

## Sumário | Table of Contents

### Artigos Científicos | Scientific Papers

#### **Tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do Estado do Rio Grande do Sul**

Observed trend of the minimum temperature and the number of the frost days in the Rio Grande do Sul, State

Moacir Antonio Berlatto, Daiana Althaus .....7

#### **Custos da secagem intermitente de grãos de milho submetidos a três temperaturas do ar de secagem (60, 70 e 80°C)**

Costs of intermittent drying corn grains subjected to three temperatures of drying air (60, 70 e 80 °C)

Edar Ferrari Filho, Roberto Gottardi, Rafael Gomes Dionello .....17

#### **Desempenho de genótipos de soja em solo hidromórfico de várzea**

Performance of soybean genotips in lowland soil

Evandro Luiz Missio, Sérgio de Assis Librelotto Rubin, Nilton Luiz Gabe, José Geraldo Ozelame.....23

#### **Composição de macrominerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético**

Macromineral contents in common bean cultivars and applications for genetic breeding

Evandro Jost, Nerinéia Dalfollo Ribeiro, Alberto Cargnelutti Filho e Irajá Ferreira Antunes .....31

#### **Estabilidade de produção de linhagens-elite de feijão em diferentes ambientes no Estado do Rio Grande do Sul**

Yield stability of common bean elite lines in the different environment in the State of Rio Grande do Sul

Nerinéia Dalfollo Ribeiro, Juarez Fernandes de Souza, Irajá Ferreira Antunes,

Gilberto Antonio Peripolli Bevilacqua e Sandra Maria Maziero .....39

#### **Comparação de custos de tratamentos de controle de plantas daninhas em abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul, Brasil**

Comparison of costs of weed control treatments in the pineapple culture in Rio Grande do Sul

Nelson Sebastião Model, Rodrigo Favreto .....45

#### **Efeito de tratamentos de controle de plantas daninhas sobre produtividade, tamanho, sanidade e qualidade de abacaxi**

Effect of weed control treatments on yield, size, sanity and quality of pineapple

Nelson Sebastião Model, Rodrigo Favreto, Alan Edison Cirino Rodrigues.....51

#### **Caracterização agronômica de cultivares de morangueiro na região da Depressão Central no RS**

Agronomic characterization of strawberries cultivars at RS

Sônia Maria Lobato Schuch, Ingrid Bergman Inchausti de Barros.....59

#### **Caracterização sensorial em cultivares de morangueiro**

Sensorial characterization of strawberry cultivars

Sônia Maria Lobato Schuch, Ingrid Bergman Inchausti de Barros, Erna V. Jong .....67

### Comunicado Técnico

#### **Resistência à salinidade de rizóbios noduladores de Lotus spp**

Lotus spp. nodulating rhizobia resistant to salinity

Adriana Ferreira Martins, Luciano Kayser Vargas, Julie Graziela Zanin, Letícia Schönhofen Longoni,

Leane Gabriele Collonia Fraga, Enilson Luiz Saccol de Sá .....73

## Tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do Estado do Rio Grande do Sul

Moacir Antonio Berlato<sup>1</sup>, Daiana Althaus<sup>2</sup>

**Resumo** – Neste trabalho, fez-se uma análise exploratória da tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada estacionais e anuais do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados mensais de temperatura mínima de 18 estações meteorológicas (período 1936-2000), bem como dados diários de temperatura mínima de dez estações meteorológicas (período 1945-2005). Os resultados mostram que houve coerente e estatisticamente significativo aumento da temperatura mínima, em todo o Estado, tanto no ano, como nas quatro estações do ano. No ano, o aumento linear do período (65 anos) foi de 1,3°C. O verão foi a estação do ano que apresentou o maior aumento da temperatura mínima (1,8°C em 65 anos) e o inverno a estação de menor aumento (0,5°C em 65 anos). A segunda metade da série estudada (1970-2000) se destaca não só pelo aumento da temperatura mínima como também pela mudança da distribuição de probabilidade. A redução do número de dias de geada foi maior para o ano, o inverno e o outono, porém com somente 40 %, 40 % e 30 %, respectivamente, das estações meteorológicas com significância estatística para o sinal negativo (redução de geada). Em parte, pelo menos, esse comportamento da temperatura mínima (e do número de dias de geada) no Estado está associado à maior frequência (e intensidade) dos eventos quentes do El Niño Oscilação Sul (ENOS), mormente nas últimas três décadas do século XX. Os resultados encontrados no Rio Grande do Sul são coerentes com os de outros autores para o Sudeste da América do Sul (SAS), indicando o caráter de grande escala da tendência desses elementos meteorológicos nessa região, portanto coerentes, também, com a hipótese do aquecimento global.

**Palavras-chave:** mudança climática, variabilidade climática, ENOS.

## Observed trend of the minimum temperature and the number of the frost days in the Rio Grande do Sul, State

**Abstract** - In this study, an exploratory analysis of the observed trend of minimum temperatures as well as an analysis of the number of frost days in the State of Rio Grande do Sul was made. Data were obtained monthly minimum temperature of 18 meteorological stations (period 1936-2000) as well as the daily minimum temperature of ten meteorological stations (period 1945-2005). The results show that there was a coherent and statistically significant increase of the minimum temperature in the whole State, in the year as well as in the four seasons. Regarding the year, the linear increase of the period (65 years) was of 1.3°C. Summer was the season that presented the highest increase (1.8°C in 65 years) and Winter was the season with the lowest increase (0.5°C in 65 years). The second half of the series studied (1970-2000) stands out not only by the increasing of the minimum temperature but also by changing the probability distribution. Reducing the number of frost days was higher for the year, Winter and Autumn, but with only 40 %, 40 % and 30 %, respectively, from meteorological stations with statistical significance for the negative sign (reduction of frost). In part at least, this behavior of the minimum temperature (and the number of frost days) in the State is associated with higher frequency (and severity) of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) warm events, particularly in the last three decades of the twentieth century. The results found in Rio Grande do Sul, State, are coherent with the ones from other authors who have studied the temperature trend and the occurrence of frost in the southeastern region of South America, showing the large-scale character of the trend of those meteorological elements in this region, but also coherent with the hypothesis of the global warming.

**Key words:** climate change, climate variability, ENSO.

<sup>1</sup> Professor Adjunto, Doutor, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000. E-mail: moacir.berlato@ufrgs.br.

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000. E-mail: daiana\_althaus@yahoo.com.br.

## Introdução

Vários trabalhos de pesquisa dos últimos anos, e relatórios científicos, como os do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) têm mostrado fortes indicadores de mudanças climáticas em escalas global e regional (IPCC, 2001; PETERSON et al., 2001; FRICH et al., 2002; PETERSON et al., 2002; VINCENT et al., 2005; HAYLOCK et al., 2006; IPCC, 2007). Conforme o IPCC (2007) é inequívoco o aquecimento da Terra, indicado pelas mais recentes e diretas observações de aumento da temperatura global do ar e dos oceanos, derretimento do gelo e neve e o aumento do nível médio do mar. As observações mostram que a temperatura média global da superfície (continentes e oceanos) aumentou no período 1901-2000 (100 anos) 0,6°C e no período 1906-2005 (100 anos) o aumento foi de 0,74°C, sendo que o período 1995-2006 foi o mais quente encontrado nos registros meteorológicos desde 1850. O Relatório do IPCC (2007) também afirma, de maneira mais categórica que o Relatório do IPCC (2001), que a maior parte do aumento da temperatura média global desde a metade do século XX é devido ao aumento dos gases de efeito estufa liberados na atmosfera (especialmente o CO<sub>2</sub>) pela atividade humana (origem antrópica). Para as próximas duas décadas, é projetado um aquecimento da Terra ao redor de 0,2°C por década. Mesmo se a concentração de todos os gases de efeito estufa e aerossóis for mantida constante, e nos níveis do ano 2000, um futuro aquecimento ao redor de 0,1°C por década é esperado (IPCC, 2007).

Alexander et al. (2006), analisando tendências climáticas observadas em grande área do Globo (2.223 estações meteorológicas de temperatura e 5.948 estações meteorológicas de precipitação pluvial) encontraram, para o caso da temperatura, aumento da frequência de noites quentes, redução da amplitude de temperaturas extremas e redução de dias de geada.

Segundo Vincent et al. (2005), sinais evidentes de aquecimento do clima foram observados também na América do Sul, especialmente no Sudeste da América do Sul (SAS), que inclui o sul do Brasil, no período 1960-2000. Os resultados mostram tendência significativa de aumento da temperatura mínima nessa região, aumento de noites quentes e redução da amplitude diária da temperatura, entre outros.

A temperatura mínima é uma variável muito importante para a agricultura, pois está associada ao termo-período, às horas de frio, às ondas de frio e a outro fenômeno meteorológico, em geral, adverso à agropecuária do Estado que é a geada. No

Rio Grande do Sul, embora haja trabalhos mostrando tendência de temperatura, não há informação abrangendo todo o Estado e suas diversas regiões climáticas e com base em séries históricas de longo prazo e, muito menos, trabalhos mostrando a tendência de ocorrência de geada.

Este trabalho teve, pois, como objetivo quantificar a tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

Foram utilizados dados mensais de temperatura mínima (°C) de 18 estações meteorológicas (Cachoeira do Sul, Caxias do Sul, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Iraí, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Santa Maria, Santana do Livramento, Santa Vitória do Palmar, São Borja, São Gabriel, São Luiz Gonzaga, Taquari, Torres, Uruguaiana e Vacaria) do Estado do Rio Grande do Sul, período 1936-2000. Também foram utilizados dados diários de temperatura mínima de dez estações meteorológicas (Bagé, Bento Gonçalves, Cruz Alta, Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Santa Maria, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana), período 1945-2005, para estimativa do número de dias de geada. Como se vê, o período das duas séries não é o mesmo e também as estações não são as mesmas (2 diferentes). Isso se deve à dificuldade de se conseguir dados diários. As fontes dos dados foram as redes oficiais de meteorologia pertencentes ao Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e ao Centro de Meteorologia Aplicada da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (CemetRS/Fepagro). Foram, ainda, identificados os anos de El Niño e La Niña do período 1936-2005 (dados do *Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration* (CPC/NCEP/NOAA) (NOAA, 2011)). Os dados de temperatura foram examinados quanto à qualidade e quanto à homogeneidade. Foram verificadas ocorrências como temperatura mínima maior que a máxima, bem como valores extremos de temperatura mínima e comparados com estações vizinhas, cujos gráficos das séries históricas foram inspecionados visualmente. Também, por inspeção visual, foi verificada a existência de saltos nas séries históricas que podem acontecer com mudança de local da estação, por exemplo. Com base nessa triagem, foi escolhido um grupo de estações meteorológicas distribuídas espacialmente de maneira a representar as diversas regiões climáticas do Rio Grande do Sul.

A análise da temperatura mínima foi feita com desvios relativos à normal climatológica do período 1961-1990. A análise de tendência linear da temperatura mínima e do número de dias de geada foi feita usando o método clássico dos mínimos quadrados para o ajuste da regressão (WILKS, 1995), avaliando-se a tendência com o teste de hipótese (teste t), para o coeficiente de regressão  $\beta_1$  ( $\beta_1=0$ , não existe tendência;  $\beta_1 \neq 0$ , existe tendência), nos níveis de significância de 10 %, 5 % e 1 %. Foi também calculada a média móvel (sete anos) que filtra as oscilações de alta frequência e mostra oscilações de baixa frequência ou de longo prazo. A análise de tendência do número de dias de geada foi feita considerando condições de geada quando a temperatura mínima no abrigo meteorológico fosse igual ou menor que 3°C. Trabalho realizado para todo o Estado (média de dez estações meteorológicas) mostra que a maior frequência das diferenças entre temperatura mínima no abrigo meteorológico (1,5 m) e na relva (0,05m) está entre 2,1 e 4,0°C, com ponto médio de aproximadamente 3°C (OLIVEIRA, 1997); portanto, para o caso deste trabalho, foi usado o valor médio de 3°C no abrigo para representar condições de geada na superfície.

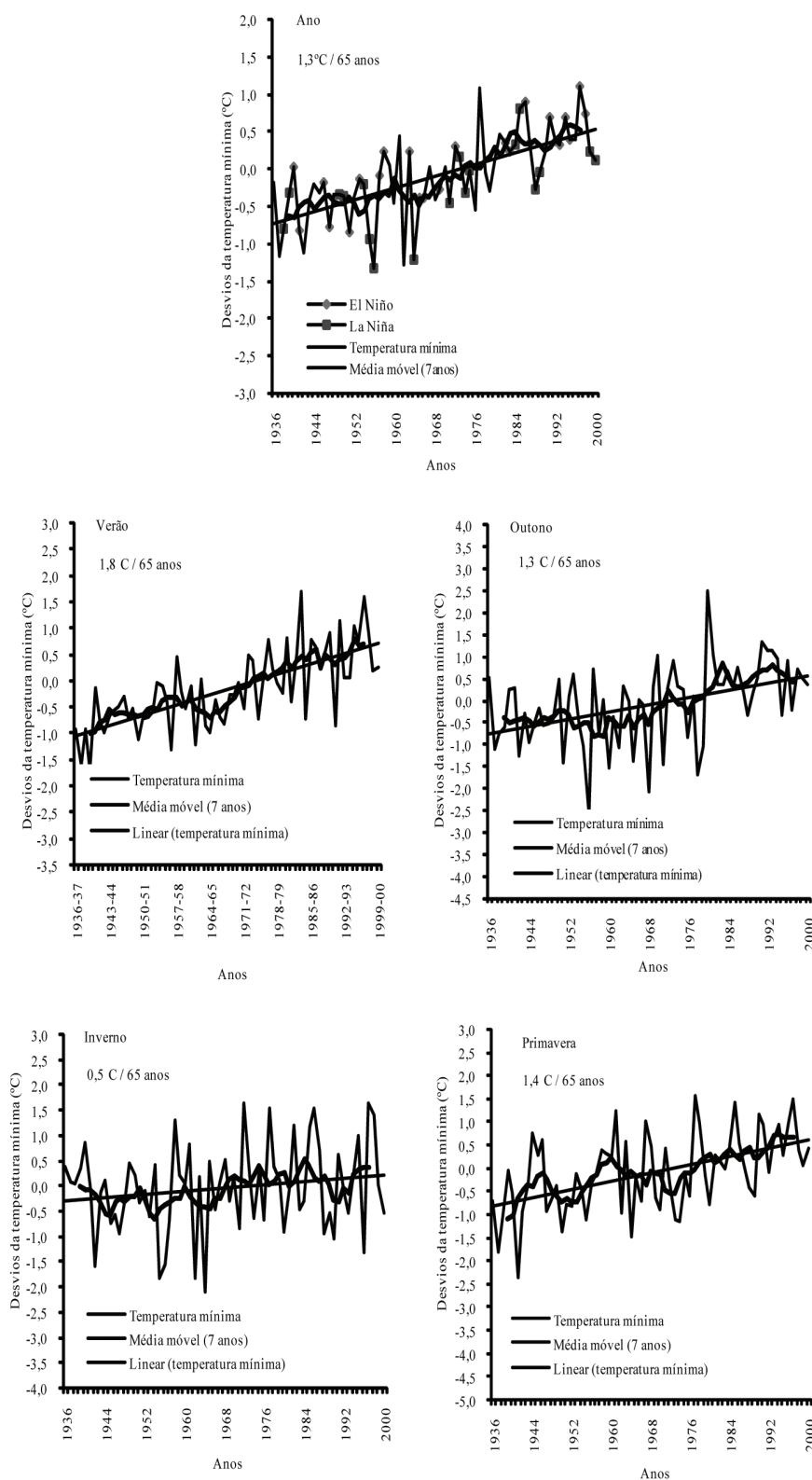
Foi analisada também a distribuição de probabilidade empírica da temperatura mínima, usando a técnica do diagrama de caixa (Box plot) (WILKS, 1995), para todo o período (1936-2000) e para os subperíodos 1936-1969 e 1970-2000. O ponto de corte da série foi feito com base na observação da curva da média móvel, em que se nota maior aumento da temperatura mínima, aproximadamente, a partir do início dos anos 1970.

## Resultados e Discussão

O desvio da temperatura mínima do Rio Grande do Sul aumentou no período 1936-2000, tanto na média anual como nas quatro estações do ano (Figura 1). A tendência linear da temperatura mínima anual foi de 0,0196°C por ano, totalizando no período de 65 anos um aumento de 1,3°C. O verão foi a estação com a mais forte tendência de aumento da temperatura mínima, com taxa de 0,0278°C por ano, totalizando, nas seis décadas e meia do final do século XX, 1,8°C. O inverno foi a estação de menor tendência, com apenas 0,5°C no período. Com exceção do inverno, nas outras estações e no ano as tendências foram estatisticamente significativas. Martins e Berlatto (2006), em trabalho preliminar e com série histórica menor do que a do presente trabalho, já haviam mostrado tendência de aumento da temperatura mínima no Estado. Também, para a

região de Pelotas, RS, Steinmetz et al. (2007) mostraram um aumento da temperatura mínima anual de 0,98°C no período 1897-2004 e um aumento de 1,70°C no período 1955-2004.

A distribuição do sinal da tendência linear da temperatura mínima (Figura 2) mostra ampla coerência espacial. No ano, 16 das 18 estações tiveram aumento de temperatura (sinal positivo), sendo 14 delas (78 %) com significância estatística, para os níveis 10 %, 5 % e 1 %. Das estações do ano, considerando também os três níveis de significância, o verão, o outono e a primavera apresentaram maior número de estações com sinal significativo de aumento da temperatura (83 %, 61 % e 61 %, respectivamente). O inverno foi a estação do ano de menor tendência estatisticamente significativa (cinco com sinal positivo e duas com sinal negativo). Rusticucci e Barrucand (2004), estudando tendência de temperaturas extremas na Argentina, no período 1959-98, mostraram que a estação do verão foi a que apresentou a mais forte tendência positiva da temperatura mínima. A região nordeste da Argentina, de mesmo tipo climático que a maior parte da área do Rio Grande do Sul (Subtropical sem estação seca), concentrou o maior número de estações com forte tendência de aumento da temperatura mínima, várias delas na fronteira com o Rio Grande do Sul (oeste do Estado). Conforme a Figura 2, vê-se que, com exceção de Uruguiana para o caso anual, e para o outono e o inverno, à margem esquerda do Rio Uruguai, em território sul-rio-grandense, continua o sinal de aumento da temperatura mínima observado à margem direita do Rio Uruguai, em terras argentinas. Isso não só mostra coerência espacial, como indica que a causa desta tendência é, muito possivelmente, um fenômeno de grande escala, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS). Os resultados deste trabalho, em relação à temperatura mínima, estão também de acordo com os de Vincent et al. (2005), acima citados, que analisaram as tendências das temperaturas extremas (máxima e mínima) no SAS. Aumento da temperatura mínima, que ocorre no final da noite, consequência da perda de onda longa (OL), significa aumento de noites quentes, que no caso dos resultados deste trabalho a maior tendência ocorreu no verão e na primavera. Nota-se, ainda, na Figura 1, que vários picos de temperaturas mínimas (maiores desvios positivos) ocorrem em anos de El Niño e, também, vários valores de baixas temperaturas mínimas (maiores desvios negativos) ocorrem em anos de La Niña no Rio Grande do Sul. Entretanto, a maior frequência de eventos El Niño na segunda metade do século passado, especialmente nas últimas duas décadas, que além do forte El Niño de 1982/1983 inclui o chamado longo El Niño da década



**Figura 1** - Tendência dos desvios da temperatura mínima anual e estacional (°C) do Estado do Rio Grande do Sul (média de 18 estações meteorológicas), período 1936-2000. Os desvios são relativos à normal climatológica 1961-1990



de 1990, com duração de mais de três anos e o segundo El Niño mais forte da última metade do século XX (1997/1998), contribuiu para a tendência positiva da temperatura mínima. Por exemplo, para o caso do ano, para temperatura mínima, houve, no período de estudo, 24 eventos de El Niño e 18 eventos de La Niña. Ou seja, em cerca de 37 % dos anos do período 1936-2000 houve evento quente de ENOS, sendo que nos últimos 20 anos do século XX, metade deles foram anos de El Niño (Figura 1, ano). Lopes e Berlato (2000) mostraram o impacto de El Niño e La Niña nas temperaturas máximas e mínimas do Estado, concluindo que a temperatura mínima é mais afetada por esses fenômenos. Os mesmos autores (LOPES e BERLATO, 2002) também encontraram correlação significativa entre temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Niño 3.4 no Pacífico equatorial e temperatura mínima no Rio Grande do Sul. O mecanismo El Niño e temperatura mínima é simples: El Niño, comprovadamente, provoca, no Rio Grande do Sul, aumento de precipitação pluvial (BERLATO e FONTANA, 2003), consequência de aumento da umidade do ar e aumento da nebulosidade (CUSTÓDIO, 2007). Essas condições à noite provocam menor perda de onda longa ( $OL\uparrow$ ) da superfície e, portanto, maior temperatura mínima.

A Figura 3 mostra a distribuição de probabilidade da temperatura mínima (Box plot) para todo o período (1936-2000) e para os dois subperíodos (1936-1969 e 1970-2000); além da mudança de distribuição de probabilidade, vê-se que o período 1970-2000 foi o de maior aquecimento tanto no ano como nas quatro estações do ano. Por exemplo, no ano, para o período 1970-2000, cerca de 80 % dos dados estão acima da mediana de todo o período (1936-2000) e cerca de 90 % dos dados estão acima da mediana do primeiro período (1936-1969) (ver Box plot, Fig. 3, ano). A estação do ano com maior aumento da temperatura nas últimas três décadas do século XX foi o verão, coerente com a tendência linear da temperatura mínima (Figura 1). Essa maior tendência de aumento da temperatura mínima nas últimas três décadas do século passado está de acordo com o hoje clássico gráfico da temperatura global que mostra acentuado aumento da temperatura a partir do início dos anos 1970.

Os episódios de geada no ano foram reduzidos em 3,5 dias, em média, nas últimas seis décadas no Rio Grande do Sul (1945-2005). No inverno a redução foi de 2,3 dias, no outono, 0,9 dia, e na primavera, embora com sinal positivo, não houve praticamente mudança. A Figura 4 mostra a tendência do número de dias de geada ( $T \leq 3^{\circ}\text{C}$ , no abrigo meteorológico) para o ano, outono, inverno e primavera.

Em geral, os mínimos de ocorrência de geada ocorrem em anos de El Niño e os máximos ocorrem em anos de La Niña (Figura 4, ano), o que é muito coerente com o que acontece com a temperatura mínima.

Em relação à distribuição espacial do sinal de tendência linear do número de dias de geada, no total (ano, outono, inverno e primavera), 70 % das estações meteorológicas apresentaram sinal negativo (redução de geada) e 30 % das estações, sinal positivo (aumento de geada), considerando-se tanto os sinais com significância estatística (para os três níveis de significância: 10 %, 5 % e 1 %) como os sem significância estatística (Figura 5). No ano, oito das dez estações apresentaram sinal negativo, sendo quatro destas (40 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo e destas, uma estação com significância estatística. No outono, oito estações apresentaram sinal negativo, mas apenas três (30 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo, porém sem significância estatística. No inverno, oito estações apresentaram sinal negativo, sendo quatro (40 %) com significância estatística, e duas estações apresentaram sinal positivo e destas, uma com significância estatística. Discordante, em parte, com a tendência acima, a primavera apresentou seis das dez estações com sinal positivo (aumento de geada), mas apenas duas destas com significância estatística, e quatro estações apresentaram sinal negativo, mas sem significância estatística.

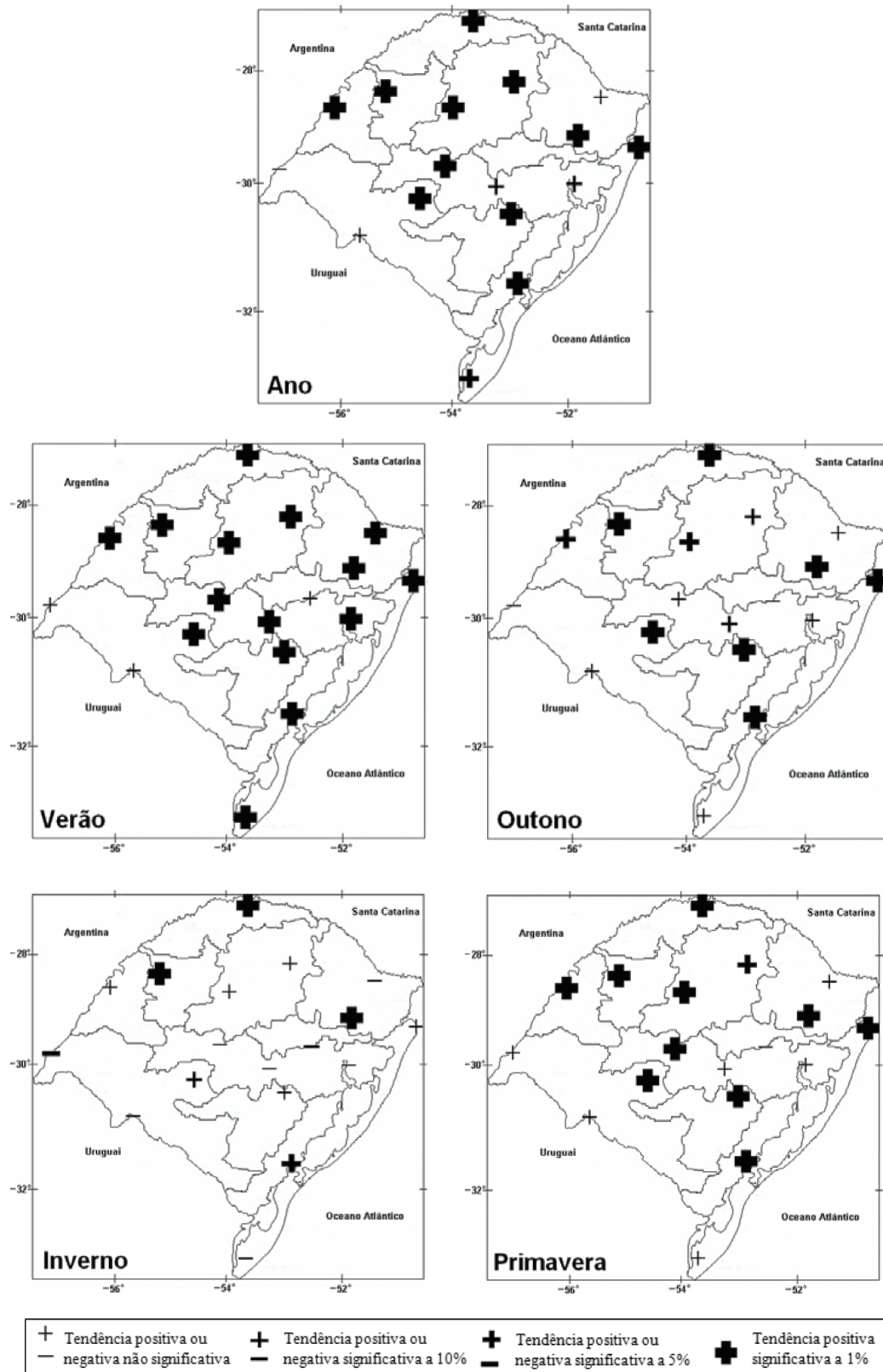
Das estações meteorológicas estudadas quanto à distribuição do sinal de tendência linear do número de dias de geada, Uruguaiana foi a única que apresentou sinal positivo estatisticamente significativo (para os três níveis de significância) tanto para o ano como também para o inverno e a primavera, o que guarda certa coerência com a tendência da temperatura mínima de Uruguaiana (Figura 2).

## Conclusões

Há forte e coerente tendência de aumento da temperatura mínima do Rio Grande do Sul no período 1936-2000, principalmente no verão e primavera, o que significa aumento de noites relativamente mais quentes nessas duas estações do ano.

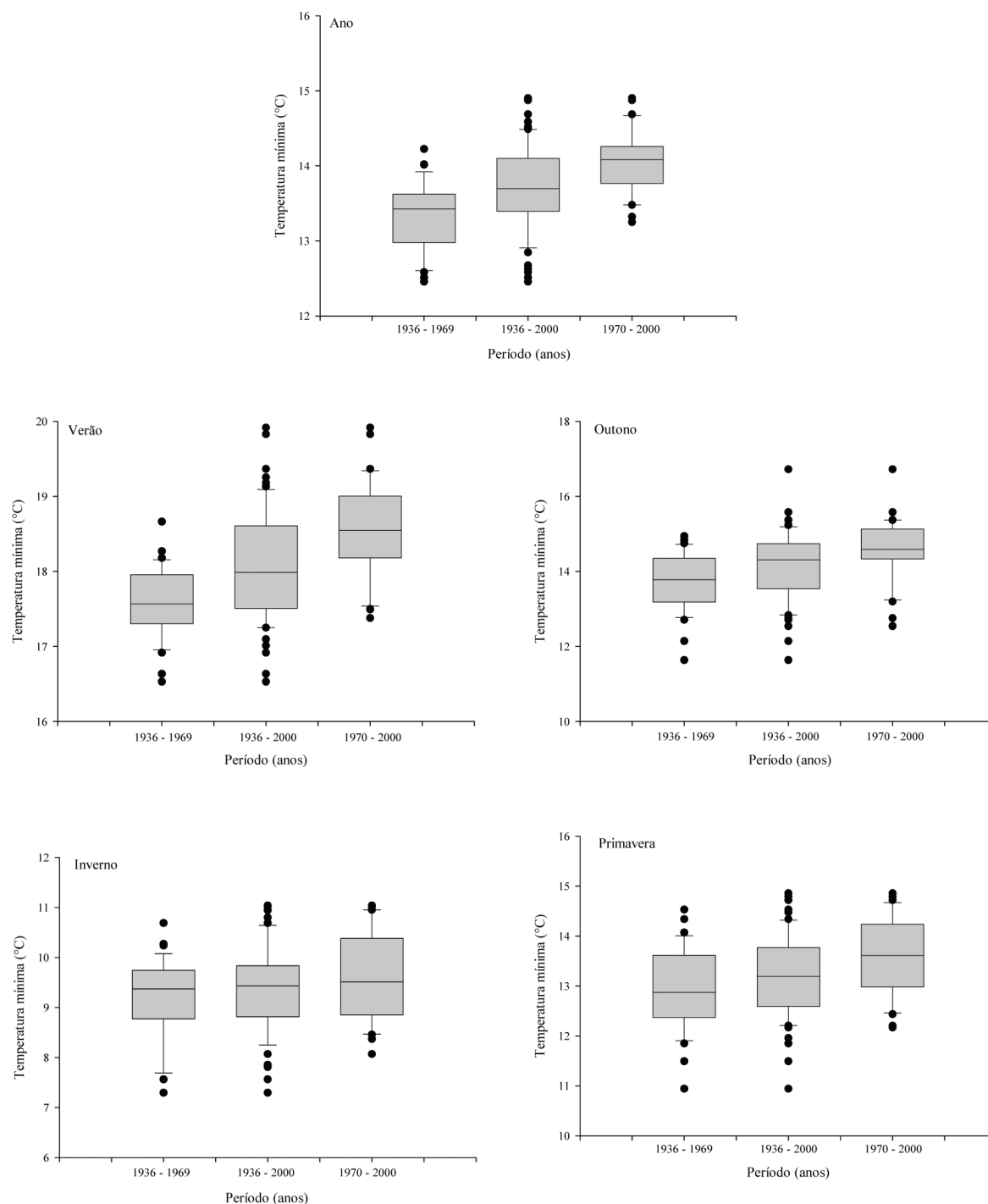
Da série de dados usada, o período de maior aquecimento é o das últimas três décadas do século XX.

Embora sem a coerência espacial e a significância estatística da temperatura mínima, a maioria das estações meteorológicas apresenta sinal de redução de geada.



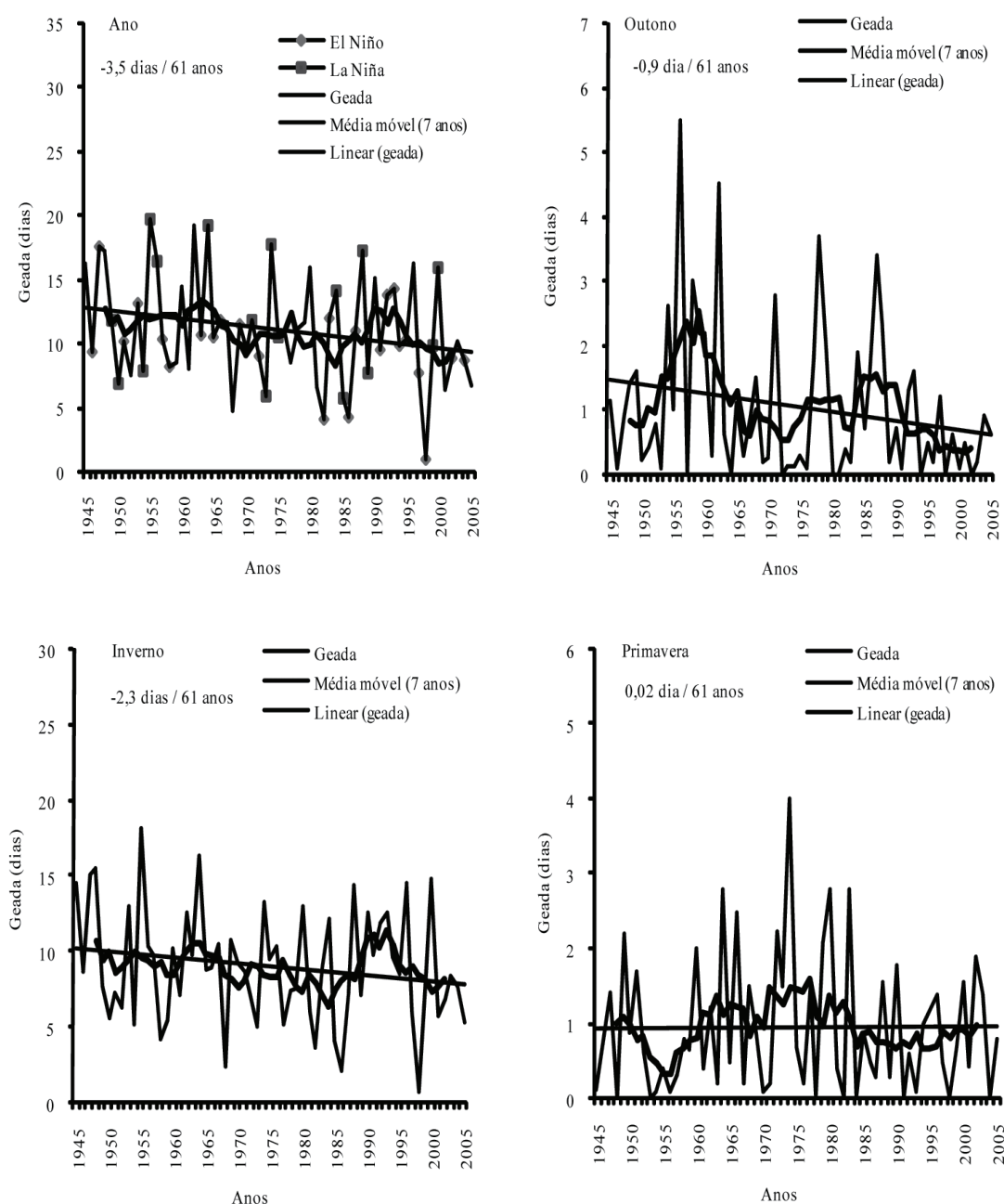
**Figura 2** - Sinal de tendência linear dos desvios da temperatura mínima anual e estacional (°C) no Estado do Rio Grande do Sul, período 1936-2000. Os desvios são relativos à normal climatológica 1961-1990

TENDÊNCIA OBSERVADA DA TEMPERATURA MÍNIMA  
E DO NÚMERO DE DIAS DE GEADA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



**Figura 3** - Distribuição da temperatura mínima anual e estacional (°C), para três períodos, do Estado do Rio Grande do Sul. A linha cheia dentro da caixa representa o percentil 50 % (mediana), o inferior da caixa representa o percentil 25 % e o superior da caixa 75 %, o traço inferior representa o percentil 10 % e o superior 90 %. Os círculos cheios representam os extremos



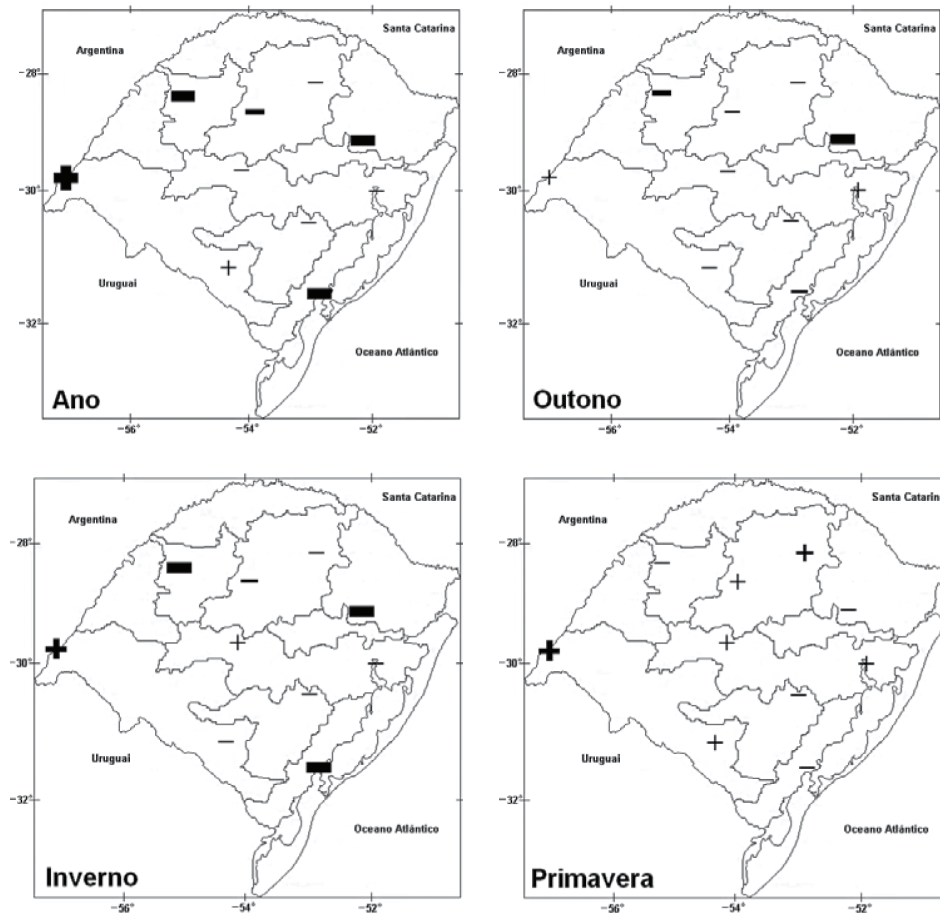


**Figura 4** - Tendência do número de dias de geada (média de dez estações) no Estado do Rio Grande do Sul, período 1945-2005. Considerada ocorrência de geada quando, no abrigo meteorológico, a temperatura  $\geq 3^{\circ}\text{C}$

A causa mais aparente e direta do aumento da temperatura mínima do Estado, nesse período, é o El Niño, mas os resultados são, também, coerentes com o aquecimento global. Estratégias de prevenção, adaptação e de mitigação às novas condições climáticas devem ser seriamente consideradas pe-

los governos e tomadores de decisão das atividades humanas sensíveis à variabilidade climática, entre elas, em especial, a agricultura. A inação será a estratégia menos adequada, porque isso poderá custar muito caro à atual e, principalmente, às futuras gerações.

