERNANDES, F. Mudanças sociais no Brasil: aspectos do desenvolvimento da sociedade brasileira. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1960. 401p.

- Capítulo de livro:

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de Trichogramma para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.) Trichogramma e o controle biológico aplicado. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 7. p 183-206.

- Artigo de periódico:

MONTARDO, D. P.; CRUZ, F. P.; SILVA, J. H. et al. Efeito de dois tratamentos na superação da dormência de cinco espécies de Adesmia DC. Revista Científica Rural, Bagé, v.1, n. 5, 2000.

- Resumo:

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. da S.; CUNHA, U. S. et al. Strategy of seed treatment for rationalization of chemical control of *Oryzophagus oryzae* on flooded rice. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu,

Abstracts... Londrina: Embrapa Soja, 2000. v.1. p. 683.

- Tese e Dissertação:

DUTRA, G. M. Época, densidade de semeadura, e período de corte sobre a produção e qualidade de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog., e a sua relação com o campo nativo. Pelotas, 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1999.

MENEZES, F. P. de. Produção e manejo de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. Pelotas, 2010. 60f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

- Boletim técnico:

HUBER, A. C. K. Metodologia de coletas de organismos do solo. Bagé: CCR/UR-CAMP, 2004. 20p. (Boletim Técnico, 02).

- Documento eletrônico:

AMARAL, J. R. do; SABBATINI, R. M. E. Efeito do Placebo: O poder da pílula do açúcar. Disponível em: <http://www.ateus.net/artigos/psicologia/efeito_placebo.html>. Acesso em: 26 jun. 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>.

Acesso em 18 de março de 2006. p. 30-92.

Observação:

Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

4. A revisão bibliográfica deverá ser submetida rigorosamente na seguinte sequência: A primeira página deve conter o título da revisão, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, title, abstract e Keywords. O título do artigo deve estar formatado com fonte Times New Roman tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.
4.1 Títulos: Para revisões redigidas em idioma português ou espanhol haverá inserção

do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

4.2 Resumo (resumén) e palavras-chave (palabras-clave): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

4.3 Abstract e keywords: O abstract deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três keywords as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do abstract devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

4.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

4.5 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

4.6 Referências: idem ao artigo científico.

5. A nota deverá ser submetida rigorosamente na seguinte sequência:

A primeira página deve conter o título da nota, o nome dos autores, resumo, palavras-chave, title, abstract e Keywords. O título do artigo deve estar formatado com fonte Times New Roman tamanho 14, em negrito, centralizado e com letras maiúsculas. A indicação da autoria deverá estar relacionada após o título com um espaço, centralizado, com letra tamanho 10, fonte Times New Roman. A titulação deve constar na sequência da descrição dos nomes dos autores, com letra tamanho 8, fonte Times New Roman contendo: função, departamento, instituição, endereço, cidade e endereço eletrônico.

5.1 Títulos: Para revisões redigidas em idioma português ou espanhol haverá inserção do título no idioma original seguido do título em inglês. Para artigos redigidos em inglês o título no idioma original será seguido do título em português ou espanhol.

5.2 Resumo (resumén) e palavras-chave (palabras-clave): O resumo deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três palavras-chave as quais não poderão estar presentes no título.

5.3 Abstract e keywords: O abstract deverá conter de 150 a 500 palavras. Deverá ser redigido em parágrafo único. Deverão ser inseridas três keywords as quais não poderão estar presentes no título.

Observação: Os textos do resumo e do abstract devem ser em fonte tamanho 10, justificado e com espaçamento simples.

5.4 Introdução: A introdução e a revisão de literatura deverão ser apresentados como elemento textual único.

5.5 Conclusão(ões): Deverá ser clara e objetiva.

5.6 Referências: idem ao artigo científico.

6. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos, revisões bibliográficas e notas serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

7. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O trabalho não tramitará enquanto o referido item não for atendido.

8. Para ser avaliado deverá ter sido realizado o pagamento da taxa de tramitação, enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, CNPJ 87.415.725/0001-29, através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653 ou no Banco do Brasil, Agência 0034-5, Conta Corrente 423653. O valor a ser pago é de R\$ 50,00. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410559 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

9. Os trabalhos aprovados serão oportunamente informados via e-mail e o autor deverá realizar o pagamento da taxa de publicação, no valor de R\$ 50,00 para sócios da Revista Científica Rural e de R\$ 250,00 para não sócios. Para trabalhos com fotos ou figuras coloridas será cobrado o valor de R\$ 250,00 por página. Assinatura Anual: R\$ 80,00 - Periodicidade: 3 (três) números por ano.

10. Os trabalhos serão publicados, após sua aprovação, na ordem cronológica de recebimento.

11. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

12. Em caso de dúvida, entrar em contato com a Secretaria da Revista Científica Rural.

Conselho Editorial

EDITORIAL

A Revista Científica Rural cumpre nesta publicação o compromisso assumido pelo atual Conselho Editorial em manter a regularidade das publicações. No ano de 2011 foram publicados os números 1 e 2 do volume 13, artigos que em sua maioria aguardavam em fila de espera para serem publicados. No presente ano, chegamos nesta edição ao segundo número do volume 14, diminuindo de forma expressiva a listagem de artigos encaminhados ainda em períodos anteriores à atual gestão. O trabalho sério, a dedicação e o empreendedorismo dos atuais atores desta revista têm propiciado um aumento constante no quadro de assinantes e o aporte de artigos submetidos. Nesse cenário, entendemos que a periodicidade semestral não se faz mais suficiente e antecipamos desde já, que o volume 14 passará a ter três números, tornando-se agora a Revista Científica Rural uma revista de tiragem quadrimestral. A colaboração e agilidade dos revisores merecem o devido registro. Nesta edição temos a oportunidade de contemplar trabalhos de relevância associados à temática ambiental e às complexas interações estudadas nos ecossistemas. Atividades tradicionais e de destaque no Rio Grande do Sul como o arroz irrigado e a videira são abordadas, assim como técnicas mais recentes relacionadas ao cultivo in vitro e a plasticultura. A mais antiga das explorações do Rio Grande do Sul, a bovinocultura, é duplamente prestigiada com resultados de pesquisas focadas na solução de problemas históricos na sanidade animal. Primar pela qualidade, zelar pelo atendimento, ampliar a rede de colaboradores, nossas metas para obtermos um conceito Qualis maior. Boa leitura a todos e um até breve ao próximo número.

Paulo Ricardo Ebert Siqueira
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Universidade da região da Campanha - URCAMP

SUMÁRIO / SUMMARY

Análise de parâmetros meteorológicos de ensaios de épocas de semeadura de arroz irrigado em Uruguaiana, RS / Agrometeorological analysis of sowing dates trials of irrigated rice in Uruguaiana, RS DEIBLER et al.....	
Anaplasma marginale (Theiler, 1910): imunidade passiva e ativa em bovinos nascidos na primavera no sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil / Anaplasma marginale (Theiler, 1910): passive and active immunity in spring born calves in southern Rio Grande do Sul State, Brazil SILVA et al.....	
Desempenho produtivo de bovinos leiteiros imunizados artificialmente contra tristeza parasitária bovina / Productive performance of dairy cattle immunized artificially against tick fever MENEZES et al.....	
Efeitos da época da poda sobre a duração do ciclo e a produção de videiras “Bordô” e “BRS Violeta” / Effects of the pruning period on the duration of the cycle and on the production of “Bordô” and “BRS Violeta” grapevines RA-DÜNZ et al.....	
Emergência e crescimento inicial de plântulas de Anadenanthera pavonina L. em diferentes substratos / Emergency and initial growth of Anadenanthera pavonina L. seedlings in different substrates ALVES et al.....	
Seleção de genótipos de arroz tolerantes a baixas temperaturas na germinação / Selection of rice genotypes tolerant to low temperature during germination FREITAS et al.....	
Tipo de explante, BAP e pré-condicionamento na regeneração in vitro de brotações de pereira cv. Seleta / Type of explant, BAP and pre-storage in the regeneration in vitro of pear tree shooting cv. Seleta ROCHA et al.....	
Variabilidade espacial da colheita de frutos de pimentão em estufa plástica / Spatial variability of the harvest of sweet pepper fruits in plastic greenhouse BO-LIGON et al.....	
Compartimentos de nutrientes no ecossistema Caatinga: solo-planta-animal / Compartments of nutrients in the ecosystem Caatinga: soil-plant-animal PA-RENTE et al.....	
Importância dos escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para a região da Campanha, Rio Grande do Sul, Brasil / Importance of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) for the Campanha region, Rio Grande do Sul, Brazil SILVA.....	

ANÁLISE DE PARÂMETROS METEOROLÓGICOS DE ENSAIOS DE ÉPOCAS DE SEMEADURA DE ARROZ IRRIGADO EM URUGUAIANA, RS

Alexandre Nunes Deibler ; Claudia Rejane Jacondino de Campos ; João Baptista da Silva ; Silvio Steinmetz

Eng. Agr., Dr., Prof., Universidade da Região da Campanha, E-mail: adeibler@hotmail.com; 2 Dr.^a, Prof.^a Adjunto IV, Faculdade de Meteorologia, UFPel Bolsista do CNPq, Pelotas – RS; 3 Livre Docente, Dr., Instituto de Física e Matemática, UFPel, Bolsista do CNPq, Pelotas – RS; 4Dr. Pesquisador Embrapa Clima Temperado

RESUMO: Devido à grande variabilidade climática intra-regional existente no Rio Grande do Sul, torna-se necessário desenvolver estudos para regiões específicas do Estado. Este trabalho teve como objetivo determinar a influência da radiação solar global e de temperaturas críticas do ar ocorridas em diferentes épocas de semeadura sobre o rendimento de grãos de genótipos de arroz irrigado em Uruguaiiana. Os dados de fenologia e rendimento utilizados no estudo são provenientes do Instituto Rio Grandense do Arroz. Foram considerados no estudo seis genótipos. As variáveis meteorológicas foram a temperatura mínima do ar e radiação solar global. Empregou-se a análise da variação, e em seguida, a análise de regressão linear. A análise da variação identificou interação altamente significativa entre os fatores (épocas e genótipos), indicando a necessidade de se estudar a decomposição dos efeitos das épocas dentro dos genótipos e os genótipos dentro das épocas. Os maiores rendimentos foram obtidos com os valores máximos de radiação solar global. Os rendimentos não foram influenciados pelas temperaturas mínimas. **Palavras-Chave:** Bioclimatologia, *Oryza sativa*, temperatura mínima, radiação solar global.

AGROMETEOROLOGICAL ANALYSIS OF SOWING DATES TRIALS OF IRRIGATED RICE IN URUGUAIANA, RS.

ABSTRACT: Due to the great climate variability among the rice producing regions of the State of Rio Grande do Sul, Brazil, it is important to develop specific studies for these regions. This work has the objective of determining the influence of solar radiation and critical temperatures of the air occurred at different sowing dates on the grain yield of irrigated rice varieties in Uruguaiiana. The data of phenology and yield used in this study were obtained from the Rice State Institute (IRGA). Six genotypes were considered in the study. The meteorological variables studied were the minimum air temperatures and solar radiation. The analysis of variance and the simple linear regression were the main statistical procedures used. The analysis of variance showed a significant interaction between the factors (sowing dates and genotypes) in the two crop seasons, indicating that is necessary to decompose the effect of the sowing dates inside the genotypes and genotypes inside the sowing dates. Based on the results obtained in the two years of the study it can be concluded that: the highest yields are obtained with the maximum levels of solar radiation; the yields were not influenced by the minimum air temperatures. **Keywords:** *Oryza sativa* L., bioclimatology, solar radiation and minimum temperature.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, nas últimas três safras (2007/08 – 2009/10), com 62% da produção nacional (CONAB, 2010). Entretanto, a ocorrência de baixas temperaturas do ar (TERRES e GALLI, 1985), e baixa disponibilidade de radiação solar global (STANSEL, 1975) durante os períodos críticos das plantas de arroz irrigado em alguns anos são responsáveis por quedas acentuadas na produtividade (STEINMETZ e BRAGA, 2001).

Para assegurar o máximo potencial de produtividade, principalmente, em regiões de clima subtropical e temperado, que ocorrem no Rio Grande do Sul (MALUF, 2000), a definição da época de semeadura é uma das práticas que desempenha um papel de destaque, pois deve ser feita de modo que as fases mais sensíveis da planta (pré-floração e floração e enchimento de grãos) coincidam com períodos em que a temperatura do ar e a radiação solar global sejam as mais favoráveis para a cultura Steinmetz et al. (2001). Considerando particularmente, os riscos por frio em Uruguaiana, como variável meteorológica de maior importância, os mesmos autores, indicam o período de janeiro até início de março com menor probabilidade ocorrência.

Experimentos de épocas de semeadura têm sido usados para avaliar o comportamento de cultivares e linhagens nas distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul, entre elas Cachoeirinha (DEIBLER et al., 2007), Uruguaiana (MARIOT et al., 2007), Pelotas (STEINMETZ et al., 2007) e Bagé (DEIBLER et al., 2009) pelo fato de exporem os genótipos a condições ambientais diferenciadas.

Considerando-se a grande variabilidade climática intra-regional existente no Rio Grande do Sul, torna-se necessário desenvolver estudos para regiões específicas do Estado. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo determinar a influência da radiação solar global e de temperaturas críticas do ar ocorridas em diferentes épocas de semeadura sobre o rendimento de grãos de genótipos de arroz irrigado em Uruguaiana.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de fenologia e rendimento utilizados foram provenientes dos ensaios de épocas de semeadura desenvolvidos pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) na sub-estação de Uruguaiana (latitude 29°45'S,

longitude 57°05' e 62m a.n.m.), nas safras 2001/2002 e 2002/2003. Esse município representa a região denominada pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) Fronteira Oeste. De acordo com a nova classificação climática do Rio Grande do Sul (MALUF, 2000), o clima de Uruguaiiana é do tipo ST SB.

O escalonamento das épocas de semeadura e emergência de plântulas de arroz irrigado para as duas safras pode ser observado na Tabela 1. A determinação da emergência ocorreu quando foi constatado que 50% das plântulas haviam emergido e a floração quando 80% das plantas de cada parcela estavam em antese. A colheita foi realizada, quando as panículas apresentavam os dois terços superiores maduros (coloração marrom).

Tabela 1. Data de épocas de semeadura e emergência das plântulas dos genótipos de arroz irrigado (BR IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e L. IRGA 1598), nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Uruguaiiana (RS).

Época	Safr 2001/2002		Safr 2002/2003	
	Semeadura	Emergência	Semeadura	Emergência
E1	19/09/01	08/10/01	27/09/02	06/10/02
E2	06/10/01	15/10/01	01/10/02	13/10/02
E3	18/10/01	28/10/01	15/10/02	27/10/02
E4	03/11/01	14/11/01	01/11/02	12/11/02
E5	16/11/01	25/11/01	14/11/02	24/11/02
E6	01/12/01	16/12/01	04/12/02	11/12/02
E7	14/12/01	28/12/01	16/12/02	24/12/02
E8	28/12/01	10/01/02	28/12/02	03/01/03

Foram estudados os genótipos de ciclos médios BR-IRGA 410 e L. IRGA 1598 (linhagem), os genótipos de ciclo precoce IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420 e o genótipo IRGA 421 de ciclo muito precoce.

As dimensões das áreas para o desenvolvimento dos cultivos experimentais foram padronizadas; compostas por 24 parcelas para cada época de semeadura, apresentando cada parcela 5,7m x 2,0m (11,4m²), constituídas de 10 linhas espaçadas a 20cm. As práticas culturais foram realizadas

conforme as recomendações técnicas da pesquisa para o arroz irrigado no Sul do Brasil.

Neste trabalho as variáveis meteorológicas estudadas foram temperatura mínima do ar, através do número de horas com temperaturas menores ou iguais a 15°C e radiação solar global. Essas variáveis foram obtidas para as safras de 2001/2002 e 2002/2003 no 8º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET).

A partir dos gráficos gerados em termo-higrômetro modelo Fuess 115 T-3, foi verificado o número de horas com temperaturas iguais ou inferiores a 15°C, no período compreendido entre 15 dias antes até cinco dias após a floração.

Para a radiação solar global foi considerado a média do período compreendido entre 21 dias antes e 21 dias após a floração.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições para os quatro experimentos. Os fatores são as épocas (A), colocadas nas parcelas, e os genótipos (B), nas subparcelas.

Para o procedimento estatístico, empregou-se a análise da variação, e em seguida, a análise de regressão linear simples.

Na análise da variação do rendimento, foram realizados testes de comparação de médias dos genótipos e análise de regressão polinomial das épocas de semeadura.

Por fim, para estabelecer a influência da ação parcial das variáveis preditoras (meteorológicas) no rendimento da cultura, realizou-se análise de regressão linear simples, na qual a variável dependente (Y) foi a média do rendimento entre as quatro repetições de cada época de semeadura, para cada genótipo e as variáveis independentes foram: radiação solar global média do período e o número de horas com temperatura do ar menor ou igual a 15°C. Nesta análise foram consideradas como repetições as épocas de semeadura das duas safras (16 épocas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da variação, os fatores épocas, genótipos e a interação entre os fatores (épocas e genótipos) nas duas safras, foram significativos, ao nível de probabilidade de 1% pelo teste F; este resultado

indicou a necessidade de se estudar a decomposição dos efeitos das épocas dentro dos genótipos e dos genótipos dentro das épocas.

Pelo teste de comparação de médias (Tabela 2), pode-se observar nas duas safras que os genótipos de ciclo precoce (IRGA 417, IRGA 418 e IRGA 420) e os de ciclo médio (BR IRGA 410 e L. IRGA 1598) nas épocas iniciais de semeadura não diferiram significativamente do genótipo de maior rendimento (IRGA 420), exceto o genótipo IRGA 417 na época 1 da safra 2001/2002. Os genótipos de ciclo médio-longo (125-140 dias) são potencialmente mais produtivos por terem o período vegetativo longo, armazenando maior quantidade de produtos fotossintéticos e com isso possuindo maior potencial produtivo do que as de ciclos mais curtos. Os menores rendimentos para a cultivar de ciclo muito precoce (IRGA 421), obtidos nos períodos preferenciais de semeadura, quando seu período crítico coincide com a maior disponibilidade de radiação solar global, deve-se, principalmente, ao possível menor potencial produtivo inerente a essa cultivar.

Tabela 2. Teste de Tukey para comparação dos rendimentos (Mg ha⁻¹) de seis genótipos de arroz irrigado semeados em oito épocas nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Uruguaiana (RS).

Material	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Safr 2001/2002								
BR-IRGA 410	11,79 a	11,50 a	11,92 a	12,07 a	9,43 a	4,52 b	4,52 b	3,67 c
L. IRGA 1598	11,36 a	11,98 a	12,49 a	12,12 a	9,32 a	4,41 b	4,23 b	4,33 a
IRGA 417	10,16 b	11,81 a	11,90 a	12,90 a	9,65 a	7,10 a	6,04 b	6,03 a
IRGA 418	10,65 a	11,77 a	12,16 a	14,04 a	9,75 a	5,44 a	5,87 b	4,12 b
IRGA 420	12,74 a	11,72 a	12,16 a	13,91 a	10,01 a	5,59 a	5,14 b	4,70 a
IRGA 421	8,70 c	9,71 b	9,50 b	11,28 b	10,37 a	7,51 a	8,41 a	6,31 a
MEDIA	10,90	11,42	11,69	12,72	9,76	5,76	5,70	4,86

Safrá 2002/2003								
BR-IRGA 410	9,25 a	10,76 a	7,38 a	7,74 a	6,46 a	4,47 b	3,97 b	2,34 c
L. IRGA 1598	8,74 a	10,20 a	7,52 a	7,67 a	6,33 b	4,61 b	4,75 b	4,45 a
IRGA 417	9,45 a	8,65 a	7,70 a	9,76 a	7,44 a	6,22 a	3,88 b	4,19 b
IRGA 418	8,08 a	9,79 a	8,83 a	9,08 a	7,85 a	7,17 a	7,13 a	6,44 a
IRGA 420	9,69 a	10,76 a	6,16 b	8,05 a	6,90 a	5,97 a	4,21 b	5,11 a
IRGA 421	4,21 b	6,73 b	7,75 a	8,14 a	8,68 a	6,35 a	5,00 a	5,64 a
MEDIA	8,24	9,48	7,56	8,41	7,28	5,80	4,82	4,70

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas dentro de cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (DMS na safra 2001/02 é igual a 2,15; na safra 2002/03 é igual a 2,25).

Para avaliar o comportamento de cada um dos genótipos, no decorrer das oito épocas de semeadura, realizou-se a análise de regressão polinomial com o fator época de semeadura para a variável rendimento de grãos. Todas as análises foram altamente significativas ($\alpha \leq 0,001$). De acordo com as equações de regressão calculadas (Figura 1), as datas das épocas de semeadura estimadas, em que se obtiveram os melhores rendimentos para os genótipos BR IRGA 410 e L. IRGA 1598 na primeira e segunda safra foram: 19/09/01 e 27/09/02, respectivamente; para os genótipos IRGA 417 e IRGA 418 foram: 12/10/01 e 27/09/02; para o genótipo IRGA 420 foram: 19/09 e 27/09; e para o IRGA 421 foram: 12/10/01 e 15/10/02.

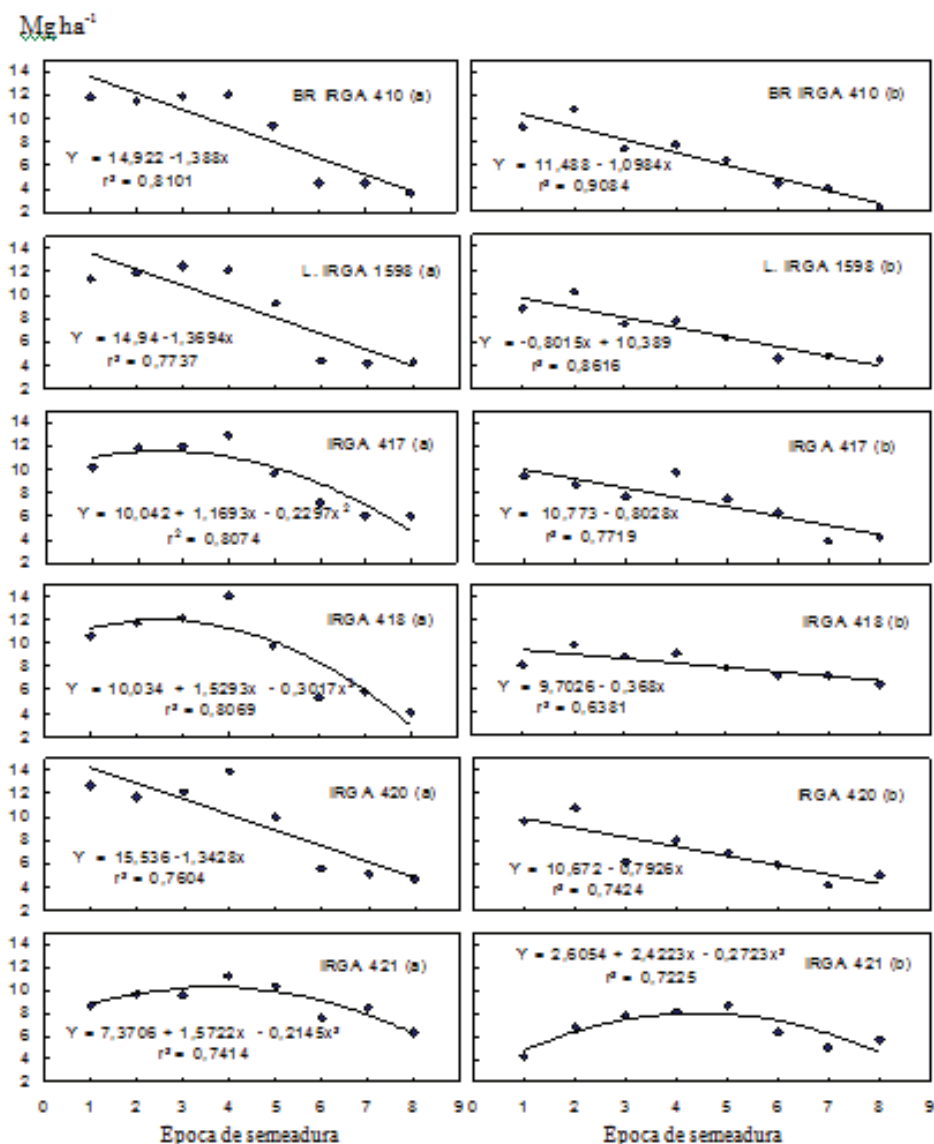


Figura 1. Regressão polinomial do rendimento (\hat{Y}_i) das cultivares de arroz irrigado BR IRGA 410, IRGA 417 e IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e a linhagem IRGA 1598 com as oito épocas de semeadura ($X_i = 1, 2, 3, \dots, 8$), safras 2001/2002 (a) e 2002/2003 (b), em Uruguaiana (RS).

Para estabelecer a influência das variáveis meteorológicas no rendimento de grãos, realizou-se a análise de regressão linear simples, em função das horas de frio ($\square 15^{\circ}\text{C}$) e em função da radiação solar global. Através da análise de regressão linear simples, não foi evidenciada influência sobre o rendimento das horas de frio, devido ao efeito da colinearidade, que ocorre quando os valores da variável independente estão muito próximos entre si há uma grande dificuldade em estudar a relação de dependência funcional entre as variáveis dependente e independente (WONNACOTT e WONNACOTT, 1980). Embora, para as cultivares BR IRGA 410 e IRGA 417 os valores dos coeficientes de determinação tenham sido baixos, os modelos foram significativos (Tabela 3).

Tabela 3. Regressão linear simples entre o rendimento de grãos (Y) e o número de horas com temperaturas menores ou iguais a 15°C (X) no período de 15 dias antes e 5 dias após a floração, para seis genótipos de arroz irrigado (BR-IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e L. IRGA 1598), nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Uruguaiiana (RS).

Materiais genéticos	Modelo	r^2	P > F
BR IRGA 410	$y = 8,8546 - 0,0689x$	0,41	0,007
L. IRGA 1598	$y = 8,7423 - 0,074x$	0,23	0,056
IRGA 417	$y = 9,1089 - 0,08x$	0,39	0,009
IRGA 418	$y = 9,0014 - 0,0917x$	0,07	0,355
IRGA 420	$y = 8,8639 - 0,0602x$	0,14	0,148
IRGA 421	$y = 8,1663 - 0,0963x$	0,09	0,251

Esta análise indicou para as cultivares (BR IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420 e IRGA 421) e a linhagem (IRGA 1598) que a sensibilidade à radiação não é idêntica (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Oldeman et al. (1986), avaliando a influência da radiação solar global no período de pós-floração no rendimento para diferentes genótipos de arroz irrigado, para 23 locais em 16 países por 2 anos. Encontraram, desde modelos não significativos para alguns genótipos, a modelos significativos com coeficientes de determinação (r^2), variando de 0,40 a 0,85.

Para a cultivar BR IRGA 410 e a linhagem IRGA 1598, os coeficientes de determinação foram bons (0,77 e 0,68) para as cultivares de ci-

clo médio (IRGA 417, IRGA 418 e IRGA 420), os coeficientes de determinação foram regulares (0,62, 0,65 e 0,64) e, para o genótipo super-precoce foi muito baixo (0,41). Para a cultivar super-precoce IRGA 421, o efeito da radiação sobre o rendimento foi significativo, entretanto, o modelo não está representando a relação entre rendimento e radiação.

Segundo Oldeman et al. (1986), os genótipos com coeficientes de determinação (r^2) mais altos entre 0,85 e 0,73 no período de pós-floração respondem melhor a radiação solar global. Já os genótipos com coeficientes de determinação mais baixos, entre 0,40 e 0,55 (IRGA 421), segundo os mesmos autores, produzem relativamente altos rendimentos a baixos níveis de radiação solar global. Oldeman et al. (1986) salientam que valores de coeficientes de determinação baixos indicam que outras variáveis estão influenciando no rendimento.

Stansel (1975) constatou, através da correlação entre radiação solar global e rendimento de grãos, que 60% da variabilidade do rendimento pode ser atribuída à radiação solar global incidente no período crítico da planta, com coeficiente de determinação de 0,79.

A radiação solar global ótima, constatada nas análises de regressão linear simples para as cinco cultivares e a linhagem, indica que os maiores rendimentos são obtidos com os valores máximos de radiação solar global, cujos valores, nos dois anos agrícolas analisados, situaram-se entre 23,5 e 25MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente (Figura 2).

Em relação ao melhor aproveitamento da radiação solar global nas duas safras as semeaduras para as cultivares BR IRGA 410 e IRGA 420, e a linhagem IRGA 1598 não devem ocorrer após a segunda quinzena de outubro. Para as cultivares IRGA 417 e IRGA 418 essa data não deve ultrapassar o início de novembro e, finalmente, para a cultivar muito precoce IRGA 421, a semeadura não deve se estender após a segunda quinzena de novembro. Baixo rendimento de grãos sob reduzida intensidade luminosa é atribuído à acumulativa influência de poucas panículas por metro quadrado e número de grãos por panículas, baixo peso de 1000 grãos e alta porcentagem de esterilidade de espiguetas (NAYAK e MURTY, 1980 citados por MURTY e SAHU, 1986).

As equações de análise de regressão linear simples em função da radiação solar global estão indicando que o aumento de 1MJ m⁻², no período de pré e pós-floração, refletirá num aumento no rendimento das cul-

tivares (BR IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418 e IRGA 421) e da linhagem (IRGA 1598) de 0,6027, 0,5794, 0,4306, 0,4843, 0,5754 e 0,3701Mg ha⁻¹, respectivamente. Sehu e Cady (1984) obtiveram em equação de predição de rendimento, derivada através de análise de regressão linear múltipla em função da radiação solar global e temperatura mínima do ar (variáveis predictoras), cujos valores nas regiões estudadas, situaram-se entre 11,34 a 22,93MJ m⁻² e 17,4 a 29,2°C, respectivamente, uma variação no rendimento de 0,47Mg ha⁻¹ para cada 100langley da radiação solar total, valor este de radiação equivale a 4,18MJ m⁻².

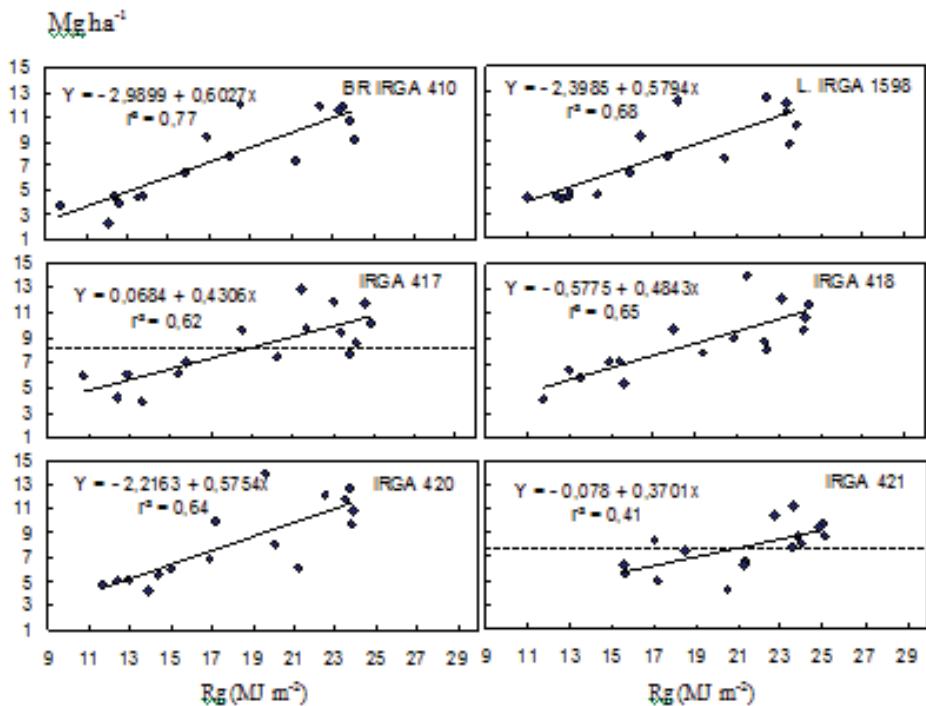


Figura 2. Regressão linear simples entre rendimento de grãos e radiação solar global média do período de 21 dias antes e 21 depois da floração, para seis genótipos de arroz irrigado (BR-IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e IRGA 1598), nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Uruguaiiana (RS). A linha tracejada representa a média de rendimento das 16 épocas de semeadura.

CONCLUSÕES

Os maiores rendimentos foram obtidos com os valores máximos de radiação solar global; as cultivares BR IRGA 410 e IRGA 417 se mostraram mais sensíveis às baixas temperaturas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Riograndense de Arroz Irrigado e ao 8º DISME/INMET pelos dados cedidos.

REFERÊNCIAS

BAKEMA, A. H.; JANSEN, D. M. Using a simulation model to evaluate weather effects. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986. Los Baños. Weather and rice, proceedings... Los Baños: IRRI, 1986. p. 283-290.

BURIOL, G. A., ESTEFANEL, V., GRAVE, R. A. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz para a região climática da Depressão Central, Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n. 1-10, 2000.

CARMONA, L. de C; BERLATO, M. A; BERGONCI, J. I. Relação entre elementos meteorológicos e rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 289-294. 2002.

CONAB. Séries históricas: grãos: agosto 2010. Disponível em: <<http://conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 25 nov. 2010.

DEIBLER, A. N.; CAMPOS, C. R. J. de; BAPTISTA da SILVA, J.; et al. Análise de parâmetros meteorológicos de ensaios de época de semeadura de arroz irrigado em Cacheirinha, RS. *Revista Científica Rural*, v. 12, p. 106-112, 2007.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. Wiley & Sons. NY, 1998. 709p.

FONTANA, D. C., OLIVEIRA, D. Relação entre radiação solar global e insolação para o estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.4, n.1, p.87-91, 1996.

INFELD, J. A. e SILVEIRA JR., P. Esterilidade e baixas temperaturas em duas variedades e uma linhagem de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. 12., 1983, PORTO ALEGRE. Anais... Porto Alegre. IRGA. 1983. p 85-86.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MARIOT, C. H. P.; MENEZES, V. G.; HERZOG, R. L. da S.; et al. Influência da época de semeadura no rendimento de grãos de arroz irrigado – safra 2006/07. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 342-345.

MOTA, F. S. Disponibilidade de radiação solar e risco de frio no período reprodutivo do arroz irrigado em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, v.48, n.424, p. 08-10, 1995.

MOTA, F. S. Influência da radiação solar e do frio no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. Lavoura Arrozeira. Porto Alegre, v.47, n.413, p. 22-23, 1994.

MOTA, F. S. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre o rendimento e a necessidade de irrigação do arroz na região de Pelotas (RS). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. 23, 1983, PELOTAS. Anais... Pelotas. EMBRAPA. 1999. p 169 - 172.

MUNAKATA, K. Effects of temperature and light on the reproductive growth and ripening of rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). Climate and rice. Los Baños, 1976. p. 187-210.

MURATA, Y. Estimation and simulation of rice yield from climatic factors. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v.15, p. 117-131, 1975.