TENDÊNCIA OBSERVADA DA TEMPERATURA MÍNIMA  
E DO NÚMERO DE DIAS DE GEADA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



**Figura 5** - Sinal de tendência linear do número de dias de geada no Estado do Rio Grande do Sul, período 1945-2005. Considerada a ocorrência de geada quando, no abrigo meteorológico, a temperatura  $\geq 3^{\circ}\text{C}$

## Referências

ALEXANDER, L.V.; ZHANG, X.; PETERSON, T.C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A.M.G.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHENSON, D.B.; BURN, J.; AGUILAR, E.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J.L. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, St. Louis, v.111, p.1-22, 2006.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsão climática na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 110p.

CUSTÓDIO, M.S. **Nebulosidade diurna no Rio Grande do Sul**: climatologia e monitoramento por satélite. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 144f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, v.16, n.1 e 2, p.7-16, 2010.

FRICH, P.; ALEXANDER, L.V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; KLEIN TANK, A.M.G.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, Silver Spring, v.19, p.193-212, 2002.

HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIAÇÃO, Y.M.T.; BAEZ, J.; BARROS, V.R.; BERLATO, M.A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V.J.; GRIMM, A.M.; KAROLY, D.; MARENGO, J.A.; MARINO, M.B.; MONCUNILL, D.F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J.L.; TREBEJO, I.; VINCENT L.A. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, Boston, v.19, n.8, p.1490-1512, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, adaptations and vulnerability. Disponível em: <[http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg2/index.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg2/index.htm)>. Acesso em: janeiro de 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers). Disponível em:

<[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)>. Acesso em: fevereiro de 2007.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

LOPES, F.; BERLATO, M.A. Impactos do El Niño/La Niña nas temperaturas médias mínimas e médias máximas no Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2000. CD-ROM.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Relações entre a temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Nino 3.4 e a temperatura média mínima do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. CD-ROM.

MARTINS, E.J.; BERLATO, M.A. Tendência das temperaturas máximas e mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. CD-ROM.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). Disponível em: <<http://www.noaa.gov/>>. Acesso em: julho de 2011.

OLIVEIRA, H.T. **Climatologia das temperaturas mínimas e probabilidade de ocorrência de geada no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de Concentração em Agrometeorologia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PETERSON, T.C.; FOLLAND, C.; GRUZA, G.; HOGG, W.; MOKSSIT, A.; PLUMMER, N. **Report on the activities of the Working Group on Climate Changes detection and related rapporteurs, 1998-2000**. Zagreb, 2001. 117 p.

\_\_\_\_\_.; TAYLOR, M.A.; DEMERITTE, R.; DUNCOMBE, D.L.; BURTON, S.; THOMPSON, F.; PORTER, A.; MERCEDES, M.; VILLEGAS, E.; FILS, R.S.; TANK, A.K.; MARTIS, A.; WARNER, R.; JOYETTE, A.; MILLS, W.; ALEXANDER, L.; GLEASON, B. PETERSON, T. C. et al. Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. **Journal of Geophysical Research**, St. Louis, v.107, n.D21, 4601, 2002.

RUSTICUCCI, M.; BARRUCAND, M. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. **Journal of Climate**, Boston, v.17, p.4099-4107, 2004.

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGGE, M.S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. STEINMETZ, S. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis consequências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2007. CD-ROM.

VINCENT, L.A.; PETERSON, T.C.; BARROS, V.R.; MARINO, M.B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; BERLATO, M.A.; GRIMM, A.M.; MARENGO, J.A.; MOLION, L.; MONCUNILL, D.F.; REBELLO, E.; ANUNCIAÇÃO, Y.M.T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J.L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO, I.; BIDEGAIN, M.; HAYLOCK, M.R.; KAROLY, D. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. **Journal of Climate**, Boston, v.18, p.5011-5023, 2005.

WILKS, D.S. **Statistical methods in the atmospheric sciences: an introduction**, New York, Academic Press, 1995. 467 p.

## Custos da secagem intermitente de grãos de milho submetidos a três temperaturas do ar de secagem (60, 70 e 80°C)

Edar Ferrari Filho<sup>1</sup>, Roberto Gottardi<sup>2</sup>, Rafael Gomes Dionello<sup>3</sup>

**Resumo** - Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar consumo e custos de combustível gás liquefeito de petróleo (GLP) e eletricidade na secagem intermitente de grãos de milho, comparando-se três temperaturas do ar de secagem. Os grãos foram oriundos de lavoura experimental da Estação Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e secos até umidade de aproximadamente 13 % utilizando secagem intermitente com uso de GLP a temperaturas de 60, 70 e 80°C. Foram realizadas avaliações de consumo e custos horário, unitário e total para o combustível GLP. Também foram realizadas avaliações de consumo total e custo de eletricidade por saco, além do custo total de secagem para todos os tratamentos estudados. A secagem intermitente de grãos de milho com temperatura do ar de 80°C apresentou a maior taxa de secagem e o menor tempo total de secagem. O custo total e horário de GLP e o custo total da secagem intermitente de grãos de milho por saco foi menor na secagem a 70°C. A secagem em temperatura do ar de 80°C apresentou maior eficiência de trabalho, enquanto a secagem em temperatura do ar de 70°C apresentou maior eficiência econômica.

**Palavras-chave:** secagem intermitente, milho, avaliação econômica.

## Costs of intermittent drying corn grains subjected to three temperatures of drying air (60, 70 e 80°C)

**Abstract** - This study was performed to evaluate fuel consumption and costs of liquefied petroleum gas (LPG) and electricity in the intermittent dry in gof grains, comparing three temperatures of drying air. The grains were derived from experimental farm of the Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul, and dry until moisture content of about 13% using intermittent drying with the use of LPG at temperatures of 60, 70 and 80°C. We evaluated costs and time consumption, unit and total for the LPG fuel. Were also evaluated for total consumption and electricity cost per bag, beyond the total cost of drying for all treatments. The intermittent drying of grain at an air temperature of 80°C had the highest drying rate and the lowest total time of drying. The total cost of LPG and time and total cost of intermittent drying of grains per bag on drying was less than 70°C. The drying air temperature of 80°C has high work efficiency, while the drying air temperature of 70°C showed greater economic efficiency.

**Key words:** intermittent drying, corn, economic evaluation.

### Introdução

Segundo FAO (2006), o Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, atrás apenas dos Estados Unidos e China, e tendo respondido, na média do período de 1990 a 2000, com cerca de 6 % do volume produzido mundialmente. Os países que possuem as maiores produções são Estados Unidos, com participação de aproximadamente 40 %, e China,

com cerca de 20 % da oferta mundial de milho. Outros países importantes são México, França e Argentina, com participações expressivas na produção mundial, podendo-se também destacar a importância de países como Romênia, Iugoslávia, África do Sul, Índia, Itália, Canadá e Hungria.

O milho é o segundo grão mais produzido no país, perdendo somente para a soja, chegando a aproximadamente 54 milhões de toneladas, na safra

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade. Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, Caixa Postal 15100, 91540-000. Telefone (51) 33087404.

<sup>1</sup> Mestrando em Fitotecnia/Bolsista Capes. E-mail: edarff@gmail.com. Telefone: (51) 81571422.

<sup>2</sup> Estudante de Graduação/Bolsista CNPq. E-mail: r.gottardi@yahoo.com.br. Telefone (51) 81286995.

<sup>3</sup> Professor titular. E-mail: rafadionello@hotmail.com. Telefone (51) 81004749.

2009/2010 (CONAB, 2010), com um acréscimo de 6,6 % em relação à safra anterior. No Brasil, os estados de maior produção são Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, que é o quarto estado em produção, com cerca de 10 % da produção nacional e uma produtividade média de aproximadamente 5000 kg ha<sup>-1</sup>. A região Noroeste é a maior produtora do estado com mais de 50 % da produção estadual e a região metropolitana de Porto Alegre fica com cerca de 3 % da produção de milho no Rio Grande do Sul. Os principais municípios produtores são Montenegro e Osório (CONAB, 2010).

A secagem e o armazenamento constituem uma importante etapa da cadeia produtiva de grãos, influenciando significativamente a qualidade final do produto. Os custos relativos a estas etapas requerem atenção especial dos produtores, pois se forem muito elevados, podem comprometer uma significativa parcela da rentabilidade do processo de produção e comercialização dos grãos. Portella & Martins (2000) complementam que, no sistema produtivo atual, a qualidade dos grãos tem destacada importância para determinação do preço pago pelo produto e para atender a exigência do mercado consumidor, principalmente em relação às exportações.

A secagem é uma rotina operacional necessária para a adequada armazenagem dos grãos e sementes após a colheita e consiste na remoção da maior parte da umidade através de um processo que combina a geração de correntes de ar aquecido entre as massas dos grãos, através de um processo mecânico. Silva (2004) define secagem de grãos como um processo termodinâmico que tem por objetivo reduzir o teor de umidade das sementes, para que estejam em condições para serem armazenadas por longos períodos.

A secagem para o armazenamento dos grãos e sementes se faz necessária, por dois fatores principalmente, que segundo Rossi & Roa (1980) são: evitar a proliferação de insetos, fungos e microorganismos que deterioram grãos em estoque e permitir a estocagem das sementes por longos períodos sem que estas venham a germinar. O processo de secagem pode custar até 15 % do custo total das atividades relativas à pós-colheita.

A secagem intermitente é caracterizada pela passagem descontínua do ar aquecido pela massa de grãos, também em movimento, promovido pela recirculação do grão no secador. Com isso, há difusão da água do interior para a periferia do grão e a evaporação da água periférica ocorre de maneira branda e equilibrada. Nesse processo, os grãos permanecem recirculando no interior do se-

cador durante toda a operação e o seu contato com o ar se realiza de modo descontínuo e repetitivo (AHRENS et al., 2000; SILVA et al., 1995). O ar de secagem, ao mesmo tempo em que fornece calor ao sistema, absorve água do produto em forma de vapor. O gasto de energia térmica provocado pela evaporação da água é acompanhado por um resfriamento do ar. Contudo, ele absorve em forma de vapor o que perde sob a forma de calor, caracterizando um processo isoentálpico. Grãos são produtos higroscópicos e, como tais, sofrem variações no seu conteúdo de água, a qualquer momento, de acordo com as condições do ar ambiente que os circunda (MILMAN, 2001; PORTELLA & EICHELBERGER, 2001; ELIAS, 2002).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar consumo e custos de combustível GLP (gás liquefeito de petróleo) e eletricidade na secagem intermitente de grãos de milho, comparando-se três temperaturas do ar de secagem (60, 70 e 80°C).

## Material e Métodos

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

### 1. Colheita e secagem

As espigas foram colhidas, com umidade de 18 %, debulhadas em debulhadora estacionária mecânica de cilindro dentado, os grãos posteriormente limpos em máquina de ar e peneiras planas, para retirada de impurezas, grãos quebrados e outras matérias. Em seguida, divididos em três tratamentos de secagem ( $S_1$  a  $S_3$ ):

$S_1$  - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 60°C.

$S_2$  - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 70°C.

$S_3$  - Secagem intermitente, com ar aquecido, a 80°C.

A temperatura do ar de secagem foi controlada por sensor localizado na tubulação da saída do ar do ventilador para a câmara de secagem. Os grãos foram secos até teor de água respectivamente de 13,8 %, 13,32 % e 13,28 % em b.u.; foram utilizados fluxos de ar, respectivamente, de 1,45, 1,70 e 1,65 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> ton<sup>-1</sup> de grãos; foram utilizadas velocidade do ar de secagem respectivamente de 64 m s<sup>-1</sup>, 75 m s<sup>-1</sup> e 73 m s<sup>-1</sup>, para os tratamentos  $S_1$  a  $S_3$ . Para cada tratamento foram realizadas três repetições e foram secos 93 sacos em cada repetição de cada tratamento.

Durante as operações de secagem ( $S_1$  a  $S_3$ ), foi realizado o acompanhamento da umidade com determinador dielétrico (GEOLE), previamente



calibrado pelo método da estufa, sendo retiradas amostras em intervalos de tempo, para que a secagem fosse realizada até os grãos atingirem umidade próxima a 13 %. Ao final das operações e a partir daí, todas as determinações de umidade foram feitas em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , com circulação natural de ar (BRASIL, 2009).

A temperatura do ar de secagem foi monitorada com termômetro de mercúrio, com escala de  $0,5^\circ\text{C}$ , sendo o mesmo posicionado na entrada do secador, após o ventilador. A velocidade do ar de secagem foi monitorada utilizando-se anemômetro de pás rotativas.

A temperatura da massa de grãos foi monitorada com termômetro de mercúrio, com escala de  $0,5^\circ\text{C}$ , coletando-se amostras na parte inferior do secador, colocando-as em copos plásticos e, após três minutos, lidos os resultados.

Também foram calculadas as taxas de secagem para as duas condições estudadas, dividindo-se a quantidade de água retirada (%) pelo tempo total de secagem.

## 2. Avaliações

Para medição do consumo de GLP foi utilizado um medidor de vazão de gás em  $\text{m}^3$ , da marca LAO, modelo G1, posicionado antes do queimador, onde foram coletados dados a cada hora, até o final da secagem. O consumo de gás foi medido em  $\text{m}^3$ , e, para calcular os valores gastos totais, usaram-se as seguintes deduções:

$1 \text{ m}^3 \text{ de GLP} = 2,5 \text{ kg de GLP (SUPERGASBRAS, 2010)}$

$1 \text{ kg de GLP} = \text{R\$ } 2,50 \text{ ou US\$ } 1,75 \text{ (em agosto de 2010) (SUPERGASBRAS, 2010)}$

Para os cálculos de consumo de GLP, foram utilizadas as seguintes equações:

Consumo total ( $\text{kg t}_{\text{seca}}^{-1}$ ) = o consumo total foi obtido dividindo-se o consumo efetivo pelo peso dos grãos após secagem.

Consumo horário ( $\text{kg h}^{-1}$ ) = obtido mediante a divisão do consumo total efetivo pelo número efetivo de horas de duração da secagem.

Consumo unitário ( $\text{kg \%}^{-1} \text{ t}_{\text{seca}}^{-1}$ ) = obtido dividindo-se o consumo total pelo percentual de água retirado e pelo peso final de grãos secos.

Para os cálculos de custos de GLP, foram utilizadas as seguintes equações, considerando-se o preço de  $\text{R\$ } 2,50 \text{ kg}^{-1}$  de GLP ou  $\text{US\$ } 1,75$ , em agosto de 2010, (SUPERGASBRAS, 2010):

Custo total ( $\text{R\$ t}_{\text{seca}}^{-1}$ ) = obtido a partir do consumo total de GLP ( $\text{kg t}_{\text{seca}}^{-1}$ ).

Custo horário ( $\text{R\$ h}^{-1}$ ) = obtido a partir do consumo horário de GLP ( $\text{kg h}^{-1}$ ).

Custo unitário ( $\text{R\$ sacco } 60 \text{ kg}^{-1}$ ) = obtido a partir do consumo total de GLP ( $\text{kg t}_{\text{seca}}^{-1}$ ), dividindo-se por unidade de 60 kg.

Para os três tratamentos de secagem, utilizaram-se dois motores elétricos no secador, um para acionar o ventilador que impulsionava o ar de secagem e o outro para acionar o mecanismo de movimentação de grãos dentro do secador intermitente, com potência de 1,5 e 4,0 cv, e consumo horário de 1,17 e 3,25 kWh, respectivamente.

Em relação ao consumo e custos com eletricidade, para as secagens, foram realizados os seguintes cálculos:

Consumo total (kWh) = calculado a partir do consumo de eletricidade horário de cada ventilador, multiplicado pelo tempo total de secagem.

Custo ( $\text{R\$ sacco } 60 \text{ kg}^{-1}$ ) = obtido a partir do consumo de energia elétrica, considerando-se o preço de  $\text{R\$ } 0,37$ , em agosto de 2010.

Para cálculo do custo total de secagem, para as secagens, utilizou-se o seguinte cálculo:

Custo total ( $\text{R\$ sacco } 60 \text{ kg}^{-1}$ ) = obtido pela soma dos custos totais de GLP e eletricidade.

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5 % de probabilidade. A avaliação estatística dos resultados do experimento foi realizada por meio do aplicativo computacional estatístico *BioEstat* 5.0.

## Resultados e Discussão

Os resultados médios da temperatura da massa de grãos nas secagens  $S_1$  a  $S_3$  foram respectivamente de 26, 28 e  $31^\circ\text{C}$ . O valor médio da temperatura do ar de secagem nas secagens  $S_1$  a  $S_3$  foi de 59, 70 e  $80^\circ\text{C}$ . O tempo de secagem foi de 15, 13 e 12 h, e as taxas de secagem foram 0,28, 0,36 e  $0,39 \text{ pph}^{-1}$ , respectivamente para a secagem  $S_1$  a  $S_3$ .

Portella & Martins (2001), estudando a secagem de milho em condições estacionárias, utilizando GLP como combustível, com umidade inicial de 18 %, em temperatura do ar de secagem de 40, 70 e  $100^\circ\text{C}$ , obtiveram como resultados de taxa de secagem, respectivamente, 1,25, 1,62 e  $3,65 \text{ pph}^{-1}$ , para as temperaturas de 40, 70 e  $100^\circ\text{C}$ , valores superiores aos encontrados neste trabalho para a secagem com GLP, porém em processo de secagem estacionária.

O consumo e o custo totais de GLP, além do custo unitário, alcançaram o maior valor na secagem com temperatura a  $60^\circ\text{C}$ , seguido da tempera-

tura de 80 e de 70°C (Tabela 1). Isso ocorre porque quando se utilizam temperaturas de secagem mais baixas, maior é o tempo de secagem, resultando em um maior consumo total de GLP. Já na secagem com maior temperatura (80°C), em virtude da necessidade de um período menor de tempo para que se completasse a secagem, o consumo de GLP foi menor quando comparado à secagem de 60°C. Esses resultados concordam com Portella & Eichelberger (2001), que trabalharam com secagem estacionária de grãos de milho em três diferentes níveis de umidade inicial (35, 25 e 18 %) e três diferentes temperaturas do ar de secagem (40, 70 e 100°C).

Quanto ao consumo e custo horários de GLP, o tratamento de 80°C alcançou os maiores valores, seguido da secagem a 60 e 70°C, concordando com Portella & Eichelberger (2001) que relataram diferenças no consumo horário de GLP em função da temperatura de secagem, como consequência de maior gasto de combustível para atendimento da necessidade energética para elevação da temperatura do ar de secagem.

O consumo unitário de GLP foi superior no tratamento de secagem a 60°C, pois a taxa de secagem obtida neste tratamento foi a menor entre os tratamentos, enquanto o tratamento 80°C, por ter a maior taxa de secagem, apresentou o menor consumo unitário de GLP.

O consumo total de eletricidade diferiu significativamente entre os três tratamentos, sendo maior na secagem a 60°C, seguido da secagem 70 e 80°C (Tabela 2). Esses valores foram consequência do tempo total de cada secagem e consequentemente do funcionamento dos motores elétricos. O tempo total de secagem foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura do ar de secagem.

Quanto ao custo de eletricidade por saco, este também foi influenciado pelo tempo total de secagem, sendo que o tratamento 60°C alcançou o maior valor, o tratamento 80°C resultou no menor valor e o tratamento 70°C obteve um valor intermediário, não diferindo estatisticamente dos extremos. Consequentemente, pode-se observar que o custo de combustível por saco influenciou a diferença entre os custos totais da secagem, onde a secagem

**Tabela 1 - Consumo e custo total, horário e unitário de gás liquefeito de petróleo (GLP) na secagem intermitente de grãos de milho, sob três temperaturas (60, 70 e 80°C)<sup>1</sup>**

| Tratamento | Consumo de GLP                                 |                              |                                                                   | Custo de GLP <sup>2</sup>                       |                                   |                                             |
|------------|------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|
|            | Total<br>(kg t <sub>seca</sub> <sup>-1</sup> ) | Horário(kg h <sup>-1</sup> ) | Unitário<br>(kg % <sup>-1</sup> t <sub>seca</sub> <sup>-1</sup> ) | Total<br>(R\$ t <sub>seca</sub> <sup>-1</sup> ) | Horário<br>(R\$ h <sup>-1</sup> ) | Unitário<br>(R\$ saco 60 kg <sup>-1</sup> ) |
| 60°C       | 14,29A                                         | 5,29B                        | 3,37A                                                             | 35,72A                                          | 13,22B                            | 2,14A                                       |
| 70°C       | 11,62C                                         | 4,96C                        | 2,62B                                                             | 29,05C                                          | 12,40C                            | 1,74C                                       |
| 80°C       | 12,82B                                         | 5,92A                        | 2,54C                                                             | 32,04B                                          | 14,80 <sup>a</sup>                | 1,92B                                       |
| CV (%)     | 5,18                                           | 4,52                         | 8,06                                                              | -                                               | -                                 | -                                           |

1 – Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

2 – R\$ 2,50 kg<sup>-1</sup> de GLP em agosto de 2010.

**Tabela 2 - Consumo e custo de energia elétrica, custo do combustível (GLP) e custo energético total na secagem intermitente de grãos de milho, sob três temperaturas (60, 70 e 80°C)<sup>1</sup>**

| Tratamento | Consumo de Eletricidade (kWh) |                           | Custo (R\$ saco 60 kg <sup>-1</sup> ) |       |  |
|------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------|--|
|            | Total                         | Eletricidade <sup>2</sup> | Combustível <sup>3</sup>              | Total |  |
| 60°C       | 66,30A                        | 0,26A                     | 2,14 <sup>a</sup>                     | 2,40A |  |
| 70°C       | 57,46B                        | 0,23AB                    | 1,74C                                 | 1,97C |  |
| 80°C       | 53,04C                        | 0,21B                     | 1,92B                                 | 2,13B |  |
| CV (%)     | 5,73                          | -                         | -                                     | 5,01  |  |

1 – Médias acompanhadas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

2 – R\$ 0,37 kWh<sup>-1</sup> de energia elétrica em agosto de 2010.

3 – R\$ 2,50 kg<sup>-1</sup> de gás em agosto de 2010.

CUSTOS DA SECAGEM INTERMITENTE DE GRÃOS DE MILHO SUBMETIDOS  
A TRÊS TEMPERATURAS DO AR DE SECAGEM (60, 70 E 80 °C)

a temperatura de 60°C apresentou o maior custo total, diferindo estatisticamente da secagem a 80°C, que apresentou um valor intermediário e da secagem a 70°C, que apresentou o menor custo total de secagem.

## Conclusões

A secagem intermitente de grãos de milho com temperatura do ar de 80°C apresentou a maior taxa de secagem e o menor tempo total de secagem.

O consumo unitário de GLP e total de eletricidade na secagem intermitente de grãos de milho é menor na temperatura de 80°C.

O consumo horário de GLP na secagem intermitente de grãos de milho foi maior quanto se utilizou a maior temperatura do ar de secagem (80°C).

O custo total e horário de GLP e o custo total da secagem intermitente de grãos de milho por saco foi menor na secagem a 70°C.

A secagem em temperatura do ar de 80°C apresentou maior eficiência de trabalho, enquanto a secagem em temperatura do ar de 70°C apresentou maior eficiência econômica.

## Agradecimentos

Ao CNPq e à Supergasbrás pelo auxílio que possibilitou a realização deste trabalho.

## Referências

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

ALVES, Wederson M. *et al.* Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 469-474, 2001.

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

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da agropecuária (2010)**. Brasília: Conab [on line]. Disponível em: <<http://www.conab.org.br>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

ELIAS, M.C. **Armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas**. 3. ed. Pelotas: UFPEL, COREDE-SUL, 2002. 218 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations Better information sharing could reduce post-harvest food losses – New database launched (2006). FAO. Rome. Disponível em: <[www.fao.org/es/](http://www.fao.org/es/)>. Acesso em: 02 dez. 2010.

MEGIDO, J. L. ; XAVIER, C. **Marketing e agribusiness**. São Paulo: Atlas, 1998.

MILMAN, M. J. **Manejo da relação de intermitência e da temperatura do ar na secagem industrial do arroz**. 2001. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Industrial) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

PORTELLA, J. A.; EICHELBERGER, L. **Secagem de grãos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 194 p.

\_\_\_\_\_. ; MARTINS, R. R. **Uso de GLP na secagem de milho em secador de leito fixo**. Passo Fundo: Embrapa, 2000. Circular n.7.

\_\_\_\_\_. ; \_\_\_\_\_. Gás na Secagem de grãos. **Revista Cultivar**. p.36-37. 2001. Disponível em: <[http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/gc31\\_secagem.pdf](http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/gc31_secagem.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2010.

ROSSI, S. J. ; ROA, G. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com energia solar e ar natural**. 22. ed., São Paulo : ACIESP, 1980. 295 p.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; GUIMARÃES, A. C. Estudos dos métodos de Secagem. In: Silva, J.S. **Pré-processamento de Produtos Agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. p. 105-143.

SILVA, Luiz C. **Secagem de grãos**. Disponível em: <[www.unioeste.br/agais/secagem](http://www.unioeste.br/agais/secagem)>. Acesso em: 12 jul. 2010.

SUPERGASBRAS. **Características do gás LP**. Disponível em: <[www.supergasbras.com.br](http://www.supergasbras.com.br)>. Acesso em: 15 set. 2010.

## Desempenho de genótipos de soja em solo hidromórfico de várzea

Evandro Luiz Missio<sup>1</sup>, Sérgio de Assis Librelotto Rubin<sup>1</sup>,  
Nilton Luiz Gabe<sup>1</sup>, José Geraldo Ozelame<sup>1</sup>

**Resumo** - A soja pode ser uma alternativa para exploração dos solos de várzea no estado do Rio Grande do Sul, onde predomina o cultivo de arroz. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes genótipos de soja em solo de várzea. O experimento foi conduzido no município de Júlio de Castilhos, onde foram avaliados dez genótipos de soja em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. O rendimento de grãos apresentou diferenças significativas entre os genótipos em cada ano agrícola. O segundo ano de ensaio foi o que proporcionou o maior rendimento de grãos para os genótipos estudados. A linhagem JC 21198 foi a mais produtiva dentre os genótipos avaliados. A média do rendimento de grãos dos genótipos de soja na várzea foi superior à média de rendimento de grãos da soja no Estado para os três anos agrícolas em estudo.

**Palavras-chave:** soja, várzea, rendimento de grãos.

## Performance of soybean genotypes in lowland soil

**Abstract** - The soybean may be a commercial alternative to exploration in of lowlands soils in Rio Grande do Sul Brazilian State, where the rice crop is currently utilizes. The aim of this study was to evaluate the different performance of soybean genotypes in lowland soil. The experiment was developed in Júlio de Castilhos municipality, where ten genotypes of soybean were evaluated in randomized block design with four repetitions. The grain yield presented significant differences among genotypes and growing seasons. The second year of evaluation provided the greatest grain yield to the different genotypes studied. The JC 21198 lineage was the most productive in the different genotypes evaluates. The average grain yield of soybean genotypes in the lowland soil was higher than the State average grain yield for the three growing seasons studied.

**Key-words:** soybean, lowland soil, grain yield.

### Introdução

O monocultivo é a principal forma de exploração das áreas de várzea devido à baixa adaptação das espécies agrícolas mesófitas, o que limita a capacidade de exploração econômica deste ambiente. O arroz irrigado é a cultura predominante, entretanto, o seu cultivo promove alta infestação de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.), dificultando a continuidade do cultivo em certas áreas, determinando períodos de pousio e levando à necessidade de identificar alternativas para minimizar o problema. Vários estudos têm procurado soluções para melhorar a exploração (BARNI et al., 1985; GASTAL et al., 1999), porém, poucas culturas apresentam possibilidade de retorno em solos mal drenados, sendo a soja uma delas. Diferentes pesquisadores têm demons-

trado que a soja apresenta potencial produtivo em solos de várzea no Rio Grande do Sul (SANTOS e VIEIRA, 1975; BARNI e SILVA, 1979), com produtividade média de 3,0 t ha<sup>-1</sup>. A soja, segundo trabalhos desenvolvidos na Austrália (TROEDSON et al., 1983), tem apresentado boa adaptação a solos saturados, apresentando inclusive maior produtividade que em solos bem drenados. Os solos sob condição de inundação também promovem a absorção excessiva de nutrientes como o ferro. Estudos desenvolvidos por Barni (1999) mostraram que as plantas de soja absorveram elevadas concentrações de ferro, provocando amarelecimento nas folhas jovens. Avaliando genótipos de soja sob condições de várzea, Corrêa et al. (2006) constataram que o excesso hídrico causou uma redução na massa seca de plantas de soja em todos os

<sup>1</sup> Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). E-mail: evandro-missio@fepagro.rs.gov.br.

genótipos testados. Estes pesquisadores destacaram ainda que a cultivar FEPAGRO RS 10 obteve a maior massa seca do sistema radicular. Para Wuebker et al. (2001), a inundação ou saturação do solo pode resultar na baixa germinação e estabelecimento de plântulas, podendo reduzir o rendimento da cultura. Outro estudo desenvolvido em laboratório mostrou que dentre 50 cultivares submetidas ao excesso hídrico, a maioria apresentou severa redução da germinação após o quarto dia de inundação (HOU e THSENG, 1991). Cultivando dois genótipos de soja em solo inundado, Pires et al. (2002) observaram que a principal alteração foi observada no sistema radicular das plantas, onde a condição de encharcamento promoveu mudanças anatômico-morfológicas das raízes, resultando numa adaptação ao ambiente de hipoxia.

No que se refere aos estádios de crescimento e sua relação com o rendimento em solos encharcados, Barni e Gonçalves (1977) relatam que o excesso de umidade na fase de florescimento da soja pode prejudicar o rendimento de grãos, reduzindo em mais de 60 % a produtividade. Estudando a influência do ambiente hipóxico sobre a cultura da soja, Badinelli et al. (2006) observaram que o alagamento do sistema radicular causou uma redução do incremento de massa seca nas raízes nos estádios V3 e R2 para os genótipos estudados. No entanto, o mesmo trabalho mostrou que a aplicação do tratamento hipóxico no estádio V7 para a cultivar FT-Abyara induziu um acréscimo de massa seca na raiz, fato atribuído à formação de raízes adventícias pela planta sob condições de inundação. Para Sugimoto et al. (2000), o período de maturação do grão é considerado a fase de maior tolerância das plantas de soja ao excesso de umidade do solo. Estudos desenvolvidos por Bergamaschi e Berlato (1974) com cultivares de soja de diferentes ciclos mostraram que o peso médio de 100 grãos, altura de planta e rendimento aumentaram, enquanto que o acamamento diminuiu em solo sob condições de drenagem quando comparado a área mal-drenada. Comparando diferentes períodos de inundação do solo para a cultura da soja, Barni (1999) observou que a inundação aumenta o uso da água por grama de massa seca produzida, diminuindo a eficiência da planta em relação ao fator água. Segundo o mesmo autor, a absorção de água por planta diminuiu, reduzindo a massa seca e a estatura de planta.

O rendimento de grãos foi estudado por Scott et al. (1989) sob condições de solo inundado. Esses autores mostraram que o rendimento da soja diminuiu entre 17 e 43 % quando o período de alagamento foi

na fase vegetativa, e 50 a 56 % quando o alagamento se deu no subperíodo de floração. Trabalhos elaborados por Van Toai e Beuerlein (1994), avaliando 84 cultivares de soja sob solo inundado, mostraram que as mesmas produziram 25 % a menos em relação a solos bem drenados e também houve diferenças na tolerância dos genótipos ao ambiente hidromórfico. Na tentativa de relacionar cultivares de soja e resistência ao alagamento, Reyna et al. (2003) concluíram que para o rendimento de grãos houve diferenças entre as cultivares avaliadas, mostrando que alguns genótipos são mais tolerantes ao excesso de água. Para esses autores, esta diferença está relacionada à presença de genes que permitem uma melhor adaptação desses genótipos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes genótipos de soja em solo hidromórfico de várzea, a fim de indicação para cultivo em regiões do Estado do Rio Grande Sul, onde as estiagens são mais frequentes e intensas.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na FEPA-GRO Sementes, em Júlio de Castilhos, RS (latitude 29°13'26", longitude 53°40'45" e altitude de 514 metros) durante os anos agrícolas 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007. O solo pertence à unidade de mapeamento Banhado (Gleissolo Háplico Ta eutrófico vértico), cujas características químicas estão descritas na Tabela 1.

A semeadura dos ensaios foi efetuada em 22 de novembro de 2004, 22 de novembro de 2005 e quatro de dezembro de 2006. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, constituindo um bifatorial (três ambientes x dez genótipos). Foram avaliados dez genótipos, sendo seis variedades (IAS 5, FEPAGRO 25, BRS 154, BRS FEPAGRO 24, FT ABYARA e FEPAGRO RS 10) e quatro linhagens (JC 20139, JC 21148 (FEPAGRO 31), JC 21198 e JC 20243). Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5,5 metros de comprimento, sendo que para a área útil foram consideradas as duas linhas centrais, desprezando-se 50 cm de borda, totalizando uma área útil de 4,05 m<sup>2</sup>. Utilizou-se uma semeadora de parcelas da marca Semeato SHP 249, com espaçamento entre linhas de 45 cm. As sementes foram tratadas com o fungicida Protreat e a densidade foi calculada para 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A área experimental foi dessecada 30 dias antes da instalação do experimento, utilizando-se Roundup WG na forma granulada com dosagem de 1,5 kg ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se uma adubação de 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-25-25 distribuída



**Tabela 1 - Composição química do solo antes da instalação do experimento. Júlio de Castilhos, RS**

| P                             | K    | Arg.        | MO  | pH                               | SMP  | Al   | Ca          | Mg       | H+Al    | CTC  |       |
|-------------------------------|------|-------------|-----|----------------------------------|------|------|-------------|----------|---------|------|-------|
|                               |      |             |     |                                  |      |      |             |          |         | pH 7 | Efet. |
| ---mg L <sup>-1</sup> ---     |      | -----%----- |     | -----me 100L <sup>-1</sup> ----- |      |      |             |          |         |      |       |
| 18,2                          | 36,0 | 53,0        | 2,2 | 5,5                              | 6,0  | 0,2  | 2,9         | 2,2      | 3,6     | 8,8  | 5,5   |
| S                             | B    | Zn          | Cu  | Mn                               | Na   | Fe   | Sat. CTC    | Sat. CTC | Relação |      |       |
|                               |      |             |     |                                  |      |      | Efet.       | pH 7,0   | Ca:Mg   | Ca:K | Mg:K  |
|                               |      |             |     |                                  |      |      | Na          | Al       |         |      |       |
| -----mg L <sup>-1</sup> ----- |      |             |     |                                  |      | %    | -----%----- | ----     |         |      |       |
| Nd                            | 1,3  | 0,50        | 1,2 | Nd                               | 15,0 | 0,10 | 1,2         | 3,7      | 59,6    | 1,3  | 23,9  |

em sulco ao lado da semente, além de inoculação com *Bradyrhizobium* no mesmo sulco das sementes. Durante o ciclo da cultura, foram efetuados os tratos culturais necessários para o controle de plantas invasoras, pragas e doenças foliares.

As características avaliadas foram rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), ciclo total (dias), altura de planta (cm) e inserção do primeiro legume (cm), acamamento (nota de 1 a 5), retenção foliar (nota de 1 a 5) e peso de cem sementes (g). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SOC – EMBRAPA.

## Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra os resultados de rendimento de grãos e dados fenológicos e fenométricos obtidos ao longo de três anos de experimentação em solo de várzea. No primeiro ano, a cultivar BRS FE-PAGRO 23 foi a mais produtiva com rendimento de 2639 kg ha<sup>-1</sup>, entretanto, diferiu significativamente apenas do último colocado (JC 20243). A média geral do ensaio foi de 2389 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade média do experimento no segundo ano foi de 3434 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a linhagem JC 21198 a mais produtiva (4061 kg ha<sup>-1</sup>) e estatisticamente igual a outras cinco linhagens (Tabela 2). Para o último ano de avaliação, o rendimento de grãos apresentou média geral de 2958 kg ha<sup>-1</sup>, e a linhagem JC 20139 destacou-se com 3340 kg ha<sup>-1</sup>, maior rendimento dentre os genótipos avaliados sem, contudo, diferir significativamente do segundo e terceiro colocados. A menor produtividade média do ensaio no primeiro ano deveu-se principalmente à estiagem que ocorreu durante o ciclo da cultura (Figura 1). Para o segundo ano, a precipitação durante o ciclo da cultura ficou um pouco abaixo da normal climá-

tica de 30 anos (Figura 1), porém, a produtividade foi 43 % superior ao primeiro ano e 4 % superior ao último ano de avaliação. Resultados semelhantes foram obtidos por Heatherly e Pringle (1991) estudando duas cultivares de soja num solo tipo Glay, cujos dados mostraram que sob condições de solo mais seco, devido à baixa precipitação, a produtividade foi significativamente superior às condições de encharcamento. Para as condições de várzea, tanto os períodos longos de estiagem como as situações de excesso hídrico comprometem o rendimento de grãos, sendo que o manejo da água através da drenagem e irrigação é fundamental no cultivo da soja na várzea. Para Reyna et al. (2003) houve redução de 17 a 43 % na produtividade da soja quando a inundação do solo ocorreu durante o estágio vegetativo e de 50 a 56 % de rendimento quando esta inundação ocorreu durante o período reprodutivo. Outro estudo estimou uma redução diária de 89 a 129 kg ha<sup>-1</sup> em diferentes genótipos de soja sob condições de estresse por excesso de água (SCOTT et al., 1989). Também foi constatada uma redução de até 25 % em 84 cultivares de soja avaliadas sob área inundada durante quatro semanas (VAN TOAI et al., 1994). Relatos de Wuebker et al. (2001) acerca de inundação ou saturação do solo, destacam que esta condição pode resultar num baixo índice de germinação e estabelecimento das plântulas, prejudicando também o rendimento da cultura. Estes autores mencionam que o tempo de exposição da semente ao solo inundado determinará a sua viabilidade e, conseqüentemente, sua germinação. Para Runge e Odell (1960), a saturação hídrica do solo durante o período vegetativo prejudica o desenvolvimento e reduz o número de flores das plantas. Contudo, Costa (1973) observou que o número de dias da semeadura ao florescimento não sofreu alteração com a saturação hídrica do solo.

**Tabela 2 – Rendimento de grãos, dados fenológicos e fenométricos em dez genótipos de soja cultivados em área de várzea. Júlio de Castilhos, RS**

| Genótipo                       | Rend.<br>grãos<br>(kg ha <sup>-1</sup> )* | Emerg.<br>Flor<br>(dias) | Ciclo<br>total<br>(dias) | Altura<br>planta<br>(cm) | Altura<br>inserção<br>(cm) | Acam.<br>(1 a 5)       | Ret.<br>foliar<br>(1 a 5) | Peso cem<br>sementes<br>(g) |
|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Ano Agrícola: 2004/2005</b> |                                           | Semeadura: 22/11/2004    |                          |                          |                            | Emergência: 07/12/2004 |                           |                             |
| BRS FEPAGRO 23                 | 2639 a <sup>±</sup>                       | 59                       | 145                      | 89                       | 15,3                       | 3,3                    | 1,3                       | 17,8                        |
| FEPAGRO 25                     | 2600 a                                    | 56                       | 135                      | 89                       | 15,5                       | 1,3                    | 2,0                       | 14,6                        |
| JC 20139                       | 2546 a                                    | 54                       | 135                      | 85                       | 14,5                       | 1,0                    | 1,3                       | 17,9                        |
| JC 21198                       | 2545 a                                    | 61                       | 144                      | 85                       | 10,0                       | 2,5                    | 1,0                       | 17,0                        |
| FEPAGRO RS 10                  | 2384 ab                                   | 60                       | 145                      | 85                       | 11,5                       | 2,5                    | 2,0                       | 18,7                        |
| IAS 5                          | 2362 ab                                   | 56                       | 135                      | 78                       | 14,7                       | 1,0                    | 3,0                       | 18,9                        |
| BRS 154                        | 2318 ab                                   | 54                       | 140                      | 103                      | 14,5                       | 2,3                    | 1,3                       | 19,1                        |
| JC 21148 (FEPA-<br>GRO 31)     | 2304 ab                                   | 41                       | 136                      | 67                       | 12,7                       | 2,0                    | 1,0                       | 15,8                        |
| FT ABYARA                      | 2201 ab                                   | 62                       | 143                      | 58                       | 14,7                       | 2,0                    | 1,3                       | 16,4                        |
| JC 20243                       | 1993 b                                    | 58                       | 139                      | 89                       | 15,0                       | 3,0                    | 1,3                       | 17,7                        |
| Média                          | 2389                                      | 56                       | 140                      | 83                       | 13,8                       | 2,1                    | 1,5                       | 17,4                        |
| CV (%)                         | 13,4                                      |                          |                          |                          |                            |                        |                           |                             |
| <b>Ano Agrícola: 2005/2006</b> |                                           | Semeadura: 22/11/2005    |                          |                          |                            | Emergência: 30/11/2005 |                           |                             |
| JC 21198                       | 4061 a <sup>±</sup>                       | 64                       | 149                      | 109                      | 25                         | 3,8                    | 1,3                       | 18,9                        |
| FEPAGRO 25                     | 3761 ab                                   | 63                       | 130                      | 105                      | 23                         | 2,5                    | 1,0                       | 17,2                        |
| JC 21148<br>(FEPAGRO 31)       | 3610 abc                                  | 59                       | 137                      | 101                      | 18                         | 3,3                    | 1,0                       | 16,5                        |
| JC 20243                       | 3581 abc                                  | 65                       | 139                      | 111                      | 21                         | 3,5                    | 1,0                       | 17,6                        |
| BRS 154                        | 3493 abc                                  | 66                       | 137                      | 120                      | 23                         | 2,8                    | 1,0                       | 20,3                        |
| IAS 5                          | 3403 abc                                  | 61                       | 130                      | 100                      | 18                         | 1,8                    | 1,0                       | 17,7                        |
| BRS FEPAGRO 23                 | 3197 bc                                   | 64                       | 143                      | 104                      | 18                         | 3,3                    | 1,0                       | 18,5                        |
| JC 20139                       | 3185 bc                                   | 60                       | 131                      | 94                       | 19                         | 2,8                    | 1,0                       | 18,2                        |
| FEPAGRO RS 10                  | 3079 bc                                   | 61                       | 141                      | 95                       | 17                         | 2,5                    | 1,0                       | 22,7                        |
| FT ABYARA                      | 2975 c                                    | 69                       | 143                      | 98                       | 18                         | 3,0                    | 1,0                       | 16,7                        |
| Média                          | 3434                                      | 63                       | 138                      | 104                      | 20                         | 2,9                    | 1,0                       | 18,4                        |
| CV (%)                         | 12,1                                      |                          |                          |                          |                            |                        |                           |                             |
| <b>Ano Agrícola: 2006/2007</b> |                                           | Semeadura: 04/12/2006    |                          |                          |                            | Emergência: 11/12/2006 |                           |                             |
| JC 20139                       | 3440 a <sup>±</sup>                       | 53                       | 129                      | 88                       | 15                         | 2,0                    | 1,0                       | 15,4                        |
| JC 20243                       | 3098 ab                                   | 50                       | 126                      | 70                       | 20                         | 1,0                    | 1,0                       | 15,4                        |
| IAS 5                          | 3096 ab                                   | 55                       | 122                      | 90                       | 16                         | 1,0                    | 1,0                       | 15,9                        |
| JC 21148<br>(FEPAGRO 31)       | 2938 bc                                   | 59                       | 134                      | 100                      | 20                         | 1,0                    | 1,0                       | 14,8                        |
| FEPAGRO 25                     | 2935 bc                                   | 54                       | 122                      | 100                      | 20                         | 1,0                    | 1,0                       | 14,3                        |
| BRS 154                        | 2903 bc                                   | 55                       | 126                      | 105                      | 21                         | 1,0                    | 1,0                       | 13,7                        |
| JC 21198                       | 2883 bc                                   | 56                       | 128                      | 85                       | 18                         | 1,0                    | 1,0                       | 19,1                        |
| BRS FEPAGRO 23                 | 2850 bc                                   | 55                       | 132                      | 105                      | 21                         | 1,0                    | 1,0                       | 14,8                        |
| FT ABYARA                      | 2849 bc                                   | 55                       | 134                      | 80                       | 14                         | 1,0                    | 1,0                       | 18,0                        |
| FEPAGRO RS 10                  | 2589 c                                    | 51                       | 123                      | 75                       | 16                         | 1,5                    | 1,0                       | 17,4                        |
| Média                          | 2958                                      | 54                       | 128                      | 90                       | 18                         | 1,2                    | 1,0                       | 15,9                        |
| CV (%)                         | 8,3                                       |                          |                          |                          |                            |                        |                           |                             |

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade.

Comparando-se a média de rendimento de grãos do experimento (Tabela 2) com os dados médios de produtividade obtida no Rio Grande do Sul dentro de cada ano agrícola (EMATER, 2010), observou-se que nos três anos agrícolas a produtividade do ensaio de várzea foi superior à média do Estado. No ano agrícola 2004/2005 a média do ensaio de várzea foi 3,65 vezes ( $2389 \text{ kg ha}^{-1}$ ) superior à média do Estado ( $654 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Esta baixa produtividade média do Estado neste período está relacionada ao déficit hídrico ocorrido durante o ciclo de cultivo da soja. Para o segundo ano (2005/2006), constatou-se que a média de produtividade do ensaio de várzea ( $3434 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi 1,75 vezes superior à média de produtividade do Rio Grande do Sul ( $1956 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Por fim, no último ano agrícola (2006/2007), a comparação entre as produtividades do ensaio de várzea ( $2958 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e do Estado ( $2555 \text{ kg ha}^{-1}$ ) mostrou produtividade 1,16 vezes superior para os genótipos cultivados em área de várzea.

O subperíodo da emergência à floração foi de 56, 63 e 54 dias dentro de cada ano do experimento. O ciclo total, da emergência à maturação, obteve média de 140 dias no primeiro ano, 138 dias no segundo e 128 dias para o último ano. Esta média baixa para o terceiro ano de avaliação está relacionada à época de semeadura, a qual foi realizada mais tardiamente em relação aos anos anteriores. A altura de planta ficou com média de 83 cm no primeiro ano, 104 cm no segundo e, no último ano de ensaio, este valor chegou a 105 cm (Tabela 2). Heatherly e Spurlock (2000) encontraram diferenças significativas entre altura de planta em diferentes genótipos de soja sob condições de inundação. Entretanto, os mesmos autores não consideram que este parâmetro tenha influenciado no rendimento dos genótipos. Para a inserção do primeiro legume, as médias para cada ano foram, respectivamente, 13,8 cm, 20 cm e 18 cm. O acamamento no primeiro ano de ensaio ficou com média de 2,1 (Tabela 2). A cultivar BRS FEPAGRO 23 obteve um acamamento de 3,3, maior resultado entre os genótipos avaliados. No segundo ano, a média geral do ensaio foi de 2,9, maior valor dentre os três anos estudados. A linhagem JC 21198 alcançou o valor mais elevado, com nota de 3,8. Para o último ano de ensaio, praticamente não houve acamamento dos genótipos. A maior retenção foliar foi observada no primeiro ano de ensaio (Tabela 2), em que, devido à seca, observou-se maior presença de plantas com retenção, destacando-se a cultivar IAS 5 com nota 3,0. Para o segundo e terceiro ano, as médias dos ensaios mostraram que não houve retenção foliar. O peso de cem sementes foi diferente para cada ano de ensaio, sendo que na

ordem dos ensaios os valores ficaram com peso de 17,4 gramas, 18,4 gramas e 15,9 gramas, respectivamente (Tabela 2). O menor valor do primeiro ano deve-se principalmente às condições climáticas do período, representadas por uma estiagem mais forte no estágio reprodutivo da cultura, resultando em menor peso de cem sementes e redução do rendimento de grãos. Estudando diferentes cultivares de soja num período de três anos, Heatherly e Spurlock (2000) constataram que o peso de cem sementes não variou significativamente no primeiro e segundo anos em função dos tratamentos com irrigação, entretanto, no último ano de ensaio foram observadas diferenças significativas no peso em relação aos tratamentos com inundação.

Comparando-se os genótipos quanto às médias dos dados fenológicos e fenométricos para os três anos de experimento (Tabela 3), observou-se que a média da emergência à floração foi de 58 dias, sendo que a cultivar FT ABYARA apresentou o maior período entre a emergência e floração (62 dias). Quanto ao ciclo total, a média foi de 135 dias, sendo os genótipos JC 21198, BRS FEPAGRO 23 e FT ABYARA de ciclo mais longo (140 dias). A cultivar BRS 154 apresentou a maior média de altura de planta para os três anos de ensaio (109 cm), sendo que a média dos genótipos foi de 92 cm. A altura de inserção ficou com média de 17 cm.

O acamamento ficou com nota média de 2,0, valor considerado bom para as condições de várzea. A retenção foliar também foi pouco destacada (média de 1,2), e o peso de cem sementes alcançou 17,2 gramas de média ao longo dos três anos de ensaio (Tabela 3). Avaliando o comportamento de linhagens sob encharcamento a partir da floração plena, Gastal et al. (1999) observaram que determinadas linhagens sobreviveram até o final do ciclo e produziram sementes. Algumas toleram até 20 dias de encharcamento na fase vegetativa e dez dias na fase reprodutiva, enquanto outras morrem, e nenhuma resistiu ao encharcamento durante todo o ciclo. Neste estudo, não houve intervenção nas condições de umidade do solo, pois as mudanças climáticas que resultam em estiagem ou excesso de chuva também permitem avaliar a estabilidade dos genótipos no contexto.

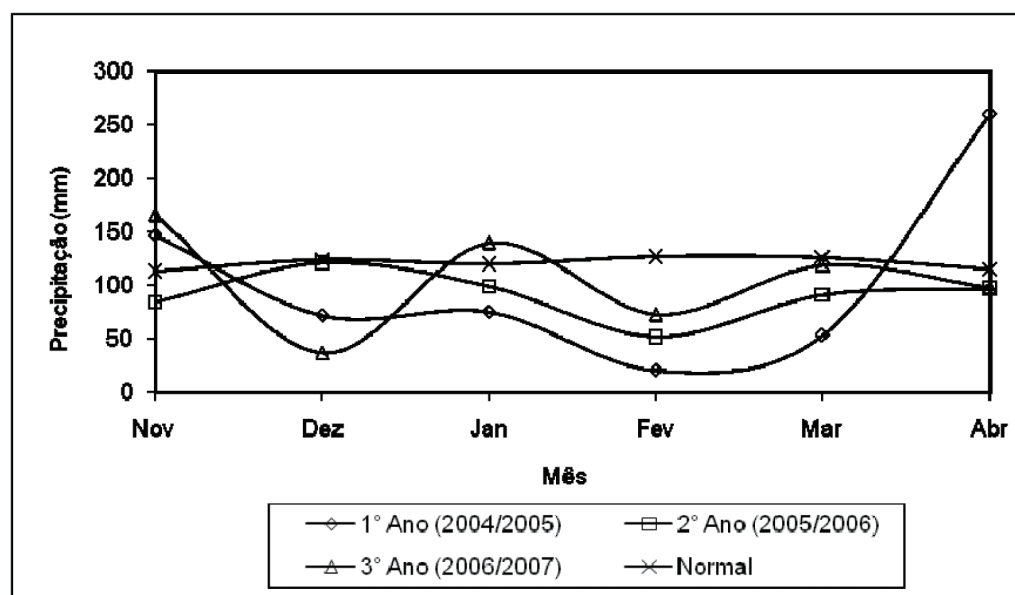
## Conclusões

- Houve diferenças significativas entre genótipos quanto ao rendimento de grãos dentro de cada ano agrícola.
- O segundo ano de ensaio foi o que proporcionou o maior rendimento de grãos para os genótipos estudados.

**Tabela 3 - Média dos dados fenológicos e fenométricos de genótipos de soja em três anos de cultivo sob área de várzea. Júlio de Castilhos, RS**

| Genótipo              | Emerg. Floração (dias) | Ciclo total (dias) | Altura planta (cm) | Altura inserção (cm) | Acam. (1 a 5) | Ret. Foliar (1 a 5) | Peso cem sementes (g) |
|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| JC 21198              | 60*                    | 140                | 93                 | 18                   | 2,4           | 1,1                 | 18,3                  |
| FEPAGRO 25            | 58                     | 129                | 98                 | 19                   | 1,6           | 1,3                 | 15,4                  |
| JC 20139              | 56                     | 132                | 89                 | 16                   | 1,9           | 1,1                 | 17,2                  |
| IAS 5                 | 57                     | 129                | 89                 | 16                   | 1,3           | 1,7                 | 17,5                  |
| JC 21148 (FEPAGRO 31) | 53                     | 136                | 89                 | 17                   | 2,1           | 1,0                 | 15,7                  |
| BRS 154               | 58                     | 134                | 109                | 19                   | 2,0           | 1,1                 | 17,7                  |
| BRS FEPAGRO 23        | 59                     | 140                | 99                 | 18                   | 2,5           | 1,1                 | 17,0                  |
| JC 20243              | 58                     | 135                | 90                 | 19                   | 2,5           | 1,1                 | 16,9                  |
| FEPAGRO RS 10         | 57                     | 136                | 85                 | 15                   | 2,2           | 1,3                 | 19,6                  |
| FT ABYARA             | 62                     | 140                | 79                 | 16                   | 2,0           | 1,1                 | 17,0                  |
| Média                 | 58                     | 135                | 92                 | 17                   | 2,0           | 1,2                 | 17,2                  |

\* Média de três anos de cultivo.



**Figura 1 - Precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura da soja em três anos consecutivos e a respectiva normal climática. Júlio de Castilhos, RS**

- A linhagem JC 21198 foi a mais produtiva dentre os genótipos avaliados.
- A média do rendimento de grãos dos genótipos de soja em solo de várzea foi superior à média de rendimento de grãos da soja obtida no Rio Grande do Sul para os três anos agrícolas em estudo.

## Agradecimentos

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, financiadora do projeto.

## Referências

- BADINELLI, P.G. *et al.* Influência do Ambiente Hipóxico sobre o Crescimento de Soja Nodulada em Diferentes Estádios Fenológicos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 8. Disponível em: <[www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/ca00992](http://www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/ca00992)>. Acesso em: 02 set. 2009.
- BARNI, N.A. Efeito do Período de Inundação do Solo na Absorção de Nutrientes, Uso da Água e Crescimento da Planta de Soja. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 7-18, 1999.

- \_\_\_\_\_. *et al.* Avaliação Agrônômica de Cultivares de Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em Solos Hidromórficos. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 189-207, 1985.
- \_\_\_\_\_.; GONCALVES, J.C. Cultivo de Soja em Terras de Arroz. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 8, p. 15-18, 1977.
- \_\_\_\_\_.; SILVA, P.R.F. Comportamento de Cultivares de Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em Terras de Arroz Irrigado. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 23-31, 1979.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. Efeitos de Tratamentos de Drenagem na Produção de Duas Cultivares de Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 73-85, 1974.
- CORRÊA, M.F. *et al.* Diferentes Genótipos de Soja Nodulada sob Influência do Alagamento no Acúmulo de Massa Seca. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 8., 2006, Pelotas. Anais... Pelotas: Editora da UFPel, 2006.
- COSTA, J.A. Efeito da Inundação Sobre a Soja *Glycine max* (L.) Merrill. **Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.113-119, 1973.
- EMATER - Assistência Técnica e Extensão Rural. Sumário de Informações 2010: Porto Alegre, 134 p. <<http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/servicos/informativos/sumario2010.pdf>>. Acesso em 22 de junho de 2011.
- GASTAL, M.F. da C.; BRANCÃO, N.; VERNETTI, F. de J. Indicação de Cultivares de Soja para Terras Baixas. Pelotas: EMBRAPA Agropecuária de Clima Temperado, 1999. v. 1, n. 1, p. 95-99.
- HEATHERLY, L.G.; PRINGLE, H.C. Soybean Cultivars' Response to Flood Irrigation of Clay Soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 231-236, 1991.
- \_\_\_\_\_.; SPURLOCK, S.R. Furrow and Flood Irrigation of Early-Planted, Early-Maturing Soybean Rotated with Rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 785-791, 2000.
- HOU, F.F.; THSENG, F.S. Studies on the Flooding Tolerance of Soybean Seed: Varietal Differences. **Euphytica**, Netherlands, v. 57, p. 169-173, 1991.
- PIRES, J.L.F.; SOPRANO, E.; CASSOL, B. Adaptações Morfofisiológicas da Soja em Solo Inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 41-50, 2002.
- REYNA, N. *et al.* Evaluation of QTL for Waterlogging Tolerance Insouthern Soybean Germplasm. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 2077-2082, 2003.
- RUNGE, E.; ODELL, R.T. The Relation Between Precipitation, Temperature and the Yeld of Soybean on the Agronomy South Farm. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.5, p.245-247, 1960.
- SANTOS, O.S.; VIEIRA, C. Comportamento de Dez Variedades de Soja em Diferentes Ambientes do Estado do Rio Grande do Sul. **Experientiae**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 89-116, 1975.
- SCOTT, H.D. *et al.* Flood Duration Effects on Soybean Growth and Yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 631-636, 1989.
- SUGIMOTO, H.; KOESMARYONO, Y.; NAKANO, R. Effect of Excess Moisture in the Soil Different Stages of Development on the Growth and Seed Yield of Soybean. **Pakistan Journal of Biological Science**, Pakistan, v. 3, n. 9, p. 1465-1667, 2000.
- TROEDSON, R.J. *et al.* Saturated Soil Culture – an Innovative Water Management Option for Soybean in the Tropic and Sub-tropics. In: SHANMGASUNDARAM, S.; SULZBERGER, E. W. (Eds.). **Soybean in Tropical and SubTropical Cooping Systems**. Tsukuba, 1983.
- VAN TOAI, T.T.; BEERLEIN, J.F. Genetic Variability for Flooding Tolerance in Soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1112-1115, 1994.
- WUEBKER, E.F.; MULLEN, R.E.; KOEHLER, K. Flooding and Temperature Effects on Soybean Germination. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 1857-1861, 2001..



## Composição de macrominerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético

Evandro Jost<sup>1</sup>, Nerinéia Dalfollo Ribeiro<sup>2</sup>,  
Alberto Cargnelutti Filho<sup>2</sup> e Irajá Ferreira Antunes<sup>3</sup>

**Resumo** – O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante fonte de minerais para a nutrição humana. Os objetivos deste trabalho foram determinar a composição de macrominerais em grãos de cultivares de feijão, investigar a presença de interação cultivares x locais e identificar cultivares para uso direto na alimentação e em cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento. Os minerais foram determinados em grãos de 19 cultivares de feijão obtidas em dois municípios do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em 2005. Os grãos de feijão foram constituídos em maior parte pelos teores de nitrogênio (4,23 g), seguido pelo potássio (1,43 g), fósforo (0,40 g), magnésio (0,14 g), enxofre (0,13 g) e cálcio (0,12 g), em 100 g de matéria seca. Interações cultivares x locais significativas foram observadas em relação aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. A cultivar BRS Expedito apresentou alto teor de macrominerais, nos dois locais de cultivo, e é indicada para uso em dietas e para cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., qualidade nutricional, variabilidade genética, interação genótipo x ambiente.

## Macromineral contents in common bean cultivars and applications for genetic breeding

**Abstract** - The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important source of mineral in human foods. The objectives of this work were to determine the macromineral content in grains of common bean cultivars, to examine the presence of cultivar x location interactions and to identify common bean cultivars for direct consumption or to use indirected crosses in breeding programs. Mineral contents were determined for 19 cultivars obtained in two localities in Rio Grande do Sul State, Brazil, in 2005. Common bean grains were constituted mainly by nitrogen (4.23 g), followed by potassium (1.43 g), phosphorus (0.40 g), magnesium (0.14 g), sulfur (0.13 g) and calcium (0.12 g), in 100 g of dry matter. Significant cultivars x localities interaction were detected by nitrogen, phosphorus, potassium and calcium contents. Cultivar BRS Expedito presents high macromineral content, in the two localities, and suitable for diet enrichment and directed crosses in breeding programs.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., nutritional quality, genetic variability, genotype x environment interaction.

### Introdução

Os alimentos de origem animal são fontes bio-disponíveis de minerais (COSTA e LIBERATO, 2003), mas devido ao elevado custo, normalmente, são inacessíveis às pessoas de menor poder aquisitivo. Nesse sentido, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta-se como uma excelente fonte alternativa de macrominerais – nitrogênio, fósforo,

potássio, cálcio e magnésio, que pode ser utilizada na alimentação humana (SATHÉ et al., 1984). Para tanto, uma quantidade adequada de macrominerais deve ser ingerida diariamente para que ocorra a manutenção da normalidade metabólica e para o funcionamento satisfatório das células (CUNHA e CUNHA, 1998).

A composição de minerais em feijão apresenta variabilidade genética (BARAMPAMA e SIMARD,

<sup>1</sup> Aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista CNPq.

<sup>2</sup> Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM. 97105-900. Santa Maria, RS. E-mail: nerineia@hotmail.com. Autora para correspondência.

<sup>3</sup> Pesquisador, Doutor, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 553. 96001-000. Pelotas, RS. E-mail: iraja@cpact.embrapa.br.

1993; BEEBE et al., 2000; GUZMÁN-MALDONADO et al., 2000; MESQUITA et al., 2007). No Brasil, avaliaram-se 21 genótipos de feijão (cultivares comerciais e linhagens) e os teores, em g por 100 g de matéria seca (MS), de fósforo foram de 0,45 a 0,73 g, de 1,51 a 2,48 g para potássio, de 0,03 a 0,28 g para cálcio, de 0,18 a 0,34 g para magnésio e de 0,28 a 0,44 g para enxofre, no Estado de Minas Gerais (MESQUITA et al., 2007). Entretanto, para aquele estudo, foram considerados grãos, principalmente de tegumento de cor, que têm maior aceitação comercial naquela região. Como a composição de minerais pode variar nos grãos de diferentes classes (AUGUSTIN et al., 1981), é importante investigar, também, os teores de macrominerais em grãos de feijão do grupo comercial preto, pois são amplamente utilizados no Brasil para o preparo da tradicional feijoada, além de apresentar grande preferência para o consumo nos Estados da região sul do país.

A partir do conhecimento da composição de macrominerais, nos grãos das diferentes cultivares de feijão disponíveis para o cultivo, será possível indicar dietas específicas com fins nutricionais, terapêuticos e/ou preventivos, pois vários benefícios à saúde estão associados à utilização do feijão na alimentação (GEIL e ANDERSON, 1994). Assim, no tratamento da osteoporose, causada pela deficiência de cálcio no organismo (FRANCO 1999), poder-se-á estimular o consumo de uma cultivar de feijão com alto teor de cálcio. De maneira similar, problemas relacionados à deficiência de potássio, que provoca hipertensão arterial (SATHE et al., 1984), poderão ser minimizados por meio de dieta formulada com cultivar de feijão de alto teor de potássio. Por sua vez, Louis e Dolan (1970) recomendaram restrição de potássio na alimentação, quando houver o diagnóstico de comprometimento renal. Nesse caso, a prescrição adequada de uma dieta deverá ser baseada no profundo conhecimento da composição química do alimento e no quadro de saúde do indivíduo.

Para tanto, será preciso identificar cultivares de feijão com teores elevados ou baixos de macrominerais, independentemente do ambiente de cultivo. Isso porque as qualidades nutricionais e tecnológicas do feijão são determinadas pelo genótipo e influenciadas pelas condições do ambiente durante o desenvolvimento da planta e dos grãos (DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004). Presença de interação cultivar x local significativa foi observada para teor de fósforo, potássio e cálcio em cultivares de feijão em cultivo na África (BARAMPAMA e SIMARD, 1993).

Sendo assim, os objetivos desse trabalho foram avaliar a composição de macrominerais em grãos de cultivares de feijão desenvolvidas pela pesquisa no Brasil, investigar a presença de interação cultivares x locais de cultivo sobre os teores de minerais, além de identificar cultivares de feijão para uso direto na alimentação ou em cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento.

## Material e Métodos

Os grãos de feijão foram obtidos na safra agrícola de 2004/2005, em áreas experimentais dos Programas de Melhoramento de Feijão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, e da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Em Santa Maria, o experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia, da UFSM, na região da depressão central do RS, a 95 m de altitude, latitude 29°42'S e longitude 53°43'W. O clima da região é do tipo Cfa, temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo dos anos, e subtropical do ponto de vista térmico. O solo é classificado como Argissolo Bruno-Acinzentado alítico típico, pertencente à unidade de mapeamento Santa Maria, com a seguinte composição química: pH (H<sub>2</sub>O): 5,8; matéria orgânica: 1,9 %; fósforo: 15,3 mg dm<sup>-3</sup>; potássio: 84 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio: 5,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; magnésio: 2,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; enxofre: 11,6 mg dm<sup>-3</sup>.

Em Pelotas, o experimento foi conduzido em área da Embrapa Clima Temperado, na região sul do Estado do RS, a 17 m de altitude, latitude 31°7'S e longitude 52°1'W. O clima também é subtropical do tipo Cfa e o solo da região é caracterizado como Cambissolo Háplico distrófico típico e apresentava pH (H<sub>2</sub>O): 5,1; matéria orgânica: 3,5 %; fósforo: 9,3 mg dm<sup>-3</sup>; potássio: 48 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio: 5,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; magnésio: 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; enxofre: 16,8 mg dm<sup>-3</sup>.

O solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada de acordo com a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (2004). Em Santa Maria, utilizou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, da fórmula 5-20-20, que foi incorporado por ocasião da semeadura. A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações de 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia, nos estádios vegetativos de primeira e de terceira folhas trifolioladas, V3 e V4, respectivamente. Em Pelotas, aplicou-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 10-30-10, não sendo necessária a adubação de cobertura com nitrogênio. O controle de insetos foi realizado com a aplicação de Metamidofós e o controle de plantas invasoras foi manual e efetuado sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição.

O delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, foi utilizado em ambos locais e 19 cultivares de feijão foram avaliadas: IAPAR 44, BRS Expedito, Guateian 6662, Diamante Negro, Macotaço, TPS Nobre, FTS Soberano, Macanudo, TPS Bionobre, Rio Tibagi, BRS Valente, Minuano, Guapo Brilhante, Carioca, Pérola, FTS Magnífico, TPS Bonito, IAPAR 31 e Iraí.

As parcelas foram compostas de quatro fileiras de quatro metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A área útil da parcela consistiu das duas fileiras centrais, nas quais se desprezaram 0,50 m das extremidades, totalizando 3,0 m<sup>2</sup> por unidade experimental. A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Após a retirada das impurezas, os grãos foram secados ao sol e em estufa (65 a 70°C), até umidade média de 13 %, quando se determinou o rendimento de grãos.

Amostras de 100 g de grãos das unidades experimentais foram tomadas ao acaso e moídas em moinho até a obtenção de partículas inferiores a 1 mm. Logo após, foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas, e conservadas sob refrigeração até o momento da realização das análises de minerais.

Os minerais foram quantificados no Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da UFSM. A digestão sulfúrica foi realizada para a determinação de nitrogênio e a digestão nítrica-perclórica (HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>, na proporção 3:1), para a quantificação de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. O teor de nitrogênio foi avaliado pelo método de micro-Kjeldahl, em destilador Vapodest; o fósforo e o enxofre, por meio de espectrofotômetro UV-VIS, marca Único, modelo 2100, com comprimento de onda de 660 nm e de 420 nm, respectivamente; o potássio, por fotometria de chama; o cálcio e o magnésio, por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, marca Perken Elmer, modelo Analyst 200, utilizando os seguintes comprimentos de onda: Ca: 422,7 nm e Mg: 285,2 nm. Os métodos aplicados para a digestão das amostras e para as dosagens dos minerais foram descritos por Miyazawa et al. (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F a 5 % de probabilidade de erro, para testar as hipóteses dos efeitos principais de cultivares e de locais e da interação cultivares x locais. O efeito das cultivares foi considerado como fixo e o efeito de locais, aleatório. Em relação às variáveis com interação cultivares x locais significativa, efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott a 5 % de significância. O rendimento de grãos foi analisado

segundo o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, com duas repetições, em duplicata, devido ao alto custo das análises da composição química dos grãos. A análise de correlação linear de Pearson foi realizada com os dados médios de Santa Maria, de Pelotas e do conjunto de locais.

## Resultados e Discussão

Na análise de variância obteve-se interação cultivares x locais significativa em relação aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, e rendimento de grãos, evidenciando resposta diferenciada das cultivares de feijão aos locais de avaliação (Tabela 1). Resultados semelhantes para fósforo, potássio e cálcio foram observados em Burundi para quatro cultivares de feijão obtidas em quatro diferentes locais (BARAMPAMA e SIMARD, 1993).

Com relação ao magnésio, não foram constatadas diferenças significativas para os efeitos principais - cultivares e locais - e para a interação cultivares x locais. O teor médio de magnésio foi de 0,14 g por 100 g de MS, inferior ao valor médio de 0,19 g por 100 g de MS obtido por Beebe et al. (2000) na avaliação de 1031 acessos de feijão cultivado que integram a coleção de germoplasma do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia.

Quanto ao enxofre, houve efeito significativo para locais, sendo obtido maior valor médio em Pelotas (0,14 g por 100 g de MS) do que em Santa Maria (0,12 g por 100 g de MS). Esses teores de enxofre foram inferiores à variação de 0,28 g a 0,47 g por 100g de MS que foi observada em cultivares e em linhagens de feijão, com grãos, predominantemente, de tegumento de cor (bege, vermelho, roxo, entre outros) em cultivo no Estado de Minas Gerais (MESQUITA et al., 2007). Esses resultados confirmaram a observação de Augustin et al. (1981), segundo a qual o teor de minerais apresenta variação com a coloração do tegumento de grãos.

Considerando os valores médios obtidos, pode-se afirmar que os grãos de feijão são constituídos em ordem decrescente por nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio, enxofre e cálcio (Tabela 1). Os valores observados são muito semelhantes aos relatados por Sathe et al. (1984), por Barampama e Simard (1993) e por Mesquita et al. (2007).

As cultivares que apresentaram maiores teores de nitrogênio foram IAPAR 44, BRS Expedito e Guateian 6662, em Santa Maria, e FTS Soberano e BRS Expedito, em Pelotas (Tabela 2). A amplitude

**Tabela 1 - Análise de variância conjunta dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), em g por 100g de matéria seca, e rendimento de grãos de 19 cultivares de feijão avaliadas em Santa Maria e em Pelotas, RS**

| Fonte de variação                   | GL | Quadrado médio <sup>(1)</sup> |                      |                      |                      |                      |                      |
|-------------------------------------|----|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                     |    | N                             | P                    | K                    | Ca                   | Mg                   | S                    |
| Cultivares (C)                      | 18 | 20,0643 <sup>ns</sup>         | 0,2617 <sup>ns</sup> | 1,8456 <sup>ns</sup> | 0,0651 <sup>ns</sup> | 0,0219 <sup>ns</sup> | 0,0776 <sup>ns</sup> |
| Locais (L)                          | 1  | 557,4472*                     | 27,5162*             | 33,0265*             | 0,1841*              | 0,0526 <sup>ns</sup> | 0,3995*              |
| C x L                               | 18 | 9,3259*                       | 0,3567*              | 0,9700*              | 0,0314*              | 0,0191 <sup>ns</sup> | 0,0435 <sup>ns</sup> |
| Resíduo                             | 38 | 0,4489                        | 0,1359               | 0,4079               | 0,0080               | 0,0201               | 0,0280               |
| Média (g 100g de MS <sup>-1</sup> ) |    | 4,23                          | 0,40                 | 1,43                 | 0,12                 | 0,14                 | 0,13                 |
| CVe (%)                             |    | 1,58                          | 9,12                 | 4,45                 | 7,63                 | 10,45                | 12,95                |
| CVg (%)                             |    | 3,87                          | - <sup>(2)</sup>     | 3,26                 | 7,86                 | 1,93                 | 7,14                 |
| CVg/CVe                             |    | 2,45                          | -                    | 0,73                 | 1,03                 | 0,18                 | 0,55                 |
| Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )   |    |                               |                      |                      |                      |                      |                      |
| Blocos/Ambiente                     | 4  | 405165,72                     |                      |                      |                      |                      |                      |
| Cultivares (C)                      | 18 | 246407,52 <sup>ns</sup>       |                      |                      |                      |                      |                      |
| Locais (L)                          | 1  | 942214,88 <sup>ns</sup>       |                      |                      |                      |                      |                      |
| C x L                               | 18 | 228962,33*                    |                      |                      |                      |                      |                      |
| Resíduo                             | 72 | 38583,12                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Média                               |    | 2061,95                       |                      |                      |                      |                      |                      |
| CVe (%)                             |    | 9,53                          |                      |                      |                      |                      |                      |
| CVg (%)                             |    | 2,62                          |                      |                      |                      |                      |                      |
| CVg:CVe                             |    | 0,27                          |                      |                      |                      |                      |                      |

<sup>(1)</sup> Significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F; <sup>ns</sup> = não significativo.  
CVe (%): coeficiente de variação experimental.  
CVg (%): coeficiente de variação genético.  
<sup>(2)</sup> Estimativa da variância genética negativa.

dos teores de nitrogênio foi diferenciada nos dois municípios, sendo de 3,19 g a 4,40 g por 100 g de MS em Santa Maria e de 4,14 a 4,98 g por 100 g de MS em Pelotas.

Em relação ao fósforo, não foi observada diferença significativa entre as cultivares quando os grãos foram obtidos em Pelotas, mas variação de 0,35 g (IAPAR 31) a 0,53 g por 100 g de MS (Pérola) foi constatada em Santa Maria. As cultivares avaliadas estão dentro da faixa citada na literatura (BARAMPAMA e SIMARD, 1993; BEEBE et al., 2000; MESQUITA et al., 2007).

Quanto ao potássio, amplitude de 1,27 g (IAPAR 31) a 1,67 g por 100 g de MS (BRS Expedito) foi constatada em Santa Maria, e de 1,24 g (Minuano) a 1,49 g (Guatêian 6662), em Pelotas. Os teores observados foram similares aos obtidos na Colômbia (BEEBE et al., 2000), superiores aos verificados em Burundi (BARAMPAMA e SIMARD, 1993) e inferiores aos observados em germoplasma de feijão em cultivo no Brasil (MESQUITA et al., 2007).

Como o potássio pode ser utilizado para controlar hipertensão arterial e minimizar problemas de excreção excessiva que prejudicam a saúde (SATHÉ et al., 1984), a cultivar BRS Expedito - superior em potássio nos dois locais de avaliação, poderia ser utilizada com fins preventivos ou terapêuticos na dieta. No entanto, quando houver o diagnóstico de comprometimento renal, deve-se evitar o consumo de grãos dessa cultivar, pois, nesse caso, a restrição de potássio na alimentação é recomendada por Louis e Dolan (1970).