MURTY, K. S.; SAHU, G. Impact of low-light stress on growth and yield of rice. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986. Los Baños. Weather and rice, proceedings... Los Baños: IRRI, 1986. P. 93-101.

NYSHIAMA, I.; ITO, N.; HAYYASE, H.; et al. Protecting effect of temperature and depth of irrigation water from sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage of rice plants. Proceedings of the Crop Science Society of Japan. v. 38, n. 3, p. 554-555, 1969.

OLDEMAN, L. R.; SESHU, D. V.; CADY, F. B. Response of rice to weather variables. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986. Los Baños. Weather and rice, proceedings... Los Baños: IRRI, 1986. P. 5-39.

SATAKE, T. Sterility-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). Climate and rice. Los Baños, 1976. p. 281-300.

SESHU, D. V., CADY, F. B. Response of rice to solar radiation and temperature estimated from international yields trials. Crop Science, Madison, v. 24, n. 4, p. 649-654. 1984.

STANSEL, J. W. Effective utilization of sunlight. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS, 4., Texas, 1975.

STEINMETZ, S. et al. Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 31p. Versão 3 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).

STEINMETZ, S.; ASSIS, F. N de; SOARES, W. R. Estimativa da radiação solar global a partir da insolação na região de Pelotas, Rio Grande do Sul. Agropecuária Clima Temperado, Pelotas, v.2, n.1, p.77-85, 1999.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F. N. de; BURIOL, G. A.; et al. Mapeamento das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas do ar, durante o período reprodutivo do arroz irrigado, no Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.11, n.1, p.169-179, 2003.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H. J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.9, n.3, p.429-438, 2001.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H. J.; SILVA, S. C. da. Condições climáticas para o Cultivo de Arroz Irrigado (TC). In: Manejo racional da cultura do arroz irrigado “Programa Marca”. GOMES, A da S., PETRINE, J.A., FAGUNDES, P.R.R. (eds.). Embrapa Clima Temperado: Pelotas, RS. 51-58 p., 2004.

STEINMETZ, S.; FAGUNDES, P. R. R.; DEIBLER, A. N.; et al. Influência da época de semeadura sobre a produtividade e a fenologia de grupos de cultivares de arroz irrigado na região de Pelotas-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007a. Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007a. p. 371-373.

TERRES, A. L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. IN: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). Fundamentos para a cultura do arroz irrigado. Campinas: Fundação Cargill, 1985, cap.6, p.83-94.

WONNACOTT, T. H.; WONNACOTT, R. J. Introdução a estatística. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; 3 ed. 1980. 589p.

YING, J.; PENG, S.; HE, Q.; et al. Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments I. Determinants of grain and dry matter yields. Field Crops Research, 77, p. 71-84. 1998.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores, Pelotas – UFPel. 1984. 75p.

Anaplasma marginale (THEILER, 1910): IMUNIDADE PASSIVA E ATIVA EM BOVINOS NASCIDOS NA PRIMAVERA NO SUL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Guilherme Araujo Collares da Silva¹ Rita de Cássia Padilha Krolow² Ana Maria Sastre Sacco³ Nara Amélia da Rosa Farias⁴

Médico Veterinário, M.Sc., Prof. CCR-URCAMP - Bagé. Rua Maurity, 146-esq, Bagé, RS, Cep.: 96.400-260. E-mail: guilhermecollares@hotmail.com; 2Médico Veterinário, M.Sc.; 3Médico Veterinário, Dr.; 4Médico Veterinário, Dr., Prof. Adjunto, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Biologia, UFPel.

RESUMO: Avaliou-se, através da reação de Imunofluorescência Indireta, o nível de anticorpos específicos para *Anaplasma marginale*, em 31 terneiros nascidos durante a primavera em área marginal para o carrapato *Boophilus microplus*. O experimento foi realizado em um rebanho de corte, naturalmente infectado, na região sul do estado do Rio Grande do Sul. As 31 matrizes foram avaliadas no período pré-parto, e os terneiros, durante os primeiros dias de vida e, após, mensalmente, quanto à infestação por carrapatos, hematócrito, parasitemia e nível de anticorpos específicos para *A. marginale*. Todas as matrizes estavam soropositivas para o *A. marginale*, bem como 100% dos terneiros, aos 5 dias de idade. Constatou-se que existe correlação positiva significativa entre o nível de anticorpos das matrizes e o de suas crias. Os anticorpos colostrais apresentaram prevalências máximas aos 5 e 15 dias de idade dos terneiros, decrescendo a partir daí, até alcançarem os níveis mais baixos dos 120 aos 150 dias. A primoinfecção pode ter ocorrido nos primeiros dias de vida de alguns animais. Através do esfregaço sangüíneo corado, pôde-se verificar um pico de 38,7% de animais positivos aos 30 dias de idade, em período em que ainda não havia sido detectada infestação por carrapatos. A imunidade ativa pós-infecção natural iniciou a partir dos 150 dias de idade dos animais e teve títulos de anticorpos similares aos da imunidade passiva adquirida via colostro. Verificou-se que o período verão/outono é o mais favorável ao carrapato na região. Aos nove meses de idade, 64,5% dos animais estavam soropositivos para esta riquetsia, o que caracteriza um quadro de instabilidade enzoótica.

Palavras-chave: Anaplasmosose, imunidade colostrais, imunidade ativa.

Anaplasma marginale (THEILER, 1910): PASSIVE AND ACTIVE IMMUNITY IN SPRING BORN CALVES IN SOUTHERN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The level of the specific *Anaplasma marginale* antibodies was evaluated, by Indirect Immunofluorescent-Antibodies Test (IFAT), in 31 pregnant cows and their respective calves during their first year of life. The experiment took place in a marginal area to the cattle tick *Boophilus microplus*, in southern Rio Grande do Sul, Brazil, with naturally infected beef cattle. Calves were monthly appraised for parasitaemia rate, packed cell volume, tick infestation and level of specific *A. marginale* antibodies. All cows and their five-days-old calves were seropositives. There was a significant positive correlation between the antibody level of pregnant cows and those of their calves. The maximum prevalence of colostrals antibodies occurred at fifth and fifteenth days of life, and then decreased, until it reached very low levels trough days 120 to 150. The first infection can

happen during the early days of some animal's life. At 30 days of age, was detected *A. marginale* infection in 38.7% of the animal's blood smear, without tick infestation. Titers of antibodies after natural infection (active immunity) were similar to the ones of the passive immunity, acquired via colostrum. It was observed that the summer/fall period is the most favorable time for both tick and *A. marginale*, in the region. At nine months old, 64.5% of the calves were seropositive to this rickettsia, which characterizes a situation of enzootic instability.

Keywords: Anaplasmosis, colostral immunity, active immunity.

INTRODUÇÃO

A anaplasmoze bovina é uma doença infecciosa causada pela riquetsia intraeritrocitária *Anaplasma marginale* (THEILER, 1910), com ampla distribuição geográfica, cuja forma aguda se caracteriza por uma anemia progressiva.

Artiles et al. (1995), verificaram que 64% dos bovinos de corte a campo estavam soropositivos para o *A. marginale*, caracterizando uma situação de instabilidade enzoótica no Rio Grande do Sul, também verificada no sertão de Sergipe por Oliveira et al. (1992). Na maioria das regiões do Brasil, a situação da anaplasmoze bovina é de estabilidade enzoótica (RIBEIRO e REIS, 1981).

Segundo Kessler (2001), o carrapato *Boophilus microplus* é considerado o principal vetor da anaplasmoze e, em condições climáticas favoráveis para seu desenvolvimento, a primoinfecção pelo *A. marginale* pode ocorrer logo após o nascimento do bovino. Porém, também ocorrem transmissões por insetos hematófagos (MELO et al., 2001), iatrogênica e intrauterina (GUGLIELMONE, 1995).

Na resposta imune humoral, ocorre inicialmente uma síntese de IgM, que coincide com o início da riquetsemia. Durante a fase patente da infecção, surge a IgG. Até 30 dias após a crise hemolítica, as proporções são em média de 25% de IgM e 75% de IgG e no período de infecção crônica, a proporção de IgG aumenta (MURPHY et al., 1966).

Nos animais jovens, uma maior resistência a anaplasmoze, comumente associada a uma melhor resposta imunológica, pode estar correlacionada à imunidade celular decorrente da persistência do timo (BUE-NING, 1973) e à grande atividade eritropoética da medula óssea (RISTIC et al., 1958) que repõe rapidamente o número de eritrócitos destruídos.

Quanto à imunidade passiva, adquirida através do colostro, Madruga et al. (1985) descreveram uma relação positiva na transferência de imuno-

globulinas séricas da classe IgG entre vacas e terneiros recém-nascidos. Essas imunoglobulinas colostrais decrescem até os 60 dias de idade dos terneiros, quando, então, grandes proporções dos animais podem-se tornar soronegativos.

Após a fase aguda da doença, a infecção pode persistir por mais de sete anos, e, provavelmente, por toda a vida do bovino (KIESER et al., 1990). Essa persistência do *A. marginale* no hospedeiro bovino sugere que este agente é capaz de evadir-se do sistema imune destes animais, principalmente, através da variação antigênica do epítipo de membrana externa imunodominante. Esta proteína, ao recombinar-se em sua região central hipervariável, durante a infecção cíclica pelo *A. marginale*, confundiria os receptores dos linfócitos T-auxiliares e linfócitos B (PALMER et al., 1999; BROWN et al., 2003).

A importância do *A. marginale* na bovinocultura da região sul do RS, e a caracterização da área como de instabilidade enzoótica, são conhecidas. No entanto, são necessárias maiores informações sobre a epidemiologia da riquetsia, determinada pelas condições ambientais e sistemas de manejo. O estudo foi realizado com o objetivo de verificar a imunidade colostrar, a dinâmica de infecção natural por *A. marginale* e a respectiva resposta imune humoral, em terneiros nascidos nesta região.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre outubro de 1999 e dezembro de 2000, em uma fazenda de pecuária de corte, no município de Pedro Osório, Rio Grande do Sul (32° 01' S; 52° 55' W, e 68 m. acima do nível do mar). Os bovinos utilizados no experimento foram criados extensivamente, com infestação natural pelo carrapato *Boophilus microplus* e expostos ao manejo tradicional da fazenda, quanto a vacinas, vermífugos, banhos carrapaticidas, etc. Foram utilizadas 31 fêmeas da raça Santa Gertrudis, com idades entre três e seis anos, inseminadas artificialmente com sêmen de touro Polled Hereford. Antes do período de parição, foi avaliada a infestação por carrapatos e coletado sangue venoso das fêmeas. Uma amostra foi coletada com EDTA para a confecção de esfregaço e determinação do hematócrito, e a outra sem anticoagulante para a obtenção de soro para pesquisa de anticorpos específicos anti *A. marginale*. As terneiras nascidas destas fêmeas foram coletadas no dia do nascimento e com 5, 15 e 30 dias

de idade. A partir daí, foram feitas coletas mensais até completarem 12 meses de idade.

O hematócrito foi verificado através da técnica de microhematócrito, em centrífuga a 3.000 r.p.m., durante sete minutos.

O exame direto para a detecção de *A. marginale* no sangue dos animais experimentais foi realizado através de esfregaços de sangue venoso, fixados em álcool metílico durante cinco minutos e corados durante 45 minutos em Giemsa a 5%. O exame microscópico foi feito em objetiva de imersão.

O título de anticorpos IgG específicos para *A. marginale* foi verificado através da reação de Imunofluorescência Indireta (IFI), segundo técnica descrita por Madruga et al. (2001), utilizando antígenos preparados no Laboratório de Saúde Animal da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. Os soros foram analisados em diluições duplas, em PBS, a partir de 1:80 até o título final, que foi a última diluição com resultado positivo. As lâminas foram examinadas em microscópio com fonte de luz ultravioleta, com objetiva de 40x.

O trabalho foi realizado no Laboratório de Parasitologia do Departamento de Microbiologia e Parasitologia do Instituto de Biologia da UFPel e no Laboratório de Hemoparasitologia Embrapa Pecuária Sul, Bagé. Os dados climáticos da região foram obtidos na Estação Agroclimatológica de Pelotas – Campus da UFPel – Embrapa Terras Baixas, Pelotas.

A análise estatística dos resultados dos valores de hematócrito e do nível de anticorpos específicos anti-*A. marginale* foi realizada pela análise de variância e comparação entre médias pelo método LSD (“Least Significant Difference”). Os dados não foram transformados para a análise, por seguirem uma distribuição normal. As reações negativas à diluição de 1:80 foram consideradas com valor zero. A comparação de frequências dos níveis sorológicos positivos entre matrizes e terneiros com cinco dias de idade, foi realizada através do teste Qui Quadrado. A correlação entre títulos de anticorpos de ambos foi analisada através do Teste de Correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas durante o período experimental (Figura 1), à semelhança do verificado por Castro (2001), foram favoráveis ao

desenvolvimento de carrapatos e dípteros hematófagos durante a maior parte do ano. Ainda que nos meses de julho a setembro tenha ocorrido temperaturas médias inferiores a 15°C, a umidade relativa se manteve acima de 80% e houve condições para o desenvolvimento do carrapato, tanto que no mês de agosto foi verificado um pico de infestação pelo carrapato *Boophilus microplus*, com 35,5% dos animais infestados (Figura 2).

O exame direto de esfregaço revelou de 3,2 a 41,2% dos animais infectados, ocorrendo dois picos com cerca de 40% de animais positivos (Figura 2): o primeiro, aos 30 dias de idade, entre novembro e dezembro de 1999, sem a presença de carrapato, como o verificado por Rios et al. (1990) na Argentina; e o segundo, no mesmo período do ano seguinte, quando 20 a 54% dos animais estavam infestados. Esses dados revelam a importância dos insetos hematófagos na transmissão de *A. marginale*, conforme o verificado por Guglielmone (1995), na Argentina. No sul do Rio Grande do Sul, as populações de dípteros tendem a aumentar a partir de setembro, pois, segundo Castro (2001), em condições climáticas similares, a “estação das moscas” começa no início da primavera e termina na metade do outono. Silva et al. (2002), constataram que a população de tabanídeos, na região, aumenta a partir de outubro. Os picos de prevalência de infecção por *A. marginale* verificados no presente experimento, podem, pois, terem sido determinados por essa dinâmica populacional de vetores mecânicos. Além disso, segundo Kieser et al. (1990), os níveis de ricketsemia variam muito em animais persistentemente infectados, refletindo uma multiplicação cíclica do *A. marginale*.

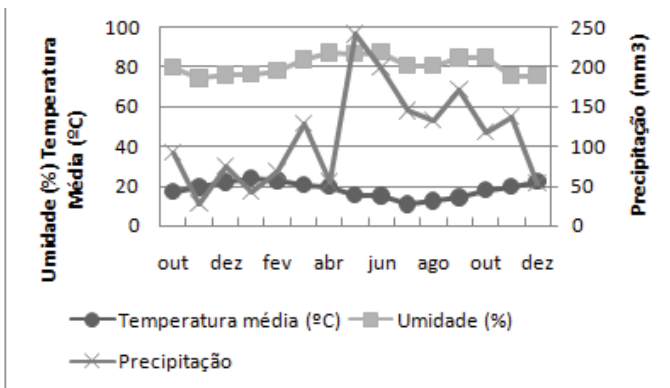


Figura 1. Temperatura, umidade relativa do ar (médias mensais) e precipitação pluviométrica na região sul do Rio Grande do Sul, no período de outubro de 1999 a dezembro de 2000.

A infecção por *A. marginale* detectada já durante os primeiros dias de vida dos terneiros (Figura 2), pode ser devida à transmissão transplacentária ou intrauterina, como constataram Norton et al. (1983), Potgieter e Van Rensburg (1987) e Ribeiro et al. (1995), em vacas sorologicamente positivas e sem histórico de anaplasmosose clínica durante a gestação, como as do presente experimento. Zaugg e Kuttler (1984) relataram essa transmissão principalmente no último trimestre da gestação, porém, em fêmeas com anaplasmosose clínica.

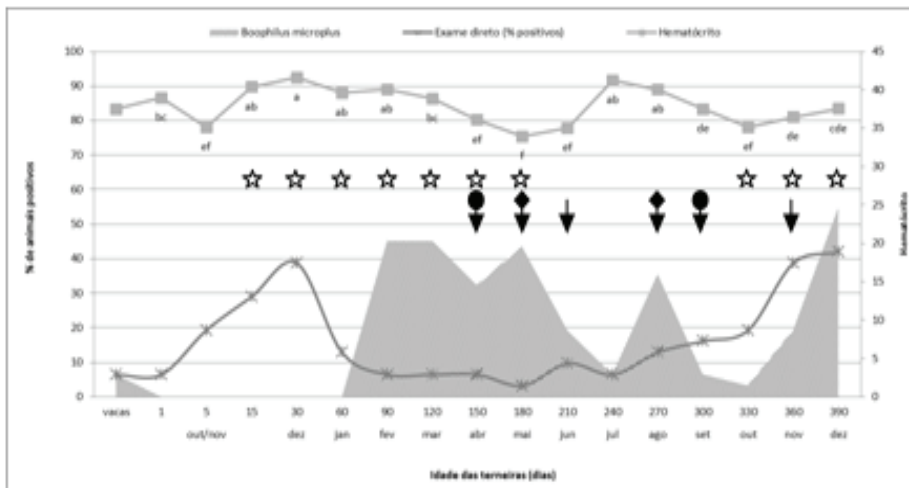


Figura 2. Variações mensais médias do hematócrito, da porcentagem de animais infestados por *Boophilus microplus* e de positivos ao exame direto para *Anaplasma marginale*, durante o primeiro ano de vida de terneiros nascidos na primavera, no sul do Rio Grande do Sul, de outubro de 1999 a dezembro de 2000.

Médias representadas por letras desiguais diferem significativamente ($P < 0,001$).

- Vacina contra clostridioses (gangrena gasosa, carbúnculo sintomático e hemático).
- Aplicação de endectocida (doramectina).
- ◆→ Banho de imersão (amitraz).
- ☆ Presença de *Haematobia irritans*.

Não ocorreram casos clínicos de anaplasmosose entre os animais experimentais e as parasitemias foram muito baixas ($< 0,01\%$), à semelhança do verificado por Aguirre et al. (1988), na Argentina. Esses dados confirmam a hipótese de maior resistência de animais jovens a anaplasmosose (ANDERSON et al., 1972; BUENING, 1973).

O hematócrito médio variou de 33,9 a 41,6%, tendo ocorrido duas

quedas estatisticamente significativas, porém sem importância clínica: a primeira durante os meses de abril a junho, que coincidiu com o desmame dos animais e infestação por carrapatos; a segunda, ocorrida a partir de setembro, que pode ter tido influência do decréscimo alimentar (Figura 2). Durante o período pré-parto, observou-se que 100% das matrizes estavam sorologicamente positivas para o *A. marginale*, o que também foi verificado nos terneiros aos 5 e 15 dias de idade (Tabela 1). Madruga et al. (1985), em experimento realizado em área enzoótica (Minas Gerais), constataram, ao contrário, que nem todos os terneiros nascidos de matrizes positivas tinham anticorpos para *A. marginale* aos 3 e 15 dias de vida (apenas 63,9% e 86,7%, respectivamente). Os anticorpos detectados em terneiros durante os primeiros dias de vida podem ter duas origens: terem sido formados ainda durante o período fetal, a partir dos 100 – 140 dias de idade, após uma infecção intrauterina (TRUEBLOOD et al., 1971 e RIBEIRO et al., 1995), ou recebidos via colostro, da matriz imune (ZAUGG e KUTTLER, 1984; MADRUGA et al., 1985; POTGIETER e VAN RENSBURG, 1987), uma vez que anticorpos não ultrapassam a barreira placentária em bovinos. Segundo Ribeiro e Reis (1981a), entretanto, esses anticorpos seriam exclusivamente de origem colostrálica, pois, segundo os autores, nenhum terneiro nascido de vaca soropositiva apresentou anticorpos para *A. marginale* antes de ingerir o colostro. Esse resultado, no entanto, pode ser devido às baixas parasitemias das matrizes, incapazes de vencer a barreira placentária e atingir o feto.

O pico de anticorpos colostrálicos foi constatado no 5º e 15º dia de idade dos terneiros (Tabela 1). O fato de um animal estar negativo no primeiro dia de vida, pode ser por ter sido coletado logo após o nascimento, sem ter ingerido quantidades de colostro que lhe garantisse um nível de anticorpos detectável, tendência também constatada por Madruga et al. (1985). A correlação, de moderada a forte (0,63 a 0,72) e altamente significativa ($P < 0,0001$) entre os títulos de anticorpos das matrizes e terneiros, durante os primeiros dias de vida (Correlação de Pearson), detectada no presente experimento, foi similar ao verificado por esses autores.

Tabela 1. Variação mensal da prevalência de soropositivos e da titulação de anticorpos IgG específicos para Anaplasma marginale durante o primeiro ano de vida de terneiros no sul do Rio Grande do Sul.

Idade (dias)	Período	<i>Anaplasma marginale</i>			
		Titulação		%	n
Mês/Ano	Amplitude	Moda	Tit ≥1:80		
	Pré-parto	160-2560	640	100,0	31
1	Nov 99	0-2560	160	96,77	30
5	Nov 99	80-2560	160	100,0	31
15	Nov 99	80-2560	160	100,0	31
30	Dez 99	0-640	160	83,87	26
60	Jan 00	0-2560	80	74,19	23
90	Fev 00	0-1280	0	54,84	17
120	Mar 00	0-1280	0	38,71	12
*150	*Abr 00	0-1280	0	29,03	9
180	Mai 00	0-1280	0	74,19	23
210	Jun 00	0-2560	0	58,06	18
240	Jul 00	0-2560	0	61,29	19
270	Ago 00	0-2560	0	64,52	20
300	Set 00	0-2560	640	80,65	25
330	Out 00	0-1280	160	83,87	26
360	Nov 00	0-2560	160	77,42	24
390	Dez 00	0-1280	0	64,52	20

* Desmame

O nível de anticorpos colostrais (imunidade passiva) vai decrescendo, chegando às menores prevalências de soropositivos dos 90 aos 150 dias de idade dos terneiros, quando foi verificado que apenas 29% dos animais estavam positivos (Tabela 1). Ribeiro e Reis (1981a) e Madruga et al. (1985), verificaram um decréscimo dos anticorpos colostrais até os 40 a 60 dias de vida, quando então, se iniciou a resposta ativa. A diferença entre esses resultados e os do presente experimento, pode ser devida ao fato de que, na região sul do Rio Grande do Sul, área de instabilidade enzootica, o modelo populacional do carrapato e dos insetos hematófagos é diferente dos modelos das demais regiões, o inóculo de *A. marginale* tende a ser mais baixo, fazendo com que poucos animais iniciem a resposta ativa antes dos 150 dias de idade. A prevalência de animais sorologicamente positivos, a partir de então, oscilou entre 64,5 e 83,9% (Tabela 1).

A titulação de anticorpos dos bovinos após sua infecção por *A. marginale* revela índices que, no máximo, se aproximam daqueles ob-

servados nas matrizes no pré-parto (portadoras crônicas) e, conseqüentemente, nos terneiros logo após o nascimento (imunidade passiva). Essa tendência difere do observado por Rios et al. (1989) e Krolow (2002), para *Babesia bovis* e *Babesia bigemina*. Segundo esses autores, a resposta inicial observada após a infecção natural pelos protozoários, induz a títulos de anticorpos três a dez vezes superiores aos da imunidade passiva.

Aos nove meses de idade, apenas 64,5% dos animais apresentavam-se sorologicamente positivos, o que caracteriza um quadro de instabilidade enzoótica na propriedade em questão, com grande probabilidade de aparecimento de casos clínicos de anaplasnose. Segundo Mahoney e Mirre (1971) e Mahoney e Ross (1972), em áreas estáveis, endêmicas, aos nove meses de idade, no mínimo 75% dos animais devem estar sorologicamente positivos. No entanto, no rebanho em estudo, 100% das matrizes estavam sorologicamente positivas durante o pré-parto. Essa maior prevalência de soropositivos entre os animais adultos confirma o verificado por Hugh-Jones et al. (1988) e Perez et al. (1994), e pode ser devida à grande duração dos anticorpos da classe IgG (até 22 meses, segundo JAMES, 1983) e à variação de inóculo que pode ocorrer entre um ano e outro, sobretudo devido às populações de dípteros hematófagos que são altamente influenciadas pelas condições climáticas (SILVA et al., 2002). Essa prevalência entre adultos, no entanto, não caracteriza a situação de estabilidade enzoótica.

Krolow (2002), em estudo realizado com o mesmo rebanho, constatou que, aos nove meses de idade, 90,3% e 100% dos animais estavam sorologicamente positivos para *Babesia bovis* e *Babesia bigemina*, respectivamente, caracterizando uma situação de estabilidade enzoótica atípica para a região. Essa menor prevalência de animais infectados por *A. marginale* pode ser devida às diferenças de transmissão entre as babesias e o *A. marginale* e explicam o fato de que, no rebanho em estudo, são mais freqüentes casos clínicos de anaplasnose do que de babesiose. Resultados similares, foram obtidos por Carrique Mas et al. (2000) em rebanhos em situação de instabilidade enzoótica, ou alto risco, na Bolívia.

CONCLUSÕES

O período entre os 90 e 150 dias de idade pode representar risco de anaplasnose para o rebanho estudado, caso seja exposto a altos inóculos

de *A. marginale*.

A imunidade ativa contra o *A. marginale*, em terneiros nascidos na primavera, na região, é evidente a partir dos 150 dias de idade e induz a títulos de anticorpos similares aos adquiridos via colostro.

O rebanho estudado encontra-se em situação de instabilidade enzootica para o *A. marginale*, visto que, aos nove meses de idade, apenas 64,5% dos animais apresentavam sorologia positiva.

Os dípteros hematófagos podem ser uma fonte de transmissão de *A. marginale* de maior importância epidemiológica que o carrapato *Boophilus microplus*, na propriedade em estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Thomás Lucia Jr., da UFPel, pelo auxílio com a análise estatística. Ao laboratorista Bernardo e estagiário Luciano, da EMBRAPA/CPPSUL, Bagé, pelo auxílio com a RIFI. Ao Dr. João Carlos Alves Pereira, pela possibilidade de realizar o experimento em sua fazenda. À agência CAPES pelo suporte financeiro ao autor principal.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, D. H.; BERMÚDEZ, A. C.; MANGOLD, A. J.; et al. Infección natural con *Anaplasma marginale* en bovinos de raza Hereford Criolla Y Nelore en Tucumán, Argentina. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, v. 30, p. 37-42, 1988.

ANDERSON, I. L.; JONES, E. W.; MORRISON, R. D.; et al. *Anaplasma marginale*: hemoglobin patterns in experimentally infected young calves. *Experimental Parasitology*, v.32, p.265-271, 1972.

ARTILES, J.; ALVES BRANCO, F. P.; MARTINS, J. R.; et al. Prevalência de *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* e *Anaplasma marginale* no município de Bagé, RS. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v.2, n.4, s.1, p.179, 1995.

BROW, W. C.; BRAYTOM, K. A.; STYER, C. M.; et al. The hypervariable region of *Anaplasma marginale* major surface protein 2 (MSP2) contains multiple immunodominant CD4+ T lymphocyte epitopes that elicit variant-specific proliferative and IFN- γ responses in MSP2 vaccinates. *Journal of Immunology*, v.7, n.170, p. 3790-3798, 2003.

BUENING, G. M. Cell-mediated immune response in calves with anaplasmosis. *Ameri-*

can Journal Veterinary Research, v.34, n.6,p.757-763, 1973.

CARRIQUE MAS, J. J.; WIDDOWSON, M. A.; CUÉLLAR, A. M.; RIBERA; et al. Risk of babesiosis and anaplasmosis in different ecological zones of SantaCruz Department, Bolivia. Veterinary Parasitology, v.93, p.29-38, 2000.

CASTRO, E. Flutuação populacional de Haematobia irritans (Diptera: Muscidae) e impacto produtivo da infestação sobre um rebanho de cria no Uruguai. Pelotas, 2001. 55f. Dissertação (Mestrado em Veterinária – Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Veterinária, UFPel, 2001.

GUGLIELMONE, A. A. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. Veterinary Parasitology, v.57, p.109-119, 1995.

HUGH-JONES, M. E.; BUSCH, D.; RABY, C.; et al. Seroprevalence survey for Anaplasma card test reactors in Louisiana, USA, cattle. Preventive Veterinary Medicine, v.6, p.143-153, 1988.

JAMES, M. Antibody levels during bovine hemoparasitic diseases: tripanosomiais, anaplasmosis, and babesiosis. Acta Científica Venezolana, v.34, p.185-190, 1983.

KESSLER, R. H. Considerações sobre a transmissão de Anaplasma marginale. Pesquisa Veterinária Brasileira, v.21, n.4, p.177-179, 2001.

KIESER, S. T.; ERICKS, I. S.; PALMER, G. H. Cyclic rickettsemia during persistent Anaplasma marginale infection of cattle. Infection and Immunity, v.58, p.1117-1119, 1990.

KROLOW, R. C. P. Imunidade passiva e ativa contra Babesia bovis (Babès, 1888) e Babesia bigemina (Smith & Kilbourne, 1893) em terneiros nascidos na primavera em área marginal para o vetor Boophilus microplus (Canestrini, 1887). Pelotas, 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Veterinária – Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Veterinária, UFPel, 2002.

MADRUGA, C. R.; KESSLER, R. H.; GOMES, A.; et al. Níveis de anticorpos e parasitemia de Anaplasma marginale em área enzoótica, nos bezerros da raça Nelore, Ibagé e cruzamentos de Nelore. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.20, n.1, p.135-142, 1985.

MADRUGA, C. R.; ARAUJO, F. R.; SOARES, C. O. Imunodiagnóstico em Medicina Veterinária. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 360p.

MAHONEY, D. F.; MIRRE, G. B. Bovine babesiosis: estimation of infection rates in the

tick vector *Boophilus microplus*. In: TROPICAL MEDICINE AND PARASITOLOGY. Annals... v.3, n.65, p.309-317, 1971.

MAHONEY, D. F.; ROSS, D. R. Epizootiological factors in the control of bovine babesiosis. Australian Veterinary Journal, v.48, p. 292-298, 1972.

MELO, V. S. P.; PASSOS, L. M. F.; FACURY-FILHO, E.; et al. Natural infection of calves by *Anaplasma marginale* in dairy herds of the Metalúrgica Region, Minas Gerais. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 21, n. 4, p.146-150, 2001.

MURPHY, F. A.; OSEBOLD, J. W.; AALUND, O. Kinetics of the antibody response to *Anaplasma marginale* infection. Journal of Infection Diseases, v.116, p.99-106, 1966.

NORTON, J. H.; PARKER, R. J.; FORBES-FAULKNER, J. C. Neonatal anaplasmosis in a calf. Australian Veterinary Journal, v. 11, n.60, p.348, 1983.

OLIVEIRA, A. A.; PEDREIRA, P. A. S.; ALMEIDA, M. F. R. S. Doenças de bezerros II. Epidemiologia da anaplasmosse no estado de Sergipe. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.5, n.44, p.377-386, 1992.

PALMER, G. H.; RURANGIRWA, F. R.; KOCAN, K. M.; et al. Molecular basis for vaccine development against the ehrlichial pathogen *Anaplasma marginale*. Parasitology Today, v.15, n.7, p. 281-286, 1999.

PEREZ, E.; HERRERO, M. V.; JIMENEZ, C.; et al. Effect of management and hosts factors on seroprevalence of bovine anaplasmosis and babesiosis in Costa Rica. Preventive Veterinary Medicine, v.20, p.33-46, 1994.

POTGIETER, F. T.; VAN RENSBURG, L. The persistence of colostral *Anaplasma* antibodies and incidence of in utero transmission of *Anaplasma* infections in calves under laboratory conditions. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, v.54, p. 557-560, 1987.

RIBEIRO, M. F. B.; REIS, R. Prevalência da anaplasmosse em quatro regiões do estado de Minas Gerais. Arquivo da Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, v.33, n.1, p.57-62, 1981.

RIBEIRO, M. F. B.; REIS, R. Exposição natural de bezerros, em área endêmica de *Anaplasma marginale*, de Minas Gerais. Arquivo da Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, v.33, n.1, p.63-66, 1981a.

RIBEIRO, M. F. B.; LIMA, J. D.; GUIMARÃES, A. M.; et al. Transmissão congênita da

anaplasmose bovina. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.47, n.3, p.297-304, 1995.

RIOS, L. G.; AGUIRRE, D. H.; GAIDO, A. B. Infección natural por Babesia bovis y Babesia bigemina en dos rodeos bovinos con diferentes niveles de infestación por Boophilus microplus. Revista Latino Americana de Microbiologia, v.31, p.39 43, 1989.

RIOS, L. G.; AGUIRRE, D. H.; GAIDO, A. B. Infection naturelle por Anaplasma marginale chez troupeaux de bovins avec différents niveaux d'infestation par la tique Boophilus microplus. Revue d'Elevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux, v.43, p.447-452, 1990.

RISTIC, M.; WHITE, F. H.; GREEN, J. H.; SANDERS, D. A. Effect of cortisone on the mechanism of Anaplasma immunity of experimentally infected calves. American Journal Veterinary Research, v.19, n.70, p.37-43, 1958.

SILVA, C. P.; KRÜGER, C.; BRUM, J. G. W. Tabanidae (Diptera: Brachycera) capturados manualmente e em armadilhas em alguns municípios do sul do Rio Grande do Sul. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 2002. Rio de Janeiro, Brasil. Anais... Rio de Janeiro, 2002. CD-Rom.

TRUEBLOOD, M. S.; SWIFT, B. L.; BEAR, P. D. Bovine fetal response to Anaplasma marginale. American Journal of Veterinary Research, v.32, n.7, p.1089-1090, 1971.

ZAUGG, J. L.; KUTTLER, K. L. Bovine anaplasmosis: In utero transmission and the immunologic significance of ingested colostral antibodies. American Journal of Veterinary Research, v.45, n.3, p.440-443, 1984.

DESEMPENHO PRODUTIVO DE BOVINOS LEITEIROS IMUNIZADOS ARTIFICIALMENTE CONTRA TRISTEZA PARASITÁRIA BOVINA

Leonardo de Melo Menezes¹; Iuri Pioly Marmitt²; Jaqueline Freitas Motta²; Henrique Muller Dallmann³; Leandro Quintana Nizoli²; Sergio Silva da Silva²

¹Departamento de Zootecnia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas. Brasil. Campus universitário, s/n°. 96010-900 Pelotas-RS. Brasil. E-mail: menezes@veterinario.med.br

²Laboratório de Doenças Parasitárias – Faculdade de Veterinária – Universidade Federal de Pelotas.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da imunização artificial contra os agentes causadores da tristeza parasitária bovina sobre parâmetros hematológicos e produtivos de bovinos leiteiros de um rebanho oriundo de uma região onde a enfermidade é endêmica. Foram utilizados neste experimento 60 vacas da raça Jersey, separadas em dois grupos de 30 animais: O primeiro recebeu imunização artificial utilizando vacinas atenuadas trivalentes vivas contra o complexo tristeza parasitária no dia 0, e o segundo serviu como controle negativo. Foram realizadas quatro coletas de sangue, sendo a primeira no dia 0, e as posteriores aos dias 15, 45 e 90 para verificação do hematócrito e quantificação das proteínas séricas e plasmáticas totais. Além disso, foi realizado controle individual da produção leiteira de todos os animais no período de execução do projeto. Os animais do grupo imunizado apresentaram incremento nos valores de hematócrito, bem como na média da produção leiteira. Estes resultados permitem inferir que a imunização conferiu aos animais condições de expressar melhor sua aptidão para produção leiteira, em função da melhora no status sanitário adquirido com o tratamento.