O teste de Scott-Knott separou dois grupos para cálcio, em cada um dos locais de avaliação. Os teores de cálcio variaram de 0,09 g (TPS Bonito) a 0,14 g por 100 g de MS (Pérola), em Santa Maria, e de 0,10 g (IAPAR 31) a 0,15 g por 100 g de MS (Rio Tibagi), em Pelotas. Para esse macromineral, foi possível identificar cultivares com alto teor de cálcio – Macanudo, Rio Tibagi, TPS Nobre, BRS Expedito, TPS Bionobre e Carioca, independentemente do local do cultivo.

COMPOSIÇÃO DE MACROMINERAIS EM CULTIVARES DE FEIJÃO  
E APLICAÇÕES PARA O MELHORAMENTO GENÉTICO

**Tabela 2 - Média dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio (em g por 100 g de matéria seca) e do rendimento de grãos (em kg ha<sup>-1</sup>) de 19 cultivares de feijão avaliadas em Santa Maria (SM) e em Pelotas (PE), RS**

| Cultivar**                     | Nitrogênio |        |       | Fósforo |                  |       | Potássio |        |       | Cálcio |        |       | Rendimento |        |       |
|--------------------------------|------------|--------|-------|---------|------------------|-------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|------------|--------|-------|
|                                | SM*        | PE*    | Média | SM*     | PE <sup>ns</sup> | Média | SM*      | PE*    | Média | SM*    | PE*    | Média | SM*        | PE*    | Média |
| IAPAR 44 <sup>(1)</sup>        | 4,40 a     | 4,73 b | 4,57  | 0,51 a  | 0,38             | 0,45  | 1,66 a   | 1,36 b | 1,51  | 0,11 b | 0,11 b | 0,11  | 1163 d     | 2023 b | 1593  |
| BRS Expedito <sup>(2)</sup>    | 4,34 a     | 4,86 a | 4,60  | 0,49 a  | 0,29             | 0,39  | 1,67 a   | 1,48 a | 1,58  | 0,13 a | 0,14 a | 0,14  | 2014 b     | 2354 a | 2184  |
| Guatelian 6662 <sup>(3)</sup>  | 4,29 a     | 4,59 b | 4,44  | 0,46 a  | 0,33             | 0,39  | 1,54 b   | 1,49 a | 1,52  | 0,13 a | 0,10 b | 0,12  | 1588 c     | 2148 b | 1868  |
| Diamante Negro <sup>(4)</sup>  | 4,15 b     | 4,67 b | 4,41  | 0,46 a  | 0,37             | 0,41  | 1,64 a   | 1,37 b | 1,51  | 0,10 b | 0,13 a | 0,12  | 1710 c     | 2038 b | 1874  |
| Macotaço <sup>(2)</sup>        | 4,13 b     | 4,38 c | 4,26  | 0,46 a  | 0,34             | 0,40  | 1,43 c   | 1,38 b | 1,41  | 0,09 b | 0,11 b | 0,10  | 1685 c     | 2037 b | 1861  |
| TPS Nobre <sup>(5)</sup>       | 4,10 b     | 4,23 d | 4,16  | 0,52 a  | 0,31             | 0,42  | 1,45 c   | 1,31 b | 1,38  | 0,12 a | 0,15 a | 0,13  | 2212 b     | 2329 a | 2270  |
| FTS Soberano <sup>(5)</sup>    | 4,04 c     | 4,98 a | 4,51  | 0,50 a  | 0,39             | 0,44  | 1,47 c   | 1,32 b | 1,40  | 0,13 a | 0,11 b | 0,12  | 2185 b     | 1920 b | 2052  |
| Macanudo <sup>(2)</sup>        | 3,97 c     | 4,67 b | 4,32  | 0,49 a  | 0,36             | 0,43  | 1,55 b   | 1,36 b | 1,45  | 0,12 a | 0,13 a | 0,12  | 2163 b     | 2160 b | 2161  |
| TPS Bionobre <sup>(5)</sup>    | 3,86 d     | 4,33 c | 4,10  | 0,50 a  | 0,36             | 0,43  | 1,44 c   | 1,38 b | 1,41  | 0,11 a | 0,13 a | 0,12  | 2136 b     | 2430 a | 2283  |
| Rio Tibagi <sup>(3)</sup>      | 3,80 d     | 4,70 b | 4,25  | 0,42 b  | 0,35             | 0,39  | 1,46 c   | 1,32 b | 1,39  | 0,13 a | 0,15 a | 0,14  | 1572 c     | 2163 b | 1868  |
| BRS Valente <sup>(4)</sup>     | 3,77 d     | 4,63 b | 4,20  | 0,45 a  | 0,37             | 0,41  | 1,42 c   | 1,43 a | 1,43  | 0,12 a | 0,12 b | 0,12  | 1994 b     | 2098 b | 2046  |
| Minuano <sup>(2)</sup>         | 3,70 e     | 4,38 c | 4,04  | 0,45 a  | 0,37             | 0,41  | 1,49 c   | 1,24 b | 1,37  | 0,11 b | 0,11 b | 0,11  | 2013 b     | 2030 b | 2021  |
| Guapo Brilhante <sup>(2)</sup> | 3,64 e     | 4,44 c | 4,04  | 0,41 b  | 0,37             | 0,39  | 1,37 d   | 1,32 b | 1,35  | 0,10 b | 0,10 b | 0,10  | 2305 b     | 2090 b | 2197  |
| Grupo de cor                   |            |        |       |         |                  |       |          |        |       |        |        |       |            |        |       |
| Carioca <sup>(6)</sup>         | 4,19 b     | 4,14 d | 4,16  | 0,48 a  | 0,31             | 0,39  | 1,55 b   | 1,32 b | 1,43  | 0,13 a | 0,14 a | 0,13  | 1844 c     | 2317 a | 2080  |
| Pérola <sup>(4)</sup>          | 4,16 b     | 4,32 c | 4,24  | 0,53 a  | 0,29             | 0,41  | 1,59 b   | 1,44 a | 1,52  | 0,14 a | 0,12 b | 0,13  | 1710 c     | 2304 a | 2007  |
| FTS Magnífico <sup>(5)</sup>   | 4,16 b     | 4,55 b | 4,35  | 0,50 a  | 0,37             | 0,43  | 1,51 b   | 1,44 a | 1,48  | 0,09 b | 0,12 b | 0,11  | 1999 b     | 1869 b | 1934  |
| TPS Bonito <sup>(5)</sup>      | 3,78 d     | 4,56 b | 4,17  | 0,47 a  | 0,32             | 0,39  | 1,53 b   | 1,34 b | 1,43  | 0,09 b | 0,11 b | 0,10  | 2511 a     | 1822 b | 2166  |
| IAPAR 31 <sup>(1)</sup>        | 3,63 e     | 4,23 d | 3,93  | 0,35 b  | 0,34             | 0,34  | 1,27 d   | 1,35 b | 1,31  | 0,11 a | 0,10 b | 0,11  | 2004 b     | 2468 a | 2236  |
| Iraí <sup>(3)</sup>            | 3,19 f     | 4,21 d | 3,70  | 0,39 b  | 0,35             | 0,37  | 1,46 c   | 1,32 b | 1,39  | 0,09 b | 0,12 b | 0,10  | 2644 a     | 2304 a | 2474  |
| Média                          | 3,96       | 4,51   | 4,23  | 0,46    | 0,34             | 0,40  | 1,50     | 1,37   | 1,43  | 0,11   | 0,12   | 0,12  | 1971       | 2153   | 2062  |

\* Médias não seguidas por mesmas letras na vertical diferem entre si, a 5 % de probabilidade de erro, pelo teste de Scott-Knott<sup>ns</sup> não significativo.

\*\* Programa de Melhoramento obtentor/mantenedor da cultivar: <sup>(1)</sup>Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina, PR. <sup>(2)</sup>Embrapa Clima Temperado (CPACT), Pelotas, RS. <sup>(3)</sup>Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Porto Alegre, RS. <sup>(4)</sup>Embrapa Arroz e Feijão (CNPAP), Goiânia, GO. <sup>(5)</sup>Francisco Terasawa Sementes (FT), Ponta Grossa, PR. <sup>(6)</sup>Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Campinas, SP.



Como o cálcio é constituinte dos ossos e dos dentes (FRANCO, 1999), a utilização dessas cultivares na dieta poderia prevenir ou minimizar os problemas decorrentes da osteoporose e da integridade da dentição da população. No entanto, há necessidade de que pesquisas mais aprofundadas comprovem esses efeitos. Uma extensa revisão, destacando os inúmeros benefícios à saúde que o uso do feijão na alimentação propicia, pode ser consultada em Geil e Anderson (1994).

Com relação ao rendimento de grãos, as cultivares que se destacaram em Santa Maria foram Irai e TPS Bonito. Em Pelotas, por sua vez, as cultivares TPS Nobre, BRS Expedito, TPS Bionobre, Pérola, Carioca, Irai e IAPAR 31 apresentaram os maiores valores para rendimento de grãos.

A identificação de cultivares de feijão com alto rendimento de grãos e alto teor de macrominerais é objetivo do melhoramento genético, para isso é preciso que haja correlação linear positiva entre essas características. Entretanto, coeficientes de correlação fenotípicos negativos e de baixa

magnitude foram obtidos entre o rendimento de grãos e os teores de minerais (Tabela 3). Nesse caso, incrementos no rendimento de grãos não proporcionaram maior teor de macrominerais nos grãos. No entanto, a falta de correlação positiva entre essas características não impede o lançamento de uma cultivar com maior teor de minerais e de produtividade similar ou inferior àquelas cultivares inscritas no Registro Nacional de Cultivares, no Ministério da Agricultura (RNC-MA). De acordo com a instrução normativa número 25, de 23 de maio de 2006 (BRASIL, 2006), o interessado poderá indicar a existência de característica importante que justifique a inclusão da nova cultivar no RNC. Nesse caso, a inscrição de uma nova cultivar de feijão com maior teor de minerais é justificável, devido ao maior valor nutritivo, mesmo que não tenha apresentado destacado potencial de produtividade de grãos.

Também é importante considerar que a existência de correlação linear positiva entre dois minerais possibilitaria a seleção de ambas características e um alimento com maior qualidade

**Tabela 3 - Matriz de coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres rendimento de grãos (em kg ha<sup>-1</sup>) e os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (em g por 100 g de matéria seca) de 19 cultivares de feijão avaliadas em Santa Maria e em Pelotas, RS, e na média geral**

| Caráter    | Santa Maria |            |         |          |        |          |
|------------|-------------|------------|---------|----------|--------|----------|
|            | Rendimento  | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio |
| Nitrogênio | -0,67*      |            |         |          |        |          |
| Fósforo    | -0,25       | 0,72*      |         |          |        |          |
| Potássio   | -0,39       | 0,65*      | 0,62*   |          |        |          |
| Cálcio     | -0,34       | 0,38       | 0,29    | 0,18     |        |          |
| Magnésio   | -0,29       | 0,56*      | 0,63*   | 0,30     | 0,60*  |          |
| Enxofre    | -0,41       | 0,30       | 0,38    | 0,22     | -0,11  | -0,05    |
| Pelotas    |             |            |         |          |        |          |
| Nitrogênio | -0,51*      |            |         |          |        |          |
| Fósforo    | -0,47*      | 0,35       |         |          |        |          |
| Potássio   | 0,09        | 0,29       | -0,32   |          |        |          |
| Cálcio     | 0,30        | 0,05       | -0,28   | -0,05    |        |          |
| Magnésio   | -0,08       | -0,03      | 0,10    | -0,39    | 0,29   |          |
| Enxofre    | -0,16       | -0,17      | 0,42    | -0,46*   | -0,20  | 0,17     |
| Geral      |             |            |         |          |        |          |
| Nitrogênio | -0,18       |            |         |          |        |          |
| Fósforo    | -0,42*      | -0,38*     |         |          |        |          |
| Potássio   | -0,39*      | -0,16      | 0,67*   |          |        |          |
| Cálcio     | -0,01       | 0,38*      | -0,22   | -0,13    |        |          |
| Magnésio   | -0,06       | 0,32       | -0,06   | -0,21    | 0,44*  |          |
| Enxofre    | -0,15       | 0,34*      | -0,14   | -0,29    | -0,01  | 0,18     |

\* Significativo pelo teste t, a 5 % de probabilidade de erro, com 17 graus de liberdade para os ambientes Pelotas e Santa Maria e com 36 graus de liberdade para o ambiente geral.

nutricional poderia ser disponibilizado. Assim, considerando os coeficientes de correlação obtidos entre os pares de minerais, observou-se que a magnitude e o sinal foram diferentes em Santa Maria e em Pelotas (Tabela 3). Como essas estimativas não foram consistentes nos locais de avaliação, pois foram observadas variações de sinal e de magnitude, não é possível fazer-se inferências no sentido de que essas associações foram de natureza genética. No entanto, considerando que várias correlações positivas e de alta magnitude foram observadas entre minerais determinados em acessos de origem Andina e Mesoamericana por Beebe et al. (2000), a hipótese de que a magnitude e o sinal dos coeficientes de correlação obtidos será dependente do germoplasma avaliado e do ambiente pode ser considerada.

A administração de dietas específicas com fins nutricionais, terapêuticos e/ou preventivos será possível a partir do conhecimento da composição de minerais nos alimentos. O grande desafio para o melhoramento genético está na identificação de cultivares de feijão com elevados teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e/ou enxofre, independentemente do ambiente de cultivo. Nesse sentido, a cultivar BRS Expedito é adequada para uso na alimentação e para o desenvolvimento de germoplasma de feijão com maior teor de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. Essa cultivar poderá ser recomendada para aquelas dietas com necessidade de alto teor de minerais para suprir os requerimentos nutricionais diários. No entanto, considerando que os grãos das leguminosas são ricos em ácido fítico, um potente inibidor da absorção de ferro e da menor disponibilidade de zinco (LUCCA et al., 2002), a biodisponibilidade dos minerais precisa ser melhor investigada nessas cultivares de feijão.

## Conclusões

Os grãos de feijão são constituídos em maior parte por nitrogênio, seguido de potássio, fósforo, magnésio, enxofre e cálcio.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio nos grãos de feijão são influenciados pela interação cultivares x locais.

A cultivar BRS Expedito contém altos teores de macrominerais, sendo indicada para a composição de dietas e para cruzamentos dirigidos em programas de melhoramento.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo aporte financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- AUGUSTIN, J.; BECK, C. B.; KALBFLEISH, G.; et al. Variation in the Vitamin and Mineral Content of Raw and Cooked Commercial *Phaseolus vulgaris* Classes. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.6, p.1701-1706, 1981.
- BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R.E. Nutrient Composition, Protein Quality and Antinutritional Factors of Some Varieties of Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*) Grown in Burundi. *Food Chemistry*, Barking, v.47, n.2, p.159-167, 1993.
- BEEBE, S.; GONZALEZ, A.V.; RENGIFO, J. Research on Trace Minerals in the Common Bean. *Food and Nutrition Bulletin*, Boston, v. 21, n.4, p.387-391, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a Inscrição no Registro Nacional de Cultivares – RCN. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 21 ago. 2006.
- COSTA, N.M.B.; LIBERATO, S.C. Biotecnologia na Nutrição e Saúde. In: COSTA, N.M.B.; BORÉM, A. (Eds.) Biotecnologia e Nutrição: Saiba como o DNA pode Enriquecer os Alimentos. São Paulo: Nobel, 2003. Cap.3. p.71-127.
- CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- CUNHA, D.F.; CUNHA, S.F.C. Microminerais In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. (Eds.). **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. Cap. 9. p.141-165.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; et al. Environment Effect on Grain Quality in Early Common Bean Cultivars and Lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999. 307 p.
- GEIL, P.B.; ANDERSON, J.W. Nutrition and Health Implications of Dry Beans: a Review. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.13, n.6, p.549-558, 1994.
- GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ, O. Protein and Mineral Content of a Novel Collection of Wild and Weedy Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.80, n.13, p.1874-1881, 2000.
- LEMOES, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C. et al. Características Agrônomicas e Tecnológicas de Genótipos de Feijão do Grupo Comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.319-326, 2004.
- LOUIS, C.J.; DOLAN, E.M. Removal of Potassium in Potatoes by Leaching. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v.57, n.1, p.42-43, 1970.

LUCCA, P.; HURREL, R.; POTRYKUS, I. Fighting Iron Deficiency Anemia with Iron-Rich Rice. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.21, n.3, p.184S-190S, 2002.

MESQUITA, F.R.; CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P. *et al.* Linhagens de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição Química e Digestibilidade Protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T. *et al.* Análises Químicas de Tecido Vegetal. In: SILVA, F.C. (Ed.). **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. p. 171-223.

SATHE, S.K.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. Dry Beans of Phaseolus. A Review, Part 2. Chemical Composition: Carbohydrates, Fiber, Minerals, Vitamins and Lipids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.21, n.1, p.41-93, 1984..

## Estabilidade de produção de linhagens-elite de feijão em diferentes ambientes no Estado do Rio Grande do Sul

Nerinéia Dalfollo Ribeiro<sup>1</sup>, Juarez Fernandes de Souza<sup>2</sup>, Irajá Ferreira Antunes<sup>3</sup>,  
Gilberto Antonio Peripolli Bevilacqua e Sandra Maria Maziero<sup>4</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação e a estabilidade da produção de linhagens-elite de feijão para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Assim, oito linhagens-elite desenvolvidas a partir de programas de melhoramento de feijão do país e três cultivares comerciais utilizadas como testemunhas foram avaliadas em dez ambientes, no RS, durante o biênio 2006 e 2007. Os métodos de Eberhart e Russel e de Lin e Binns, modificado por Carneiro, foram utilizados para a obtenção das estimativas de adaptabilidade e de estabilidade. A produtividade de grãos foi alterada nos locais, anos e épocas de semeadura devido à ocorrência de interação genótipos com ambientes significativa. As linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentam, simultaneamente, alta produtividade de grãos, adaptação e estabilidade de produção no RS, sugerindo que o respectivo programa de melhoramento obtentor da linhagem deva proceder à sua inscrição no Registro Nacional de Cultivares.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., interação genótipos com ambientes, rendimento de grãos.

## Yield stability of common bean elite lines in the different environment in the State of Rio Grande do Sul

**Abstract** - The objective of this research was to evaluate adaptability and yield stability of common bean elite lines in Rio Grande do Sul State (RS), Brazil. Eight elite lines of different Brazilian breeding programs and three commercial cultivars used as check were evaluated in ten environments, in RS, during the biennium 2006-2007. The methods of Eberhart and Russel and Lin and Binns, modified by Carneiro, were used to obtain adaptability and stability estimates. Grain yield showed different response to location, year and planting time, due to the significant genotype by environment interaction. TB 02-02 and UTF 2810433 elite lines showed simultaneous high grain yield, adaptability and yield stability for RS state, suggesting that they should be registered by the respective breeding program in the National Cultivar Registration Service.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., genotype by environment interaction, grain yield.

### Introdução

A produtividade de grãos em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta variabilidade genética (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007). O ambiente, por sua vez, também contribui para a alteração na produtividade de grãos como resposta às diferenças quanto à

localização geográfica, às condições edáficas (tipo de solo, pH, fertilidade, textura e matéria orgânica) e às variações climáticas (temperatura, precipitação, fotoperíodo, radiação solar, entre outros). Além disso, os efeitos da interação cultivares com ambientes têm sido observados entre locais, anos e épocas de semeadura.

Assim, fatores genéticos, ambientais e da interação genótipos com ambientes afetam a produtividade de grãos de feijão. Por isso, a identificação de cultivares com ampla adaptação e estabilidade

<sup>1</sup> Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97105-900. Santa Maria, RS. E-mail: neiadr@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Pesquisador, Mestre, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). 90130-060. Porto Alegre, RS. E-mail: juarez-souza@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup> Pesquisador, Doutor, EMBRAPA Clima Temperado, Caixa Postal, 553. 96001-000. Pelotas, RS. E-mail: iraja@cpact.embrapa.br.

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Agronomia, UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: sandramaziero@yahoo.com.br.

de produção nos vários ambientes de cultivo deve ser priorizada pelo melhoramento genético. As metodologias de EBERHART e RUSSEL (1966) e de LIN e BINNS (1988) têm sido muito utilizadas para a cultura do feijão (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007). Isso porque são métodos de simples interpretação, uma vez que avaliam a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade em uma única estatística.

CARNEIRO (1998) propôs uma modificação na metodologia de LIN e BINNS, ou seja, fez a decomposição do estimador  $P_i$  em duas partes,  $P_{if}$  (ambientes favoráveis) e  $P_{id}$  (ambientes desfavoráveis). Desse modo, foi possível identificar germoplasma de feijão com maior estabilidade ( $<P_i$ ), mais responsivos a ambientes favoráveis ( $<P_{if}$ ) e mais adaptados a ambientes desfavoráveis ( $<P_{id}$ ) (CARBONELL et al., 2001; MELO et al., 2007).

No Estado do Rio Grande do Sul (RS), os Programas Públicos de Melhoramento constituídos pela Embrapa Clima Temperado, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), decidiram avaliar, de maneira conjunta, as linhagens promissoras desenvolvidas pelos diferentes programas de melhoramento para a inscrição das novas cultivares no Registro Nacional de Cultivares, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RNC-MAPA). Além disso, as informações geradas pela rede de ensaios têm fornecido informações sobre o desempenho das cultivares para os órgãos de assistência técnica.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a adaptação e a estabilidade da produção de linhagens-élite de feijão do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Sul-Brasileiro de Feijão (EVCU-SB) no RS, no biênio 2006 e 2007, com a finalidade de identificar aquelas com aptidão a serem inscritas no RNC-MA pelo respectivo programa de melhoramento obtentor da cultivar.

## Material e Métodos

Os experimentos do EVCU-SB do biênio 2006 e 2007 foram conduzidos em cinco municípios do Estado do Rio Grande do Sul: em Pelotas (52°10'W - 31°70'S) e em Sobradinho (53°01'W - 29°25'S), sob a coordenação da Embrapa Clima Temperado; em Santa Maria (53°43'W - 29°42'S), pela UFSM; em Maquiné (50°12'W - 29°40'S) e em Santo Augusto (53°46'W - 27°51'S), pela Fepagro. Todos os

EVCU-SB foram instalados no cultivo de safra agrícola - semeadura entre os meses de agosto a outubro, sendo que em Maquiné e em Santo Augusto também foi realizado o cultivo de safrinha - semeadura entre os meses de janeiro a março de 2007, perfazendo um total de dez ambientes.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, seguindo os requisitos mínimos para a determinação do valor de cultivo e uso, para a indicação de cultivares de feijão (BRASIL, 2006). A parcela foi constituída de quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, e uma área útil de 4 m<sup>2</sup>. Os tratamentos incluíram a avaliação de três cultivares de feijão (BRS Valente, Guapo Brilhante e Pérola), utilizadas como testemunhas, e de oito linhagens-élite de diferentes programas de melhoramento obtentores de germoplasma: DF 02-03 e DF 03-02, da UFSM, RS; TB 02-02 e TB 98-20, da Embrapa Clima Temperado, RS; UTF 2810433 e UTF 53611313, do Centro Federal de Educação Tecnológica (Cefet), Paraná e CNPC 9461 e CNFP 8000, da Embrapa Arroz e Feijão, Goiás.

O solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo. O controle de insetos foi efetuado com a aplicação de Metamidofós e o controle de plantas invasoras foi realizado manualmente sempre que necessário, de modo que a cultura não sofresse competição. O controle de doenças não foi realizado.

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Após a retirada das impurezas, os grãos foram secados ao sol e em estufa (65 a 70°C) até a umidade média de 13 %, quando se determinou o rendimento de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, considerando o efeito de genótipos como fixo e os efeitos de ambientes e de blocos aleatórios. Os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), foram utilizados para as análises de adaptabilidade e de estabilidade. Os testes estatísticos de Bartlett e F máximo (STELL et al., 1997; GOMES, 1990; CRUZ e REGAZZI, 2001) foram aplicados para verificar a homogeneidade das variâncias residuais. As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2006) e no aplicativo Office Excel.

## Resultados e Discussão

As variâncias residuais foram homogêneas, pois a relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro ( $QMr^+ / QMr^-$ ) da análise de variância



individual dos dez experimentos foi inferior ao valor sete, sugerido por GOMES (1990). Sendo assim, não foi necessário realizar o ajuste dos graus de liberdade da interação dos genótipos x ambientes e do erro combinado para a apresentação da análise de variância conjunta (Tabela 1).

Interação genótipos com ambientes significativa foi obtida para a produtividade de grãos de feijão, indicando resposta diferenciada dos genótipos em relação às mudanças de ambiente (Tabela 1). Assim, alteração na produtividade de grãos foi observada como resposta às diferenças quanto à localização geográfica, às diferenças edáficas e climáticas. Por isso, os experimentos de avaliação de cultivares devem ser conduzidos em rede, pois diferenças entre locais, anos e épocas de semeadura têm sido observadas em função da diversidade de condições de ambiente em que o feijão é cultivado no Brasil (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007).

A produtividade média de grãos obtida pelas linhagens de feijão desenvolvidas pela Embrapa (Clima Temperado e Arroz e Feijão), Cefet e pela UFSM foi superior à média verificada nas cultivares testemunhas – Guapo Brilhante, BRS Valente e Pérola – em sete ambientes (Tabela 2). Dentre elas, a linhagem TB 02-02 foi a única a revelar superioridade a esta média em todos os ambientes testados. Desse modo, no EVCU-SB do biênio 2006 e 2007, conduzido no RS, aslinhagens avaliadas revelaram um alto potencial de produtividade, representando os avanços tecnológicos dos programas de melhoramento no desenvolvimento de germoplasma de feijão para cultivo na região sul do Brasil.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 6,9 % (Santo Augusto – safrinha 2007) a 30,4 % (Sobradinho – safra 2006). Como a instrução normativa número 25, de 23 de maio de 2006, considera que apenas experimentos com coefi-

ciente de variação de até 25 % possam ser aproveitados para a inscrição de cultivares de feijão no RNC-MA (BRASIL, 2006), apenas o experimento de Sobradinho (safra 2006) não será considerado para fins de registro.

A média obtida para a produtividade de grãos nos experimentos conduzidos em Maquiné (safra 2006), Santo Augusto (safra 2006), Maquiné (safra 2007) e Santo Augusto (safrinha 2007) foi superior à média geral (1973 kg ha<sup>-1</sup>), caracterizando ambientes favoráveis (índices ambientais positivos) (Tabela 2). Os demais experimentos apresentaram índices ambientais negativos, representando ambientes desfavoráveis. Assim, foi possível identificar genótipos com adaptação ampla e específica e verificar a sua previsibilidade de comportamento.

A avaliação dos genótipos pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966) permitiu identificar as linhagens TB 02-02 e TB 98-20 com adaptação específica a ambientes desfavoráveis ( $\beta_i < 1$ ) (Tabela 3). Por sua vez, as linhagens UTF 53611313, DF 03-02 e CNFP 8000 apresentaram adaptação a ambientes favoráveis ( $\beta_i > 1$ ). As cultivares Guapo Brilhante, Pérola e BRS Valente e as linhagens UTF 2810433, CNFC 9461 e DF 02-03 apresentaram adaptação geral às condições de cultivo da região sul do Brasil, pois o coeficiente  $\beta_i$  foi semelhante à unidade ( $\beta_i = 1$ ). Apenas a cultivar BRS Valente foi considerada estável (desvio ao coeficiente de regressão não significativo), entretanto, obteve produtividade média inferior à média geral.

Nenhuma das cultivares e linhagens-elite de feijão avaliadas apresentaram, simultaneamente, coeficiente de regressão igual à unidade (ampla adaptabilidade), desvio da regressão igual a zero (estabilidade alta) e produtividade de grãos superior à média geral (1974 kg ha<sup>-1</sup>). Por isso, não foi possível a identificação de nenhum genótipo conceitualmente ideal para o cultivo no RS, no biênio 2006 e 2007, com a utilização da metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966). Este método também não foi eficiente para a seleção de cultivares

**Tabela 1 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de onze genótipos de feijão, avaliados em dez ambientes no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007**

| Fonte de variação            | GL    | SQ           | QM <sup>1</sup> |
|------------------------------|-------|--------------|-----------------|
| Genótipos                    | 10    | 8857258,56   | 885725,85*      |
| Ambientes                    | 9     | 213071706,92 | 23674634,10*    |
| Genótipos x Ambientes        | 90    | 36154184,58  | 401713,16*      |
| Erro                         | 300   | 24233908,01  | 80779,69        |
| Média (kg ha <sup>-1</sup> ) | 1974  |              |                 |
| CV (%)                       | 14,40 |              |                 |

(1) \* Significativo a 0,05 de probabilidade de erro pelo teste F. <sup>ns</sup> Não-significativo.

**Tabela 2 - Médias dos genótipos de feijão para produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), coeficiente de variação (CV%) e índice ambiental (IA) obtidos em dez ambientes, avaliados no biênio 2006 e 2007, no Estado do Rio Grande do Sul**

| Genótipo <sup>2</sup>     | (1) <sup>1</sup>    | (2)                 | (3)                 | (4)                 | (5)                 | (6)                 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| TB 02-02 (P)              | 3493 a <sup>*</sup> | 2881 a <sup>*</sup> | 1608 a <sup>*</sup> | 2093 a <sup>*</sup> | 1307 a <sup>*</sup> | 2650 a <sup>*</sup> |
| UTF 2810433 (P)           | 3123 a              | 2469 b              | 710 c               | 2312 a              | 1539 a              | 2391 a              |
| Guapo Brilhante (T – P)   | 3333 a              | 3075 a              | 1187 b              | 2228 a              | 1366 a              | 2676 a              |
| UTF 53611313 (P)          | 3276 a              | 3050 a              | 565 c               | 2301 a              | 1383 a              | 2264 a              |
| DF 03-02 (P)              | 2649 b              | 2763 a              | 642 c               | 1313 b              | 1398 a              | 2425 a              |
| TB 98-20 (P)              | 2748 b              | 2225 b              | 949 c               | 2220 a              | 1759 a              | 1806 b              |
| CNPC 9461 (C)             | 3173 a              | 2863 a              | 506 c               | 2087 a              | 1300 a              | 1529 b              |
| Pérola (T – C)            | 2056 c              | 2925 a              | 605 c               | 1561 b              | 1298 a              | 2533 a              |
| DF 02-03 (P)              | 2595 b              | 2419 b              | 596 c               | 1525 b              | 1449 a              | 2207 a              |
| BRS Valente (T – P)       | 2601 b              | 2581 b              | 378 c               | 1651 b              | 1216 a              | 2239 a              |
| CNFP 8000 (P)             | 2914 a              | 2406 b              | 709 c               | 1348 b              | 910 a               | 1617 b              |
| Média das testemunhas (T) | 2663                | 2860                | 723                 | 1813                | 1293                | 2483                |
| Média das linhagens (L)   | 2996                | 2635                | 786                 | 1900                | 1381                | 2111                |
| Média geral               | 2906                | 2696                | 769                 | 1876                | 1357                | 2212                |
| QME                       | 120205              | 121327              | 54569               | 78642               | 57432               | 149027              |
| CV(%)                     | 11,9                | 12,9                | 30,4                | 14,9                | 17,7                | 17,4                |
| IA                        | 932                 | 722                 | -1205               | -98                 | -617                | 239                 |
| Genótipo                  | (7)                 | (8)                 | (9)                 | (10)                | Média               |                     |
| TB 02-02 (P)              | 1836 a <sup>*</sup> | 1850 b <sup>*</sup> | 2642 c <sup>*</sup> | 1718 a <sup>*</sup> | 2208                |                     |
| UTF 2810433 (P)           | 1752 a              | 1883 b              | 3500 a              | 1600 a              | 2128                |                     |
| Guapo Brilhante (T – P)   | 1543 b              | 1650 c              | 2433 c              | 1703 a              | 2119                |                     |
| UTF 53611313 (P)          | 1541 b              | 1508 c              | 2958 b              | 1674 a              | 2052                |                     |
| DF 03-02 (P)              | 1646 a              | 2092 a              | 3683 a              | 1264 b              | 1988                |                     |
| TB 98-20 (P)              | 1404 b              | 1642 c              | 3083 b              | 1896 a              | 1973                |                     |
| CNPC 9461 (C)             | 1831 a              | 1992 a              | 2733 c              | 1707 a              | 1972                |                     |
| Pérola (T – C)            | 1493 b              | 1767 b              | 2933 b              | 1738 a              | 1891                |                     |
| DF 02-03 (P)              | 1218 b              | 1525 c              | 3500 a              | 1334 b              | 1837                |                     |
| BRS Valente (T – P)       | 1608 a              | 1617 c              | 2483 c              | 1497 a              | 1787                |                     |
| CNFP 8000 (P)             | 1644 a              | 1208 d              | 3667 a              | 1039 b              | 1746                |                     |
| Média das testemunhas (T) | 1548                | 1678                | 2616                | 1646                |                     |                     |
| Média das linhagens (L)   | 1609                | 1713                | 3221                | 1529                |                     |                     |
| Média geral               | 1592                | 1703                | 3056                | 1570                | 1973                |                     |
| QME                       | 37133               | 22731               | 44307               | 122438              | 80780               |                     |
| CV(%)                     | 12,1                | 8,8                 | 6,9                 | 22,3                | 14,4                |                     |
| IA                        | -381                | -271                | 1082                | -404                |                     |                     |

<sup>1</sup> (1) Maquiné - safra 2006; (2) Santo Augusto - safra 2006; (3) Sobradinho - safra 2006; (4) Santa Maria - safra 2006; (5) Pelotas - safra 2007; (6) Maquiné - safra 2007; (7) Maquiné - safrinha 2007; (8) Santo Augusto - safra 2007; (9) Santo Augusto - safrinha 2007; (10) Santa Maria - safra 2007.

<sup>2</sup> Letras seguindo a identificação do genótipo representam: (C): grãos tipo carioca; (P): grãos tipo preto; (T) cultivar testemunha.

<sup>\*</sup> Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> Não-significativo.

de feijão com estabilidade de produção para o RS, considerando 72 ambientes de avaliação no período compreendido entre 1988 a 1994 (PIANA et al., 1999). Por sua vez, os genótipos SCS Guará, BRS Expedito, CHP 99-54 e SM 98-09 foram considerados desejáveis, segundo os critérios de EBERHART e RUSSELL (1966), para o cultivo no RS no biênio 2004 e 2005 (RIBEIRO et al., 2008). Isso se justifica pelo fato de que o método de EBERHART e RUSSELL (1966) é eficiente para a identificação de genótipos com estabilidade de produção, desde que haja uma relação linear entre o comportamento individual de um genótipo e o índice ambiental. Quando essa linearidade falha, o modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa (AMMI) são recomendados (ZOBEL et al., 1998).

Pelo método de LIN e BINNS (1988), as linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentaram menor valor de  $P_i$ , evidenciando maior estabilidade de produção, além de alta produtividade média nas condições de cultivo na região sul do Brasil (Tabela 3). Convém destacar que os genótipos com menor  $P_i$  são desejáveis, pois apresentaram menor desvio em relação à produtividade máxima em cada ambiente, ou seja, obtiveram desempenho próximo ao máximo na maioria dos ambientes. Com essa metodologia, foi possível identificar cultivares e linhagens de feijão com alta estabilidade fenotípica

associada ao alto desempenho médio em vários ambientes de cultivo (ABREU et al., 1998; NUNES et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007).

Considerando a decomposição proposta por CARNEIRO (1998), identificaram-se as linhagens UTF 2810433 e UTF 53611313 com adaptação a ambientes favoráveis ( $<P_{if}$ ) (Tabela 3). As linhagens TB 02-02 e TB 98-20 e a cultivar Guapo Brilhante apresentaram adaptação a ambientes desfavoráveis ( $<P_{id}$ ). No Estado de São Paulo, também foi possível identificar genótipos de feijão mais estáveis, responsivos a ambientes favoráveis e adaptados a ambientes desfavoráveis com a utilização da metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998) (CARBONELL et al., 2001).

As metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998), foram concordantes na identificação de linhagens com adaptação a ambientes favoráveis (UTF 53611313) e a ambientes desfavoráveis (TB 02-02). Apenas as linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentaram alta produtividade de grãos, adaptação e estabilidade de produção para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com a metodologia de LIN e BINNS (1988). Estes atributos importantes sugerem que devam ser indi-

**Tabela 3 - Produtividade média de grãos (produção, kg ha<sup>-1</sup>) de onze genótipos de feijão e estimativas dos parâmetros de adaptação e de estabilidade obtidos pelos métodos de EBERHART&RUSSELL (1966) -  $\beta_i$ ,  $\sigma^2d_i$  e  $R^2$ , e de LIN&BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998) -  $P_i$ ,  $P_{if}$ ,  $P_{id}$ , avaliados em dez ambientes no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007**

| Genótipo <sup>1</sup> | Produção | $(\beta_i)^2$       | $(\sigma^2d_i)^3$      | $R^2$ (%) <sup>4</sup> | $P_i^5$ $P_{if}^5$ $P_{id}^5$ |         |         |
|-----------------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|---------|---------|
|                       |          |                     |                        |                        | -----10 <sup>4</sup> -----    |         |         |
| TB 02-02              | 2208     | 0,823*              | 92314,25*              | 78,47                  | 7,3295                        | 14,0409 | 2,8551  |
| UTF 2810433           | 2138     | 1,065 <sup>ns</sup> | 22211,24*              | 94,18                  | 7,8120                        | 7,7409  | 7,8593  |
| Guapo Brilhante (T)   | 2119     | 0,906 <sup>ns</sup> | 104264,14*             | 79,96                  | 11,2228                       | 19,8512 | 5,4704  |
| UTF 53611313          | 2052     | 1,150*              | 27119,15*              | 94,42                  | 12,2393                       | 9,2844  | 14,2092 |
| DF 03-02              | 1987     | 1,148*              | 102655,07*             | 86,66                  | 16,8463                       | 10,9193 | 20,7976 |
| TB 98-20              | 1973     | 0,773*              | 57559,07*              | 82,32                  | 16,1313                       | 29,9419 | 6,9242  |
| CNPC 9461             | 1972     | 0,992 <sup>ns</sup> | 97955,27*              | 83,46                  | 19,4308                       | 29,5663 | 12,6739 |
| Pérola (T)            | 1891     | 0,904 <sup>ns</sup> | 98588,58*              | 80,64                  | 23,5012                       | 33,3739 | 16,9194 |
| DF 02-03              | 1837     | 1,095 <sup>ns</sup> | 45884,64*              | 91,66                  | 21,2482                       | 18,6378 | 22,9885 |
| BRS Valente (T)       | 1787     | 0,927 <sup>ns</sup> | 16928,03 <sup>ns</sup> | 93,34                  | 26,7536                       | 33,3738 | 22,3402 |
| CNFP 8000             | 1746     | 1,216*              | 114797,68*             | 86,89                  | 29,5608                       | 23,8036 | 33,3989 |
| Média geral           | 1974     |                     |                        |                        |                               |         |         |

<sup>1</sup> Letras seguindo a identificação do genótipo representam: (T) cultivar testemunha.

<sup>2</sup>  $H_0 = \beta_i = 1$  \* significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t; <sup>ns</sup>: não significativo.

<sup>3</sup>  $H_0 = \sigma^2d_i = 0$  \* significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo.

<sup>4</sup>  $R^2$  = coeficiente de determinação.

<sup>5</sup>  $P_i$  = índice  $P_i$ ;  $P_{if}$  = adaptação a ambientes favoráveis;  $P_{id}$  = adaptação a ambientes desfavoráveis.

cadastre para registro no RNC-MAPA, pelo programa obtentor da cultivar, e após deverão ser recomendadas pela assistência técnica, pois a estabilidade de produção representará vantagens mercadológicas aos produtores de feijão do RS.

## Conclusões

Nenhuma cultivar ou linhagem-elite de feijão foi considerada ideal para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007, pelo método de Eberhart e Russell.

As linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentam, simultaneamente, produtividade de grãos acima da média geral, alta adaptação e estabilidade de produção, pelo método de Lin e Binns, sugerindo que devam ser indicadas para registro no RNC-MA, para o cultivo no RS, pelo respectivo programa de melhoramento obtentor da cultivar.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pelas bolsas concedidas.

## Referências

- ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, M.J.B. *et al.* Estabilidade de Linhagens de Feijão em Algumas Localidades do Estado de Minas Gerais no Período de 1994 a 1995. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 308-312, 1998.
- BACKES, R.L.; ELIAS, H.T.; HEMP, S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos de Feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 309-314, 2005.
- BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F.; ABREU, A.F.B. *et al.* Emprego de Metodologias de Avaliação da Estabilidade Fenotípica na Cultura do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 269, p. 89-102, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a Inscrição no Registro Nacional de Cultivares – RCN**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br> >. Acesso em: 21 ago. 2006.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas Metodologias de Análise da Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento**. Viçosa, 1998. 155 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa.
- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Produção de Cultivares e Linhagens de Feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 69-77, 2001.
- \_\_\_\_\_.; CHIORATO, A.F.; RESENDE, M.D.V. *et al.* Estabilidade de Cultivares e Linhagens de Feijoeiro em Diferentes Ambientes no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007.
- COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F.; HEMP, S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica em Genótipos de Feijão de Cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em Três Ambientes Distintos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 441-448, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- \_\_\_\_\_.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties. **Crop Science**, Stanford, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. Superiority Measure of Cultivar Performance for Cultivar x Location Data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, p. 193-198, 1988.
- MELO, L.C.; MELO, P.G.S.; FARIA, L.C. *et al.* Interação com Ambientes e Estabilidade de Genótipos de Feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.
- NUNES, G.H.S.; ELIAS, H.T.; HEMP, S. *et al.* Estabilidade de Cultivares de Feijão-comum no Estado de Santa Catarina. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 268, p. 625-633, 1999.
- PIANA, C.F.B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade do Rendimento de Grãos de Genótipos de Feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 553-564, 1999.
- RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; POSSEBON, S.B. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares Registradas de Feijão em Diferentes Épocas de Semeadura para a Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1395-1400, 2004.
- \_\_\_\_\_.; ANTUNES, I.F.; SOUZA, J.F. *et al.* Adaptação e Estabilidade de Produção de Cultivares e Linhagens-elite de Feijão no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2434-2440, 2008.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach**. 3. ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666 p.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH JR. H.G. Statistical Analysis of a Yield Trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 388-393, 1988.

## Comparação de custos de tratamentos de controle de plantas daninhas em abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul, Brasil

Nelson Sebastião Model<sup>1</sup>, Rodrigo Favreto<sup>2</sup>

**Resumo** - Objetivando reduzir custos foi calculada a eficiência agroeconômica ( $>$  produtividade  $<$  custo) de cinco tratamentos de controle de plantas daninhas em ensaio conduzido de 27/03/05 a 23/02/07 na Fepagro, Maquiné, RS, delimitado em blocos casualizados, cinco repetições dos tratamentos: T<sub>1</sub>-Capina; T<sub>2</sub>-*Glyphosate* (2,5 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>3</sub>-Diuron (2,4 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>4</sub>-Diuron+*Glyphosate* (2,4 + 2,5 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>5</sub>-Atrazine+ Simazine (3,0 L i.a. ha<sup>-1</sup>). Calculou-se o custo da capina a partir da remuneração diária do operário, do preço, em g mL<sup>-1</sup>, dos princípios ativos e da receita bruta (nº frutos x preço na região) de cada tratamento. O preço do g mL<sup>-1</sup> do atrazine+simazine variou 25 %, do *glyphosate*, 32 % e do diuron, 107 %. O custo dos tratamentos foi: T<sub>1</sub> = R\$ 2736,00; T<sub>5</sub> = R\$ 653,00; T<sub>2</sub> = R\$ 629,00; T<sub>4</sub> = R\$ 621,00 e T<sub>3</sub> = R\$ 468,00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, 9, 3, 6, 5 e 2 % da receita. O controle de plantas daninhas com herbicidas custou 22 % do montante gasto com capinas-T<sub>1</sub>C e o diuron-T<sub>3</sub>D, aplicado a intervalos de 55 dias, foi o tratamento mais barato, custou 74 % do preço médio dos demais tratamentos com herbicidas.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* var. *comosus*, planta daninha, controle, custo de produção

## Comparison of costs of weed control treatments in the pineapple culture in Rio Grande do Sul, Brazil

**Abstract** - Aiming to reduce production costs we studied the agroeconomic efficiency ( $>$  productivity,  $<$  cost) of weed control treatments in an experiment lead since 27 Mar 05 to 23 Jul 07 at Fepagro Litoral Norte, Maquiné, RS, in a randomized complete block design, five repetitions of the weed control treatments: T<sub>1</sub>-Weeding; T<sub>2</sub>-*Glyphosate* (2,5 L a.i. ha<sup>-1</sup>); T<sub>3</sub>-Diuron (2,4 L a.i. ha<sup>-1</sup>); T<sub>4</sub>-Diuron+*Glyphosate* (2,4 + 2,5 L a.i. ha<sup>-1</sup>); T<sub>5</sub>-Atrazine+Simazine (3,0 L a.i. ha<sup>-1</sup>). The cost of T<sub>1</sub>-W was calculated based on daily payment of a worker and T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> and T<sub>5</sub> from the average price of g mL<sup>-1</sup> of the active ingredients of the used herbicides, and the gross income was calculated from commercial fruits and price. The price of g mL<sup>-1</sup> of atrazine + simazine varied 25 %, *glyphosate* 32 % and diuron 107 %. The treatments costs was: T<sub>1</sub> = R\$ 2736,00; T<sub>5</sub> = R\$ 653,00; T<sub>2</sub> = R\$ 629,00; T<sub>4</sub> = R\$ 621,00 and T<sub>3</sub> = R\$ 468,00 per hectare per year, respectively 9, 3, 6, 5 and 2 % of the income. The weed control in the pineapple culture with herbicides costed 22 % of the T<sub>1</sub>-W cost. The T<sub>3</sub>-D (diuron), applicated by 55 days intervals, was the treatment of higher agroeconomic efficiency and costed 74 % of the average price of the other treatments with herbicides.

**Key words:** *Ananas comosus* var. *comosus*, weed, control, production cost

### Introdução

No mundo e no Brasil, o abacaxizeiro é produzido e pesquisado em regiões tropicais, mas, no clima subtropical úmido-Cfa do RS, o crescimento da cultura e das plantas daninhas reflete a condição edafoclimática local e isto afeta a eficiência dos tratamentos de controle recomendados e os custos de produção.

Por motivos climáticos, em alguns anos agrícolas, insetos e doenças podem não ocorrer, mas

todos os anos e o ano todo ocorrem plantas daninhas, cujo controle consome parte do custo total da lavoura (DURIGAN, 1982). No abacaxizeiro cultivado no RS, o controle daquelas é feito através de capinas manuais e/ou herbicidas, que representam 3, 5 e 2 % do custo total das lavouras, respectivamente, nos níveis tecnológicos alto, médio e baixo (MODEL, 1999). Para a formação de um alqueire de abacaxizeiro, a despesa com mão-de-obra representou 19 % no primeiro ano e 64 % no segundo, e grande parte do gasto feito foi para controlar

<sup>1</sup> Eng. Agr. MSc. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Rua Gonçalves Dias, 570, Menino Deus, Porto Alegre, RS, 90130-060. E-mail: nelson-model@fepagro.rs.gov.br.

<sup>2</sup> Eng. Agr. DSc. Fepagro Litoral Norte. Rodovia RS 484, Km 5, 95530-000, Maquiné, RS. E-mail: rfavreto@fepagro.rs.gov.br.



plantas daninhas (NEVES, 1969). Para o custo total, o porcentual gasto com mão-de-obra-35 % só foi superado pelo custo das mudas-45 %.

Devido ao ciclo relativamente longo do abacaxizeiro, em terrenos cultivados, até a primeira safra são necessárias de dez a doze capinas (enxada), se for usado somente este método de controle (DURIGAN, 1982). Na Bahia, são necessárias de doze a 16 capinas por ciclo (CUNHA, 1973), sendo este um dos mais caros itens de produção. A mão-de-obra e os insumos representam 87 % do custo total de produção da cultura (REINHARDT, 1980).

A capina continua sendo o trato cultural mais usado no Brasil, mas nos últimos anos aumentou o uso de herbicidas. Segundo REINHARDT et al. (1981), o uso de pré-emergentes complementados por capinas manuais quando necessário, é o trato cultural mais eficiente e barato. Entretanto, ainda não se sabe se a eficiência e o custo daqueles são os mesmos para as condições edafoclimáticas do RS.

O objetivo do trabalho é comparar custos de tratamentos de controle de plantas daninhas para aumentar a eficiência agroeconômica (maior produtividade com menor custo) e a receita dos abacaxicultores do RS.

## Material e Métodos

Entre março de 2005 e fevereiro de 2007, foi conduzido experimento a campo na Fepagro Litoral Norte, Maquiné, RS (latitude 29°54'S, longitude 50°19'O, altitude 46 m, pluviosidade de 1680 mm anuais, UR de 80 %) sobre Chernossolo Háplico Órtico típico (Embrapa, 1999) em clima subtropical úmido-Cfa (MORENO, 1961). As geadas são raras e de fraca intensidade; a temperatura média anual é de 19,9°C e no inverno a média das mínimas é de 10,2°C.

O ensaio foi instalado em área antes cultivada com abacaxizeiro (MODEL e SANDER, 2000) e durante o pousio a vegetação foi periodicamente roçada. Antes do plantio, a análise do solo indicou pH = 4,7; P = 2,15 mg L<sup>-1</sup>; K = 252 mg L<sup>-1</sup>; B = 1,03 mg L<sup>-1</sup>; Zn = 6,73 mg L<sup>-1</sup>; Cu = 4,05 mg L<sup>-1</sup>; Mn = 115,9 mg L<sup>-1</sup>; argila = 29,5 % e matéria orgânica = 3,6 %. O delineamento experimental foi blocos casualizados com cinco repetições de cinco tratamentos de controle de plantas daninhas. O solo foi preparado de forma convencional (aração e duas gradagens).

Mudas de pedúnculo da cv. 'Pérola' com peso uniforme (120 g) passaram por várias seleções. Para controlar brocas, ácaros e cochonilhas foram imersas em calda inseticida (parathion methyl) e expostas ao sol por uma semana em posição ver-

tical invertida. Em 21 de março de 2005, 1375 mudas foram plantadas em covas abertas com chugo (MODEL e SANDER, 1999) em parcelas de 2 x 4 m = 8 m<sup>2</sup>. Em cada uma, plantaram-se cinco filas com onze mudas em espaçamento de 1 x 0,20 m ou 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Após o plantio, a biomassa roçada e retirada antes da aração (0,59 t ha<sup>-1</sup>) foi espalhada entre as filas do abacaxizeiro, para proporcionar à cultura os benefícios do preparo convencional com manutenção da cobertura na superfície (MODEL, 2004).

Para definir as doses usadas nos tratamentos, foi feita pesquisa bibliográfica e usada a média das doses recomendadas (DEFENSIVOS, 1996). Os tratamentos, doses do ingrediente ativo e outras informações estão na Tabela 1.

Para manter o abacaxizeiro sem competição, as capinas foram feitas e os herbicidas aplicados sempre que as plantas daninhas atingiam no máximo 5 cm. Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal (20 L), com bicos tipo leque 11002, que aspergiram 0,5 L de calda (i.a.+ espalhante adesivo + água) em parcelas de 8 m<sup>2</sup> ou 625 L de calda ha<sup>-1</sup>. Para evitar a deriva, principalmente de *glyphosate*, as aplicações foram feitas em horários sem vento.

A adubação fosfatada foi feita de uma só vez, em seis de abril de 2005, quando 4 g planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SFT foram aplicadas a lanço em toda a superfície e incorporadas com enxada. Em 27 de julho de 2005, foi aplicado 1250 Kg ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT = 76 %) a lanço e sem incorporação. Em nove de setembro de 2005 e em onze de janeiro de 2006, foram feitas as adubações nitrogenada (4 g de N planta<sup>-1</sup>) e potássica (4 g de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>). A uréia e o KCl foram distribuídos ao lado das filas do abacaxizeiro.

Durante o ciclo, cochonilhas, brocas e ácaros foram controlados com produtos (parathion metílico) recomendados para o abacaxizeiro. As colheitas foram feitas em 23 de janeiro, 31 de janeiro de 2007, sete de fevereiro e 13 de fevereiro de 2007 e a produtividade e o peso médio foram obtidos a partir dos frutos com coroa com peso maior que 300 g.

## 1. Cálculo do custo dos tratamentos de controle de plantas daninhas

### 1.1. Período considerado

Para todos os tratamentos, foi considerado o tempo decorrido entre a primeira e a última aplicação. Para o T<sub>1</sub>-C e T<sub>2</sub>-G foram considerados os gastos feitos entre 27 de abril de 2005 e 23 de fevereiro de 2006-TD = 296 dias. Para o T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>, o gasto feito

**Tabela 1 - Tratamentos, doses do ingrediente ativo, datas de aplicação dos tratamentos (DAT), tempo decorrido entre a primeira e a última aplicação (TD), número de aplicações (NA), intervalo médio entre aplicações (IMEA) feitas entre 27 de abril de 2005 e 23 de fevereiro de 2006, Maquiné, RS**

| Tratamentos                                | Doses                   |   | DAT – 2005 |   |    |    |    |    |   | DAT-2006 |    |   | TD | NA | IMEA |   |      |
|--------------------------------------------|-------------------------|---|------------|---|----|----|----|----|---|----------|----|---|----|----|------|---|------|
|                                            | L i.a. ha <sup>-1</sup> | M | A          | M | J  | J  | A  | S  | O | N        | D  | J | F  | M  | Dias |   | Dias |
| T <sub>1</sub> - Capina                    | -                       |   | 27         |   | 08 |    | 18 | 28 |   | 23       |    |   | 23 |    | 296  | 6 | 49   |
| T <sub>2</sub> - <i>Glyphosate</i>         | 2,5                     |   | 27         |   |    | 01 |    | 28 |   | 23       | 28 |   | 23 |    | 296  | 6 | 49   |
| T <sub>3</sub> - Diuron                    | 2,4                     |   | 27         |   | 08 |    |    | 28 |   |          | 28 |   | 01 |    | 274  | 5 | 55   |
| T <sub>4</sub> - Diuron+ <i>Glyphosate</i> | 2,4 + 2,5               |   | 27         |   |    |    |    | 28 |   |          |    |   | 01 |    | 274  | 3 | 91   |
| T <sub>5</sub> -Atrazine+Simazine          | 3,0                     |   | 27         |   | 08 |    |    | 28 |   | 23       | 28 |   | 01 |    | 274  | 6 | 46   |

com as aplicações entre 27 de abril de 2005 e primeiro de fevereiro de 2006-TD = 274 dias (Tabela1).

## 1.2. Componente de custos

Para o cálculo do custo dos tratamentos, foi considerada a remuneração diária de operário para o T<sub>1</sub>-C e o custo médio do g mL<sup>-1</sup> dos ingredientes ativos dos herbicidas usados no experimento. Não foram computados potenciais custos ambientais de cada tratamento.

## 1.3. Cálculo do custo do T<sub>1</sub>-Capina

Para o cálculo do custo do T<sub>1</sub>-C, foi considerado o gasto feito com as seis capinas (6 capinas x 5 parcelas x 8 m<sup>2</sup>) = 240 m<sup>2</sup> no período acima referido. Com base em referências bibliográficas (CUNHA, 1973; DURIGAN, 1982; MODEL, 1999 e MATOS et al., 2006), informações de técnicos e agricultores da região e tempo gasto para capinar as parcelas, foi considerado que, em média, um trabalhador rural capina um hectare de abacaxizeiros em 15 dias. Durante a realização do experimento, a remuneração diária de um operário na região era de R\$ 25,00 e foram gastos R\$ 9,00 = (240 m<sup>2</sup> x 375,00 por 10.000 m<sup>2</sup>) com as seis capinas ou R\$ 2.250,00 = (6 capinas x 15 dias x R\$ 25,00) por hectare.

## 1.4. Cálculo do custo do T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>

No experimento foram usados três princípios ativos: *glyphosate*, diuron, atrazine + simazine, contidos, respectivamente, nos seguintes produtos comerciais: Roundup, Herburon 500 SC e Extrazin SC. Como os princípios ativos usados são encontrados à venda sob diversos nomes comerciais, em concentrações e preços variáveis, para que o custo do ingrediente ativo calculado representasse o custo médio dos herbicidas disponíveis no mercado, a

partir de cada nome comercial e respectivo princípio ativo referido na Tabela 2, foram pesquisados, em agropecuárias da região produtora e também do sul do Brasil, cinco preços para cada um deles.

Para calcular a receita bruta potencial, oriunda da venda dos frutos produzidos, a produtividade de cada tratamento foi dividida pelo respectivo peso médio dos frutos e multiplicada pelo preço médio pago ao produtor no mercado da região produtora durante a safra (Tabela 5). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05).

## Resultados e Discussão

### 1. Eficiência econômica

#### 1.1. Variação e preço médio dos ingredientes ativos

Houve grande variação de preço para o mesmo ingrediente ativo (maior para o diuron-107 % e menor para a atrazine+simazine-25 %) devido à variação na concentração e no preço dos diferentes produtos comerciais que os contêm (Tabela 3). Por isso os agricultores devem ser orientados a escolher o herbicida pelo custo unitário do ingrediente ativo e não pelo custo do Kg L<sup>-1</sup> do produto comercial.

Na pesquisa de preços dos herbicidas, também foi observada grande redução destes à medida que aumentou a quantidade adquirida, aumentando o custo deste item para os pequenos agricultores. O *Glyphosate* foi 25 % mais caro que Atrazine + Simazine e 16 % mais caro que o Diuron.

#### 1.2. Custo dos tratamentos

O custo da capina T<sub>1</sub>-C foi 352 % maior que o custo médio dos tratamentos com herbicidas-R\$ 593,00 ou o controle de plantas daninhas no abacaxizeiro com herbicidas custou 22 % do montante gasto com capinas-T<sub>1</sub>C (Tabela 4).

**Tabela 2 - Ingrediente ativo, nomes comerciais, concentração do ingrediente ativo, preço por kg ou L do produto comercial e preço por g mL<sup>-1</sup> do ingrediente ativo dos herbicidas usados no experimento, Maquiné, RS**

| Ingrediente ativo          | Nome comercial               | Concentração do i.a<br>(g L <sup>-1</sup> ou g Kg <sup>-1</sup> ) | Preço por Kg L <sup>-1</sup> do<br>produto comercial <sup>2</sup> | Preço por g mL <sup>-1</sup><br>do i.a. (R\$) |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Glyphosate</b>          | <sup>1</sup> Roundup         | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 14,36                                                             | 0,0399                                        |
|                            | “ Glifosato Nortox           | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 12,30                                                             | 0,0342                                        |
|                            | “ Glion                      | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 12,00                                                             | 0,0333                                        |
|                            | “ Trop                       | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 10,88                                                             | 0,0302                                        |
|                            | “ Atanor                     | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 13,60                                                             | 0,0377                                        |
|                            | “ Glifos                     | 360 g L <sup>-1</sup>                                             | 11,50                                                             | 0,0319                                        |
|                            |                              |                                                                   | <b>M<sub>30</sub> = 12,44</b>                                     | <b>M<sub>30</sub> = 0,0345</b>                |
| <b>Diuron</b>              | <sup>1</sup> Herburon 500 SC | 500 g L <sup>-1</sup>                                             | 19,02                                                             | 0,0380                                        |
|                            | “ Cention SC 500             | 500 g L <sup>-1</sup>                                             | 10,93                                                             | 0,0218                                        |
|                            | “ Diuron 500 SC              | 500 g L <sup>-1</sup>                                             | 14,50                                                             | 0,0290                                        |
|                            | “ Karmex 500 SC              | 500 g L <sup>-1</sup>                                             | 18,74                                                             | 0,0375                                        |
|                            | “ Karmex 800 Gr DA           | 800 g kg <sup>-1</sup>                                            | 22,63                                                             | 0,0283                                        |
|                            | “ Diuron Nortox 800          | 800 g kg <sup>-1</sup>                                            | 19,05                                                             | 0,0238                                        |
|                            |                              |                                                                   | <b>M<sub>30</sub> = 17,48</b>                                     | <b>M<sub>30</sub> = 0,0297</b>                |
| <b>Atrazine + Simazine</b> | <sup>1</sup> Extrazin SC     | 250 + 250 g L <sup>-1</sup>                                       | 15,12                                                             | 0,0302                                        |
|                            | Primatop SC                  | 250 + 250 g L <sup>-1</sup>                                       | 13,40                                                             | 0,0268                                        |
|                            | “ Herbimix FW SC             | 250 + 250 g L <sup>-1</sup>                                       | 12,12                                                             | 0,0242                                        |
|                            | “ Triamex 500 SC             | 250 + 250 g L <sup>-1</sup>                                       | 14,63                                                             | 0,0293                                        |
|                            |                              |                                                                   | <b>M<sub>20</sub> = 13,82</b>                                     | <b>M<sub>20</sub> = 0,0276</b>                |

<sup>1</sup>Nomes comerciais dos herbicidas usados no experimento.<sup>2</sup>O preço de cada produto comercial é a média aritmética simples de cinco preços pesquisados em revendedores da região produtora e do sul do Brasil para vendas à vista no balcão.**Tabela 3 - Variação de preço do produto comercial (kg L<sup>-1</sup>) e preço, em ordem decrescente, do ingrediente ativo (g mL<sup>-1</sup>) dos herbicidas usados no experimento, Maquiné, 2007**

| Ingredientes ativos | Preço do produto comercial<br>(R\$ Kg <sup>-1</sup> L <sup>-1</sup> ) |       | Variação | Preço médio<br>do i.a (g ou mL) |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|----------|---------------------------------|
|                     | Menor                                                                 | Maior | %        | R\$                             |
| <i>Glyphosate</i>   | 10,9                                                                  | 14,4  | 32       | 0,0345                          |
| Diuron              | 10,9                                                                  | 22,6  | 107      | 0,0297                          |
| Atrazine + Simazine | 12,1                                                                  | 15,1  | 25       | 0,0276                          |

Reinhardt et al. (1981) compararam métodos de controle de plantas daninhas no abacaxizeiro e, para a capina manual, encontraram custo intermediário, um pouco maior que o custo dos herbicidas; salientaram ainda que, a exemplo do que ocorreu neste ensaio, a capina manual é cara e demanda muita mão-de-obra.

Nos tratamentos com herbicidas, os itens que mais contribuíram para o custo foram a dose, o número de aplicações e o preço do ingrediente ativo, tendo a primeira menor participação, porque as doses usadas foram semelhantes. Entre os tratamentos de controle de plantas daninhas com herbicidas, o mais caro foi o T<sub>5</sub>-A+S, porque

apesar de ser o princípio ativo mais barato, foram necessárias seis aplicações de dose um pouco maior que as demais. O terceiro tratamento mais caro foi o T<sub>2</sub>-G, pois, além de ser o princípio ativo mais caro, foram necessárias seis aplicações. O T<sub>4</sub>-D+G foi o segundo tratamento mais barato, mesmo contendo o princípio ativo mais caro, porque foram necessárias apenas três aplicações. Mesmo com custo do ingrediente ativo intermediário, o tratamento de controle de plantas daninhas mais barato ou de maior eficiência econômica foi o T<sub>3</sub>-Diuron-R\$ 468,00 e custou 74 % do preço médio-R\$ 634,00 dos demais tratamentos com herbicidas.

COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE TRATAMENTOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
EM ABACAXIZEIRO CULTIVADO NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

**Tabela 4 - Tratamentos, doses, número de aplicações, quantidade de ingrediente ativo gasta por hectare, custo do i. a (mL g<sup>-1</sup>), custo das aplicações durante o período experimental (por ha<sup>-1</sup>) e custo por ha ano<sup>-1</sup>, Maquiné, RS**

| Tratamento           | Doses                   | NA | i.a. ha <sup>-1</sup> | Custo do i.a.<br>(mL ou g) | Gasto no<br>ensaio ha <sup>-1</sup> | Custo <sup>3</sup><br>ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> | Custo<br>ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> |
|----------------------|-------------------------|----|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                      | L i.a. ha <sup>-1</sup> |    | mL g <sup>-1</sup>    | R\$                        | R\$                                 | R\$                                                      | Decrescente                                 |
| T <sub>1</sub> -C    | -                       | 6  | --                    |                            | 2250,00 <sup>1</sup>                | 2736,48                                                  | T <sub>1</sub> = 2736,00                    |
| T <sub>2</sub> -G    | 2,5                     | 6  | 15 000                | 0,0345                     | 517,50 <sup>1</sup>                 | 629,39                                                   | T <sub>5</sub> = 653,00                     |
| T <sub>3</sub> -D    | 2,4                     | 5  | 12 000                | 0,0297                     | 356,40 <sup>2</sup>                 | 468,26                                                   | T <sub>2</sub> = 629,00                     |
| T <sub>4</sub> -D+G  | 2,4 + 2,5               | 3  | 7200 + 7500           | 0,0297 + 0,0345            | 472,59 <sup>2</sup>                 | 620,92                                                   | T <sub>4</sub> = 621,00                     |
| T <sub>5</sub> -A+ S | 3,0                     | 6  | 18 000                | 0,0276                     | 496,80 <sup>2</sup>                 | 652,73                                                   | T <sub>3</sub> = 468,00                     |

<sup>1</sup> 296 dias; <sup>2</sup> 274 dias; <sup>3</sup> em 360 dias.

## 2. Eficiência econômica

Os tratamentos de controle de plantas daninhas custaram no T<sub>1</sub>-C = 9 %; T<sub>2</sub>-G = 6 %; T<sub>3</sub>-D = 2 %; T<sub>4</sub>-D+G = 5 % e T<sub>5</sub>-A+S = 3 % da receita potencial (Tabela 5). Para os níveis tecnológicos, alto, médio e baixo foram estimados custos de produção de R\$ 10.061,00; R\$ 8.182,00 e R\$ 6.000,00 e deste valor foram gastos 3, 5 e 2 % com herbicidas (MODEL, 1999). Estes percentuais estão um pouco acima daqueles calculados em Model (1999), devido à maior produtividade prevista naquele trabalho.

Maior eficiência agrônômica ocorreu em T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>5</sub>, onde a produtividade foi estatisticamente igual, porém maior que nos demais. O respectivo custo ou eficiência econômica excluem o T<sub>1</sub>-C e o T<sub>5</sub>-A+S, restando assim o Diuron-T<sub>3</sub>D como o tratamento de controle de plantas daninhas no abacaxizeiro de maior eficiência agroecológica.

Entretanto, estes resultados foram obtidos remunerando-se a mão-de-obra e desconsiderando-se o custo ambiental implicado, que é grande nos tratamentos com herbicidas e insignificante para a capina. Como no RS as lavouras de abacaxizeiro estão inseridas em contexto de agricultura familiar,

que pouco usa mão-de-obra contratada, o seu custo é minimizado. O abacaxicultor pode usar mais de uma técnica de controle e, acessando as informações veiculadas neste trabalho, pode usar o método de controle de ervas daninhas ecológica e economicamente mais apropriado às suas circunstâncias.

## Conclusões

1) Houve grande variação de preço para o mesmo ingrediente ativo: atrazine + simazine = 25, glyphosate = 32 e diuron = 107 %.

2) Os tratamentos custaram: T<sub>1</sub> = R\$ 2.736,00; T<sub>5</sub> = R\$ 653,00; T<sub>2</sub> = R\$ 629,00; T<sub>4</sub> = R\$ 621,00 e T<sub>3</sub> = R\$ 468,00 por ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, correspondendo a 9, 3, 6, 5 e 2 % da receita.

3) O controle de plantas daninhas com herbicidas custou 22 % do montante gasto com capinas-T<sub>1</sub>C.

4) O diuron-T<sub>3</sub>D, aplicado a intervalos de 55 dias, foi o tratamento de maior eficiência agroecológica; custou 74 % do preço médio dos demais tratamentos com herbicidas, embora a renda líquida deste tratamento seja igual à da capina.

**Tabela 5 - Tratamentos, produtividade, peso médio do fruto com coroa, número de frutos, preço por fruto, receita bruta potencial com a venda dos frutos, custo dos tratamentos e porcentagem da receita gasta com o controle de plantas daninhas (Maquiné, RS, safra janeiro e fevereiro de 2007)**

| Tratamentos          | Produtividade<br>(kg/ha) | P. m. f. com<br>coroa | Núm.de<br>frutos | Preço/<br>fruto-R\$ | Receita<br>bruta (R\$) | Custo/ha/<br>ano (R\$) | % receita<br>gasta |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| T <sub>1</sub> -C    | 23 949 a                 | 689                   | 34 759           | 0,689               | 23 949                 | 2250,00                | 9                  |
| T <sub>3</sub> -D    | 21 186 a                 | 649                   | 32 644           | 0,649               | 21 186                 | 469,00                 | 2                  |
| T <sub>5</sub> -A+ S | 19 647 a                 | 617                   | 31 843           | 0,617               | 19 642                 | 653,00                 | 3                  |
| T <sub>2</sub> -G    | 10 882 b                 | 574                   | 18 958           | 0,574               | 10 882                 | 629,00                 | 6                  |
| T <sub>4</sub> -D+ G | 9 421 b                  | 527                   | 17 787           | 0,527               | 9 374                  | 473,00                 | 5                  |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey, p < 5 %).

<sup>1</sup> Porcentagem da receita gasta com o controle de ervas daninhas no experimento.

## Referências

- CÖPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; LEAL, F. Morphology, Anatomy and Taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAULL, R. E.; ROHRBACH, K. G. (Ed.). **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. New York: CAB International, 2003. p. 13.
- COMPÊNDIO de Defensivos Agrícolas: Guia Prático de Fitossanidade para Uso Agrícola. 5. ed. São Paulo: Andrei, 1996. 506 p.
- CUNHA, G. A. P. A Cultura do Abacaxi no Estado da Bahia. Cruz das Almas, IPEAL, 1973. 19 p. Circular, 33.
- DURIGAN, J. C. Controle de Plantas Daninhas na Cultura do Abacaxi. In: RUGIEIRO, C. (Ed.) SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, p. 252-267, 1982.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.
- MATOS, A. P.; TEIXEIRA, F. A. T.; SANCHES, N. F.; CORDEIRO, D. G.; SOUZA, L. F. S.; Roçadeira Manual com Motor a Explosão: Nova Tecnologia Para Manejo de Plantas Infestantes na Cultura do Abacaxizeiro. Abacaxi Online. **Informativo da Equipe Técnica de Abacaxi-ETA**, Cruz das Almas, v. 4, n. , jan./abr. 2006.
- MODEL, N. S. Preparo do Solo e Manejo da Cobertura Vegetal para o Abacaxizeiro Cultivado no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 10, n. 1-2, p. 91-100, 2004.
- \_\_\_\_\_. Rentabilidade da Cultura do Abacaxizeiro Cultivado no RS sob Diferentes Níveis Tecnológicos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 217-228, 1999.
- \_\_\_\_\_.; SANDER, G. R. Produtividade e Qualidade do Fruto de Abacaxizeiros em Função do Preparo do Solo e Técnicas de Plantio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 209-216, 1999.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Nutrientes na Biomassa, Rendimento e Qualidade do Abacaxi na Segunda Colheita em Função do Preparo do Solo e Técnicas de Plantio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 7-18, 2000.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 41 p.
- NEVES, E. M. Estimativa das Despesas Diretas para a Formação de um Alqueire de Abacaxi. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 10, n. 9, p. 1-14, 1969.
- REINHARDT, D. H. R. C. Avaliação Agroeconômica de um Sistema de Produção de Abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 4, p. 223-228, 1980.
- REINHARDT, D. H. R. C.; SANCHES, N. F.; CUNHA, G. A. P. Métodos de Controle de Ervas Daninhas na Cultura do Abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 719-24, 1981.



## Efeito de tratamentos de controle de plantas daninhas sobre produtividade, sanidade e qualidade de abacaxi

Nelson Sebastião Model<sup>1</sup>, Rodrigo Favreto<sup>2</sup>, Alan Edison Cirino Rodrigues<sup>3</sup>

**Resumo** - Objetivando comparar efeito de tratamentos de controle de plantas daninhas sobre abacaxizeiro, de março de 2005 a fevereiro de 2007 em Maquiné, RS, foi conduzido ensaio em blocos casualizados, cinco repetições de cinco tratamentos: T<sub>1</sub>-Capina; T<sub>2</sub>-*Glyphosate* (2,5 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>3</sub>-Diuron (2,4 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>4</sub>-Diuron + *Glyphosate* (2,4 L i.a. ha<sup>-1</sup> + 2,5 L i.a. ha<sup>-1</sup>); T<sub>5</sub>-Atrazine + Simazine (3,0 L i.a. ha<sup>-1</sup>) e avaliados a produtividade, o tamanho, a sanidade e a qualidade dos abacaxis. Não houve diferença entre produtividade de T<sub>1</sub>-C, T<sub>3</sub>-D e T<sub>5</sub>-A+S (aplicados a intervalos de 49, 55 e 46 dias, respectivamente), mas ela foi menor nos tratamentos com *glyphosate* T<sub>2</sub>-G e T<sub>4</sub>-D+G. Os tratamentos não afetaram a incidência de broca, fusariose e o teor de sólidos solúveis totais, cuja média (14,1) ficou dentro do desejável (12 a 14°Brix) confirmando que, no RS, é possível produzir abacaxis com SST superior ao mínimo legal (12°Brix) e qualidade igual ao produzido em regiões tropicais. Entre capina, diuron ou atrazine+simazine, escolher o de menor custo pecuniário e ambiental e evitar o uso do *glyphosate*.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* var. *comosus*, planta daninha, controle, herbicida.

## Effect of weed control treatments on yield, size, sanity and quality of pineapple

**Abstract** - In order to compare effects of weed control treatments on pineapple, since March 2005 to February 2007 in Maquiné, RS, Brazil, an assay was conducted in a randomized block design, five replications of five treatments: T<sub>1</sub>-Weeding, T<sub>2</sub>-*Glyphosate* (2.5 L a.i. ha<sup>-1</sup>), T<sub>3</sub>-Diuron (2.4 L a.i. ha<sup>-1</sup>), T<sub>4</sub>-Diuron + *Glyphosate* (2.4 L a.i. ha<sup>-1</sup> + 2.5 L a.i. ha<sup>-1</sup>), T<sub>5</sub>-Atrazine + Simazine (3.0 L a.i. ha<sup>-1</sup>) and estimated yield, size, health and quality of pineapple. There was no difference between yield of T<sub>1</sub>-W, T<sub>3</sub>-D and T<sub>5</sub>-A+S (applied at intervals of 49, 55 and 46 days, respectively), but yield was lower in treatments with *glyphosate* T<sub>2</sub>-G and T<sub>4</sub>-D+G. The treatments did not affect incidence of borer, fusariosis and total soluble solids content (TSS), which average (14.1) was between desirable (12-14°Brix), confirming that in the state of Rio Grande do Sul it is possible to produce pineapples with TSS higher than the legal minimum (12°Brix) and equal quality to that produced in tropical regions. Between weeding, diuron or atrazine+simazine, choose that with lower economic and environmental costs and avoid the use of *glyphosate*.

**Key words:** *Ananas comosus* var. *comosus*, weed, control, herbicide.

### Introdução

As recomendações para controlar plantas daninhas baseiam-se em informações geradas em regiões tropicais, onde geralmente o abacaxizeiro é produzido e pesquisado. Porém, o clima subtropical úmido do Rio Grande do Sul (RS) afeta a composição botânica, a dinâmica, a produção de biomassa das plantas daninhas e da cultura e a eficiência dos tratamentos recomendados.

As plantas daninhas podem competir com o abacaxizeiro por água, nutrientes, espaço e luz, hospedar pragas e moléstias, limitar a produtividade, o tamanho e a qualidade dos frutos, a eficiência de uso da água e dos agroecossistemas e aumentar custos com tratamentos culturais, combustíveis e transporte (PITELLI, 1982).

O abacaxizeiro é uma planta de crescimento lento muito sensível à concorrência de plantas daninhas e, por isso, recomenda-se mantê-lo sem

<sup>1</sup>Eng. Agr. MSc., pesquisador da Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, 90130-060, Porto Alegre, RS. E-mail: nelson-model@fepagro.rs.gov.br.