Palavras chave: *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis*, *Boophilos microplus*.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF DAIRY CATTLE IMMUNIZED ARTIFICIALLY AGAINST TICK FEVER

ABSTRACT: This study evaluated the effects of artificial immunization against agents that cause tick fever, on hematologic and production parameters of dairy cattle of herd originating of a region where the infirmity is endemic. Sixty (60) Jersey cows were used, separated in two groups of thirty animals. Group 1 received artificial immunization against tick fever complex at day zero and group 2 served as negative control, i.e., was not vaccinated during the experimental period. Four blood collections were made, the first being at day zero and the other at 15, 45 and 90 days to determine hematocrit and quantification of seric and plasmatic total proteins. Individual milk production control was made for all animals during the experiment. Animals of the immunized group showed increase in hematocrit values, as well as in average milk production. This result permit to infer that immunization conferred to animals conditions to express the aptitude for milk production, due to the improvement of sanitary status acquired through the treatment.

Keywords: *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis*, *Boophilos microplus*.

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira tem grande importância sócio-econômica por manter o homem no campo, além de gerar empregos diretos e indiretos relacionados às indústrias beneficiadoras de leite, possibilitando desenvolvimento regional em diferentes estados brasileiros (GOMES, 2002). Neste contexto, a sanidade animal exerce um papel fundamental, onde a presença de enfermidades pode comprometer a lucratividade da produção, inviabilizando a atividade.

Dentre as principais enfermidades que acometem bovinos de leite destaca-se o complexo Tristeza Parasitária Bovina (TPB), que apresenta uma alta morbidade e mortalidade. A enfermidade é transmitida pelo carrapato *Rhipicephalus Boophilus microplus*, que é responsável pela inoculação dos agentes *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* e *Babesia bigemina* na corrente circulatória dos animais (MADRUGA et al., 1986; SPÄTH e MANGOLD, 1986; SOLARI et al., 1992).

O Brasil é considerado como um país enzoótico, no entanto, existem algumas regiões que, em função de suas condições edafoclimáticas, não favorecem o desenvolvimento do *R. B. microplus* durante todo o ano e, dessa forma, de acordo com conceitos de Mahoney e Ross (1972), podem ser consideradas regiões de instabilidade enzoótica.

Athayde et al., (1994) registraram surtos epizooticos de babesiose e anaplasnose nas regiões sul do Brasil, observando parasitemia de 15% das hemácias e volume globular médio de 20%, bem como, os sinais clínicos de lacrimejamento, mucosas pálidas e/ou ictéricas.

Thadei (2000) mostrou que, pela lise das hemácias causada pelo protozoário, ocorre uma diminuição do número relativo das hemácias, levando os animais parasitados a apresentarem além de anemia também icterícia, resultando em apatia e conseqüentemente queda acentuada na produtividade dos bovinos. Os prejuízos à pecuária bovina ocorrem devido à mortalidade e morbidade dos animais, diminuição na produção de carne e leite, abortos e redução de fertilidade

Além de o produtor perder na produção com o atraso nos ganhos com a comercialização dos seus produtos, tem ainda seus custos aumentados pela necessidade de aquisição de medicamentos, perdendo condições de competitividade em função da qualidade e dos custos de produção.

Grisi et al. (2002) estimaram que no Brasil estas perdas chegam a US\$ 1 bilhão/ano. Considerando estes prejuízos, a imunização utilizando vacinas trivalentes vivas atenuadas pode ser uma alternativa para diminuir a ocorrência dos casos clínicos de TPB, bem como recuperar quadros hematológicos deficientes nos casos de doença sub-clínica de rebanhos em diferentes categorias.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da imunização contra os agentes da TPB sobre os parâmetros hematológicos e o desempenho da produção de leite em um rebanho leiteiro.

METODOLOGIA

Foram utilizados neste experimento 60 vacas da raça Jersey, múltiparas com mesma faixa etária e mesmo período de lactação, de uma propriedade de exploração leiteira, sob idênticas condições de manejo e alimentação, localizada no município de Capão do Leão/RS, considerada como região endêmica do complexo Tristeza Parasitária Bovina no período de 10 de setembro a 10 de dezembro de 2008. Os animais foram divididos em dois grupos, sendo um o grupo controle composto por 30 animais que foram imunizados artificialmente com vacinas atenuadas trivalentes vivas (dose única) e outro grupo composto por 30 animais que não foram imunizados artificialmente com vacinação.

Foram realizadas coletas de aproximadamente 4mL de sangue de cada animal, utilizando o sistema vacuntainer BDTM, usando EDTA 1mg mL⁻¹ por punção da veia jugular. As amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa isotérmica refrigerada e encaminhadas ao Laboratório de Doenças Parasitárias da Faculdade de Veterinária da UFPel, para aferição de hematócrito (PCV) através da técnica de centrifugação de microhematócrito e também a mensuração de proteínas plasmáticas totais (PPT) através de um refratômetro. Nas amostras sem anticoagulante, foi realizada a aferição das proteínas séricas totais (PST) utilizando-se a mesma técnica. Além destes procedimentos, foi aferido também o controle da produção diária leiteira, mensurado em recipientes de vidro com escalas de 100 mL com capacidade de 20 litros, durante todo o período experimental. No dia zero, realizou-se a vacinação dos animais e também se executou a primeira coleta dos dados; a segunda coleta 15 dias após a vacinação (DAV), a terceira 45 DAV e a quarta coleta 90 DAV. Os animais foram divididos aleatoriamente em dois tratamentos com 30 repetições. Cada

unidade experimental foi composta por um animal. Os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: Tratamento 1 – controle e Tratamento 2 – vacinados.

Os dados registrados em cada unidade experimental foram submetidos à análise da variância, através de um pacote estatístico utilizando ANOVA, e quando “F” foi significativo, as médias foram comparadas duas a duas por contrastes ortogonais, através do teste de Tukey 5% de probabilidade. O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e os estudos com os animais foram realizados de acordo com normas éticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mostram que na primeira coleta, realizada no dia zero, os animais não apresentaram diferença estatística significativa com relação às variáveis estudadas, garantindo a homogeneidade dos lotes (tabela I). Já nos primeiros 15 DAV observou-se uma diferença significativa entre os dois lotes, na qual o grupo de animais vacinados (T2) aumenta a sua concentração de glóbulos vermelhos de 30,63 % para 32,65%, acompanhada do aumento significativo na produção de leite passando de 11,99L/vaca/dia para 13,74L/vaca/dia em média.

Tabela 1. Parâmetros hematológicos e produtivos do rebanho leiteiro no dia da imunização contra a TPB.

Tratamentos	Hematócrito (%)	PPT (g/dL)	PST (g/dL)	Produção de Leite (L/dia)
Vacinados	30,76	6,39	5,88	12,13
Não Vacinados	30,63	6,56	6,07	11,99
P	NS	NS	NS	NS
C.V. %	13,21	10,73	10,84	9,49

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. % - Coeficiente de variação. P – Probabilidade. N.S. – Não significativo.

Tabela 2. Parâmetros hematológicos e produtivos do rebanho leiteiro 15 dias após a vacinação contra a TPB.

Tratamentos	Hematócrito (%)	PPT (g/dl)	PST (g/dl)	Produção de Leite (L/dia)
Vacinados	30,50 a	6,22	5,68	11,95 a
Não Vacinados	32,65 b	6,43	5,82	13,74 b
P	0,0150	NS	NS	<0,0001
C.V.	10,34	10,05	10,06	9,31

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. % - Coeficiente de variação. P – Probabilidade. N.S. – Não significativo.

Essa tendência se confirma nas próximas duas coletas, realizadas 45 e 90 DAV, respectivamente (Tabelas 3 e 4). O grupo de animais imunizados demonstrou desempenho superior tanto nos parâmetros hematológicos quanto nos parâmetros produtivos, quando comparado com o grupo não imunizado.

Tabela 3. Parâmetros hematológicos e produtivos do rebanho leiteiro 45 dias após a vacinação contra a TPB.

Tratamentos	Hematócrito (%)	PPT (g/dL)	PST (g/dL)	Produção de Leite (L/dia)
Vacinados	31,02, a	6,32	5,76, a	12,49, a
Não Vacinados	33,55 b	6,13	5,19 b	14,38 b
P	0,0005	NS	<0,0001	<0,0001
C.V.	10,70	8,65	10,10	9,01

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. % - Coeficiente de variação. P – Probabilidade. N.S. – Não significativo.

Tabela 4. Parâmetros hematológicos e produtivos do rebanho leiteiro 90 dias após a vacinação contra a TPB.

Tratamentos	Hematócrito (%)	PPT (g/dL)	PST (g/dL)	Produção de Leite (L/dia)
Vacinados	31,04, a	6,37	5,67	12,84 a
Não Vacinados	33,06 b	6,03	5,63	14,04 b
P	0,0424	NS	NS	0,0012
C.V.	10,45	9,69	10,43	9,02

Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey. C.V. % - Coeficiente de variação. P – Probabilidade. N.S. – Não significativo.

Nesse período a média de hematócrito dos animais vacinados manteve-se entre 33,04% e 33,55%, enquanto que a média dos animais não vacinados manteve-se entre 31,02% e 31,04% (Figura 1).

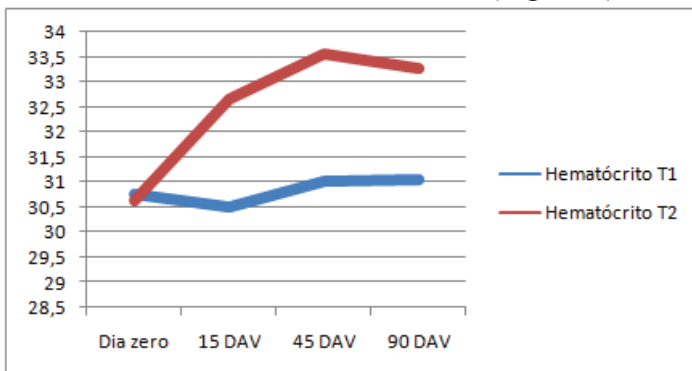


Figura 1. Comparação das médias dos valores dos hematócritos (%) dos animais não vacinados (T1) e vacinados (T2) durante o experimento.

A produção leiteira do grupo vacinado manteve-se com uma média entre 14,04L/vaca/dia e 14,38L/vaca/dia, mantendo-se superior ao grupo não vacinado nesse período, que manteve a sua média entre 12,38L/vaca/dia e 12,48L/vaca/dia durante aos 45 e 90 DAV (Figura 2).

A diferença entre os hematócritos dos dois grupos pode ser explicada devido à presença de anaplasiose sub-clínica (detectada por achados em esfregaços sanguíneos) no grupo de animais não imunizados, onde se observou a ocorrência de uma anemia progressiva, provavelmente devido à destruição intravascular dos eritrócitos no baço e na medula óssea (THRALL, 2004). Já no grupo de animais imunizados observa-se um aumento gradativo nos níveis de hematócritos (Figura 1). Em relação aos níveis produtivos de leite, manteve-se essa tendência de aumento até o término do experimento, devido à proteção desses animais frente aos agentes patogênicos, responsáveis pelo desenvolvimento da enfermidade (Figura 2). O processo de imunização no T2, utilizando-se vacinas trivalentes atenuadas vivas, não provocou doença clínica em nenhum dos animais inoculados, que recuperaram seus valores normais dos hematócritos naturalmente, sem utilização de medicação, o que está de acordo com os estudos realizados por Benavides et al. (2000). Estes resultados indicam que o processo de imunização foi eficiente em protegê-los contra TPB e que estes imunógenos atenuados podem ser utilizados com segurança e eficiência na imunização de bovinos, o que também foi demonstrado no trabalho de Vidotto et al. (1998). O aumento da produção de leite no grupo imunizado pode ser explicado devido ao aumento das médias dos hematócritos do T2, ocorrendo uma correlação positiva entre essas duas variáveis (hematócrito e produção leiteira), pois segundo Radostitis et al., (2002), a formação do leite na glândula mamária depende diretamente da quantidade de sangue oxigenado que passa pelos capilares da glândula, função esta desempenhada pelas hemácias. Com relação aos níveis de PPT, não houve diferença significativa entre os lotes. Para os níveis de PST, observa-se diferença significativa, apenas nos 45 DAV (Tabela 3).

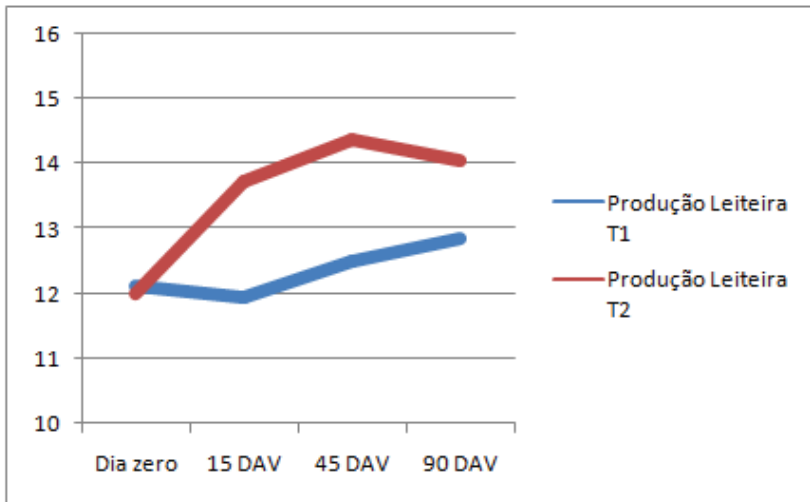


Figura 2. Comparação da produção média de leite (L/dia) dos animais não vacinados (T1) e vacinados (T2), durante o experimento.

CONCLUSÕES

O efeito da imunização reduziu os efeitos dos agentes da Tristeza Parasitária Bovina, dando aos animais imunes melhores quadros hematológicos e conseqüentemente condições de uma melhora na expressão do potencial produtivo dos animais, verificados pelo aumento na produtividade leiteira. A imunização contra a TPB representa uma importante estratégia para a melhoria da condição sanitária dos rebanhos, diminuindo assim a ocorrência de casos subclínicos da enfermidade.

REFERÊNCIAS

ATHAYDE, A. C. R. Surto epizootico da Babesiose e Anaplasmosse em bovinos na região de Patos-PB, In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 23. 1994. Olinda. Anais... Olinda-PE: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária- Sociedade Pernambucana de Medicina Veterinária, 1994, p.202.

BENAVIDES, E.; VIZCAINO, O.; BRITTO, C. M.; et al. Attenuated trivalent vaccine against babesiosis and anaplasmosis in Colombia. Ann New York Academy Science. 2000; 916:613-6

FLAUSINO, J. R. N.; GOMES, C. C. G.; GRISI, L. Avaliação da resistência do carrapato *Boophilus microplus* ao amitraz e a piretróides, no município de Seropédica, Rio de Janeiro. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 9., 1995,

Campo Grande. Anais... Campo Grande: CBPV, 1995. p. 45.

GOMES, S. T. Situação atual e tendências de competitividade de sistemas de produção. In: VILELA, D. et al. (Eds). O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável. Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2002. p.67-81.

GRISI, L.; MASSARD, C. L.; MOYA-BORJA, G. E.; et al. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. A Hora Veterinária, Porto Alegre, v. 21, n. 125, p. 8-10, 2002.

MADRUGA, C. R.; BERNE, M. E. A.; KESSLER, R.H.; et al. Diagnóstico da tristeza parasitária bovina no Estado de Mato Grosso do Sul: inquérito de opinião. Fundação Cargill, 1986. 40p. il. (Embrapa-CNPGC. Circular Técnica, n.18).

MAHONEY, D. F.; ROSS, D. R. Epizootiological factors in the control of bovine babesiosis. Aust. Vet. J., v.48, p. 292-298, 1972.

MARTINS, J. R. de S.; CORREA, B. L.; CERESER, V. H. et al. Situation report on resistance to acaricides by the cattle tick *Boophilus microplus* in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE PARASITOLOGIA ANIMAL, 3., 1995, Acapulco. Anais... SAGAR, CANIFARMA, FAO, IICA, INIFAP, 1995. p. 1-8.

RADOSTITTS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; et al. Medicina Veterinária: Tratado de Doenças dos Bovinos, Ovinos, Suínos, Caprinos e Equinos. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2002, 1737p. p. 1132-1136.

SOLARI, M. A., NARI, A., CARDOZO, H. Impact of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* on the production of beef cattle in Uruguay. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.87, supplement III, p.143-149, 1992.

SPÄTH, E. J. A.; MANGOLD, A. J. Algunas características de producción y sanidad de rodeos de ganado bovino de carne en el Sudeste de Salta y norte de Tucumán. Revista Argentina de Producción Animal, v.6, n.1-2, p.101-112, 1986.

THADEI, C. L. Hematozoários, disponível em: <<http://www.saudeanimal.com.br/artig152.htm>>, Mai. 2000.

THRALL, A. M. Veterinary Hematology and Chemical Chemistry 1st Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004, 518p., p.301- 328.

VIDOTTO, M. C.; VIDOTTO, O.; ANDRADE, G. M.; et al. Seroprevalence of *Anaplasma marginale* in cattle in Parana state, Brazil, by MSP-5 competitive ELISA. Annals of the N. Y. Acad. of sci. v.849, p.424-426, 1998

EFEITOS DA ÉPOCA DA PODA SOBRE A DURAÇÃO DO CICLO E A PRODUÇÃO DE VIDEIRAS “BORDÔ” E “BRS VIOLETA”

André Luiz Radünz¹; Edgar Ricardo Schöffel²; Gabriel Franke Brixner³; Márcia Oliveira Curi Hallal⁴; Amanda Fabres Oliveira Radünz⁵

1Eng. Agr., Mestrando PPGSPAF, FAEM/UFPel, Pelotas-RS, E-mail: alradunz@yahoo.com.br; 2Eng. Agr., Prof. Associado, Dep. Fitotecnia, FAEM/UFPel, Pelotas-RS.; 3Eng. Agr., Mestrando PPGSPAF, FAEM/UFPel, Pelotas-RS; 4Matemática, Doutoranda PPGSPAF, FAEM/UFPel, Pelotas-RS, 5Graduanda do curso de Agronomia, FAEM/UFPel, Pelotas-RS.

RESUMO: Monitorando o ciclo de produção em um vinhedo comercial conduzido no sistema latada, durante o ano agrícola de 2010/2011, objetivou-se avaliar o efeito da época de realização da poda seca sobre a duração do ciclo, o acúmulo térmico, a produção e o teor de sólidos solúveis totais das bagas das videiras “Bordô” e “BRS Violeta” cultivadas na região sul do Rio Grande do Sul. Para tanto, realizou-se duas épocas de poda (normal e tardia) sob as quais se avaliou semanalmente a partir da poda até a colheita o comportamento fenológico das plantas e mediu-se a temperatura do ar no interior do vinhedo. A produção e o teor de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados na colheita dos frutos. A época de realização da poda seca exerceu influência sobre o comportamento fenológico, sobre a necessidade térmica e o número de dias para completar o ciclo. Na cv. Bordô a época de realização da poda seca afetou a produção e o acúmulo de sólidos solúveis totais (SST) e na cv. BRS Violeta exerceu influência apenas sob o SST. A duração do ciclo em dias foi de 155 e 140 na “Bordô” e 143 e 128 na “BRS Violeta”, respectivamente sob a poda normal e tardia, enquanto que o acúmulo térmico para completar o ciclo foi de 1380 e 1283 GD, na “Bordô”, e 1238 e 1141 GD, na “BRS Violeta”, respectivamente para a época de poda normal e tardia.

Palavras-chave: fenologia; graus-dia; exigência térmica

EFFECTS OF THE PRUNING PERIOD ON THE DURATION OF THE CYCLE AND ON THE PRODUCTION OF “BORDÔ” AND “BRS VIOLETA” GRAPEVINES

ABSTRACT: Monitoring the production cycle in a commercial vineyard conducted in the pergola system during the agricultural year of 2010/2011, this study had as its objective to evaluate the effect of the period when dry pruning was carried out on the duration of the cycle, the thermal accumulation, production and the total contents of soluble solids of the berry of the “Bordô” and “BRS Violeta” grapevines cultivated in the region of Rio Grande do Sul. For this purpose, two pruning periods were carried out (Normal and Late) under which it was evaluated weekly from the pruning period to its harvest, the phenological behavior of the plants and the air temperature was measured in the interior of the vineyard. The production and the total contents of soluble solids (TSS) were determined during the harvest of the fruits. The period in which the dry pruning was carried out exerted influence on the phenological behavior, on the thermal necessity and on the number of days to complete the cycle. In the cv. Bordô the period in which dry pruning was carried out affected the production and the accumulation of total soluble solids (TSS) and in the cv. BRS Violeta it exerted influence only on the TSS. The duration of the cycle in terms of days was 155 and 140 on “Bordô” and 143 and 128 on “BRS Violeta” respectively un-

der normal and late pruning, while the thermal accumulation to complete the cycle was of 1380 and 1283 degree days on “Bordô” and of 1238 and 1141 degree days on “BRS Violeta” respectively under normal and late pruning.

Keywords: phenology; degree days; thermal exigency

INTRODUÇÃO

A resposta dos cultivos frente às variações micrometeorológicas reflete em mudanças no comportamento fenológico das plantas e no acúmulo térmico necessário para completar o ciclo (LEÃO e SILVA, 2003; FERREIRA et al., 2004; CHAVARRIA et al., 2009; NEIS et al., 2010), podendo interferir positivamente ou negativamente no crescimento e no desenvolvimento da videira e, ainda, sob as características produtivas e qualitativas dos frutos (SCARPARE, 2007; SILVA et al., 2009).

Neste sentido, diferentes épocas de realização da poda seca também podem interferir na duração das fases fenológicas e na exigência térmica da videira, pois submete as plantas à diferente relação entre as condições do tempo ao longo do ciclo da cultura (SILVA et al., 2009).

Trabalhando com a videira cv. Niagara Rosada em Bento Gonçalves, RS, Schiedeck (1996) encontrou aumento do ciclo da videira (Poda-Colheita) para a primeira época de realização da poda seca quando comparada a realização de uma poda seca mais tardia. Tal fato é explicado por Tonietto e Mandelli (2003), que quando a poda é realizada mais tardiamente as temperaturas médias encontram-se mais elevadas, o que favorece o crescimento vegetativo acelerado da videira, ocasionando a diminuição de seu ciclo.

A influência da temperatura sobre a fenologia e a exigência térmica da videira esta relatada por Chavarria et al., (2009), estes trabalhando em ambiente com e sem cobertura plástica sobre a cv. Moscato Giallo (clone VCR1), durante duas safras, verificaram resultados distintos de temperatura em cada área durante os dois anos agrícolas, refletindo em um incremento diferenciado no acúmulo térmico (GD), sob os dois ambientes 2.079 e 1.864 GD sob a cobertura plástica e de 1.847 e 1.640 GD sem a cobertura plástica, para os ciclos de 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente, e constataram que houve antecipação da brotação das plantas cultivadas sob a cobertura plástica.

Segundo Mandelli (1984), estudos que estabeleçam in loco o índice térmico na viticultura são imprescindíveis, uma vez que pesquisas

demonstram variação na necessidade térmica e no número de dias para completar o ciclo para uma mesma cultivar quando estudada em diferentes locais (PEDRO JR. et al., 1993 e 1994; RIBEIRO et al., 2009; NEIS et al., 2010).

Para o vitivicultor a caracterização fenológica e térmica de cultivares em diversos locais, possibilita estimar as fases fenológicas e o requerimento térmico da videira para um determinado local, auxiliando na tomada de decisão a cerca do momento mais adequado de realizar os tratos culturais, bem como, programar as prováveis datas de colheita dos cachos, contribuir para o uso racional de agrotóxicos utilizados nos tratamentos fitossanitários e para a otimização da mão-de-obra.

A caracterização das exigências térmicas da videira mediante o conceito de graus-dia (GD) tem sido utilizada por muitos autores (PEDRO JR. et al., 1993; LEÃO e SILVA, 2003; FERREIRA et al., 2004; ROBERTO et al., 2005; CHAVARRIA et al., 2009; BRIXNER et al., 2010; NEIS et al., 2010), sendo considerado um método eficiente para prever antecipadamente a data de colheita (PEDRO JR. et al., 1994) e uma ferramenta simples e confiável para ser utilizado pelo vitivicultor, pois considera apenas dados de temperatura.

Acompanhando o ciclo de produção de um pomar comercial, o trabalho objetivou avaliar o efeito da época de realização da poda seca sobre a duração do ciclo, o acúmulo térmico, a produção e o teor de sólidos solúveis totais das bagas das videiras “Bordô”(Vitis labrusca) e “BRS Violeta”(Vitis labrusca) cultivadas na região sul do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em um vinhedo comercial, em propriedade agrícola familiar localizada no 8º Distrito do município de Pelotas – RS, Brasil (31° 30’ S; 52° 34’ W e Altitude 122m), durante o ano agrícola de 2010/2011. Dados das normais climatológicas do período de 1971 a 2000 demonstram que a região tem precipitação média anual 1366,9mm, temperatura média anual de 17,8°C e a temperatura média do mês mais quente de 23,2°C em janeiro (Estação Agroclimatológica de Pelotas, 2011).

O estudo foi realizado sobre duas cultivares de uvas tintas recomendadas para a região de Pelotas/RS (NACHTIGAL e MIGLIORINI, 2009) sendo elas: “Bordô”(Vitis labrusca) e “BRS Violeta”(Vitis labrus-

ca). As plantas do vinhedo são conduzidas no sistema latada, com espaçamento de 2m entre plantas e 3m na entre linha.

Sob cada cultivar delimitou-se duas unidades experimentais, onde foram realizadas as duas épocas de poda seca, classificadas no trabalho como normal (14 de setembro) e tardia (29 de setembro), compondo quatro tratamentos. Para cada tratamento foram casualizados seis parcelas, contendo 10 plantas, entre as quais uma planta por parcela foi selecionada para a realização dos acompanhamentos fenológicos semanais. Foram considerados os estádios fenológicos baseados na escala fenológica proposta por Eichhorn e Lorenz (1984), compreendidos entre a poda e a colheita, sendo esta última determinada pelo fluxo de beneficiamento da fruta na propriedade.

Os dados correspondentes aos 31 estádios fenológicos, acompanhados no campo, foram agrupados em seis fases fenológicas seguindo a escala BBCH ampliada de segundo Lorenz et al. (1995) (Figura 1): Brotação (poda até ponta verde), Desenvolvimento das Folhas (ponta verde até 5, 6 ou mais folhas), Aparecimento das inflorescências (inflorescências visíveis até inflorescência inteiramente desenvolvida), Floração (início floração até fim da floração), Desenvolvimento do fruto (início da formação do fruto até fim do fechamento do cacho), e Maturação (início da maturação até a colheita dos cachos).

Os dados de temperatura mínima e máxima dentro do vinhedo, durante o período do experimento, foram medidos ao nível dos cachos por um Termohigrógrafo marca Lambrecht, modelo 765, instalado dentro de um abrigo termométrico.

O cálculo do acúmulo térmico diário foi determinado através do método de graus-dias, realizado através da equação:

$$GD = ((T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}) / 2) - T_b$$

onde: GD é Graus-dia; $T_{\text{máx}}$ é a temperatura máxima do dia; $T_{\text{mín}}$ é a temperatura mínima do dia; T_b é a temperatura base da cultura, no caso 10°C, considerada, para todo o ciclo vegetativo (SANTOS et al., 2007; MOURA et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2009; BRIXNER et al., 2010).

Para a avaliação do teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) das bagas utilizou-se um refratômetro manual no momento da colheita. Foram

feitas amostragens em cinco plantas por tratamento, coletando-se 15 bagas de três cachos por planta. A quantificação da produção por planta, em kg planta⁻¹, foi realizada em balança mecânica através da coleta de todos os cachos de seis plantas (repetições) por tratamento.

Salientasse que por se tratar de uma propriedade agrícola familiar com base de produção diversificada e contanto exclusivamente com os componentes da família para execução das atividades, o momento da colheita foi determinado pelo proprietário, baseado na demanda por fruta e na capacidade de colheita e beneficiamento desta dentro do cronograma da unidade familiar.






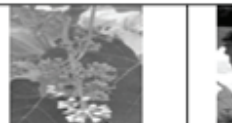
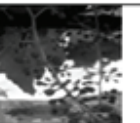

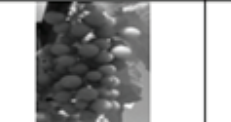
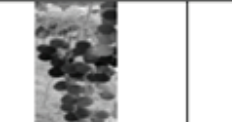

			
Gema dormente	ponta verde	5 ou 6 folhas	
Brotação		Desenvolvimento das folhas	
			
Inflorescência Visível	Inflorescência inteiramente desenvolvida	Início do Florescimento	Fim do Florescimento
Aparecimento das inflorescências		Floração	
			
Início da formação do fruto	Fim do fechamento do cacho	Início da maturação	Colheita dos cachos
Desenvolvimento do fruto		Maturação	

Figura 1. Representação das fases fenológicas da videira segundo escala fenológica proposta por Eichom e Lorenz (1984) modificada.

Fonte: Autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a fase compreendida entre a poda e a colheita verificaram-se diferenças entre as cultivares e entre as épocas de realização da poda seca quanto ao número de dias e ao acúmulo térmico necessário para completar

o ciclo fenológico. Conforme pode ser verificado na Tabela 1, a videira “Bordô” acumulou 1380 e 1284 GD em 155 e 140 dias, respectivamente para a poda normal e tardia, representando um acúmulo térmico diário médio para todo o ciclo, de 8,9 GD na poda normal e de 9,1 GD na poda tardia. Na videira “BRS Violeta” o acúmulo térmico foi de 1238 e 1142 GD num período de 143 e 128 dias, respectivamente para a poda normal e tardia, isto representa em acúmulo térmico diário médio para todo o ciclo de 8,66 GD na poda normal e 8,92 GD na poda tardia. Essas diferenças de comportamento das cultivares frente às condições térmicas podem ser atribuídas à distinção genética existente entre elas (LEÃO e SILVA, 2003). Nesse sentido, Pedro Jr. et al. (1994) destacaram que a temperatura do ar é um dos principais elementos meteorológicos que influencia na duração do ciclo da videira analisando a videira ‘Niagara Rosada’.

Verificasse que quando a poda seca ocorreu tardiamente, tanto na cultivar “Bordô” quanto na cultivar ‘BRS Violeta’, houve redução no ciclo em dias e no acúmulo térmico.

Os resultados encontrados para a cv. Bordô são semelhantes aqueles encontrados por Tonietto e Mandelli (2003) para esta mesma cultivar no município de Bento Gonçalves/RS, necessitando em média 141 dias e 1285 GD para completar o ciclo da poda até colheita. No entanto, o acúmulo térmico para a cv. BRS Violeta (Tabela 1) foi inferior aquele registrado por Conceição et al. (2008), os quais verificaram requerimento térmico de 1659 GD para essa cultivar completar o ciclo (poda – colheita), na região de Jales/SP.

Ao analisar a temperatura média do ar ocorrida durante as fases (Tabela 1), verifica-se progressivo aumento desta entre a fase de brotação e a fase de maturação, ou seja, variando entre 14°C na fase inicial e 28,5°C na fase final do ciclo (Tabela 1), a partir desta é possível entender as diferenças em dias entre as fases de desenvolvimento para atingirem uma mesma unidade térmica acumulada.

As fases de maior acúmulo térmico foram a de desenvolvimento do fruto, para a videira ‘Bordô’, quando foram acumulados 611 e 638 GD, respectivamente poda normal e tardia e a fase de maturação do fruto para a ‘BRS Violeta’, com 615 e 544 GD acumulados, respectivamente para a poda normal e tardia. Salienta-se que o número de dias necessários para atingir um mesmo acúmulo térmico (Tabela 1) pode ser variável como, por

exemplo, de 60 dias para acumular 611 GD, na fase de desenvolvimento do fruto da cv. Bordô, e de 51 dias para acumular 615 GD, na de maturação do fruto da cv. BRS Violeta, isto como consequência do aumento da temperatura média nesta última fase (Tabela 1).

Tanto a fase de desenvolvimento de fruto como a fase de maturação do fruto coincide com as épocas do ano de maior disponibilidade térmica da região, além disso, compreendem as fases em que a planta faz uma inversão no seu metabolismo, pois segundo Stoev et al. (1971) o início da maturação é caracterizado por profundas modificações, entre as quais, destacam-se a parada de alongamento dos ramos, parada temporária do aumento das bagas, diminuição da acidez, aumento no teor de Sólidos Solúveis Totais e início da maturação dos ramos.

Quando a poda ocorreu na época tardia, a fase de brotação demonstrou encurtamento tanto no número de dias como na necessidade térmica necessária para ser superada, em ambas as cultivares, quando comparada a época normal da poda (Tabela 1). Assume-se que parte desta diferença esta associada ao fato das gemas estarem no estágio de intumescimento na “Bordô” e no estágio de Algodão na “BRS Violeta” no momento em que foi realizada a poda tardia, contribuindo desta maneira para as reduções mencionadas. E desta forma pode ter influenciado as grandes diferenças entre dias e GD entre as duas épocas de poda seca sob as duas cultivares na fase da brotação.

Tabela 1. Graus-dia (GD), número de dias e temperatura média (°C) durante cada fase fenológica das cultivares Bordô e BRS Violeta, cultivadas sob duas épocas de poda seca na safra 2010/2011 no município de Pelotas/RS.

Fases	Cultivar	Época de poda	GD	Dias	Temperatura Média durante a Fase (°C)
Brotação	Bordô	Normal	116	20	15,8
		Tardia	50	11	14,6
	BRS Violeta	Normal	70	11	16,4
		Tardia	19	5	13,8
Desenvolvimento das Folhas	Bordô	Normal	80	15	15,3
		Tardia	80	13	16,1
	BRS Violeta	Normal	73	14	15,2
		Tardia	41	9	14,6
Aparecimento das Inflorescências	Bordô	Normal	85	14	16,1
		Tardia	87	14	16,2
	BRS Violeta	Normal	113	20	15,6
		Tardia	138	22	16,3
Floração	Bordô	Normal	90	14	16,4
		Tardia	73	12	16,1
	BRS Violeta	Normal	116	18	16,4
		Tardia	116	17	16,8
Desenvolvimento do Fruto	Bordô	Normal	611	60	20,2
		Tardia	638	61	20,5
	BRS Violeta	Normal	252	29	18,7
		Tardia	280	30	19,3
Maturação do Fruto	Bordô	Normal	399	32	22,5
		Tardia	356	29	22,3
	BRS Violeta	Normal	615	51	22,1
		Tardia	547	45	22,2
CICLO: PODA - COLHEITA	Bordô	Normal	1380	155	17,7
		Tardia	1284	140	17,6
	BRS Violeta	Normal	1238	143	17,4
		Tardia	1142	128	17,2

Fonte: Autor

Analisando a Tabela 1 percebe-se que, em comparação com a cv. Bordô, a cv. BRS Violeta demonstrou maior exigência térmica para completar as fases de aparecimento das inflorescências e floração, apresentando necessidade térmica semelhante em ambas as fases, tanto quando a poda foi realizada na época normal quanto na época tardia. Porém o tempo, em dias, para acumular uma quantidade térmica semelhante variou em até cinco dias, isto porque a cultivar BRS Violeta na fase de aparecimento da inflorescência obteve acúmulo térmico médio diário de 5,65 GD e 6,27 GD, respectivamente na época normal e tardia, enquanto que na fase de floração o acúmulo diário foi de 6,44 GD e 6,82 GD, respectivamente para a poda seca normal e tardia.