<sup>2</sup>Eng. Agr. DSc., pesquisador da Fepagro Litoral Norte, Rodovia RS 484, Km 05, 95530-000, Maquiné, RS. E-mail: rfavreto@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup>Eng. Agr. MSc., pesquisador aposentado da Fepagro Litoral Norte. E-mail: aecrodrigues@bol.com.br.

a concorrência daquelas (GIACOMELLI, 1974; CUNHA, 1972), principalmente até o quarto mês de cultivo (PY e LOSSOIS, 1962). Os principais tratamentos de controle de plantas daninhas usados na cultura são a capina manual com enxada, carpi-deira de tração animal, cobertura morta, polietileno preto nas linhas de plantio e herbicidas. Devido ao ciclo relativamente longo até a primeira safra são necessárias de 10-12 capinas, se for usado somente este método de controle (DURIGAN, 1982). As principais vantagens do controle químico são a execução rápida, maior eficiência e possibilidade de controlar invasoras localizadas junto ao colo do abacaxizeiro sem danificar as raízes (PY, 1959).

Segundo Coelho (1972), a substituição da capina manual por herbicidas foi economicamente vantajosa e o herbicida 'Karmex DW' (6 kg ha<sup>-1</sup>) controlou as plantas daninhas no abacaxizeiro por mais de quatro meses.

Em lavouras de abacaxizeiro, mesmo quando não há plantas daninhas emergidas, no solo encontram-se sementes aptas a germinar em velocidade que depende da abundância do banco de sementes, do manejo do solo, da cultura e da época do ano (MODEL et al., 2006). Para o seu controle, são necessárias de dez a quinze capinas por ciclo e isto encarece a lavoura. No controle com herbicidas pós-emergentes o custo diminui, mas são necessárias aplicações frequentes, pois somente as plantas daninhas emergidas são controladas. Como a germinação de sementes restabelece a flora, de 60-90 dias após será necessária outra aplicação.

Os herbicidas pré-emergentes impedem a germinação de plantas daninhas por 60-90 dias, o que aumenta o intervalo entre aplicações e reduz custos, mas como não as controlam depois de certo tamanho, é necessário complementar com capinas manuais ou herbicidas pós-emergentes, como o *glyphosate*, que mesmo não sendo recomendado é usado pelos abacaxicultores do litoral norte do RS. Como há escassez de mão-de-obra e a capina é muito cara (MODEL e FAVRETO, 2010), a mistura de tanque de um pré e um pós-emergente recomendado pode ser o tratamento mais eficiente.

O objetivo do trabalho foi comparar o efeito de tratamentos de controle de plantas daninhas na cultura do abacaxizeiro para que os abacaxicultores, de modo sustentável, possam aumentar a renda com a cultura.

## Material e Métodos

Entre março de 2005 e fevereiro de 2007, foi conduzido experimento a campo na Fepagro Litoral Norte, município de Maquiné, RS (latitude 29°54'S,

longitude 50°19'W, altitude 46 m) sobre Chernossolo Háplico Órtico típico (EMBRAPA, 1999). Segundo Köppen *apud* Moreno (1961) o clima é subtropical úmido (Cfa). As geadas são raras e fracas e a temperatura média anual é de 19,9°C; no inverno a temperatura média das mínimas é de 10,2°C. A pluviosidade é de 1.680 mm anuais bem distribuídos e umidade relativa do ar é de 80 %. Durante o período experimental, o comportamento dos elementos meteorológicos foi registrado na estação instalada ao lado do ensaio e os dados sistematizados pelo Centro de Meteorologia Aplicada da Fepagro. A precipitação pluvial usada como normal foi a média do período 1961-2005 (Tabela 1).

O experimento foi instalado em área já cultivada com abacaxizeiro (MODEL e SANDER, 2000); durante o pousio a vegetação foi periodicamente roçada. Antes do plantio, a análise do solo indicou pH = 4,7; P = 2,15 mg L<sup>-1</sup>; K = 252 mg L<sup>-1</sup>; B = 1,03 mg L<sup>-1</sup>; Zn = 6,73 mg L<sup>-1</sup>; Cu = 4,05 mg L<sup>-1</sup>; Mn = 115,9 mg L<sup>-1</sup>; argila = 29,5 % e matéria orgânica = 3,6 %. Em 16 de março de 2005, antes da aração e plantio, as plantas espontâneas foram identificadas. Depois, a vegetação foi roçada e a fitomassa resultante retirada do local. O delineamento experimental foi blocos casualizados, cinco repetições de cinco tratamentos de controle de plantas daninhas (Tabela 2).

O solo foi preparado de forma convencional: uma aração (17-20 cm) e duas gradagens. As mudas do cv. 'Pérola' passaram por várias seleções. Em Maquiné, em lavoura de primeira produção, de abacaxizeiros que produziram frutos grandes e em bom estado fitossanitário, foram selecionadas 2.000 mudas de pedúnculo com peso e tamanho uniformes (120 g) e descartadas aquelas com sintomas de pragas ou moléstias. Para controlar brocas, ácaros e cochonilhas foram imersas em calda inseticida (*parathion methyl*) e expostas ao sol por uma semana em posição vertical invertida.

Daquelas, 1.375 foram selecionadas e plantadas, em 21 de março de 2005, em covas abertas com chugo (MODEL e SANDER, 2000), em parcelas de 2 x 4 m = 8 m<sup>2</sup>. Em cada uma, plantaram-se cinco filas com onze mudas em espaçamento de 1 x 0,20 m ou 50.000 ha<sup>-1</sup>. Após o plantio, a biomassa retirada antes da aração (0,59 t ha<sup>-1</sup>) foi espalhada entre as filas do abacaxizeiro, para proporcionar à cultura os benefícios do preparo convencional com manutenção da cobertura na superfície (MODEL, 2004a).

Para definir as doses dos herbicidas, foi feita pesquisa bibliográfica e usada a média das doses recomendadas (COMPÊNDIO, 1996). Os tratamentos, doses do ingrediente ativo e outras informações encontram-se na Tabela 2.

EFEITO DE TRATAMENTOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
SOBRE PRODUTIVIDADE, SANIDADE E QUALIDADE DE ABACAXI

**Tabela 1 - Temperatura máxima média, temperatura média, temperatura mínima média, precipitação, normal e desvio da normal durante o período experimental, Maquiné, RS**

| Ano-mês        | Temperatura média (°C) |       |        | Precipitação (mm) | Normal* (mm) | Desvio da normal |
|----------------|------------------------|-------|--------|-------------------|--------------|------------------|
|                | Máxima                 | Média | Mínima |                   |              |                  |
| 2005 Março     | 28                     | 23    | 18     | 202               | 163          | 39               |
| 2005 Abril     | 25                     | 20    | 15     | 110               | 103          | 7                |
| 2005 Maio      | 24                     | 19    | 14     | 87                | 102          | - 15             |
| 2005 Junho     | 21                     | 19    | 16     | 265               | 124          | 141              |
| 2005 Julho     | 22                     | 15    | 9      | 104               | 119          | - 15             |
| 2005 Agosto    | 22                     | 17    | 12     | 299               | 137          | 162              |
| 2005 Setembro  | 20                     | 15    | 10     | 55                | 137          | - 82             |
| 2005 Outubro   | 23                     | 19    | 15     | 214               | 133          | 81               |
| 2005 Novembro  | 26                     | 21    | 15     | 97                | 120          | - 23             |
| 2005 Dezembro  | 28                     | 22    | 16     | 145               | 162          | - 17             |
|                |                        |       |        |                   |              |                  |
| 2006 Janeiro   | 30                     | 25    | 19     | 198               | 182          | 16               |
| 2006 Fevereiro | 28                     | 24    | 19     | 205               | 198          | 7                |
| 2006 Março     | 29                     | 23    | 18     | 138               | 163          | - 25             |
| 2006 Abril     | 21                     | 17    | 12     | 70                | 103          | - 33             |
| 2006 Maio      | 21                     | 16    | 11     | 108               | 102          | 6                |
| 2006 Junho     | 21                     | 18    | 12     | 32                | 124          | - 92             |
| 2006 Julho     | 24                     | 18    | 13     | 93                | 119          | - 26             |
| 2006 Agosto    | 22                     | 17    | 12     | 84                | 137          | - 53             |
| 2006 Setembro  | 22                     | 16    | 10     | 67                | 137          | - 70             |
| 2006 Outubro   | 24                     | 20    | 15     | 40                | 133          | - 93             |
| 2006 Novembro  | 25                     | 21    | 16     | 275               | 120          | 155              |
| 2006 Dezembro  | 29                     | 24    | 19     | 117               | 162          | - 45             |
|                |                        |       |        |                   |              |                  |
| 2007 Janeiro   | 29                     | 24    | 19     | 206               | 182          | 24               |
| 2007 Fevereiro | 28                     | 24    | 19     | 215               | 198          | 17               |

\* Média de 1961 a 2005

Para manter o abacaxizeiro sem competição, as capinas e as aplicações dos herbicidas foram feitas quando as plantas daninhas atingiam no máximo 5 cm. Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal (20 L) com bicos tipo leque 11002, que aspergiram 0,5 L de calda (ingrediente ativo + espalhante adesivo + água) em parcelas de 8 m<sup>2</sup> ou 625 L de calda ha<sup>-1</sup>. Os herbicidas foram aplicados em jato dirigido, sempre evitando atingir o abacaxizeiro. As aplicações foram feitas em horários sem vento para evitar a deriva.

A adubação fosfatada foi feita de uma só vez, em seis de abril de 2005, quando 4 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato triplo) foram aplicados por planta, a lanço, em toda a superfície e incorporados com enxada. Em 27 de julho de 2005, foi aplicado 1250 kg ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT = 76 %) a lanço e sem

incorporação. Em nove de setembro de 2005 e em onze de janeiro de 2006, foram feitas as adubações nitrogenada (4 g de N planta<sup>-1</sup>) e potássica (4 g de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>). A uréia e o KCl foram distribuídos ao lado das filas do abacaxizeiro.

Durante o ciclo, cochonilhas, brocas e ácaros foram controlados com produtos (parathion methyl) recomendados para o controle de pragas no abacaxizeiro. As colheitas dos abacaxis induzidos no segundo inverno foram feitas 22 meses depois do plantio: 23 de janeiro, 31 de janeiro, 07 de fevereiro e 13 de fevereiro de 2007. Foi adotado como ponto de colheita o início do amarelecimento dos abacaxis. O peso médio dos frutos e a produtividade foram obtidos a partir dos frutos com coroa com peso maior que 300 g. O teor de sólidos solúveis totais foi obtido do caldo extraído da porção média dos frutos

**Tabela 2 - Tratamentos, doses do ingrediente ativo, datas de aplicação dos tratamentos (DAT), tempo decorrido entre a primeira e a última aplicação (TD), número de aplicações (NA), intervalo médio entre aplicações (IMEA) feitas entre 27 de abril 2005 e 23 de fevereiro 2006, Maquiné, RS**

| Tratamentos                                | Doses<br>L i.a. ha <sup>-1</sup> | DAT - 2005 |    |   |    |    |    |    |   |    |    | DAT-2006 |    |   | TD<br>dias | NA | IMEA<br>dias |
|--------------------------------------------|----------------------------------|------------|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----------|----|---|------------|----|--------------|
|                                            |                                  | M          | A  | M | J  | J  | A  | S  | O | N  | D  | J        | F  | M |            |    |              |
| T <sub>1</sub> -Capina                     | -                                |            | 27 |   | 08 |    | 18 | 28 |   | 23 |    |          | 23 |   | 296        | 6  | 49           |
| T <sub>2</sub> - <i>Glyphosate</i>         | 2,5                              |            | 27 |   |    | 01 |    | 28 |   | 23 | 28 |          | 23 |   | 296        | 6  | 49           |
| T <sub>3</sub> -Diuron                     | 2,4                              |            | 27 |   | 08 |    |    | 28 |   |    | 28 |          | 01 |   | 274        | 5  | 55           |
| T <sub>4</sub> -Diuron + <i>Glyphosate</i> | 2,4 + 2,5                        |            | 27 |   |    |    |    | 28 |   |    |    |          | 01 |   | 274        | 3  | 91           |
| T <sub>5</sub> -Atrazine + Simazine        | 3,0                              |            | 27 |   | 08 |    |    | 28 |   | 23 | 28 |          | 01 |   | 274        | 6  | 46           |

através de um refratômetro de campo. Através da observação visual direta avaliou-se a presença de frutos com broca, fusariose e queima solar.

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de resíduos. Depois, as variáveis que apresentaram independência, homogeneidade da variância e normalidade da distribuição foram submetidas à análise de variância (teste F) e comparação de médias através de teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com o aplicativo ASSISTAT 7.4 (SILVA e AZEVEDO, 2006). As demais foram analisadas por meio de teste de aleatorização (PILLAR e ORLÓCI 1996) com o aplicativo MULTIV 2.3.20 (PILLAR, 2006).

## Resultados e Discussão

No T<sub>1</sub>-C durante 296 dias foram necessárias seis capinas em intervalo médio de 49 dias (Tabela 2). No Rio Grande do Sul (RS), nos níveis tecnológicos, alto, médio e baixo a duração do ciclo é de 18, 24 e 30 meses (MODEL, 1999) e, capinando com esta frequência, são necessárias 11, 15 e 18 capinas, respectivamente. Na Bahia, capinas a intervalos de um mês proporcionaram frutos de bom tamanho à comercialização (>1300 g) e a intervalos de dois meses a produção diminuiu (REINHARDT et al., 1981) sendo necessárias de doze a 16 por ciclo (CUNHA, 1972).

No clima do RS, o potencial de produção de fitomassa poderia ser menor, o que resultaria em maior intervalo entre capinas, mas os resultados acima mostram que, no RS e na Bahia, o número de capinas necessárias é semelhante. É possível que isso ocorra porque no RS o ciclo do abacaxizeiro é maior.

Entre os herbicidas, o maior intervalo entre aplicações ocorreu no T<sub>4</sub>-D+G, porque é a mistura de um pré e um pós-emergente. Trabalho realizado na mesma área, Model et al. (2006) verificaram que as plantas daninhas mais frequentes e com maior potencial de produção de fitomassa e de competição

são da família Poaceae. Assim, a mistura de um herbicida pré-emergente eficiente e de menor custo como o diuron (MODEL e FAVRETO, 2010) a um graminicida pós-emergente recomendado pode ser o tratamento de controle de plantas daninhas mais indicado. O segundo maior intervalo ocorreu no T<sub>3</sub>-D, que foi maior que no T<sub>5</sub>-A+S, mesmo sendo este a mistura de dois pré-emergentes. No T<sub>1</sub>-C e T<sub>2</sub>-G os intervalos entre aplicações foram iguais.

Não houve diferença entre as produtividades do T<sub>1</sub>-C, T<sub>3</sub>-D e T<sub>5</sub>-A+S (aplicados a intervalos de 49, 55 e 46 dias, respectivamente), mas esta foi inferior nos tratamentos onde foi usado o *glyphosate* T<sub>2</sub>-G e T<sub>4</sub>-D+G (Tabela 3).

O resultado poderia ser explicado pelo fato de, no RS, o abacaxizeiro ser plantado de setembro a março (MODEL, 2004b), mas, em plantio muito próximo ao inverno há pouco crescimento e acúmulo de fitomassa, condição em que aplicações sucessivas de *glyphosate* podem ser mais fitotóxicas.

Eker et al. (2006) e Kremer et al. (2005) comprovaram que através dos exsudatos radiculares há passagem do *glyphosate* das plantas daninhas para as culturas econômicas e que nelas reduz a absorção de nutrientes, o crescimento das raízes e da própria planta. Segundo a literatura científica (YAMADA, 2007; JOHAL e HUBER, 2009), culturas econômicas contaminadas com *glyphosate* têm suas relações nutricionais alteradas e ficam mais sensíveis a doenças.

A alta porcentagem de replantes devido à fusariose nas mudas e o déficit hídrico de junho a dezembro de 2006 (Tabela 1) limitaram o crescimento do abacaxizeiro. Como este floresce naturalmente somente a partir de determinado tamanho, menor porcentagem de plantas estava apta à indução no inverno, o que limitou o peso médio dos frutos e a produtividade, que foi menor que o esperado.

O número de filhotes por planta não foi afetado pelos tratamentos, embora geralmente seja proporcional ao peso do fruto, que foi relativamente baixo.

**Tabela 3 - Produtividade, peso médio dos frutos com coroa (PMFC), porcentagem de indução natural, número de filhotes por planta e número de replantes do cv. 'Pérola' em função de tratamentos de controle de plantas daninhas (Maquiné, RS, safra janeiro e fevereiro de 2007)**

| Tratamentos                       | Produtividade<br>(t ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup> | PMFC<br>(g) | % indução<br>natural <sup>2</sup> | Filhotes por<br>planta | %<br>replante |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|
| T <sub>1</sub> -Capina            | 23,9 a                                              | 689 a       | 64,5 a                            | 1,9 a                  | 30,5 a        |
| T <sub>3</sub> -Diuron            | 21,2 a                                              | 649 ab      | 64,4 a                            | 1,5 a                  | 29,8 a        |
| T <sub>5</sub> -Atrazine+Simazine | 19,6 a                                              | 617 ab      | 56,0 a                            | 1,9 a                  | 24,4 a        |
| T <sub>2</sub> -Glyphosate        | 10,9 b                                              | 574 ab      | 18,6 b                            | 1,9 a                  | 30,5 a        |
| T <sub>4</sub> -Diuron+Glyphosate | 9,4 b                                               | 527 b       | 29,2 b                            | 1,6 a                  | 27,6 a        |
| DMS - Tukey 5 %                   | 7,8                                                 | 135         | 21,3                              | -                      | 15,8          |
| CV (%)                            | 23,5                                                | 11,4        | 23,6                              | 47,3                   | 28,5          |

<sup>1</sup>Colheita em 23 meses

<sup>2</sup>Indução natural em 15 meses no 2º inverno = [(nº plantas induzidas / nº de mudas plantadas) x 100]

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade (teste de Tukey, exceto para "Filhotes por planta" - teste de aleatorização).

Esta correlação é mais comum para frutos a partir de determinado peso, pois plantas que produzem frutos muito pequenos não produzem filhotes.

Mesmo com todos os cuidados tomados na seleção das mudas, muitas foram substituídas por estarem com fusariose e isso elevou a porcentagem de replantes, que foi alta, mas não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 3). Isso indica que o efeito fitotóxico do *glyphosate*, notado pelo amarelecimento das folhas e retardo do crescimento, não afetou a sobrevivência das mudas.

Os tratamentos afetaram o comprimento do fruto sem coroa e o diâmetro (Tabela 4).

O comprimento foi maior nos tratamentos de maior produtividade e peso médio (T<sub>1</sub>-C e T<sub>3</sub>-D) e o diâmetro teve comportamento semelhante (>T<sub>1</sub>-C e <T<sub>4</sub>-D+G), ou seja, foram proporcionais ao peso médio e à produtividade. Geralmente, abacaxizeiros com frutos maiores tombam mais e, em função disso, a queima solar deveria ser maior nos tratamentos mais produtivos (T<sub>1</sub>-C, T<sub>3</sub>-D e T<sub>5</sub>-A+S). Esta ocorreu somente em T<sub>3</sub>-D e T<sub>5</sub>-A+S, porém sem diferença significativa entre tratamentos (Tabela 5).

Os tratamentos também não afetaram a incidência de broca e fusariose. Foi analisada apenas a influência dos tratamentos sobre estas variáveis, mas correlação positiva e altamente significativa entre a incidência de broca e fusariose foi observada por Chalfoun e Cunha (1984). Ocorreram frutos broqueados somente no T<sub>1</sub>-C e T<sub>5</sub>-A+S e, nestes, houve as maiores porcentagens de incidência de fusariose, porém sem diferença significativa.

O teor de SST não foi afetado pelos tratamentos cuja média foi 14,1ºBrix (Tabela 5). O Ministério

de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002) regulamentou a classificação e os padrões de comercialização de abacaxi no Brasil. Além do tamanho e grau de maturação aparente incluiu exigências qualitativas específicas, como o teor mínimo de açúcares determinado através dos SST e que deve ser superior a 12ºBrix. No experimento, o teor de SST foi superior ao valor estabelecido e está dentro dos valores desejáveis: 14 a 16ºBrix (PY e LOSSOIS, 1962; GIACOMELLI et al., 1979).

Na comparação dos resultados dos trabalhos (Tabela 6), observa-se que o teor médio de SST em abacaxis produzidos no RS, foi maior do que em abacaxis produzidos em outros estados do Brasil situados em regiões tropicais.

## Conclusões

- Não houve diferença entre as produtividades do T<sub>1</sub>-C, T<sub>3</sub>-D e T<sub>5</sub>-A+S (aplicados a intervalos de 49, 55 e 46 dias, respectivamente), mas esta foi menor nos tratamentos com *glyphosate*, T<sub>2</sub>-G e T<sub>4</sub>-D+G.
- Os tratamentos não afetaram a incidência de broca, fusariose e o teor de sólidos solúveis totais, cuja média (14,1) ficou dentro do desejável (12 a 14ºBrix) confirmando que, no RS, é possível produzir abacaxis com SST superior ao mínimo legal (12ºBrix) e qualidade igual ao produzido em regiões tropicais.
- Entre a capina, diuron ou atrazine+simazine, usar o tratamento de menor custo pecuniário e ambiental possível e uso do *glyphosate* deve ser evitado.



**Tabela 4 - Dimensões do fruto (comprimento com coroa, sem coroa, da coroa e diâmetro médio) do cv. 'Pérola' em função de tratamentos de controle de plantas daninhas (Maquiné, RS, safra janeiro e fevereiro de 2007)**

| Tratamento                                 | Fruto com coroa | Fruto sem coroa | Comprimento da coroa | Diâmetro mediano |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------|
|                                            | ..... cm .....  |                 |                      |                  |
| T <sub>1</sub> -Capina                     | 32,1 a          | 13,1 a          | 19,0 a               | 8,9 a            |
| T <sub>2</sub> - <i>Glyphosate</i>         | 30,7 a          | 12,4 ab         | 18,3 a               | 8,4 ab           |
| T <sub>3</sub> -Diuron                     | 32,1 a          | 12,9 a          | 19,2 a               | 8,8 ab           |
| T <sub>4</sub> -Diuron + <i>Glyphosate</i> | 30,2 a          | 11,7 b          | 18,5 a               | 8,1b             |
| T <sub>5</sub> -Atrazine + Simazine        | 29,8 a          | 12,4 ab         | 17,4 a               | 8,5 ab           |
| DMS - Tukey 5 %                            | 5,85            | 0,97            | 5,11                 | 0,66             |
| CV (%)                                     | 9,72            | 3,99            | 14,25                | 3,98             |

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente (Tukey a 5 %)

**Tabela 5 - Qualidade (sólidos solúveis totais), fitossanidade (incidência de broca e fusariose) e queima solar em abacaxis do cv. 'Pérola' em função de tratamentos de controle de plantas daninhas (Maquiné, RS, safra janeiro e fevereiro de 2007)**

| Tratamentos                                | SST             | Broca        | Fusariose | Queima solar |
|--------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|--------------|
|                                            | .....°Brix..... | ..... %..... |           |              |
| T <sub>1</sub> -Capina                     | 14,1 a          | 1,1 a        | 7,4 a     | 0,0 a        |
| T <sub>2</sub> - <i>Glyphosate</i>         | 13,3 a          | 0,0 a        | 3,3 a     | 0,0 a        |
| T <sub>3</sub> -Diuron                     | 14,3 a          | 0,0 a        | 1,8 a     | 0,9 a        |
| T <sub>4</sub> -Diuron + <i>Glyphosate</i> | 14,3 a          | 0,0 a        | 4,0 a     | 0,0 a        |
| T <sub>5</sub> -Atrazine + Simazine        | 14,7 a          | 1,3 a        | 11,6a     | 3,8 a        |

Médias seguidas por letras semelhantes não diferem estatisticamente a 5 % de probabilidade (teste de Tukey para primeira coluna, e de aleatorização para demais).

**Tabela 6 - Teor de sólidos solúveis totais em abacaxis produzidos no Rio Grande do Sul e em outros estados brasileiros, teor de SST desejável e mínimo legal estabelecido**

| Locais                            | Referência                                    | SST (°Brix) |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|
| <b>Rio Grande do Sul</b>          | Kist et al. (1991)                            | 13,8        |
|                                   | Model e Sander (1999)                         | 14,2        |
|                                   | Model e Sander (2000)                         | 14,6        |
|                                   | Model et al. (este trabalho)                  | 14,1        |
| <b>Outros estados brasileiros</b> |                                               |             |
| Bahia                             | Reinhardt et al. (1981)                       | 14,1        |
| Rio de Janeiro                    | Gadelha et al. (1982)                         | 10,0        |
| Minas Gerais                      | Botrel et al. (1990)                          | 13,8        |
| Bahia                             | Reinhardt et al. (2004)                       | 13,7        |
| Valor mínimo legal                | BRASIL (2002)                                 | 12,0        |
| Intervalo desejável               | Py e Lossois (1962); Giacomelli et al. (1979) | 14-16       |

## Referências

- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 1, de 01/02/2002. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Abacaxi.
- BOTREL, N.; SIQUEIRA, D. L.; COUTO, F. A. D.; RAMOS, V. H. V. Plantio de Abacaxizeiro com Cobertura de Polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 10, p. 1483-1488, 1990.
- COMPÊNDIO de Defensivos Agrícolas: Guia Prático de Fitossanidade para Uso Agrícola. 5. ed. São Paulo: Andrei, 1996. 506 p.
- CHALFOUN, S. M.; CUNHA, G. A. P. Relação entre Incidência da Broca-do-Fruto e a Fusariose do Abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 4, p. 423-426, 1984.
- COELHO, Y. S. Herbicidas em Cultura de Abacaxi. **Cerrado**, Brasília, v. 22, n. 5, p. 10-11, 1972.
- CUNHA, G. A. P. **Instruções Práticas para a Cultura do Abacaxi**. Cruz das Almas: IPEAL, 1972. 14 p. Circular, 24.
- DURIGAN, J. C. Controle de Plantas Daninhas na Cultura do Abacaxi. In: RUGIEIRO, C. (Ed.) SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, p. 252-267, 1982.
- EKER, S.; OZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOGLU, B.; ROMHELD, V.; ÇAKMAK, I. Foliar-Applied *Glyphosate* Substantially Reduced Uptake and Transport of Iron and Manganese in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plants, Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 26, p. 10019 -10025, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- GADELHA, R. S. S.; VASCONCELLOS, H. O.; VIEIRA, A. Efeitos de Adubação Orgânica Sobre o Abacaxizeiro Pérola em Regossolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 545-547, 1982.
- GIACOMELLI, E. J. **Curso de Especialização em Fruticultura**: Aportamentos das Aulas de Abacaxicultura. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1974. 75 p.
- \_\_\_\_\_.; PY, C.; LOSSOIS, P. Estudo Sobre a Época de Produção Para o Abacaxizeiro Cayenne no Planalto Paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., Pelotas, 1979. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. v. 2, p. 499-451.
- JOHAL, G. S.; HUBER, D. M. *Glyphosate* effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 144-152, 2009.
- KIST, H. G. K.; MÂNICA, I.; GAMA, F. S. N.; ACCORSI, M. R. Influência de Densidade de Plantio do Abacaxi cv. Smooth cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 325-330, 1991.
- KREMER, R. J.; MEANS, N. E.; KIM, S. *Glyphosate* affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. **International Journal of Analytical Environmental Chemistry**, Oxford, v. 85, p. 1165-1174, 2005.
- MODEL, N. S. Preparo do Solo e Manejo da Cobertura Vegetal Para o Abacaxizeiro Cultivado no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 10, n. 1-2, p. 91-100, 2004a.
- \_\_\_\_\_. Épocas de Plantio Indicadas Para o Abacaxizeiro Cultivado no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 10, n. 1-2, p. 119-127, 2004b.
- \_\_\_\_\_. Rentabilidade da Cultura do Abacaxizeiro Cultivado no RS sob Diferentes Níveis Tecnológicos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 217-228, 1999.
- \_\_\_\_\_.; SANDER, G. R. Produtividade e Qualidade do Fruto de Abacaxizeiros em Função do Preparo do Solo e Técnicas de Plantio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 209-216, 1999.
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Nutrientes na Biomassa, Rendimento e Qualidade do Abacaxi na Segunda Colheita em Função do Preparo do Solo e Técnicas de Plantio. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 7-18, 2000.
- \_\_\_\_\_.; FAVRETO, R. Comparação de custos de tratamentos de controle de plantas daninhas em abacaxizeiro cultivado no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 16, 2010. (no prelo)
- \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; RODRIGUES, A. E. C. Efeito do Preparo de Solo e de Técnicas de Plantio na Composição Botânica e Biomassa de Plantas Daninhas no Abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 12, n. 1-2, p. 57-64, 2006.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 41 p.
- PILLAR, V. D. MULTIV 2.3.20: Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Copyright © 2004 by Valério DePatta Pillar. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/ecoqua/software.html>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- \_\_\_\_\_.; ORLÓCI, L. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v. 7, n. 4, p. 585-592, 1996.
- PITELLI, A. P. Prejuízos Causados Pelas Plantas Daninhas na Cultura do Abacaxizeiro. In: RUGIEIRO, C. (Ed.) SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. **Anais...** Jaboticabal, FCAV, p. 248-254, 1982.
- PY, C. La Lutte Contre les Mauvaises Herbes en Plantation D'Ananas. **Fruits**, Paris, v. 6, n. 14, p. 247-261, 1959.
- \_\_\_\_\_.; LOSSOIS, P. Previsions de Récolte en Culture d'ananas (II): Étude de Corrélations. **Fruits**, Paris, v. 17, n. 2, p. 75-87, 1962.
- REINHARDT, D. H. R. C.; SANCHES, N. F.; CUNHA, G. A. P. Métodos de Controle de Ervas Daninhas na Cultura do Abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 5, p. 719-724, 1981.
- \_\_\_\_\_.; MEDINA, V. M.; CALDAS, R. C.; CUNHA, G. A. P.; ESTEVAM, R. F. H. Gradientes de Qualidade em Abacaxi
- PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE, v.16, n.1 e 2, p.51-58, 2010.

'Pérola' em Função do Tamanho e do Estádio de Maturação do Fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 544-546, 2004.

SILVA, F. D. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., Or-

lando. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

YAMADA, T. Decifrando o Enigma das Doenças na Agricultura Moderna. **Informações Agronômicas**, Parkway Lane n. 117, p. 28..

## Caracterização agronômica de cultivares de morangueiro na região da Depressão Central no RS<sup>1</sup>

Sônia Maria Lobato Schuch<sup>2</sup>, Ingrid Bergman Inchausti de Barros<sup>3</sup>

**Resumo** – As cultivares de morangueiro Oso Grande, Chandler, Dover, Campinas, Seascape, Verão, Camarosa e Vila Nova foram avaliadas em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, no município de Viamão, RS. O trabalho teve por objetivo caracterizar agronomicamente as cultivares. As características foram avaliadas na produção total, expressa em frutos comerciais e não comerciais. Os resultados da produção não comercial apresentaram diferenças significativas em todos os caracteres analisados. A produção total de frutos destacou 'Vila Nova', pelo maior número de frutos, e 'Oso Grande', pela maior massa média. Na produção comercial, 'Oso Grande' e 'Seascape' produziram os maiores frutos. 'Campinas', 'Vila Nova' e 'Camarosa' obtiveram a maior produção não comercial.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa* Duch., cultivares, rendimento, insetos, doenças.

## Agronomic characterization of strawberries cultivars at RS

**Abstract** – In a randomized blocks study to assess agronomic characters of eight strawberry cultivars (Oso Grande, Camarosa, Campinas, Verão, Vila Nova, Chandler, Dover and Seascape), strawberry plants were grown on plots of land near the southern Brazilian town of Viamão. Oso Grande and Seascape produce the biggest fruit in commercial production. In non-commercial production of the eight cultivars tested there were significant differences between all assessed characters. Vila Nova had the highest number of berries and Oso Grande the highest average berry mass in total production. The greater berries marketable was detected in Oso Grande and Seascape. Campinas, Vila Nova and Camarosa had the highest non-commercial production.

**Key words:** *Fragaria x ananassa* Duch., cultivars, yield, insects, diseases.

### Introdução

A cultura do morango é tradicionalmente inserida em pequenas propriedades com agricultura familiar e a sua produção, no Rio Grande do Sul, é destinada ao consumo *in natura* e processamento agroindustrial (EMATER, 2004). Apresenta importância social e econômica e é, em muitos casos, a principal atividade do município, onde a cultura é explorada, servindo também de referência turística, como acontece em Bom Princípio, no RS (ANTUNES et al., 2007).

A produção do morangueiro, além da enorme diversidade genética, é influenciada pelas condições climáticas e do solo, requerendo para o

sucesso na exploração comercial, a escolha adequada da cultivar (DUARTE FILHO et al., 2007; SANTOS, 2003). As diferenças de clima e de práticas culturais influenciam decisivamente o hábito de crescimento, padrões de florescimento e características de frutificação do morango (HANSCHKE et al., 1968). Cansian et al. (2002), estudando nove cultivares de morangueiro em Erechim, no Rio Grande do Sul, observaram a influência significativa da sazonalidade, principalmente em relação ao regime hídrico, e a influência do efeito local na resposta das cultivares. Por essa razão, vários trabalhos de avaliação de cultivares têm sido conduzidos. No estado de São Paulo, em regiões de climas distintos como Atibaia, região

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, pelo primeiro autor.

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, MSc., Pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Fepagro. E-mail:sonia-schuch@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, Professora Titular do Depto. de Horticultura e Silvicultura da UFRGS.

de clima ameno, e Piracicaba, região de clima quente, foram observadas produções de frutos sem diferença significativa na primeira região e maiores produções, na segunda, para as cultivares Campinas e AGF 80, que apresentaram 321,65 e 311,62 gramas por planta, respectivamente (CONTI et al., 2002). Em Bauru, no estado de São Paulo, foram indicados, para plantio na região, as cultivares Oso Grande, Dover, Sweet Charlie e Camarosa (PALLAMIN, 2003). No norte do estado de Minas Gerais, em local de clima semi-árido, região não tradicional de cultivo, das 15 cultivares testadas, somente três apresentaram potencial para produção comercial, 'Dover', 'Sweet Charlie' e 'Oso Grande' (DIAS et al., 2007).

Os estudos conduzidos com o morangueiro avaliam aspectos relacionados ao comportamento da cultivar, à qualidade da muda e à resposta a pragas e moléstias, entre outros, com o objetivo de gerar informações promotoras de acréscimos da produtividade e da qualidade dos frutos. As informações, normalmente, estão fundamentadas nos dados de produção e número de frutos por área ou por planta e no peso médio. A massa média individual é bastante importante nas avaliações, porque permite classificar a produção e fornece a ideia de tamanho do fruto da cultivar avaliada. Hortynski et al. (1991) consideram o tamanho do fruto uma das características mais importantes nas cultivares altamente produtivas, embora relatem que a maioria dos autores, das muitas publicações sobre as relações entre a característica e o rendimento, constatou o número de frutos como fator mais decisivo na produção e o tamanho do fruto, fator secundário.

Outra condição importante no morangueiro, com reflexos na classificação comercial, é o formato do fruto. A forma típica da cultivar é obtida quando as flores têm os pistilos todos fecundados (BRANZANTI, 1989). O formato do fruto não sofrendo danos por pragas, moléstias ou ação mecânica, dependerá do modo como ocorre a distribuição do pólen entre os seus estigmas. Sendo irregular, há produção de frutos deformados, mas, quando a polinização ocorre de modo uniforme, as flores darão origem a frutos bem formados (MALOGODI-BRAGA, 2002). Segundo a autora, os resultados revelam que, embora autocompatíveis, as flores primárias das cultivares Oso Grande e Sweet Charlie necessitam de um polinizador para que seus frutos não sejam deformados e, em consequência, impróprios para a comercialização *in natura*.

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar agronomicamente as cultivares de morangueiro, na região da depressão central do Rio Grande do Sul, além de oferecer subsídios a programas de melhoramento.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado no Centro Agrícola Demonstrativo da Secretaria Municipal da Indústria e Comércio (CAD), Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), localizado no município de Viamão, RS, com as coordenadas: latitude 30° Sul, longitude 51° Oeste e altitude aproximada de 50 m. O solo é da unidade de mapeamento Itapoã (STRECK et al., 2008) e o clima da região é considerado subtropical úmido, pertencente à variedade específica Cfa da classificação de Köppen, o qual é predominante na maior parte do estado do Rio Grande do Sul (MORENO, 1961). O local do experimento está localizado na sub-região agroecológica 1 a (Depressão Central), com temperatura média máxima entre mais de 23 e menos de 27°C e temperatura média mínima entre 13 e menos de 16°C (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

O experimento foi conduzido, em túneis baixos, com mudas de morangueiro das cultivares Dover, Campinas, Seascape e Camarosa, Oso Grande, Verão, Chandler e Vila Nova, obtidas de viveiristas registrados na SAA/RS. O transplante foi realizado em 30 de abril de 1999. O delineamento usado foi de blocos casualizados e quatro repetições (32 plantas por repetição), no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m.

Foram utilizados polietileno preto e irrigação por gotejamento. O tubo gotejador, com emissores espaçados de 10 cm, foi colocado entre duas fileiras de plantas. A irrigação foi utilizada sempre que necessária, por avaliação visual. A adubação e os tratos culturais pertinentes à cultura foram realizados de acordo com os utilizados na região produtora.

Os frutos com peso superior ou igual a 6g, sem deformações e danos, foram considerados comerciais. Os menores de 6g, deformados e doentes, foram considerados não comercializáveis. As características avaliadas foram massa fresca (g.planta<sup>-1</sup>) e número de frutos por planta e massa média do fruto (g). Os considerados doentes ocorreram em pequeno número, não sendo analisados estatisticamente. As colheitas foram realizadas com mais da metade da superfície vermelha dos frutos, de agosto de 1999 a janeiro de 2000.

O trabalho não previa tratamentos fitossanitários, exceto as retiradas de folhas senescentes ou



com sintomas de doença, pois também buscou verificar a viabilidade de produção das cultivares sem controle químico, registrando a ocorrência de insetos e moléstias, durante o ciclo cultural. Porém, a grande ocorrência do ácaro rajado, em todas as cultivares, requereu esse uso, para que houvesse a continuidade das avaliações até o final do ciclo. O controle químico do ácaro, *Tetranychus urticae*, foi realizado em 24 de setembro, com uma única aplicação do acaricida Abamectin. Foram coletados os insetos e folhas ou plantas com sintomas de moléstias, com posterior identificação no Laboratório de Clínica Vegetal da Faculdade de Agronomia, UFRGS.

Os resultados dos caracteres agronômicos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o programa SAS.

## Resultados e Discussão

As cultivares com frutos mais pesados, na produção total, foram Oso Grande e Seascape seguidos de Verão (Tabela 1). Os resultados indicam que a produtividade dessas cultivares está mais relacionada à presença de frutos maiores, com peso individual de 10g ou mais (HORTYNSKI et al., 1991), do que ao número dos frutos, tendo em vista que a produção comercial superou os 90 % da massa fresca total. O mesmo não se observou em relação às demais cultivares, que apresentaram massa fresca de frutos comerciais entre 71 a 85 % da produção total. O número de frutos detectou diferença significativa de 'Vila Nova' e 'Seascape', demonstrando maior influência na produtividade, do número para o primeiro e do tamanho, para o segundo.

A massa fresca e número de frutos por planta, na produção comercial, não distinguiram os materiais (Tabela 1). 'Oso Grande', em média, superou todas as cultivares e no número de frutos, apenas 'Seascape' e 'Chandler'. Pallamin et al. (2003) também observaram a superioridade desta cultivar na produção por hectare, mas não no número de frutos, quando comparado a 'Dover'. 'Oso Grande' e 'Seascape' obtiveram as maiores médias de peso dos frutos, com diferença significativa das demais cultivares. Segundo Santos (2003), a cultivar Oso Grande, nas condições do Rio Grande do Sul, apresenta elevada capacidade produtiva e frutos de tamanho grande. Em Santa Maria, foram registrados frutos com peso médio de 15,5 g (FRANQUEZ, 2008). Também, em São Paulo, foi observado o excepcional rendimento de frutos graúdos

desta cultivar (PALLAMIN et al., 2003). 'Campinas' e 'Chandler' produziram os menores frutos, não diferindo de 'Vila Nova'. 'Campinas' produziu frutos com 7,41 e 9,38 g, na produção total e comercial, respectivamente. Os valores foram similares às médias obtidas em outros experimentos (CONTI et al. 2002; CASTRO, 2003). 'Camarosa', uma das cultivares mais plantadas no RS, apresentou, nas produções total e comercial, massa fresca inferior à encontrada em outros trabalhos (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2006; CALVETE et al., 2008; FRANQUEZ, 2008). Isto pode ser explicado pela ocorrência do ácaro, o que provavelmente limitou o seu rendimento, reduzindo também o desempenho das outras cultivares. Hansche et al. (1968) concluíram que a seleção para alto rendimento pode gerar uma expectativa de aumento no tamanho do fruto. Esta condição pode ser contemplada para 'Oso Grande', mas não para 'Seascape', com frutos comerciais de 13,22 g e baixa produção de massa fresca por planta, na comparação dos valores médios. A cultivar Seascape em outras avaliações também apresentou frutos grandes e baixa produção de massa fresca por planta (VERONA, 2004; PALLAMIN, 2003).

A produção de frutos não comercializáveis diferenciou as cultivares em todas as características avaliadas, mostrando-se eficiente na distinção dos materiais (Tabela 2). As cultivares Campinas e Vila Nova produziram a maior massa fresca não-comercial, com diferença significativa de 'Verão', 'Oso Grande' e 'Seascape', o que confirma a característica dessas cultivares na produção de frutos maiores. O mesmo ocorreu no número de frutos, exceto com relação à cultivar Camarosa, que produziu frutos de massa média comercial inferior a 10 g. A produção da cultivar Vila Nova, embora tenha obtido peso médio comercial acima desse valor, demonstrou que a maior contribuição para o seu rendimento se deve ao número e não ao tamanho dos frutos, tendo em vista a sua produção não comercial, como o número de frutos menores de 6 g e a maior média de número de frutos total, onde diferiu significativamente de 'Seascape'. 'Oso Grande' continuou apresentando frutos mais pesados. 'Seascape' apresentou frutos maiores do que 'Chandler' e 'Dover', não superando 'Verão', que produziu pequena produção de frutos abaixo de 6 g, indicando produtividade mais relacionada ao tamanho do que ao número de frutos (Tabela 2).

Os resultados de 'Camarosa' e 'Dover', para frutos menores de 6 g, concordam com os encontrados por Pallamin et al. (2003), avaliando nove

**Tabela 1 - Valores médios da massa fresca dos frutos, g.planta<sup>-1</sup> (MFT e MFC), número de frutos por planta (NFT e NFC) e massa média de frutos (MMT e MMC) das produções total e comercial. Viamão, CAD/PMPA, 2000**

| Cultivares | MFT                  | MFC     | NFT     | NFC    | MMT      | MMC      |
|------------|----------------------|---------|---------|--------|----------|----------|
| Vila Nova  | 367,2 a <sup>1</sup> | 296,9 a | 44,0 a  | 28,9 a | 8,31 cd  | 10,22 cd |
| Oso Grande | 321,2 a              | 303,9 a | 23,6 ab | 21,7 a | 13,39 a  | 14,09 a  |
| Dover      | 310,7 a              | 264,9 a | 34,8 ab | 23,5 a | 8,81 c   | 10,99 bc |
| Campinas   | 300,8 a              | 229,9 a | 40,4 ab | 24,5 a | 7,41 cd  | 9,38 d   |
| Camarosa   | 298,6 a              | 239,8 a | 37,1 ab | 24,5 a | 8,05 cd  | 9,83 cd  |
| Verão      | 286,7 a              | 261,7 a | 26,6 ab | 22,3 a | 10,78 b  | 11,76 b  |
| Seascape   | 245,2 a              | 229,2 a | 20,1 b  | 17,1 a | 12,10 ab | 13,22 a  |
| Chandler   | 175,2 a              | 126,1 a | 24,9 ab | 13,6 a | 7,02 d   | 9,26 d   |
| C. V. %    | 31,14                | 32,73   | 28,99   | 29,54  | 6,45     | 5,54     |

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de Tukey (5 %) (<sup>1</sup>Means followed by same letter did not differ through teste Tukey, 5 % probability).

**Tabela 2 - Valores médios da massa fresca dos frutos, em g.planta<sup>-1</sup>(MFNC), número de frutos por planta (NFNC) e massa média de frutos (MMFNC) da produção não comercial; número de frutos por planta (NF<6 g) e massa média de frutos < de 6 g, em g.planta<sup>-1</sup> (MMF<6G); número de frutos deformados por planta (NFDef) e massa média de frutos deformados, em g.planta<sup>-1</sup> (MMFDef). Viamão, CAD/PMPA, 2000.**

| Cultivares | MFNC                | NFNC    | MMFNC   | NF<6G   | MMF<6G  | NFDef   | MMFDef |
|------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Campinas   | 70,9 a <sup>1</sup> | 16,0 a  | 4,43 cd | 13,5 ab | 4,21 ab | 0,7 a   | 5,05 a |
| Vila Nova  | 70,3 a              | 15,1 a  | 4,69 cd | 14,3 a  | 4,54 ab | 0,1 c   | 4,80 a |
| Camarosa   | 58,7 ab             | 12,6 a  | 4,67 cd | 11,3 ab | 4,35 ab | 0,4 abc | 5,57 a |
| Chandler   | 49,1 abc            | 11,3 ab | 4,30 d  | 7,9 bc  | 4,33 ab | 0,2 bc  | 4,55 a |
| Dover      | 46,3 abc            | 11,3 ab | 4,17 d  | 9,6 ab  | 3,95 a  | 0,6 a   | 4,13 a |
| Verão      | 25,0 bc             | 4,5 bc  | 5,74 b  | 3,1 cd  | 4,67 b  | 0,5 abc | 5,44 a |
| Oso Grande | 17,4 c              | 2,5 c   | 6,99 a  | 1,3 d   | 4,50 ab | 0,4 abc | 6,56 a |
| Seascape   | 16,1 c              | 3,1 c   | 5,22 bc | 2,0 cd  | 4,50 ab | 0,6 ab  | 4,66 a |
| C. V. %    | 32,24               | 33,39   | 7,35    | 33,81   | 6,60    | 41,74   | 23,75  |

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de Tukey (5 %)

cultivares. As menores produções foram das cultivares Oso Grande, Seascape e Verão (Tabela 2). A massa média dos frutos identificou diferença, apenas, entre Verão e Dover (Tabela 2). As demais cultivares apresentaram semelhança no tamanho de fruto.

Em relação à característica frutos deformados, observa-se maior produção por planta para 'Campinas' e 'Dover' e menor para 'Vila Nova' (Tabela 2). Malagodi-Braga (2002), em São Paulo, observou em 'Oso Grande' que a autopolinização espontânea foi responsável pelo desenvolvimento de 24 % dos aquênios, a polinização pelo vento elevou para 59 % e a polinização por insetos para 91 %. Considerando esta informação, a produção de frutos deformados e a percentagem de 92 % de frutos comerciais em 'Oso Grande', pode-se inferir que houve contribuição da polinização entomófila na

produção dos frutos comerciais dessa cultivar. Por outro lado, Antunes et al. (2007) consideraram 'Dover' menos dependente dos agentes polinizadores em ambiente protegido. Os dados deste trabalho não sugeriram o mesmo. O fato pode ser explicado pela diferença na condução dos experimentos, além das avaliações utilizadas para as conclusões, a produção comercial e não a produção de frutos deformados, por planta, como a considerada aqui para a discussão e conclusão.

Os resultados demonstraram que a produtividade de 'Oso Grande', 'Seascape' e 'Verão' está mais relacionada ao tamanho do fruto e a das demais cultivares, ao número de frutos. Franquez (2008), em trabalho de seleção e multiplicação de clones de morangueiro em Santa Maria, concluiu que as maiores produtividades estavam relacionadas com um número elevado de frutos,

embora tenha observado em 'Oso Grande' um menor número de frutos e tamanhos maiores, o que concorda em parte com as observações deste trabalho.

Com relação às moléstias, houve ocorrência de antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum fragariae* A N. Brooks, e de micoserela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau). A antracnose foi registrada nas cultivares Campinas, Dover, Camarosa e Seascape e a micoserela em todas as cultivares.

As seguintes espécies de insetos foram coletadas, durante o ciclo da cultura: ácaro *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) (Coleoptera, Coccinilidae), *Eriopsis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Coccinilidae), *Lagriavillosa* (Fabr., 1783) (Coleoptera, Lagriidae), *Solenopsis* sp. (Hymenoptera, Formicidae) e, na forma larval, *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera, Noctuidae). Foram também identificadas ninfas de pentatomídeos, pupas de sirfídeos e de coccinilídeos. Não foram coletados pulgões, porém a ocorrência de coccinilídeos e de formigas formando montículos, característica de mutualismo com pulgões (SIMÕES et al., 2007), são indicadores de sua presença e provavelmente do seu controle, já que as joaninhas, especialmente *C. sanguinea* e *E. connexa*, são predadores de afídeos, considerados fonte alimentar mais adequada para esses insetos do que os ácaros (SARMENTO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005). Destas espécies, a mais prejudicial à cultura do morangueiro é o ácaro rajado. Chiavegato & Mischán (1981), estudando os prejuízos causados pelo ácaro na produção do morangueiro, verificaram redução superior a 80 % no peso e no número de frutos, durante o período de máximo desenvolvimento populacional. A ação dos ácaros sobre as folhas causa decréscimo da atividade fotossintética (MAAS, 1998). O resultado desta ação, atuando sobre as cultivares, pode ser observado para 'Oso Grande' em novembro e para as demais cultivares em outubro (Figura 1). A informação poderia sugerir uma menor atratividade de 'Oso Grande', porém, estudo conduzido em casa de vegetação demonstrou que esta cultivar apresenta suscetibilidade, indicando ser atrativa à oviposição e adequada ao desenvolvimento do ácaro rajado (LOURENÇÃO et al., 2000). Ainda, segundo os autores, 'Campinas' foi considerado portador de resistência ao ácaro. Porém, o comportamento desta cultivar a campo mostrou re-

dução da sua produtividade, como pode ser visualizado na Figura 1. Apesar disto, sua massa fresca por planta, total e comercial, foi superior à obtida por Calvette et al. (2008), não tendo, entretanto, superado o peso comercial encontrado por Castro et al. (2003), provavelmente, em decorrência da classificação utilizada pelos autores, que consideraram comerciais os frutos de massa fresca superior a 3,5g, não se considerando o efeito local e a condução do cultivo. São necessários outros estudos para elucidar o assunto, como também para estudar a diferença de resposta de 'Oso Grande' e, especialmente, das cultivares 'Dover' e 'Vila Nova', que apresentaram decréscimos menores (Figura 1).

Os dados obtidos demonstraram que a condução de cultivo do morangueiro, com as cultivares avaliadas, pode ter o uso do controle químico reduzido, indicando a viabilidade de produção integrada, nas condições locais. Com relação ao ácaro rajado, é necessário avaliar o uso de medidas preventivas de controle, como as propostas por Lorenzato e Meyer-Cachapuz (1991), que sugeriram a associação de espécies vegetais cultivadas e nativas com o morangueiro, para implantação de fitoseídeos, ácaros predadores de ocorrência no RS, e de outros inimigos naturais.

## Conclusões

Os resultados indicaram na produção total maior número de frutos por planta para 'Vila Nova' e menor para 'Seascape' e o maior peso médio de frutos para as cultivares Oso Grande, Seascape e Verão.

Na produção comercial, os maiores frutos foram produzidos por 'Oso Grande' e 'Seascape' e os frutos de menor peso médio, por 'Campinas' e 'Chandler'.

A maior produção não comercial foi das cultivares Campinas e Vila Nova e a menor de 'Oso Grande' e 'Seascape'. 'Campinas', 'Vila Nova' e 'Camarosa' apresentaram o maior número de frutos não comerciais e 'Oso Grande' e 'Seascape', o menor. 'Vila Nova' produziu mais frutos menores de 6g e 'Oso Grande', menos frutos. 'Campinas' e 'Dover' produziram mais frutos deformados por planta e 'Vila Nova', menos frutos.

As cultivares Oso Grande, Seascape e Verão têm a produção mais relacionada a tamanho e as demais cultivares ao número de frutos, nas condições locais.

Houve a ocorrência das moléstias antracnose e micoserela e do ácaro rajado.

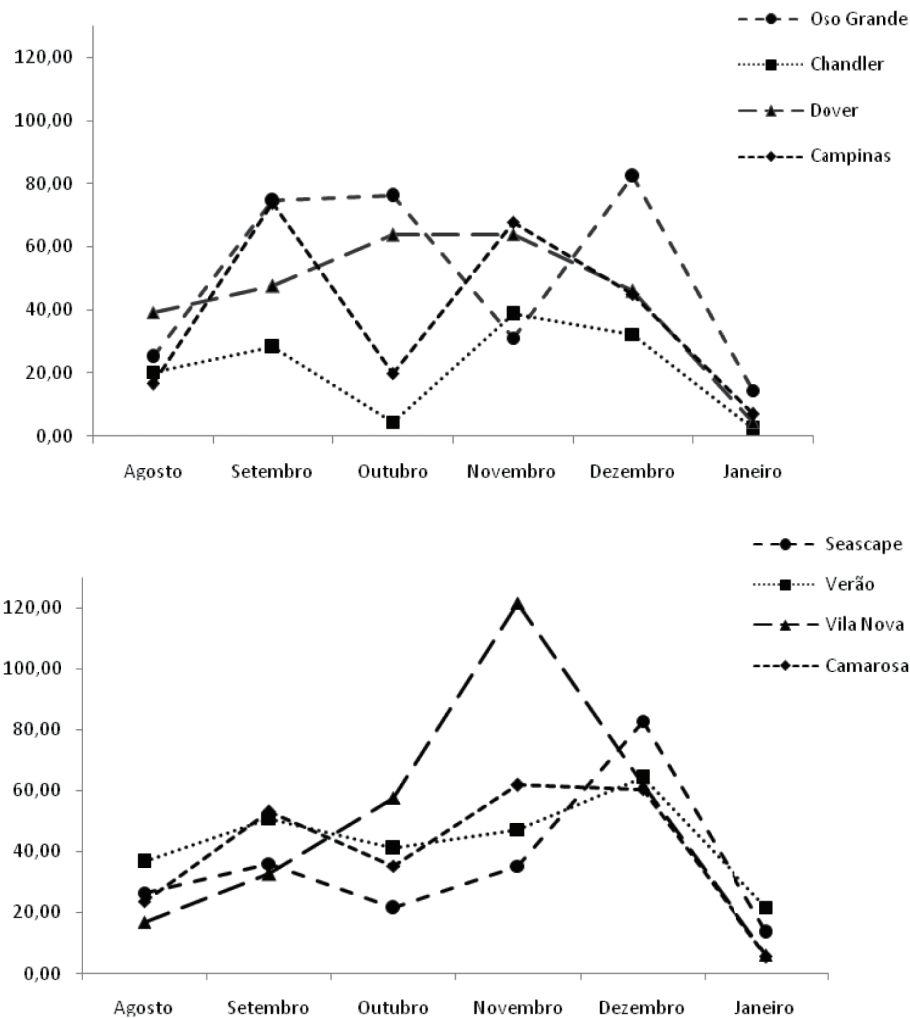


Figura 1 - Médias mensais da produção total de oito cultivares de morangueiro. Viamão, RS, CAD/PMPA, 2000

## Referências

- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; CALEGARIO, F. F.; COSTA, H.; JUNIOR, C. R. Produção Integrada de Morango (PIMo) no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n. 236, p. 34-39. 2007.
- ANTUNES, O. T.; CALVETE E. O.; ROCHA H. C.; NIENOW A. A.; CECCHETTI D.; RIVA E.; MARAN R. E. Produção de Cultivares de Morangueiro Polinizadas pela Abelha Jataí em Ambiente Protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n.1, p 94-99. 2007.
- BRANZANTI, E. C. **La Fresa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 386 p.
- CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. de L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, Produção e Teor de Antocianinas de Cultivares de Morangueiro em Ambiente Protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.
- CANSIAN, R. L.; MOSSI, A. J.; LEONTIEV-ORLOV, O.; BARBIERI, C.; MURTELLE, G.; PAULETTI, G.; ROTA, L. Comportamento de Cultivares de Morango (*Fragaria x ananassa* Duch) na Região do Alto Uruguai no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n.2, p.103-105, 2002.
- CASTRO, R. I.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de Cultivares de Morangueiro em Sistema de Cultivo Orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 227-230, abril/junho 2003.
- CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e Qualidade de Frutos de Diferentes Cultivares de Morangueiro em Ensaio Condúzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n. 1, p. 10-17, março 2002.



CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO  
NA REGIÃO DA DEPRESSÃO CENTRAL NO RS

- CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do Ácaro *Tetranychus (T.) urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acari, Tetranychidae) na Produção do Morangueiro (*Fragaria* spp) cv. Campinas. **Científica**, São Paulo, v.9, n. 2, p. 257-266, 1981.
- DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS, S. de A.; LANZA, F. E. Produção de Morangos em Regiões Não Tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n. 236, p. 24-33, 2007.
- DUARTE FILHO, J. ; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. de. Cultivares. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 20-23, 2007.
- EMATER. Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul – 2003-2004. Porto Alegre: EMATER/ASCAR, 2004. 89 p.
- FRANQUEZ, G. G. Seleção e Multiplicação em Clones de Morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Santa Maria: UFSM, 2008. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/4/TDE-2008-05-26T164616Z-1548/Publico/GUSTAVOFRANQUEZ.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/4/TDE-2008-05-26T164616Z-1548/Publico/GUSTAVOFRANQUEZ.pdf)>. Acesso em: 14 de ago. 2008.
- HANSCH, P. E.; BRINGHURST, R. S.; VOTH, V. Estimates of Genetic and Environmental Parameters in the Strawberry. Proceedings American Society for Horticultural Science, Geneva, v. 92, p. 338-345, 1968.
- HORTYNSKI, J. A.; ZEBROWSKA, J.; GAWRONSKI, J.; HULEWICZ, T. Factors Influencing Fruit Size in the Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Euphytica**, Wageningen, v.56, n. 1, p. 67-74, 1991.
- LORENZATO, D.; MEYER-CACHAPUZ, L. **Controle Biológico e Integrado de Ácaros Nocivos que Ocorrem na Cultura do Morangueiro no Rio Grande do Sul**. Caxias do Sul: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1991. 17 p.
- LOURENÇÃO, A. L.; MORAES, G. J.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M. B.; SILVA, L. V. F. Resistência de Morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 339-346, 2000.
- MALAGODI-BRAGA, K. S. Estudo de Agentes Polinizadores em Cultura de Morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne - Rosaceae). São Paulo: USP, 2002. 104 p. Tese (Doutorado em Ciências, na Área da Ecologia). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-27092004-164949/pt-br.php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-27092004-164949/pt-br.php)>. Acesso em: 14 ago. 2008.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Diretoria de Terras e Colonização da Secretaria de Agricultura, 1961. 38 p.
- MAAS, J. L. Compendium of Strawberry Diseases. 2. ed. Saint Paul: The American Pythopahological Society, 1998. 98 p.
- OLIVEIRA, E. E.; OLIVEIRA, C. L.; SARMENTO, R. A.; FADINI, M. A. M.; MOREIRA, L. R. Aspectos Biológicos do Predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) Alimentado com *Tetranychus evansi* (Baker e Pritchard, 1960) (Acari: Tetranychidae) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Homoptera: Aphididae). Bioscience Journal, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 33-39, 2005. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal>. Acesso em: 27 de ago. 2008.
- OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B. Desempenho Produtivo de Mudas Nacionais e Importadas de Morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.
- PALLAMIN, M. L.; SAMPAIO, A. C.; FUMIS, T. de F.; OLIVEIRA, O. M. de. Avaliação da Produtividade de Nove Cultivares de Morango na Região de Bauru – SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003. Suplemento. CD-ROM.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Centro Nacional de Pesquisa do Trigo/EMBRAPA. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. 2 v.
- SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango**: Produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 24-30. Frutas do Brasil, 40.
- SARMENTO, R. de A.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M.; SILVA, S. M. da; SERRÃO, J. E.; PALLINI, A. Fat Body Morphology of *Eriopsis connexa* (coleoptera, coccinellidae) in Function of Two Alimentary Sources. Brazilian Archives of Biology and technology, Curitiba, v. 47, n. 3, jul. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132004000300011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 28 de ago. 2008.
- SIMÕES, J. C.; FADINI, M. A. M.; VENZON, M. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Morango. Informe Agropecuário. Morango: conquistando novas fronteiras, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 56-63, 2007.
- STRECK, V. S.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.
- VERONA, L. A. F.; NESI, C. N.; SCHERER, E. E.; SIGNOR, G.M.; GROSSI, R. 2007. Morango em Cultivo Orgânico – Avaliação de Cultivares. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2., **Resumos...** Porto Alegre: ABA, 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seeragroecologia/ojs/viewarticle.php?id=739&layout=abstract>>. Acesso em: 17 de set. 2007..



## Caracterização sensorial em cultivares de morangueiro<sup>1</sup>

Sônia Maria Lobato Schuch<sup>2</sup>, Ingrid Bergman Inchausti de Barros<sup>3</sup>, Erna V Jong<sup>4</sup>

**Resumo** – O cultivo do morango no Rio Grande do Sul destina-se ao consumo *in natura* e processamento agroindustrial. Dessa forma, a caracterização sensorial torna-se um importante subsídio na seleção de cultivares. A análise sensorial em morango, neste trabalho, foi realizada com o objetivo de distinguir oito cultivares nos atributos de aparência, cor, aroma, acidez, sabor e textura. As cultivares Camarosa, Campinas, Chandler, Dover, Oso Grande, Seascape, Verão e Vila Nova foram avaliados com o teste perfil de atributos, por uma equipe de 15 provadores treinados, apresentando diferença significativa nos atributos aparência, aroma, acidez e textura. A cultivar Seascape apresentou a melhor aparência, seguida de Verão e Oso Grande, e a textura muito firme. As mais aromáticas foram ‘Oso Grande’, ‘Camarosa’ e ‘Campinas’. ‘Vila Nova’ e ‘Verão’ obtiveram a maior pontuação para a acidez e ‘Campinas’ a menor. A caracterização sensorial das oito cultivares de morango, utilizando o teste perfil de atributos, mostrou-se eficiente quanto aos atributos aparência, aroma, acidez e textura.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa*, análise organoléptica.

## Sensorial characterization of strawberry cultivars

**Abstract** – In Rio Grande do Sul, the southernmost state of Brazil, strawberries (*Fragaria x ananassa*) are cultivated for fresh consumption and agro-industrial processing, with sensory characterization and organoleptic analysis being an important tool for the selection of new strawberry cultivars. We employed sensory analysis, using a panel of 15 evaluators trained in sensorial profiling, to evaluate a set of attributes (appearance, aroma, acidity, flavor and texture) of eight strawberry cultivars (Camarosa, Campinas, Chandler, Dover, Oso Grande, Seascape, Verão and Vila Nova). Sensory analysis showed differences between the cultivars regarding acidity, appearance, aroma and texture. Seascape, followed by Verão and Oso Grande, showed the best appearance and a very firm texture. Oso Grande, Camarosa and Campinas were the most aromatic. Vila Nova and Verão were the most acidic. Our results indicate that sensorial characterization of these strawberry cultivars using the test attribute profile was efficient as regards the attributes acidity, appearance, aroma and texture.

**Key words:** *Fragaria x ananassa*, organoleptic analysis.

### Introdução

Nos últimos anos, expressões como alimento funcional e alimento nutracêutico aparecem constantemente em artigos técnicos e na mídia. Essas expressões surgiram a partir de mudanças do mercado consumidor, que independente de entender o que seja um e outro, vem buscando alimentos mais saudáveis, preferindo produtos isentos de agrotóxicos, com melhor aparência e maior qualidade nutricional. Andreuccetti et al. (2005), estudando o perfil de compradores de tomate de mesa, numa região

de Campinas, observaram que o produto próximo do ideal para o consumidor seria aquele oriundo da produção orgânica, com processos de seleção, classificação e outros requisitos que melhorassem a qualidade do tomate. Para os autores, a preferência do consumidor deve ser considerada, a fim de tentar estabelecer os pontos tecnológicos e/ou estratégicos que devem ser melhorados dentro da cadeia de comercialização. Souza et al. (2008), pesquisando o comportamento de consumidores de frutas, legumes e verduras (FLV) em onze municípios da região central do RS, identificaram com maior importância,

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, pelo primeiro autor.

<sup>2</sup> Engenharia Agrônoma, MSc., Pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Fepagro. E-mail:sonia-schuch@fepagro.rs.gov.br.

<sup>3</sup> Engenharia Agrônoma, Doutora, Professora Titular do Depto. de Horticultura e Silvicultura da UFRGS.

<sup>4</sup> Médica Veterinária, Doutora, Professora Titular do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS.

na tomada de decisão de compra dos FLV, os aspectos de aparência, sabor, preço, aspectos nutricionais e durabilidade dos produtos, destacando que, destes cinco critérios, quatro se referem aos atributos intrínsecos da qualidade. Esses resultados apontam para a necessária realização de análises dos atributos relacionados à qualidade dos produtos a serem comercializados, entre outras exigências, para o sucesso de um plantio comercial.

Na agricultura, a avaliação da aceitabilidade de um produto pode ser obtida através da análise sensorial. Esta análise estabelece mais um critério de seleção em programas de melhoramento genético, como o realizado por Matsuura et al. (2002), que avaliaram a qualidade sensorial de híbridos e cultivar de bananeira e por Carneiro et al. (2005), que estudaram o perfil sensorial de sete cultivares e três linhagens de feijão. A técnica também tem sido utilizada para indicar possíveis diferenças entre os produtos conduzidos nos sistemas orgânico e convencional, como é o caso do tomate de mesa, na região metropolitana de Curitiba (FERREIRA, 2004) e de genótipos de cenoura, no Distrito Federal (CARVALHO, et al., 2005).

A análise sensorial é realizada através da visão, gustação, olfação, audição e sensibilidade cutânea. As sensações resultantes das interações desses sentidos com os alimentos são utilizadas na avaliação da sua qualidade, da aceitabilidade pelo consumidor e nas pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos (TEIXEIRA et al., 1987).

A análise descritiva é um método analítico, da área da análise sensorial, que avalia, através de um grupo de provadores treinados, os produtos, qualitativa e quantitativamente. Para sua realização, são utilizados descritores, palavras ou termos, que descrevem atributos, no caso de alimentos, a aparência, o sabor e a textura (MUÑOZ, 1999).

Na caracterização de recursos genéticos vegetais são usados inúmeros descritores. Em morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), há diversos, entre eles, os sólidos solúveis, o pH, a acidez total titulável (ATT) e a textura dos frutos. Essas características, relacionadas com a acidez, teor de açúcares e firmeza, são avaliadas pela medição mecânica, em aparelhos específicos para essas finalidades. As informações geradas são muito importantes, pois indicam se os frutos são mais apropriados para consumo *in natura* ou para a indústria, mas essas não são medidas sensoriais. O sabor, a textura e a cor não são propriedades intrínsecas dos alimentos, são resultantes das sensações provocadas por estímulos nas pessoas. É necessário um contato, uma interação (DURÁN, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, através da análise descritiva de atributos, essas sensações perceptíveis pelos órgãos dos sentidos humanos, gerando subsídios para a distinção de cultivares de morangueiro.

## Material e métodos

O teste perfil de atributos foi o método utilizado para determinar o perfil sensorial (MONTEIRO, 1984; TEIXEIRA, et al., 1987) de oito cultivares de morangueiro. Os atributos foram aparência, cor, aroma, acidez, sabor e textura dos pseudofrutos, que neste trabalho chamaremos de frutos, denominação utilizada para fins comerciais (CAMARGO e PASSOS, 1993). O método usou uma escala de valores, com pontuação de 1 a 5, atribuída por 15 provadores treinados, constituindo cada provador uma repetição (Tabela 1).

Os frutos, com 2/3 da superfície vermelha, foram colhidos em 28 de dezembro de 1999, das cultivares Oso Grande, Chandler, Dover, Campinas, Seascap, Verão, Vila Nova e Camarosa, produzidas experimentalmente, em túneis baixos, no Centro Agrícola Demonstrativo da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, localizado na divisa dos municípios de Porto Alegre e Viamão, RS. Cada amostra foi lavada, colocada em papel absorvente, codificada ao acaso e servida, a aproximadamente 10°C, para realçar o sabor, em pratos de fundo branco, juntamente com uma ficha de avaliação, onde constava o número da amostra e os atributos a serem avaliados, conforme a Tabela 1.

A equipe sensorial atribuiu notas, cujas médias foram utilizadas para elaborar o gráfico perfil de atributos. O local de avaliação utilizado foi o Laboratório de Análise Sensorial, Instituto de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi realizado o teste análise de variância, com os valores atribuídos pelos provadores, e a comparação entre as médias, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 %.

## Resultados e discussão

Os atributos aparência, aroma, acidez e textura distinguiram as cultivares de morangueiro (Tabela 2, Figura 1).

A maior pontuação para a aparência foi atribuída à cultivar Seascap, que não diferiu das cultivares Verão e Oso Grande. Provavelmente, este resultado ocorreu devido, em parte, ao brilho intenso dos seus frutos. É considerado uma cultivar que produz

**Tabela 1 - Escala de valores dos atributos utilizados na análise sensorial**

| Aparência  | Cor         | Aroma       | Acidez      | Sabor       | Textura               |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| 1- Péssima | 1- Ausente  | 1- Ausente  | 1- Ausente  | 1- Ausente  | 1- Sem firmeza        |
| 2- Ruim    | 2- Fraca    | 2- Fraco    | 2- Fraca    | 2- Fraco    | 2- Pouco firme        |
| 3- Média   | 3- Moderada | 3- Moderado | 3- Moderada | 3- Moderado | 3- Firme              |
| 4- Boa     | 4- Forte    | 4- Forte    | 4- Forte    | 4- Forte    | 4- Muito firme        |
| 5- Ótima   | 5- Intensa  | 5- Intenso  | 5- Intensa  | 5- Intenso  | 5- Extremamente firme |

frutos com brilho atrativo (Lassen Canyon Nursery, 2008). Com relação a este atributo, a época de coleta das amostras, no final do ciclo produtivo, pode ter influenciado na avaliação das cultivares, especialmente para Dover, que produz frutos grandes e vistosos e, neste período, com produção bastante reduzida, não permitiu amostra representativa. Segundo Santos (2003), 'Dover' foi muito cultivado, nos anos de 93 a 95, em razão da textura firme da polpa, tamanho grande e aparência.

Um dos caracteres buscados pelos melhoristas, em morango, é o aroma intenso. Hancock et al. (1996) consideram sempre importantes num programa de melhoramento genético em morangueiro, tamanho, firmeza e aroma dos frutos. Na presente análise, este atributo obteve a maior pontuação para a cultivar Oso Grande que apresentou forte aroma, não diferindo de 'Camarosa' e 'Campinas'. Paschoalino et al. (1973/74), avaliando doze cultivares de morango, concluíram que a cultivar Campinas apresentou o melhor aroma tanto do fruto inteiro como cortado. Neste trabalho, 'Campinas' não recebeu a maior pontuação, porém não diferiu da mais aromática, o que em parte concorda com o resultado obtido por esses autores.

A acidez é outra característica a ser observada em morango, devendo, para consumo *in natura*,

ser baixa (REBELO E BALARDIN, 1993; CAMARGO e PASSOS, 1993). A cultivar Campinas apresentou acidez de fraca a moderada, o que confirma a observação de outros autores que elegeram seus frutos como levemente ácidos (CAMARGO et al. 1969, 1971, 1974). 'Campinas' obteve a menor pontuação para a acidez, diferindo significativamente de 'Vila Nova' e 'Verão'.

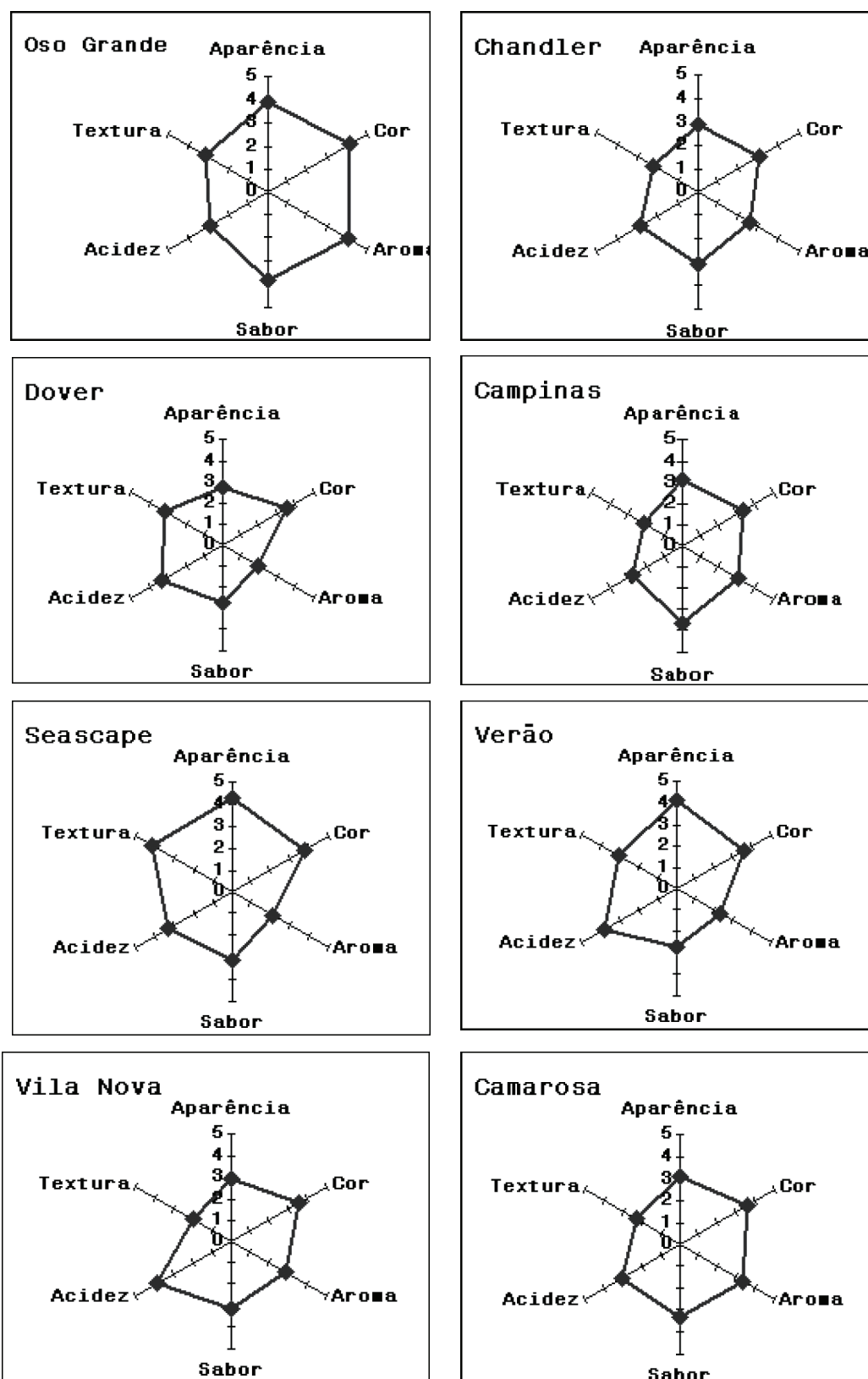
A textura firme dos frutos é muito importante na escolha de uma cultivar, tanto para consumo *in natura* quanto para industrialização, pois nesta, o fruto deve ter a polpa firme a fim de conservar o formato após a cozedura (CAMARGO, 1984). Com relação à textura, 'Seascape' diferiu de todas as cultivares (Tabela 2), apresentando textura muito firme. 'Vila Nova', 'Campinas', 'Chandler' e 'Camarosa' apresentaram textura pouco firme, não diferindo entre si. 'Dover', 'Oso Grande' e 'Verão' classificadas de firmes, não diferiram de 'Camarosa'. Conti et al. (2002), avaliando seis cultivares de morango, em um texturômetro, classificaram de firme a textura de 'Dover' e de firme a pouco firme a textura do 'Campinas'. O resultado sensorial, neste estudo, concorda com essa classificação para 'Dover' e também para 'Campinas', que apresentou frutos de textura pouco firme.