A época de realização da poda seca influenciou a produção e o acúmulo de sólidos solúveis totais nas duas cultivares. A maior produção média por planta foi de 18,6kg planta⁻¹, na época normal, e de 20,2kg planta⁻¹, na época tardia, ambas com a cultivar Bordô.

A produção por planta da cv. BRS Violeta foi de apenas 3,5kg planta⁻¹ nas duas épocas de realização da poda seca. Supõe-se que esta baixa produção por planta possa ser como conseqüências da idade das plantas (três anos), que por serem jovens ainda não atingiram seu potencial produtivo e, portanto, não evidenciam efeitos da época de poda.

No que se refere ao acúmulo de sólidos solúveis totais (Figura 2), verifica-se que o efeito da época de realização da poda seca foi diferente sob as duas cultivares, com efeitos de aumento dessa variável na época normal para a cultivar “Bordô” e na época tardia para a cultivar ‘BRS Violeta. As maiores médias de sólidos solúveis totais (SST) foram observadas com a cv. BRS Violeta nas duas épocas de poda seca quando foram obtidos 17,8°Brix na época normal e 19,3°Brix na época tardia, enquanto que para a cv. Bordô foram medidos 17,2°Brix, na época normal, e 16,4°Brix, na época tardia.

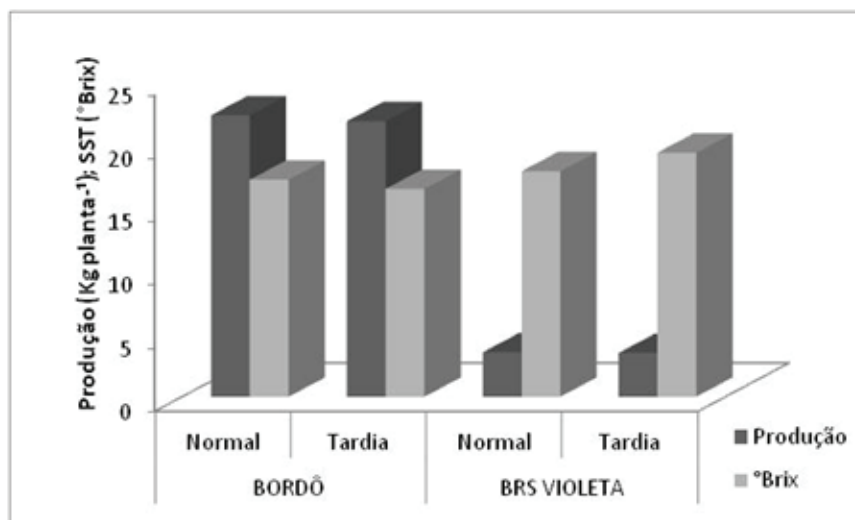


Figura 2. Produção por planta e sólidos solúveis totais (SST, °Brix) para videiras “Bordô” e “BRS Violeta” submetidas a duas épocas de poda seca na safra 2010/2011 em Pelotas/RS.

CONCLUSÃO

1. A época de realização da poda seca exerce influência sobre a necessidade térmica e o número de dias para completar o ciclo nas cvs. “Bordô” e ‘BRS Violeta’, sendo menores na época tardia;
2. A época de realização da poda seca interfere, na produção e no acúmulo de sólidos solúveis totais (SST) da videira cv. ‘Bordô’, sendo a produção maior na época tardia e os SST na época normal;
3. A época de realização da poda seca interfere no acúmulo de sólidos solúveis totais da videira ‘BRS Violeta’, com os maiores valores na época tardia;
4. Independente da época de realização da poda seca, a cultivar “Bordô” necessita maior acúmulo térmico para completar o ciclo do que a cultivar ‘BRS Violeta’.

REFERÊNCIAS

BRIXNER, G. F.; MARTINS, C. R.; AMARAL, U. do; et al. Caracterização fenológica e exigência térmica de videira *Vitis vinifera* cultivadas no município de Uruguaiana na região da fronteira oeste – RS. Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia. Uruguaiana, v.17, n.2, p. 249-261. 2010.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar moscato giallo sob cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online]. 2009, vol.31, n.1, pp. 119-126.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; LACERDA, L. A.; HENRIQUE, C. R.; et al. Estimativa do teor de sólidos solúveis totais de uvas da cultivar BRS Violeta. In: XII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, Bento Gonçalves, RS – Anais, 2008.

EICHHORN, K. W.; LORENZ, D. H. Phaenolo-gische Entwicklungsstadien der Rebe. *European and Mediterranean Plant Protection Organization*, Paris, v.14, n.2, p.295-298, 1984.

Estação Agroclimatológica de Pelotas/RS. Convênio Embrapa/UFPel. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/normais.html>>. Acesso em: 25 de Julho de 2011.

FERREIRA, E. A.; REGINA, M. de A.; CHALFUN, N. N. J.; et al. Antecipação de safra para videira Niágara Rosada na região sul do Estado de Minas Gerais. *Ciência e agrotecnologia (UFPA)*, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1221-1227, nov./dez., 2004.

LEÃO, P. C. de S.; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no Vale do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal -SP*, v. 25, n. 3, p. 379-382, 2003.

LORENZ, D. H. et al. Phenological growth stages of the grapevines (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v.1, p.100-103, 1995.

MANDELLI, F. Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera* L. para a região de Bento Gonçalves-RS. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

MOURA, M. S. B.; BRANDÃO, E. O.; SOARES, J. M.; et al. Exigência térmica e caracterização fenológica da videira Cabernet Sauvignon no Vale São Francisco. In: XI Congresso Latino Americano de Viticultura y Enologia, 2008, Mendoza. Anais..., 2007.

NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C. Recomendações para produção de videiras americanas e híbridas para processamento na região de Pelotas. Pelotas: Embrapa clima temperado, 2009. 16p (Circular Técnica 77).

NEIS, S.; SANTOS, S. C.; ASSIS K. C. de; et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico para a videira niagara rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste

goiano. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 3, p. 931-937, Setembro 2010.

PEDRO JR., M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C. V.; et al.. Caracterização fenológica da videira “Niagara Rosada” em diferentes regiões Paulistas. *Bragantia* (São Paulo), Campinas, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.

PEDRO JR., M. J.; SENTELHAS, P. C.; MAR-TINS, F. P. Previsão agrometeorológica da data de colheita para a videira ‘Niagara Rosada’. *Bragantia* (São Paulo), Campinas, v.53, n.1, p.113-9, 1994.

RIBEIRO, D. P.; CORSATO, C. E.; LEMOS, J. P.; et al.. Desenvolvimento e exigência térmica da videira ‘Niagara rosada’, cultivada no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online]. 2009, vol.31, n.3, pp. 890-895. ISSN 0100-2945.

ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; BRENNER, E. A.; et al.. Caracterização da fenologia e exigência térmica (graus-dias) para a uva ‘Cabernet Sauvignon’ em zona subtropical. *Acta Scientiarum. Agronomy* Maringá, v. 27, no. 1, p. 183-187, Jan./March, 2005.

SANTOS, C. E.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; et al. Caracterização da fenologia e da demanda térmica das videiras ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Tannat’ para a região norte do Paraná. *Acta Scientiarum, Maringá*, v.29, n.3, p.361-366, 2007.

SCARPARE, F. V. Determinação de índices biometeorológicos da videira ‘Niagara Rosa’ (*Vitis labrusca* L.) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo. Piracicaba, 2007. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba 2007.

SCHIEDECK, G. Ecofisiologia da videira e qualidade da uva niagara rosada conduzida sob estufa plastica. Porto Alegre, 1996. 111f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, faculdade de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SILVA, R. J. L.; LIMA, L. C. O.; CHALFUN, N. N. J. Efeito da poda antecipada e regime de irrigação nos teores de açúcares em uvas Niágara Rosada. *Ciência e Agrotecnologia* (UFLA), v. 33, p. 844-847, 2009.

STOEV, K.; KATEROV, K.; DONTCHEV, A. caractéristiques bioclimatiques du cépages et des vignobles - bulgarie. In: congres internacional de la vigne et du vin, 13., 1971. Anais... Mendonza: Office International de la Vigne et du Vin, 1971. v.1, p.2-16.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado. Sistema de Produção, Embrapa Uva e Vinho. ISSN 1678-8761. Versão Eletrônica, Janeiro de 2003.

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Anadenanthera pavonina* L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Edna Ursulino Alves¹; Leonaldo Alves de Andrade¹; Anarlete Ursulino Alves²; Edson de Almeida Cardoso³; Edilma Pereira Gonçalves⁴; Evio Alves Galindo³; Severino do Ramo Nascimento dos Santos³; Cosmo Rufino de Lima³

¹Professores do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB., Caixa Postal 02, 58.397-000, Areia-PB, E-mail: ednaursulino@cca.ufpb.br; ²Doutora em Agronomia pela UNESP, Jaboticabal; ³Alunos do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.; ⁴Professora da UFRPe, da Unidade Acadêmica de Garanhuns.

RESUMO: *Anadenanthera pavonina* L. é uma Fabaceae de porte arbóreo, originária da Ásia tropical, sendo bastante utilizada para reflorestamentos, como planta ornamental e como fornecedora de madeira de boa qualidade. Além disto, pode ser útil em tratamentos de infecções pulmonares e oftalmia crônica. Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes substratos na emergência e crescimento inicial de plântulas de *A. pavonina* foi conduzido um experimento em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Ecologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Foram comparados os substratos areia lavada (T1); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T2), 3:1 (T3) e 1:3 (T4); terra vegetal (T5), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T6), 3:1 (T7) e 1:3 (T8), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T9), 3:1 (T10) e 1:3 (T11), vermiculita (T12), Bioclone® (T13), Bioplant® (T14) e Plugmix® (T15). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 15 tratamentos (substratos) e quatro repetições de 25 sementes. A avaliação do efeito dos tratamentos foi através da determinação da: porcentagem, primeira contagem, índice de velocidade, tempo médio e frequência relativa de emergência, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea das plântulas. Diante dos resultados, constatou-se que o substrato vermiculita é adequado para condução de testes emergência com sementes de *A. pavonina*.
Palavras-chave: Têto, qualidade de sementes, espécie exótica, propagação.

EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF *Anadenanthera pavonina* L. SEEDLINGS IN DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT: *Anadenanthera pavonina* L. is a woody Fabaceae, native from tropical Asia. It's commonly used in recombination programs of degraded areas, as an ornamental plant, and for wood production. In addition, it can be useful in pulmonary affections and chronic ophthalmic. To evaluate the effect of different substrates on germination and vigor seeds of *A. pavonina* it was carried out experiments in a greenhouse belong to Laboratory of Vegetable Ecology of Agrarian Sciences Center (Federal University of Paraíba). The substrata evaluated were washed sand (T1); washed sand + vermiculite in the proportion of 1:1 (T2), 3:1 (T3) and 1:3 (T4); vegetable earth (T5), vegetable earth + washed sand in the proportion of 1:1 (T6), 3:1 (T7) and 1:3 (T8), vegetable earth + vermiculite in the proportion of 1:1 (T9), 3:1 (T10) and 1:3 (T11), vermiculite (T12), Bioclone® (T13), Bioplant® (T14) and Plugmix® (T15). Which were arranged in a completely randomized design fifteen treatments (substrata) and four replications of 25 seeds. To find the best

substrata was evaluated through rate and emergence percentage, first count, medium time and relative frequency of emergency, length and dry mass of the root and aerial part of the seedlings. It was verified that the commercial substratum vermiculite is adapted for conduction of emergency tests with *A. pavonia* seeds.

Keywords: Tenta, seeds quality, exotic species, propagation.

INTRODUÇÃO

A espécie *Anadenanthera pavonina* L., popularmente conhecida como tenta, carolina ou olho-de-dragão, pertence à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae é uma planta de porte arbóreo, nativa da Ásia tropical com altura entre 15 a 20 metros, sendo utilizada em reflorestamentos, como planta ornamental e forrageira na Tailândia (AKKASAENG, 1989). O cozimento das sementes e da madeira permite seu uso no tratamento de infecções pulmonares, podendo, também, o produto ser aplicado externamente no tratamento da oftalmia crônica (BABURAJ e GUNASEKARAN, 1993). A espécie é de crescimento rápido servindo como bom dossel para plantas herbáceas, arbustivas e trepadeiras que não toleram altas intensidades luminosas (BASU e CHAKRAVERTY, 1986). O cerne desta árvore, de coloração vermelha é usado como um substituto da madeira do sândalo-vermelho (*Pterocarpus sandalinus* L.), muito utilizado em construções (BABURAJ e GUNASEKARAN, 1993).

Informações sobre sementes florestais, especialmente no que diz respeito à padronização e ao aperfeiçoamento de métodos de análise têm sido motivo de estudo por parte de pesquisadores e analistas de sementes, em função da falta de prescrições para a condução de testes de germinação (OLIVEIRA et al., 1989), uma vez que a diversidade de espécies arbóreas ocasiona, naturalmente, uma grande diversidade de sementes que variam bastante em seus aspectos morfológicos e fisiológicos, dificultando assim, as atividades de coleta e beneficiamento de sementes, bem como a produção de mudas. Entretanto, pouca atenção vem sendo dada a essas espécies (CARVALHO et al., 1980), o que pode ser atribuído à falta de interesse dos viveiristas e às dificuldades na obtenção de suas sementes (NASSIF e PEREZ, 1997).

As atividades metabólicas da semente e que culminam com a efetiva retomada de crescimento pelo eixo embrionário se aceleram à medida que a semente, posta no substrato apropriado, absorve água, por isso, num teste de germinação, o substrato deve permanecer uniformemente úmido, a fim de suprir as sementes da quantidade de água necessária ao processo

germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Deve-se salientar que em geral, o excesso de umidade provoca decréscimos na germinação, pois impede a penetração de oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução no vigor (PEREZ et al., 1999). Para Martins et al. (1999), uma germinação rápida e uniforme das sementes, seguida por imediata emergência das plântulas são características altamente desejáveis, pois quanto maior o tempo que as plântulas permanecerem nos estádios iniciais de desenvolvimento e demorarem a emergir no solo, mais vulnerável estarão às condições adversas do meio.

Dados referentes ao tipo de substrato são fundamentais no processo germinativo e estabelecimento da muda. Popinigis (1985), Albuquerque et al. (1998) e Nogueira et al. (2003) relataram que o substrato apresenta grande influência na germinação, uma vez que fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de contaminação por patógenos podem variar segundo o material utilizado. O substrato deve manter uma proporção adequada entre a disponibilidade hídrica e aeração, o qual não deve ser umedecido em excesso para evitar que uma película de água envolva a semente, restringindo a penetração de oxigênio (SCALON et al., 1993).

A composição do substrato é um fator que desempenha papel importante na germinação e no desenvolvimento da planta, exercendo influência na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (CARVALHO FILHO et al., 2002). Souza et al. (1995) afirmaram que dentre as características físicas, as propriedades de aeração e retenção de umidade são as mais importantes num substrato, que deve ser suficientemente poroso para permitir a difusão de oxigênio para as raízes.

Na escolha do material para substrato, deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1985 e FIGLIOLIA et al., 1993), uma vez que o substrato constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

O bom substrato deve manter a proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (VILLAGOMEZ et al., 1979). Sendo assim, Brasil (2009) enfocou que a escolha do tipo de substrato deve ser feita em função das exigências da semente em relação ao seu tamanho e formato.

Os substratos xaxim e areia dificultaram a manutenção da umidade no teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert devido à desuniformidade de retenção e distribuição da água (PEREZ et al., 1999). Para condução de testes de germinação e de vigor em sementes de *Genipa americana* L. Andrade et al. (2000) recomendaram a utilização dos substratos solo e vermiculita.

Em contrapartida, Andrade et al. (2005) relataram que não houve influência de diferentes substratos (papel de filtro, vermiculita, fibra de coco, palha de arroz, esfagno e areia) na porcentagem final de germinação de sementes de *Dovyalis abyssinica* Warb e *Dovyalis hebecarpa* Warb, enquanto Santos et al. (2005) observaram que a taxa de germinação de sementes de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill foi inversamente proporcional à capacidade de retenção de umidade de cada um dos substratos testados (areia, substrato batido - terra: areia: esterco, Plantmax® e vermiculita de grânulos médios), onde no substrato areia registrou-se os maiores percentuais de germinação.

Os substratos vermiculita e pó de coco permitiram bom desempenho germinativo e não exigiram reumedecimento diário, mostrando-se adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (PACHECO et al., 2006). Lacerda et al. (2006) também recomendaram o uso de pó de coco como componente para substratos, uma vez que suas propriedades físicas e químicas, aliadas à sua estrutura e durabilidade, apresentaram condições adequadas para a produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.

Quanto à emergência de plântulas, os substratos areia e vermiculita foram responsáveis pelos melhores desempenhos, sendo recomendados para condução de testes de emergência de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. (ALVES et al., 2008). Os substratos inertes areia e vermiculita, isolados ou em combinação foram mais eficientes que os substratos comer-

ciais plantmax® e bioplant® na promoção da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill (FERREIRA et al., 2010). Para emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. o substrato mais eficiente foi terra vegetal (BRAGA JÚNIOR et al., 2010), no entanto para *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. foi areia lavada + vermiculita (3:1) (ALVES et al., 2011).

O presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes substratos na emergência e crescimento inicial de plântulas de *Anadenanthera pavonina* L. em condições de casa-de-vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do viveiro de Ecologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB a 6°58'12''S e 35°42'15''W. A região encontra-se numa altitude de 574,62m, com temperatura média anual entre 23-24°C e precipitação de 1.400mm.

As sementes de *A. pavonina* foram coletadas diretamente do chão, embaixo de dez árvores matrizes no município de Areia, no mês de março, que coincide com a época de deiscência dos frutos. Após a coleta, estas foram acondicionadas em embalagem de papel e permaneceram no Laboratório de Análise de Sementes, sob condições naturais, até a instalação do experimento. No início do experimento determinou-se o teor de água das sementes pelo método padrão da estufa a 105 ± 3 oC durante 24 horas, conforme metodologia de BRASIL (2009).

Depois de submetidas à escarificação manual com lixa d'água na região oposta aquela da emissão da radícula, as sementes foram semeadas em bandejas plásticas perfuradas no fundo, com dimensões de 29 x 22 x 10cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, entre os seguintes substratos: areia lavada (T1); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T2), 3:1 (T3) e 1:3 (T4); terra vegetal (T5), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T6), 3:1 (T7) e 1:3 (T8), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T9), 3:1 (T10) e 1:3 (T11), vermiculita (T12), Bioclone® (T13), Bioplant® (T14) e Plugmix® (T15). Durante a condução do experimento as bandejas permaneceram em bancadas de alvenaria, em casa de vegetação, sob condições ambientais não controladas. O umedecimento diário constou de regas manuais com regadores até o

início da drenagem natural. Para avaliação do efeito dos tratamentos determinou-se as seguintes características:

Emergência - foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25, cujas contagens do número de sementes germinadas iniciaram-se aos sete e estenderam-se até os 16 dias após a semeadura, considerando-se como critério de avaliação, as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo, com os resultados expressos em porcentagem; primeira contagem de emergência - correspondente à porcentagem acumulada de plântulas normais, com valores registrados no nono dia após o início do teste; índice de velocidade de emergência (IVE) - realizou-se contagens diárias das plântulas normais emersas durante 16 dias, cujo índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962); tempo médio e frequência relativa de emergência - avaliados de acordo a fórmula proposta por Labouriau e Valadares (1976); comprimento de plântulas - aos 16 dias após a semeadura, as plântulas normais foram retiradas das bandejas, os cotilédones removidos e medidos o comprimento da raiz principal e da parte aérea com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, calculando-se o comprimento médio por plântula, em cada repetição e massa seca de plântulas - após a contagem final no teste de emergência, as plântulas anteriormente medidas foram submetidas, a secagem em estufa regulada a 65°C até atingirem peso constante, cujos resultados foram expressos em g plântula⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da Tabela 1 verifica-se que houve diferença significativa entre os substratos utilizados, onde se constatou que o bioclo-ne® (T13) e bioplant® (T14) proporcionaram as menores porcentagens de emergência, enquanto os demais substratos utilizados propiciaram um percentual de emergência acima de 90%. O teor de água das sementes por ocasião da colheita e também no momento de realização dos testes foi de 9%. Assim, percebe-se que esses substratos não forneceram as condições ideais de umidade e oxigenação, de forma que as sementes não puderam expressar o seu máximo potencial germinativo.

Tabela 1. Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *A. pavonina* em função de diferentes substratos.

Tratamentos	Emergência		IVE
	Primeira contagem		
	%		
T ₁	99a	71c	2,85b
T ₂	99a	61d	2,79b
T ₃	98a	63d	2,82b
T ₄	93a	72c	2,79b
T ₅	94a	69c	2,87b
T ₆	99a	65d	2,93b
T ₇	100a	80b	2,95b
T ₈	96a	63d	2,80b
T ₉	97a	64d	2,79b
T ₁₀	100a	64d	2,82b
T ₁₁	99a	61d	2,79b
T ₁₂	97a	93a	3,19a
T ₁₃	71b	36e	2,46c
T ₁₄	78b	9g	1,87d
T ₁₅	94a	21f	2,29c
CV (%)	4,04	8,77	5,30

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott.

Areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈), terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅).

Em condições de laboratório, Fanti e Perez (1999) constataram que todos os substratos utilizados (papel, algodão, vermiculita, xaxim e areia) proporcionaram elevadas porcentagens de germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* e não diferiram estatisticamente entre si.

A eficiência do substrato areia em aumentar a porcentagem de germinação de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes foi relatada por Nogueira et al. (2003). Em contrapartida, Andrade et al. (2000) constataram que os substratos solo e vermiculita foram responsáveis por elevados percentuais de germinação em sementes de *Genipa americana* L, enquanto Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) também verificaram que o substrato terra vegetal + vermiculita proporcionou um aumento significativo na porcentagem de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro* Mart, em rela-

ção a outros substratos utilizados (terra vegetal pura, terra vegetal + areia, e terra vegetal + serragem).

Os substratos testados nesse estudo influenciaram sensivelmente a emergência das plântulas de *A. pavonina*, conforme constatada pela análise dos resultados. Além da capacidade de retenção dos substratos é provável que as características intrínsecas que regulam o fluxo de água das sementes possam ter influenciado os resultados. A variação na disponibilidade de água dos substratos, fator comum nesse tipo de trabalho causa frequentemente prejuízos à germinação das sementes, provocando diferenças entre as médias (PETERSON e COOPER, 1979). Dos substratos testados, apenas o Bioclone® e Bioplant® mostraram-se desfavoráveis para a emergência das plântulas.

Para emergência de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. apenas os substratos bioplant® e plugmix® proporcionaram valores inferiores (ALVES et al., 2008). Os percentuais de emergência de plântulas de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill foram superiores a 50% apenas nos substratos areia, vermiculita, areia + vermiculita (1:1 e 3:1) (FERREIRA et al., 2010); para emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. o substrato mais eficiente foi terra vegetal (BRAGA JÚNIOR et al., 2010).

Os substratos areia lavada, areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 e 1:3, terra vegetal, terra vegetal + areia lavada 3:1 e 1:3 e terra vegetal + vermiculita 1:1 e 3:1 proporcionaram maior porcentagem de emergência de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (ALVES et al., 2011).

Quanto a primeira contagem de emergência (Tabela 1), os maiores valores foram obtidos com as sementes semeadas no substrato vermiculita (T12) e os menores com aquelas semeadas em bioplant® (T14), seguidas por aquelas do plugmix® (T15). Em trabalhos como os realizados por MELO et al. (2004) com sementes *Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Ducke) Lee e Lang e por Ramos et al. (2003) com *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur., também demonstram a eficácia da vermiculita na uniformidade de germinação e emergência de plântulas.

Para a primeira contagem de emergência de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. apenas os substratos substrato plugmix®, bioplant®, areia lavada + vermiculita (1:1) e terra vegetal + areia lavada (1:1) foram responsáveis por valores inferiores (ALVES et al., 2008). Na primeira conta-

gem, os maiores percentuais de emergência de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert foram obtidos nos substratos areia lavada, areia lavada + vermiculita (1:1 e 1:3), terra vegetal + areia lavada (1:3) e terra vegetal + vermiculita (1:1) (ALVES et al., 2011).

As propriedades físico-químicas da vermiculita possibilitam uma alta capacidade de retenção de água e condições ideais de aeração, o que a torna um substrato adequado para a utilização em ensaios de germinação (ANDRADE et al., 1999). Andrade et al. (2000) verificaram, na germinação de sementes de *Genipa americana* L. em vermiculita, que substratos constituídos por partículas maiores apresentam maior espaço vazio, menor densidade aparente (ou menor grau de compactação), maior arejamento e, portanto, maiores facilidades para a emergência das plântulas.

Com relação ao índice de velocidade de emergência (Tabela 1), mais uma vez, as sementes germinadas em vermiculita (T12) foram responsáveis pelos maiores valores. Os menores índices foram registrados com as sementes do bioplant® (T14), seguidas por aquelas do bioclone® (T13) e plugmix® (T15). Em testes realizados em laboratório com sementes de *Adenanthera pavonina*, Fanti e Perez (1999) observaram que os substratos papel, algodão e vermiculita propiciaram maior índice de velocidade de germinação. Comportamento semelhante foi constatado por Andrade et al. (2006) quando encontraram os maiores valores de velocidade de emergência de plântulas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth quando utilizaram o substrato sobre vermiculita.

Ao avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Euterpe edulis* Mart em diferentes substratos, Aguiar (1990) observou que, em condições de casa de vegetação, o substrato vermiculita apresentou superioridade em relação ao substrato terra vegetal. Andrade et al. (1999), trabalhando com palmito, também constataram que a velocidade de emergência das plântulas foi maior em substrato contendo vermiculita. Comportamento semelhante foi verificado Nogueira et al. (2003) em sementes de *Hancornia speciosa* Gomes.

Resultados diferentes foram obtidos por Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) quando constataram que a utilização dos substratos terra vegetal + vermiculita, bem como terra vegetal + serragem promoveu uma maior velocidade de emergência de plântulas de *Ziziphus joazeiro* Mart. Para *Erythrina velutina* Willd., os substratos bioplant® e plugmix® pro-

porcionaram uma baixa velocidade de emergência de plântulas (ALVES et al., 2008), enquanto nos substratos areia e vermiculita Guedes et al. (2010) observaram que ocorreu a maior velocidade de germinação de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith.

Os substratos areia + vermiculita (1:1) para *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) (FERREIRA et al., 2010) e terra vegetal, terra vegetal + esterco bovino e terra vegetal + areia (ambos na proporção de 3:1), terra vegetal + areia (1:1) e areia lavada para *Zizyphus joazeiro* Mart. (BRAGA JÚNIOR et al., 2010) foram responsáveis pela maior velocidade de emergência plântulas.

Com relação ao índice de velocidade de emergência de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert os maiores valores ocorreram quando utilizou-se os substratos areia lavada, areia lavada + vermiculita (1:3), terra vegetal + areia lavada (1:3) terra vegetal + vermiculita (1:1 e 3:1) (ALVES et al., 2011).

Analisando-se os dados da Tabela 2, observa-se que as plântulas originadas das sementes semeadas em terra vegetal + areia lavada 1:1 tratamento (T6), terra vegetal + vermiculita 1:3 (T11) e bioclone® (T13) encontravam-se com raízes mais compridas. Em contrapartida, o maior comprimento da parte aérea (Tabela 2) foi obtido para as plântulas dos substratos terra vegetal (T5), terra vegetal + areia lavada 1:3 (T8) e terra vegetal + vermiculita 3:1 (T10). Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) obtiveram resultados semelhantes quando verificaram que a utilização dos substratos terra vegetal + vermiculita promoveu um maior comprimento da parte aérea e do sistema radicular de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart.

Tabela 2. Comprimento e massa seca de raiz e parte aérea de plântulas de *A. pavonina* em função de diferentes substratos.

Tratamentos	Comprimento (cm plântula ⁻¹)		Massa seca (g plântula ⁻¹)	
	Raiz	Parte aérea	Raízes	Parte aérea
T ₁	9,25b	6,42c	0,010a	0,107a
T ₂	7,04d	5,80d	0,011a	0,041e
T ₃	8,63c	6,02d	0,011a	0,049d
T ₄	7,10d	6,52c	0,012a	0,046d
T ₅	8,20c	7,58a	0,008b	0,052c
T ₆	9,99a	6,56c	0,007b	0,053c
T ₇	7,99c	6,27c	0,007b	0,053c
T ₈	9,04b	7,51a	0,012a	0,045d
T ₉	8,29c	5,66d	0,009b	0,047d
T ₁₀	8,63c	7,74a	0,011a	0,058b
T ₁₁	9,97a	7,56a	0,010a	0,050d
T ₁₂	9,02b	7,24b	0,009b	0,049d
T ₁₃	9,77a	7,39b	0,011a	0,040e
T ₁₄	9,24b	7,29b	0,007b	0,059b
T ₁₅	5,45e	6,33c	0,005c	0,048d
CV (%)	5,33	3,29	14,35	7,82

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott.

Areia lavada (T₁); areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T₂), 3:1 (T₃) e 1:3 (T₄); terra vegetal (T₅), terra vegetal + areia lavada na proporção de 1:1 (T₆), 3:1 (T₇) e 1:3 (T₈); terra vegetal + vermiculita na proporção de 1:1 (T₉), 3:1 (T₁₀) e 1:3 (T₁₁), vermiculita (T₁₂), Bioclone® (T₁₃), Bioplant® (T₁₄) e Plugmix® (T₁₅).

Apesar de Souza et al. (1995) terem relatado que para o substrato solo + areia há tendência à compactação, comprometendo assim o suprimento hídrico, o arejamento e, conseqüentemente, o crescimento vegetativo, na presente pesquisa, o referido substrato proporcionou um bom desenvolvimento das plântulas de *A. pavonina*, manifestado por maiores comprimentos da raiz principal e da parte aérea.

As plântulas de *Erythrina velutina* Willd., originadas das sementes dos substratos areia lavada + vermiculita (1:1), areia lavada + vermiculita

(3:1), bioclone® e bioplant® encontravam-se com raízes mais compridas e, os maiores valores para a parte aérea foram obtidos com as plântulas dos substratos areia lavada + vermiculita (3:1) e terra vegetal + vermiculita (3:1) (ALVES et al., 2008).

Para *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) as plântulas de oriundas de sementes do substrato vermiculita expressaram maior comprimento da raiz principal (FERREIRA et al., 2010). Os maiores valores de comprimento da raiz de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. foram expressos quando se utilizaram os substratos plugmix®, vermiculita, terra vegetal + esterco bovino (1:1), areia lavada, areia lavada + raspa de madeira (3:1, 1:1 e 1:3) e raspa de madeira, mas para o comprimento da parte aérea foram os substratos terra vegetal + esterco bovino (1:1) e areia lavada (BRAGA JÚNIOR et al., 2010).

As plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert originadas das sementes dos substratos areia lavada, areia lavada + vermiculita (3:1), terra vegetal + areia lavada (1:1 e 1:3), terra vegetal + vermiculita (1:1 e 1:3), bioplant® e plugmix® encontravam-se com raízes mais compridas, enquanto o maior comprimento da parte aérea ocorreu apenas nas plântulas originadas das sementes dos substratos areia lavada + vermiculita (3:1) (ALVES et al., 2011).

Ocorreram diferenças significativas entre os resultados obtidos para massa seca das raízes de plântulas de *A. pavonina* oriundas de sementes semeadas em diferentes substratos, onde os menores valores foram obtidos com o substrato plugmix® (T15), o que o torna menos indicado para o teste de emergência das plântulas, uma vez que não favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular das mesmas (Tabela 2).

Para a massa seca da parte aérea constatou-se que os maiores valores foram obtidos com as plântulas do substrato areia lavada (T1). Os substratos areia lavada + vermiculita na proporção de 1:1 (T2) e bioclone® (T13) provavelmente mantiveram os menores teores de umidade, bem como uma aeração deficiente o que acabou afetando negativamente o desenvolvimento das plântulas (Tabela 2).

Ao trabalhar com *Zizyphus joazeiro* Mart., Moniz-Brito e Ayala-Osuña (2005) verificaram que o substrato terra vegetal + vermiculita propiciou um maior valor de massa seca incorporado em parte aérea e do sistema radicular das plântulas.

As plântulas de *Erythrina velutina* Willd., originadas das sementes dos substratos bioplant® e plugmix® tinham menor massa seca de raízes (ALVES et al., 2008) e dos substratos terra vegetal + vermiculita (1:1), bioplant® (T14) e plugmix® menor massa seca da parte aérea. A massa seca das raízes e da parte aérea das plântulas de *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill não foi influenciada pelos substratos utilizados (FERREIRA et al., 2010).

Os maiores valores massa seca das raízes de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. foram obtidos quando se utilizaram os substratos terra vegetal + esterco bovino e terra vegetal + areia, (ambos na proporção de 3:1), enquanto para o comprimento da parte aérea foram os substratos terra vegetal + esterco bovino (3:1 e 1:1) (BRAGA JÚNIOR et al., 2010). O substrato areia lavada + vermiculita (3:1) proporcionou maiores valores de massa seca das raízes de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert, enquanto para massa seca da parte foi o substrato terra vegetal + vermiculita (3:1) (ALVES et al., 2011).

De acordo com os dados da Figura 1 constatou-se que as sementes do substrato vermiculita (T12) exibiram frequência relativa de emergência superior a 58% no sétimo dia após a semeadura, significando uma uniformidade de emergência satisfatória. Comportamento semelhante foi relatado por Moniz-Brito & Ayala-Osuña (2005) quando trabalharam com *Zizyphus joazeiro* Mart. e verificaram que a utilização da vermiculita permitiu uniformizar, abreviar e aumentar a germinação de suas sementes. Os autores acrescentaram ainda que com o referido substrato, a emergência ocorreu entre 18 e 58 dias após a semeadura, enquanto no controle o processo se iniciou aos 28 dias.

Os substratos areia lavada + vermiculita 1:3 (T4) e terra vegetal + vermiculita 1:1 (T9) também demonstraram certa sincronização no processo germinativo, uma vez que a frequência relativa foi acima de 40% no oitavo dia de incubação, enquanto os demais tratamentos foram responsáveis por uma emergência desuniforme.