Outra condição eletiva na escolha de uma cultivar é o sabor do fruto. Santos (1999) considera

**Tabela 2 - Médias<sup>1</sup> dos valores de atributos analisados sensorialmente em frutos de oito cultivares de morangueiro pelo teste perfil de atributos, Porto Alegre, RS**

| Atributos | Cultivares         |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                     |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
|           | Oso Grande         | Chandler           | Dover             | Campinas           | Seascape          | Verão              | Vila Nova         | Camarosa            |
| Aparência | 3,9 <sup>abc</sup> | 2,9 <sup>cd</sup>  | 2,7 <sup>d</sup>  | 3,1 <sup>bcd</sup> | 4,3 <sup>a</sup>  | 4,1 <sup>ab</sup>  | 2,9 <sup>cd</sup> | 3,1 <sup>bcd</sup>  |
| Cor       | 4,1 <sup>a</sup>   | 3,0 <sup>a</sup>   | 3,5 <sup>a</sup>  | 3,3 <sup>a</sup>   | 3,8 <sup>a</sup>  | 3,5 <sup>a</sup>   | 3,5 <sup>a</sup>  | 3,5 <sup>a</sup>    |
| Aroma     | 4,0 <sup>a</sup>   | 2,5 <sup>bc</sup>  | 1,9 <sup>c</sup>  | 3,0 <sup>abc</sup> | 2,1 <sup>c</sup>  | 2,3 <sup>bc</sup>  | 2,8 <sup>bc</sup> | 3,3 <sup>ab</sup>   |
| Sabor     | 3,8 <sup>a</sup>   | 3,1 <sup>a</sup>   | 2,7 <sup>a</sup>  | 3,6 <sup>a</sup>   | 3,1 <sup>a</sup>  | 2,9 <sup>a</sup>   | 3,1 <sup>a</sup>  | 3,3 <sup>a</sup>    |
| Acidez    | 2,9 <sup>ab</sup>  | 2,9 <sup>ab</sup>  | 3,3 <sup>ab</sup> | 2,7 <sup>b</sup>   | 3,3 <sup>ab</sup> | 3,8 <sup>a</sup>   | 3,9 <sup>a</sup>  | 3,1 <sup>ab</sup>   |
| Textura   | 3,1 <sup>bc</sup>  | 2,2 <sup>cde</sup> | 3,2 <sup>b</sup>  | 2,1 <sup>de</sup>  | 4,2 <sup>a</sup>  | 3,0 <sup>bcd</sup> | 2,0 <sup>e</sup>  | 2,3 <sup>bode</sup> |

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade



**Figura 1** - Perfil sensorial em gráfico estrela com a média dos valores dos atributos de oito cultivares de morangueiro, Porto Alegre, RS

o sabor uma das mais importantes características, embora de difícil distinção, pois está relacionada com o balanço de açúcares e ácidos, coloração e conteúdo em ácido ascórbico e balanço de sólidos solúveis e ácidos. Segundo o autor, são fatores altamente influenciados pelo ambiente e por este motivo recomenda a avaliação no início, metade e final da colheita. Na análise sensorial, o sabor não se mostrou um descritor eficiente para distinguir as cultivares, podendo, também nesta análise, ter avaliações repetidas durante o ciclo cultural, a fim de obter resultados mais esclarecedores. No entanto, pode-se observar pela média, que a cultivar Dover obteve a menor nota, concordando com os resultados de Santos (2003), que relatou ser o sabor insípido dessa cultivar a causa da diminuição na preferência do público, representando, em 1999, menos de 10 % do total cultivado.

Para selecionar uma cultivar de morangueiro, outro atributo não menos importante a ser observado é a cor dos frutos. A cor externa do fruto é o primeiro fator que o consumidor percebe (FRANCIS, 1980; SHAW, 1991). Os frutos para consumo *in natura* devem ter a cor vermelha e brilhante e os frutos para indústria devem ter intensa coloração vermelha (CAMARGO e PASSOS, 1993). A resposta sensorial não diferenciou as cultivares para a cor externa. Neste trabalho, foi avaliada apenas a intensidade da cor, conforme escala de valores descrita na Tabela 1. É importante, em futuras avaliações, incluir a intensidade do brilho, separadamente, para refinar o resultado da avaliação subjetiva.

Os dados obtidos nesta avaliação sensorial (Tabela 2 e Figura 1) permitiram elencar cultivares que se destacaram como Seascape, com a maior pontuação para aparência, seguida pelas cultivares Verão e Oso Grande. 'Seascape' também destacou-se quanto à textura. O teste perfil de atributos indicou como cultivares mais aromáticas 'Oso Grande', 'Camarosa' e 'Campinas'. As cultivares Vila Nova e Verão foram avaliadas como as de frutos mais ácidos e o menos ácido foi o de 'Campinas'.

Pelos resultados de aparência, aroma, acidez e textura e, de acordo com as características desejáveis, os mais indicados para consumo *in natura* foram as cultivares Oso Grande, Campinas, Camarosa e Seascape.

## Conclusões

A avaliação sensorial realizada pelo teste perfil de atributos foi bastante eficiente e distinguiu as cultivares de morango quanto aos atributos aparência, aroma, acidez e textura.

Focando aspectos metodológicos de avaliação de cultivares, a avaliação sensorial de morangos, utilizando o teste perfil de atributos, mostrou-se importante por levantar subsídios que poderão auxiliar na seleção de cultivares de morango mais adequados como frutos de mesa ou para a indústria, de acordo com requisitos do mercado consumidor.

## Referências

- ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; TAVARES, M. Perfil dos Compradores de Tomate de Mesa em Supermercados da Região de Campinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.148-153, jan-mar 2005.
- CAMARGO, L. de S.; ALVES, S.; IGUE, T. Comportamento de Variedades de Morangueiro na Região de Monte Alegre do Sul. **Bragantia**, Campinas, v.28, n.16, p.205-217. 1969.
- \_\_\_\_\_.; BERNARDI, J. B.; ALVES, S.; ABRAMIDES, E. Comportamento de Variedades de Morangueiro na Região de Monte Alegre do Sul. **Bragantia**, Campinas, v.30, n.6, p.49-62. 1971.
- CAMARGO, L. de S.; SCARANARI, H. J.; IGUE, T. Ensaio de Cultivares e Híbridos de Morangueiro, Jundiaí. **Bragantia**, Campinas, v.33, n.4, p.33-42. 1974.
- CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu Cultivo: Morangueiro**. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1984. 448 p.
- \_\_\_\_\_.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉ-GAS, G. P. (Eds.) **O Melhoramento de Plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v.1, p. 411-432.
- CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA Jr., M. M. de; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil Sensorial e Aceitabilidade de Cultivares de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.18-24, mar. 2005.
- CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; BOTELHO, R. Análise Sensorial de Genótipos de Cenoura Cultivados em Sistema Orgânico e Convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.805-809, jul-set 2005.
- CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e Qualidade de Frutos de Diferentes Cultivares de Morangueiro em Ensaios Conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.10-17, março 2002.
- DURÁN, L. Evaluacion de la Textura. Correlacion entre Medidas Sensoriales e Instrumentales. In: ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. (Eds.). **Avances en Análisis Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p. 83-87.
- FERREIRA, S. M. R. Características de Qualidade do Tomate de Mesa (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Cultivado nos Sistemas Convencional e Orgânico Comercializado na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba: UFP, 2004. 249 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná.



- FRANCIS, F. J. Color Quality Evaluation of Horticultural Crops. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 1, p. 58-59. 1980.
- HANCOCK, J. F.; SCOTT, D. H.; LAURENCE, F. J. Strawberries. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Eds.) *Fruit Breeding: Vine and Small Fruits*. New York: J. Willey & Sons, 1996. v. 2, p. 419-470.
- LASSEN CANYON NURSERY Commercial Varieties. Disponível em: <<http://lassencanyonnursery.com/commercial-varieties.html>>. Acesso em: 25 jul. 2008.
- MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; RIBEIRO, D. E. Qualidade Sensorial de Frutos de Híbridos de Bananeira Cultivar Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p.263-266, abril 2002.
- MONTEIRO, C. L. B. Técnicas de Avaliação Sensorial. 2. ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1984.100 p.
- MUÑOZ, A. M. Análisis Descriptivo. Desarrollo de Descriptores. In: ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. (Eds.). **Avances en Análisis Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p.23-34.
- PASCHOALINO, J. E.; ZUCHINI, A. G.; BERNHARDT, L. W. et al. Estudo sobre a Avaliação de Diferentes Variedades Locais de Morango em Relação à sua Adequabilidade para Congelamento. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 5, p. 365-376, 1973/74.
- REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A Cultura do Morangueiro**. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1993. 40p. EPAGRI. Boletim Técnico, 46.
- SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango: Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 24-30. Frutas do Brasil, 40.
- SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n. 198, p.24-29, maio-jun. 1999.
- SHAW, D. V. Genetic Variation for Objective and Subjective Measures of Fresh Fruit Color in Strawberries. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n.5, p. 894-898, 1991.
- OUZA, R. S. De ; ARBAGE, A. P. ; NEUMANN, P. S. et al. Comportamento de Compra dos Consumidores de Frutas, Legumes e Verduras na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciencia Rural**, mar./abr. 2008, v.38, n.2, p.511-517. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n2/a34v38n2.pdf>>. Acesso em: 25 de jul. 2008.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

## Resistência à salinidade de rizóbios noduladores de *Lotus* spp.<sup>1</sup>

Adriana Ferreira Martins<sup>2</sup>, Luciano Kayser Vargas<sup>3</sup>, Julie Graziela Zanin<sup>4</sup>, Letícia Schönhofen Longoni<sup>4</sup>, Leane Gabriele Collonia Fraga<sup>5</sup> e Enilson Luiz Saccol de Sá<sup>6</sup>

**Resumo** – No Rio Grande do Sul, alguns solos de várzea estão sujeitos à salinização por excesso de sais na água de irrigação usada em lavouras de arroz, processo que pode ser potencializado pelo uso de fertilizantes como o KCl. Tais áreas também são utilizadas periodicamente para pecuária e a salinização do solo pode afetar leguminosas, como as do gênero *Lotus*, introduzidas para melhoramento das pastagens. O presente trabalho teve como objetivo avaliar rizóbios noduladores de *Lotus* spp., nativos de solos do Rio Grande do Sul, quanto à resistência à salinidade. Foi avaliado o crescimento de diferentes isolados e de estirpes recomendadas em doses crescentes (4, 8, 12, 16 e 20 g L<sup>-1</sup>) de NaCl ou KCl em meio levedura-manitol. Entre os rizóbios estudados, onze foram resistentes até concentrações de 12 g L<sup>-1</sup> de NaCl e seis foram resistentes até a 20 g L<sup>-1</sup> de KCl. Os isolados UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516 e UFRGS Lc 520 apresentaram elevada resistência ao estresse salino e podem ser uma opção para a produção de inoculantes para solos sujeitos à salinização. Dentre as estirpes recomendadas para as espécies do gênero *Lotus*, apenas SEMIA 849 é resistente às diferentes concentrações de NaCl e de KCl estudadas.

**Palavras-chave:** leguminosa, cloreto de sódio, cloreto de potássio, salinização.

## *Lotus* spp. nodulating rhizobia resistant to salinity

**Abstract** – In Southern Brazil, paddy soils are potentially subjected to salinization caused by the excess of salts in irrigation water used in rice fields. This process can be increased by the use of fertilizers such as KCl. These areas are periodically used to raise cattle and soil salinization can affect legumes, like *Lotus* spp., which are introduced to improve forage quality. This paper intended to evaluate *Lotus* spp. nodulating rhizobia, native from Rio Grande do Sul soils, for their resistance to salinity. The growth of different rhizobial isolates and recommended strains was evaluated in increasing doses of (4, 8, 12, 16 and 20 g L<sup>-1</sup>) of NaCl or KCl in yeast mannitol broth. Among the studied rhizobia, eleven were resistant up to the concentration of 12 g L<sup>-1</sup> of NaCl and six were resistant up to 20 g L<sup>-1</sup> of KCl. The isolates UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516 and UFRGS Lc 520 have shown a high resistance to saline stress and may be an option for the production of inoculants to saline soils. Among the strains recommended for *Lotus* spp., only SEMIA 849 is resistant to the different concentrations of NaCl and KCl.

**Key words:** legumes, sodium chloride, potassium chloride.

## Introdução

A salinização do solo se constitui em uma das mais sérias formas de degradação dos recursos edáficos (NÓBREGA et al., 2004). No Rio Grande do Sul, a salinização está associada ao excesso de sais na água de irrigação, especialmente em lavou-

ras de arroz (CARMONA et al., 2009). Desta forma, as regiões de maior ocorrência do problema de salinidade são as Planícies Costeiras e a Região Sul, regiões próximas a lagoas e a rios litorâneos, os quais entram em contato direto ou indireto com a água do oceano Atlântico, sobretudo durante os meses de verão (FRAGA et al., 2010).

Além da presença de sais na água de irrigação,

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado apresentada pela primeira autora ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFRGS.

<sup>2</sup>Bióloga, Mestre em Ciência do Solo, Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. E-mail: biol.adriana@gmail.com.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. E-mail: luciano-kayser@fepagro.rs.gov.br.

<sup>4</sup>Acadêmicas em Ciências Biológicas, UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, 90040-060, Porto Alegre, RS. E-mail: july\_grazy@yahoo.com.br, leticiasl@gmail.com.

<sup>5</sup>Acadêmica de Biomedicina, IPA, Rua Cel. Joaquim Pedro Salgado, 80, 90420-060, Porto Alegre, RS. E-mail: leanecollonia@yahoo.com.br.

<sup>6</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Ciências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: enilson.sa@ufrgs.br.

determinadas práticas agrícolas podem intensificar o processo de salinização do solo. A aplicação localizada de KCl, por exemplo, pode prejudicar genótipos de arroz sensíveis à salinidade, em decorrência do alto índice salino do adubo (CARMONA et al., 2009; OSTER et al., 1984).

Em geral, solos salinos contêm valores muito baixos de nitrogênio, não adequados para o cultivo da maioria das plantas (FREITAS et al., 2007). Uma solução apropriada para tal situação é o cultivo de plantas capazes de fixar nitrogênio através da simbiose rizóbio-leguminosa. Neste sentido, merecem especial atenção as leguminosas forrageiras de inverno, uma vez que as áreas de arroz frequentemente são usadas também para a pecuária (MENEZES et al., 2001). E, dentre essas, espécies do gênero *Lotus* têm se mostrado bastante promissoras para o cultivo em solos de várzea no Rio Grande do Sul (MARCHEZAN et al., 1998).

O estabelecimento de pastagens com espécies de *Lotus* baseia-se na eficiência da simbiose rizóbio-leguminosa, a qual, por sua vez, depende de ambos os simbiossiontes. Entretanto, não somente a maioria das plantas, mas também os rizóbios são sensíveis à salinidade (NOGALES et al., 2002; FREITAS et al., 2007), tanto na fase de vida livre quanto durante o processo simbiótico (DOMÍNGUEZ-FERRERAS et al., 2009). O excesso de sais pode ter um efeito negativo sobre as populações de rizóbios como resultado de toxicidade direta, bem como através de estresse osmótico ou de estresse iônico (NOGALES et al., 2002; MAHMOOD et al., 2008). A salinidade também induz efeitos depressivos sobre a nodulação, a leghemoglobina e a nitrogenase (MANCHANDA e GARG, 2008).

Assim, é necessária a seleção não somente de genótipos de plantas resistentes ao estresse salino, mas também de estirpes de rizóbios. O presente trabalho teve como objetivos avaliar e selecionar rizóbios noduladores de *Lotus* spp., nativos de solos do Rio Grande do Sul, quanto à resistência à salinidade.

## Material e Métodos

Foram analisados 52 rizóbios capazes de nodular *Lotus* spp, obtidos por Fontoura (2007) e Frizzo (2007), pertencentes à coleção de culturas do Laboratório de Microbiologia do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dentre os rizóbios estudados, 31 eram isolados de *Lotus corniculatus* (Lc), três de *L. glaber* (Lg), seis de *L. subbiflorus* (Ls) e doze de *L. uliginosus* (Lu). Estes foram obtidos a partir de amostras de solo de cinco municí-

pios do Rio Grande do Sul: Bagé, Encruzilhada do Sul, Hulha Negra, Mostardas e Piratini. Os estudos de resistência à salinidade foram realizados no Laboratório de Fitopatologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro). Como padrão, utilizou-se a estirpe de *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 (CIAT 899), considerada resistente aos fatores de salinidade (NOGALES et al., 2002).

A resistência dos rizóbios ao estresse salino foi avaliada pelo crescimento em meio extrato de levedura e manitol (LM) líquido com diferentes concentrações salinas de NaCl e KCl. Para a obtenção das concentrações salinas crescentes, foram adicionados 4, 8, 12, 16 e 20 g de NaCl por litro de meio LM, ajustando-se o pH para 6,8 (FREITAS et al., 2007). Como a salinidade do solo é comumente expressa como condutividade elétrica ou pressão osmótica equivalente na solução de saturação do solo (CARDOSO, 1992), determinou-se também a condutividade elétrica (CE) em dS m<sup>-1</sup> de cada concentração de NaCl ou de KCl em meio LM líquido (Tabela 1).

O inóculo foi preparado com culturas crescidas em meio líquido triptona levedura (TY), em agitador orbital, por sete dias a 28°C. Após, o inóculo foi padronizado em cerca de 10<sup>4</sup> células viáveis por mL de meio e as culturas foram inoculadas em frascos estéreis, com meio LM com os diferentes sais e concentrações, e incubadas em agitação orbital constante de 100 rpm, durante sete dias, a 28°C. Ao final do período, determinou-se o número de células viáveis usando-se o método de gotas (HOBEN e SOMASEGARAN, 1982). Após dois a sete dias de incubação em estufa 28°C, realizou-se a contagem do número de colônias formadas. Foram realizadas três repetições por tratamento e considerados como resistentes os rizóbios que apresentaram número de células viáveis, no mínimo, mil vezes maior do que o inóculo.

## Resultados e Discussão

Com relação à resistência dos 52 rizóbios de *Lotus* spp. ao estresse salino por diferentes concentrações de NaCl, observou-se que alguns dos isolados apresentaram resistência na faixa de 4 a 12 g L<sup>-1</sup> de NaCl (Figura 1), concentrações equivalentes à condutividade elétrica entre 5,66 e 11,97 dS m<sup>-1</sup>. Por outro lado, nas concentrações de 16 a 20 g L<sup>-1</sup> de NaCl (condutividade elétrica de 13,56 e 15,73 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente) no meio de cultura, observou-se que alguns isolados não apresentaram crescimento, enquanto outros apresentaram crescimento na ordem de 10<sup>3</sup> até 10<sup>6</sup> UFC mL<sup>-1</sup>, não

**Tabela 1 – Condutividade elétrica das diferentes concentrações de cloreto de sódio e cloreto de potássio no meio de extrato de levedura e manitol líquido**

| Concentração (g L <sup>-1</sup> ) | Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>NaCl</b>                       |                                              |
| 0,1                               | 1,04                                         |
| 4,0                               | 5,66                                         |
| 8,0                               | 9,29                                         |
| 12,0                              | 11,97                                        |
| 16,0                              | 13,58                                        |
| 20,0                              | 15,73                                        |
| <b>KCl</b>                        |                                              |
| 0*                                | 0,74                                         |
| 4,0                               | 6,09                                         |
| 8,0                               | 10,60                                        |
| 12,0                              | 14,73                                        |
| 16,0                              | 17,42                                        |
| 20,0                              | 19,68                                        |

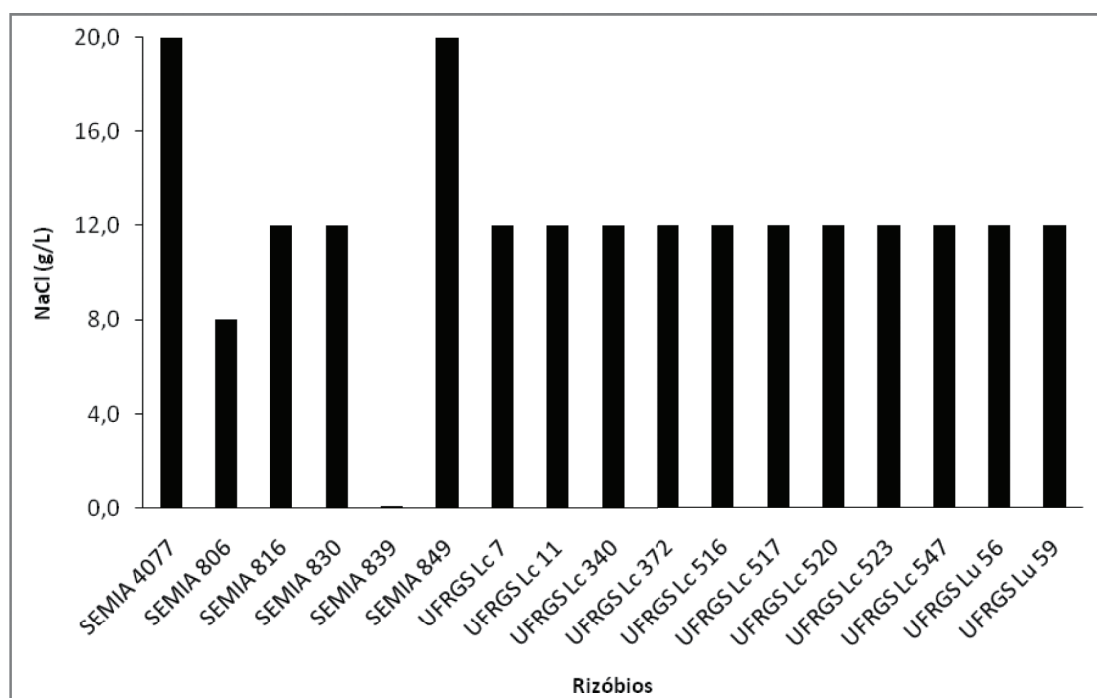
0\*Sem adição de Cloreto de Potássio (Concentração de potássio no meio extrato de levedura e manitol = 0,22 g L<sup>-1</sup>).

sendo considerados resistentes pelos critérios adotados ( $> 10^7$  UFC mL<sup>-1</sup>). De modo geral, os rizóbios diminuíram o crescimento de  $10^9$  para até  $10^3$  UFC mL<sup>-1</sup>, conforme a concentração de NaCl no meio de cultura. Dentre os 52 isolados de rizóbios para *Lotus* spp., 39 cresceram até a concentração de 4 g L<sup>-1</sup> de NaCl. Destes, 27 cresceram até 8 g L<sup>-1</sup>, e apenas onze (UFRGS Lc 7, UFRGS Lc 11, UFRGS Lc 340, UFRGS Lc 348, UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516, UFRGS Lc 520, UFRGS Lc 523, UFRGS Lc 547, UFRGS Lu 56 e UFRGS Lu 59) cresceram até a concentração de 12 g L<sup>-1</sup> de NaCl, com populações da ordem de  $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup>. Nesta avaliação, doze rizóbios (UFRGS Lc 2, UFRGS Lc 3, UFRGS Lc 4, UFRGS Lc 596, UFRGS Lc 602, UFRGS Lc 614, UFRGS Lg 88, UFRGS Ls 45, UFRGS Ls 46, UFRGS Lu 25 e UFRGS Lu 67) foram considerados sensíveis, pois não apresentaram crescimento bacteriano a partir da concentração de 4 g L<sup>-1</sup> de NaCl em meio de cultura. Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas et al. (2007), que observaram que rizóbios apresentavam crescimentos até o nível de 12 g L<sup>-1</sup> de NaCl nos meios ajustados para pH 6,8. Entretanto, Medeiros et al. (2007) obtiveram, no estudo de tolerância de rizóbios à salinidade do município de Mossoró (RN), isolados que apresentaram crescimento na concentração 15,47 g L<sup>-1</sup> de NaCl, em 28°C, enquanto que os isolados de rizóbios dos municípios de Alto do Rodrigues (RN) e Ceará-Mirim (RN) apresentaram crescimento na concentração 12,84 e 7,28 g L<sup>-1</sup> de NaCl, respectivamente, sendo portanto, menos tolerantes à salinidade. Singh et al. (2008) relataram que estir-

pes de *Rhizobium* que nodulam *Trigonella foenum-graecum* foram capazes de crescer em meio de cultura contendo 1 % de NaCl, mas foram incapazes de crescer em concentrações mais altas, mostrando assim que os isolados eram sensíveis ao sal. Já as estirpes estudadas por Nóbrega et al. (2004) toleraram concentrações de NaCl que variaram de dois até 30 g L<sup>-1</sup>. Assim, é possível observar uma ampla variação na tolerância de rizóbios à salinidade, desde 0 até 60 g L<sup>-1</sup> de NaCl (RASA et al., 2001; TAMIMI, 2001; HUNGRIA et al., 2001).

Entre as estirpes de *Mesorhizobium loti* liberadas para a produção de inoculantes, somente a SEMIA 849 apresentou resistência em todas as concentrações testadas, enquanto SEMIA 816 e SEMIA 830 apresentaram crescimento nas concentrações até 12 g L<sup>-1</sup> de NaCl. SEMIA 806 apresentou crescimento até a concentração de 8 g L<sup>-1</sup> de NaCl, e SEMIA 839 foi considerada sensível ao estresse salino por NaCl, pois apresentou populações da ordem de  $10^3$  UFC mL<sup>-1</sup> na concentração de 4 g L<sup>-1</sup> de NaCl e não desenvolveu crescimento bacteriano nas concentrações de 8 a 20 g L<sup>-1</sup> de NaCl.

Em relação ao estresse salino por diferentes concentrações de KCl, observou-se que os 52 isolados de rizóbios para *Lotus* spp. variaram seu crescimento entre as concentrações de 4 a 20 g L<sup>-1</sup> (Figura 2). Como no estudo de resistência ao estresse salino por sódio, o crescimento das células viáveis dos isolados diminuiu com o aumento da concentração de KCl no meio de cultura, produzindo populações da ordem de  $10^9$  para até  $10^3$  UFC mL<sup>-1</sup>. Dos 52 isolados para *Lotus* spp., 46 cresce-



**Figura 1** – Concentração de NaCl na qual os rizóbios de *Lotus* spp. apresentaram crescimento igual ou superior a  $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup>

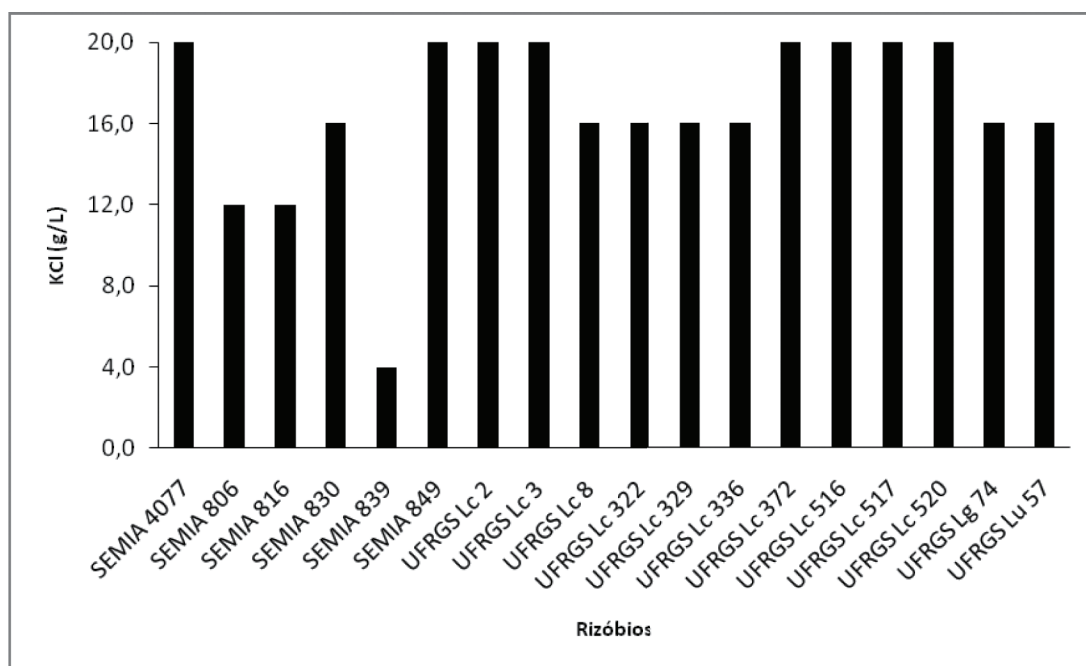
ram na concentração de 4 g L<sup>-1</sup>. Destes, 28 cresceram em 8 g L<sup>-1</sup>, 19 em 12 g L<sup>-1</sup>, doze em 16 g L<sup>-1</sup> e apenas seis cresceram na concentração de 20 g L<sup>-1</sup> de KCl – UFRGS Lc 2, UFRGS Lc 3, UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516, UFRGS Lc 517, UFRGS Lc 520. Por outro lado, seis isolados foram considerados sensíveis – UFRGS Lu 21, UFRGS Lu 26, UFRGS Lu 56, UFRGS Lu 67, UFRGS Lc 348, UFRGS Lc 602.

Em relação às estirpes liberadas para a produção de inoculantes de *Lotus* spp., tal como observado no estudo com NaCl, somente a SEMIA 849 apresentou crescimento de células viáveis em todas as concentrações testadas. SEMIA 830 cresceu nas concentrações de 4 a 16 g L<sup>-1</sup> de KCl, enquanto que SEMIA 806 e SEMIA 816 apresentaram semelhante crescimento bacteriano entre si nas concentrações de 4 a 12 g L<sup>-1</sup>, com populações na ordem de  $10^9$  e  $10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>, e SEMIA 839 demonstrou ser resistente somente na concentração de 4 g L<sup>-1</sup>, com populações na ordem de  $10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>.

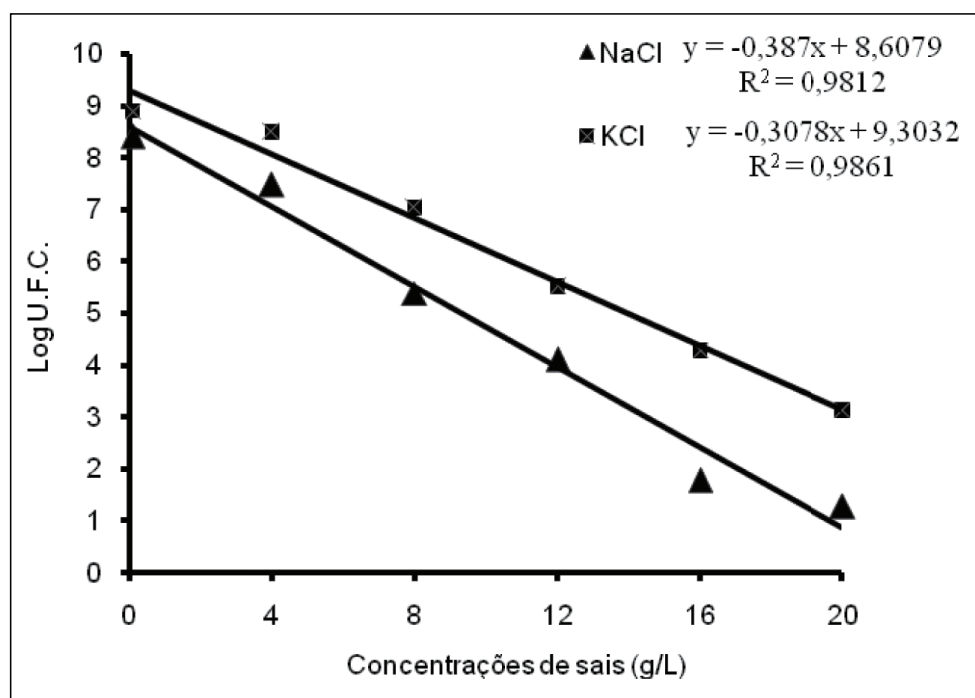
Os isolados UFRGS Lc 602 e UFRGS Lu 67 foram sensíveis ao estresse salino tanto em concentrações altas de NaCl quanto de KCl. Segundo Mary et al. (1986), NaCl e KCl apresentam toxicidade similar em diferentes espécies de rizóbios, o que foi observado nos resultados de 18 isolados de rizóbios para *Lotus* spp. neste

estudo, sendo eles UFRGS Lc 7, UFRGS Lc 9, UFRGS Lc 11, UFRGS Lc 356, UFRGS Lc 523, UFRGS Lc 586, UFRGS Lc 609, UFRGS Lc 610, UFRGS Ls 1, UFRGS Ls 5, UFRGS Ls 33, UFRGS Ls 36, UFRGS Lu 9, UFRGS Lu 14, UFRGS Lu 16, UFRGS Lu 19, UFRGS Lu 59 e UFRGS Lu 71. Upchurch e Elkan (1977) relataram, em seu estudo, que KCl apresentou efeito mais inibitório do que o de NaCl, em mesmas concentrações, para quatro estirpes de *Rhizobium japonicum*, atualmente denominado *Bradyrhizobium japonicum*. Contudo, esse efeito não foi observado neste trabalho (Figura 3). Pelo contrário, dentre os 52 isolados de rizóbios para *Lotus* spp. estudados, 21 (UFRGS Lc 2, UFRGS Lc 3, UFRGS Lc 4, UFRGS Lc 5, UFRGS Lc 8, UFRGS Lc 322, UFRGS Lc 329, UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516, UFRGS Lc 517, UFRGS Lc 520, UFRGS Lc 596, UFRGS Lc 602, UFRGS Lc 614, UFRGS Lg 74, UFRGS Lg 85, UFRGS Lg 88, UFRGS Ls 45, UFRGS Ls 46, UFRGS Lu 25, UFRGS Lu 57) foram mais afetados por NaCl do que por KCl. Além disso, alguns isolados foram capazes de crescer na concentração de 20 g L<sup>-1</sup> de KCl, mas apenas as estirpes SEMIA 4077 e SEMIA 849 foram capazes de crescer em igual concentração de NaCl. Resultados semelhantes foram obtidos pelos autores Elsheikh e Wood (1990), estudan-





**Figura 2** – Concentração de KCl na qual os rizóbios de *Lotus* spp. apresentaram crescimento igual ou superior a  $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup>



do o efeito de diferentes concentrações de sódio e potássio na forma de NaCl e KCl, respectivamente, no crescimento de *Rhizobium* sp. para grão-de-bico, estirpe Ch192 e *R. fredii* para soja, estirpe USDA 201. Os autores observaram que no meio salino contendo KCl ocorreu crescimento maior das estirpes do que no meio com NaCl e, também, que as estirpes foram resistentes em concentração de 2,5 % de KCl enquanto que em NaCl resistiram até a concentração de 2,0 %.

## Conclusão

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que existem rizóbios noduladores de espécies de *Lotus* resistentes ao estresse salino em solos do Rio Grande do Sul. Os isolados UFRGS Lc 372, UFRGS Lc 516 e UFRGS Lc 520, obtidos a partir de *L. corniculatus*, apresentaram elevada resistência ao estresse salino por NaCl e por KCl e podem ser uma opção para a produção de inoculantes mais eficientes e adaptados às condições de solos sujeitos à salinização. Dentre as estirpes recomendadas para as espécies do gênero *Lotus*, somente SEMIA 849, recomendada para *L. subbiflorus*, é resistente às diferentes concentrações de NaCl e de KCl estudadas.

## Referências

CARDOSO, E. J. B. N. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; HOLZSCHUH, M. J.; FRAGA, T. I. Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade no solo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Campinas, v.32, n.2, p. 371-383, 2009.

DOMÍNGUEZ-FERRERAS, A.; MUÑOZ, S.; OLIVARES, J.; SOTO, M. J.; SANJUÁN, J. Role of potassium uptake systems in *Sinorhizobium meliloti* osmoadaptation and symbiotic performance. **Journal of Bacteriology**, Washington, v.191, n.7, p.2133-2143, 2009.

ELSHEIKH, E. A. E.; WOOD, M. Salt effects on survival and multiplication of chickpea and soybean rhizobia. **Soil Biology and Biochemistry**, United States, v.22, n.3, p. 343-347, 1990.

FONTOURA, R. A. **Seleção de rizóbios nativos, de solos do Rio Grande do Sul, para *Lotus glaber* e *Lotus subbiflorus***. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FRAGA, T. I.; CARMONA, F. D. C.; ANGHINONI, I.; GENRO JUNIOR, S. A.; MARCOLIN, E. Flooded rice yield as affected by levels of water salinity in different stages of its cycle. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.1, Viçosa, p.163-173. 2010.

FREITAS, A. D. S.; VIEIRA, C. L.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P.; LYRA, M. C. C. P. Caracterização de rizóbios isolados de jacatupé cultivado em solo salino do estado de Pernambuco, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.497-504, 2007.

FRIZZO, M. L. S. **Seleção e caracterização de rizóbios nativos, de solos do Rio Grande do Sul, para *Lotus corniculatus* L. e *Lotus uliginosus* Schkuhr**

RASA, S.; JORNSGARD, B.; ABOU-TALEB, H.; CHRISTIANSEN, J.L. Tolerance of *Bradyrhizobium* sp. (Lupini) strains to salinity, pH, CaCO<sub>3</sub> and antibiotics. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v.32, n.6, p.379-383, 2001.

SINGH, B.; KAUR, R.; SINGH, K. Characterization of *Rhizobium* strain isolated from the roots of *Trigonella foenumgraecum* (fenu-greek). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.7, n.20, p.3671-3676, 2008.

TAMIMI, S.M. Genetic diversity and symbiotic effectiveness of rhizobia isolated from root nodules of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the soils of the Jordan Valley. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, p.183-190, 2001.

UPCHURCH, R.G.; ELKAN, G.H. Comparison of colony morphology, salt-tolerance and effectiveness in *Rhizobium japonicum*. **Canadian Journal of Microbiology**, Saskatoon, n.23, p.1118-1122, 1977..