De uma forma geral, o deslocamento da linha poligonal para a direita ou esquerda do tempo médio, evidencia um atraso no processo germinativo, em consequência da redução do vigor das sementes. Assim, os substratos bioplant® (T14) e plugmix® (T15) prejudicaram a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas de *A. pavonina*, mostrando-se os

menos indicados para condução de testes de germinação com sementes da referida espécie.

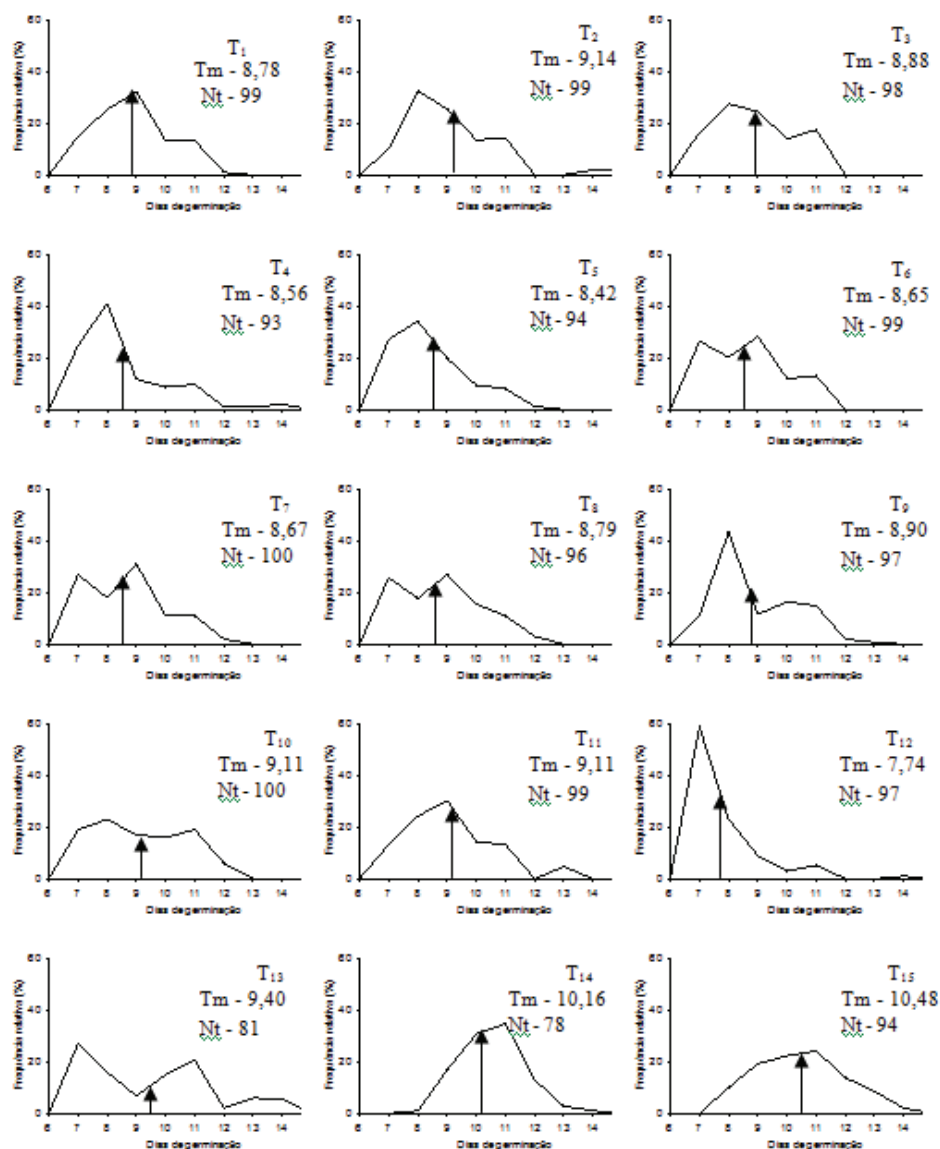


Figura 1. Frequência relativa de emergência de plântulas de *A. pavonina* em função de diferentes substratos. (Nt = número total de sementes germinadas e Tm = tempo médio de germinação em dias).

CONCLUSÃO

O substrato vermiculita é adequado para condução de testes de emergência das plântulas de *A. pavonina* em condições de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A. Efeito de diferentes substratos e condições ambientais na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v.4, n.2, p.1-7, 1990.

AKKASAENG, R. Evaluation of trees and shrubs for forage and fuelwood in Northeast Thailand. *International Tree Crops Journal*, India, v.5, n.4, p.209-220, 1989.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. J. D.; MINOHARA, L.; et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. - *Rhamnaceae*). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.108-111, 1998.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BARROS, H. H. A.; et al. Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., *Fabaceae*. *Semina: Ciências Agrárias*, v.29, n.1, p.69-82, 2008.

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.2, p.439-447, 2011.

ANDRADE A. C. S.; MB LOUREIRO, A. D. O.; SOUZA, F. N.; et al. Reavaliação do efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmitheiro (*Euterpe edulis* Mart). *Revista Árvore*, Viçosa, v.23, n.3, p.279-283, 1999.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. J.; et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.3, p.517-523, 2006.

ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.3, p.609-615, 2000.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; MARTINS, A. B. G. Substratos e germinação de sementes de *dovialis* (*Dovialys abyssinica* Warb. x *Dovialys hebecarpa* Warb.). *Caa-tinga*, Mossoró, v.18, n.4, p.215-218, 2005.

BABURAJ, S.; GUNASEKARAN, K. In vitro propagation of a tree legume *Adenanthera pavonina*. Indian Botanical Contactor, India, v.10, p.1-3, 1993.

BASU, D.; CHAKRAVERTY, R. K. Dormancy, viability and germination of *Adenanthera pavonina* L. seeds. Acta Botanica Indica, India, v.14, n.1, p.68-72, 1986.

BRAGA JÚNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) em função de substratos. Revista Árvore, Viçosa, v.34, n.4, p.609-616, 2010.

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

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; et al. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substratos. Revista Ceres, Viçosa, v.40, n.284, p.341-352, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.128-166.

CARVALHO, N. M.; SOUZA FILHO, J. F.; GRAZIANO, T. T.; et al. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.2, n.2, p.23-28, 1980.

FERREIRA, M. G. R.; SANTOS, M. R. A.; SILVA, E. O.; et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de biribá (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill) (Annonaceae) em diferentes substratos. Semina: Ciências Agrárias, v.31, n.2, p.373-380, 2010.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.M.C.; FIGLIOLIA, M.B. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES. 1993. p.137-174.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; et al. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. Revista Árvore, v.34, n.1, p.57-64, 2010.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. Anais da Academia de Ciências, Rio de Janeiro, v.48, p.174-186, 1976.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; et al. Características

físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

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

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Tolerância à dessecação de sementes de palmitero (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.22, n.3, p.391-396, 1999.

MELO, M. G. G., MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae - Caesalpinioideae). *Acta Amazônica*, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MONIZ-BRITO, K. L.; AYALA-OSUÑA, J. T. Influência de diferentes substratos na germinação de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart., *Rhamnaceae*. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, Feira de Santana, v.5, n.2, p.63-67, 2005.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.2, p.171-178, 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JUNIOR, J. . Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de manga-beira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.15-18, 2003.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Proposta para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.11, n.1/2/3, p.1-42, 1989.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (*Anacardiaceae*). *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

PEREZ, S. C. J. G. A; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

PETERSON, J. R.; COOPER, P. G. Some considerations of water in the germination test.

Seed Science and Technology, Wageningen, v.7, n.3, p.329-340, 1979.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RAMOS, N. P.; MENDONÇA, E. A. F.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. (ipê- felpudo). Revista de Agricultura Tropical, Cuiabá, v.7, n.1, p.41-52, 2003.

SANTOS, C. E.; ROBERTO, S. R.; MARTINS, A. B. G. Propagação do biribá (*Rollinia mucosa*) e sua utilização como porta-enxerto de pinha (*Annona squamosa*). Acta Scientiarum, Maringá, v.27, n.3, p.433-436, 2005.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A.; DAVIDE, A. C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* Benth). Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.15, n.1, p.143-146, 1993.

SOUZA, A. F., SOUZA, A. D. O.; ANDRADE, A. C. S.; et al. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Genipa americana*. Informativo ABRATES, Brasília, v.5, n.2, p.195, 1995.

VILLAGOMEZ, Y.; VILLASENOR, R.; SALINAS, J. R. Lineamiento para el funcionamiento de un laboratorio de semillas. Mexico: INIF, 1979. 23p. (Boletín divulgativo, 48).

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ TOLERANTES A BAIXAS TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO

Demócrito Amorim Chiesa Freitas¹; Silmar Teichert Peske²; Francisco Amaral Villela²; Paulo Dejalma Zimmer²; Paulo Ricardo Reis Fagundes³; Elaine Gonçalves Rech⁴; Geri Eduardo Meneghello⁴

Doutorando PPG C&T de Sementes; FAEM-UFPeL. Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 - Pelotas, RS. E-mail: demochiesa@yahoo.com.br; ²Prof. Dr. Depto. Fitotecnia FAEM-UFPeL. Pelotas, RS.; ³Pesquisador Dr. EMBRAPA Clima Temperado; BR 392, Km 78, Pelotas, RS.; ⁴ Eng. Agr. Dr., PPG C&T de Sementes. FAEM-UFPeL. Pelotas, RS.

RESUMO: O arroz é um dos alimentos mais importantes para a segurança alimentar no mundo, possuindo importância estratégica para muitos países, inclusive para o Brasil. Um dos entraves para a produção em regiões de clima temperado, como é o caso do Estado do Rio Grande do Sul, é a sementeira em condições ambientais desfavoráveis, como baixa temperatura do ar e do solo, portanto torna-se recomendável selecionar genótipos tolerantes a baixas temperaturas durante a germinação. O trabalho tem por objetivo comparar o índice de velocidade de germinação (IVG), em temperaturas constantes e alternadas e utilização dos critérios Média e Média mais Desvio Padrão para a seleção de genótipos superiores para a sementeira de arroz em baixas temperaturas. Foram selecionados 24 genótipos com tolerância ao frio e sementeiros em caixa tipo gerbox. A temperatura constante foi de 13°C e a alternada 10-16°C, 12 por 12 horas. Foram realizadas contagens diárias do número de sementes germinadas. Os resultados mostraram que a média do IVG da temperatura constante foi de 13,233 e da temperatura alternada de 12,362. Os resultados permitiram concluir que a temperatura alternada no teste de IVG é mais rigorosa do que temperaturas constantes. Média e Média mais Desvio Padrão podem ser utilizados para seleção de genótipos de arroz, sendo seu emprego dependente do rigor estabelecido. O genótipo BRS Atalanta apresentou desempenho superior aos demais genótipos, por ter sido o único selecionado em todos os testes realizados.
Palavras-chave: *Oryza sativa*, tolerância ao frio, velocidade de germinação.

SELECTION OF RICE GENOTYPES TOLERANT TO LOW TEMPERATURE DURING GERMINATION

ABSTRACT: Rice is one of the most important foods for humankind and has a strategic relevance for many countries, including Brazil. One of the major constraints to its cultivation in temperate environments, such as those that occur in the state of Rio Grande do Sul, is the occurrence of low air and soil temperatures at the time of sowing. Thus, it becomes essential to breed rice genotypes that are tolerant to lower-than-recommended temperatures during germination. The present work aims at comparing the germination speed index (GSI) under two different environments, constant and alternated temperatures, using the mean and mean plus standard deviation criteria for the selection of genotypes with superior capacity to germinate under low temperatures. Seeds from 24 rice genotypes previously screened for cold tolerance were placed in germination boxes and maintained at a constant temperature of 13°C, whereas for the other treatment the seeds were subjected to alternate temperatures of 10°C and 16°C for 12/12h periods. The count for germinated seeds was performed daily and results showed that the mean GSI under constant temperature was of 13.233, whereas for the alternated temperature treatment

GSI=12.362. These values allow concluding that the treatment of alternate temperatures was stricter than that of constant temperature. Also, the mean value and that of mean plus standard deviation can both be used to aid in the selection of rice genotypes, being their effectiveness dependant on the level of precision established. The rice genotype BRS Atalanta exhibited a superior performance relative to the rest, and was the only one to be selected across the different tests undertaken.

Keywords: *Oryza sativa*, cold tolerance, germination speed

INTRODUÇÃO

O arroz é uma das espécies cultivadas a mais tempo (ANGALADETTE, 1969), e definida por Copeland (1924) como sinônimo de alimento, “...arroz e alimento são sinônimos em tantas línguas que nós podemos ter certeza que este foi o principal alimento na aurora do estabelecimento da civilização...” O arroz foi introduzido no Brasil pelos portugueses, sendo o primeiro país da América a cultivar este cereal (TACQUES, 1941; VALÉRIO, 1994).

Cerca de metade da população do planeta tem no arroz a base da sua alimentação, sendo ele a principal fonte energética dentre os grãos (TRENTO et al., 2003). Permite a sobrevivência de bilhões de pessoas e dá emprego e renda a outros milhões, sobretudo em países da Ásia, África e América (em particular, o Brasil). O arroz não é só uma fonte alimentar essencial para muitos povos, mas também um importante elemento cultural.

O arroz é considerado pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) como o alimento mais importante para a segurança alimentar do mundo. Além de fornecer um adequado balanceamento nutricional é uma cultura rústica, o que a torna a espécie de maior potencial de aumento de produção e importante para a segurança alimentar (EMBRAPA, 2008). De acordo com a FAO, para mais de dois bilhões de habitantes da Ásia o consumo deste cereal e de seus derivados representa 60 a 70% da ingestão energética diária.

No Brasil, o arroz é cultivado em praticamente todos os estados da Federação, concentrando-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, promovendo e gerando grande número de trabalhos de pesquisa em órgãos oficiais e particulares. O principal estado produtor é o Rio Grande do Sul com uma área cultivada de um milhão de hectares por safra, tendo potencial de cultivo de dois milhões de hectares. A produtividade alcançada na safra 2006/2007 foi de 6.900kg ha⁻¹ e na safra 2007/2008 alcançou 7.000kg

ha⁻¹, porém os cultivares lançados pela pesquisa, nos últimos anos, tem potencial de produtividade acima de 10.000kg ha⁻¹ (IRGA, 2008).

A semeadura no Rio Grande do Sul ocorre geralmente em condições ambientais adversas, como baixa temperatura do ar e do solo (STEINMETZ et al., 2001b). Nestas condições muitas plântulas não emergem, o que leva os produtores a aumentarem a densidade de semeadura, com média de 200kg de semente por ha, quando o recomendado pela pesquisa é de 125kg, com o objetivo de atingir estandes adequados para a cultura.

O potencial do rendimento do arroz esta relacionado a uma série de fatores diversos e complexos (CRUZ et al., 2003), dentre os quais se destaca a variabilidade climatológica, em especial a temperatura do ar e a radiação solar (STEINMETZ et al., 2001c).

As baixas temperaturas afetam o comportamento agrônômico do arroz, dependendo da cultivar, da intensidade do frio e de sua duração (TERRES et al, 1994). Estima-se que o frio cause algum tipo de dano a cerca de sete milhões de hectares em todo o mundo, e no cone sul calcula-se que um milhão de hectares é suscetível a este problema (CRUZ, 2001). Além de alongar o período de emergência das plântulas, levando ao aumento nas doses de herbicidas em razão da baixa competitividade do arroz em relação às invasoras, dificulta o manejo da água, atrasando o início da irrigação, acarretando maturação desuniforme e perdas pela umidade desuniforme na colheita e secagem (FREITAS et al., 2005).

No Rio Grande do Sul, o frio prejudica a cultura do arroz tanto na fase de germinação-emergência quanto na fase reprodutiva e de maturação das plantas (TERRES e GALLI, 1985), e cada cultivar reage diferentemente aos efeitos deste fator climático (NEDEL et al., 2004).

Para germinar, as sementes de arroz necessitam de temperaturas do ar superiores a 10°C (POPINIGIS, 1985) e para boa emergência, a temperatura do solo deve ser igual ou superior a 20°C (STEINMETZ et al., 2001a; NEDEL, 2003; MAGALHÃES JÚNIOR, 2004). Sementes de alta qualidade apresentam condições de germinação em maior amplitude de temperatura (NEDEL, 2003).

Para altas produtividades é necessário que o período reprodutivo coincida com a fase de maior radiação solar total em nível do solo, temperatura do ar mais elevada e menor umidade relativa do ar, essenciais para o período reprodutivo, fatores que convergem para o fim do mês de dezem-

bro e início de janeiro, no Rio Grande do Sul (TERRES, 1991; PULVER e MENEZES, 2003). As cultivares de ciclo médio (120 a 130 dias da emergência à maturação) devem ser semeadas na primeira quinzena de outubro e as de ciclo longo (mais de 135 dias) na segunda quinzena de setembro (FERNÁNDEZ et al., 1985; ANSELMINI, 1985).

Testes de vigor são rotineiramente utilizados para avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes. Dentre os vários testes disponíveis destaca-se o índice de velocidade de germinação, baseado no desempenho de plântulas. A velocidade de germinação é um dos conceitos mais antigos em vigor de sementes (AOSA, 1983) que se baseia no princípio de que lotes que apresentam maior velocidade de germinação são os mais vigorosos (NAKAGAWA, 1999).

O trabalho tem por objetivo comparar o índice de velocidade de germinação, em temperaturas constantes e alternadas e utilização dos critérios Média e Média mais Desvio Padrão para a seleção de genótipos superiores para a semeadura de arroz em baixas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel). Foram utilizadas sementes de 24 genótipos de arroz (Tabela 1) previamente selecionados, de um conjunto de 125 genótipos, oriundos dos órgãos de pesquisa: EEA-IRGA, EMBRAPA Clima temperado e EPAGRI, produzidas no ano agrícola 2007/2008. Os genótipos que melhor ranquearam como tolerantes a baixa temperatura (13°C), foram utilizados neste trabalho.

Para a avaliação inicial da qualidade fisiológica, as sementes de todos os genótipos foram submetidas ao teste de germinação, sendo para tanto acondicionadas em quatro rolos com 50 sementes, e mantidas a temperatura de 25°C (BRASIL, 1992). No décimo dia a partir da semeadura, realizou-se a avaliação da germinação.

As temperaturas usadas foram: temperatura constante 13°C, utilizada para estratificar e separar os genótipos tolerantes, intermediários e sensíveis à baixa temperatura. As temperaturas alternadas de 10°C e 16°C, 12 horas por 12 horas, sendo a temperatura de 10°C utilizada por ser a car-

dinal mínima da espécie e a temperatura de 16°C, para que a soma térmica fosse igual nos dois tratamentos.

Tabela 1. Genótipos selecionados pela tolerância a baixa temperatura, na germinação, e utilizados neste trabalho.

Canastra	BRS Firmeza	TB 06041
Lacassine	Brilhante	TB 06044
Nourin Moche	TB 06020	LTB 06014
BRS Chui	LTB 06002	LTB 06009
BRS Atalanta	LTB 06020	TB 06057
Lemont	LTB 06030	TB 06058
Oro	LTB 06012	TB 06064
Diamante	LTB 06013	LTB 06040

TB e TLB: [linhagens oriundas da EMBRAPA Clima Temperado.](#)

As sementes foram semeadas em caixa tipo gerbox, contendo seis folhas de papel mata-borrão, sendo uma de base e cinco plissadas, sobre as quais foram depositadas as sementes, umedecido com quantidade de água destilada equivalente a três vezes seu peso seco, empregando quatro repetições de 50 sementes e colocadas em câmara BOD (estufa com foto-período e termo-período), para germinar. Junto foi colocado um termômetro de máxima e de mínima, para controle adicional da temperatura interna da câmara BOD. Foi considerada semente germinada sob o aspecto fisiológico, o rompimento da lema e da pálea pela protrusão da raiz primária, originada da radícula do embrião.

Ao fim do teste, com os dados diários do número de plântulas normais, calculou-se a velocidade de germinação, empregando-se a fórmula para determinar o índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/(N2) + \dots + G8/N8$$

Sendo:

IVG = índice de velocidade de germinação

G1, G2,.....G8 = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem, até a última contagem.

N1, N2,.....N8 = número de dias da instalação à primeira, segunda e última contagens.

Calculou-se a média () geral do IVG dos genótipos avaliados nas duas temperaturas testadas. A esta média somou-se o desvio padrão (DP) em cada uma das temperaturas e comparou-se qual a temperatura (cons-

tante ou alternada) e qual o procedimento estatístico (média ou média mais um desvio padrão) é o mais indicado para a seleção de genótipos de arroz para germinação em baixas temperaturas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de germinação, todos os genótipos apresentaram germinação superior a 85%, em razão disso nenhum foi descartado.

O IVG de cada um dos genótipos está apresentado na Tabela 2. Verificou-se uma tendência de a temperatura constante apresentar IVGs maiores do que na temperatura alternada. Dos vinte e quatro genótipos estudados, cinco deles (21%) apresentaram IVG maior na temperatura alternada, ao passo que em 19 genótipos (79%) observou-se IVGs superiores em temperaturas constantes. Isso permite inferir que a temperatura alternada (12 horas a 10°C e 12 horas a 16°C) é mais rigorosa na seleção de genótipos do que a temperatura constante.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de 24 genótipos de arroz, sob dois regimes de temperatura, constante (13°C) e alternada (12 h a 10°C e 12 h a 16°C).

Genótipos	(°T) Constante	(°T) Alternada	Diferença
Canastra	10,995	9,603	1,392
Lacassine	13,594	11,312	2,282
Nourin Moche	13,072	11,238	1,834
BRS Chui	13,481	13,468	0,013
BRS Atalanta	14,636	14,978	-0,342
Lemont	13,408	12,290	1,118
Oro	12,176	11,176	1,000
Diamante	12,532	11,527	1,005
BRS Firmeza	13,454	12,307	1,147
Brilhante	12,878	10,755	2,123
TB 06020	13,231	14,357	-1,126
LTB 06002	13,641	13,699	-0,058
LTB 06020	12,776	12,805	-0,029
LTB 06030	13,468	12,466	1,002
LTB 06012	13,360	12,396	0,964
LTB 06013	12,411	12,931	-0,520
TB 06041	14,153	13,852	0,301
TB 06044	11,921	11,928	-0,007
LTB 06014	14,220	12,754	1,466
LTB 06009	14,663	12,864	1,799
TB 06057	12,928	12,387	0,541
TB 06058	13,440	10,473	2,967
TB 06064	13,916	13,048	0,868
LTB 06040	13,234	12,362	0,872
Média (X̄)	13,233	12,363	0,870

No que se refere à amplitude do IVG nas temperaturas testadas, observou-se uma diferença de 3,668, sendo o genótipo LTB 06009 com o maior IVG em temperatura constante (14,663) e Canastra com menor (10,995). Todavia, na temperatura alternada, o genótipo com maior IVG foi LTB 06002 com 13,669 e o menor Canastra 9,603 o que representa uma amplitude de variação de 4,066. A maior amplitude observada na temperatura alternada, embora tenha apresentado uma média menor que na temperatura constante, evidencia novamente que a alternância de temperaturas é mais severa que a temperatura constante, mesmo com somas térmicas idênticas.

Na Figura 1 é apresentada uma comparação dos genótipos nas diferentes temperaturas. As linhas horizontais representam, respectivamente, a média (12,8) e média mais um desvio padrão (14,1). As barras verticais representativas do IVG dos genótipos que foram “cortadas” pela linha indicam os genótipos considerados superiores naquela metodologia.

A temperatura média do solo desnudo a cinco centímetros de profundidade, no mês de setembro é próxima de 16°C (ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA de PELOTAS, 2005), abaixo da temperatura ideal de 20°C recomendada pela pesquisa para semeadura, conforme Steinmetz et al. (2001a) e Nedel (2003).

A época recomendada para que em arroz ocorra a passagem da fase vegetativa para a reprodutiva nas condições favoráveis de temperatura do ar, radiação solar no solo e baixa umidade relativa do ar, está compreendido entre o segundo decêndio de dezembro e primeiro decêndio de janeiro, descrito por Fernandes et al. (1985) e Terres (1991) e significando que os materiais devem ser semeados quando o solo ainda está frio, com temperaturas inferiores a 20°C.

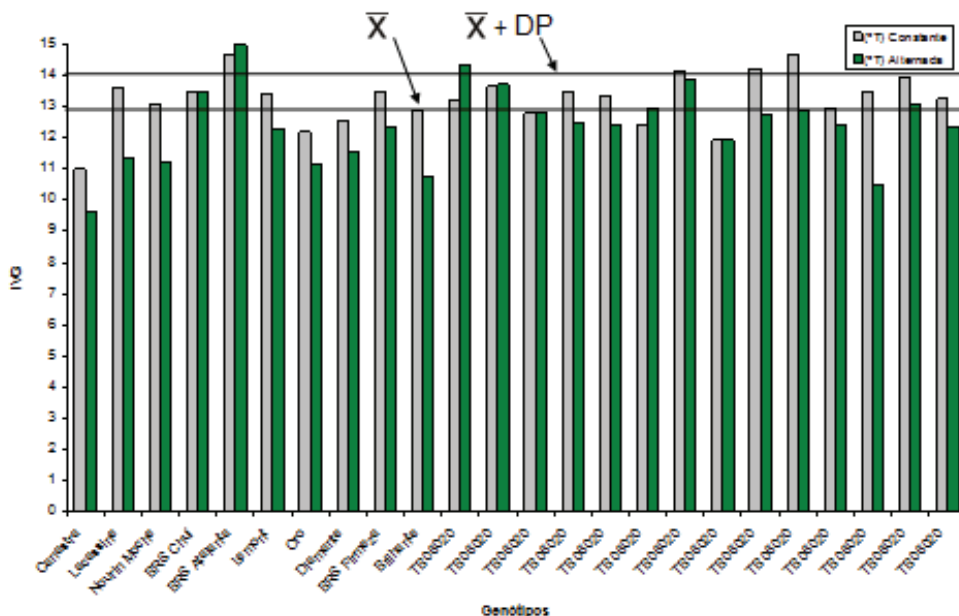


FIGURA 1. Índice de velocidade de germinação de sementes de 24 genótipos de arroz, sob dois regimes de temperatura, constante (13°C) e alternada (12 h a 10°C e 12 h a 16°C), e critérios de seleção a partir da média () e média mais um desvio padrão (+ DP).

Na Tabela 3 é apresentado um resumo sobre a seleção dos genótipos a partir do IVG sob os diferentes critérios utilizados. Observa-se que os genótipos Canastra, Oro, Diamante, LTB 06020 e TB 06044 não foram considerados superiores em nenhum dos métodos estudados. Por outro lado, somente a cultivar BRS Atalanta, dentre todas as avaliadas, apresentou comportamento superior em ambos os critérios estatísticos e regimes de temperaturas estudados.

Considerando-se apenas a média como critério de seleção, ou seja, todos os que apresentam comportamento igual ou superior a média são considerados superiores verificou-se que, em temperatura constante 75% dos genótipos seriam selecionados, ao passo que em temperaturas alternadas a quantidade de genótipos selecionados seria de apenas 29%. Por outro lado quando a seleção foi realizada pela média mais um desvio padrão, 17% dos genótipos foram considerados superiores e 8% quando o critério de seleção foi temperatura alternada, associada à média mais um desvio Padrão.

Tabela 3. Resultado da seleção de genótipos de arroz, segundo o índice de velocidade de emergência, sob dois regimes de temperatura, constante (13°C) e alternada (12 h a 10°C e 12 h a 16°C), e critérios estatísticos a partir da média (\bar{X}) e média mais um desvio padrão ($\bar{X} + DP$).

Genótipos	(°T) Constante		(°T) Alternada	
	\bar{X}	$\bar{X} + DP$	\bar{X}	$\bar{X} + DP$
Canastra	Não	Não	Não	Não
Lacassine	Sim	Não	Não	Não
Nourin	Sim	Não	Não	Não
Moche	Sim	Não	Não	Não
BRS Chuí	Sim	Não	Sim	Não
BRS Atalanta	Sim	Sim	Sim	Sim
Lemont	Sim	Não	Não	Não
Oro	Não	Não	Não	Não
Diamante	Não	Não	Não	Não
BRS Firmeza	Sim	Não	Não	Não
Brilhante	Sim	Não	Não	Não
TB 06020	Sim	Não	Sim	Sim
LTB 06002	Sim	Não	Sim	Não
LTB 06020	Não	Não	Não	Não
LTB 06030	Sim	Não	Não	Não
LTB 06012	Sim	Não	Não	Não
LTB 06013	Não	Não	Não	Não
TB 06041	Sim	Sim	Sim	Não
TB 06044	Não	Não	Não	Não
LTB 06014	Sim	Sim	Não	Não
LTB 06009	Sim	Sim	Sim	Não
TB 06057	Sim	Não	Não	Não
TB 06058	Sim	Não	Não	Não
TB 06064	Sim	Não	Sim	Não
LTB 06040	Sim	Não	Não	Não

Para que as cultivares de ciclo médio e longo tenham as condições favoráveis na fase reprodutiva e temperaturas superiores à 15°C no florescimento, época de maior dano à cultura, podendo reduzir em até 50% a formação de grãos, conforme Ribeiro e Sperandio (2004) necessitam ser semeados no início da primavera, época de temperatura de solo desfavorável.

As condições adversas do Rio Grande do Sul, principalmente no sul do estado, na época ideal de semeadura, levam a pesquisa buscar, em diversos trabalhos, materiais que apresentem germinação sob este estresse. O programa de melhoramento genético da EMBRAPA Clima Temperado,

já possui diversos materiais com esta característica, possuindo genótipos bastante promissores, em gerações F6 e F7. Os dados obtidos no presente trabalho servem para dar mais um suporte a futuros trabalhos de seleção de genótipos tolerantes ao frio, possibilitando dessa forma ampliar a época de semeadura, o que permitiria que a passagem da fase vegetativa para a fase reprodutiva ocorresse em condições mais favoráveis de temperatura do ar, umidade relativa e luminosidade, aumentando com isso o potencial de produtividade da cultura.

CONCLUSÕES

A temperatura alternada é mais rigorosa na seleção de genótipos tolerantes ao frio do que temperatura constante.

A média do índice de velocidade de germinação e a média mais um desvio padrão podem ser utilizados para seleção de genótipos de arroz, sendo sua utilização dependente do rigor estabelecido.

O genótipo BRS Atalanta apresenta desempenho superior aos demais genótipos, por ter sido o único selecionado em todos os testes realizados.

REFERÊNCIAS

ANGLADETTE, A. El arroz. Barcelona: Blume, 1969. 869 p.

ANSELMÍ, R. V. Arroz - O Prato do Dia na Mesa e na Lavoura Brasileira São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1985, 129p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS (AOSA), Ed. Seed vigor testing handbook. S.L.p.. 1983. 88p. (Handbook on seed Testing, 32).

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992, 365p.

COPELAND, E. B. Rice. London: MacMillan, 1924. 352 p.

CRUZ, M.; TORRES, E.; BERRIO, L.; et al. Metodologias de evaluación y resultados obtenidos em el programa de tolerância al frio del arroz – fondo latinoamericano para arroz de riego (FLAR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camburiú, SC. Anais... Itajaí: EPAGRI, 2003. p.795-797.

CRUZ, R. P.; Tolerância ao frio em arroz irrigado: metodologia de avaliação e bases genéticas. Porto Alegre, 2001. 159f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Arroz. Disponível em <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/index.htm>>. Acesso em 28 ago. 2008.

ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS, RS. (Embrapa / UFPel / INMET) – Local: Campus da Universidade Federal de Pelotas, 2005.

FERNÁNDEZ, F.; VERGARA, B. S.; YAPIT, N.; et al. ARROZ: Investigación y Producción, El arroz y su meio ambiente. Cali – Colômbia: PNUD-CIAT, Editorial XYZ, 1985, p. 83-101.

FREITAS, D. A. C. Desempenho da mesa termogradiente e avaliação de genótipos de arroz irrigado tolerante a baixa temperatura. Pelotas, 2005. 40 f. – Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2005.

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. Arroz: Rio Grande do Sul cumpre seu Papel. Lavoura Arroziera. Porto Alegre, v.56, n. 446. p. 6-19, 2008,.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Sistema de Cultivo da Arroz Irrigado no Brasil / Ariano Martins de Magalhães Junior, Algenor da Silva Gomes, Alberto Baeta dos Santos. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 270 p. – (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 3).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Cropscience, Madson, v.2, p. 176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de Vigor baseados no desempenho de plântulas. In. KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. Cap.2 P. 2-1 – 2-24.

NEDEL, J. L. Fundamentos da Qualidade de Sementes, IN: Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, 2003, p. 95-138.

NEDEL, J. L.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; et al. Produção de arroz irrigado, A planta de arroz: morfologia e fisiologia - 3.ed. ver. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 2004, p. 18-62.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PULVER, E.; MENEZES, V. G. Importância da radiação solar sobre a produtividade de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, Balneário Camboriú, SC.; Anais... Itajaí: EPAGRI, 2003, p. 146-148.

RIBEIRO, A. S.; SPERANDIO, C. A. Produção de arroz irrigado, Controle de doenças de arroz irrigado - 3.ed. ver. e ampl. Pelotas: ed. Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 2004, p. 308-348.

STEINMETZ, S.; INFEL, J. A.; MALUF, J. R. T.; et al. Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul (Versão 3). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001c. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).

STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; et al. Espacialização da temperatura do solo visando determinar o início da semeadura do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: IRGA, 2001a, p.137-139.

STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; et al. Temperatura do solo: Fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: Embrapa Clima Temperado, 2001b, Ministério da Agricultura e Abastecimento, Comunicado Técnico, 56. p.81-88.

TACQUES, J. R. O arroz no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Globo, 1941. 274 p.

TERRES, A. L. Melhoramento de arroz irrigado para tolerância ao frio no Rio Grande do Sul – Brasil. In: REUNIÓN SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EM EL CONO SUR, Trabajos – Montevideo: IICA – PROCISUR, 1991, p. 91-103.

TERRES, A. L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul – 1984. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado, Capão do Leão, RS. Fundamentos para a cultura do arroz irrigado. Campinas: Fundação Cargil, 1985. p. 83-94.

TERRES, A. L.; RIBEIRO, A. S.; MACHADO, M. O.; et al. In: Temperate rice – achievements and potencial, Proceedings-volume 1, of the Temperate rice conference, Yanco,- 1994-New South Wales, Australia, 1994, p.43-50.

TRENTO, S. M.; SCHUCH, L. O. B; ROSENTHAL, M. D.; et al. Qualidade sanitária de sementes de arroz produzidas em algumas regiões do Rio Grande do Sul, safra 1999/00. Gramado, Informativo ABRATES, Gramado: ABRATES,2003, v.13, n.12, p.55-58.

VALÉRIO, M. G. B. Qualidade culinária do arroz (*Oryza sativa* L.) daninho e seu aproveitamento para o melhoramento genético do cultivado. Pelotas, 1994. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1994.

TIPO DE EXPLANTE, BAP E PRÉ-CONDICIONAMENTO NA REGENERAÇÃO IN VITRO DE BROTAÇÕES DE PEREIRA CV. SELETA

Paulo Sérgio Gomes da Rocha¹; Márcia Wulff Schuch²; Eugênia Jacira Bolacel Braga³

¹Eng. Agr. M.Sc. Doutorando do PPGA, Área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, FAEM/UFPEL – C.P. 354, 96010-900, Pelotas-RS; E-mail: rocha@ufpel.tche.br; ²Eng.^a. Agr.^a, Dr.^a, Prof.^a. Departamento de Fitotecnia. FAEM/UFPEL, Pelotas, RS; ³Bióloga, Dr.^a, Prof.^a. Departamento de Fisiologia Vegetal, IB/UFPEL, Pelotas, RS

RESUMO: Um dos pré-requisitos para o sucesso da transformação genética é a obtenção de um protocolo de regeneração de brotações in vitro. O objetivo deste trabalho foi testar o efeito do BAP, tipo de explante e pré-condicionamento no escuro na regeneração de brotações de pereira cv. Seleta. O experimento consistiu do cultivo de três tipos de explantes: folha, ápice caulinar e entrenó, pré-condicionamento ou não das brotações doadoras de explante, durante dez dias no escuro em sala de crescimento com temperatura de 25 + 1°C e concentrações de BAP. Os explantes isolados das brotações foram cultivados em meio MS, acrescido de ANA (0,2mg L⁻¹) e BAP (0; 1; 2; 3; 4 e 5mg L⁻¹). As variáveis analisadas após 60 dias foram: percentagem de regeneração, número médio de brotações e comprimento médio das brotações. Verificou-se que o ápice foi o melhor tipo de explante na formação de brotações. Observou-se formação de brotações também a partir de entrenó, entretanto com baixa capacidade de regeneração. Já, para o explante folha a percentagem de regeneração apresentada foi nula independentemente do tratamento utilizado. Observou-se que o pré-condicionamento não favoreceu a formação de brotações. Palavras-chave: *Pyrus communis*, citocinina, organogênese, cultura de tecidos, explante.

TYPE OF EXPLANT, BAP AND PRE-STORAGE IN THE REGENERATION IN VITRO OF PEAR TREE SHOOTING CV. SELETA

ABSTRACT: One required item for the success of the genetic transformation is to obtain a method of shooting regeneration in vitro. The aim of this work was to test the BAP, type of explant and pre-storage in the darkness effect in the regeneration in the shooting of cv. Seleta pear tree. The experiment consisted in the cultivation of three types of explant, leaf, caulinary tip, BAP of concentration and internode and the pre-storage or not of the explants donor shooting during ten days in the darkness in a growth room with temperature of 25+ 1oC. The explants isolated from the shooting were cultivated in media MS, containing 0,2 mg L⁻¹ of ANA and BAP (0; 1; 2; 3; 4; 5mg L⁻¹). After 60 days of the experiment, the regeneration percentage, the average number of shooting and the average shooting length were analyzed. The results showed that the bud was the best explant in shooting formation. It was observed also shooting formation from the internode, however with low capacity of regeneration. The leaf didn't show regeneration capacity, there was no regeneration presented, independently of the treatment used. It was observed that the pre-storage had no influence in the shooting.

Key words: *Pyrus communis*, cytokinin, organogenesis, tissue culture, explant.

INTRODUÇÃO

A pêra é a terceira fruta de clima temperado mais importante no mundo. A produção mundial desta fruta perde apenas para a uva e a maçã (FAO, 2006). Contudo, a produção mundial desta fruta é proveniente de apenas dez variedades. (MOURGUES e CHEVREAU, 1996). A pereira cv. Seleta é proveniente do cruzamento ‘Hood’ x ‘Packham’s Triumph’ e foi selecionada pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) visando substituir a pêra européia importada da Argentina e possibilitar a produção com cultivares adaptadas ao Brasil, principalmente para as regiões subtropicais (CAMPO DALL’ORTO et al., 1996).

De modo geral, as espécies frutíferas lenhosas são perenes, de longo ciclo vegetativo, porte relativamente grande e principalmente com alto nível de heterozigiosidade, o que dificulta e aumenta o tempo necessário para produzir uma cultivar geneticamente estável por meio do método convencional de hibridização (ERIG e SCHUCH, 2003). Nesse sentido, a introdução de importantes características agrônômicas por meio da transformação genética poderá ser um método alternativo, rápido e sem causar grande número de recombinação gênica (MOURGUES e CHEVREAU, 1996). Contudo, para se obter sucesso do programa de transformação genética, um dos pré-requisitos é o estabelecimento de um protocolo de regeneração eficiente e que possibilite a regeneração das plantas in vitro (DE BONDT et al., 1994).

A eficiência na regeneração das brotações depende de diversos fatores, entre os quais se destacam a concentração dos reguladores de crescimento, principalmente a relação auxina/citocinina, o tipo de explante, a iluminação usada durante o cultivo, o estágio de desenvolvimento dos explantes e o genótipo utilizado (HANDRO e FLOH, 1990; BARTISH e KORKHOVOI, 1996). Além disto, alguns autores também citam os benefícios do pré-tratamento no escuro (nas brotações doadoras de explantes para regeneração, pois aumenta a taxa de regeneração e número de brotações), nas brotações doadoras de explantes para regeneração (SCHUCH e PETERS, 2002).

O cultivo das fontes doadoras de explantes, por um período em ambiente no escuro antes da retirada dos explante, pode estimular a organogênese através do aumento do nível do ácido indolacético (AIA). Este hormônio influencia no processo de divisão e diferenciação celular, de modo

que, interage com as auxinas e citocininas exógenas do meio, contribuindo desta forma na indução das brotações (GENTILE et al., 2002). Substâncias com atividade de citocinina, como 6-benzilaminopurina (BAP) e o thidiazuron (TDZ) são amplamente usadas na composição do meio de cultivo e têm induzido com sucesso a regeneração de brotações, entretanto, o TDZ em concentrações maiores que 4mg L⁻¹ poderá induzir a vitrificação das brotações (SCHUCH e PETERS, 2002).

Para a regeneração das espécies frutíferas lenhosas, os explantes mais utilizados são folhas e entrenós, e em menor frequência, ápices caulinares (ROCHA et al., 2004). Entretanto, o ápice caulinar oferece uma maior possibilidade de manutenção da identidade genética do material propagado, porque as células deste tipo de explante estão sempre em ativo processo de divisão celular (GUERRA et al., 1998).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tipo de explante, pré-condicionamento no escuro e concentração de BAP na regeneração in vitro de brotações de pereira cv. Seleta.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia da UFPel, em Pelotas-RS.

Utilizou-se como fonte de explante brotações de pereira cv. Seleta pré-estabelecida in vitro e proveniente do meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), acrescido de 30g L⁻¹ de sacarose, 100mg L⁻¹ de mio-inositol, 0,8mg L⁻¹ de BAP e 0,005mg L⁻¹ de ANA (Ácido Naftleno Acético). As brotações foram mantidas sob as condições de cultivo de 16 horas fotoperíodo, densidade de fluxo de fótons de 40 μmol m² s⁻² e temperatura de 25 ± 1°C. Após 20 dias de cultivo nestas condições, alguns frascos contendo as brotações foram transferidos para ambiente sem luz (pré-condicionamento no escuro), onde permaneceram por mais dez dias de cultivo e os demais frascos contendo as brotações permaneceram nas condições com luminosidade até completarem os 30 dias de cultivo.

Foram isolados a partir das brotações com e sem pré-condicionamento no escuro, os explantes folha, ápice caulinar e entrenó. No explante tipo folha, realizou-se quatro cortes na nervura principal antes de colocá-la com a superfície abaxial em contato com o meio de regeneração. Os ex-

plantes ápice caulinar e entrenó foram incisados com aproximadamente 3mm de comprimento.

O meio de regeneração foi constituído por sais do meio MS acrescido com 30g L⁻¹ de sacarose; 100mg L⁻¹ de mio-inositol; 0,2mg L⁻¹ de ANA, 6g L⁻¹ de ágar e diferentes concentrações de BAP: 0; 1; 2; 3; 4 e 5mg L⁻¹. O pH do meio de regeneração foi ajustado para 5,8 antes da adição do ágar. O meio de regeneração foi distribuído em frascos de vidro com capacidade de 250mL. Após a distribuição de 40mL meio em cada frasco, estes foram autoclavados a 121°C durante 20 minutos.

Após a inoculação, os frascos contendo dos explante foram cultivados em ambiente escuro a 25 + 1°C durante dez dias e, posteriormente, transferido para sala de cultivo com 16 horas de fotoperíodo, densidade de fluxo de fótons de 40 μmol m⁻² s⁻¹ e temperatura de 25 + 1°C.

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 5x3x2 (concentração de BAP, tipo de explante e pré-condicionamento no escuro por 10 dias antes da retirada dos explantes), inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. Sendo cada repetição constituída por um frasco contendo cinco explantes.

Após 60 dias de cultivo avaliou-se a percentagem regeneração, número médio de brotações e comprimento médio das brotações.

Realizou-se a análise de variância dos dados e comparação de médias pelo teste de Duncan ou por regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SANEST (ZONTA e MACHADO, 1991). Para os dados das variáveis expressos em percentagem realizou-se a transformação segundo arco seno de $(X/100)^{1/2}$. E para a variável número de brotações por explante realizou-se a transformação segundo $(X+K)^{1/2}$, sendo K= 0,5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que houve interação significativa entre os fatores tipo de explante, pré-condicionamento no escuro e concentração de BAP para as três variáveis analisadas.

Verificou-se que os ápices caulinares regeneraram em todos os tratamentos, independentemente do pré-condicionamento no escuro. No entanto, observou-se que os ápices caulinares pré-condicionados no escuro tiveram as maiores percentagens de regeneração (80%) nos meios de cul-

tura contendo 3mg L⁻¹ de BAP. Por outro lado, os ápices caulinares sem o pré-condicionamento atingiram os maiores percentuais de regeneração no meio de cultura acrescido por 5mg L⁻¹ de BAP (Figura 1). Avaliando o efeito do pré-condicionamento no escuro sobre a regeneração de brotações da macieira cv. Gala, SCHUCH e PETERS (2002) observaram que o pré-condicionamento das brotações no escuro, antes da retirada dos explantes, contribuiu para a obtenção do maior porcentual regeneração e número de brotações.

Em relação ao explante tipo entrenó, aqueles isolados das brotações pré-condicionadas no escuro não regeneraram e aqueles retirados das brotações sem o pré-condicionamento tiveram menos de 5% de regeneração, quando cultivados no meio contendo 1 e 5mg L⁻¹ de BAP (dados não mostrados). Quanto ao explante folha, não houve regeneração em nenhum dos tratamentos utilizados (Figura 2).

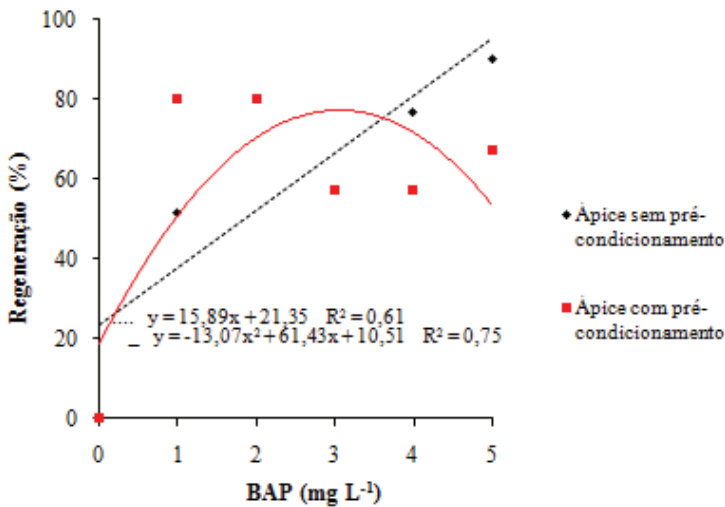


Figura 1. Percentagem de regeneração de brotações de pereira cv. Seleta, a partir do explante tipo ápice caulinar sem ou com pré-condicionamento no escuro, após 60 dias de cultivo em meio de regeneração contendo diferentes concentrações de BAP. UFPel, Pelotas – RS, 2006.



Figura 2. Explante tipo folha (sem brotação regenerada) e brotações regeneradas a partir dos explantes entrenó e ápice caulinar de pereira cv. Seleta, após 60 dias de cultivo em meio de regeneração (esquerda/direita). UFPel, Pelotas – RS, 2006.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rocha et al. (2004), que avaliaram o efeito do tipo de explante (ápice caulinar, folha e entrenó) de pereira cv. Seleta, cultivado em meio de regeneração suplementado por diferentes concentrações de TDZ e obtiveram o maior porcentual de regeneração (97,4%) a partir do ápice caulinar. Os autores à cima citados obtiveram menos de 2% de regeneração quando utilizaram o explante tipo entrenó, além disto, verificaram que a folha não regenerou em nenhum dos tratamentos. Por outro lado, trabalhando na regeneração in vitro da macieira cv. Galaxy, Erig e Schuch (2004) obtiveram 100% de regeneração com o explante tipo folha. Segundo Tornero et al. (2000), a eficiência na regeneração dos explantes varia de acordo com o genótipo utilizado, deste modo, o explante ideal deve ser estabelecido para cada espécie (CARPUTO et al., 1995). Contudo, quando se utiliza o explante tipo folha, o estágio fisiológico de desenvolvimento da mesma também deve ser levado em consideração, pois este fator também pode exercer influência na regeneração da brotação (CHEVREAU et al., 1997). Possivelmente, um dos fatores que pode ter inibido a regeneração das folhas no presente trabalho seja o estágio de desenvolvimento das mesmas, já que estas foram isoladas das brotações com 30 dias de cultivo in vitro.

Na figura 3, observa-se que, o explante ápice caulinar com e sem pré-tratamento no escuro não formou brotação no meio de regeneração sem BAP. Nota-se também que o maior número médio de brotações regeneradas (1,47 brotações/explante) ocorreu com o explante ápice caulinar sem pré-condicionamento cultivado no meio de regeneração contendo a concentração estimada de (3,3mg L⁻¹ de BAP). De acordo com Yepes e

Aldwinckle (1994), a concentração de citocinina é um dos principais fatores que influencia a morfogênese in vitro.

Observou-se que o número médio de brotações por explante formadas a pelos ápices caulinares sem pré-condicionamento foi superior aos ápices caulinares pré-condicionados no escuro, exceto os ápices pré-condicionados que foram cultivados no meio contendo 1mg L⁻¹ de BAP (Figura 3). Observou-se um comportamento linear e relativamente constante dos ápices caulinares pré-condicionados e cultivados nas diferentes concentrações de BAP, de modo que, os dados obtidos permitem inferir que o pré-condicionamento das brotações por dez dias no escuro não contribui para o aumento do número de brotações regeneradas a partir do explante ápice caulinar (Figura 3). Estes resultados diferem dos obtidos por Schuch e Peters (2002), que obtiveram o maior número de brotações formadas de macieira através do pré-tratamento dos explantes no escuro.

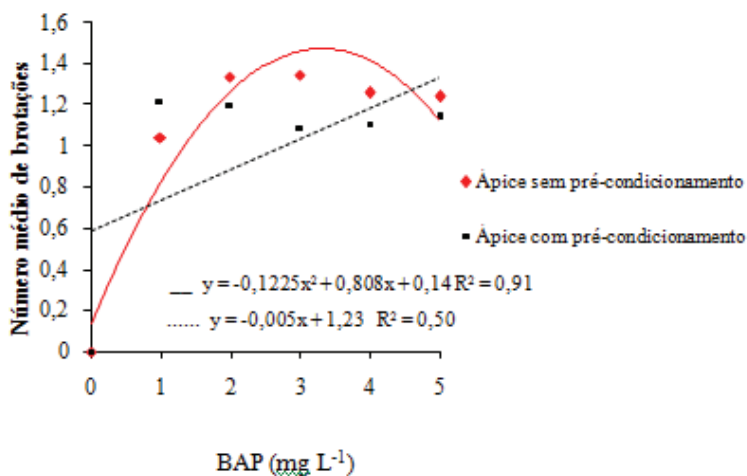


Figura 3. Número médio de brotações de pereira cv. Seleta, regeneradas a partir do explante ápice caulinar sem ou com pré-condicionamento no escuro, após 60 dias de cultivo em meio de regeneração contendo diferentes concentrações de BAP. UFPel, Pelotas – RS, 2006.

Quanto ao comprimento médio das brotações, observou-se que o pré-condicionamento das brotações no escuro, antes da retirada dos explantes, não favoreceu a maximização do tamanho das brotações regeneradas, exceto na concentração de 3mg L⁻¹ de BAP em que as brotações

formadas a partir dos ápices pré-condicionados no escuro atingiram o tamanho médio de 22 mm, respectivamente (Figura 4). Este resultado discorda com os obtidos Famiani et al., 1994; Schuch e Peters, 2002, que obtiveram a partir dos explantes provenientes do pré-condicionamento no escuro os melhores resultados. Os maiores comprimentos das brotações obtidos no presente trabalho são semelhantes aos obtidos por Leite (1992), que trabalhando com a pereira cv. Carrick (*Pyrus communis* L.) obteve brotações com 25mm de comprimento. Trabalhando na regeneração in vitro de brotações de pereira cv. Carrick, Erig e Schuch (2003), verificam que as brotações regeneradas a partir do explante ápice caulinar atingiram no máximo 3mm de comprimento devido ao longo período de exposição ao meio contendo TDZ.

CONCLUSÕES

Para as condições deste experimento de regeneração in vitro de pereira cv. Seleta, conclui-se que:

- Dos explantes testados, o explante tipo ápice caulinar é que apresenta maior capacidade regenerativa;
- O explante tipo folha não apresentou regeneração de brotações adventícias;
- O pré-condicionamento no escuro das brotações doadoras de explante não favorece a regeneração de brotações da cv. Seleta;
- A melhor concentração de BAP no meio de regeneração foi 5mg L⁻¹.

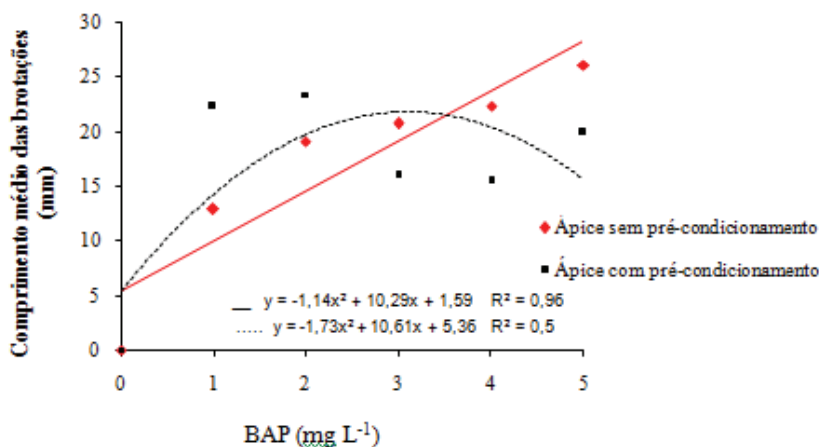


FIGURA 4. Comprimento médio das brotações de pereira cv. Seleta, regeneradas a partir do explante ápice caulinar sem ou com pré-condicionamento no escuro, após 60 dias de cultivo em meio de regeneração contendo diferentes concentrações de BAP. UFPel, Pelotas -RS, 2006.

REFERÊNCIAS

BARTISH, I. V.; KORKHOVOI, V. I. The composition of nutrient medium and the efficiency of shoot induction in vitro from Apple leaf explants. Russian Journal of plant physiology. Ukraine, v.44, n.3, p.440-444, 1997.

CAMPO-DALL'ORTO, F. A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; et al. Variedades de pêra para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico, Campinas, n.164, 34p. 1996.

CARPUTO, D.; CARDI, T.; CHIARI, T.; et al. Tissue culture response in various wild and cultivated Solanum germplasm accessions for exploitation in potato breeding. Plant Cell Tissue And Organ Culture. Hague, v. 1, p.151-158, 1995.

DE BONDT, A.; EGGERMONT, K.; DRUART, P.; et al. Agrobacterium – mediated transformation of apple (*Malus domestica* Borkh): an assessment of factors affecting gene transfer efficiency during early transformation steps. Plant Cell Reports, New York, v.15, p.587-593, 1994.

ERIG, A. C. SCHUCH, M. W. Regeneração in vitro de brotações de pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar Carrick. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, p.443-448, 2003.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. Efeito de citocininas e da origem do explante na organogênese in vitro de brotações de macieira (*Malus domestica* Borkh.) cv. Galaxy. *Revista Científica Rural*, Bagé, v.9, p.113-120, 2004.

FAMIANI, F.; FERRADINI, N.; STAFFOLANI, P. Effect of leaf excision time and age, BA concentration, and dark treatments on in vitro shoot regeneration of M-26 apple rootstock. *Journal of Horticultural Science. Italy*, v.69, n.4, p.679-685, 1994.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. Levantamento Sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/499/default.aspx>> Acesso em 04 de novembro de 2006.

GENTILE, A.; MONTICELLI, S.; DAMIANO, C. Adventitious shoot regeneration in peach (*Prunus persica* L.) Batsch. *Plant Cell Reports, Italy*, v.20, p.1011-1016, 2002.

GUERRA, M. P.; TORRES, A. C.; FERREIRA, A. T. Embriogênese somática e sementes sintéticas. *ABCT Notícias*, Brasília, n.32, p.2-9, 1998.

HANDRO, W.; FLOH, E. I. Aspectos básicos do controle da morfogênese in vitro. In: TORRES, A.C. CALDAS, L.S. (eds). *Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas*. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPq, 1990. p.203-212.

LEITE, D. L. Micropropagação de pereira (*Pyrus* spp.) Cultivar Carrick. Pelotas, 1992. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS, 1992.

MOURGUES, F.; CHEVREAU, E.; LAMBERT, C. Efficient Agrobacterium-mediated transformation and recovery of transgenic plants from pear (*Pyrus communis* L). *Plant Cell Reports*. New York, v.16, p.245-249, 1996.

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.

ROCHA, P. S. G.; SCHUCH, M. W.; BRAGA, E. J. B. Regeneração de brotações de pereira (*Pyrus communis*), cultivar Seleta. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.10, n.3, p.445-448, 2004.

SCHUCH, M. W.; PETERS, J. A. Regeneração de brotações de macieira (*Malus domestica*, Borkh) cv. Gala. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, p.301-305, 2002.

TORNERO, P. O.; EGEEA, J.; VANOOSTENDE, A.; et al. Assessment of factors affecting

adventitious shoot regeneration from in vitro cultured leaves of apricot. *Plant Science. Spain*, v.158, p.67-70, 2000.

YEPES, L. M.; ALDWINCKLE H. S. Factors that affect leaf regeneration efficiency in apple, and effect of antibiotics in morphogenesis. *Plant Cell Tissue And Organ Culture. Hague*, v. 37, p.257-269, 1994.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST – Sistema de análise estatística para micro-computadores. Pelotas: DMEC/IFM/UFPel, 1984. 138p.

VARIABILIDADE ESPACIAL DA COLHEITA DE FRUTOS DE PIMENTÃO EM ESTUFA PLÁSTICA

Alexandra Augusti Boligon¹; Sidinei José Lopes²; Alessandro Dal'Col Lúcio³; Carine Cocco⁴; André Paludo⁵; Bernardo Zanardo⁵

Eng. Agr., Dr., Professora Adjunta – Campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa. Av. Antonio Trilha 1847, Centro, 97300-000 - São Gabriel, RS. E-mail: alexandraboligon@unipampa.edu.br; 2Eng. Agr., Prof. Adjunto – Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Santa Maria, RS.; 3Eng. Agr., Prof. Associado – Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Santa Maria, RS.; 4Eng. Agr., M.Sc. – Doutoranda do programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS.; 5Eng. Agrônomo, Msc.

RESUMO: Com o objetivo de verificar a existência de comportamentos diferenciados nas posições das plantas no interior da estufa plástica para características relacionadas à precocidade e produtividade da colheita de pimentão, foram conduzidos experimentos com o híbrido P-36 na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, nas estações primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica modelo arco-pampeano, orientação Norte-Sul, 10,0m x 19,5m, contando com oito linhas de cultivo de 52 plantas cada. Foram avaliadas todas as plantas dos quadrantes nordeste e sudoeste, sendo realizadas três colheitas. Foi calculada a percentagem da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos colhidos/linha em cada colheita sobre o total produzido por linha. A estes valores foi aplicado o teste de Cox & Stuart para tendências. Observou-se que para a estação sazonal primavera/verão de 2005 todas as colheitas apresentaram tendências significativas entre as linhas para ambas as variáveis. Para a estação sazonal inverno/primavera de 2006, a mesma tendência foi observada sendo que, a segunda e a terceira colheitas apresentaram tendências significativas para o número de frutos e, apenas a segunda para a fitomassa de frutos. Em ambas as estações o quadrante sudoeste apresentou ponto de maturação antecipado em relação ao quadrante nordeste.

Palavras-chave: Capsicum annum, cultivo protegido, maturação de frutos.

SPATIAL VARIABILITY OF THE HARVEST OF SWEET PEPPER FRUITS IN PLASTIC GREENHOUSE

ABSTRACT: Aiming to verify the existence of differentiate behavior in the position of plants inside the greenhouse for characteristics related to precocity and productivity of the sweet pepper's harvest, experiments were carried out using the P-36 hybrid, in the experimental area of the Crop Science Department of the Universidade Federal de Santa Maria, in the spring/summer 2005 and autumn/winter 2006 seasons. The experiments were conducted in plastic greenhouse model "arco-pampeano", North-South orientation, 10.0 m x 19. m, comprising eight culture lines with 52 plants each. Three harvests were achieved and all plants of the Northeast and Southwest quadrants were evaluated. The percentage of fresh phytomass and the number of fruits harvested per line in each harvest, over the total produced per line was computed. The Cox & Stuart test for trend was applied to these values. For the spring/summer 2005 season, all harvests presented significant trend among the lines for both variables. For the autumn/winter 2006 season, the same trend was observed, with the second and third harvests presenting significant trends for the number of fruits, and just the second for the fruits phytomass. In both

seasons, the Southwest quadrant presented an early maturation point in relation to the northeast quadrant.

Keywords: *Capsicum annum*, protect culture, fruit ripening.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum* L.) é uma das dez hortaliças mais importantes do Brasil, cuja produção nacional anual atinge mais de 248.000 toneladas (IBGE, 2006). No Brasil, existem poucos dados sobre a produção de pimentão, porém estima-se que a área anual cultivada com pimenta e pimentões é de cerca de 2.000ha, sendo que os principais Estados produtores são: Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (REIFSCHNEIDER e RIBEIRO, 2004).

Em estudo realizado no estado de São Paulo, Melo (1997) cita que, entre as culturas de importância econômica, o pimentão é a que melhor tem se adaptado ao ambiente protegido neste Estado, devido a maior produtividade alcançada nestas condições. Além disso, o cultivo protegido torna possível o cultivo do pimentão durante todo o ano em regiões de clima ameno, como é o caso do Rio Grande do Sul, já que sua distribuição geográfica é limitada pela temperatura (FERNANDES et al., 1997). Devido a grande expansão do cultivo protegido nas últimas décadas, tornou-se necessário aumentar a confiabilidade nos resultados de pesquisas, visando à correta determinação de técnicas de manejo para este ambiente.

O conhecimento da variabilidade espacial é o primeiro passo para a determinação de técnicas experimentais que visem à diminuição do erro experimental e, conseqüentemente, maior qualidade nos resultados obtidos. Dentre essas técnicas, Steel et al. (1997) destacam o número de observações concomitantes, delineamento experimental adequado e tamanho e forma de parcelas ideais.

Enquanto em experimentos em campo, a heterogeneidade do solo é o principal fator responsável pela variabilidade do ambiente (MIRANDA FILHO, 1987), em cultivo protegido existem outras fontes de variabilidade que assumem maior importância. Podemos citar a localização das plantas dentro da estufa, ou seja, sua proximidade das laterais, como sendo uma fonte de variabilidade. Além disso, fatores do ambiente como radiação solar global e, conseqüentemente, temperatura do ar, podem atuar de maneira distinta nos diferentes locais dentro da estufa (LORENTZ et al., 2005).

Vários trabalhos já foram realizados em estufas plásticas visando à determinação da variabilidade espacial, sempre considerando variáveis produtivas, como fitomassa fresca e número de frutos por planta, por linha de cultivo. Souza (2002) observou elevado número de plantas a serem amostradas para experimentos com a cultura do pimentão em estufa plástica. Para a estação sazonal verão/outono, o tamanho de amostra foi de 50 e 28 plantas por linha de cultivo em cada colheita, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) de 10 e 20%, respectivamente. Já para a estação inverno-primavera, o tamanho de amostra foi de 56 e 36 plantas em cada fila para D% de 10 e 20%, respectivamente. Estimando o índice de heterogeneidade do solo “b” para a variável fitomassa de frutos da abóbora italiana e do pimentão em cultivo protegido nas estações verão-outono e inverno-primavera, Lúcio et al. (2004) encontraram valores próximos a um para ambas as culturas e estações de cultivo, mostrando a existência de variabilidade espacial para estas variáveis, independente da estação de cultivo.

Para a cultura do pimentão em estufa plástica, Lorentz et al. (2005) verificou a existência de heterogeneidade na produção de frutos entre parcelas experimentais independente da estação sazonal de cultivo. Determinou que parcelas de 14 plantas na linha amenizam a heterogeneidade de variância entre as linhas de cultivo, aumentando a precisão das inferências. O autor ainda recomenda o uso do delineamento blocos ao acaso na direção da linha, visto que a maior variabilidade foi verificada entre as linhas de cultivo.

A influência da localização das plantas na maturação dos frutos de hortaliças, especialmente o pimentão, ainda é desconhecida. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar a variabilidade espacial para o ponto de colheita dos frutos de pimentão cultivados no interior de estufa plástica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura do pimentão, híbrido P-36, em estufa plástica durante a estação primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006, em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, sem estação seca e com verões quentes, conforme a classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo do local é classifica-

do como Brunizem hidromórfico. A estufa plástica utilizada possui 19,5m de comprimento e 10m de largura, com orientação Norte-Sul, na forma arco-pampeano, em estrutura de metal e coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PeBD) de 100 micras. A ventilação da estufa foi realizada através da abertura das cortinas laterais e portas, de acordo com as condições meteorológicas do dia. Em dias de maior temperatura do ar, a abertura foi realizada por volta de oito horas da manhã e o fechamento por volta das 18 horas. Em dias com temperaturas mais baixas, a estufa foi aberta por volta das oito horas da manhã e fechada por volta das 17 horas. Em dias de chuva ou em dias encobertos com nevoeiros, a estufa foi mantida fechada ou aberta parcialmente.

As sementes do híbrido P-36 foram adquiridas no comércio local e semeadas em bandejas de isopor de 128 alvéolos em substrato Plantmax®. O transplante das mudas foi realizado quando estas apresentavam de seis a oito folhas definitivas, nos dias 23/09/2005 e 22/04/06, para as estações primavera/verão e outono/inverno, respectivamente.

Os experimentos foram compostos por oito linhas de cultivo com 52 plantas em cada linha, com espaçamento de 30cm entre plantas e um metro entre filas. Os camalhões, de aproximadamente 0,1m de altura, foram cobertos com mulching preto de PeBD com 35µm de espessura. O preparo do solo foi realizado com enxada rotativa, sendo revolvido antes e depois da distribuição dos fertilizantes. A correção da acidez e aplicação de fertilizantes foi realizada de acordo com análise de solo e recomendações para a cultura (TEDESCO et al., 2004). A irrigação foi realizada por gotejamento, utilizando-se mangueiras sob o mulching com gotejadores espaçados 30cm entre si. A condução das plantas foi realizada em haste única, com fios de ráfia verticais, sustentados por arames de aço, fixados na altura do pé-direito da estufa. O tutoramento das plantas foi iniciado 30 dias após o transplante e a desbrota dos ramos, provenientes das axilas das folhas, foi realizada sempre que necessário.

Todas as plantas foram numeradas, identificando-se a linha de cultivo e a sua localização dentro da linha. A estufa plástica foi dividida em quatro quadrantes, sendo avaliadas todas as plantas dos quadrantes nordeste e sudoeste, ou seja, 104 plantas em cada quadrante (Figura 1). Os frutos que estavam no ponto de colheita -considerado quando estes apresentaram cor arroxeadas- foram colhidos e pesados em balança analítica. O compri-

mento e o diâmetro final dos frutos (cm) foram medidos no momento da colheita, com auxílio de régua milimetrada. Para a avaliação do comprimento, a régua foi posicionada paralelamente ao comprimento do fruto e após procedeu-se a leitura. O diâmetro foi medido na parte central do fruto (metade do comprimento deste), perpendicularmente ao comprimento do mesmo. Foi obtida a percentagem da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos por linha, em cada colheita, dividindo-a pelo total produzido por linha em todas as colheitas.

A fim de verificar a existência de tendências crescentes ou decrescentes para a percentagem da fitomassa fresca e do número de frutos colhidos entre as linhas de cultivo, em cada colheita realizada, foi aplicado o teste não-paramétrico de Cox & Stuart para tendências (CAMPOS, 1979). O teste foi aplicado à percentagem de frutos no ponto de colheita entre as oito linhas de cultivo, em cada colheita, sendo quatro no quadrante nordeste e quatro no quadrante sudoeste. A aplicação do teste foi sempre da linha lateral externa do quadrante nordeste em direção a linha lateral externa do quadrante sudoeste. Aos valores de comprimento médio final e diâmetro médio final de frutos por linha foi aplicado o teste t em 5% de probabilidade de erro, a fim de verificar diferenças significativas entre as linhas de cultivo amostradas na estufa.

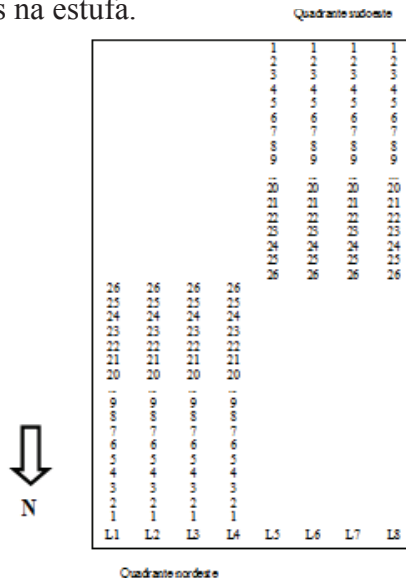


Figura 1. Croqui da área da estufa plástica com a disposição das plantas nos quadrantes amostrados para avaliação do ponto de colheita de frutos de pimentão. Santa Maria, RS, 2006. (L1 a L8 correspondem às linhas de cultivo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que, para todas as colheitas realizadas na estação sazonal primavera/verão de 2005, houve significância para tendências crescentes ou decrescentes pelo teste de Cox & Stuart (Tabela 1), sendo que as linhas de cultivo localizadas no quadrante nordeste tiveram o ponto de colheita atrasado quando comparadas com as linhas do quadrante sudoeste.

Tabela 1. Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos colhidos na primeira, segunda e terceira colheitas, fitomassa fresca total de frutos e número total de frutos colhidos em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal primavera/verão de 2005. Santa Maria, RS, 2008.

	Fitomassa fresca de frutos (%)			Fitomassa fresca de frutos/linha (kg)
	Colheita 1*	Colheita 2*	Colheita 3*	
Linha 1**	16,44	47,75	35,79	16,04
Linha 2	20,96	47,57	31,46	16,04
Linha 3	18,90	41,68	39,38	12,70
Linha 4	24,96	43,88	31,15	17,44
Linha 5	40,01	43,23	16,70	20,09
Linha 6	50,11	26,70	23,16	16,02
Linha 7	44,09	33,90	21,90	14,45
Linha 8	54,84	19,19	25,90	13,40

	Número total de frutos (%)			Número de frutos/linha
	Colheita 1*	Colheita 2*	Colheita 3*	
Linha 1	13,90	45,10	40,90	122
Linha 2	19,30	46,20	34,50	119
Linha 3	15,20	41,30	43,50	92
Linha 4	25,71	42,80	31,40	140
Linha 5	33,90	46,30	19,75	162
Linha 6	44,92	33,33	21,70	138
Linha 7	37,69	36,15	26,15	130
Linha 8	44,27	22,90	32,80	131

*Colheitas com tendências crescentes ou decrescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox & Stuart, em 5% de probabilidade de erro.

**Da linha 1 a 4: lateral do quadrante nordeste à central deste. Linha 5 a 8: central do quadrante sudoeste à lateral deste.

A linha lateral do quadrante nordeste apresentou a menor percentagem da fitomassa fresca de frutos colhida na primeira colheita, sendo que essa percentagem aumentou significativamente em direção a linha lateral do quadrante sudoeste. Na segunda colheita, a linha lateral nordeste apresentou a maior percentagem da fitomassa fresca de frutos colhidos. Ao contrário da primeira colheita, houve decréscimo da percentagem de massa fresca de frutos colhidos em direção às linhas do quadrante sudoeste, atingindo a menor percentagem na linha lateral deste quadrante. Para o número de frutos no ponto de colheita, houve a mesma tendência descrita acima. A linha lateral do quadrante nordeste apresentou a menor percentagem do número de frutos colhidos na primeira colheita, sendo esta percentagem crescente em direção a linha lateral do quadrante sudoeste. Para a segunda colheita, 45,10% dos frutos da linha lateral nordeste foram colhidos e, apenas 22,90% dos frutos da linha lateral sudoeste apresentaram-se no ponto de colheita (Tabela 1).

Na tabela 2 são apresentados os resultados para a percentagem da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos colhidos na estação sazonal outono/inverno de 2006. Observa-se que apenas a segunda e a terceira colheitas tiveram tendências significativas para a percentagem da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos colhidos entre as linhas de cultivo consideradas.

Na segunda colheita a percentagem da fitomassa fresca de frutos colhidos apresentou valores variando de 22,32 a 33,84% no quadrante nordeste e de 37,49 a 49,98% no quadrante sudoeste. Para a percentagem do número de frutos houve a mesma tendência, sendo que os valores variaram de 22,5 a 33,29% e 35,94 a 49,06% para os quadrantes nordeste e sudoeste, respectivamente.

Para a terceira colheita os valores para a fitomassa fresca de frutos estiveram entre 39,79 e 55,22% para o quadrante nordeste e entre 33,23 e 41,73% para o quadrante sudoeste. Já para o número de frutos, entre 47,88 e 61,25% e entre 37,18 e 49,18% para os quadrantes nordeste e sudoeste, respectivamente.

Tabela 2. Percentagem do total da fitomassa fresca de frutos e do número de frutos colhidos na primeira, segunda e terceira colheitas, fitomassa fresca total de frutos e número total de frutos colhidos em cada linha de cultivo de cada quadrante, para a cultura do pimentão em estufa plástica, na estação sazonal outono/inverno de 2006. Santa Maria, RS, 2008.

	Fitomassa fresca de frutos (%)			Fitomassa fresca de frutos/linha (Kg)
	Colheita 1	Colheita 2*	Colheita 3*	
Linha 1**	26,37	33,84	39,79	17,89
Linha 2	22,46	22,32	55,22	20,53
Linha 3	24,74	25,94	49,31	20,84
Linha 4	23,75	29,40	46,84	20,08
Linha 5	16,78	49,98	33,23	12,81
Linha 6	27,95	37,49	34,56	16,06
Linha 7	27,95	37,49	34,56	19,63
Linha 8	16,74	41,72	41,73	13,39

	Número total de frutos (%)			Número de frutos/linha
	Colheita 1	Colheita 2*	Colheita 3*	
Linha 1	19,72	33,29	47,88	71
Linha 2	16,25	22,50	61,25	80
Linha 3	18,29	24,39	57,31	82
Linha 4	17,94	25,64	56,41	78
Linha 5	13,21	49,06	37,73	53
Linha 6	23,44	35,94	40,62	64
Linha 7	19,23	43,59	37,18	78
Linha 8	14,75	36,06	49,18	61

*Colheitas com tendências decrescentes ou crescentes significativas entre as linhas de cultivo pelo teste de Cox e Stuart, em 5% de probabilidade de erro).

**Da linha 1 a 4: lateral do quadrante nordeste à central do mesmo. Linha 5 a 8: central do quadrante sudoeste à lateral deste.

Observou-se também que ao contrário da estação primavera/verão de 2005, onde a tendência crescente ou decrescente de maturação se deu entre todas as linhas de cultivo da estufa, para a estação outono/inverno de 2006 a maior diferença foi entre os quadrantes. Porém, de maneira geral, a percentagem do ponto de colheita para as duas variáveis apresentou o mesmo padrão nas duas estações de cultivo, ou seja, o quadrante sudoeste apresentou ponto de colheita antecipado em relação ao quadrante nordeste, porém, apresentando este comportamento apenas partir da segunda colheita na estação outono/inverso.

O crescimento e a maturação de frutos dependem basicamente da temperatura do ar, sendo que o crescimento diário de um fruto não é

constante durante seu desenvolvimento. Este aumenta progressivamente atingindo o valor máximo entre 25 e 35 dias após a floração e diminui em seguida (ANDRIOLO, 1999).

O quadrante sudoeste, na região de Santa Maria, recebe maior incidência de radiação durante o período da tarde devido à inclinação dos raios solares, resultando, normalmente, em maiores temperaturas médias diárias neste local da estufa. A diferença observada entre as duas estações de cultivo pode ser explicada pela diferença de radiação solar incidente entre as duas épocas do ano na região. A maior radiação na estação primavera/verão permite que as diferenças entre linhas sejam melhor discriminadas, já que, provavelmente, em nenhuma parte da estufa haja déficit para esta variável. Na estação outono/inverno, a radiação solar incidente muitas vezes é limitante para o crescimento e desenvolvimento do pimentão, assim, a pigmentação dos frutos em locais onde há menor incidência é prejudicada, ou seja, há um aumento no período de crescimento de frutos. A maior incidência de radiação solar na estação primavera/verão no lado sudoeste foi confirmada pela presença de vários frutos que apresentaram danos pelo sol (queimaduras) nesta condição. Na estação outono/inverno, com menor fluxo de radiação solar, nenhuma linha de cultivo apresentou frutos com queimaduras pela ação do sol.

Na estação primavera/verão de 2005, a lateral externa do quadrante nordeste, ao mesmo tempo em que apresentou maior período de crescimento para a maioria dos frutos, apresentou comprimento de frutos significativamente superior às demais linhas de cultivo (Tabela 3). Os dados de comprimento de frutos podem ser um indicativo que houve diferença de temperatura no interior da estufa, já que o principal fator que determina o comprimento de frutos de pimentão, para mesmas condições de manejo, é a temperatura do ar. Nos locais onde a temperatura do ar foi maior, como o quadrante sudoeste, por exemplo, a pigmentação dos frutos ocorre de maneira antecipada resultando em frutos no ponto de colheita com comprimento menor. O efeito da temperatura na duração do período de crescimento de frutos já é conhecido. Conforme De Koning (1994), a duração do período entre a fecundação e a colheita de frutos de tomate varia de 42 dias, a 26°C, até 73 dias, a 17°C.

Em estudo testando doze relações de temperaturas do ar entre o dia e a noite para a cultura do pimentão (variando de 18 a 24°C nas duas situa-

ções), Bakker (1989) observou que o comprimento dos frutos diferiu significativamente entre vários regimes de temperaturas, sendo que tratamentos com maior temperatura média diária apresentaram menor comprimento de frutos e esta variável sempre esteve correlacionada com a temperatura do ar. Concluiu também que o período total de crescimento de um fruto individual foi menor quando a média diária de temperatura aumentou (entre 18 e 24°C).

Assim, há indícios de que no quadrante nordeste a temperatura foi inferior à do quadrante sudoeste, já que no primeiro os frutos apresentaram maior comprimento (10,69cm) (Tabela 3) e apenas 16,44% dos frutos foram colhidos na primeira colheita realizada (Tabela 1). O menor comprimento de frutos observado na linha lateral do quadrante sudoeste (9,71cm) (Tabela 3), o qual não diferiu das linhas centrais, associado à alta porcentagem de frutos colhidos na primeira colheita (54,84%) (Tabela 1) indicam a ocorrência de maiores temperaturas do ar neste local da estufa.

Tabela 3. Comprimento (cm) e diâmetro (cm) de frutos de pimentão, em cada linha de cultivo de cada quadrante, nos cultivos de primavera/verão de 2005 e outono/inverno de 2006. Santa Maria, 2008.

Estação sazonal primavera/verão de 2005		
	Comprimento final médio de frutos (cm)	Diâmetro final médio de frutos (cm)
Lateral nordeste	10,69 a*	7,16 a
Central nordeste	9,85 b	6,75 a
Central sudoeste	9,82 b	7,04 a
Lateral sudoeste	9,71 b	6,87 a
Estação sazonal outono/inverno de 2006		
	Comprimento final médio de frutos (cm)	Diâmetro final médio de frutos (cm)
Lateral nordeste	17,52 a	7,71 a
Central nordeste	16,23 ab	7,29 a
Central sudoeste	15,99 b	7,38 a
Lateral sudoeste	15,40 b	7,07 a

* médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste t em 5% de probabilidade de erro.

Para a estação outono/inverno de 2006, o maior comprimento de frutos também foi observado no quadrante nordeste, porém as duas linhas deste quadrante não diferiram entre si (Tabela 3). O quadrante sudoeste apresentou menor comprimento de frutos, sendo que as linhas deste não diferiram entre si e da linha central do quadrante nordeste. Nesta estação, o efeito da temperatura do ar nos diferentes locais da estufa se deu da mesma maneira que descrito para a estação primavera/verão, porém as médias diárias para temperatura foram inferiores (Figura 2). Esta diferença na temperatura do ar entre as estações de cultivo determinou também, menor comprimento de frutos na estação primavera/verão (10,01cm) e maior comprimento na estação outono/inverno (16,28cm). O diâmetro de frutos foi afetado em menor intensidade, tanto pela posição das linhas de cultivo no interior da estufa nas duas estações, quanto pelas épocas de cultivo. Mesmo assim, a média do diâmetro de frutos foi menor na estação primavera/verão de 2005 (6,95cm) quando comparada com a média obtida na estação outono/inverno de 2006 (7,36cm).

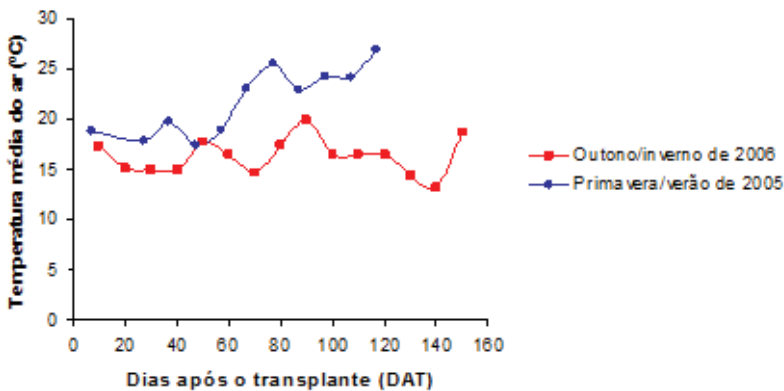


Figura 2. Temperatura média do ar, por decêndio, para o período de 23/09/2005 a 04/01/2006 (primavera/verão de 2005) e de 22/04/2006 a 19/09/2006 (outono/inverno de 2006) para a região de Santa Maria, RS, 2006.

CONCLUSÕES

Existe variabilidade entre as linhas de cultivo para a precocidade de colheita de frutos de pimentão em estufa plástica, sendo esta antecipada nas linhas localizadas no quadrante sudoeste da estufa plástica. Associado

a isso, o comprimento final de frutos é menor no quadrante sudoeste em relação ao quadrante nordeste.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.
- BAKKER, J. C. The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Horticultural Science*, v. 64, p. 313-320, 1989.
- CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. Piracicaba: ESALQ, 1979. 343p.
- IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. 141p. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006
- LORENTZ, L. H.; et al. Variabilidade da produção de frutos de pimentão em estufa plástica. *Ciência Rural*, v. 35, n.2, p. 316-323, 2005.
- LÚCIO, A. D.; et al. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 4, p. 766-770, 2004.
- MELO, A. M. T. Análise genética de caracteres de frutos em híbridos de pimentão. Piracicaba, 1997. 112 f. Tese (doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento e produção do milho. Campinas: Fundação Cargill. v.2, 1987.
- MORENO, J. A. Clima no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. Sistema de produção de pimentas (*Capsicum* spp.). *Boletim técnico* n. 4, 2004. Disponível em www.cnph.embrapa.com.br. Acesso em 21 de agosto de 2007.
- SOUZA, M. F.; et al. Tamanho e amostra para peso de massa de frutos, na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.8, n.2, p. 123-128, 2002.

STEEL, R. G. D.; et al. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. New York: McGraw-Hill BookCo., 1997. 481 p.

TEDESCO, M. J.; et al. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

COMPARTIMENTOS DE NUTRIENTES NO ECOSISTEMA CAATINGA: SOLO-PLANTA-ANIMAL

Henrique Nunes Parente¹; Kallianna Dantas Araujo²; Michelle de Oliveira Maia Parente¹

Centro de Ciências Agrárias e Ambientais/Universidade Federal do Maranhão. BR 222, Km 04, s/n, Boa Vista. Cep: 65500-000. Chapadinha – MA. E-mail: hnparente@hotmail.com; michellemmn@ig.com.br; 2Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente/Universidade Federal de Alagoas. Maceió – AL.

RESUMO: A ciclagem de nutrientes é fundamental para a manutenção dos ecossistemas, envolvendo desde a deposição de material orgânico, sua decomposição e disponibilidade de nutrientes para os vegetais superiores. Para manter esse potencial, é necessário promover o retorno da matéria orgânica, o que contribuirá para a manutenção da diversidade biológica do solo, disponibilidade de nutrientes, tamponamento do pH, dentre outros, sendo esta, um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo, tendo em vista que é essencial em todos os processos. Todavia, levando-se em conta o compartimento animal, um agravante ocorre; a utilização de parte da serrapilheira por estes quando em pastejo na caatinga é um fator que pode comprometer o equilíbrio do ecossistema, pois desordena a reciclagem dos nutrientes. Assim, práticas de manejo que culminem na retirada completa da serrapilheira do solo não devem prevalecer. Outro aspecto definidor deste processo são as condições ambientais, notadamente a temperatura e a umidade. Portanto, a compreensão deste tema é importante para subsidiar tomadas de decisões estratégicas no manejo do ecossistema caatinga.

Palavras-chave: Decomposição, pastejo, semiárido.

COMPARTMENTS OF NUTRIENTS IN THE ECOSYSTEM CAATINGA: SOIL-PLANT-ANIMAL

ABSTRACT: The cycling of nutrients is basic for the maintenance of ecosystems, involving the deposition of organic material, its decomposition and availability of nutrients for superior vegetables. To keep this potential, it is necessary to promote the return of the organic matter, which will contribute for the maintenance of the biological diversity of the soil, for the availability of nutrients, tamponment of the pH, among other processes, and this is one of the most important indexes of the quality of the soil, because it is essential in all the processes. However, in the animal compartment, there is an aggravating: the use of part of the litter by the animals for pasturing in the caatinga it is a factor that can compromise the balance of the ecosystem, because it disorders the recycling of the nutrients. So, management practices that culminate in the complete withdrawal of the litter of the soil do not have to prevail. Another defining aspect of this process is the environmental conditions, mainly temperature and humidity. Therefore, the understanding of this subject is important to subsidize strategical decisions in the management of the ecosystem caatinga.

Keywords: Decomposition, pasturing, semiarid.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos compartimentos solo-planta-animal em sistemas de produção intensivos tem sido tema de discussão em algumas revisões de literatura. Porém, as informações disponíveis que avaliam esta interação são poucas ou quase inexistentes quando se trata do ecossistema caatinga. O mesmo não pode ser dito para outras regiões, principalmente em condições que envolvem pastejo em pastagens cultivadas.

A compreensão do balanço de nutrientes e do processo de decomposição existente no ecossistema caatinga é fundamental para tomadas de decisões, principalmente no tocante ao manejo dos animais, buscando favorecer a manutenção da vegetação e a compreensão dos processos que determinam sua persistência. Alguns fatores estão correlacionados com a mudança da matéria orgânica do solo, como: a condição da vegetação (estrutura e diversidade), fatores ambientais (precipitação e temperatura), intensidade e frequência de pastejo e tipo de animal. Neste contexto, experimentos que estudam a ciclagem de nutrientes, levando em conta o compartimento animal são imprescindíveis para elucidar algumas estratégias de manejo, assim como a compreensão da dinâmica da vegetação sob pastejo.

Não obstante, a retirada da caatinga, vegetação nativa nas regiões semiáridas do Nordeste, aliada a longos períodos de estiagem, provoca acentuada degradação física, química e biológica, deixando o solo totalmente descoberto e exposto por mais tempo às ações da temperatura e dos ventos, reduzindo, conseqüentemente, seu potencial produtivo, causando danos muitas vezes irreversíveis ao meio (SOUTO et al., 2005). Tradicionalmente, o declínio da fertilidade do solo na caatinga e no semiárido como um todo é caracterizado pelo uso constante das áreas, com redução no tempo de pousio e a não utilização de fertilizantes para repor os nutrientes extraídos do solo (MENEZES e SAMPAIO, 2002).

Face ao exposto, o objetivo com esta revisão bibliográfica compreender os principais fatores que afetam a dinâmica de nutrientes no ecossistema caatinga, abordando os compartimentos solo-planta-animal.

COMPARTIMENTO SOLO

Diversas definições contemplam o conceito de solo. No entanto, no contexto abordado pode-se entender o solo como um reservatório faunísti-

co composto por uma grande diversidade de organismos que garantem seu biofuncionamento (JACOBS et al., 2007). É também aceitável de entendê-lo como um reservatório de nutrientes para os vegetais, sendo possível a absorção dos mesmos, quando disponíveis na solução do solo e que esta liberação decorrem de várias reações e transformações, que por sua vez interagem e são de grande responsabilidade da microbiota do solo. Todavia, estas interações são complexas e envolvem diversos componentes como as raízes, microbiota e em particular a decomposição da serrapilheira, principal fonte de nutrientes ao sistema, juntamente com os dejetos animais.

A velocidade de decomposição é regida principalmente por um fator inerente ao próprio material: a sua composição (relação C/N e teor de lignina) e relacionado a fatores edáficos e abióticos (precipitação e temperatura) que se referem à abundância e diversidade dos microorganismos do solo. A decomposição deste material é talvez a principal fonte de contribuição por parte dos microorganismos, sendo este um processo essencialmente biológico (BAYER, 2004) e dependente da interação entre as funções dos diferentes organismos edáficos (DIAS et al., 2007). De acordo com Correia e Andrade (1999) a decomposição da serrapilheira possibilita que parte do carbono incorporado na biomassa pela fotossíntese retorne a atmosfera em forma de CO₂ e outros elementos absorvidos passem para uma forma novamente utilizável pelas plantas.

Merlin (2005) ressalta que diversos parâmetros físicos e químicos têm sido propostos como indicadores de qualidade do material que aporta o solo: relação C/N e Lignina/N, o conteúdo de polifenóis, sílica e fibras, a dureza e espessura da cutícula.

Novais e Smyth (1999) ressaltam que em função da deficiência de fósforo e o predomínio de cargas positivas nos solos tropicais, grande parte destes, atuam como dreno deste nutriente, ao invés de fonte, ocasionando assim imobilização deste nutriente. O comprometimento das propriedades físicas, em especial da densidade, também promove este efeito em função da maior adsorção de fósforo nestes solos.

É complexa a compreensão da dinâmica dos compartimentos no ecossistema caatinga. Além disso, grande parte dos trabalhos que procuram compreender o balanço de nutrientes no ecossistema pastagem, envolvendo o compartimento animal, trabalha em áreas de pastagens cultivadas e em lotações fixas. A utilização de equações para recomendação de adu-

bações baseadas em ciclagem de nutrientes também têm sido trabalhado, sendo que o principal aspecto a determinar as doses de fertilizantes e corretivos recomendadas para pastagens é a meta de produtividade animal por unidade de área estabelecida pelo produtor (DUBEUX JÚNIOR et al., 2004). Na região semiárida dificilmente trabalha-se com lotações fixas em pequenas áreas, o que certamente dificulta as mensurações. Nessa região, em sua maioria, predominam a utilização de sistemas de pastejo contínuos e extensivos.

Nos sistemas de pastejo na vegetação da caatinga, a utilização da serrapilheira como parte da dieta dos pequenos ruminantes, principalmente no período seco do ano, promove a exposição total do solo às intempéries, sendo este efeito bastante negativo sobre a manutenção da matéria orgânica, que por sua vez iria contribuir para a estabilização e manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas dos mesmos. Este comportamento parece ser ideal para o entendimento da necessidade de manutenção da serrapilheira no solo, como forma imprescindível para a manutenção da estabilidade dos agregados, retenção de água, dentre outros. Assim, qualquer sistema de manejo que possibilitem a retirada total da cobertura vegetal (serrapilheira) por parte dos animais, deve ser extinto na caatinga.

Os solos da caatinga são rasos e apresentam baixa capacidade de retenção de água. Nesta situação a matéria orgânica representa a maior fonte de nutrientes para os vegetais, o que determina uma grande resposta destes solos a sistemas de manejo que promovem uma variação positiva nos estoques de C orgânico do solo (BAYER, 2004). Em particular nestes solos, a presença de crostas ocasionando o maior escoamento superficial é constatada, além da redução da umidade nesses solos em determinadas épocas do ano, sendo responsável pela redução drástica do processo de decomposição. Nesse sentido, um efeito benéfico do pisoteio pode existir.

Com relação ao pastejo, outra reflexão precisa ser feita. O consumo da serrapilheira pelos animais expõe o solo a radiações intensas, promovendo alterações na temperatura do solo e conseqüentemente na biota. Por outro lado, a constante reposição das excretas ao solo pode estimular e favorecer o desenvolvimento e crescimento de algumas populações específicas em função da criação de um microclima instantâneo naquele local.

COMPARTIMENTO PLANTA

O compartimento planta também integrante do sistema, é responsável por absorver os nutrientes da solução do solo, por meio dos processos de fluxo de massa, interceptação de raízes e difusão, via sistema radicular sendo posteriormente translocados para a parte aérea. A deposição de nutrientes para o solo via (folhas, ramos, caules, frutos e sementes) é essencial para a dinâmica dos nutrientes no sistema. Na caatinga, a compreensão dessa dinâmica é estratégica, pois existe uma concentração de queda da parte aérea em período restrito do ano, e por sua vez, há uma necessidade de consumo dos animais em outra determinada época do ano. O que se verifica, em geral, é uma queda acentuada da parte aérea das árvores (folhas) com concentração no início do período seco e por sua vez um posterior consumo dos animais, principalmente os caprinos. De modo que há um curto intervalo de tempo para a decomposição desses nutrientes no solo e uma contribuição efetiva no estoque de nutrientes e acúmulo de matéria orgânica. Com relação à eficiência de ciclagem de nutrientes, a serrapilheira que cai da parte aérea protege o solo na estação seca, quando não consumida totalmente pelos animais, mas, logo que chegam as primeiras chuvas, é degradada por ação dos microrganismos decompositores, não ocorrendo grande acúmulo na superfície (SOUTO et al., 2007).

De acordo com Justiniano e Fredericsen (2000) as espécies neste ambiente são caracterizadas como decíduas, ou seja, perdem suas folhas em determinadas época do ano. Contudo, este efeito decorre da restrição hídrica, sendo que ocorre de maneira alternada para as diferentes espécies. De modo que algumas perdem as folhas no final da estação chuvosa e outras somente no final da estação seca, criando assim, sítios temporais dentro da época seca. Essa variação na deciduidade garante parte da sustentação alimentar dos animais, pois quanto mais prolongado for o período para a perda total de folhas, maior o período de disponibilidade de alimentos para os animais. Nesta situação, a utilização de suplementos como feno de espécies arbóreas e arbustivas e do estrato herbáceo, que estão em grande disponibilidade no período chuvoso, seria uma estratégia para minimizar a sobrecarga na vegetação da caatinga, incluindo uma fonte externa de nutrientes que chegariam ao sistema via excretas dos animais. Desta forma, o balanço negativo dos nutrientes poderia ser minimizado.

Cumprе salientar, que mesmo diante deste fato, no final do período seco a escassez dos alimentos é grave, podendo levar animais a morte. A procura do equilíbrio no sistema solo-planta-animal, pensando em um ecossistema pastagem seria em função de um ajuste na pressão de pastejo, ou seja, trabalhando-se com uma relação entre número de animais e oferta de forragem. No caso particular da caatinga, a serrapilheira deverá ser considerada como aporte de nutrientes tanto para os vegetais como para os animais. Folhas caídas das árvores e arbustos se constituem no alimento mais importante para os rebanhos da região semiárida na época seca. Em contrapartida, no período chuvoso há uma grande quantidade de produção de biomassa pelo estrato herbáceo, sendo este a principal fonte alimentar para os animais, principalmente os ovinos. Neste aspecto, observa-se uma necessidade de alternância de espécies, pois parece ser esta forma, em função dos diferentes hábitos de pastejo dos animais uma alternativa de manejo para minimizar o efeito da retirada do material depositado e garantir a persistência das espécies.

Em uma área manejada exclusivamente com caprinos, pode-se garantir o estoque do banco de sementes no período chuvoso, pela preferência desses animais em pastejar os arbustos e em decorrência do rápido ciclo da maioria das espécies que compõe o estrato herbáceo, que em poucos dias garantem a sua sobrevivência pela disseminação de sementes em toda a área. Esta compreensão pode ajudar no manejo das áreas e dos animais, na tentativa de se conciliar o período de pastejo e/ou espécie em pastejo com a oferta de forragens. O intenso acúmulo de biomassa nessa época, quando pastejadas por caprinos, pode contribuir para a manutenção e ou incremento do resíduo vegetal nesses solos.

Moreira et al. (2006) trabalhando em Serra Talhada - PE, relataram que a disponibilidade de fitomassa no componente herbáceo foi de 1.369 kg ha⁻¹ de MS no mês de março e reduziu para um terço (452,1 kg ha⁻¹ de MS) em junho. De forma complementar, Lima (1984) constatou uma quantidade de fitomassa de 674,0 kg ha⁻¹ em folhas secas ao chão na caatinga no período de outubro a novembro. Contudo, esse volume não tem sido suficiente para a sustentação dos animais na época seca, os quais sempre necessitam de suplementação (CAVALCANTE e RESENDE, 2007).

COMPARTIMENTO ANIMAL

A utilização da pecuária extensiva nas regiões semiáridas passa a ser fator de alteração ambiental devido à lotação excessiva de animais em limites superiores à capacidade de suporte do ecossistema. Em médio prazo, exerce forte pressão sobre a composição florística da vegetação nativa (pela alta palatabilidade que ocasiona a extinção de espécies) e sobre o solo devido ao pisoteio excessivo provocando a compactação (na época chuvosa) e desagregação (no período seco) exercendo efeitos negativos sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

O efeito da herbivoria promovido pelo pastejo caprino e ovino é constatado em áreas de caatinga submetidas ao pastejo, seja por meio da extinção de espécies e/ou por meio de ações como o anelamento que podem causar alterações na composição e estrutura da vegetação.

De acordo com Leal et al. (2003) os caprinos são importante herbívoros da caatinga, pois utilizam parte da maioria das espécies de árvores e arbustos encontrados na região como forragem. São considerados muito generalistas, uma vez que se alimentam de plântulas e todas as partes de plantas adultas da maioria das espécies presentes na área. Ainda, parecem hábeis em consumir uma enorme variedade de tipos de frutos, seja ele seco ou carnosos, assim como flores e sementes de tipos e tamanhos variados. Desta forma, os autores afirmam que os caprinos são folívoros-granívoros generalistas no que se refere às plantas lenhosas da caatinga. Em termos gerais com o avanço da estação seca os caprinos aumentam a porcentagem de utilização de folhas de arbustos e árvores, passando a consumir troncos, tubérculos e as folhas caídas no solo após a perda das espécies decíduas (MESQUITA et al., 1989).

Alguns estudos relatam a interferência dos caprinos na mudança da estrutura da vegetação, pois os mesmos podem reduzir a capacidade de regeneração de algumas espécies arbóreas mais consumidas. Possivelmente, estes animais acarretam em alterações na fenologia de algumas espécies, podendo comprometer a produção de frutos e sementes, alterando a capacidade de regeneração da vegetação e a quantidade do banco de sementes (LEAL et al., 2003). Ainda segundo os autores, há registros do impacto de caprinos sobre processos no nível de ecossistema (fluxo de energia e ciclagem de nutrientes).

Severson e Debando (1991) constataram que o efeito do pisoteio desta espécie diminui a acumulação de nitrogênio na serrapilheira e no solo, em estudo desenvolvido no Chaparral do Arizona. Os autores ainda relatam que outro efeito da herbivoria é a redução de arbustos fixadores de nitrogênio acarretando em menor disponibilidade desses nutrientes para as plantas. Este fato pode comprometer o crescimento e o futuro aporte de serrapilheira por parte destes vegetais, ocasionando novamente em redução no incremento de matéria orgânica e confirmando a influência do componente animal na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas semiáridos.

Alguns aspectos referentes à alteração da composição da microbiota no solo são relevantes neste contexto, como o efeito do pisoteio animal e as alterações na vegetação. A formação de áreas de pastagem e/ou utilização de áreas de caatinga sob pastejo, muitas vezes com a realização de técnicas de manipulação da vegetação (raleamento e/ou rebaixamento) podem acarretar em mudanças na estrutura e quantidade da microbiota do solo. Essas mudanças acarretam em alterações nos processos de decomposição (QUEIROZ et al., 2005) por alterarem a biota do solo, a decomposição da serrapilheira e certamente o balanço de nutrientes.

Notadamente o equilíbrio de uma vegetação é alterado com a introdução de fatores externos, ou seja, considerando-se a comunidade animal, quando em pastejo afeta a dinâmica biológica do ambiente (BARTOZZO et al., 2004).

O animal é o compartimento que irá exercer grande influência na distribuição e reciclagem de nutrientes. Este é uma carga circulante sobre o solo, que consome a produção primária de biomassa, com determinada eficiência de utilização e retorna grande parte dos nutrientes em condições desuniformes. A grande maioria dos nutrientes retorna ao sistema por meio das fezes e/ou urina.

Segundo Dubeux Júnior et al. (2004) além das quantidades dos nutrientes excretadas, dois outros aspectos da reciclagem de nutrientes via excretas merecem destaque: a partição dos nutrientes excretados entre fezes e urina e a distribuição espacial das excretas na pastagem.

A partição entre fezes e urina é importante quando se objetiva estimar o suprimento dos nutrientes para as plantas. A distribuição espacial das fezes é interessante, pois a uniformização neste retorno melhora as condições de solos. Sabidamente, os ovinos e caprinos, possuem hábito de

pastejo gregário, ou seja, costumam pastejar sempre juntos. Todavia, estes animais liberam suas fezes em forma de “cíbalas” e em movimento, o que pode contribuir para a maior uniformização do retorno destas excretas ao solo.

Em pastagens a serrapilheira é fundamental para incorporar nutrientes ao sistema solo-planta-animal, principalmente o nitrogênio proveniente da fixação biológica por leguminosas. À medida que se intensifica o sistema de produção, a participação das excreções na reciclagem dos nutrientes torna-se mais expressiva. Esse é o princípio básico do sistema de pastejo rotacionado com altas lotações e curtos períodos de pastejo. A magnitude da interferência dos animais na reciclagem dependerá da distribuição das excreções na pastagem, da área afetada pelas excreções e pelo seu teor de nutrientes (CANTARUTTI et al., 2001). Assim, a alternância de espécies em pastejo, e a alteração dos locais dos cochos e bebedouros (manejo alimentar), quando possível, devem ser realizadas com o intuito de se obter maior uniformização de consumo de pastos e deposição de excretas.

CONCLUSÕES

A compreensão dos fatores que afetam a dinâmica de nutrientes no ecossistema caatinga, com ênfase aos compartimentos solo-planta-animal é imprescindível para o manejo intensivo da caatinga, onde se objetiva a obtenção de sistemas produtivos, rentáveis e dentro de um padrão ecologicamente correto, garantindo a sustentabilidade do ecossistema.

A compreensão da dinâmica dos compartimentos e processos envolvidos na ciclagem dos nutrientes (entradas e saídas) é um fator de grande importância no manejo intensivo da caatinga, embora seja ainda um tema pouco discutido na maioria dos trabalhos realizados na região semi-árida. Sendo assim é necessária a realização de pesquisas que envolvam os efeitos do pastoreio sobre a qualidade e sustentabilidade do solo, uma vez que, alguns aspectos dentro do ecossistema caatinga ainda não foram totalmente elucidados, como a complexa interação existente entre o efeito do pastejo e o conteúdo de matéria orgânica e ainda o efeito do pastejo (compartimento animal) sobre a ciclagem de nutrientes neste ecossistema.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. Manejando solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. In: Fertbio 2004, 2004, Lages. Fertbio 2004, 2004.

BARZOTTO, I.; SANTOS, J. C. P.; HAWERROTH, F. J.; et al. Avaliação da densidade e diversidade da meso e macrofauna edáfica em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. In: FERTBIO, Lages, Anais... Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

CANTARUTTI, R. B.; NASCIMENTO Jr., D.; COSTA; O. V. Impacto do animal sobre o solo: Compactação e reciclagem de nutrientes. In: Produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2001. p.826-837.

CAVALCANTE, N. B. e RESENDE, G. M. Consumo de xiquexique (*Pilocereus gounellei* (A. Weber ex k. Schum.) Bly. ex Rowl) por caprinos no semiárido da Bahia. Caatinga, v.20, n.1, p.22-27, 2007.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.

DIAS, A.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. do P.; et al. Modificações na abundância e diversidade da fauna edáfica durante a decomposição da palhada de aveia, centeio e ervilhaca em sistema plantio direto. In: XXXI Congresso brasileiro de ciência do solo, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, H. Q.; SOLLENBERGER, L. Ciclagem de Nutrientes: Perspectivas do Aumento da Sustentabilidade da Pastagem Manejada Intensivamente. In: Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 2004, Piracicaba, SP. Anais... XXI Simpósio Sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba : FEALQ, 2004. p. 357-400.

JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; et al. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI Congresso brasileiro de ciência do solo, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

JUSTINIANO, M. J.; FREDERICKSEN, T. S. Phenology of tree species in Bolivian dry forest. *Biotropica*: 32, 276-281, 2000.

LEAL, I. R.; VIVENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na caatinga da região de xingó: uma análise preliminar. In: Leal, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M.C.

Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife, Editora Universitária da UFRPE, 822 p, 2003.

LIMA, G. F. C. Determinação de fitomassa aérea disponível ao acesso animal em Caatinga pastejada - região de Ouricuri - PE. Recife, 1984. 244 f. Dissertação (Mestrado em Forragicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Simulação de fluxos e balanço de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no semiárido paraibano. In: Silveira, L.; Petersen, P.; Sabourin, E. Agricultura Familiar e Agroecologia no Semiárido; avanços a partir do Agreste da Paraíba. Esperança, AS-PTA, 2002.

MERLIM, A. O. Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão. Piracicaba, 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. F. S.; et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

MESQUITA, L.P.; LEITE, E.R.; ARAÚJO FILHO, J.A. Estacionalidade da dieta de pequenos ruminantes na caatinga. P 59-82. In: Embrapa. Curso de melhoramento e manejo de pastagem nativa no trópico semiárido. EMBRAPA – CPAMN/SPI, Teresina, 1989.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

QUEIROZ, G. C.; OLIVEIRA, R. C.; LEAL, A. H.; et al. Composição da macrofauna edáfica em um cafezal e em um fragmento florestal de Mata Atlântica de Tabuleiros em Sooretama, ES. In: XXX SBCS. 2005, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD-ROM.

SEVERSON, L. E.; DEBANO, L. F. Influence of spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral. Journal of Range Management. 44: 111-117, 1991.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; et al. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. . In: XXXI Congresso brasileiro de ciência do solo, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

SOUTO, P. C; SOUTO, J. S; SANTOS, R. V.; et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p. 25-130, 2005.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

IMPORTÂNCIA DOS ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) PARA A REGIÃO DA CAMPANHA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Pedro Giovâni da Silva¹

RESUMO: Os besouros que pertencem à subfamília Scarabaeinae são conhecidos popularmente no Brasil como rola-bostas. Alimentam-se principalmente de excrementos, carcaças e frutos em decomposição, atuando na incorporação dessa matéria orgânica ao solo. Estes insetos são negativamente afetados pela fragmentação e perda de habitat, sendo utilizados como bioindicadores em vários ecossistemas. Em ambientes utilizados para a pecuária, como a região da Campanha do Rio Grande do Sul, os escarabeíneos auxiliam a desestruturar e decompor os excrementos depositados sobre o solo ou pastagem. Esta região possui extensas áreas campestres utilizadas para a prática pecuária e, dessa forma, os coleópteros da subfamília Scarabaeinae merecem especial atenção neste ambiente. Os estudos sobre os escarabeíneos na região, abrangida pelo bioma Pampa, ainda são escassos e recentes. O objetivo do presente estudo é divulgar e explicar a importância de Scarabaeinae para os ecossistemas campestres, naturais ou introduzidos, utilizados para a pecuária na região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. Scarabaeinae possui insetos benéficos para as regiões com empreendimentos pecuários, caso do sul do Rio Grande do Sul, uma vez que atuam na incorporação de matéria orgânica ao solo, aumentando e melhorando suas propriedades físico-químicas. Devido à relação ecológica com os ecossistemas onde ocorrem, os escarabeíneos tornaram-se componentes fundamentais na manutenção e regulação destes, pois apresentam características comportamentais que auxiliam diretamente na melhoria do ambiente. Contudo, na região da Campanha do Rio Grande do Sul ainda são poucos os estudos sobre este importante grupo de insetos. Palavras-chave: coleópteros, rola-bostas, importância ecológica, campo nativo, sul do Brasil, Pampa.

IMPORTANCE OF DUNG BEETLES (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) FOR THE CAMPANHA REGION, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT: Beetles belonging to the subfamily Scarabaeinae are popularly known in Brazil as rola-bostas. They feed mainly on dung, carcasses and rotten fruits, working on the incorporation of this organic matter to the soil. These insects are negatively affected by fragmentation and habitat loss, and are used as bioindicators in various ecosystems. In environments used for livestock, as the Campanha region of Rio Grande do Sul, the dung beetles help to disrupt and decompose the droppings deposited on the soil or pasture. This region has extensive field areas used for livestock and, thus, beetles of the subfamily Scarabaeinae deserve special attention in this environment. Studies on dung beetles in this region, covered by the Pampa biome, are scarce and recent. The purpose of this study is to promote and explain the importance of Scarabaeinae to the grassland ecosystems, natural or introduced, used for livestock in the Campanha region of Rio Grande do Sul, Brazil. Scarabaeinae has beneficial insects to the regions with livestock enterprises, as in the southern Rio Grande do Sul, since they work on the incorporation of organic matter in the soil, increasing and improving their physical and chemical properties. Due to the ecological relationship with the ecosystems where they occur, the dung beetles become a

key components in the maintenance and regulation of these, since they have behavioral characteristics that help directly the improve of environment. However, in the Campanha region of Rio Grande do Sul there are few and recent studies on this important group of insects.

Keywords: beetles, dung beetles, ecological importance, native field, Southern Brazil, Pampa.

INTRODUÇÃO

Os besouros que pertencem à subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) são conhecidos popularmente no Brasil como “rola-bostas”, e aqui ocorrem em seis tribos: Ateuchini, Coprini, Deltochilini, Oniticellini, Onthophagini e Phanaeini (ZUNINO, 1985; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; MONTREUIL, 1998; MILHOMEM et al., 2003; BOUCHARD et al., 2011), e cerca de 700 espécies (VAZ-DE-MELLO, 2000). Os escarabeíneos possuem coloração e tamanho muito variados, possuindo espécies desde negras opacas até com cores vibrantes e metálicas, e variando entre 1,5 mm e 6 cm de comprimento, sendo encontrados em maior abundância durante a estação chuvosa em regiões tropicais (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; LOPES et al., 1994; MILHOMEM et al., 2003). Nas regiões subtropicais, são tipicamente encontrados no período quente do ano (SILVA, 2011), atravessando o período de baixas temperaturas em forma larval ou em seus ninhos no solo (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

Os insetos desta subfamília são detritívoros, promovendo a remoção e incorporação de matéria orgânica em decomposição no ciclo de nutrientes; eles contribuem com a aeração e hidratação do solo, o que prolonga sua capacidade produtiva; auxiliam na dispersão secundária de sementes, além de serem importantes na entomologia forense e no controle biológico de organismos indesejados na prática pecuária (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; WATERHOUSE, 1974; FLECHTMANN et al., 1995; SHEPERD e CHAPMAN, 1998).

Halffter e Matthews (1966) relatam que a procura de alimento pela maioria das espécies de Scarabaeinae ocorre durante voos próximos ao solo ou através da espera sobre folhas da vegetação presente no sub-bosque. Algumas espécies são especializadas também no forrageamento no dossel de florestas tropicais (VAZ-DE-MELLO e LOUZADA, 1997).

As principais fontes de alimento utilizadas pela maioria das espécies, tanta na fase larval quanto adulta, são fezes, carcaças e frutos em

decomposição (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; VAZ-DE-MELLO, 2000). Estes insetos são componentes importantes na manutenção de diversos ecossistemas terrestres, pois são extremamente eficientes na remoção e incorporação destes materiais no ciclo de nutrientes (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; LOUZADA et al., 2001).

Algumas espécies de Scarabaeinae têm sido introduzidas em vários países, como Austrália, Chile, Estados Unidos da América e também no Brasil, para acelerar o controle de parasitos coprobiontes da pecuária, como nematódeos gastrointestinais e a mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae), uma vez que estes organismos possuem seus ciclos de vida dependentes das massas fecais frescas de bovinos (WATERHOUSE, 1974; FLECHTMANN et al., 1995; MILHOMEM et al., 2003).

Comumente, a maioria dos Scarabaeinae apresenta alguma forma de alocação do recurso alimentar para a reprodução. Grande parte das espécies tem por hábito cavar pequenas galerias no solo próximas às fezes de animais, enterrando pequenas porções para a postura de seus ovos e alimentação da prole. Com este comportamento, os escarabeíneos diminuem a disponibilidade de locais para a reprodução de muitos parasitos do rebanho, podendo assim, ser considerados como competidores e controladores biológicos naturais desses organismos (RIDS DILL-SMITH et al., 1986; VAZ-DE-MELLO et al., 2001), além de levar para o interior do solo os excrementos que poderiam ficar acumulados sobre a superfície ou pastagem por até um ano (WATERHOUSE, 1974; FINCHER et al., 1981; FLECHTMANN et al., 1995).

O objetivo do presente estudo é divulgar e explicar a importância dos escarabeíneos para os ecossistemas campestres, naturais ou introduzidos, empregados para a pecuária na região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil (bioma Pampa).

SUBFAMÍLIA SCARABAEINAE

A subfamília Scarabaeinae pertence à superfamília Scarabaeoidea (CAMBEFORT, 1991) da ordem Coleoptera, possuindo cerca de 7.000 espécies descritas em todo o mundo (SCHOOLMEESTERS et al., 2010). No Brasil, ocorrem cerca de 700 espécies, e são popularmente chamados

de “rola-bostas” (VAZ-DE-MELLO, 2000). São caracterizados por utilizarem fezes ou outros detritos orgânicos, como carcaças e frutos apodrecidos, como recurso alimentar, tanto no estágio adulto como no de larva (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER e EDMONDS, 1982; HANSKI e CAMBEFORT, 1991). Para a localização do recurso, estes besouros se conduzem pelo olfato (KINGSTON e COE, 1977); localizar a o odor esperando sobre a vegetação ou voando entre ela são estratégias comuns (HOWDEN e NEALIS, 1978; PECK e FORSYTH, 1982; GILL, 1991; HANSKI e KRIKKEN, 1991).

A maioria dos escarabeíneos é coprófaga e especializada em excrementos de grandes herbívoros. No entanto, existem exceções, especialmente no sudeste asiático e em toda a região Neotropical (HALFFTER, 1991; SCHIFFLER, 2003). Nesta última região, é possível agrupar os escarabeíneos em três principais guildas tróficas:

a) Coprófagos: são espécies que se alimenta de fezes (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER, 1991), sendo, a maioria, atraída por fezes humanas (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), existindo espécies estenofágicas, que tem atração por fezes de uma espécie particular (FREY, 1961; HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Outras ainda são foréticas de determinados mamíferos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER, 1991), como o canguru (MATTHEWS, 1972), e até de caracóis (ARROW, 1932), havendo espécies na Índia que podem ser encontradas no ânus de humanos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

b) Saprófagos: são escarabeíneos derivados de uma linhagem ancestral de coprófagos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). As espécies mais comuns se alimentam de frutos e material vegetal em decomposição, podendo ser atraídas por uma grande variedade de frutos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). No entanto, existem outras preferências dentro deste grupo, como os micetófagos, ao quais se alimentam de fungos em decomposição (HANSKI e KRIKKEN, 1991); os mirmecófagos, que consomem a massa de fungo decomposta e cultivada em formigueiros (HALFFTER e EDMONDS, 1982); e os termitófagos, que estão associados a ninhos de cupins, porém, pouco se conhece sobre este grupo (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

c) Necrófagos: como os saprófagos, foram recentemente, em termos geológicos, derivados de uma linhagem ancestral de coprófagos (HALFF-

TER e MATTHEWS, 1966). Utilizam tanto cadáveres frescos como em decomposição avançada, tanto no estágio larval como adulto (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). São muito comuns na América do Sul e no sudeste mexicano (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), onde os Scarabaeinae compõem a maioria dos artrópodes necrófilos (MORÓN e CAMAL, 1986).

A maioria das espécies de Scarabaeinae tem alguma forma de alocação de recurso (Figura 1). Isso permite que eles reduzam a competição (inter e intraespecífica) por alimento e espaço (SCHEFFLER, 2002). Tem sido admitida uma divisão em três grupos principais baseados na maneira como os Scarabaeinae utilizam o recurso alimentar para a nidificação, sendo classificados em: rolaadores (telecoprídeos), escavadores (paracoprídeos) e residentes (endocoprídeos). Contudo, uma quarta categoria pode ser reconhecida em determinadas regiões – os cleptoparasitas (CAMBEFORT e HANSKI, 1991; DOUBE, 1991; GILL, 1991; SCHEFFLER, 2002), descritas a seguir:

a) Residentes (Figura 1A): diferentemente das espécies rolaadoras e escavadoras, as residentes permanecem na porção de recurso, alimentando-se e nidificando sem o realocar dentro do habitat. Por causa disso, estas espécies estão mais expostas às condições ambientais (DOUBE, 1991). A tribo Oniticellini é a representante sul-americana das espécies residentes, e estas apresentam adaptações à vida dentro do recurso. As pernas médias e posteriores das espécies residentes tiveram um desenvolvimento exagerado, o que permite a manipulação do alimento dentro da fonte (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER e EDMONDS, 1982).

b) Rolaadores (Figura 1B): amplamente representados pela tribo Deltochilini, as espécies rolaadoras depois de chegarem até as fezes (ou carcaça), retiram um pedaço que é levado a outro local, distante vários metros (HANSKI e CAMBEFORT, 1991). Halffter e Matthews (1966) salientam que o método mais comum de transporte desse recurso é a formação de uma pelota, a qual é rolada pelo macho, pela fêmea ou por ambos, e após, enterrada para ser utilizada como alimento e para a formação de um substrato para a postura. O desenvolvimento da habilidade de rolagem do recurso alimentar foi possível graças à adaptação das tíbias posteriores para um formato curvo e alongado (HALFFTER e EDMONDS, 1982).

c) Escavadores (Figura 1C): as espécies que compõem este grupo no continente sul-americano pertencem às tribos Ateuchini, Coprini, Onthophagini

e Phanaeini (LOUZADA, 1995). Ao encontrarem o recurso alimentar, os escavadores constroem um túnel em qualquer direção logo abaixo ou ao lodo, para onde pedaços de alimento são levados. Na maioria das vezes, o túnel é totalmente construído antes de o recurso ser transportado (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Segundo Cambefort e Hanski (1991), estas espécies apresentam tíbias anteriores muito desenvolvidas, o que facilita a abertura de túneis no solo. Nas espécies escavadoras, o papel do macho na construção do túnel é quase sempre secundário em relação ao da fêmea. Já a construção do ninho é realizada exclusivamente pela fêmea, e pode contribuir para atrair o macho (CAMBEFORT e HANSKI, 1991).

d) Cleptoparasitas: estas espécies ocorrem em regiões temperadas (MARTÍN-PIERA e LOBO, 1993; LOBO e HALFFTER, 2000), mas podem ser encontradas também em regiões áridas, tropicais e subtropicais (CAMBEFORT, 1991; HANSKI e CAMBEFORT, 1991). São considerados escavadores modificados (GILL, 1991), os quais não escavam ou não estabelecem seus ninhos, nidificando com outras espécies, tanto roladoras como escavadoras (CAMBEFORT, 1991).

RELAÇÃO COM O HABITAT

Os Scarabaeinae são de grande importância para o ciclo de nutrientes nos ecossistemas onde ocorrem, pois fazem o papel de processadores de material orgânico apodrecido (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; BORNEMISSZA e WILLIAMS, 1970; NEALIS, 1977). Eles exercem um importante controle sobre a população de moscas e nematódeos presentes em fezes e cadáveres (BERGSTROM et al., 1976). Atuam ainda como dispersores secundários de sementes de muitas espécies de árvores, participando do processo natural de regeneração das florestas neotropicais (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 1991).

Atualmente, os escarabeíneos têm sido considerados bons bioindicadores ecológicos nos trópicos (HALFFTER e FAVILA, 1993), exercendo importante atividade nas florestas neotropicais, tanto funcional como estruturalmente, além de elevar a riqueza da comunidade de insetos (ESTRADA et al., 1998). Os Scarabaeinae respondem prontamente de maneira negativa à destruição, fragmentação e isolamento de florestas (KLEIN, 1989; HALFFTER et al., 1992), processos que representam uma barreira para a dispersão das espécies (KLEIN, 1989).

Os escarabeíneos são geralmente mais abundantes em alguns habitats do que em outros, pois a cobertura vegetal tem grande influência da distribuição das espécies (HOWDEN e NEALIS, 1978; LUMARET, 1983; CARPANETO e PIATELLA, 1986). A maioria das espécies está intimamente ligada ao solo, utilizando-se dele para alocação de recurso, abrigo e nidificação (HALFFTER e MATTHEWS, 1966).

REGIÃO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

A Campanha gaúcha inclui a porção ao sul da Serra do Sudeste e a oeste da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo vários municípios (BELTON, 1994). Caracteriza-se pelas pequenas ondulações e a altitude varia entre 60 e 300m, com predominância de campos naturais, existindo somente poucos locais com uma cobertura significativa de árvores (PIMENTEL, 1940). O clima na região da Campanha é do tipo subtropical semiúmido, com chuvas regularmente distribuídas durante todo o ano.

De todas as regiões naturais do Rio Grande do Sul, a Campanha é a que mais ostenta o caráter de campo sul-brasileiro, pois a vegetação arbóreo-arbustiva resume-se à borda setentrional, aonde chega a constituir mata virgem, deixando todo o resto à flora graminácea, sulcada pelos tênues cordões de mata de galeria (RAMBO, 1956). Conforme Belton (1994), as matas de galeria são estreitas e geralmente baixas, e frequentemente desaparecem por completo, pois a atividade humana inseriu na região bosques de eucaliptos cultivados para lenha ou proteger as criações dos ventos frios no inverno e oferecer sombra nos períodos mais quentes do ano.

As formações campestres são ecossistemas com o solo coberto predominantemente por gramíneas, podendo haver trechos com cobertura vegetal rala e, muito espaçadamente, podem ocorrer subarbustos e arbustos (GRISI, 2000). Para este mesmo autor, no Brasil o Pampa é uma pradaria em terreno com ondulações suaves e com trechos com mata de galeria, que ocorre no Brasil no sul do Rio Grande do Sul, onde a região da Campanha é a que melhor demonstra tais características.

As espécies vegetais herbáceas presentes neste ecossistema apresentam grande valor forrageiro, e por este motivo, a prática pecuária tem sido a principal atividade econômica da região, onde os campos nativos

servem como fonte de alimento para milhares de ruminantes (GONÇALVES, 1999; BOLDRINI, 2002; BILENCA E MIÑARRO, 2004; CARVALHO et al., 2006; OVERBECK et al., 2009). Esta região, além da tradicional criação de bovinos, ovinos e eqüinos, também apresenta destaque com o cultivo do arroz irrigado, soja, sorgo e, mais recentemente, com o cultivo de uvas viníferas (IBGE, 2010).

Práticas explorativas, como o desmatamento e as queimadas, causam uma grande redução na diversidade e quantidade de organismos animais e vegetais, podendo ainda levar as espécies à extinção local ou regional, se caso estas sejam afetadas de maneira negativa e não possam mais estabelecer-se no ecossistema atingido. Essas práticas foram comuns para a chamada “limpeza” de campo na região há algumas décadas (PILLAR et al., 2006; ROESCH et al., 2009). As práticas agrícolas exploradas na região se fossem realizadas com técnicas menos agressoras ao ambiente, poderiam sustentar por mais tempo as atividades humanas dependentes dos recursos naturais. A atividade pecuária exerce impacto ao solo, a vegetação rasteira e arbustiva, além de haver necessidade da ocupação de espaços cada vez maiores para expandir a exploração pastoril e conseguir sustentar o rebanho (PILLAR et al., 2006; ROESCH et al., 2009).

Toda ação humana afeta os componentes do ecossistema, podendo levá-los à extinção ou a uma superpopulação, especialmente no caso de insetos. Contudo, os insetos que evoluíram de tal forma para conseguir viver atualmente em ecossistemas pecuários, caso dos escarabeíneos, possivelmente são afetados de alguma forma pelas práticas atuais empregadas neste tipo de empreendimento. Algumas espécies de escarabeíneos podem ser severamente afetadas com a perda de seu habitat natural e, em alguns casos, não conseguem mais regenerar suas populações em ecossistemas diferentes ou alterados (HALFFTER e FAVILA, 1993).

Atualmente, Scarabaeinae é o grupo de insetos que mais se destaca em ecossistemas destinados à pecuária, pois evoluíram de tal forma que se tornaram os coleópteros mais abundantes e dependentes dos excrementos de grandes herbívoros (HALFFTER e MATTHEWS, 1966). Neste tipo de ecossistema, eles desempenham um papel ecológico positivo em relação às práticas antrópicas, pois enterram no solo porções de fezes de bovinos, eqüinos e ovinos, aumentando sua fertilidade, aeração e hidratação, além de combater parasitos do rebanho que depositam seus ovos nos excremen-

tos que, muitas vezes, são enterrados e não conseguem se desenvolver (FLECHTMANN et al., 1995).

Em contrapartida, os escarabeíneos são afetados negativamente por alguns produtos veterinários que são excretados pelo rebanho (SILVA et al., 2007). Como eles utilizam as fezes de grandes herbívoros na alimentação de adultos e das larvas, os produtos veterinários injetados no gado para o controle (morte) de parasitos prejudiciais, ao serem eliminados, podem ficar ainda disponíveis para o consumo por estes besouros. É possível que tal processo possa causar a morte dos escarabeíneos e, dessa forma, a diminuição progressiva das atividades benéficas realizadas pelos mesmos.

Para uma região que possui sua economia baseada em empreendimentos pecuários, estes organismos merecem especial destaque em estudos e projetos direcionados ao conhecimento da fauna (SILVA et al., 2009). Porém os estudos sobre Scarabaeinae ainda são recentes e escassos, e o Rio Grande do Sul nem mesmo conhece as espécies que nele ocorrem (SILVA, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A subfamília Scarabaeinae possui insetos benéficos para os ecossistemas destinados à prática pecuária, caso da região da Campanha do Rio Grande do Sul, uma vez que atuam na incorporação de material orgânico ao solo, melhorando as propriedades físico-químicas edáfica. Devido a sua relação com o ecossistema, os escarabeíneos tornaram-se componentes fundamentais da manutenção e regulação dos mesmos, pois atuam de várias formas com a melhoria do ambiente. Em contrapartida, na Campanha gaúcha ainda são extremamente escassos os trabalhos realizados para o conhecimento deste tão importante grupo de insetos.

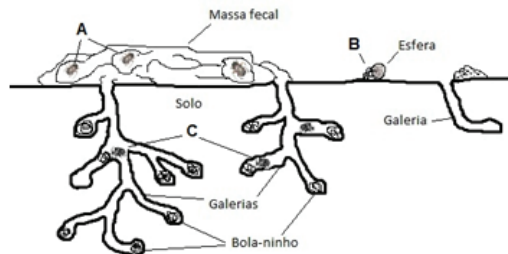


Figura 1(A-C). Diagrama dos três comportamentos principais de alocação de recurso presente nas espécies de Scarabaeinae. A: espécie residente ou endocoprídea; B: espécie roladora ou telecoprídea; C: espécie escavadora ou paracoprídea. Desenho: autor.

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos a minha orientadora de graduação Prof^ª. Mariana Brasil Vidal (URCAMP Bagé), aos meus orientadores de mestrado Profs. Rocco Alfredo Di Mare (UFSM) e Fernando Vaz de Mello (UFMT), e à Franciéle Garcês da Silva, pelo apoio, ajuda e incentivo. Agradecimentos a PROPPEX (URCAMP Bagé) e a CAPES pelas bolsas de estudos ofertadas, e aos revisores pelas contribuições ao estudo.

REFERÊNCIAS

ARROW, G. J. New species of Lamellicorn beetles (Subfam. Coprinae) from South America. *Stylops: A Journal of Taxonomic Entomology*, v. 1, p. 223-226. 1932.

BELTON, W. Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia. São Leopoldo: UNISINOS. 584 p. 1994.

BERGSTROM, B. C.; MAKI, R. L.; WERNER, B. A. Small dung beetles as biological control agents: laboratory studies of beetle action on trichostongylid eggs in sheep and cattle feces. *Proceedings of the Helminthology Society of Washington*, v. 43, p. 171-174. 1976.

BILENCA, D.; MIÑARRO, F. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. Buenos Aires: Fundación de la Vida Silvestre. 323 p. 2004.

BOLDRINI, I. I. Campos sulinos: caracterização e biodiversidade. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINARI, L. M. C. S.; CARNEIRO, J. M. T. (eds.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora Brasileira. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 95-97. 2002.

BORNEMISSZA, G. F.; WILLIAMS, C. H. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Pedobiologia*, v. 1, p. 1-7. 1970.

BOUCHARD, P.; BOUSQUET, Y.; DAVIES, A. E.; et al. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, v. 88, p. 1-972. 2011.

CAMBEFORT, Y. Biogeography and evolution. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press, p. 51-67. 1991.

CAMBEFORT, Y.; HANSKI, I. Dung beetle population biology. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press, p. 36-50.

1991.

CARPANETO, G. M.; PIATELLA, E. Studio ecologic su una comunità di Coleotteri Scarabeoidei coprofagi nei Monti Cimini. Bollettiino dell'Associazione Romana di Entomologia, v. 40, p. 31058. 1986.

CARVALHO, P. C. F.; FISHER, V.; SANTOS, D. T.; et al. Produção animal no Bioma Campos Sulinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, p. 156-202. 2006.

DOUBE, B. M. Dung beetles of Southern Africa. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). Dung beetle ecology. Princeton: Princeton University Press, p. 133-155. 1991.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Vera Cruz. Mexico. Journal of Tropical Ecology, v. 7, p. 459-474. 1991.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A. A.; Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. Journal of Tropical Ecology, v. 14, p. 577-593. 1998.

FINCHER, G. T.; MONSON, G. A.; BURTON, G. W. Effect of cattle feces rapidly buried by dung beetles on yeld and quality coastal Bermuda grass. Agronomy Journal, v. 73, p. 775-779. 1981.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul – 4: Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). Revista Brasileira de Entomologia, v. 39, n. 2, p. 259-276. 1995.

FREY, G. Parc National de la Garamba. Mission H. d Saeger, - Onthophagini (Coleoptera, Lamellicornia). Institut des Parcs Nationaux du Congo et du Ruanda-Urundi, v. 21, p. 69-98. 1961.

GILL, B. Dung beetles in tropical American forest. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). Dung beetle ecology. Princeton: Princeton University Press, p. 211-229. 1991.

GONÇALVES, J. O. N. Campos naturais da região da campanha do Rio Grande do Sul: Características, potencial de produção, capacidade de suporte e sustentabilidade. Bagé: Embrapa Pecuária Sul. 30 p. (Circular Técnica, 12). 1999.

GRISI, B. M. Glossário de ecologia e ciências ambientais. 2. ed. João Pessoa: Universi-

tária/UFPB. 199 p. 2000.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, v. 82, p. 195-238. 1991.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. D. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. México, D.F.: Instituto de Ecología, A.C. 176 p. 1982.

HALFFTER, G.; FAVILA, M. E. The Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, v. 27, p. 15-21. 1993.

HALFFTER, G.; FAVILA, M. E.; HALFFTER, V. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, v. 84, p. 131-156. 1992.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*, v. 12/14, p. 1-312. 1966.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. Competition in dung beetles. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press, p. 305-329. 1991.

HANSKI, I.; KRIKKEN, J. Dung beetles in tropical forest in Southeast Asia. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton: Princeton University Press, p. 179-197. 1991.

HOWDEN, A. T.; NEALIS, V. S. Observations on height of perching in some tropical dung beetles (Scarabaeidae). *Biotropica*, v.10, p. 43-46. 1978.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: Bagé-RS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=430160>>. Acesso em: 16 de novembro de 2010.

KINGSTON, T. J.; COE, M. The biology of a giant dung beetle (*Heliocopris dilloni*) (Coleoptera, Scarabaeidae). *Journal of Zoology*, v. 181, p. 243-263. 1977.

KLEIN, B. C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology*, v. 6, p. 1715-1725. 1989.

LOBO, J. M.; HALFFTER, G. Relaciones entre escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) y nidos de tuza (Rodentia: Geomyidae): implicaciones biológicas y biogeográficas. *Acta Zoológica Mexicana*, v. 62, p. 1-9. 2000.

LOPES, J.; CHONCHON, I.; YUZAWA, S. K.; Entomofauna do Parque Estadual Mata dos Godóy – II: Scarabaeidae (Coleoptera) coletados em armadilhas de solo. *Seminário Ciências Biológicas e Saúde*, v. 15, n. 2, p. 121-127. 1994.

LOUZADA, J. N. C. A comunidade de Scarabaeidae s. str. (Insecta, Coleoptera), em fragmentos de Floresta Atlântica. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. (Dissertação de Mestrado em Entomologia). 1995.

LOUZADA, J. N. C.; SCHIFFLER, G.; LOUZADA, L. A. O. Efeito da degradação e substituição da vegetação de Restinga sobre a comunidade de Scarabaeidae s. str. no litoral sudeste do Brasil. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 10, Lavras. Anais... Lavras: APG/UFLA. 2001.

LUMARET, J. P. Structure des peuplements de coprophages Scarabaeidae en région méditerranéenne française: relations entre les conditions écologiques et quelques paramètres biologiques des espèces [Col.]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, v. 88, p. 481-495. 1983.

MARTÍN-PIERA, F.; LOBO, J. M. New data and observations on klaptoparasitic behavior in dung beetles from temperate regions (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana*, v. 57, p. 15-18. 1993.

MATTHEWS, E. G. A revision of the scarabaeine dung beetles of Australia. I. Tribe Onophagini. *Australian Journal of Zoology Supplement Series*, v. 9, p. 1-133. 1972.

MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 11, p. 1249-1256. 2003.

MONTREUIL, O. Phylogenetic analysis and paraphyly of Coprini and Dichotomiini (Coleoptera: Scarabaeidae): Biogeographic scenario. *Annales de la Société Entomologique de France*, v. 34, n. 2, p. 135-148. 1998.

MORÓN, M. A.; CAMAL, J. F. O. C. Analisis de la entomofauna necrofila del area norte de la Reserva de la Biosfera “Sian Ka’na”, Quintana Roo, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*, v. 69, p. 83-98. 1986.

NEALIS, V. G. (1977). Habitat association and community analysis of South Texas dung

beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Canadian Journal of Zoology*, v. 55, p. 138-147.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (eds.). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 24-41. 2009.

PECK, P. B.; FORSYTH, A. Composition, structure, and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): behavior, species diversity. *Canadian Journal of Zoology*, v. 60, p. 1624-1633. 1982.

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H.; et al. Workshop: Espaço atual e desafios para a conservação dos campos. Disponível em: <http://www.natbrasil.org.br/Docs/monoculturas/workshop_ufrgs_campos_2006.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2006.

PIMENTEL, F. Aspectos gerais de Bagé. Porto Alegre: Gundlach. 135 p. 1940.

RAMBO, S. J. B. A fisionomia do Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: Livraria Selbach. 448 p. 1956.

RIDSDILL-SMITH, T. J.; HAYLES, L.; PALMER, M. J. Competition between the bush fly and a dung beetle in dung of differing characteristics. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 41, p. 83-90. 1986.

ROESCH, L. F. W.; VIEIRA, F. C. B.; PEREIRA, V. A., et al. The Brazilian Pampa: a fragile biome. *Diversity*, v. 2009, n. 1, p. 182-198. 2009.

SCHEFFLER, P. Y. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of eastern Amazonian. Pensilvânia: The Pennsylvania State University. (Tese de Doutorado em Ecologia). 2002.

SCHIFFLER, G. Fatores determinantes da riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de floresta estacional semidecídua. Lavras: Universidade Federal de Lavras. (Dissertação de Mestrado em Entomologia). 2003.

SCHOOLMEESTERS, P.; DAVIS, A. L. V.; EDMONDS, W. D.; et al. ScarabNet Global Taxon Database (version 1.5). Disponível em: <<http://216.73.243.70/scarabnet/results.htm>>. Acesso em: 16 de agosto de 2010.

SHEPERD, V. E.; CHAPMAN, C. A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Tropical Ecology*, v. 14, p. 199-215. 1998.

SILVA, P. G. Espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de fragmentos florestais com diferentes níveis de alteração em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 167 p. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Animal. 2011.

SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R.; AUDINO, L. D.; et al. Besouros rola-bosta: insetos benéficos das pastagens. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, Guarapari. Revista Brasileira de Agroecologia 2. Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia, p. 1428-1432. 2007.

SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R.; VIDAL, M. B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae sensu stricto) do município de Bagé, RS (Bioma Campos Sulinos). Biociências, v. 17, n. 1, p. 33-43. 2009.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (eds.). Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, p. 181-195. 2000.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LOUZADA, J. N. C. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. Acta Zoológica Mexicana, v. 72, p. 55-61. 1997.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; REIS, S.; LOUZADA, J. N. C. Levantamento preliminar das espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) fimícolas das pastagens da região de Lavras. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 10, Lavras. Anais... Lavras: APG/UFLA. 2001.

WATERHOUSE, D. F. The biological control of dung. Scientific American, v. 230, n. 4, p. 100-109. 1974.

ZUNINO, M. Las relaciones taxonómicas de los Phanaeina y sus implicaciones biogeográficas. Folia Entomológica Mexicana, v. 64, p. 101-115. 1985.

Revista da Universidade da Região da Campanha (URCAMP), Bagé- RS, é uma publicação de divulgação de periodicidade regular, de divulgação técnico-científica, editada pela Editora da URCAMP – EDIURCAMP

Rua Flores da Cunha, 310 CEP: 96400-350 - Bagé - RS – Brasil
FONE: (53) 32427522 ramal: 27
FAX: (53) 32410159
E-mail: rcr@urcamp.tche.br

ASSINATURAS

Assinatura Anual: R\$ 80,00 – Número avulso: R\$ 50,00
Periodicidade: 2 (dois) números por ano

COMO ASSINAR A REVISTA

Enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, juntamente com este formulário de assinatura ou enviar cheque nominal a Fundação Áttila Taborda/INTEC, CNPJ 87.415.725/0001-29, através de depósito identificado no Banco Unicred (cód. 091), Agência 1910, Conta Corrente 423653 ou no Banco do Brasil, Agência 0034-5, Conta Corrente 423653. Para agilizar o andamento do processo é necessário anexar a cópia digitalizada do comprovante de pagamento enviado para o e-mail: rcr@urcamp.tche.br ou ainda podendo ser enviado via fax (53) 32410159 (Em ambos os casos o nome e endereço completo são obrigatórios para a emissão da fatura).

.....

FORMULÁRIO DE ASSINATURA

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DA CAMPANHA – URCAMP

Bagé – RS – Brasil

Nome:.....

CPF:

Endereço: Bairro:

Cidade: CEP:

Estado:..... E-mail:

Anexo cheque nº..... Banco:.....

No valor de R\$.

Telefone:

Instituição de trabalho:

Data: / /

Assinatura: