

# PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

## ISSN 0104 - 9070

Volume 3

Número 1

1997

### CONTEÚDO

Página

#### SEÇÃO: AGRONOMIA

- Avaliação de cultivares de sorgo granífero em diferentes manejos de solo e épocas de semeadura em várzea. CHIELLE, Z. G.; MARCHEZAN, E. .... 7
- Ocorrência e controle da broca-do-fruto-do-abacaxi *Thecla basalides* (Geyer, 1837). LORENZATO, D.; CHOUËNE, E. C.; MEDEIROS, J.; RODRIGUES, A. E. C.; PEDERZOLLI, R.C.D. .... 15
- Avaliação toxicológica de inseticidas para *Aphidius* spp. (HYM., APHIDIIDAE). TONET, G. L.; FIUZA, L. M.; SANTANA, J.; SILVA, R. F.P. da ..... 21
- Sucos de frutas como atrativos para captura de adultos da mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.,1830) (DIPTERA, TEPHRITIDAE). SALLES, L.A. .... 25
- Potencial de variedades de polinização aberta de milho em condições adversas de ambiente. BISOGNIN, D. A.; CIPRANDI, O.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. .... 29
- Avaliação do crescimento inicial de milho semeado em restevras de aveia-preta e ervilhaca manejadas com e sem herbicida. FLECK, N. G.; NEVES, R.; SILVEIRA, C. A. da ..... 35
- Propagação vegetativa de marcela (*Achyrocline satureioides*) sob diferentes períodos de enraizamento e doses de ácido indolbutírico. PARDO, V. A.; BARROS, I. B. I. de ..... 41
- Densidade de bordadura e segmentação da parcela em experimento de milho. LOVATO, C.; TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; BUZATTI, W.J.S.; GARCIA, D. C.; MOREIRA, C. A.M. .... 49
- Avaliação da variabilidade genética em triticales para ciclo e estatura de planta obtida a partir de mutações induzidas e cruzamentos artificiais. PANDINI, F.; CARVALHO, F. I. F. de; BARBOSA NETO, J. F.; MITTELMANN, A.; AMARAL, A. L. do ..... 55
- Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. PEIXOTO, C. de M.; SILVA, P. R. F. da; REZERA, F.; CARMONA, R. de C. .... 63
- Vantagens e limitações da utilização de ideotipos no melhoramento de plantas de lavoura. SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; ENDER, M. .... 73

#### SEÇÃO: ZOOTECNIA

- Desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com feijão fava (*Vicia faba*, L.). CONCI, V. A.; OLIVEIRA, M. F. G. de; BENDER, P. E.; BANGEL, E. V.; FERREIRA, C. L. B. .... 81

# PESQUISA AGROPECUÁRIA GAÚCHA

## ISSN 0104 - 9070

**Volume 3**

**1997**

**Number 1**

### CONTENTS

Page

#### SECTION: AGRONOMY

- Evaluation of grain sorghum cultivar under different soil tillage systems and sowing dates in a lowland soil. CHIELLE, Z. G.; MARCHEZAN, E. .... 7
- Field occurrence and control trials of the borer caterpillar *Thecla basalides* (Geyer, 1847) on pineapple fruit. LORENZATO, D.; CHOUÈNE, E. C.; MEDEIROS, J.; RODRIGUES, A. E. C.; PEDERZOLLI, R. C. D. .... 15
- Toxicology evaluation of insecticides to *Aphidius* spp.(HYM., APHIDIIDAE).TONET, G. L.; FIUZA, L. M.; SANTANA, J.; SILVA, R. F. P. da ..... 21
- Fruit juices as attractants for adults of *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (DIPTERA,TEPHRITIDAE). SALLES, L. A. .... 25
- Potential of open cross corn cultivars in adverse environment conditions. BISOGNIN, D. A.; CIPRANDI, O.; COIMBRA, J. L.M.; GUIDOLIN, A.F. .... 29
- Evaluation of initial growth of corn seeded into oats and hairy vetch cover crops managed with and without herbicides. FLECK, N. G.; NEVES, R.; SILVEIRA, C. A. da ..... 35
- Cuttings of marcela (*Achyrocline satureioides*) under different rooting periods and indolbutiric acid doses. PARDO, V. A.; BARROS, I.B.I. de ..... 41
- Border row density and plot segmentation in corn experiment. LOVATO, C.; TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.;BUZATTI, W. J. S.; GARCIA, D. C.; MOREIRA, C. A.M. .... 49
- Evaluation of genetic variability for heading date and height in triticale obtained by induced mutations and artificial crosses. PANDINI, F.; CARVALHO, F. I. F. de; BARBOSA NETO, J. F.; MITTELMANN, A.; AMARAL, A. L. do . .... 55
- Grain yield of corn hybrids as affected by plant density in two management levels of water and soil fertility. PEIXOTO, C. de M.; SILVA, P. R. F. da; REZERA, F.; CARMONA, R. de C. .... 63
- Advantages and limitations of using ideotypes to breed crop plants. SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; ENDER, M. .... 73

#### SECTION: ANIMAL SCIENCE

- Swine performance in growing-finishing periods feeding with faba beans (*Vicia faba*, L.). CONCI, V. A.; OLIVEIRA, M. F. G. de; BENDER, P.E.; BANGEL, E. V.; FERREIRA, C. L. B. .... 81

# SEÇÃO: AGRONOMIA

---

## AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SORGO GRANÍFERO EM DIFERENTES MANEJOS DE SOLO E ÉPOCAS DE SEMEADURA EM VÁRZEA<sup>1</sup>

ZEFERINO GENÉSIO CHIELLE<sup>2</sup>, ENIO MARCHEZAN<sup>3</sup>

**RESUMO** - No ano agrícola de 1993/94, conduziu-se um experimento em planossolo da Unidade de Mapeamento Vacacaf, na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de avaliar o desempenho, de três cultivares de sorgo granífero AG 3001, DK 48 e CS 111, em duas épocas de semeadura e em três sistemas de manejo do solo, em várzeas, como semeadura direta, convencional e subsolagem. A semeadura convencional proporcionou maiores produtividades com média de 5.729 kg/ha. As cultivares DK 48 e AG 3001 foram as mais produtivas com rendimento de grãos de 5.618 e 5.547 kg/ha, respectivamente, não diferindo entre si. A subsolagem não influenciou na produtividade de grãos, mas manteve o solo mais úmido e menos compactado. As épocas de semeadura não influenciaram no rendimento médio de grãos.

*Palavras-chave:* sorgo granífero, manejo de solo, cultivar, época de semeadura.

## EVALUATION OF GRAIN SORGHUM CULTIVAR UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS AND SOWING DATES IN A LOWLAND SOIL

**ABSTRACT**- An experiment was carried out to evaluate the development of under three grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars, AG 3001, DK 48 and CS 111 and two sowing dates and three different soil tillage systems conventional tillage, no tillage and subsoiling. The experiment was conducted during the 1993/94 growing season at the campus of the Universidade Federal de Santa Maria, in Vacacaf soil unit. The results demonstrated that conventional tillage had a higher grain productivity (5729 kg/ha). The cultivar DK 48 and cultivar AG 3001 was the most productive resulted respectively in 5618 kg/ha and 5547 kg/ha, but did not statistically differ under himself. The subsoiling treatment did not affect productivity of grains, but kept higher soil moisture lower and soil compactation. The different sowing dates did not affect productivity.

*Key words:* grain sorghum bicolor, soil tillage system, cultivar, sowing date.

1. Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agronomia na Universidade Federal de Santa Maria.

2. Eng. Agr., M.Sc. - FEPAGRO/Centro de Pesquisa de Fruticultura de Taquarí, Caixa Postal 12, 95860-000 Taquarí - RS/BRASIL. Bolsista Capes.

3. Eng. Agr., Dr. - Prof. Do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 11/03/1996.

## INTRODUÇÃO

Na cultura do sorgo, o manejo constitui-se por etapas, desde o preparo do solo, no caso de adotar-se sistema de cultivo convencional, até controle de plantas invasoras e adubação. A época de semeadura pode ser determinante para o sucesso do cultivo de sorgo. Variações de três a seis toneladas de grãos por hectare foram observadas quando alterado apenas a época de semeadura (ASSIS e MENDES, 1981; CHIELLE et al., 1988).

Descompactação e subsolagem são práticas de manejo pouco utilizadas em várzeas, mas que num sistema de sucessão e rotação de culturas poderão aumentar de importância juntamente com uma boa drenagem. A resistência superficial do solo deve ser levada em consideração. Encrostamento que ofereça resistência 1,5 a 1,6 kg/cm<sup>2</sup> de pressão na superfície do solo, dificulta a emergência do sorgo. Por outro lado, existem cultivares que apresentam maior capacidade de emergir nestas condições (SOMAN et al., 1992).

Quando envolve-se o manejo de culturas, outros fatores como agregação do solo, infiltração de água e capacidade de armazenamento de água no solo, podem influenciar as variáveis que se deseja estudar. BRUCE (1992), trabalhando com manejo de solo e cultivares de soja, sorgo granífero e trevo vermelho, observou que, onde o solo não foi lavrado, houve um aumento nos agregados, taxa de infiltração e armazenamento de água no solo. No entanto, CHICHESTER e RICHARDSON (1992), realizaram um trabalho de rotação com sorgo, trigo e milho em cultivos convencionais e direto, em solos argilosos e observaram que a perda de água por escorrimento superficial não se diferenciou entre as espécies, mas as perdas de sedimentos variaram de 160 a 1575 kg/ha, 3,8 a 8,1 kg e 0,8 a 1,5 kg de p/ha nos cultivos direto e convencional, respectivamente.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos métodos de preparo do solo e de épocas de semeadura no desempenho de cultivares de sorgo granífero e controle de invasoras, em solo de várzea.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de solos, no ano agrícola 1993/94, área localizada no Campus de Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, região fisiográfica de Depressão Central do Rio Grande do Sul, onde a temperatura média do ar oscila de 14,1°C, em julho, a 24,9°C, em janeiro, e a radiação solar global varia de 199cal/cm<sup>2</sup>/dia, em julho, a 518cal/cm<sup>2</sup>/dia, em

dezembro. Os valores máximos e mínimos de evapotranspiração potencial ocorrem nos meses de verão e de inverno, respectivamente. As coordenadas geográficas locais são: 29°41'24" S de latitude, 53°48'42" W de longitude e altitude média de 95 m.

O solo do local foi classificado como Planossolo (BRASIL, Ministério de Agricultura, 1973), pertencente a unidade de mapeamento Vacacaí. Esta classe de solo apresenta uma textura média (15 a 35% de argila), teores médios de matéria orgânica, pobre em nutrientes e mal drenado. O local apresenta relevo levemente ondulado, com sedimentos aluviais recentes. A presença de água é condicionada pelo relevo, promovendo fenômenos de redução e apresentando cores acinzentadas no perfil, características de processos de gleização.

O experimento foi conduzido sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Nas parcelas principais, casualizou-se os sistemas de manejo do solo, nas subparcelas casualizou-se as épocas de semeadura e nas subsubparcelas foram casualizadas as cultivares de sorgo. As parcelas apresentavam dimensões iguais a 2,5 x 6,0 m tendo um espaçamento entre fileiras de 0,50 m e parcela útil de 1,0 x 4,0 m, contendo duas filas de plantas de sorgo das quatro que continham a parcela inteira.

Os tratamentos constituíram-se de combinações dos sistemas de manejo épocas de semeaduras e cultivares de sorgo granífero. Os sistemas de manejo foram: semeadura convencional, direta e subsolado. As épocas de semeadura constaram de duas datas: 29/10/93 e 24/11/93, e as cultivares híbridas de sorgo utilizadas foram AG 3001, DK 48 e CS 111.

O sistema de semeadura convencional constou de duas gradagens (grade de disco hidráulica aradora) profundas (em torno de 15 cm), com posterior semeadura e aplicação de herbicida (Atrazine), em pré-emergência para controle das plantas invasoras.

No sistema de semeadura direta, iniciou-se o manejo com aplicação do herbicida dessecante Glyphosate na dose de 2 litros i.a./ha, logo após a semeadura do sorgo. Aos 20 dias após a emergência do sorgo aplicou-se Atrazine, na dose de 1,5 litros i.a./ha, para controle das plantas invasoras.

O sistema de semeadura subsolado constou de uma passagem do subsolador com haste de 45 cm de comprimento, espaçado 50 cm, com profundidade de 35 cm, regulado com rodas de profundidade. Em seguida realizou-se semeadura do sorgo nos intervalos dos sulcos com posterior aplicação de herbicida Glyphosate nas plantas remanescentes. Para controle das plantas invasoras em pós-emergência, aplicou-se Atrazine em torno de 20 dias após a emergência do sorgo.

A resistência do solo foi avaliada com cinco

leituras por bloco, utilizando-se um penetrógrafo (pat sc-60) na profundidade de 0-30 cm. A determinação da umidade do solo foi realizada através de coletas de solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

Para avaliar o efeito dos métodos de preparo do solo sobre a população de plantas invasoras, as espécies foram identificadas e quantificadas antes da época da semeadura. Após, procedeu-se ao preparo do solo, aplicação de herbicidas e semeadura do sorgo. Aos 60 dias após a emergência das plantas de sorgo observou-se novamente, quantificando e identificando as espécies de plantas invasoras reinfestantes e remanescentes no local.

A colheita dos grãos de sorgo, na parcela útil foi realizada uma semana após a ocorrência da maturação fisiológica dos grãos.

Foram avaliados, peso seco de colmos e de panículas (g) por amostragem, número de panículas/m<sup>2</sup>, peso de 1000 sementes (g), peso verde de panículas e de plantas (kg/ha) e peso de grãos (kg/ha).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresenta-se as invasoras presentes na área antes de iniciar o experimento.

Observou-se que, entre as épocas de semeadura não houve diferença significativa no controle de plantas invasoras. Observou-se controle de 47 e 30 % no sistema subsolado, 70 e 75 % na semeadura direta e 83 e 87 % no sistema convencional, para as épocas de semeadura 29/10/93 e 24/11/93, respectivamente, como consta na Tabela 2.

Na avaliação de pós-colheita do sorgo, o controle de plantas invasoras foi de 89 % no sistema subsolado, 95 % na semeadura direta e 98 % no sistema convencional para a época de semeadura de 29/10/93. Na época de semeadura de 24/11/93 o controle de plantas invasoras foi de 100 % em todos os tratamentos.

Na identificação das plantas reinfestantes observou-se plantas de espécies distintas das caracterizadas anteriormente, sendo que, por ocasião da colheita, o nível de infestação apresentava-se baixo, indicando que os tratamentos diminuíram o banco de sementes de invasoras na área.

Observou-se que, nos tratamentos onde utilizou-se o sistema subsolado, o nível de reinfestação foi maior nos primeiros 60 dias de cultivo, o que provavelmente seja um dos fatores decisivos na produtividade do sorgo. Das invasoras reinfestantes observadas, o arroz vermelho foi uma das mais abundantes na área, sendo esta também a invasora que maior dano causa a cultura do arroz irrigado, conforme relatos feitos por OLIVEIRA (1993), MONEALEGRE e VARGAS (1994), apud. MARCHEZAN (1994).

A resistência mecânica à penetração, antes do preparo do solo na profundidade de 1, 3, 7, 11 e 15 cm foi de 2,7; 6,0; 17, 21 e 15 kg/cm<sup>2</sup>. Após a colheita do sorgo, em torno de 130 dias da realização do preparo do solo, a resistência mecânica à penetração no solo sob manejo subsolado, foi menor, seguido da semeadura direta na profundidade de 1 a 22 cm (Tabela 3), mostrando desse modo, que o manejo subsolado e semeadura direta foram mais eficiente na descompactação do solo que o sistema convencional num primeiro ano de cultivo.

**TABELA 1 – Espécies de plantas invasoras encontradas no local onde foi conduzido o experimento, antes do preparo do solo. UFSM, Santa Maria - RS, 1993/94**

Nome científico	Nome comum	Número de plantas/m
<i>Juncus bofenius</i>	cabelo de porco	6
<i>Cyperus eracnostis</i>	junquinho	58
<i>Genaphalium</i> ssp		42
<i>Alofia pulchella</i>	bibi	22
<i>Agerantum corizeurius</i>		20
<i>Cyperus</i> sp		17
<i>Lipidium pseudodidymum</i>	mastruço	10
<i>Eragrostis</i> sp		8

**TABELA 2 – Ervas daninhas remanescentes e reinfestantes, com toxicidade média de herbicida, aos 60 dias da emergência do sorgo e observadas pós-colheita com toxicidade baixa, de acordo com o manejo do solo e épocas de semeadura (número de plantas p/m<sup>2</sup>). UFSM, Santa Maria-RS, 1993/94**

Espécie de invasora	Época 1 (29/10/93)			Época 2 (24/11/93)		
	SS	SD	SC	SS	SC	SD
<b>MANEJOS</b>						
<b>Plantas invasoras reinfestantes com toxicidade média de herbicida</b>						
<i>Echinochloa</i> sp	44	6	1	32	6	1
<i>Oriza sativa</i>	52	46	40	48	36	26
<i>Cyperus eracnostis</i>	28	12	-	48	12	2
<i>Brachiariae plantaginea</i>	-	2	-	18	8	2
<i>Poligonum</i> sp	-	4	-	20	2	-
<b>TOTAL de plantas reinfestantes</b>		<b>235</b>			<b>261</b>	
Total por manejo	124	70	41	166	64	31
%de infestação e reinfestação	53	30	17	70	27	13
% de controle	47	70	83	30	73	87
<b>Plantas invasoras pós colheita com toxicidade baixa de herbicida</b>						
<i>Echinochloa</i> sp	24	8	1	-	-	-
<i>Oriza sativa</i>	2	4	4	-	-	-
Total	26	12	5	0	0	2
% de controle da reinfestação	89	95	98	100	100	100

ss- semeadura subsolado sd- semeadura direta sc- semeadura convencional

**TABELA 3 – Resistência média do solo (kg/cm<sup>2</sup>) medidos pela cotação dos gráficos do penetrógrafo, nas profundidades de (1, 3, 7, 11, 15, 22 e 30 cm). Medidas antes do preparo (ap) e após a colheita do sorgo na época 1 e 2(m1 e m2)de semeadura por manejo(sc, ss e sd) de solo e umidade dosolo, em (0-10, 10-20 e 20-30 cm)de profundidade em percentagem, Santa Maria-RS, 1993/94**

Tratamento	Resistência do solo nas profundidades (cm)							Umidade do solo, em % nas profundidades (cm)		
	1	3	7	11	15	22,0	30	0-10	10-20	20-30
ap	2,7	6,0	17,0	21,0	15,0	12,0	10,0	16,0	19,0	23,0
m1 sc	1,5	2,7	5,8	12,0	12,0	10,0	9,5	24,0	22,4	20,3
m2 sc	2,4	3,8	8,8	12,3	11,0	10,8	9,7	22,0	22,5	20,6
m1 ss	0,6	1,5	3,0	4,0	6,3	7,7	19,8	23,0	24,0	25,3
m2 ss	0,6	1,0	2,1	5,3	7,5	10,5	9,7	24,0	22,0	22,2
m1 sd	1,1	2,0	2,8	7,7	9,5	8,7	8,2	26,0	23,5	24,0
m2 sd	0,7	1,0	4,0	9,2	9,0	8,7	6,3	24,0	24,0	21,0

ap-antes do preparo m1-momento 1(29-10-93) m2-momento 2(24-11-93)

sc-semeadura convencional ss-semeadura subsolado sd-semeadura direta

O manejo de solo também influenciou os teores de umidade do solo na superfície e no perfil de 30 cm. Essas variações podem ser melhor observadas quando analisou-se a umidade dos manejos em condições de deficiência hídrica e solo saturado. Na Tabela 4, fez-se a avaliação na condição de solo saturado de água em 08/12/93 e verificou-se que no manejo subsolado houve maior percentagem de umidade e distribuição mais uniforme no perfil de até 30 cm de profundidade. Na condição de solo com baixa umidade, em 23/12/93, verificou-se que na profundidade (0 a 20 cm) o subsolado foi o que manteve maior percentagem de umidade, em relação aos demais, enquanto que semeadura convencional e semeadura direta foram menos uniformes. Na

profundidade de 20 a 30 cm os tratamentos não foram diferentes no teor de umidade.

O tratamento subsolado manteve a umidade na superfície maior que os demais, indicando ser o subsolado, nas condições de solo de várzea, o tratamento mais adequado para aumentar a umidade na superfície do solo, na camada de 0-10 cm.

Nas variáveis época de semeadura, manejo do solo e cultivares, a massa seca de panículas apresentou resultados diferenciados conforme Tabela 5. Os manejos do solo não afetaram a massa seca de panículas enquanto a segunda época de semeadura proporcionou maior massa seca de panículas do que o primeiro. As cultivares AG 3001 e DK 48 foram as de maior produção de massa seca de panículas.

**TABELA 4 – Umidade do solo: determinação em percentagem da umidade do solo em massa seca em três profundidade e nos três manejos ; antes do preparo(1), solo saturado após preparo(2), solo com baixa umidade após preparo com 15 dias sem chuva no verão(3) e coleta de solo após colheita do sorgo(4). Santa Maria-RS, 1993/94**

Data	Profundidade do solo(cm)								
	0-10			10-20			20-30		
	manejo			manejo			manejo		
	sc	ss	sd	sc	ss	sd	sc	ss	sd
1)-11/10/93	16			19			23		
2)-8/12/93	33	34	30	26	30	27	24	30	19
3)-23/12/93	17	23	16	23	24	22	21	21	21
4)-13/04/94	23	24	25	22	22	24	20	22	23

sc-semeadura convencional ss-semeadura subsolado sd-semeadura direta

fonte:Parâmetros de avaliação da umidade do solo, indicados por Galileu Adeli Buriol, Eng. Agr., Professor Titular do Departamento de Fitotecnia/ CCR/UFSM. 97119-900 Santa Maria, RS Bolsista do CNPq.,1994.

**TABELA 5 – Massa seca de panículas (g/planta), por época de semeadura, manejo e cultivar, Santa Maria-RS, 1993/94**

cultivar	épocas de semeadura		manejos			
	1 (29/10/93)	2 (24/11/93)	sc	sd	ss	Média
AG 3001	37,32 a	64,76 a	53,47 a	47,17 a	52,48 a	51,04 a
DK 48	44,03 a	52,24 ab	53,69 a	44,54 a	46,18 ab	48,13 a
CS 111	41,41 a	41,24 b	42,75 a	47,02 a	34,20 b	41,32 b
Médias	40,92 B	52,74 A	49,97 A	44,29 A	46,24 A	

Cultivares com médias não ligadas, por mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal para momentos e para manejos, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado

Na interação manejo x épocas de semeadura (Tabela 6), houve diferenças nas épocas de semeadura, já nas condições de manejo do solo não foi significativo na média na época 2(24-11-93), mas na época 1(29-10-93) o manejo semeadura direta foi o que resultou em maior número de panículas/m<sup>2</sup>, não diferindo do manejo semeadura convencional.

Nas Tabelas 7 e 8, observa-se que para as variáveis, peso seco de colmos, e peso de 1000 sementes, a 13% de umidade, houve diferenças entre as cultivares. A cultivar que teve menor resposta foi a de ciclo mais curto (CS 111) para massa seca de colmos (Tabela 7) e para massa de 1000 sementes a cultivar DK 48 obteve menor resposta (Tabela 8).

**TABELA 6 – Número de panículas por metro quadrado, por épocas de semeadura e manejo do solo. Santa Maria-RS, 1993/94**

Manejos	Épocas de semeadura		
	1 (29-10-93)	2 (24-11-93)	Média
Semeadura convencional	29,0 ab	21,0 a	25,0 a
Semeadura direta	32,0 a	20,0 a	26,0 a
Semeadura subsolada	26,0 b	21,0 a	23,0 a
Média	29,0 A	21,0 B	

Manejos com médias não ligadas, por mesma letra minúscula na vertical e momento de semeadura, letra maiúscula na horizontal diferem pelo teste de Tukey a 5%.

**TABELA 7 – Peso de massa seca de colmos (g/planta), por épocas de semeadura, manejo e cultivar. Santa Maria-RS, 1993/94**

Cultivar	Épocas de semeadura Manejos					Média
	1 (29/10/93)	2 (24/11/93)	sc	sd	ss	
AG 3001	23,13 a	32,79 a	28,48 a	29,03 a	26,38 a	27,96 a
DK 48	24,76 a	24,72 b	27,57 a	24,38 a	22,26 a	24,74 b
CS 111	18,69 a	17,09 c	17,98 b	15,39 b	20,30 a	17,89 c
Média	22,20	24,87	24,68	22,93	22,98	

Cultivares com médias não ligadas, pela mesma letra diferem pelo teste Tukey a 5%.  
sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado

**TABELA 8 – Peso de 1000 sementes em g a 13% de umidade, por manejo do solo e cultivares. Santa Maria-RS, 1993/94**

Cultivar	Manejos			Média
	sc	sd	ss	
AG 3001	27,52 a	28,45 a	28,53 a	28,16 a
DK 48	24,57 b	24,69 b	23,00 b	24,09 c
CS 111	27,97 a	25,94 b	27,87 a	27,26 b
Média	26,69	26,35	26,47	

Cultivares com médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste Tukey a 5%.  
sc-semeadura convencional sd-semeadura direta ss-semeadura subsolado

**TABELA 9 – Rendimento médio de peso de massa verde de panículas(pvp), peso de massa verde total(pvt) e peso de grãos(pg) por manejo do solo, cultivares e épocas de semeadura. Santa Maria-RS, 1993/94**

Manejo do solo	pvp (kg/ha)	pvt (kg/ha)	pg (kg/ha)
Semeadura convencional	9915,0 a	31729,0 a	5729,0 a
Semeadura direta	8979,0 b	28359,0 b	5307,0 b
Semeadura subsolado	9032,0 b	28205,0 b	5110,0 b
<b>Cultivar</b>			
AG 3001	9300,0 a	30700,0 a	5547,0 a
DK 48	9500,0 a	31100,0 a	5618,0 a
CS 111	9000,0 a	24600,0 b	4981,0 b
<b>Épocas de semeadura</b>			
1 (29/10/93)	8800,0 b	28400,0 a	5291,0 a
2 (24/11/93)	9800,0 a	30400,0 a	5474,0 a

Médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à produção de peso de massa verde total, peso de massa verde de panículas e peso de grãos, observou-se que o manejo de semeadura convencional apresentou a melhor resposta (Tabela 9). A cultivar de ciclo mais curto, CS 111, apresentou a menor produtividade de massa seca de grãos. Comprovando resultados obtidos por DALTON (1967), que observou a existência de regressão positiva entre a alta produção e a maturação tardia para sorgo granífero.

Nas épocas de semeadura não houve diferenças, mostrando a capacidade do sorgo de compensar na produtividade os fatores interferentes do meio, características estas observadas por WALL e ROSS (1975) e por XAVIER (1990).

### CONCLUSÕES

- O manejo subsolado do solo apresenta maior umidade no perfil do solo, durante o cultivo, tanto no déficit de umidade como no excesso, assim como diminui a compactação do solo, resultando em menor resistência a penetração dos implementos.
- As variações climáticas entre as épocas de semeadura não foram suficientes para alterar a produtividade de grãos.
- Semeadura convencional, no primeiro ano de cultivo, obteve melhor desempenho.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.C. Influência da época de semeadura sobre o desenvolvimento e rendimento de dois híbridos de sorgo granífero. Pelotas: UFPel, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).
- BRUCE, R.R.; LANGDALE, G. W.; WEST, L. T. et al. Soil surface modification by biomass inputs affecting rainfall infiltration. *American Journal, Madison*, v.56, n.5, p.1614-1620, Sep/Oct. 1992.
- CHICHESTER, F.W.; RICHARDSON, C.W. Sediment and nutrient loss from clay soils as affected by tillage. *American Society of Agronomy, Madison*, v.21, n.4, p.587-590, Out/Dec. 1992.
- CHIELLE, Z. G.; CHIELLE, M.C.; RICCHI, C. E. de. Exigências climáticas para a cultura do sorgo. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO (17., 1988, Cruz Alta. Anais... Cruz Alta: FUNDACEP-FECOTRIGO, 1988. p.49-53.
- DALTON, L.G. A positive regression of yield on maturity in sorghum. *Crop Science*, v.7, p. 271, 1967.
- MARCHEZAN, E. Arroz vermelho: caracterização, prejuízo e controle. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.2, p.415-421, 1994.
- OLIVEIRA, J. C. S. Sistema de cultivo de arroz irrigado no controle de arroz vermelho. Santa Maria: UFSM, 1993. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- SOMAN, P.; JAYACHANDRAN, R.; PEACOCK, J.M. Effect of soil crusting on seedling growth in contrasting sorghum lines. *Experimental Agriculture, Andhra Pradesh*, v.28, n.1, 49-55, 1992.
- WALL, J.S.; ROSS, W.M. Produccion y usos del sorgo. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 500 p.
- XAVIER, J.J.B.N.; ASSUNÇÃO, M.V.; VIEIRA, F.C.G.A. et al. Influência da densidade populacional na área da folha bandeira e na produção de grãos de sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.5, p.721-726, 1990.

## OCORRÊNCIA E CONTROLE DA BROCA-DO-FRUTO-DO-ABACAXI

*Thecla basalides* (GEYER, 1837)<sup>1</sup>

DORVALINO LORENZATO<sup>2</sup>, EUGENE C. CHOUÈNE<sup>3</sup>, JUSSARA MEDEIROS<sup>4</sup>, ALAN E. C. RODRIGUES<sup>5</sup>, REGINA C. D. PEDERZOLLI<sup>6</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho foi conduzido a campo sobre a cultura do abacaxizeiro no município de Terra de Areia, RS e no Laboratório de Entomologia da FEPAGRO em Porto Alegre, RS. Objetivou estudar a época de ocorrência e estratégias de controle da broca-do-fruto-do-abacaxi *Thecla basalides*. Os resultados mostraram que as maiores infestações e danos dessa broca ocorreram durante e após a floração. O inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* foi eficiente no combate das lagartas-brocas de *T. basalides* e altamente promissor como produto estratégico no manejo integrado desta praga. Os produtos mais eficientes no combate da broca-do-fruto-do-abacaxi foram azinfós etil, *B. thuringiensis* e carbaril.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus*, *Thecla basalides*, controle biológico, controle químico, abacaxi, broca-do-fruto.

### FIELD OCCURRENCE AND CONTROL TRIALS OF THE BORER CATERPILLAR

*Thecla basalides* (GEYER, 1847) ON PINEAPPLE FRUIT

**ABSTRACT** – This work was undertaken on a pineapple field at the Terra de Areia county, State of Rio Grande do Sul (RS), southern Brazil, and under laboratory conditions at FEPAGRO - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. The objective was to study field occurrence of *T. basalides* and to evaluate strategies of controlling the pineapple fruits borer caterpillar *Thecla basalides*. Results showed that greater infestations and damages took place during and after flowering stage. The biological insecticide *Bacillus thuringiensis* was efficient in controlling the *T. basalides* borer caterpillar, and may be used in a biological control program. Azinphos ethyl and carbaryl were the chemicals that gave the best control.

**Key words** – *Ananas comosus*, *Thecla basalides*, biological control, chemical control, pineapple, borer caterpillar of pineapple fruit.

### INTRODUÇÃO

A cultura do abacaxizeiro é uma importante atividade econômica do Litoral Norte e outras micro-regiões do Rio Grande do Sul. Neste Estado, são cultivados 499 ha com abacaxizeiro (FRUTICULTURA no Rio Grande do Sul, 1995). Entre os problemas que afetam essa cultura, um dos principais é o ataque da broca-do-fruto-do-abacaxi *Thecla basalides* (Geyer, 1837) *Lepidoptera*, *Lycaenidae*. Esse inseto é tido pelos agricultores e por técnicos como causador de danos de grande monta à cultura e elevados custos econômicos e sociais para seu controle.

Essa espécie de inseto está disseminada nas principais regiões produtoras de abacaxi do Estado e, muitas vezes, causa danos econômicos. Para seu combate são efetuadas aplicações de inseticidas químicos altamente tóxicos, algumas desnecessárias, que oneram o produtor, aumentando a poluição do meio e contribuindo na produção de alimentos contaminados.

O aumento da área plantada e da produtividade (quantitativa e qualitativa) da cultura do abacaxizeiro no Rio Grande do Sul depende da solução de seus problemas fitossanitários, por ser ela atacada por pragas e doenças (GANDOLFI et al., 1994). Desses, a principal praga do abacaxi é a broca-do-fruto e entre as doenças a fusariose.

O desconhecimento da bioecologia da broca-do-fruto nas condições sul-rio-grandenses, seus inimigos naturais (predadores, parasitóides e doenças), níveis de dano e métodos racionais de controle dificultam o correto manejo dessa broca.

Entre os produtos comerciais que mais se prestam ao controle biológico e manejo integrado de lagartas fitófagas em plantas cultivadas e silvestres destaca-se o inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* Berliner.

LORENZATO e CORSEUIL (1982), estudando a ação seletiva de inseticidas aos inimigos naturais das pragas na cultura da soja, observaram que *B.*

1. Trabalho apresentado na IV Reunião Técnica de Fruticultura, Porto Alegre, 29 e 30 de novembro de 1990.

2. Eng. Agr., M.Sc. - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre - RS/BRASIL.

3. Eng. Agr. - Secretaria da Agricultura e Abastecimento/DPV, Av. Borges de Medeiros 1501 - 19º andar, 90119-900 Porto Alegre - RS/BRASIL.

4. Biól., M.Sc. - FEPAGRO.

5. Eng. Agr., M.Sc. - FEPAGRO.

6. Biól. - FEPAGRO.

Recebido para publicação em 30/10/1996.

*thuringiensis* não causou prejuízos às populações de predadores.

LORENZATO (1984) observou que os inseticidas *B. thuringiensis* e deltametrina, entre outros, foram eficientes no combate à traça-da-maçã.

SANCHES (1985 e 1987) referiu que o uso de inseticida microbiano à base de *B. thuringiensis* é uma técnica que pode ser utilizada para combater a broca-do-fruto-do-abacaxi. Mencionou, também, que este microorganismo mostrou-se eficiente em ensaios, quando foi empregado Dipel 3,2 PM (600 g p.c./ha) e Dipel 352 P (30 kg p.c./ha).

Este trabalho objetivou: 1) observar a ocorrência de *T. basalides*; 2) quantificar os níveis de ocorrência natural de parasitóides e predadores, bem como, estudar a eficiência natural desses organismos com vista ao manejo integrado dessa praga; 3) quantificar os danos de *T. basalides* na cultura do abacaxizeiro; 4) testar inseticidas químicos e biológico (*B. thuringiensis*) visando o controle racional da broca-do-fruto *T. basalides*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi efetuado a campo em Terra de Areia, RS e no Laboratório de Entomologia da FEPAGRO em Porto Alegre, RS.

Foram realizados os seguintes experimentos: 1) flutuação populacional, níveis de dano e ocorrência de inimigos naturais da broca-do-fruto-do-abacaxi; 2) controle químico e biológico de *T. basalides*; e 3) controle biológico de *T. basalides* com *B. thuringiensis*.

### Experimento 1: Ocorrência, níveis de dano e registro de inimigos naturais da broca-do-fruto-do-abacaxi.

Este estudo foi realizado em três safras agrícolas: 1984/85, 1985/86 e 1987/88. Foram observados caules, folhas e principalmente frutificações para avaliar a ocorrência e os danos das lagartas-brocas de *T. basalides*.

Periodicamente foram avaliados os níveis de dano da broca-do-fruto-do-abacaxi. Os abacaxis foram descascados, cortados em lâminas de espessura fina e contados os "frutos" atacados por *T. basalides* e os sadios.

Para os ataques da broca foram estabelecidas as seguintes graduações: 0 - sem ataque; 1 - danos leves (abacaxis com pequenos resquícios de ataque, mas sem problemas para consumo e comercialização); 2 - danos moderados (abacaxis prejudicados para

comercialização, mas comestíveis *in natura*); e 3 - danos severos (abacaxis sem condições para comercialização e consumo).

Para observar a percentagem de parasitismo natural existente nas plantações da região em estudo, as lagartas de *T. basalides* foram coletadas em lavouras de produtores da região de Terra de Areia e criadas no Laboratório de Entomologia da FEPAGRO. Esse material foi acondicionado em placas de Petri de plástico até atingirem a fase adulta ou morrerem, ocasião em que registrava-se a causa da morte.

A campo foi registrada a ocorrência de predadores de *T. basalides* e a entomonofauna polinizadora presente sobre as inflorescências.

### Experimento 2: Competição de inseticidas químicos e biológico no controle da broca-do-fruto-do-abacaxi

Este ensaio foi efetuado em lavoura de abacaxizeiro de primeiro ano de frutificação, safra de 1984/85. Os tratamentos aplicados foram os seguintes:

- 1 - testemunha;
- 2 - acefato a 0,1% i. a.;
- 3 - azinfós etil a 0,1% i. a.;
- 4 - *B. thuringiensis* a 0,125% p.c.;
- 5 - Carbaril a 0,1% i. a.;
- 6 - Deltametrina a 0,001% i. a.;
- 7 - Triclorfom 0,15% i. a.

Foi utilizado o delineamento de Blocos Completos ao Acaso, com quatro repetições por tratamento e doze plantas por unidade experimental.

As aplicações dos inseticidas foram efetuadas em 15/08/84 (emissão da haste floral), 27/09/84 (início da floração) e 09/11/84 (final da floração). E as avaliações, quanto a eficiência dos inseticidas, foram realizadas na colheita dos abacaxis maduros (08/02/85).

Para avaliação da eficiência dos produtos foram analisados dez abacaxis por unidade experimental e contados os frutos atacados. Para a análise estatística foram calculadas as médias dos números de abacaxis atacados pela broca-do-fruto nos diferentes tratamentos. E, para apresentação dos dados na Tabela 2, esses números foram transformados em percentagens médias de abacaxis danificados.

Para análise estatística, os dados obtidos do número de abacaxis danificados pela broca-do-fruto, por unidade experimental, foram transformados em raiz quadrada  $\sqrt{y+1}$ . Após, procedeu-se à análise de variância, utilizando-se o teste F e, posteriormente, o teste de Tukey a 5%, para a análise da diferença entre as médias dos tratamentos.

### Experimento 3: Controle de *T. basalides* com *B.*

**thuringiensis**

Este experimento foi instalado em laboratório no dia 11/3/88 e utilizadas lagartas de *T. basalides* coletadas em lavouras de abacaxizeiro em Terra de Areia. Foram aplicadas três dosagens de *B. thuringiensis* e testemunha. Foram os seguintes os tratamentos: 1 - *B. thuringiensis* a 0,4% p.c.; 2 - *B. thuringiensis* a 0,2% p.c.; 3 - *B. thuringiensis* a 0,1% p.c. e 4 - testemunha. Cada tratamento teve quatro repetições e três lagartas por unidade experimental. As lagartas foram separadas por tamanho: a - 6 a 8 mm; b - 10 a 11 mm; c - 12 a 14 mm e d - 17 mm. Estes tratamentos foram aplicados utilizando-se frações iguais de folhas de abacaxizeiros, oferecidas como alimento para as lagartas ingerirem o *B. thuringiensis*.

Para a análise estatística, os dados obtidos dos números de lagartas-brocas mortas, por unidade experimental, foram transformados em raiz quadrada / y+1. Após, procedeu-se à análise de variância, utilizando-se o teste F e, posteriormente, o teste de Tukey a 5% e 1% respectivamente aos três e quatro

dias após aplicação dos tratamentos, para a análise da diferença entre as médias dos tratamentos.

Para apresentação dos dados na Tabela 3, os números de lagartas mortas, em diferentes tratamentos, foram transformados em percentagens médias de mortalidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO****Experimento 1**

Observou-se que a broca-do-fruto-do-abacaxi ocorreu na cultura do abacaxizeiro durante as diferentes estações do ano, nas três safras agrícolas estudadas. Os períodos de maior infestação e danos da broca foram verificados no final da floração. Esses ataques ocorreram da segunda quinzena de outubro até o início de dezembro, para as inflorescências do período normal, e do final do verão ao início do outono (correspondendo ao final de março e início de abril), para os abacaxis resultantes da última indução floral.

As percentagens médias de abacaxis maduros danificados por *T. basalides* nas safras de 1984/85,

**TABELA 1 - Percentagens dos graus de ataque de *T. basalides* em abacaxis. Terra de Areia, safra 1987/88**

LAVOURAS	Graus de dano (0 - 3)	Indução floral e datas de avaliação				
		Primeira indução floral				Segunda indução floral
		19/11/87	02/12	17/12	27/01/88	11/3/88
<b>Propriedade A:</b>						
I - Primeiro ano de frutificação	0	96,0	95,0	96,7	88,0	90,0
	1	0,0	3,3	3,3	4,0	10,0
	2	4,0	0,0	0,0	8,0	0,0
	3	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0
II - Segundo ano de frutificação	0	96,0	85,0	91,7	86,5	80,0
	1	0,0	10,0	0,0	4,3	0,0
	2	4,0	1,7	8,3	8,6	16,7
	3	0,0	3,3	0,0	1,6	3,3
<b>Propriedade B:</b>						
III - Primeiro ano de frutificação	0	96,0	91,6	-	-	-
	1	0,0	1,7	-	-	-
	2	4,0	5,0	-	-	-
	3	0,0	1,7	-	-	-
IV - Segundo ano de frutificação	0	96,0	88,3	-	-	-
	1	0,0	1,7	-	-	-
	2	0,0	6,7	-	-	-
	3	4,0	3,3	-	-	-

Graus de dano: 0 - sem ataque; 1 - ataque leve; 2 - ataque moderado; 3 - ataque severo.

1985/86 e 1987/88 foram de 5,8%, 15% e 20% respectivamente. Valores semelhantes haviam sido observados, nos anos anteriores a este trabalho, na mesma região, conforme informações fornecidas por agricultores locais.

Evidenciou-se que as lavouras de segundo ano de frutificação foram mais atacadas pela broca do que as de primeiro (Tabela 1).

Entre os inimigos naturais foram observadas diferentes espécies de insetos e aranhas. O tachinídeo *Drino henrichi* (Lima, 1947) foi o principal parasitóide detectado atacando lagartas de *T. basalides*, com aproximadamente 33% de parasitismo. Foi observado um grande número de *Chrysopa* spp. e vespas dos gêneros *Polistes* e *Polybia* dispersos nas lavouras de abacaxi. Espécies de Araneida se destacaram na ação predatória das diferentes fases da broca.

Além dos inimigos naturais observou-se, entre os polinizadores, um grande número de abelhas *Apis mellifera* L. sobre flores de abacaxizeiros.

### Experimento 2

Os efeitos dos inseticidas químicos e biológico na capacidade de proteção dos abacaxis contra a broca *T. basalides* podem ser observados na Tabela 2.

**TABELA 2 – Percentagens médias de abacaxis danificados pela broca *T. basalides*. Terra de Areia, RS, safra de 1984/85**

TRATAMENTOS	% abacaxis danificados
1 - Testemunha	5,00 b
2 - Acefato (0,1% i. a.)	1,25 ab
3 - Azinfós etil (0,1% i. a.)	0,00 a
4 - <i>B. thuringiensis</i> (0,125% p.c.)	0,00 a
5 - Carbaril (0,1% i. a.)	0,00 a
6 - Deltametrina (0,001% i. a.)	1,25 ab
7 - Triclorfom (0,15% i. a.)	1,25 ab
CV(%)	12,06

- Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,01).

**TABELA 3 – Percentagens médias de lagartas de *T. basalides* mortas, de quatro repetições com três indivíduos por repetição, em diferentes tratamentos, aos três e quatro dias após aplicação dos tratamentos. Porto Alegre, RS, 1988**

TRATAMENTOS	Percentagem média de mortalidade	
	3 dias*	4 dias**
1 - <i>B. thuringiensis</i> (0,4% p.c.)	64 a	91 a
2 - <i>B. thuringiensis</i> (0,2% p.c.)	33 ab	67 a
3 - <i>B. thuringiensis</i> (0,1% p.c.)	64 a	64 a
4 - Testemunha (sem água)	0 b	8 b
CV(%)	16,42	10,27

- Valores seguidos pela mesma letra, em cada observação, são equivalentes estatisticamente entre si pelo teste de Tukey:

\* nível de significância (P > 0,05);

\*\* nível de significância (P > 0,01).

Evidenciou-se que os produtos mais eficientes foram *B. thuringiensis*, azinfós etil e carbaril; enquanto que acefato, deltametrina e triclorfom situaram-se na faixa de transição entre os inseticidas mais eficientes e a testemunha.

O inseticida biológico *B. thuringiensis* é o produto que apresenta as melhores perspectivas de uso no manejo integrado da broca-do-abacaxi tendo em vista a sua eficiência e, por ser inócuo para os inimigos naturais, conforme observações de LORENZATO e CORSEUIL (1982), LORENZATO (1984) e SANCHES (1985 e 1987). Esse produto tem a vantagem de poder ser aplicado na floração, período de maior ataque da broca e presença de abelhas e outros insetos polinizadores sobre as inflorescências, sem provocar efeitos nocivos sobre estes últimos.

### Experimento 3

Pode-se observar na Tabela 3 que o inseticida biológico *B. thuringiensis*, em ensaio laboratorial, foi eficiente no controle da broca *T. basalides*.

Os resultados obtidos neste estudo, com o uso do inseticida biológico *B. thuringiensis*, sugerem que possa ser utilizado em lavouras de abacaxizeiro para controle da broca-do-abacaxi *T. basalides*.

### CONCLUSÕES

- A broca-do-fruto do abacaxi ocorreu na cultura do abacaxizeiro durante as diferentes estações do ano.

- Os períodos de maior infestação e danos da broca-do-fruto-do-abacaxi ocorreram durante e após a floração.

- Os níveis de ataque das lagartas-brocas foram de 5,8%, 15,0% e 20,0% de abacaxis danificados respectivamente nas safras de 1984/85, 1985/1986 e 1987/1988.

- Representantes de Diptera - Tachinidae, Neuroptera - Chrysopidae, Hymenoptera - Vespidae

e Araneida foram os principais inimigos naturais observados na cultura.

- Aproximadamente 33% de lagartas coletadas estavam parasitadas por *Drino henrichi* (Dip., Tachinidae).

- O controle da broca-do-fruto-do-abacaxi, com o inseticida biológico *Bacillus thuringiensis*, foi eficiente em condições de laboratório.

- Os inseticidas mais eficientes no combate da broca-do-fruto-do-abacaxi, em condições de campo, foram azinfós etil, *B. thuringiensis* e carbaril.

- *Apis mellifera* foi o principal polinizador encontrado na floração do abacaxizeiro.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

GANDOLFI, V.H.; LORENZATO, D.; OSORIO, C.A.S.; PEDROSO, M.H.; PONS, A.L. Demandas externas de pesquisa em fruteiras nas regiões de

abrangência das nove estações experimentais do IPAGRO / FEPAGRO, RS, 1994. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 3, 1994, Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: FEPAGRO, 1994. p. 103-111.

FRUTICULTURA no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 4., 1995, Porto Alegre. Programa... Porto Alegre: FEPAGRO, 1995. 3 fls. dobr. (Folder).

LORENZATO, D.; CORSEUIL, E. Efeitos de diferentes meios de controle sobre as principais pragas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e seus predadores. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 61-84, 1982.

LORENZATO, D. Ensaio laboratorial de controle da "traça-da-maçã" *Phtheocroa cranaodes* Meyrick, 1937 com *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 157-163, 1984.

SANCHES, N.F. A broca-do-fruto do abacaxi. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 11, n. 130, p. 43-45, 1985.

SANCHES, N.F. Caruncho nada, isso é broca. *Globo Rural*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 25, p. 58-59, 1987.

## AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE INSETICIDAS PARA *Aphidius* spp. (HYM., APHIDIIDAE)

GABRIELA LESHE TONET<sup>1</sup>, LIDIA MARIANA FIUZA<sup>2</sup>, JOSUÉ SANTANA<sup>3</sup>, ROGÉRIO FERNANDO PIRES DA SILVA<sup>4</sup>

**RESUMO** – Estudou-se o efeito toxicológico de inseticidas sobre adultos de *Aphidius* spp., importante parasitóide de pulgões ocorrentes na cultura do trigo. Foram utilizados os seguintes produtos em g.i.a./ha: clorpirifós (112,4); demeton metílico (125); dimetoato (250); fosfamidon (300); monocrotofós (120) e permetrina (25). De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que após 24 hs, excetuando-se a permetrina, todos os produtos testados, provocaram 100% de mortalidade na população de parasitóides.

*Palavras-chave:* Hymenoptera, parasitóide, *Aphidius* spp., toxicologia, inseto.

## TOXICOLOGY EVALUATION OF INSECTICIDES TO *Aphidius* spp. (HYM., APHIDIIDAE)

**ABSTRACT** – In this work, the effect of the insecticide treatments on the adults of the parasitoids *Aphidius* spp. were evaluated. The following insecticides and amounts of the active ingredient /ha were used: clorpyrifos (112,4); methyl demeton (125); dimethoate (250); phosphamidon (300); monocrotophos (120) and permethryn (25). The results obtained showed that, besides permethrin, all other insecticides caused 100% of mortality in parasitoid population.

*Keys words:* Hymenoptera, parasitoid, *Aphidius* spp., toxicology, insecta.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da pesquisa, determinou a adaptação das recomendações de controle das principais pragas do trigo à nossa realidade fitossanitária. A alteração do conceito que preconizava a utilização de inseticidas com 100% de eficácia, para o manejo integrado de pragas (MIP) e seleção de produtos menos agressivos, reconhece a importância dos agentes benéficos no controle biológico.

Em condições de ambiente favorável e na ausência de agentes reguladores, os afídeos atingem níveis populacionais elevados, proporcionando danos à cultura e, conseqüente perda na produção. O período de infestação, abrange praticamente todo o ciclo da planta, sendo que as fases mais críticas compreendem os períodos da emergência ao emborrachamento e, do espigamento até a formação do grão em massa.

Os afídeos associados à cultura do trigo, além do dano direto, também podem transmitir viroses, fato este que determina uma vigilância permanente da lavoura. Na decisão por qualquer medida de controle, deve ser considerado o grau de nocividade da mesma

sobre a população de inimigos naturais, tendo em vista o grande número de espécies benéficas citadas como presentes em lavouras de trigo.

Os parasitóides, segundo GASSEN (1986), quando comparados aos predadores, assumem importância maior, especialmente pela especificidade, elevado potencial biótico e sincronia com o hospedeiro, principalmente pulgões.

Os microhimenópteros *Aphidius uzbekistanicus*, *A. rhopalosiphi* e *Praon volucre* (Hym., Aphidiidae), são considerados os principais parasitóides que mantêm a população de pulgões em níveis baixos, na maioria das regiões tritícolas do país. Desse modo, a preservação dessas espécies tornou-se importante para o homem e ambiente. No entanto, muitas vezes a atuação desses agentes não é suficiente para manter as pragas em níveis economicamente aceitáveis, necessitando a utilização de inseticidas. Neste contexto, pesquisas com inseticidas menos tóxicos estão sendo incrementadas. BARTLETT (1958) verificou alguma seletividade de demeton metílico para *Aphelinus semiflorus* e *Praon paliteres*. STUTZER (1981) observou que esse mesmo produto tem seu efeito reduzido sobre

1. Eng. Agr. - EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPQ), Caixa Postal 569, 99100-000 Passo Fundo - RS/BRASIL.

2. Eng. Agr., Dra. - Centro de Biotecnologia da UFRGS, Caixa Postal 15.005 - Campus do Vale, 90540-000 Porto Alegre - RS/BRASIL.

3. Biol., M.Sc. - Estudante de Doutorado da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

4. Eng. Agr., Dr. - Professor Adjunto, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em 25/07/1996.

inimigos naturais, quando absorvido pela planta.

As pesquisas na área de seletividade ganharam impulso a partir do momento que a criação massal e posterior liberação de parasitóides passou a ser uma das alternativas no controle biológico.

Trabalho realizado por HOHMANN (1991), para avaliar o efeito de inseticidas na emergência de *Trichogramma pretiosum* evidenciou haver relação inversa entre a atividade dos produtos e o tempo de parasitismo. MICHELETTI (1991) não verificou qualquer efeito deletério de inseticidas pertencentes a diferentes grupos químicos para emergência de *Trichogramma* spp., quatro dias após a aplicação, em ovos de *Sitotroga cerealella* com 14 dias de parasitismo. No entanto, COSTA e COSTA (1994) observaram redução bastante drástica na emergência de parasitóides em ovos de *Nezara viridula*, com aplicação de diferentes inseticidas a campo.

Visando avaliar a toxicidade de vários produtos sobre adultos do parasitóide *Trissolcus basal*, TONET (1994) realizou quatro testes em condições controladas, verificando que *Bacillus thuringiensis*, diflubenzuron e triflumuron foram seletivos. Deltametrina com 37% de mortalidade enquadrou-se como inseticida de baixa toxicidade e fenitrotiom, monocrotofós e fosfamidom evidenciaram-se altamente tóxicos ao inseto.

Como a maioria dos trabalhos em condições controladas são realizados com aplicação dos produtos em ovos ou múmias dos hospedeiros, objetivou-se neste experimento avaliar a toxicidade de alguns inseticidas a adultos de *Aphidius* spp.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no setor de Entomologia do Departamento de Fitossanidade -

Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS, em maio de 1990.

Os adultos de *Aphidius* spp. foram obtidos de pulgões parasitados, provenientes da criação massal da EMBRAPA/CNPT, Passo Fundo, RS.

Foram avaliados os efeitos dos seguintes inseticidas com suas respectivas doses (g i.a./ha): clorpirifós (112,4); demetom metílico (125); dimetoato (250); fosfamidom (300); monocrotofós (120) e permetrina (25). A aplicação foi efetuada através de pulverizador costal de pressão constante, sobre recipientes de acrílico (15 cm x 8 cm), gastando-se o equivalente a 200 litros de calda/ha. Após a secagem ao ar livre, por um período de duas horas, foram liberados 20 insetos adultos por recipiente, cobrindo-os com tela. Cada recipiente continha solução aquosa com 10% de mel como alimento e uma plântula de trigo em solução nutritiva.

As unidades experimentais foram dispostas sobre bancada de fórmica, em sala com 25+2°C e 70+10% de umidade relativa. Foi adotado o delineamento de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. As observações constaram da contagem de insetos mortos 3, 6, 12 e 24 horas após a liberação nos recipientes. Os dados obtidos foram transformados por  $\sqrt{x+0,5}$  para análise da variância, sendo as médias classificadas pelo teste de Duncan (0,05). Utilizou-se a fórmula de ABBOTT (1925), para o cálculo do percentual de mortalidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão relacionados os tratamentos com as respectivas doses testadas, o número de insetos mortos nos diferentes intervalos de avaliação e o total de mortalidade observada. Verifica-se que todos os inseticidas diferenciaram-se estatisticamente da

TABELA 1 - Efeito de diferentes tratamentos sobre adultos de *Aphidius* spp. Porto Alegre, RS, 1990

Tratamentos	Dose (g i.a./ha)	Nº de insetos mortos após a aplicação*				Total
		3 horas	6 horas	12 horas	24 horas	
dimetoato	250	18,00 a	18,25 ab	18,50ab	20,00 a	74,75 a
fosfamidom	300	17,50 a	17,75 ab	19,75 a	20,00 a	75,00 a
clorpirifós	112,4	15,50 a	20,00 a	20,00a	20,00 a	75,50 a
demetom metílico	125	11,50 b	17,25 b	19,50a	20,00 a	68,2 a
monocrotofós	120	8,25 c	12,00 c	15,25 b	20,00 a	56,50 b
permetrina	25	1,25 d	10,00 d	12,75 c	17,25 b	51,25 b
testemunha	-	0,00 e	0,50 e	1,75 d	4,00 c	6,25 c
CV%		7,17	5,35	5,69	2,06	18,45

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan 0,05).

\* Média de quatro repetições

testemunha, e que o tratamento com permetrina, na dosagem de 25 g/ha, evidenciou menor toxicidade ao inseto, com diferença significativa em relação aos demais tratamentos, em todas avaliações efetuadas. A pequena toxicidade observada por demeton metílico até três horas após a liberação dos insetos, de certa forma corrobora com os resultados obtidos por BARTLETT (1958), que afirma ter esse produto alguma seletividade para duas espécies de parasitóides presentes em alfafa. No entanto, monocrotofós na dose de 120 g i.a./ha, que apresentou relativa seletividade até seis horas, foi considerado por TONET (1994), como bastante tóxico para adultos de *T. basalis*. Os demais inseticidas testados mostraram-se altamente nocivos ao inseto.

A Figura 1 ilustra os percentuais de mortalidade observados nas diferentes avaliações. Nas três primeiras horas após a liberação dos insetos, o tratamento com dimetoato (250 g i. a. /ha) proporcionou a maior mortalidade (90%), seguido de fosfamídom (88%) e clorpirifós (78%), evidenciando rápida ação deletéria sobre a população. Verifica-se que o tratamento com clorpirifós (112,4 g/ha), a partir da segunda avaliação (6 h), causou mortalidade total dos insetos. Os demais tratamentos, excetuando-se a permetrina (86%), alcançaram esse índice somente na última avaliação (24 h). Os resultados no entanto concordam com os observados por COSTA e COSTA (1991), quando avaliaram o impacto de alguns inseticidas aplicados a campo, sobre a emergência de parasitóide em ovos de *N. viridula*. Por outro lado, estão em desacordo com os obtidos por MICHELETTI (1991), que não observou qualquer ação nociva de vários produtos sobre emergência de

*Trichogramma* spp. em ovos de *S. cerealella*. HOHMANN (1991), por sua vez, verificou níveis de tolerância variáveis aos inseticidas, segundo a fase de desenvolvimento de *T. pretiosum* em ovos de *Anagasta kuehniella*. Esse autor menciona ainda, que resultados discrepantes verificados em relação àqueles citados na literatura, devem-se possivelmente as metodologias utilizadas. No entanto, embora os testes de seletividade em laboratório não reflitam as condições de campo, eles são importantes no planejamento do uso de inseticidas no manejo integrado de pragas.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado, o ensaio relativo à avaliação dos efeitos toxicológicos dos inseticidas (clorpirifós, demeton metílico, dimetoato, fosfamídom, monocrotofós e permetrina) para adultos de *Aphidius* spp., permite concluir que excetuando-se a permetrina, os demais produtos nas dosagens testadas, proporcionaram 100% de mortalidade na população teste, mesmo até 24 horas após a aplicação.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Annapolis Road, n. 18, p.265-67, 1925.
- BARTLETT, B.R. Laboratory studies on selective aphicides favoring natural enemies of the spotted alfalfa aphid. *Journal of Economic Entomology*, n. 51, p.374-78, 1958.
- COSTA, E.C.; COSTA, M.A.G. Impacto ambiental sobre o complexo de inimigos naturais presentes em campos de soja. 3 - Parasitóides em ovos de *Nezara viridula*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA

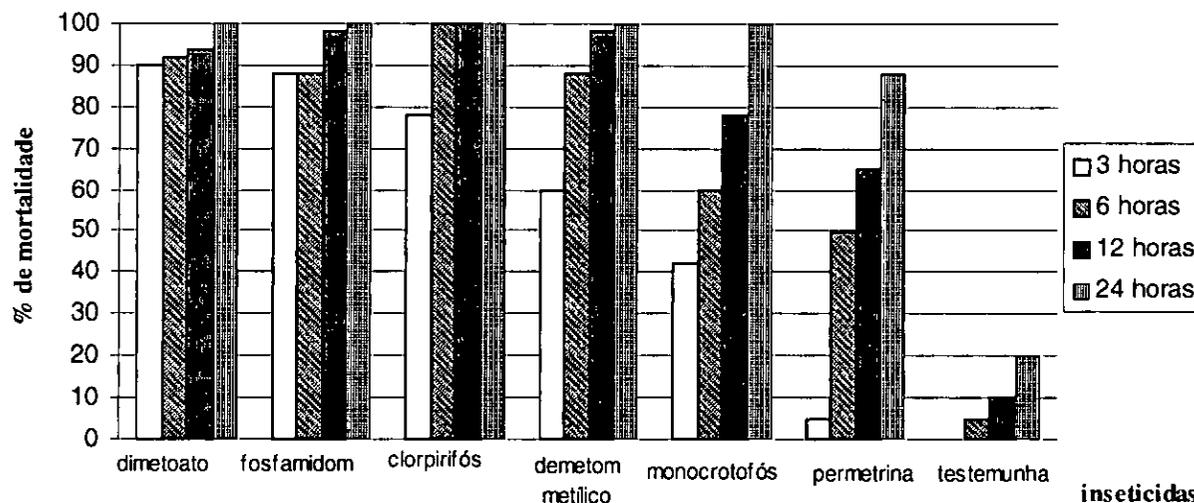


FIGURA 1 - Porcentual de mortalidade de adultos de *Aphidius* spp. submetidos a diferentes tratamentos, nas quatro avaliações. Porto Alegre, RS, 1990

- REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta. Ata e Resumos... Cruz Alta: FUNDACEP/FECOTRIGO, 1994. p. 23.
- GASSEN, D. N. Parasitos, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo. Passo Fundo: EMBRAPA, 1986. 86 p. (Circular Técnica, 1).
- HOHMMAN, C.L. Efeito de diferentes inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, n.1, v. 20, p.59-65, 1991.
- MICHELETI, S.M.F.B. Efeitos de inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera; Trichogrammatidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, n.2, v. 20, p.265-69. 1991.
- STUTZER, G. A importância do inseticida seletivo na cultura do trigo. Correio Agrícola, São Paulo, v.2, p.320-21, 1981.
- TONET, G.L. Toxicidade de inseticidas sobre adultos do parasitóide de ovos de percevejos, *Trissolcus basalıs*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta. Ata e Resumos... Cruz Alta: FUNDACEP/FECOTRIGO, 1994. p. 30-33.

## SUCOS DE FRUTAS COMO ATRATIVOS PARA CAPTURA DE ADULTOS DA MOSCA-DAS-FRUTAS

*Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (DIPTERA, TEPHRITIDAE)

LUIZ ANTONIO SALLES<sup>1</sup>

**RESUMO** – Respostas sobre atração a diferentes sucos de frutas para os adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera, Tephritidae) foram estudadas. Doze diferentes sucos de frutas, naturais e adoçados, foram avaliados. Em sucos naturais, as maiores capturas totais ocorreram nos de pêssego, guabiroba, amora preta, laranja crioula e, em sucos adoçados, foram nos de feijoa, guabiroba, araçá, pêssego e goiaba. Em todos os sucos, mais fêmeas do que machos foram capturados, quando se adicionou açúcar. Em sucos naturais, as maiores capturas de fêmeas foram nos de pêssego, guabiroba, laranja crioula, amora preta, araçá e, em sucos adoçados, nos de araçá, guabiroba, feijoa, pêssego e goiaba. Os maiores aumentos de capturas de fêmeas, quando se adicionou açúcar ao suco, aconteceram com os de araçá, feijoa, guabiroba, goiaba e cereja do mato.

**Palavras-chave:** Insecta, atrativo, controle, monitoramento, mosca-das-frutas

### FRUIT JUICES AS ATTRACTANTS FOR ADULTS OF *Anastrepha fraterculus*

(Wied., 1830) (DIPTERA, TEPHRITIDAE)

**ABSTRACT** – Responses of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) adults to twelve natural and sweetened fruit juices were studied. With natural juices, highest captures occurred on traps baited with peach, “guabiroba”, black berry, and orange, whereas with sweetish juices were on feijoa, “guabiroba”, Brazilian guava, peach and guava. For all juices, more females than males were captured when they were sweetened. With natural juices, highest captures of females occurred on peach, “guabiroba”, orange, black berry and Brazilian guava, and with sweetish juices were on Brazilian guava, “guabiroba”, feijoa, peach and guava. Highest increasing in captures of females, when sugar was added, occurred on Brazilian guava, feijoa, “guabiroba”, guava and wild cherry juices.

**Key words:** Insecta, food attractant, control, monitoring, fruit fly

### INTRODUÇÃO

Em geral, os insetos fitófagos alimentam-se de plantas pertencentes a um grupo taxonômico e, muitas vezes, somente de uma espécie e de parte específica da mesma (VISSER, 1986). A mosca-das-frutas sulamericana, *Anastrepha fraterculus* (Wied.), têm uma longa lista de hospedeiros, principalmente de frutos das plantas da família Mirtaceae (NORRBOOM e KIM, 1988; SALLES, 1995).

Por quê *A. fraterculus* “se especializou” em atacar essas plantas e somente os frutos? Acredita-se que tais frutos possuam substâncias atrativas para esta mosca, as quais, em determinadas condições, são liberadas, constituindo-se em um atrativo, por exemplo, para fêmeas ovipositarem nos frutos. VISSER (1986) aponta o complexo interativo dos odores emanados de hospedeiros sobre os diversos mecanismos e processos de atração da praga, ficando

claro que existem interações inter e intra-específicas, e que são, pelo menos, dinâmicas.

Para *A. fraterculus*, ainda não estão definidos quais estímulos são mais importantes. O estímulo visual foi estudado por CYTRYNOWICZ et al. (1982), que concluíram haver resposta positiva para alguns. Odores, para a captura de moscas adultas em armadilhas, através de substâncias atrativas, foram estudados por diversos autores, MALAVASI et al., 1990; BRAUN et al., 1993 e KOVALESKI et al., 1995, concluem existirem preferências. ROBACKER et al. (1990) e LIMA (1992) sugeriram que substâncias químicas derivadas de plantas podem também ser incorporadas dentro de um programa de controle de moscas-das-frutas. Por exemplo, armadilhas com iscas combinando odores de frutos e feromônios (ou outros semioquímicos) poderiam capturar mais, devido ao efeito complementar de suas ações específicas.

LANDOLT e REED (1990) e ROBACKER et al. (1990) demonstraram que fêmeas de moscas-das-frutas já acasaladas são atraídas por odores exalados de frutos, sugerindo que as fêmeas usam tal estímulo como orientação específica para a oviposição. Adultos das moscas-das-frutas necessitam açúcar para sobreviverem (CHRISTENSON e FOOTE, 1960). As fêmeas necessitam proteínas para ficarem aptas à fecundação e oviposição (BATEMAN e MORTON, 1981), razão pela qual proteínas também têm sido a base dos atrativos, para capturas em armadilhas e isca tóxica. ROBACKER (1991) determinou que a idade e condição das moscas-das-frutas influem na resposta atrativa da proteína, sendo que as recém emergidas e não férteis são menos atraídas por esta substância. Quando as moscas têm "fome de proteína" são muito mais atraídas.

MALAVASI et al. (1990) testaram a ação atrativa, para adultos de *Anastrepha grandis* (Macquart) e *A. fraterculus* de hidrolisado de proteína, fermento torula e melado de cana-de-açúcar. Concluíram que ambas espécies foram muito mais capturadas nos dois primeiros atrativos. BRAUN et al. (1993) testaram o vinagre de vinho, açúcar mascavo, melado de cana, melado de sorgo, suco de tangerina, suco de uva e vinagre de laranja para a captura de *Anastrepha* spp. Dentre estes, os atrativos mais eficientes foram suco de tangerina, melado de sorgo, melado de cana, açúcar mascavo e suco de uva. Já KOVALESKI et al. (1995) testaram alguns destes atrativos e concluíram que o suco de uva foi o melhor. VELOSO et al. (1994) testaram sucos de laranja, de manga, de jaboticaba, de maracujá, de goiaba e de ciringuela e observaram capturas semelhantes entre eles. Pode-se concluir que não existe uma regra única orientando quais os melhores atrativos para moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*. Assim, modos,

meios e processos de atração dos adultos, especialmente das fêmeas de *A. fraterculus*, estão para ser estudados e esclarecidos.

O objetivo deste trabalho foi testar a atratividade de sucos de frutas, naturais e adoçados, para a captura de adultos de *A. fraterculus*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na região de Pelotas-RS, foi determinado (SALLES, 1995) que a mosca-das-frutas, *A. fraterculus*, infesta 24 espécies de frutos, sendo que, entre estes, existem os considerados como grandes multiplicadores desta espécie. Estes e outros frutos, com oferta abundante na região, foram usados neste trabalho (Tabela 1).

O suco dos frutos foi obtido pelo processo de fervura comum. Colocava-se quatro quilos de frutos e quatro litros de água num recipiente e deixava-se ferver, por cerca de uma hora. Após, o suco era coado e, então, retirava-se dois litros e, no restante, adicionava-se açúcar cristal comum, até atingir à 40 graus Brix. Este nível foi medido através de um refratômetro manual. Os sucos foram armazenados em câmara frigorífica, à zero grau, desde sua fabricação até o final do experimento. No dia anterior à colocação nas armadilhas, os sucos eram preparados, ou seja, diluídos em água na concentração de 20% (v/v).

A armadilha usada no experimento foi do tipo frasco de soro (SALLES, 1995) e, em cada armadilha, colocava-se 300 ml desta solução. As armadilhas foram colocadas em pomar de pessegueiro, cv. Esmeralda, com 6 anos, área aproximada de 4 ha, rodeado de outros pomares de pessegueiro, na localidade Monte Bonito, em Pelotas, RS. Para cada tratamento, haviam quatro armadilhas. Deixaram-se

**TABELA 1** – Espécies de frutos utilizados no preparo dos sucos, grau brix e data de fabricação. Pelotas-RS, 1994/95

Nome comum	Nome científico	Grau Brix natural	Data de fabricação
Nêspera	<i>Eriobotrya japonica</i>	6,0	12/11/93
Cereja do mato	<i>Eugenia involucrata</i>	3,0	25/11/93
Laranja crioula	<i>Citrus sinensis</i>	6,0	07/11/93
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	6,0	10/12/93
Pêssego	<i>Prunus persica</i>	6,0	10/12/93
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	6,5	15/12/93
Amora preta	<i>Rubus urticaefolius</i>	4,0	20/12/93
Maçã	<i>Pyrus malus</i>	6,5	10/02/94
Araçá amarelo	<i>Psidium araça</i>	6,0	01/03/94
Feijoa	<i>Feijoa sellowiana</i>	4,0	02/03/94
Butiá	<i>Butia</i> sp.	5,0	02/03/94
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	4,0	12/04/94

duas plantas e uma fileira de plantas como bordadura, entre armadilhas. Em 5 de outubro de 1994, foram instaladas as armadilhas no pomar. Estas foram monitoradas uma vez por semana, ao longo das 13 semanas de desenvolvimento deste trabalho.

Quando da coleta, as moscas-das-frutas eram removidas, sexadas e contadas. A solução de suco era substituída a cada coleta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de moscas-das-frutas *A. fraterculus*, no local deste experimento, foi relativamente baixa, em comparação com anos anteriores (Salles, L.A.B., informação pessoal). Esta afirmação baseia-se no fato de ter sido incluído, no experimento, o atrativo e armadilha usuais na região (suco de pêssego e armadilha frasco-de-soro) e, neste período do ano, normalmente ocorrem maiores capturas. Todavia, ocorreram capturas consistentes, ao longo das 13 semanas do trabalho.

Apesar de que, na região, cerca de 95% das *Anastrepha* capturadas em armadilhas são *A. fraterculus* (SALLES e KOVALESKI, 1990), sempre que se observou alguma mosca com aparência diferente, a mesma foi descartada.

Para a análise dos resultados (Tabela 2), optou-se por considerar os números absolutos das capturas, que poderão refletir, com maior realidade, o potencial atual e futuro de atratividade e captura, em cada suco e na sua condição de uso, sem que, necessariamente, se desejasse estabelecer uma competição de atratividade, mas sim a constatação do fato.

O maior benefício do uso das armadilhas para controle seria quando o atrativo viesse a capturar maior proporção de moscas-das-frutas fêmeas, pois partiu-se do pressuposto de que, para cada fêmea capturada, haveria diminuição direta do potencial de infestação. Assim, as maiores capturas de fêmeas, nos atrativos naturais foram, em ordem decrescente, no pêssego, guabiroba, laranja crioula, amora preta e araçá. As maiores capturas de fêmeas foram nos sucos adoçados de araçá, guabiroba, feijoa, pêssego e goiaba (Tabela 2). O uso de um ou outro atrativo depende da disponibilidade, obtenção do fruto e do custo de obter o suco natural ou adoçado. É importante considerar que o fato de um suco puro capturar menos fêmeas do que o adoçado (p.ex. suco de pêssego, 21 fêmeas no suco puro e 25 fêmeas no adoçado), poderia ser facilmente compensado com o aumento do número de armadilhas para aumentar a captura, ao invés da adição de açúcar.

As menores capturas de fêmeas foram nos sucos naturais de abacaxi, feijoa, cereja do mato, goiaba e nêspera. As menores capturas de fêmeas foram nos sucos adoçados de laranja crioula, abacaxi, amora preta e nêspera (Tabela 2). Certamente, que estes atrativos deveriam ser os menos desejados, porém, as considerações feitas sobre a disponibilidade, facilidade e custo de obtenção, com a possibilidade de aumentar o número de armadilhas, também deveriam ser considerados.

Os maiores aumentos de capturas, quando o suco de fruta foi adoçado, foram observados nos sucos de araçá, feijoa, goiaba, guabiroba e cereja do mato (Tabela 2). Assim, havendo oferta e condições de uso

**TABELA 2** - Total de adultos de *Anastrepha fraterculus* capturados em sucos de frutas. Pelotas-RS, 1994/95

Atrativo	Natural			Adoçado			Aumento*
	Macho	Fêmea	Total	Macho	Fêmea	Total	
Nêspera	10	13	23	11	20	31	7
Cereja do mato	5	12	17	16	22	38	10
Goiaba	13	12	25	19	23	42	11
Laranja crioula	12	18	30	11	14	25	3
Abacaxi	15	11	26	14	20	34	9
Pêssego	16	21	37	19	25	44	4
Guabiroba	15	20	35	21	31	52	11
Amora preta	13	17	30	15	20	35	3
Maçã	5	15	20	12	21	33	6
Araçá	5	16	21	12	34	46	18
Feijoa	12	11	23	25	28	53	17
Butiá	11	15	26	13	22	35	7

\* aumento de captura de fêmeas em relação ao suco natural.

destes sucos, adoçá-los talvez possa ser vantajoso técnica e economicamente.

As maiores capturas totais foram em sucos naturais de pêssego, guabiroba, amora preta e laranja crioula e nos sucos adoçados de feijoa, guabiroba, araçá, pêssego e goiaba (Tabela 2).

A análise conjunta destes resultados e dos atrativos já testados para *A. fraterculus* (MALAVASI et al., 1990; BRAUN et al., 1993; VELOSO et al., 1994; KOVALESKI et al., 1995) propiciam uma oferta bastante diversificada, indicando uma ampla possibilidade de escolha, principalmente para substituir os atrativos menos eficientes, como o vinagre de vinho, hidrolisado de proteína e melados.

### CONCLUSÕES

- Os sucos de frutas naturais que mais capturaram fêmeas foram os de pêssego, guabiroba, laranja crioula, amora preta, araçá; quando adoçados, foram os de araçá, guabiroba, feijoa, pêssego e goiaba.

- Em geral, a adição de açúcar ao suco natural de frutas aumenta a captura de ambos sexos da mosca-das-frutas, exceto em laranja crioula.

- As maiores capturas totais de mosca-das-frutas, em sucos naturais, foram nos de pêssego, guabiroba, amora preta e laranja crioula; nos sucos adoçados, foram nos de feijoa, guabiroba, araçá, pêssego e goiaba.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- BATEMAN, M.A.; MORTON, T.C. The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies (Family: Tephritidae). *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, v. 32, p. 883-903. 1981.
- BRAUN, J.; MORAES, L.A.; PORTO, O.M. Atrativos para as moscas-das-frutas *Anastrepha* spp (Diptera: Tephritidae) em citrus. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 15, p. 77-88, 1993.
- CHRISTENSON, L.E.; FOOTE, R.E. Biology of fruit flies. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 5, p. 171-192, 1960.
- CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J.S.; SOUZA, H.M.L. Visual responses of South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. *Environmental of Entomology*, College Park, v. 11, p. 1202-1210, 1982.
- KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G.; NORA, I.; HUMERES, E. Determinação da eficiência de atrativos alimentares na captura de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em macieira no RS e SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15. Piracicaba, 1995. *Anais...* Piracicaba: USP, 1995. p. 606.
- LANDOLT, P.J.; REED, H.C. Behaviour of the papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) host finding and oviposition. *Environmental of Entomology*, College Park, v. 19, p. 1305-1310, 1990.
- LIMA, I.S. Semioquímicos das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): revisão. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 21, p. 437-452, 1992.
- MALAVASI, A.; DUARTE, A.L.; CABRINI, G.; ENGLESTEIN, M. Field evaluation of three baits for south American curcubit fruit fly (Diptera: Tephritidae) using McPhail traps. *Florida Entomologist*, Gainesville, v. 73, p. 510-512, 1990.
- NORRBOM, A.L.; KIM, K.C. A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). USDA-ARS APHIS 81-52, Washington, 1988. 114 p.
- ROBACKER, D.C. Specific hunger in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) effects on attractiveness of proteinaceous and fruit derived lures. *Environmental of Entomology*, College Park, v. 20, p. 1680-1686, 1991.
- ROBACKER, D.C.; GARCIA, J.A.; HART, W.G. Attraction of a laboratory strain of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) to the odor of fermented chapote fruit and to pheromone in laboratory experiments. *Environmental of Entomology*, College Park, v. 19, p. 403-408, 1990.
- SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Moscas-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. *HortuSul*, Pelotas, v. 1, p. 5-9, 1990.
- SALLES, L.A.B. Bioecologia e control da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995. 58 p.
- VELOSO, V.R.S.; FERNANDES, P.M.; ROCHA, M.R.; QUEIROZ, M.V.; SILVA, R.M.R. Armadilhas para monitoramento e controle das moscas-das-frutas *Anastrepha* spp e *Ceratitis capitata*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Viçosa, v. 23, p. 487-493, 1994.
- VISSER, J.H. Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 31, p. 121-144, 1986.

## POTENCIAL DE VARIEDADES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE MILHO EM CONDIÇÕES ADVERSAS DE AMBIENTE

DILSON ANTÔNIO BISOGNIN<sup>1</sup>, OLIVIO CIPRANDI<sup>2</sup>, JEFFERSON LUÍS MEIRELLES COIMBRA<sup>3</sup>, ALTAMIR FREDERICO GUIDOLIN<sup>4</sup>

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar o potencial de uso de variedades de polinização aberta em condições adversas de ambiente foram testados 46 genótipos de milho nos anos agrícolas de 1993/94 e 1994/95, sendo 34 variedades crioulas, 9 melhoradas e 3 híbridos comerciais como testemunhas. O delineamento experimental utilizado foi o látice parcialmente balanceado (6 x 6), com três repetições, e a unidade experimental duas fileiras espaçadas por 1 m de 5,0 m de comprimento. Não foram efetuadas a correção do solo (pH 5,1), adubação nitrogenada e controle de pragas e moléstias. As variedades de polinização aberta apresentaram potencial produtivo similar aos híbridos e podem ser recomendadas para o cultivo em propriedades agrícolas de baixo poder aquisitivo. Algumas variedades crioulas, devido ao potencial produtivo aliado a outras características de interesse agrônomo, devem receber a atenção dos melhoristas em futuros trabalhos de melhoramento genético.

*Palavras-chave:* Milho; competição de variedade; *Zea mays* L.

## POTENTIAL OF OPEN CROSS CORN CULTIVARS IN ADVERSE ENVIRONMENT CONDITIONS

**ABSTRACT** – Aiming to evaluate the potential of open cross corn cultivars in adverse environment conditions, 46 corn genotypes were tested in 1993/94 and 1994/95. There were 34 landrace cultivars, 9 improved varieties and 3 commercial hybrids, used as control. The experimental design was the lattice (6 x 6), which 3 replications and two 5 m long rows as experimental units. No were realized soil correction (pH 5.1), nitrogen fertilization and pests control. The open cross cultivars showed similar yield potential to the commercial hybrids, and can be recommended to be used in low financial support rural properties. Some landrace cultivars, due to it's yield potential combined which others agronomic interesting traits, deserve more attention from breeders in future works.

*Key words:* Corn; Variety competition; *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O milho é o principal produto agrícola da Santa Catarina em termos de volume de produção e número de produtores que se dedicam ao seu cultivo. Segundo o INSTITUTO CEPA (1993) no ano de 1992 foram cultivados 1 087 255 ha com este cereal, atingido uma produção de 3 261 006 t, o que corresponde a uma produtividade de 3 000 kg/ha, muito abaixo do potencial produtivo da cultura, avaliado em experimentos, que ultrapassaram a 12 000 kg/ha. Este cereal tem importância como atividade comercial, o milho é a base da alimentação de suínos e aves, atividades de suma importância para Santa Catarina, além de dar suporte a uma série de outras atividades

de subsistência do pequeno produtor rural, podendo ainda constituir na sua principal fonte de alimentação.

Do total da área cultivada no Estado, em 77% são utilizadas sementes fiscalizadas (híbridos e variedades de polinização aberta), enquanto que o restante da área é cultivada com sementes de variedades crioulas ou híbridas de segunda e terceira gerações, produzidas pelo agricultor em sua propriedade agrícola (INSTITUTO CEPA, 1988). Apesar do uso em grande escala de cultivares híbridas, a produtividade média continua baixa. Este fato não é decorrente do potencial produtivo dos híbridos, mas sim das condições de cultivo desfavoráveis, principalmente da inadequada densidade de semeadura, acidez e baixa fertilidade do solo. A

1. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, Camobi, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/BRASIL.

2. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. do Departamento de Solos do Centro Agroveterinário - UDESC, Av. Luiz de Camões 2090, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/BRASIL.

3. Aluno do Curso de Agronomia - Centro Agroveterinário da UDESC. Bolsista do CNPq.

4. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. do Departamento de Zootecnia do Centro Agroveterinário - UDESC, Av. Luiz de Camões 2090, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/BRASIL.

ausência de condições favoráveis para o cultivo dos híbridos é consequência da condição econômica vivida pelos produtores que sem poder aquisitivo não adquirem corretivos e fertilizantes nas quantidades necessárias. Para SHAUN (1990) 50% da produção brasileira de milho é obtida em áreas inferiores a 10 ha, cujos produtores não apresentam condições econômicas para a compra de sementes, o que inviabiliza a utilização de híbridos. A aquisição de semente híbrida é inviabilizada pelo fato de que o

produtor necessita vender o equivalente a 15 kg de grão para adquirir 1 kg de semente.

Tendo em vista que eram cultivadas aproximadamente 40% da área de milho do Estado com variedades de polinização aberta (EMPASC, 1986) e que o emprego de sementes híbridas, em muitos anos, não se justificava pelo baixo nível tecnológico empregado nas lavouras, foi realizado este trabalho com objetivo de avaliar o potencial de uso das variedades de polinização aberta em

**TABELA 1 – Estatura de planta, rendimento de grãos e percentagem em relação a melhor testemunha de 36 genótipos de milho avaliados no ano agrícola de 1993/94**

Genótipo e Origem	Tipo de Variedade	Estatura de Planta (cm)	Rendimento (kg/ha)	% da melhor Testemunha
IAC-Maia	melhorada	240,5	5542 a*	123,2
BR 106	melhorada	198,6	5449 a	121,1
Palha Roxa-MG	crioula	275,4	5338 a	118,7
Branção-PR	crioula	249,7	5181 a	115,2
Comp.Sel.Mineiro	crioula	231,6	5093 a	113,2
CMS-5202	melhorada	140,9	4908 a	109,1
Asteca-SC	crioula	230,2	4871 a	108,3
Campeão-PR	crioula	224,0	4861 a	108,1
Astequinha-PR	crioula	240,7	4779 a	106,3
Carioca-PR	crioula	198,5	4741 a	105,4
EMPASC-151	melhorada	173,9	4723 a	105,0
Asteca-VA	crioula	258,7	4701 a	104,5
Maia Antigo-MG	crioula	251,7	4646 a	103,3
Nitrodente-RJ	melhorada	166,8	4645 a	103,3
Cravinho-ES	crioula	266,1	4626 a	102,9
IAC-Taiúba	melhorada	185,2	4625 a	102,8
Nitroflint-MG	melhorada	165,6	4530 a	102,9
<b>BR 201</b>	<b>híbrida</b>	<b>193,1</b>	<b>4498 a</b>	<b>100,0</b>
Tabuinha	crioula	195,1	4491 a	99,8
Vargem Dourada-MG	crioula	228,8	4490 a	99,8
Amarelo Paulista-PR	crioula	260,6	4485 a	99,7
Argentino-PR	crioula	217,3	4465 a	99,3
Amarelão-SC	crioula	230,9	4419 a	98,3
Quarentão-MG	crioula	210,9	4396 a	97,7
Asteca-MG	crioula	257,4	4374 a	97,3
Bico de Ouro-PR	crioula	200,8	4352 a	96,8
Cajano Sobália-MG	crioula	215,6	4214 a	93,7
Amarelão-MG	crioula	220,6	4195 a	93,3
Pedra Dourada-MG	crioula	217,0	3997 a	88,9
Cajano Alegre-ES	crioula	250,5	3753 a	83,4
XL 560	híbrida	144,4	3630 a	80,7
Palha Roxa-PR	crioula	165,6	3605 a	80,2
Cunha Branco-SC	crioula	233,2	3604 a	80,1
Palha Roxa-RS	crioula	207,5	3301 a	73,4
Sabugo Fino-RS	crioula	200,3	3272 a	72,7
Macabu Alegre-ES	crioula	198,7	3215 a	71,5
<b>Média Geral</b>		<b>214,7</b>	<b>4445</b>	<b>98,9</b>

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

condições adversas de ambiente, comparando com híbridos comerciais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 1993/94 e 1994/95, como parte do Ensaio Nacional de Milho Crioulo, numa área pertencente aos assentamentos do município de Lebon Régis, SC, representativa das condições edafoclimáticas do local.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens não sendo realizada a correção do solo (pH em água 5,1).

O delineamento experimental utilizado foi o látice parcialmente balanceado (6 x 6), com três repetições. Foram avaliados 46 genótipos de milho nos dois anos, sendo 34 variedades crioulas, nove melhoradas e, como testemunhas, três híbridos comerciais. A unidade experimental foi formada por duas fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 1,0 m, sendo todas as plantas avaliadas quanto a estatura (medida do nível do solo até a inserção da folha bandeira) e quanto ao rendimento de grãos (a 13% de umidade). A semeadura foi realizada em 02/11/1993 e 22/11/1994, em covas separadas 0,40 m. Por ocasião do desbaste foram deixadas duas plantas por cova, correspondendo a uma densidade de 50 000 plantas/ha.

O controle de plantas daninhas foi executado com capinas manuais, visando simular as condições de cultivo empregadas por aqueles produtores. Não foi realizada adubação por ocasião da semeadura e de cobertura, controle de pragas e moléstias, visto não serem estas práticas utilizadas pela maioria dos produtores de baixo poder aquisitivo.

Os dados de estatura e rendimento de grãos foram submetidos a uma análise de variância com posterior comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a característica rendimento de grãos também foi calculada a percentagem de variação em relação a melhor testemunha (híbrido mais produtivo no referido ano agrícola).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de condução do experimento (Tabela 1) foi verificado para algumas variedades estatura de planta elevada com diferença de até 73 cm (Cravinho-ES) em relação ao híbrido de maior produtividade (BR 201). A redução de estatura de planta é uma característica que o melhoramento genético tem buscado quando o objetivo é utilizar maiores densidades de semeadura e níveis de adubação sem problemas com a incidência de

acamamento. A grande diferença de estatura de planta pode ser explicada pelo fato das variedades não terem sido anteriormente submetidas a seleção artificial para sua redução e/ou por serem estas plantas adaptadas a densidades de semeadura menores, em contraste com aquela recomendada e utilizada para o cultivo de híbridos. A alta estatura com consequência da utilização de maiores densidades de semeadura pode ser relacionada com a competição por espaço entre plantas da população de polinização aberta.

Com relação ao rendimento de grãos, foi verificado que 17 variedades de polinização aberta apresentaram rendimento, em termos absolutos, superior a melhor testemunha (100%), sendo 10 crioulas e 7 melhoradas. Dentre estas 17 variedades de polinização aberta (7 crioulas e 4 melhoradas) 11 produziram 5% acima do híbrido mais produtivo, tomado como padrão; sendo que o genótipo IAC-Maia (variedade melhorada) foi o de maior rendimento de grãos. Este parâmetro de superioridade em 5% no rendimento em relação a melhor testemunha é o padrão mínimo utilizado para recomendação de novas cultivares para a maioria das culturas. Se considerarmos o nível de produtividade de 80%, indicado por GERAGE (1991) como sendo a produtividade média atingida pelas variedades de polinização aberta em relação aos híbridos, verifica-se que apenas três das 34 variedades avaliadas não atingiram este patamar, ou seja, menos de 10% das variedades, sendo todas crioulas.

No ano agrícola de 1994/95 (Tabela 2) o genótipo mais alto (Caiano Alegre-ES) apresentou 78,3 cm a mais que o híbrido mais produtivo (BR 205). Em geral, as variedades de polinização aberta apresentaram maior porte de planta do que os híbridos, o que era de se esperar, pois os híbridos são selecionados para baixa estatura de planta. Contudo, o maior porte das melhores variedades de polinização aberta parece não ser limitante para o uso comercial, uma vez que os maiores rendimentos foram obtidos com estas; além do fato que somente duas delas podem ser consideradas de porte alto, por superarem o valor de 260 cm comumente estabelecido para classificar o porte alto.

Os resultados obtidos nos dois anos de condução do experimento mostram que a estatura de planta das variedades de polinização aberta, principalmente as crioulas, é bem maior que a dos híbridos. Esta alta estatura determina a espiga, por estar localizada muito acima do nível do solo, exerça pressão pelo seu peso sobre o colmo, levando ao acamamento ou quebraimento de colmo. Por outro lado, a alta estatura de planta favorece o rápido sombreamento do solo e aumenta a capacidade competitiva por prejudicar o

desenvolvimento das plantas daninhas e determinar, num menor efeito destas, na redução do rendimento de grãos (SANTOS et al., 1987), podendo até certo ponto ser considerada esta característica de porte alto desejável em áreas de difícil controle químico ou mecânico das mesmas. Com relação ao rendimento de grãos constatou-se novamente que entre os genótipos mais produtivos, em termos absolutos, aparecem algumas variedades crioulas e melhoradas.

Oito variedades de polinização aberta apresentaram percentagem de rendimento superior a 5% em relação a melhor testemunha (BR 205), sendo 3 melhoradas e 5 crioulas. Ao considerar o patamar de 80%, verificou-se que 24 variedades de polinização aberta apresentaram este nível de rendimento, sendo 6 melhoradas e 18 crioulas. O teste de Tukey a 5% de probabilidade diferenciou somente dois grupos quanto ao rendimento de grãos, dentro do grupo de maior

**TABELA 2 – Estatura de planta, rendimento de grãos e percentagem em relação a melhor testemunha de 36 genótipos de milho avaliados no ano agrícola de 1994/95**

Genótipo e Origem	Tipo de Variedade	Estatura de Planta (cm)	Rendimento% da melhor (kg/ha) Testemunha	
Carioca-PR	crioula	274,9	6305 a*	157,2
Nitrodente-RJ	melhorada	241,4	5619 ab	140,1
Caiano Sobrália-MG	crioula	248,6	5348 ab	133,1
Cana Amarela-RS	crioula	263,5	4769 ab	118,9
IAC Taiúba	melhorada	237,7	4684 ab	116,8
Bico de Ouro-PR	crioula	257,6	4640 ab	115,7
Asteca-SC	crioula	280,8	4458 ab	111,1
Nitroflint-MG	melhorada	233,9	4301 ab	107,2
BR 205	híbrida	216,7	4011 ab	100,0
Astequinha-PR	crioula	265,9	4009 ab	100,0
Palha Roxa-PR	crioula	251,8	3884 ab	96,8
Amarelão-MG	crioula	248,5	3845 ab	95,8
BR 201	híbrida	222,0	3825 ab	95,4
Amarelão Saudades-SC	crioula	265,9	3764 ab	93,8
BR 106	melhorada	253,5	3731 ab	93,0
Brancão-PR	crioula	273,8	3727 ab	92,9
Tabuinha-PR	crioula	254,7	3633 ab	90,6
Campeão-PR	crioula	241,8	3627 ab	90,4
Amarelão-SC	crioula	230,5	3556 ab	88,7
Pedra Dourada-MG	crioula	286,4	3541 ab	88,3
CMS 473	melhorada	208,4	3473 ab	86,6
Palha Roxa-MG	crioula	275,0	3452 ab	86,1
Quarentão Sansão-MG	crioula	244,8	3403 ab	84,8
Caiano Alegre-ES	crioula	295,0	3319 ab	82,7
CTA ZM-MG	melhorada	242,5	3305 ab	82,4
Ancar-CE	crioula	257,1	3251 ab	81,1
Estufa Paiol-ES	crioula	243,4	3151 ab	78,6
Maia Antigo-MG	crioula	240,9	3131 ab	78,1
Quarentão-Mg	crioula	290,1	3125 ab	77,9
Roxo Seara-SC	crioula	241,1	2496 ab	73,4
Milho Massa-CE	crioula	262,5	2752 ab	68,6
Vargem Dourada-MG	crioula	275,1	2732 b	68,1
Amarelo Paulista-PR	crioula	266,6	2604 b	64,9
Argentino-PR	crioula	229,7	2566 b	64,0
Macabu Alegre-ES	crioula	235,4	2468 b	61,5
Miúdo-MA	crioula	285,8	2326 b	58,0
Média Geral	254,0	3690	92,3	

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

produtividade foi detectada uma amplitude de 3 553 kg/ha entre os genótipos extremos (Carioca e Milho Massa-CE) de maior e menor rendimento, respectivamente. Isto corresponde a ocorrência de uma diferença de 43% para o caráter rendimento de grãos, que apesar de não ser discriminado pelo teste de médias utilizado, revela uma diferença expressiva em termos de valor biológico para o caráter.

Na comparação entre os dois anos de condução do experimento verificou-se que no segundo ano houve uma maior variação no rendimento entre os genótipos (de 2 270 kg/ha para 3 979 kg/ha), apesar da média ter sido inferior. Além disto, o rendimento dos genótipos mais produtivos, em termos absolutos, foi maior no segundo ano, o que permitiu diferenciar, de forma mais efetiva, o potencial produtivo dos genótipos. Neste ano ocorreram rendimentos de variedades de polinização aberta da ordem de 57,2 e 40,1% superiores em relação a melhor testemunha, respectivamente para as variedades crioula Carioca e a melhorada Nitrodente-RJ. Estes resultados discordam com os apresentados por SANGOI (1990) que constatou que os híbridos foram superiores em rendimento de grãos, sendo que a maior variabilidade genética das populações não resultou em aumento de rendimento em condições de estiagem ou de menor disponibilidade de nutrientes no solo.

De maneira geral, a comparação da média geral entre os diferentes grupos de cultivares nos dois anos de cultivo evidencia a manutenção da produtividade das variedades crioulas e melhoradas. A alta variabilidade fenotípica apresentada pelas variedades de polinização aberta, supostamente também seja genética, pode ser considerada o principal responsável pela pequena variação de produtividade ao longo dos anos, apesar de não ser garantia de alta estabilidade do rendimento de grãos e de baixa exigência em condições de ambiente de cultivo

A expectativa de maior rendimento dos híbridos em relação as variedades de polinização aberta se deve ao fato de que a geração F1 exhibe heterose. A heterose é resultante da combinação dos genes favoráveis que aparecem em grande frequência na condição heterozigota e/ou homozigota dominante (PATERNIANI e MIRANDA FILHO, 1987). Entretanto, este tipo de genótipo apresenta como desvantagem a perda de 50% da heterose pela redução de 50% da heterozigose a cada geração de autofecundação, ou seja, a cada geração que o agricultor reutilizar esta semente, o que levará a redução do rendimento de grãos. Em milho, GAMA et al. (1985) observaram o aumento do ciclo, da estatura de planta e da altura de espiga, como efeitos da depressão endogâmica. Para o rendimento de grãos, a redução média foi de 20, 30,5 e 27%, respectivamente para os híbridos duplo, triplo e simples.

Por outro lado, as variedades de polinização aberta permitem que o produtor produza sua semente a partir da parte de grãos colhidos na safra, desde que não ocorra cruzamento com outras variedades e que ele faça uma colheita aleatória das espigas para sementes do próximo ano, por vários anos sem que ocorram perdas significativas no rendimento e outras características. Isto é importante considerando-se a situação econômica de muitos produtores rurais que não dispõem, muitas vezes, de recursos financeiros para a aquisição de insumos. Os agricultores do Oeste e Meio Oeste Catarinense, regiões responsáveis por mais de 50% do PIB agropecuário do Estado foram classificados em, viabilizados (36%) com Renda Operacional Agrícola (ROA) acima de US\$ 4 200.00 anuais, viabilizáveis (36%) com ROA entre US\$ 2 200.00 e US\$ 4 200.00 anuais e em exclusão (28%) com ROA inferior a US\$ 2 200.00 anuais. Para estas mesmas regiões, segundo dados do IBGE para 1991, os 50% dos produtores mais pobres apresentam uma renda monetária bruta inferior a 10 salários mínimos anuais (TESTA et al., 1996). Dentro deste contexto, o que os resultados dos experimentos mostram é que para aqueles produtores que não possuem condições para a utilização de técnicas de alta produtividade, o uso de variedades de polinização aberta é uma alternativa viável, sem deixar a desejar para variedades híbridas em termos de rendimento de grãos em condições adversas para o cultivo.

A alta uniformidade das cultivares híbridas reduz a sua capacidade de adaptação tornando-as mais exigentes em relação as condições ambientais necessárias para expressar o potencial produtivo. Por esta razão, um híbrido quando exposto a condições adversas de ambiente, frequente na maioria das pequenas propriedades, expressa uma produtividade inferior ao seu potencial genético que não justifica o seu uso. Por outro lado, a ampla base genética das variedades de polinização aberta confere maior capacidade de adaptação as variações do ambiente e estima-se que, em média, as variedades atuais atingem cerca de 80 a 90% da produtividade apresentada pelos híbridos, tendendo a aproximação destes na medida em que as condições do meio são menos favoráveis (GERAGE, 1991). COELHO et al. (1988) observaram diferenças entre as variedades CMS 12 e CMS 06 quanto a exigência na melhoria das condições ambientais, e entre CPJ VI e Maia 21, quanto a estabilidade de rendimento. Boa estabilidade de rendimento para todas as variedades e híbridos intervartais foi encontrado por LOPES et al. (1985), porém com diferença de resposta em estabilidade tanto entre variedades quanto entre híbridos intervartais.

Outro aspecto a ser considerado é que a existência de variabilidade genética é o principal

requisito para que os melhoristas possam efetuar a seleção de genótipos portadores de características desejáveis nos programas de melhoramento genético. Neste sentido, a avaliação das variedades crioulas utilizadas no Brasil não têm importância apenas para os produtores mas também para melhoristas, os quais poderão identificar características importantes em variedades crioulas que possam ser utilizadas nos programas de melhoramento de milho. A síntese de variedades melhoradas a partir de um grupo de variedades crioulas com características complementares também deve ser considerada, tanto para a manutenção da variabilidade genética atualmente disponível quanto para seu uso pelos produtores. Portanto, o uso de variedades de polinização aberta bem como a síntese de novas populações a partir de variedades crioulas com características complementares, é fundamental para a manutenção da variabilidade genética do milho, que pode ser utilizada em futuros trabalhos de melhoramento genético.

### CONCLUSÕES

Os dados obtidos nos experimentos permitem concluir que algumas variedades crioulas e melhoradas possuem potencial de produtividade similar aos híbridos sob condições de menor nível tecnológico. A facilidade de produzir sementes e o custo reduzido recomendam a utilização das variedades de polinização aberta de milho. Além disso, as variedades crioulas possuem características altamente desejáveis e merecedoras de atenção em futuros trabalhos de melhoramento.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- COELHO, A.M. et al. Estimativa da estabilidade de produção em cultivares de milho para o Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 9, p.1015-1124, 1988.
- EMPASC. Novas variedades de milho. *Boletim de divulgação das variedades EMPASC 151-Condá e EMPASC 152-Oeste*, Florianópolis, 1986.
- GAMA, E.E.G. et al. Efeito depressivo da andogamia em gerações avançadas de quatro tipos genéticos de híbridos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 11, p. 1293-1300, 1985.
- GERAGE, A.C. Caracterização das cultivares. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO DO PARANÁ. *A cultura do milho no Paraná*. Londrina: 1991. 277 p.
- INSTITUTO CEPA. *Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 1987/88*. Florianópolis, 1988. 403 p.
- INSTITUTO CEPA. *Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 1993*. Florianópolis, 1993. 183 p.
- LÓPES, M.A.; GAMA, E.E.G.E.; MAGNAVACA, R. Estabilidade da produção de grãos de seis variedades de milho e seus respectivos híbridos intervarietais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 44, p. 427-431, 1985.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, C.P. *Melhoramento e produção de milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 217-274.
- SANGOI, L. Comportamento de variedades e híbridos de milho em duas densidades de semeadura e dois níveis de fertilizantes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n.12, p.1715-1725, 1990.
- SANTOS, J.A.C. et al. Influência de portes de cultivares, números de capinas e épocas de colheita sobre a incidência de plantas daninhas e produção de grãos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 5, p. 501-503, 1987.
- SHAUN, N.M. Sementes de variedades de milho x pequenos agricultores brasileiros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.165, p. 8-12, 1990.
- TESTA, V.M, R.; MIOR, L. C.; BADISSERA, I.T. E.; CORTINA, N. *O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense*. Florianópolis: EPAGRI. 1996. 247 p.

## AValiaÇÃO DO Crescimento Inicial de Milho Semeado em Restevas de Aveia-Preta e Ervilhaca Manejadas com e sem Herbicida

NILSON GILBERTO FLECK<sup>1</sup>, RODRIGO NEVES<sup>2</sup>, CRISTIANE AMARO DA SILVEIRA<sup>3</sup>

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar o crescimento inicial do milho semeado em resteva de aveia-preta e de ervilhaca, manejadas com e sem herbicida, realizou-se experimento em casa-de-vegetação, na Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS. Os tratamentos constaram de vários sistemas utilizados em pré-semeadura do milho (aplicação dos herbicidas glyphosate ou 2,4-D sobre plantas de aveia-preta ou sobre o solo sem plantas; semeadura do milho sobre resteva de aveia-preta ou de ervilhaca não tratadas por herbicidas; e semeadura do milho tanto na ausência de resteva dessas espécies como de aplicação herbicida). Também foram testadas três épocas de semeadura de milho (0, 11 e 22 dias após as aplicações herbicidas). Não se observou interações entre os fatores testados; entretanto, verificou-se diferenças significativas para matéria seca das plantas de milho quando semeadas em diferentes intervalos após aplicações dos herbicidas. A aplicação de 2,4-D ou de glyphosate não afetou o crescimento das plantas de milho; porém, as culturas antecessoras de aveia-preta ou ervilhaca reduziram o desenvolvimento destas. A combinação do uso de herbicidas e de aveia-preta afetou as plantas de milho de modo similar à aveia-preta sozinha.

*Palavras-chave:* *Avena strigosa*; *Vicia sativa*; 2,4-D; glyphosate; semeadura direta.

## EVALUATION OF INITIAL GROWTH OF CORN SEEDING INTO OATS AND HAIRY VETCH COVER CROPS MANAGED WITH AND WITHOUT HERBICIDES

**ABSTRACT** – With the purpose of evaluating initial growth of corn seeded into oats or hairy vetch cover crops, managed with and without herbicide, a trial was conducted in greenhouse, in the Agronomy School of UFRGS, in Porto Alegre, RS, Brazil. Treatments consisted of several systems tested in corn pre-seeding (application of the herbicides 2,4-D or glyphosate over oat plants or over the soil without this crop; corn seeded into oats or hairy vetch cover crops not treated with herbicides; and corn seeded in soil without cover crops, as well as without herbicide application). There were also tested three corn seeding dates (0, 11 and 22 days after herbicide applications). There were not observed interactions between factors tested; nevertheless, significant differences occurred for corn plants dry matter when the crop was seeded at various intervals after herbicide applications. Glyphosate or 2,4-D applications did not affect corn plants growth; however, precedent crops of oats or hairy vetch reduced development of these plants. The combination of herbicide application and of oats cover crop affected corn plants growth in a similar manner as did oats alone.

*Key words:* *Avena strigosa*; *Vicia sativa*; 2,4-D; glyphosate; no-till system.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, no Estado do Rio Grande do Sul, existe um crescente interesse em técnicas relacionadas com manejo do solo e rotação de culturas, com a finalidade de evitar perdas de solo por erosão, bem como melhorar as condições de desenvolvimento das espécies cultivadas envolvidas no sistema.

A utilização de aveia-preta (*Avena strigosa* S.) ou aveia-branca (*Avena sativa* L.) e de ervilhaca (*Vicia*

*sativa* L.) tem o objetivo de fornecer cobertura ao solo (PÖTTKER e ROMAN, 1993). Mais precisamente, quando são utilizadas leguminosas e o milho como cultura em sucessão, os resultados obtidos mostram, na maioria das vezes, uma economia significativa de adubos nitrogenados (UTOMO et al., 1990).

O acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo acarreta aumento da atividade biológica, na mineralização do material orgânico e, conseqüentemente, em transformações do N-amoniaco. Deve-se

1. Eng. Agr., PhD. - Prof. Aposentado do Depto. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

2. Eng. Agr. - Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Fac. de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre - RS/BRASIL.

3. Aluna de Graduação - Fac. de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre - RS/BRASIL. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

Recebido para publicação em 24/09/1996.

considerar que a relação C/N influencia diretamente a taxa de mineralização e imobilização de nitrogênio pelos microorganismos no solo e a relação oferta/demanda desse pelas culturas (SÁ, 1993). Resíduos vegetais com relação C/N entre 23 e 24 favorecem a mineralização, apresentando reflexos positivos sobre o suprimento de nitrogênio para plantas não-leguminosas (DERPSCH et al., 1985). Já materiais com alta relação C/N, como a palha de cereais, apresentam menores taxas de decomposição (VELLOSO e ROMAN, 1993).

Além deste fato, é importante o conhecimento de possíveis efeitos alelopáticos depressivos ocasionados pela decomposição de resíduos vegetais no solo. A prática de se deixar os resíduos das culturas sobre o terreno formando o que se chama de cobertura morta, tal como é praticado na semeadura direta, é o processo em que a alelopátia está sendo usada com maior êxito na agricultura. Porém, na escolha da seqüência de culturas nas rotações e/ou sucessões deve-se levar em consideração o efeito que a introdução de aleloquímicos no terreno, pela cultura anterior, possa ter sobre a que lhe segue (ALMEIDA, 1988). Nesse sistema de semeadura, assume maior importância os efeitos alelopáticos das substâncias liberadas por lixiviação dos resíduos da parte aérea (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990).

Segundo CHANDRAMOHAN et al. (1973), a decomposição de resíduos de plantas, tem originado a produção de grande número de ácidos fenólicos, compostos considerados de elevado potencial alelopático. Neste sentido, existem inúmeros trabalhos que demonstram a influência de restos culturais sobre a germinação e desenvolvimento inicial das culturas sucessoras. ROMAN e DIDONET (1990), avaliando restos culturais de seis culturas e de aveia-preta (*Avena strigosa*), colza (*Brassica napus*), aveia-branca (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e chicharo (*Lathyrus sativus*), sobre algumas espécies daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Richardia brasiliensis*, *Ipomoea* spp., *Sida* spp., *Bidens pilosa*), constataram efeito alelopático das culturas sobre a germinação dessas plantas, sendo que aveia-preta foi a que apresentou maior efeito.

De acordo com RUEDELL (1995), a eliminação mecânica e/ou química das culturas de inverno, antes da implantação do milho, mais especificamente nos casos da aveia-preta e do azevém, deve ser realizada em torno de 20 a 30 dias antes da semeadura da cultura do milho. Evita-se, assim, possíveis efeitos alelopáticos ou mesmo de resíduos dos herbicidas utilizados na dessecação.

Outro fator de importância está relacionado ao manejo químico dessas coberturas do solo; bem como,

ao comportamento no solo dos herbicidas sobre elas aplicados. Nesse sentido, segundo RUEDELL (1995), o manejo químico tem sido eficiente na eliminação de espécies como ervilhaca e aveia-preta, entre outras. Porém, após a dessecação da cultura predecessora, com a utilização do produto 2,4-D, é necessário se respeitar um intervalo de 5 a 10 dias entre a aplicação e a semeadura do milho, para evitar possíveis efeitos danosos à cultura, pela presença de resíduos do herbicida no solo.

Segundo RODRIGUES e ALMEIDA (1995), o 2,4-D na forma amina é um produto absorvido facilmente pelas raízes, apresentando translocação apossimplástica. O mesmo necessita de um prazo de 10 a 15 dias entre a aplicação e a semeadura, se a cultura que se segue ao manejo for soja, feijão ou outras espécies sensíveis. Adicionalmente, esse produto é moderadamente adsorvido em solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica; podendo ser lixiviado, dependendo das condições climáticas.

O herbicida glyphosate é um produto sistêmico de ação total, largamente utilizado no sistema de semeadura direta. Apresenta translocação principalmente via simplasto; podendo, entretanto, apresentar pequeno movimento apoplástico em algumas plantas (WSSA, 1994). É fortemente adsorvido às partículas de argila e de matéria orgânica, tornando-se praticamente inativo no solo (SPRANKLE et al., 1975). Nesse sentido, RUEDELL (1995) acrescenta que a utilização do herbicida glyphosate não necessita de intervalo entre a aplicação e a semeadura da cultura. Segundo RODRIGUES e ALMEIDA (1995), o glyphosate pode ser usado na operação de manejo em semeadura direta, tanto isoladamente como em mistura com o 2,4-D.

O presente experimento objetivou investigar os efeitos dos herbicidas glyphosate e 2,4-D na cultura do milho quando aplicados diretamente sobre o solo ou sobre plantas de aveia-preta, bem como avaliar os efeitos da aveia-preta e de ervilhaca sobre o crescimento de plantas de milho cultivado em sucessão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, localizada no município de Porto Alegre, RS. Ele foi instalado em baldes com capacidade volumétrica para 10 litros, usando-se como substrato solo aluvial adubado segundo análise de solo, adicionando-se adubo à base de NPK.

Na etapa inicial do experimento foram semeadas aveia-preta (*Avena strigosa* S.) e ervilhaca (*Vicia*

*sativa* L.), o que foi procedido no dia 28 de junho de 1994. Para as semeaduras do milho (*Zea mays*), utilizou-se o híbrido 'Cargill 805', e as operações foram realizadas em três datas: 01, 12 e 23 de setembro de 1994.

Aos 14 dias após a emergência das plantas de aveia-preta e de ervilhaca procedeu-se um desbaste, ajustando-se a população para 15 plantas/balde, para ambas as espécies (correspondente à densidade de 300 plantas/m<sup>2</sup>). Nessa mesma data, procedeu-se adubação nitrogenada de cobertura, utilizando-se o equivalente a 45 kg/ha de N. No caso do milho, o desbaste das plantas foi procedido aos 5 dias após sua emergência, ajustando-se a população para 10 plantas/balde (correspondente à densidade de 180 plantas/m<sup>2</sup>). A adubação nitrogenada para essa cultura foi adicionada simultaneamente às semeaduras realizadas nas três épocas, correspondendo também a 45 kg/ha de N.

Os tratamentos foram arranjados no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, dispostos em esquema fatorial. As condições de semeadura do milho (sistemas de pré-semeadura), utilizadas como Fator A, foram as seguintes: aplicação dos herbicidas glyphosate (540 g/ha e.a. = 1,5 l/ha p.c.) ou 2,4-D amina (720 g/ha e.a. = 1,0 l/ha p.c.) efetuadas sobre o solo ou sobre plantas de aveia-preta (sem atingir o solo), e semeadura do milho sobre resteva de aveia-preta ou de ervilhaca, e ainda na ausência de resteva e de uso de herbicidas (testemunha). Como Fator B, utilizou-se datas de semeadura do milho (em relação à aplicação dos herbicidas), as quais foram: 0, 11 e 22 dias após a aplicação dos herbicidas.

A aplicação do herbicida foi realizada quando a aveia-preta encontrava-se no início da fase de emissão das panículas, usando-se pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 150 kPa, com bicos do tipo leque, série 110.04, os quais propiciaram

volume de calda equivalente a 250 l/ha. Esses produtos foram aspergidos tanto sobre os baldes contendo plantas de aveia-preta, quanto sobre o próprio solo naqueles baldes sem presença dessas plantas. Para não haver contato do herbicida com o solo nos baldes contendo aveia-preta, precedendo a aspersão foi colocado palha de trigo picada sobre o solo, a qual sofreu imediata remoção após as aplicações herbicidas.

Quatro dias após as aplicações herbicidas, as plantas de aveia-preta e de ervilhaca foram cortadas rentes ao solo, imediatamente picadas e distribuídas sobre a superfície dos respectivos baldes. A quantidade média de matéria seca da parte aérea dessas espécies corresponderam, em média, a 4070 kg/ha para aveia-preta, e a 4160 kg/ha para ervilhaca.

Os efeitos dos tratamentos, por sua vez, foram estimados através da avaliação da matéria seca das plantas de milho, coletadas aos 15 e 30 dias após a emergência das mesmas. Utilizou-se cinco plantas de milho em cada uma das coletas, sendo os valores obtidos através de pesagem da parte aérea das plantas, após terem sofrido secagem em estufa à temperatura de 65°C e atingido peso constante.

Os dados coletados no ensaio foram submetidos à análise de variância, através do teste F, e as médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Duncan. Em ambas as análises utilizou-se o nível de 5 % de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância mostrou diferenças significativas tanto entre sistemas de pré-semeadura quanto para épocas de semeadura do milho. Em relação à época de semeadura do milho, após aplicações herbicidas, é possível constatar na primeira avaliação de matéria seca, efetuada 15 dias após a emergência das plantas (DAE), que houve

**TABELA 1 – Matéria seca de plantas de milho, avaliada aos 15 e 30 dias após a emergência da cultura (DAE), semeado em sucessão a diferentes sistemas de culturas e utilização de herbicidas, UFRGS, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS, 1994**

Épocas de semeadura do milho	Avaliação de matéria seca <sup>1</sup>	
	15 DAE	30 DAE
	(g/planta)	
22 dias após aplicação herbicida <sup>2</sup>	60 A <sup>3</sup>	236 A
11 dias após aplicação herbicida	50 B	223 A
No mesmo dia da aplicação herbicida	30 C	181 B
CV (%)	19,7	18,2

<sup>1</sup> Da parte aérea das plantas, referida em dias após a emergência.

<sup>2</sup> 2,4-D ou glyphosate.

<sup>3</sup> Médias seguidas da mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

diferença significativa entre os três intervalos de semeadura (0, 11 e 22 dias após aspersão dos herbicidas - DAA). À medida que se atrasou a época de semeadura do milho, ocorreu aumento no peso da matéria seca das plantas (Tabela 1).

Este fato, possivelmente, possa ser explicado pela maior presença de palha não decomposta (tanto de aveia-preta quanto de ervilhaca) existente na superfície do solo, na semeadura efetuada no dia das aplicações herbicidas, em relação as demais épocas. Isso faz exigir maior atividade microbiana no solo para a decomposição da palha, promovendo maior imobilização do nitrogênio pelos microorganismos, resultando em menor liberação desse nutriente para a cultura. Esse comportamento foi minimizado para as demais épocas de semeadura devido à palha se encontrar em processo de maior decomposição aos 11 e 22 dias, respectivamente.

Esse fato é confirmado por MUZILLI et al. (1989) e AITA et al. (1994), os quais relatam que em palha de aveia (elevada relação C/N), os microorganismos do solo, ao utilizarem o carbono da palha para biossíntese e como fonte de energia, imobilizam N mineral do solo, diminuindo, em consequência, sua disponibilidade para o milho.

Já na avaliação feita aos 30 DAE, as épocas de semeadura realizadas aos 11 e 22 DAA não apresentaram diferença entre si; contudo, ambas apresentaram-se superiores à época de semeadura efetuada ao 0 dia (Tabela 1). Isto comprova que, com o passar do tempo, há uma maior taxa de decomposição da palha, menor imobilização de N e maior liberação desse elemento para a cultura.

De acordo com PAVINATO et al. (1994), um fator importante que atua na determinação do rendimento da espécie cultivada em sucessão às culturas de cobertura do solo é a taxa de decomposição

e conseqüente liberação do N absorvido. A decomposição da matéria orgânica é regulada pela relação C/N, fazendo com que haja imobilização ou liberação de N pelos microorganismos (FORNASIERI, 1992). No mesmo sentido, IGUE et al. (1984) complementam que o conhecimento da relação C/N ajuda a definir a época de semeadura da cultura comercial, sendo importante para se obter melhor aproveitamento do N.

Avaliando-se os diferentes sistemas de pré-semeadura (tratamentos herbicidas) utilizados, no conjunto das épocas de semeadura, constata-se a formação de três grupos de resposta: sem resteva de cultura, com resteva de ervilhaca e com resteva de aveia. Cada grupo interferiu de forma diferente sobre o crescimento inicial das plantas de milho (Tabela 2).

Na avaliação procedida 15 dias após a emergência do milho, constata-se que, na ausência de resteva, os herbicidas glyphosate e 2,4-D aspergidos no solo não ocasionaram diferenças significativas para matéria seca do milho em relação à testemunha. Esse comportamento se repete à medida em que a cultura se desenvolveu (avaliação de 30 dias após a emergência). Este resultado evidencia que os herbicidas glyphosate e 2,4-D, nas doses aplicadas, não deixaram resíduos no solo em quantidade suficiente para influenciar o crescimento das plantas de milho cultivado em sucessão (Tabela 2).

Segundo RODRIGUES e ALMEIDA (1995), no sistema de semeadura direta, os herbicidas glyphosate e 2,4-D podem ser usados, tanto isoladamente como em mistura. O glyphosate não possui atividade no solo, por ser fortemente adsorvido pelos colóides de argila e húmus; porém, o 2,4-D requer um prazo de 5 a 10 dias entre a aplicação e a semeadura do milho.

Já a aplicação desses herbicidas sobre plantas de aveia-preta reduziu a matéria seca das plantas de

**TABELA 2 – Matéria seca de plantas de milho, avaliada aos 15 e 30 dias após a emergência da cultura (DAE), semeado em sucessão a diferentes sistemas de culturas e utilização de herbicidas em semeadura direta, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1994**

Sistemas de semeadura do milho	Avaliação da matéria seca <sup>1</sup>	
	15 DAE	30 DAE
	(g/planta)	
Ausência de resteva e sem uso de herbicidas	52 AB <sup>2</sup>	293 A
2,4-D aplicado sobre o solo	53 A	315 A
Glyphosate aplicado sobre o solo	60 A	294 A
2,4-D aplicado sobre plantas de aveia-preta	43 BC	113 C
Glyphosate aplicado sobre plantas de aveia-preta	40 C	124 C
Presença de resteva de ervilhaca	41 C	244 B
Presença de resteva de aveia-preta	38 C	110 C
CV (%)	19,7	18,2

<sup>1</sup> Da parte aérea das plantas, referida em dias após a emergência.

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra, comparadas nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

milho, especialmente quando a avaliação foi procedida aos 30 DAE. Da mesma forma, o cultivo anterior de aveia-preta, sem uso de herbicidas, diminuiu a produção de matéria seca de plantas de milho de modo equivalente ao seu cultivo acrescido de aplicação herbicida. Isso indica que a redução da mencionada variável esteja associada diretamente à resteva da cultura anterior e não à ação do herbicida utilizado.

Esse comportamento pode decorrer tanto da alta relação C/N da cultura quanto a um efeito alelopático da mesma sobre o milho. Nesse sentido, RICE (1974) refere que a alelopatia difere da competição porque nessa última ocorre retirada ou redução do nível de algum fator do ambiente, o qual também é requerido por outra planta do mesmo habitat. É provável que os fenômenos da alelopatia e da competição ocorram em todas as interações entre plantas e que a predominância de um fenômeno ou de outro dependa de condições ambientais e internas das plantas envolvidas.

Nesse sentido, as plantas de milho, avaliadas principalmente aos 30 DAE, apresentavam sintomas muito evidentes de falta de nitrogênio, mostrando intensa clorose, relacionando-se principalmente ao efeito de deficiência de nitrogênio (interferência da relação C/N dos resíduos vegetais) e não interferência alelopática das culturas antecessoras. Segundo FORNASIERI (1992), a deficiência de nitrogênio manifesta-se na fase de crescimento intenso através da coloração verde-pálida das folhas novas e clorose nas folhas velhas, sintomas similares aos observados no trabalho.

Quando comparados entre si os grupos anteriormente referidos, na avaliação realizada aos 15 DAE nota-se que os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com ausência de resteva; porém, não ocorrendo diferença entre as culturas de aveia-preta e ervilhaca. Já na avaliação efetuada aos 30 DAE, obtiveram-se maiores valores de matéria seca de milho cultivado em ausência de resteva, e na presença de resteva de ervilhaca.

PÖTTKER e ROMAN (1993) relatam que a resposta de milho ao nitrogênio, em semeadura direta, depende do tipo de cobertura vegetal precedente. Nesse sentido, nota-se que o cultivo prévio de aveia-preta mostrou grande redução relativa entre as duas épocas de avaliação, indicando existir forte efeito inibidor dessa gramínea ao crescimento das plantas de milho. Por outro lado, o cultivo prévio de ervilhaca também afetou as plantas de milho, diminuindo sua produção de matéria seca, mas em nível inferior ao da aveia-preta, principalmente quando as duas espécies são comparadas na avaliação realizada mais tarde, aos 30 DAE. Visualiza-se claramente que, em comparação à testemunha, a matéria seca do milho, obtida em cultivo posterior à ervilhaca, sofreu pequeno incremento de 15 para 30 DAE; o mesmo não ocorrendo quando o milho foi cultivado após

aveia-preta. Essa resposta diferencial do milho se deve às diferentes relações C/N das culturas antecessoras.

RUEDELL (1995) acrescenta que observações obtidas em estudos na FUNDACEP, mostram que, mesmo em cultivo com ervilhaca ou tremoço, é necessário alguns dias entre o manejo químico e/ou mecânico e a semeadura, para obtenção da melhor produtividade do milho.

O fato de ocorrer aumento na matéria seca das plantas de milho, da primeira para a segunda época de coleta, quando cultivado sobre resteva de ervilhaca, deve-se, principalmente, por essa cultura ser pouco lignificada e apresentar baixa relação C/N, sendo facilmente decomposta, o mesmo não ocorrendo para a resteva de aveia-preta (bastante lignificada e alta relação C/N).

A mineralização do N nos resíduos com relação C/N < 25 é relativamente rápida, mesmo sem incorporação ao solo (HEINZMANN, 1985). Ainda, segundo ALMEIDA (1988), os microorganismos atacam em primeiro lugar os componentes químicos menos complexos, os quais se encontram principalmente nos tecidos tenros das plantas, de relação C/N baixa. Este fato explica a razão do aumento de matéria seca encontrado no presente trabalho para a segunda época de coleta de plantas de milho quando se utilizou como cobertura de solo a ervilhaca.

Não se verificou aumento relativo na matéria seca das plantas de milho, da primeira para a segunda coleta, sobre resteva de aveia-preta, pelo fato dessa cultura ser altamente lignificada e possuir alta relação C/N, o que atrasa sua mineralização no solo (VELLOSO e ROMAN, 1993; ALMEIDA, 1988).

De acordo com SÁ (1993), a decomposição da palha é inversamente proporcional ao teor de lignina e à relação C/N dos resíduos vegetais, ou seja, quanto maior a relação C/N, mais lenta será a decomposição dos resíduos depositados na superfície. Esse fato está relacionado aos microorganismos do solo, pois os mesmos imobilizam o N da palha de aveia-preta, inclusive parte do N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade para o milho (ROS e AITA, 1996). Isso pode, em consequência, levar à redução de crescimento e mostrar sintomas evidentes de deficiência de nitrogênio em plantas de milho cultivadas nessa situação.

## CONCLUSÕES

- ☞ A presença de restos culturais de aveia-preta ou de ervilhaca influencia de forma negativa o crescimento inicial das plantas de milho cultivado em sucessão;
- ☞ Deve-se aguardar um período superior a 10 dias entre o manejo (dessecação) da cultura de aveia-preta ou de ervilhaca e a semeadura do milho em sucessão;
- ☞ Os herbicidas 2,4-D e glyphosate, nas doses avaliadas, não afetam o crescimento das plantas de milho, mesmo quando semeado no mesmo dia da aplicação desses produtos.

**BIBLIOGRAFIA CITADA**

- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 18, n. 1, p. 101-108, 1994.
- ALMEIDA, F.S.de. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, n.1, p. 89-98, 1990.
- CHANDRAMOHAN, D.; PURUSHOTHAMAN, D.; KOTHANDRAMAN, R. Soil phenolics and plant growth inhibition. *Plant and Soil*, The Hague, v. 39, p. 303-308, 1973.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 7, p 761-773, 1985.
- FORNASIERI, F.D. *A cultura do milho*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 133-204.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030, 1985.
- IGUE, K.; ALCOVER, M.; DERPSCH, R.; PAVAN, M.A.; MELLA, S.C.; MEDEIROS, G.B. *Adubação orgânica*. Londrina: IAPAR, 1984. 18 p.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; CALEGARI, A. Economia de nitrogênio pela adubação verde. In: \_\_\_\_\_. *Adubação do milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 87 p.
- PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C.A.; BEVILÁQUA, G.P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 9, p 1427-1432, 1994.
- PÖTTKER, D.; ROMAN, E.S. Efeito de resíduos de culturas e do pousio de inverno sobre a resposta do milho a nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 5, p. 763-770, 1993.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. New York: Academic Press, 1974. 353 p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S.de. *Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional*. 3. ed. Londrina: IAPAR, 1995. 482 p.
- ROMAN, E.S.; DIDONET, A.D. *Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto de trigo e soja*. Passo Fundo: CNPT-EMBRAPA, 1990. 32 p. (EMBRAPA-CNPT, Circular Técnica, 2).
- ROS, C.O.da; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.
- RUEDELL, J. *Plantio direto na região de Cruz Alta*. Cruz Alta: FUNDACEP/BASF, FUNDACEP/ FECOTRIGO, 1995. 134 p.
- SÁ, J.C.M.de. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: CNPT-EMBRAPA: FUNDACEP-FECOTRIGO; FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, 1993. p 37-60.
- SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. *Weed Science*, Champaign, v. 23, n. 3, p. 224-228, 1975.
- UTOMO, M.; FRYE, W.W.; BLEVINS, R.L. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agronomy Journal*, Madison, v. 82, n. 5, p. 979-983, 1990.
- VELLOSO, J.A.R.O.de; ROMAN, E.S. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: CNPT-EMBRAPA, FUNDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, 1993; p 77-84.
- WSSA. *Herbicide handbook*. 7. ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 309 p.

## PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MARCELA (*Achyrocline satureioides*) SOB DIFERENTES PERÍODOS DE ENRAIZAMENTO E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO<sup>1</sup>

VERONICA ALVAREZ PARDO<sup>2</sup>, INGRID B.I. de BARROS<sup>3</sup>

**RESUMO** – Este trabalho objetivou: 1) estudar o enraizamento por estaquia de marcela sob diferentes períodos (15, 30, 45, 60 dias); 2) estudar o enraizamento por estaquia com doses de zero, 50, 150 e 250 ppm de AIB, em períodos de 10 e 20 dias de enraizamento. Para o primeiro ensaio utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso e um fatorial 4 x 2 para o segundo. Foram usadas estacas herbáceas da parte apical, com 15 cm de comprimento, dispostas em bandejas de isopor de 72 células. Para o segundo ensaio, o AIB foi aplicado pelo método de imersão durante 24 horas. As estacas de marcela apresentaram desenvolvimento radicular a partir dos 15 dias, podendo-se considerar 45 dias, como um período adequado para o enraizamento; as diferentes doses de AIB quando comparadas com a testemunha, apresentaram as melhores respostas na indução de enraizamento em estacas de marcela, sendo a dose estimada de 180 ppm a mais adequada; o uso de AIB proporcionou maior peso fresco e seco de raízes, reduzindo o período de enraizamento em pelo menos 10 dias.

*Palavras-chave:* marcela; *Achyrocline satureioides*; propagação vegetativa; planta medicinal.

### CUTTINGS OF MARCELA (*Achyrocline satureioides*) UNDER DIFFERENT ROOTING PERIODS AND INDOLBUTIRIC ACID DOSES

**ABSTRACT** – Two assays objecting rooting development of marcela cutting were evaluated: 1) evaluation of rooting development under different periods (15, 30, 45, 60 days); 2) rooting cuttings under different doses (0, 50, 150, 250 ppm) of indolbutyric acid IBA, at 10 and 20 days. Experimental design of randomized blocks was utilized in the first essay and 4 x 2 factorial in the second. Apical softwood cutting, 15 cm long were arranged in isopor seedling boxes, 72 in each box. In the second essay cuttings were dipping in the solution of AIB for a periods of 24 hours. The rooting of cuttings showed development from 15 days, however, the best rooting formation was around 45 days; different AIB doses when compared with control showed the best rooting, however the estimate dose of 180 ppm was the more adequate; AIB allowed higher fresh and dry weight of roots and decreasing root periods at least 10 days.

*Key words:* marcela; *Achyrocline satureioides*; medicinal plant.

## INTRODUÇÃO

A marcela é uma espécie de ocorrência em todo o Brasil, exceto na região amazônica, com efeito medicinal comprovado cientificamente, principalmente para distúrbios estomacais (AMAT, 1988).

O crescimento urbano, o aumento de pastagens e os monocultivos estão forçando o desaparecimento das áreas naturais, em que esta espécie aparece espontaneamente, além do que, as inflorescências da marcela estão sendo colhidas antes do período de florescimento completo, podendo ameaçar o mecanismo natural de propagação e manutenção da espécie na natureza.

Por outro lado, geralmente esta espécie é colhida em beiras de estradas, onde o material está sujeito à contaminação pelos gases e resíduos dos transportes e poeiras, o que é inaceitável tratando-se de matéria prima para a obtenção de um medicamento.

Diante destes fatos viu-se a necessidade de se estudar aspectos da propagação da marcela com a finalidade de obter, futuramente, material de boa qualidade e uniforme geneticamente para o estabelecimento de cultivos.

O presente trabalho tem por objetivo estudar aspectos da propagação desta espécie por estaquia, em bandejas e sob condições de cultivo protegido avaliando diferentes períodos de enraizamento e o efeito de diferentes doses de ácido indol butírico.

1. Parte da dissertação apresentada pela primeira autora para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

2. Eng. Agr., M.Sc. - Faculdade de Agronomia da UFRGS, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/ BRASIL.

3. Eng. Agr., Dra. - Prof.<sup>a</sup> do Departamento de Horticultura e Silvicultura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/ BRASIL.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em dois ensaios instalados na estufa circular do Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS). O experimento foi desenvolvido com uma temperatura média de 35°C, entre os meses de setembro a dezembro de 1994.

Para ambos os ensaios as plantas matrizes foram obtidas na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, de onde obteve-se estacas de 15 cm de comprimento da parte apical e com folhas completamente expandidas de acordo com o indicado por IKUTA (1993).

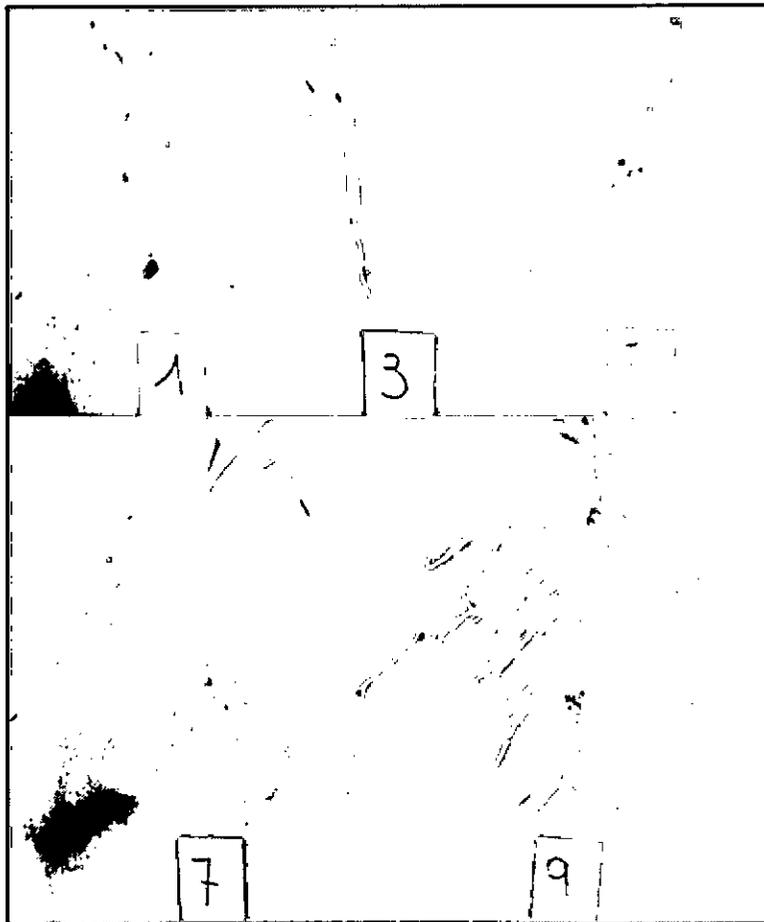
O substrato utilizado foi casca de arroz carbonizada e disposto em bandejas multicelulares de polietileno com 72 células de 12 cm de profundidade e 113 cm<sup>3</sup> de volume por célula. Colocou-se uma estaca por célula e irrigou-se em média, três vezes por dia, cuidando sempre de manter

o substrato sempre úmido.

### *Ensaio 1: Estaquia de marcela sob diferentes períodos de enraizamento*

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso sendo os tratamentos avaliados, quatro períodos de enraizamento de 15, 30, 45 e 60 dias, com quatro repetições de 30 estacas por tratamento. Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão, estimando o ponto máximo de inflexão (PM).

Os parâmetros avaliados foram peso fresco e seco da parte aérea e das raízes, também foi realizada uma avaliação qualitativa do desenvolvimento radicular das estacas, medida por uma escala da seguinte maneira: primórdios de raízes = 1; duas a seis raízes na base da estaca = 3; base da estaca completamente enraizada = 5; enraizamento mediano ao longo da ponta da estaca = 7; sistema radicular desenvolvido = 9; sistema radicular desenvolvido longo e muito ramificado = 11 (Figura 1).



**FIGURA 1** – Escala de Notas para avaliar qualitativamente o enraizamento de estacas de marcela *Achyrocline satureioides* através de valores: 1-)primórdios de raízes; 3-) duas a seis raízes na base da estaca; 5-) base da estaca completamente enraizada; 7-) enraizamento mediano ao longo da ponta da estaca; 9-) sistema radicular desenvolvido

**Ensaio 2: Estquia de marcela com diferentes doses de AIB em dois períodos de enraizamento**

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O ácido indol butírico (AIB) foi aplicado pelo método de imersão por 24 horas, dissolvendo a auxina primeiramente em álcool 96% e posteriormente diluindo em água destilada, até obter-se as concentrações desejadas. A parte inferior das estacas (2 cm) foi imersa nas soluções de AIB por 24 horas, com exceção da testemunha, cuja base das estacas foi imersa em água destilada pura. As estacas foram mantidas a uma temperatura ambiente de 20° C, no escuro. Após este tempo foram plantadas nas bandejas de isopor.

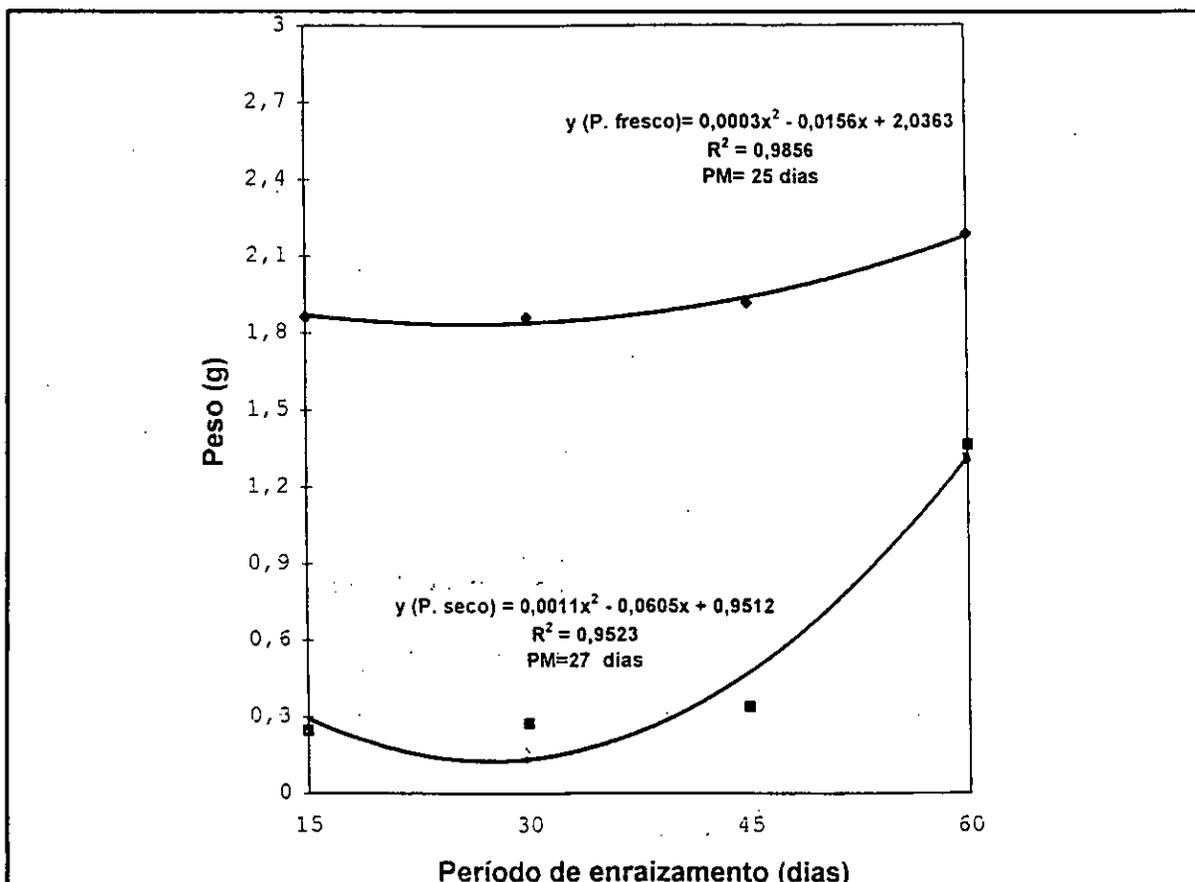
O arranjo estatístico foi um fatorial 4 x 2, correspondendo a quatro doses de AIB (0, 50, 150, 250 ppm) e dois períodos de enraizamento (10 e 20 dias) com quatro repetições de 30 estacas por tratamento.

Foi realizada análise de regressão e estimado o ponto máximo de inflexão (PM), a partir das equações de regressão e o teste de médias de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Os parâmetros avaliados foram os mesmos do ensaio 1.

**Ensaio 1:**

As curvas de regressão do peso fresco e seco da parte aérea mostraram um decréscimo diário de 1,5% e de 6,0% respectivamente estimada pela equação de regressão, até alcançar o PM de 25 dias para peso fresco e 27 dias para peso seco (Figura 2). Esta perda de peso na parte foliar pode ser atribuída, à demanda de fotoassimilados consumidos nos primeiros dias do processo de enraizamento. A partir do PM houve um incremento diário de 0,03% e 0,11% respectivamente para os pesos avaliados, evidenciando-se este efeito, em torno dos 45 dias, quando as estacas emitiram brotações e apresentaram pleno desenvolvimento do sistema radicular.

As curvas de regressão do peso fresco e seco de raízes mostraram que houve incremento diário do sistema radicular de 10,1% e 2,0%, até atingir o período de declínio aos 52 e 54 dias (Figura 3). Para ambas as variáveis, a partir desses pontos houve uma redução diária de crescimento de 0,1% (peso fresco) e de 0,02% (peso seco), podendo ser atribuída às condições limitadas da célula da bandeja, já que



**FIGURA 2 – Efeito do período de enraizamento sobre o peso fresco e seco da parte aérea de estacas de marcela *Achyrocline satureioides***

observou-se nas avaliações de 45 e 60 dias, uma massa radicular bastante desenvolvida e praticamente ocupando todo o volume da célula da bandeja, com estes resultados pode-se considerar 45 dias como o período em que as estacas atingem um desenvolvimento de raízes adequado para serem transferidas das bandejas.

O desenvolvimento da massa radicular medida pela escala de notas (Figura 4) indicou uma resposta quadrática sob o efeito dos diferentes períodos de

enraizamento, mostrando mais uma vez que, as maiores notas foram obtidas no período de 45 e 60 dias, com uma média de 8,8 e 9,9 respectivamente, embora o PM da curva de regressão tenha sido com um período de 73 dias.

Estes resultados foram equivalentes aos obtidos na análise do peso seco de raízes (medida de maior precisão) confirmando que, o período de enraizamento mais adequado para um bom desenvolvimento radicular está em torno dos 45 dias.

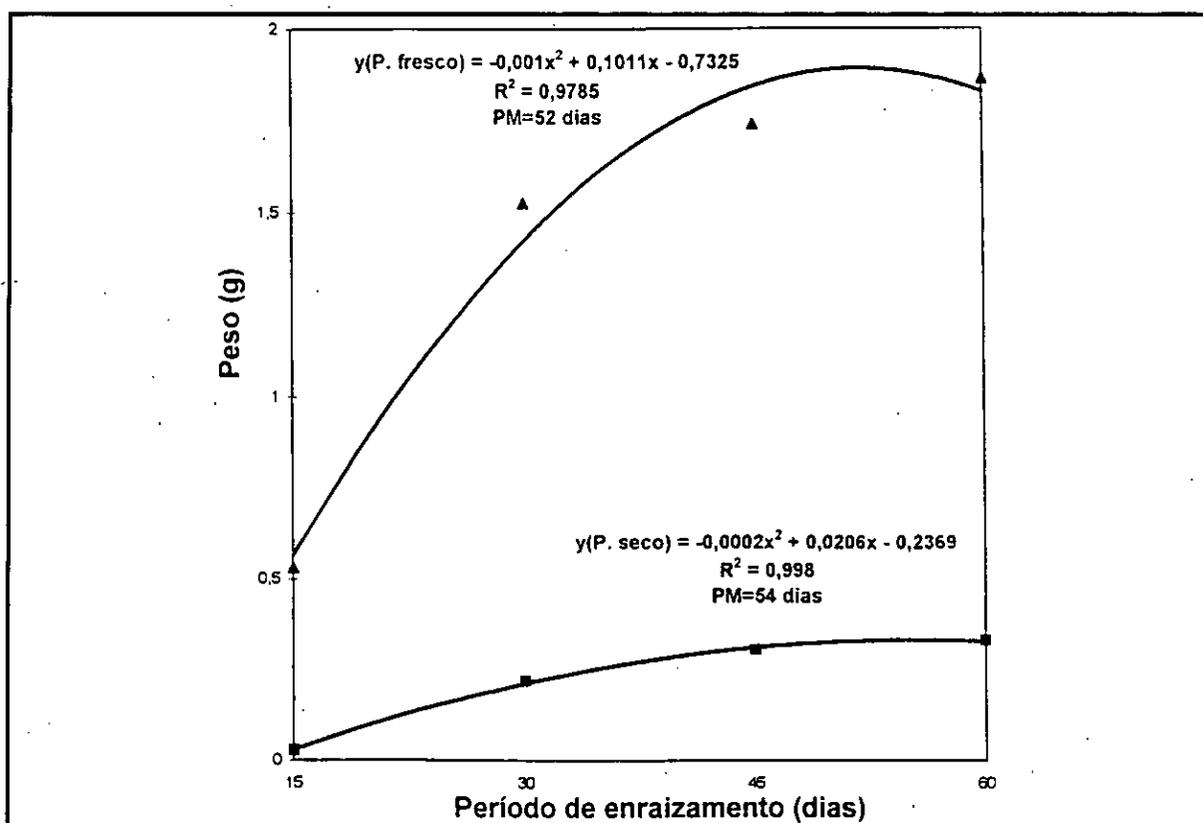


FIGURA 3 – Efeito do período de enraizamento sobre o peso fresco e seco de raízes de estacas de marcela *Achyrocline satureioides*

TABELA 1 – Valores médios de peso fresco e seco da parte aérea, peso fresco e seco de raízes e sua avaliação por notas para todas as doses de ácido indolbutírico (AIB) aplicado nas de estacas de marcela (*Achyrocline satureioides*) nos período de enraizamento de 10 e 20 dias

PERÍODOS (dias)	PARTE AÉREA		RAÍZES		NOTAS
	peso fresco (g)	peso seco (g)	peso fresco (g)	peso seco (g)	
10	1,63 a	0,41 a	0,68 b	0,069 b	6,38 b
20	1,75 a	0,29 b	1,53 a	0,24 a	7,6 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MARCELA (*Achyrocline satureioides*) SOB DIFERENTES PERÍODOS DE ENRAIZAMENTO E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

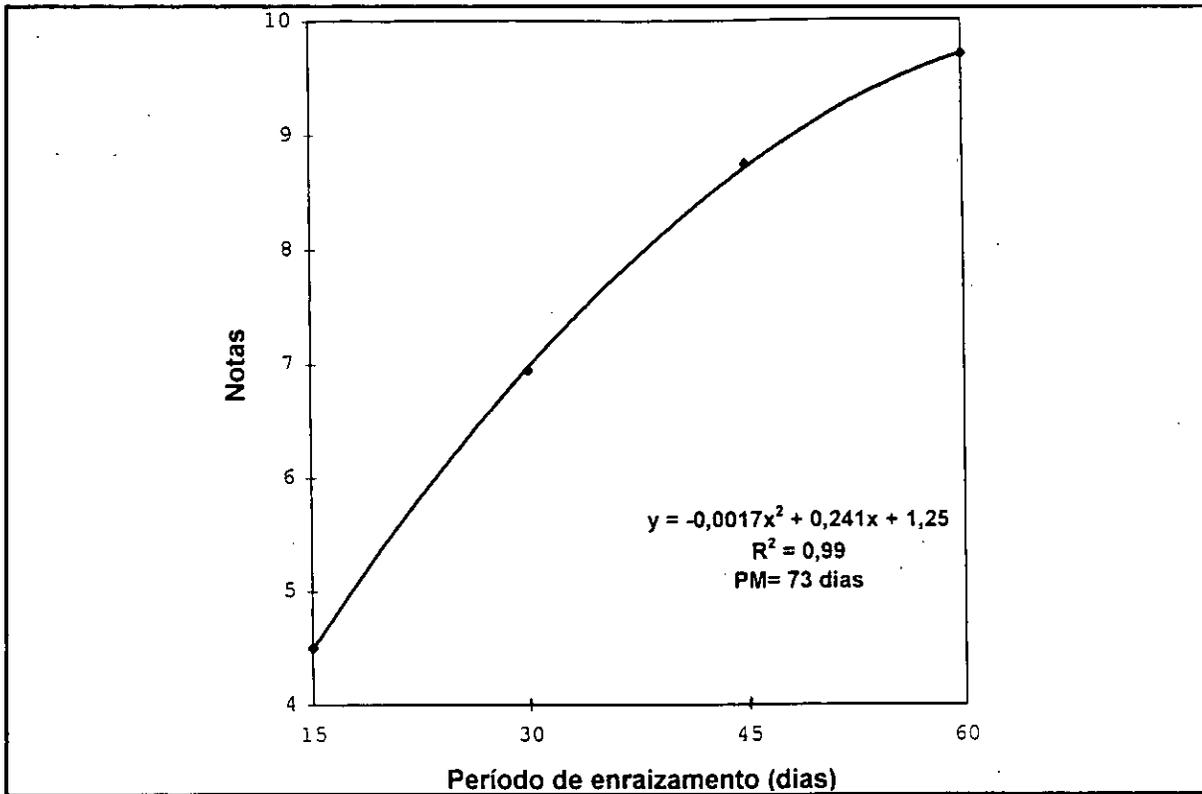


FIGURA 4 – Efeito do período de enraizamento sobre o desenvolvimento do sistema radicular de estacas de marcela *Achyrocline satureioides*, de acordo com a escala de notas variando de 1 - primórdios de raízes a 11 - sistema radicular desenvolvido

A Escala de notas, adotada a partir do 15º dia, comprovou que a marcela apresenta uma boa característica rizogenética, coincidindo com os resultados obtidos por IKUTA (1993), o que permitiu a obtenção de mudas, a partir de estacas enraizadas em curtos períodos de tempo.

A presença de folhas pode ter contribuído para o sucesso do enraizamento de marcela, já que, em recentes estudos de enraizamento de estacas, MORALES (1990) e FACHINELLO et al. (1994)

explicaram que, em muitas espécies não é necessário nenhum estímulo ao enraizamento, no entanto em outras, a formação de raízes é dependente das folhas, verificando que o estímulo é necessário e proveniente das mesmas. Deve ser considerado também que, folhas jovens são responsáveis pela produção de auxinas encontradas naturalmente na planta e pela síntese de vitaminas, especialmente B6 (piridoxina), precursora do ANA (ácido naftalenoacético) (DEVLIN, 1975; WAREING e PHILLIPS, 1981).

TABELA 2 – Valores médios de peso fresco e seco peso fresco e seco de raízes, nos dois períodos de enraizamento avaliados em cada dose de ácido indolbutírico (AIB) aplicado nas estacas de marcela (*chyrocline satureioides*)

PESO DE RAÍZES	PERÍODO DE ENRAIZAMENTO (dias)	DOSES DE AIB			
		0 (ppm)	50 (ppm)	150 (ppm)	250 (ppm)
FRESCO	10	0,34 a	0,66 a	0,87 a	0,87 a
	20	0,77 b	1,64 b	1,84 b	1,86 b
SECO	10	0,015 b	0,075 b	0,09 b	0,10 b
	20	0,90 a	0,29 a	0,31 a	0,26 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

As estacas de marcela foram colhidas num período vegetativo intenso (início da primavera) o que pode ter favorecido o enraizamento pois, segundo FACHINELLO et al.(1994) estacas colhidas na primavera/verão apresentam-se mais herbáceas, de modo geral, mostrando maior capacidade de enraizamento.

**Ensaio 2:**

Para os parâmetros de peso fresco e seco da parte aérea, as doses aplicadas de AIB não promoveram respostas estatisticamente diferentes, contrariamente ao acontecido no fator períodos de enraizamento. Segundo o teste de Duncan o peso fresco não mostrou diferenças entre os 10 e 20 dias (Tabela 1). Já no peso seco houve uma perda de peso significativa entre os 10 e 20 dias de enraizamento.

Comparando-se com o mesmo parâmetro do Ensaio 1 (Figura 2) observamos a mesma resposta nos primeiros dias de enraizamento, perda atribuída como consequência dos fotoassimilados consumidos nas primeiras emissões de raízes.

Tanto o peso fresco como o peso seco de raízes mostraram diferenças estatísticas tanto no fator doses de AIB como períodos de enraizamento.

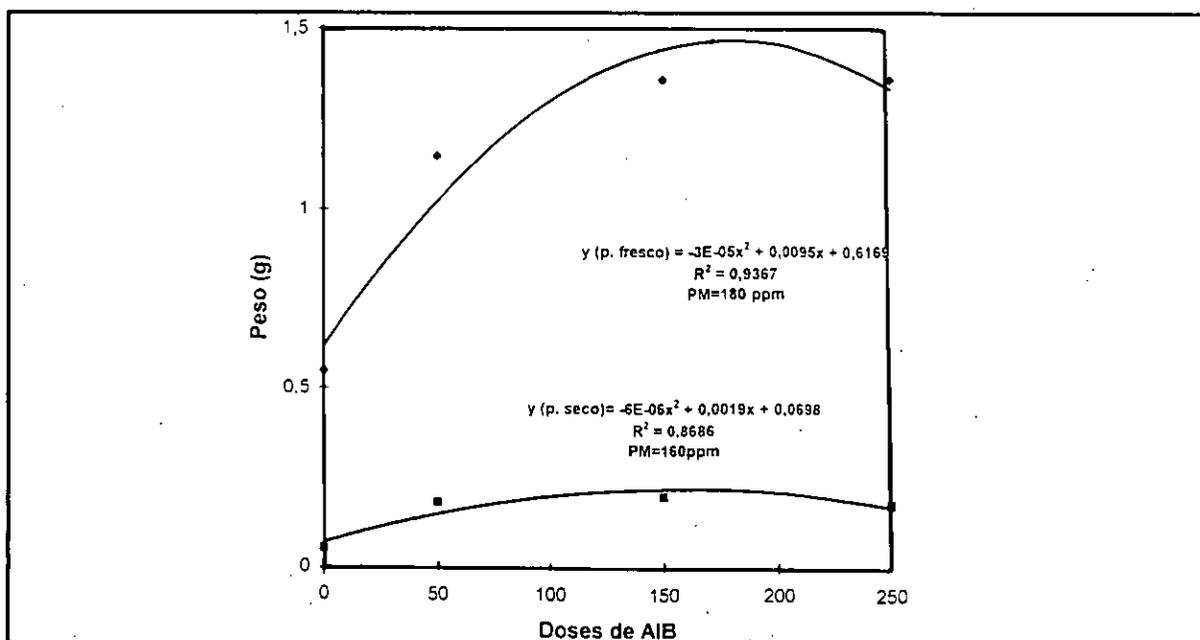
A análise de regressão para peso fresco de raízes (Figura 5) mostrou que o PM obteve-se com 180 ppm de AIB, enquanto que, no peso seco, este ponto foi estimado em 160 ppm. Com estes resultados poder-se-ia afirmar que, a dose ideal para o enraizamento de estacas de marcela, encontra-se entre 160 e 180 ppm de AIB.

O fator períodos de enraizamento, em ambos os parâmetros mostrou incremento significativo de peso aos 20 dias de enraizamento (Tabela 1). O peso fresco e seco de raízes aos 20 dias (1,53 e 0,24 gramas) aproximam-se aos resultados obtidos aos 30 dias de enraizamento, nos mesmos parâmetros do Ensaio 1 (1,53 e 0,22 gramas) confirmando uma maior rapidez na formação de raízes com uso de AIB, coincidindo com as afirmações de COOPER (1935) e AWAD e CASTRO (1989), em que mencionam que as aplicações de auxinas estimulam o processo de enraizamento.

Tanto o peso fresco como o peso seco de raízes, foram incrementados com o uso de AIB. A Tabela 2, mostra nos dois períodos de enraizamento avaliados, um aumento de peso de raízes a partir dos 50 ppm, além de observar durante as avaliações realizadas, um maior número de raízes na área que foi aplicada a auxina, refletindo com o incremento nos pesos de raízes.

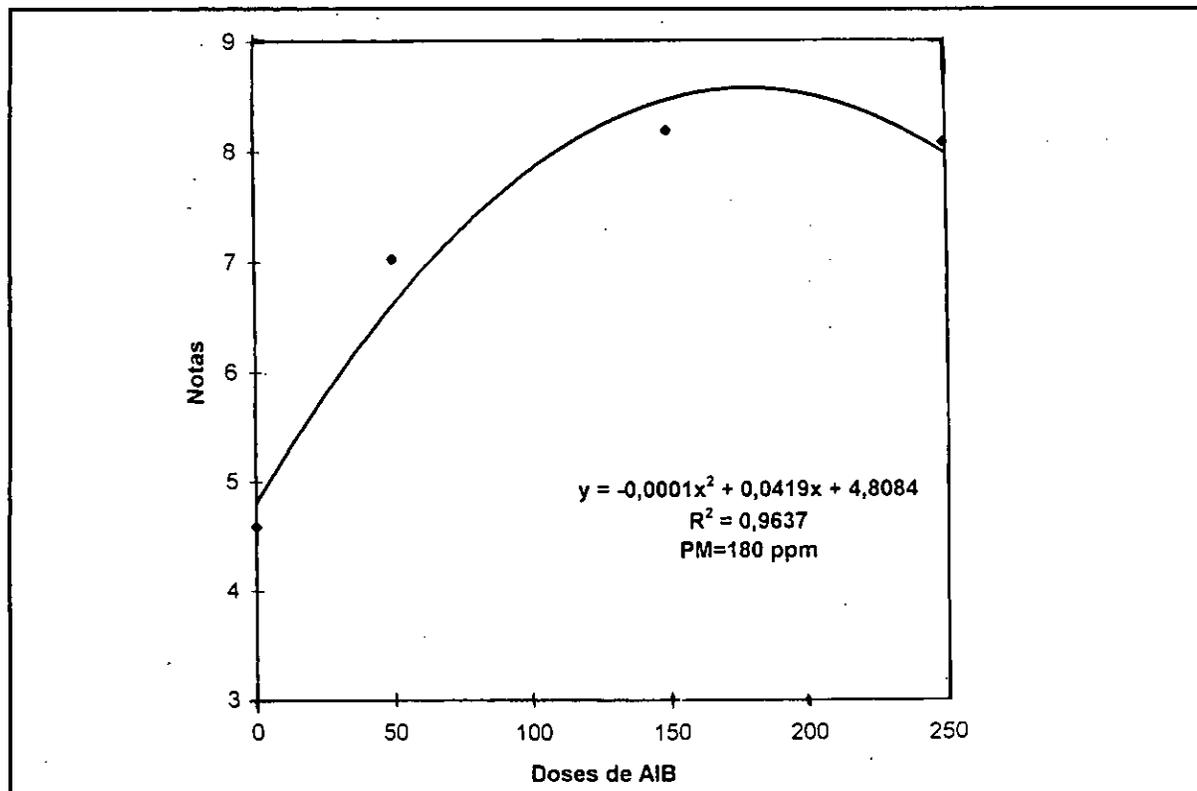
A massa radicular avaliada pela Escala de notas mostrou um incremento quadrático conforme aumentaram as doses de AIB, (Figura 6) obtendo-se o ponto máximo de crescimento com 180 ppm de AIB. Este resultado reafirma o obtido nos parâmetros de peso fresco e seco de raízes, embora o PM do peso seco, tenha sido alcançado com 160 ppm.

Já que a escala de notas dá uma avaliação qualitativa da massa radicular, em que envolve vários fatores do crescimento de raízes, a dose mais promissora poderia ser considerada com 180 ppm de AIB.



**FIGURA 5 – Efeito de doses de ácido indolbutírico (AIB) sobre o peso fresco e seco de raízes de estacas de marcela *Achyrocline satureioides***

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MARCELA (*Achyrocline satureioides*) SOB DIFERENTES PERÍODOS DE ENRAIZAMENTO E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO



**FIGURA 6** – Efeito de doses de ácido indolbutírico (AIB) sobre o desenvolvimento radicular de estacas de marcela *Achyrocline satureioides* de acordo com a escala de notas variando de 1 - primórdios de raízes a 11 - sistema radicular desenvolvido

Tanto nas respostas obtidas no peso fresco e seco de raízes, como nas notas observa-se que, a partir dos pontos máximos de crescimento, que ficaram em torno dos tratamentos com 180 ppm de AIB observa-se decréscimo no peso, atribuindo-se esta resposta, possivelmente à fitotoxicidade da auxina, de acordo com as afirmações de DEVLIN (1975) e HARTMANN et al. (1990). Segundo estes autores, o uso de AIB em estacas pode retardar o crescimento radicular ou simplesmente inibir o crescimento de raízes, como o acontecido na avaliação realizada por ALVAREZ e BARROS (1992) em enraizamento de estacas de carqueja (*Baccharis trimera*) com diferentes doses de AIB (0, 500, 1000, 2000 ppm) em que, a testemunha teve a melhor resposta ao enraizamento.

No que diz respeito aos períodos de enraizamento, avaliados aos 10 e aos 20 dias, pela escala de notas, a tabela 1 mostra que, segundo o teste de Duncan, o período de 20 dias foi superior, significativamente, com uma nota de 7,6. Por sua vez, esta nota foi similar à resposta obtida aos 35 dias de enraizamento no ensaio 1, em que obteve-se uma qualificação de 7,73 (valor estimado pela

equação de regressão), evidenciando, neste ensaio, que, o uso de AIB reduziu o período de enraizamento.

### CONCLUSÕES

A estaquia de marcela apresentou desenvolvimento radicular a partir dos 15 dias, podendo ser considerado 45 dias, um período adequado para enraizamento.

As diferentes doses de AIB quando comparadas com a testemunha, apresentaram as melhores respostas na indução de enraizamento em estacas de marcela, sendo a dose estimada de 180 ppm, a mais adequada. O uso de AIB proporcionou maior peso fresco e seco de raízes, reduzindo o período de enraizamento em pelo menos 10 dias.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

ALVAREZ, P. V.; BARROS I.B.I. de. Provas comparativas de quatro doses de ácido indolbutírico (AIB) para enraizamento de estacas de carqueja (*Baccharis trimera*). In: ENCONTRO NACIONAL DE OLERICULTURA, 3., 1992, Porto Alegre. Resumos... Curitiba: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1992. p.36.

AMAT, A.G. El uso de caracteres histofoliarens en la identificación de las

VERONICA ALVAREZ PARDO, INGRID B. I. DE BARROS

- espécies argentinas de género *Achyrocline* D.C. (asteracea). *Acta Farmaceutica Bonaerense*, Buenos Aires, v.7,n.2, p. 75-83, 1988.
- AWAD, M.; CASTRO, P.C. *Introdução à fisiologia vegetal*. São Paulo: Nobel, 1989. 177p.
- COOPER, W.C. Hormones in relation to root formation on the stem cutting. *Plant Physiology*, Lancaster, v.10, p. 789-794, 1935.
- DEVLIN, R.M. *Plant Physiology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1975. 606 p.
- FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E.; HOFFMANN, A.; NACHITIGAL, J.C.; LUCES FORTES, G.R. de. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. Pelotas: UFPel, 179 p. 1994.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E., DAVIES, F.T. Jr. *Plant propagation: principles and practices*. 5.ed. New Jersey: Pentice-Hall International, 1990. 647p.
- IKUTA, Y.A. *Estudos sobre propagação de marcela *Achyrocline satureioides* (Lam.) D.C., Compositae*. Porto Alegre, 1993. 205 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MORALES, G.C.F. *Influência do AIB e da presença de folhas no enraizamento de estacas de laranjeira Valencia e tangerinas Montenegriñas*. Porto Alegre, 1990. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- WAREING, P.F.; PHILLIPS, I.D.J. *Growth and differensation in plants*. New York: Perganom, Press 1981. 343 p.

## DENSIDADE DE BORDADURA E SEGMENTAÇÃO DA PARCELA EM EXPERIMENTO DE MILHO

CLÁUDIO LOVATO<sup>1</sup>, JORGE N. TREVISAN<sup>2</sup>, GUSTAVO A.K.MARTINS<sup>2</sup>, WALTER J.S. BUZATTI<sup>2</sup>, DANTON C. GARCIA<sup>2</sup>, CÉSAR A.M. MOREIRA<sup>3</sup>

**RESUMO** – O experimento teve como objetivos principais avaliar o efeito de densidades de bordadura sobre o rendimento de parcelas de milho, da segmentação da parcela sobre a precisão do experimento e homogeneidade das variâncias. O experimento foi realizado em Santa Maria, RS, no ano agrícola de 1995/96, usando quatro densidades de bordadura e duas populações nas parcelas, as quais foram divididas em três segmentos. Houve efeito da densidade de bordadura no rendimento de grãos das parcelas, tendo ele sido igual para as duas populações de plantas. Não houve efeito consistente da variação da densidade de bordadura na homogeneidade das variâncias. A segmentação das parcelas permitiu aumentar a precisão do experimento. Houve diferença entre os rendimentos obtidos por amostragem de seus componentes e os valores obtidos diretamente.

*Palavras-chave:* densidade, bordadura, segmentação, rendimento de grão, milho.

### BORDER ROW DENSITY AND PLOT SEGMENTATION IN CORN EXPERIMENT

**ABSTRACT** – The objective of this experiments was to evaluate the effect of border row densities on grain yield and homogeneity of variances in corn experiment as well as segmentation of the plots as a mean to increase experiment precision. It was conducted in Santa Maria, RS, during the 1995/96 growing season using four border row densities and two plant populations and the plot was divided in three segments. There was effect of border row densities on grain yield of the plots and this effect was equal for both populations used. No consistent effect of border row densities on the homogeneity of variances was observed. Segmentation of the plots resulted in an increase in the precision of the experiment. Differences between yields based on yield components and yields obtained directly were found.

*Key words:* density, border row, segmentation, grain yield, corn.

## INTRODUÇÃO

Muitos experimentos de campo com diversas espécies agrícolas apresentam valores relativamente elevados para o coeficiente de variação, indicando baixa precisão. Baixa precisão experimental resulta de desuniformidade das condições experimentais, que pode ser devida a vários fatores, entre os quais se inclui o efeito de bordadura. Chama-se efeito de bordadura a diferença de comportamento entre as plantas mais externas e as plantas mais internas das parcelas. Tal diferença resulta de áreas não plantadas ou de tratamentos diferentes nas vizinhanças das parcelas. O efeito de bordadura pode não ser o mesmo sobre todos os tratamentos, implicando desuniformidade experimental.

A obtenção de informações, em agricultura, por intermédio de experimentos de campo, exige que se cumpram certos requisitos para que determinada

informação seja suficientemente confiável. Uma circunstância contra a qual se deve ter cautela é a competição entre parcelas dispostas lado a lado.

Em geral, cada parcela deve ser protegida por bordaduras, ou seja, por faixas ou fileiras de plantas que, apesar de tratadas do mesmo modo que aquelas usualmente denominadas de “úteis”, não são utilizadas para a obtenção de informação das variáveis estudadas por serem, muitas vezes, influenciadas pelo tratamento das parcelas adjacentes. Nos ensaios com inclusão das bordaduras, aumenta o tamanho das parcelas sem modificar a área experimental, o que, em geral, aumenta a precisão das estimativas.

O objetivo é demonstrar a existência ou não de competição e de efeito de bordadura. Se existem, deve-se procurar aumentar a eficiência dos experimentos; se não existem, desperdiça-se cinquenta por cento ou mais dos recursos, usando áreas extras para proteger as parcelas.

1. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Caixa Postal 221, 97119-900 Santa Maria - RS/Brasil.

2. Eng. Agr. - Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciência Rurais da UFSM.

3. Aluno do Curso de Agronomia - Centro de Ciências Rurais UFSM.

Recebido para publicação em 24/10/1996.

A disponibilidade cada vez menor de recursos requer que seu uso seja mais eficiente a fim de se obter a maior quantidade possível de informações. Isto é, se não existe competição, as bordaduras podem ser eliminadas reduzindo-se a área total usada por experimento, e seu custo.

LIMA e SILVA et al. (1991) avaliaram o efeito de bordadura nas extremidades das parcelas de ensaios comparativos de milho irrigado e verificaram que as duas plantas mais externas produziram 23 por cento a mais do que as plantas internas; porém, o efeito de bordadura não influenciou a uniformidade experimental. Em outro experimento, LIMA e SILVA et al. (1994), visando avaliar os efeitos de bordadura lateral em experimentos de milho, observaram efeito significativo de bordaduras para rendimento, quando estas eram constituídas de diferentes variedades que diferiam em altura de planta. MONZON et al. (1972) concluíram ser desnecessário filas de bordadura em ensaios de cultivares de soja, havendo, entretanto, necessidade de usar duas ou mais plantas nas extremidades. VARADY (1969), estudando o efeito de bordaduras sobre o rendimento de trigo, observou que sua intensidade é maior naquelas plantas situadas nas extremidades do bloco, mediana a fraca naquelas situadas mais internamente, e que o efeito de compensação também depende da capacidade de afilhamento da cultivar.

Os objetivos deste experimento foram avaliar o efeito de quatro densidades de bordadura sobre o rendimento de grãos e seus componentes em duas populações de milho; verificar a uniformidade das parcelas através de sua segmentação; determinar o efeito de bordaduras sobre a homogeneidade das variâncias; determinar a contribuição dos componentes; e, comparar os rendimentos obtidos com rendimento calculado a partir dos componentes amostrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, em solo pertencente à unidade de mapeamento Vacacaf, classificado como Planossolo.

O experimento foi um fatorial 2<sup>4</sup> conduzido em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas eram constituídas de uma linha com populações correspondentes a 40.000 e 60.000 plantas por hectare e medindo 11,00 m de comprimento. Os tratamentos impostos sobre estas parcelas foram quatro densidades de bordaduras : 20.000, 30.000, 40.000 e 60.000 plantas por hectare. O espaçamento entre linha foi de 1,00m. Utilizou-se o híbrido Cargill 501 e a data de semeadura foi em 13/11/95. Como adubação utilizou-se 300 kg/ha da fórmula 5-20-20 e 21 dias após a emergência, quando executados os desbastes para as densidades planejadas, foi também realizada a adubação de cobertura com Nitrogênio na dosagem de 135 kg/ha. O controle de plantas daninhas e de pragas foi de acordo com as recomendações para a cultura (ALMEIDA, 1991; BIANCO, 1991). Na colheita, eliminou-se 1,00 m de cada extremidade e a parcela foi dividida em três segmentos iguais para fins de avaliações. Para determinar o número de grãos por espiga de cada segmento tomaram-se cinco espigas ao acaso e para peso de 1.000 grãos utilizou-se uma amostra de 500 sementes. Para o rendimento de grãos as espigas foram mecanicamente debulhadas e os grãos pesados com umidade corrigida para 14%.

Os dados foram submetidos a três análises de variância: uma de toda a parcela útil, incluindo os três segmentos; uma segunda, considerando cada segmento individualmente; e, uma terceira, somente dos dois segmentos mais uniformes, escolhidos por apresentarem menor coeficiente de variação. Também procedeu-se análise de regressão múltipla e análise

**TABELA 1 – Médias de rendimento e de componentes do rendimento determinados para duas populações de milho em Santa Maria, RS, 1995/96**

Determinações	População (plantas/ha)		Média
	-40.000	60.000	
Rendimento (kg/ha)	5.960 b*	6.877 a	6.419
Espigas (nº/segmento de 3,0 m)	13,1 b	16,6 a	14,86
Grãos/espiga (nº)	494,3 a	465,6 a	479,96
Peso de 1.000 grãos (g)	298,5 a	284,9 b	291,76

\*Determinações com médias não seguidas de mesma letra na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade.

de trilha (CRUZ e REGAZZI, 1994). Com a variância entre os segmentos da parcela, para a variável rendimento, verificou-se a hipótese de homogeneidade das variâncias para as diferentes densidades de bordadura pelo teste de Bartlett (STEEL e TORRIE, 1960). O rendimento calculado a partir dos componentes do rendimento amostrados também foi submetido a análise da variância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que houve diferenças significativas para as médias de rendimento das populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha e para as médias dos componentes do rendimento.

A inclusão dos três segmentos da parcela resultou num rendimento médio de grãos de 6.288 kg/ha e coeficiente de variação de 15,8%. A exclusão do terceiro segmento aumentou o rendimento médio para 6.419 kg/ha e baixou o coeficiente de variação para 11,42%.

A diminuição observada no coeficiente de variação do experimento, quando se excluiu o terceiro segmento, deveu-se à eliminação da parte da parcela que apresentou desempenho inferior aos demais devido ao excesso de chuvas durante parte da estação de crescimento, e de drenagem deficiente, em virtude da área ser quase plana, duas dentre as múltiplas causas que podem prejudicar a uniformidade de parcelas em experimentos de campo. Dadas as modernas facilidades de análises proporcionadas pela informática, a segmentação das parcelas, para fins de amostragens e análise, poderia, em certos casos, aumentar a precisão de experimentos.

Neste experimento, o maior rendimento, observado na população de 60.000 plantas/ha, deveu-se ao fato de a produção de espigas/área ter sido 27% maior. Isto mais que compensou as reduções em 6 e

5%, respectivamente, no número de grãos por espigas e maior peso de 1.000 grãos, comparativamente aos valores observados na população de 40.000 plantas/ha. O pequeno ajuste destes dois componentes sugere que o híbrido testado teria respondido a populações maiores do que as usadas neste experimento, nas condições em que foi conduzido.

A Tabela 2 e a Figura 1 mostram o efeito da variação das densidades de bordadura sobre o rendimento de grãos nas duas populações estudadas.

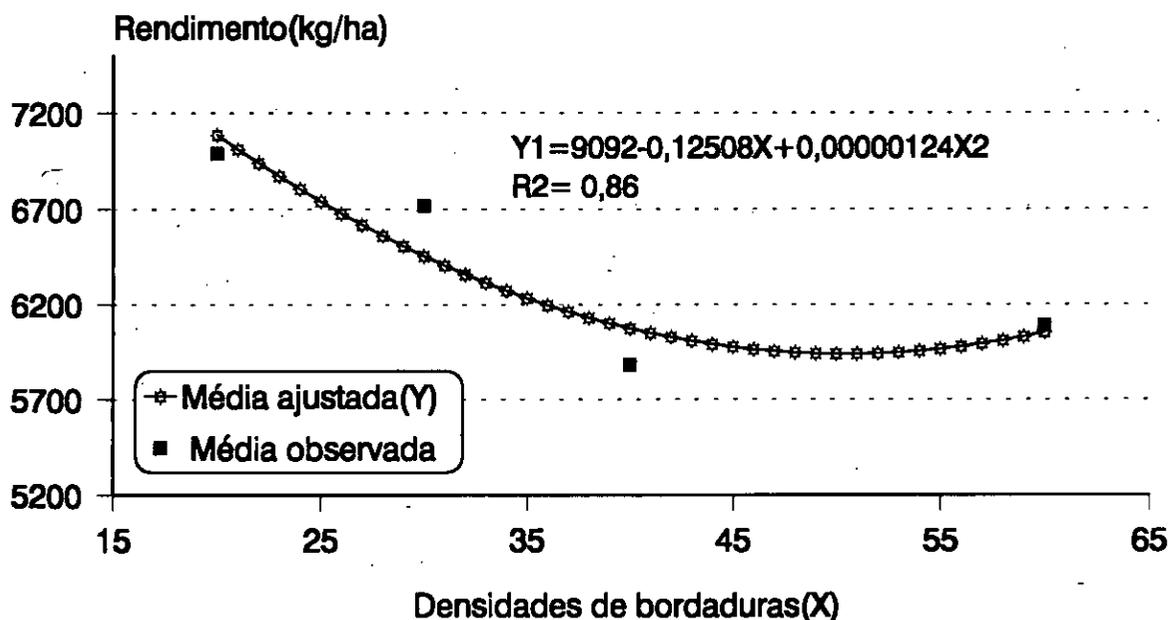
À medida que aumentaram as densidades de bordadura diminuiu o rendimento médio de grãos em 12,85% entre a maior e menor densidades de bordadura. A ausência de interação entre densidades de bordadura e populações da parcela indica que as primeiras afetaram igualmente o rendimento das últimas. Também não houve interação para os componentes do rendimento.

A maior ou menor densidade de bordadura afetou o rendimento das parcelas, porém, não houve interação entre densidades de bordadura e população das parcelas. Este efeito de bordadura pode ser atribuído à competição por recursos, principalmente por luz (OTTMAN e WELCH, 1988). Embora os efeitos unitários da variação das bordaduras fossem relativamente pequenos, o alto coeficiente de determinação obtido aconselharia o ajuste dos rendimentos, quando observadas grandes diferenças entre as densidades de bordadura e parcela.

O formato da curva de regressão pode ser atribuído, em parte, às relações inversas entre densidades de plantas com matéria seca e área foliar (TETIO KAGHO e GARDNER, 1988), isto é, aumento ou diminuição das densidades de bordadura foram parcialmente compensados pela diminuição ou aumento da matéria seca e área foliar de cada planta individualmente.

**TABELA 2 – Rendimentos médios obtidos e calculados através da equação de regressão para densidades de bordadura e duas populações de milho em Santa Maria, RS, 1995/96**

Densidades de bordadura (plantas/ha)	Rendimento (kg/ha)					
	40.000 plantas/ha		60.000 plantas/ha		Média	
	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado
20.000	6.561	6.573	7.417	7.600	6.989	7.087
30.000	5.939	5.535	7.494	7.004	6.716	6.417
40.000	5.537	5.559	6.224	6.591	5.880	6.074
60.000	5.803	5.799	6.374	6.316	6.089	6.056
Coef. de determinação	0,9973		0,6954		0,8576	



**FIGURA 1** – Relação entre densidades de bordaduras e rendimento da parcela útil para a média de duas populações de milho (40.000 e 60.000 plantas/ha)

-O ponto de máxima inflexão ocorreu com bordaduras de 50.000 plantas/ha, quando se observou o rendimento médio mínimo e 5.950 kg/ha. A equação  $Y = 9.092 - 0,12508x + 0,00000124x^2$  representa o efeito das densidades de bordadura sobre a média dos rendimentos, sendo que 86% da variação observada no rendimento de grãos poderia ser explicada pela variação nestas densidades.

A análise de trilha (Tabela 3) mostra que o número de espigas (NE) foi o componente que maior influência teve no rendimento. No entanto, este componente teve efeito indireto negativo via número de grãos/espiga (NGE) e peso de mil grãos (PMG).

O segundo componente mais importante foi o PMG, que apresentou efeito indireto negativo via NE. O componente NGE mostrou pouca relação com o

**TABELA 3** – Coeficientes de trilha de componentes do rendimento sobre a produção por área em duas populações de milho, Santa Maria, RS, 1995/96

Relações	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
Efeito direto de NE (1)	0,765	0,546
Efeito indireto de NE via NGE (2)	-0,020	-0,011
Efeito indireto de NE via PMG (3)	-0,113	-0,088
Total dos efeitos diretos e indiretos (1-2-3)	0,631	0,447
Efeito indireto de grão via NE	0,131	-0,111
Efeito indireto de grãos via PMG	0,094	0,139
Total dos efeitos diretos e indiretos	0,082	0,084
Efeito direto via PMG	0,440	0,479
Efeito indireto PMG via NE	-0,197	-0,100
Efeito indireto PMG via NGE	0,026	0,016
Total dos efeitos diretos e indiretos	0,268	0,395
Coeficientes de determinação	0,611	0,438

NE = Número de espigas/área; NGE = Número de grãos/espiga; PMG = Peso de mil grãos.

rendimento, porque esteve negativamente relacionado ao componente NE. Ao mostrar que o componente mais importante na variação do rendimento foi o número de espigas por área, e que os efeitos indiretos foram relativamente pequenos, esta análise novamente sugere que as populações empregadas não foram suficientemente altas para que houvesse um maior efeito de compensação, principalmente com o componente número de grãos por espiga.

O teste de Bartlett, para o exame de homogeneidade das variâncias dos tratamentos, rejeitou a hipótese de homogeneidade e mostrou resultados discordantes entre

Objetivando avaliar a precisão das amostragens foram calculados os rendimentos de grãos e outros parâmetros estatísticos. A Tabela 5 indica que as amostragens dos componentes do rendimento superestimaram o rendimento real em 13,3 e 1,5%, respectivamente, para as populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha. Também foram superestimados os erros-padrão e os coeficientes de variação.

A comparação de rendimentos obtidos e rendimentos calculados a partir dos componentes mostrou diferenças relativamente grandes, apesar de terem sido amostrados, em média, 34% das espigas

**TABELA 4 – Teste de Bartlett para homogeneidade das variâncias de quatro densidades de bordadura sobre duas populações de milho**

Bordaduras (plantas/ha)	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
20.000	245.260 b	708.322 a
30.000	372.547 a	378.659 a
40.000	978.559 a	861.295 a
60.000	515.596 a	237.765 b

\*Determinações com médias não seguidas de mesma letra na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Bartlett em nível de 5% de probabilidade.

as populações de 40.000 e 60.000 plantas/ha, como mostra a Tabela 4.

Na população menor, a bordadura de menor densidade apresentou a menor variância. Na população de 60.000 plantas/ha a menor variância foi observada com a bordadura de maior densidade. Em ambas as populações não houve coerência hierárquica entre densidades de bordadura e magnitude da variância dos tratamentos, indicando que variações na densidade de bordaduras em nada contribuíram para a precisão do experimento.

de cada segmento para a determinação do número de grãos. Os rendimentos, superestimados em até 13,3%, juntamente com outros parâmetros estatísticos, indicam que a amostragem de componentes pode implicar em erros, quando tomados como base para calcular o rendimento real.

A maior ou menor densidade de bordadura afetou o rendimento das parcelas, porém, não houve interação entre densidades de bordadura e população das parcelas. Este efeito de bordadura pode ser atribuído à competição por recursos, principalmente

**TABELA 5 – Rendimentos de grãos obtidos, rendimentos calculados e outros parâmetros em duas populações de milho**

Efeitos	População (plantas/ha)	
	40.000	60.000
Rendimento obtido (kg/ha)	5.960	6.877
Rendimento calculado (kg/ha)	6.738	6.983
Diferença de rendimento (kg/ha)	+778	+106
Acréscimo de rendimento (%)	13,3	1,5
Erro padrão do rendimento obtido (kg/ha)	352	406
C.V. do rendimento obtido (%)	13,2	13,3
C.V. do rendimento calculado (%)	17,3	17,4

por luz (OTTMAN e WELCH, 1988). Embora os efeitos unitários da variação das bordaduras fossem relativamente pequenos, o alto coeficiente de determinação obtido aconselharia o ajuste dos rendimentos, quando observadas grandes diferenças entre as densidades de bordadura e parcela.

### CONCLUSÕES

Deste trabalho conclui-se que:

1. A segmentação de parcelas permite determinar a variabilidade dentro da parcela, e a exclusão de segmentos prejudicados aumenta a precisão do experimento.
2. A densidade de bordadura afeta o rendimento de grãos da parcela e este efeito é igual para populações diferentes de plantas.
3. A variação de densidade de bordadura por não ter efeito consistente sobre a homogeneidade das variâncias não contribui para aumentar a precisão do experimento.
4. As amostras de componentes para determinar o rendimento de grãos pode levar a diferenças em relação aos valores obtidos diretamente.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALMEIDA, F.S. de. Plantas daninhas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina, 1991. (Circular, 68).
- BIANCO, R. Pragas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. A cultura do milho no Paraná. Londrina, 1991. (Circular, 68).
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J., Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390 p.
- LIMA e SILVA, P.S.; SOUZA, P.G.; MONTENEGRO, E.E. Efeito de bordadura na extremidade de parcelas de milho irrigado. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 38, n. 216, p.101-107, 1991.
- LIMA e SILVA et al. Efeito de bordadura lateral em experimento de variedades de milho. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 235, p. 277-287, 1994.
- MONZON, D.; PACHECO, J.J.; MARTINEL, O. Efecto de competencia y bordadura en ensayos de varidade. I. soya. *Agronomía Tropical*, Maracay, v. 22, n. 1, p. 67-74, 1972.
- OTTMAN, M.J.; WELCH, L.F. Supplemental radiation effects on senescence, plant nutrients, and yield of field grown corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 80, n. 4, p. 619-625, 1988.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.
- TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agronomy Journal*, Madison, v. 38, n. 6, p. 935-940, 1988.
- VARADY, C. Effets de lignes manquantes sur parcelles experimentales de blé. *Recherche Agronomique en Suisse*, Bern, v. 38, n. 3/4, p. 364-371, 1969.

## AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

FÁBIO PANDINI<sup>1</sup>, FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO<sup>2</sup>, JOSÉ FERNANDES BARBOSA NETO<sup>2</sup>, ANDRÉA MITTELMANN<sup>3</sup>, ADRIANE LEITE DO AMARAL<sup>1</sup>

**RESUMO** – O ajuste de caracteres adaptativos como ciclo e estatura, permite adequar cultivos sucessivos e utilizar técnicas agronômicas mais eficientes, podendo contribuir no aumento da produtividade. Métodos que promovam incrementos na variabilidade genética são de grande importância no melhoramento por possibilitarem a seleção de genótipos superiores. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das mutações induzidas e cruzamentos recíprocos em famílias segregantes para ciclo, estatura de plantas e a correlação entre estes caracteres. As populações foram obtidas a partir de cruzamentos recíprocos e mutações induzidas pelo uso das doses de radiação gama 0, 5, 10, 20, 40 kR a partir do Cobalto-60, sendo avaliadas as variações ocorridas para as médias e variâncias em duas cultivares de triticales, Triticale BR4 e EMBRAPA18. Os resultados obtidos revelaram famílias com ampla segregação para ciclo e estatura de planta, com classes genotípicas distintas e a possibilidade de identificar famílias com valores distintos em relação as médias da população padrão para ambos os caracteres e nos dois genótipos avaliados. Houve tendência à redução da estatura e incremento do ciclo para as famílias avaliadas, porém não houve correlação expressiva entre os caracteres ciclo e estatura para a maioria dos tratamentos, o que possibilita ao melhorista selecionar tipos de plantas adaptadas ao ambiente de cultivo.

*Palavras-chave:* *X triticosecale*, raios gama, melhoramento genético, estatura, ciclo

## EVALUATION OF GENETIC VARIABILITY FOR HEADING DATE AND HEIGHT IN TRITICALE OBTAINED BY INDUCED MUTATIONS AND ARTIFICIAL CROSSES

**ABSTRACT** – The adjustment of adaptative characters such as heading date and height, allows one to arrange successive cultures and to apply efficient agronomic techniques, resulting in productivity increase. Methods that increase genetic variability have great significance in plant breeding, once they amplify the opportunities for selecting superior genotypes. The aim of this study was to evaluate the effect of induced mutations and reciprocal crosses in families segregating for heading date and height and to analyze the correlation between these characters. The populations were obtained from reciprocal crosses and induced mutation with gamma radiation. In the latter, radiation dosages of 0, 5, 10, 20, 40 kR were obtained from exposition to Cobalt - 60. Changes in the mean and variance in two triticales genotypes Triticale BR4 e EMBRAPA18, were analyzed. The results obtained indicated families with wide segregation patterns for heading date and height and also suggested the possibility to identify families with distinct values compared to the control population for both characters and both genotypes. There was a tendency to reductions in height and increases in heading date for the families evaluated. However, there was not an expressive correlation between heading date and height for the majority of the treatments, therefore allowing the breeder to select plant types adapted to the environment of cultivation.

*Key words:* *X triticosecale*, gamma rays, plant breeding, height, heading date

1. Eng. Agr., M.Sc. - UFRGS, Porto Alegre/RS. Rua Santo Antônio, 611/22, 90220-011 Porto Alegre - RS/BRASIL

2. Eng. Agr., PhD - Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/BRASIL

3. Eng. Agr. - Estudante do Curso de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS

Recebido para publicação em 10/12/1996

## INTRODUÇÃO

A hibridação é uma técnica amplamente utilizada no melhoramento de espécies cultivadas por possibilitar a complementação dos genitores e a obtenção de novas combinações genéticas para os caracteres agrônômicos de interesse. As mutações induzidas por agentes mutagênicos e em especial os raios gama, vêm sendo pesquisadas como uma técnica auxiliar importante no melhoramento. A obtenção de indivíduos segregantes para redução de estatura e maior precocidade em triticale e outras espécies de interesse agrônômico é citada na literatura em vários trabalhos. (RAJPUT, 1982; SINHA e JOSHI, 1986; NASCIMENTO JUNIOR et al., 1994; TULMANN NETO e SABINO, 1994). A variação nas populações de plantas, quando avaliadas individualmente, permite a formação de famílias, facilitando a obtenção dos variantes úteis ao melhoramento de plantas. Com a utilização de agentes mutagênicos capazes de provocar modificações genéticas ao acaso, alterações de genes associados negativamente ocorrem com frequência. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar o surgimento de famílias segregantes a partir de diferentes tratamentos mutagênicos com raios gama e cruzamentos artificiais e estudar as correlações existentes entre ciclo e estatura de plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul / RS nos anos de 1994 e 1995. Os tratamentos mutagênicos foram realizados no Departamento de Engenharia Nuclear desta Universidade. As dosagens utilizadas foram 5, 10, 20, 40 kR para as cultivares Triticale BR4 e EMBRAPA18. Foram irradiadas 1000 sementes para cada tratamento, sendo colhida uma média de 250 espigas na geração  $M_1$  (geração tratada com o mutagênico). Destas foram escolhidas ao acaso 100 espigas para constituir a geração  $M_2$  no verão de 1994/1995. Paralelamente, foram realizados cruzamentos recíprocos entre as cultivares Triticale BR4 e EMBRAPA18. No verão de 1994/95 foi semeada a geração  $F_1$ . As sementes de cada planta  $F_1$  originaram linhas  $F_2$ , as quais serão referidas como famílias. Os dados referentes às gerações  $M_2$  (segunda geração após o tratamento mutagênico) e  $M_3$  dos tratamentos mutagênicos e  $F_2$  dos cruzamentos artificiais foram obtidos individualmente no inverno de 1995 para cada planta em todos os tratamentos e gerações utilizados. A estatura de planta foi medida da superfície do solo até o ápice da espiga principal excluindo as aristas, no período de maturação

**TABELA 1 – Número de famílias com médias significativamente diferentes em relação à população original para estatura e ciclo de planta, nos tratamentos utilizados. Eldorado do Sul/RS, 1995**

GEN./GER.	TRATAMENTOS	ESTATURA		CICLO		TOTAL
		superiores*	inferiores*	superiores*	inferiores*	
BR4xEMB18/ $F_2$		2	12	6	2	39
BR4 / $M_2$	5	3	1	5	2	33
	10	5	0	3	1	30
	20	3	2	5	1	26
	40	3	2	3	5	26
BR4 / $M_3$	5	3	2	3	1	18
	10	0	0	0	0	2
	20	1	2	9	0	19
	40	0	6	10	0	24
EMB18 / $M_2$	5	2	4	8	5	35
	10	1	7	7	3	29
	20	0	10	1	1	31
	40	0	7	2	2	9
EMB18 / $M_3$	5	0	13	11	1	28
	10	0	8	9	0	12
	20	0	8	7	0	12
	40	0	3	1	0	4

\* Significativo pelo teste t a 5%.

GEN/GER = genótipos e gerações avaliadas; EMB18 = EMBRAPA18; BR4 = Triticale BR4.

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA  
A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

fisiológica. O ciclo vegetativo foi determinado através da contagem dos dias após a semeadura até a emissão completa da primeira espiga, utilizando fitas de diferentes cores para identificar as plantas que entravam em florescimento. As espigas colhidas individualmente foram mantidas separadas e constituíram uma família, correspondente a uma linha de plantas no campo, no inverno de 1995, onde foram avaliadas as médias e variâncias para todas as famílias e comparadas com o tratamento padrão em ambas as gerações. Para comparações de médias foi utilizado o teste t e as variâncias foram testadas pelo teste F,

descritos por STEEL e TORRIE (1980). Famílias com menos de quatro indivíduos não foram consideradas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de famílias com diferenças significativas superiores e inferiores à média da população padrão está incluído na Tabela 1. Para estatura de plantas houve maior número de famílias com redução da média tanto nos cruzamentos artificiais como nos tratamentos mutagênicos. Famílias com estatura superior também foram

**TABELA 2 – Famílias de triticales obtidas a partir do genótipo Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média ( $\bar{X}$ ) e diferentes variâncias ( $s^2$ ) nas gerações  $M_2$  e  $M_3$ , submetidas a diferentes doses de radiação gama ( $Co^{60}$ ), para o caráter estatura de planta (cm), Eldorado do Sul (RS), em 1995**

dose (kR)	GERAÇÃO - $M_2$				GERAÇÃO - $M_3$			
	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$
<b>BR4</b>								
padrão	-	53	100,1	45,63	-	62	101,4	45,76
5	1	13	97,9	ns 92,74 *	1	17	97,06	ns 31,43 ns
	2	10	95,5	ns 158,1 *	2	3	95,0	ns 100,0 s
	3	11	92,4	* 65,45 ns	3	4	82,2	* 133,6 *
10	1	12	98,3	ns 51,51 ns	1	7	95,7	* 26,24 ns
	2	4	96,2	ns 22,92 ns	2	4	90,0	ns 148,7 *
	3	3	92,7	ns 41,33 ns	3	3	89,3	* 9,33 ns
20	1	12	97,7	ns 169,8 *	1	11	95,4	ns 102,25 *
	2	6	97,5	ns 257,5 *	2	15	93,1	ns 129,4 *
	3	9	90,6	ns 173,8 *	3	2	92,8	* 72,0 ns
40	1	18	97,2	ns 88,89 *	1	12	94,5	* 59,73 ns
	2	5	97,0	ns 170,0 *	2	13	93,1	* 100,7 *
	3	15	95,3	ns 119,5 *	3	14	92,8	* 8,44 ns
<b>EMBRAPA18</b>								
padrão	-	84	98,64	41,26	-	69	97,86	32,65
5	1	18	94,2	* 26,5 ns	1	14	91,4	* 40,26 ns
	2	12	92,9	* 33,9 ns	2	12	90,8	* 30,15 ns
	3	4	90,4	ns 200,0 *	3	7	88,3	* 28,0 ns
10	1	11	92,7	ns 103,0 *	1	7	87,7	* 59,24 ns
	2	14	92,6	* 28,71 ns	2	4	86,5	* 49,0 ns
	3	14	92,6	ns 78,11 *	3	11	84,5	* 69,67 *
	4	5	90,8	ns 143,2 *	4	6	83,5	ns 209,5 *
20	1	13	90,5	* 36,94 ns	1	9	86,8	* 85,94 *
	2	10	90,4	* 49,6 ns	2	11	85,4	* 52,07 ns
	3	9	88,3	* 39,25 ns	3	7	84,6	* 83,62 *
	4	3	88,0	* 8,0 ns	4	5	84,0	* 74,0 ns
40	1	17	94,8	ns 142,3 *	1	8	84,9	* 56,98 ns
	2	7	90,0	* 70,67 ns	2	4	84,5	* 27,67 ns
	3	13	89,8	* 30,81 ns	3	4	84,0	* 18,67 ns
	4	12	86,9	* 55,54 ns	4	6	83,0	* 71,6 ns

\* Significativo a 5% pelo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de plantas avaliadas; Fam = Famílias

observadas, especialmente na geração M2 do genótipo BR4. Da mesma forma, alterações foram observadas no caráter ciclo vegetativo, sendo que maior número de famílias com prolongamento do ciclo foi observado nos cruzamentos artificiais e na maioria dos tratamentos mutagênicos. Famílias com menor ciclo também ocorreram nos diferentes tratamentos para as duas cultivares avaliadas (Tabela 1). Dos tratamentos utilizados para o caráter estatura de plantas e ciclo vegetativo foram retiradas as famílias

que apresentaram as menores médias, sendo comparadas com o tratamento padrão através das médias e suas respectivas variâncias. Estes resultados permitiram caracterizar a presença da variabilidade genética ocorrida dentro dos tratamentos, uma vez que famílias podem revelar comportamento diferenciado da média da população padrão.

A maioria dos tratamentos produziu famílias com classes diferenciadas. Na Tabela 2 estão incluídas as famílias com as menores médias dentro de cada

**TABELA 3 - Famílias de triticales obtidas a partir dos genótipos Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média ( $\bar{X}$ ) e diferentes variâncias ( $s^2$ ) nas gerações M<sub>2</sub> e M<sub>3</sub>, quando submetidas a diferentes doses de radiação gama (Co<sup>60</sup>), para o caráter ciclo vegetativo (dias), Eldorado do Sul (RS), em 1995**

dose (kR)	GERAÇÃO - M <sub>2</sub>				GERAÇÃO - M <sub>3</sub>			
	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$
<b>BR4</b>								
padrão	-	53	95,53	24,22	-	62	94,21	19,45
5	1	14	94,5 ns	63,80 *	1	11	94,4 ns	24,05 ns
	2	18	94,2 ns	33,85 ns	2	18	93,1 ns	27,7 ns
	3	18	92,4 *	33,95 ns	3	19	92,0 ns	16,62 ns
10	1	16	95,4 ns	68,40 *	1	3	102,0 ns	49,0 ns
	2	8	94,1 ns	20,12 ns	2	3	99,7 ns	16,33 ns
	3	16	93,7 ns	60,23 *	3	2	98,5 ns	24,5 ns
	4	6	92,7 ns	32,67 ns	4	9	95,8 ns	29,94 ns
20	1	9	95,0 ns	36,75 ns	1	10	99,2 *	23,96 ns
	2	17	95,0 ns	6,12 *	2	15	99,0 *	33,0 ns
	3	12	94,4 ns	21,9 ns	3	6	98,5 ns	53,9 *
	4	11	91,2 *	23,60 ns	4	4	96,7 ns	12,25 ns
40	1	15	93,1 ns	59,27 *	1	11	97,5 ns	22,27 ns
	2	15	91,7 ns	34,07 ns	2	13	96,6 ns	74,76 *
	3	18	91,1 *	35,08 ns	3	11	96,3 ns	57,02 *
	4	13	90,7 *	28,90 ns	4	14	95,0 ns	60,31 *
<b>EMBRAPA18</b>								
padrão	-	84	99,25	11,83	-	69	98,75	12,36
5	1	10	95,0 ns	32,7 *	1	9	99,7 ns	85,75 *
	2	8	94,1 *	6,12 ns	2	14	99,5 ns	27,19 *
	3	16	92,8 *	30,83 ns	3	18	96,6 ns	55,08 *
10	1	8	99,4 ns	13,12 ns	1	6	103,0 ns	27,77 *
	2	10	97,1 ns	33,21 *	2	11	102,0 ns	67,27 *
	3	16	96,7 ns	22,87 *	3	4	102,0 ns	32,67 *
	4	14	93,5 ns	39,04 *	4	7	102,0 ns	16,33 *
20	1	11	99,4 *	12,47 ns	1	10	104,0 ns	44,1 *
	2	19	99,5 ns	12,61 ns	2	12	102,0 ns	53,45 *
	3	15	98,3 ns	27,07 *	3	7	102,0 ns	52,07 ns
	4	13	98,2 ns	29,52 *	4	3	102,0 *	0 *
40	1	12	99,0 ns	55,54 *	1	4	105,0 ns	81,67 *
	2	17	98,7 ns	142,32 *	2	4	105,0 ns	81,67 *
	3	7	96,0 ns	87,62 *	3	4	104,0 ns	77,58 *
	4	13	95,0 ns	40,83 *	4	6	98,5 ns	14,7 ns

\* Significativo a 5 % pelo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de indivíduos; Fam = Famílias.

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA  
A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

tratamento para estatura de plantas, comparadas estatisticamente com o padrão para as cultivares e gerações avaliadas. No genótipo BR4 não houve modificação na média de estatura de planta na geração  $M_2$ , com exceção de uma família. As famílias revelaram variâncias superiores na geração  $M_2$  em relação ao padrão para a maioria dos tratamentos. Na geração  $M_3$  as médias foram semelhantes às da  $M_2$ , porém as variâncias em sua maioria foram inferiores ao padrão (Tabela 2). Para o genótipo EMBRAPA18 os efeitos de redução nas médias das famílias foram mais acentuados, sendo que a maioria delas revelou diferenças significativas na geração  $M_2$ . Em  $M_3$ , praticamente todas as famílias apresentaram reduções significativas na estatura de planta. As variâncias foram menores, e a maioria dos tratamentos não diferiu estatisticamente do padrão (Tabela 2).

Para ciclo vegetativo no genótipo BR4 as diferenças de médias nas famílias em relação ao padrão nas gerações  $M_2$  e  $M_3$  foram menores (Tabela 3). Da mesma forma, o genótipo EMBRAPA18 produziu um pequeno número de famílias com diferenças significativas para as médias nas gerações  $M_2$  e  $M_3$ . Os resultados de variâncias obtidos para o genótipo BR4 foram semelhantes, sendo que a maioria das famílias não mostraram diferenças significativas em relação ao padrão, para as duas gerações avaliadas. O tratamento 40 kR na geração  $M_3$  apresentou maior número de famílias com diferenças significativas (Tabela 3). No genótipo EMBRAPA18 os efeitos foram mais drásticos, embora a grande maioria dos

tratamentos não tenha apresentado diferenças significativas para as médias em relação ao padrão (Tabela 3). Contudo, a maioria das variâncias foram superiores em relação ao padrão para ambas as gerações e, principalmente na  $M_3$ .

As médias de algumas famílias  $F_2$  para os dois cruzamentos efetuados foram inferiores e significativas em relação às cultivares utilizadas como padrões (Tabela 4), porém com variâncias semelhantes. O cruzamento comparado com o EMBRAPA18 revelou menor efeito na redução da média e variância superior, não ocorrendo diferenças significativas para ambas, na maioria das famílias. As famílias obtidas a partir dos cruzamentos artificiais não revelaram diferenças significativas para as médias dos cruzamentos BR4 x EMBRAPA18, quando comparados com o padrão (Tabela 4), havendo incrementos significativos das variâncias em relação ao padrão. Para o cruzamento recíproco, comparado com o EMBRAPA18, algumas famílias indicaram médias menores com diferenças significativas em relação ao padrão, ocorrendo variâncias significativamente mais elevadas para a maioria delas.

As correlações entre os caracteres estatura e ciclo vegetativo de plantas (Tabela 5) foram baixas para os tratamentos mutagênicos em ambos os genótipos, embora tenham sido significativas para a maioria dos tratamentos no genótipo BR4. Para o genótipo EMBRAPA18 os valores de correlação não foram estatisticamente significativos para a maioria dos resultados em ambas as gerações avaliadas.

**TABELA 4** – Famílias segregantes de triticales obtidas a partir dos cruzamentos artificiais recíprocos entre os genótipos Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média ( $\bar{X}$ ) e diferentes variâncias( $s^2$ ) na geração  $F_2$ , para o caráter estatura de plantas (cm), Eldorado do Sul /RS, 1995

GENÓTIPOS	ESTATURA-F2				CICLO-F2				
	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$	Fam	n	$\bar{X}$	$s^2$	
<i>PADRÃO BR4</i>	-	53	100,15	45,63	-	84	95,5	24,22	ns
BR4 x EMBRAPA18	1	12	92,67 *	36,42 ns	1	8	97,6 ns	69,12 *	
	2	10	92,1 *	83,65 ns	2	9	95,0 ns	110,2 *	
	3	15	91,73 ns	211,3 *	3	9	95,0 ns	49,0 ns	
	4	8	90,62 *	27,98 ns	4	6	93,8 ns	8,17 ns	
<i>PADRÃO EMB18</i>	-	84	98,64	41,26	-	84	99,25	11,83	ns
EMBRAPA18 x BR4	1	3	92,67 *	5,33 *	1	14	97,0 ns	86,15 *	
	2	13	92,23 ns	111,7 *	2	6	96,2 ns	27,77 ns	
	3	6	91,83 ns	64,97 ns	3	13	96,1 *	88,58 *	
	4	6	91,33 ns	148,3 *	4	17	91,3 *	31,34 *	

\* Significativo a 5% segundo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de plantas avaliadas; Fam = famílias

**TABELA 5 – Correlações entre os caracteres estatura de planta e ciclo vegetativo para os genótipos de Triticale BR4 e EMBRAPA18, quando submetido a diferentes doses de radiação gama (Co<sup>60</sup>) e cruzamentos artificiais recíprocos, Eldorado do Sul (RS), 1995**

CORRELAÇÕES	TEST.	TRATAMENTOS				
		BR4xEMB18	5 kR	10 kR	20 kR	40 kR
GERAÇÃO 2 - BR4						
ESTATURA x CICLO	-0,02	-0,08	- 0,27 *	- 0,13 *	0,08	-0,11
GERAÇÃO 3 - BR4						
ESTATURA x CICLO	-0,26	-	-0,35 *	-0,35 *	-0,02	-0,24 *
GERAÇÃO 2 -EMB18						
ESTATURA x CICLO	-0,11	-	-0,19 *	-0,07	-0,01	-0,24
GERAÇÃO 3 -EMB18						
ESTATURA x CICLO	-0,11	-	0,10	0,06	0,05	0,19

\* significativo a 0,01 EMB18 = EMBRAPA18; Test. = testemunha; BR4 = Triticale BR4.

Alterações no sentido de incrementar ou reduzir as médias para ciclo e estatura de plantas puderam ser observadas nos diferentes tratamentos mutagênicos e cruzamentos artificiais em grande número de famílias. A irradiação de sementes através de raios gama demonstrou a possibilidade de modificar alelos responsáveis por alterar os caracteres em estudo. Da mesma forma, os cruzamentos artificiais promoveram ampla recombinação com segregação transgressiva para ciclo e estatura, pois as cultivares apresentam comportamento similar para os caracteres avaliados.

A análise das famílias com as menores médias nas populações avaliadas pode melhor caracterizar as alterações genéticas, auxiliando a detecção da variabilidade existente e estas características são de grande interesse para os programas de melhoramento. Entretanto, apenas para algumas das famílias que produziram as menores médias para a estatura de plantas foi possível observar significância em relação aos padrões.

Elevados valores de variância, devido à grande intensidade de segregação, provocaram limitações na análise das médias na geração M<sub>2</sub>. Além disto, o tamanho das amostras para cada família ficou reduzido, o que determinou valores elevados para estatística t para as comparações de médias. Isto pode ser evidenciado no genótipo BR4 na geração M<sub>2</sub>, onde ocorreram grandes diferenças nas médias, porém não significativas. Contudo, na geração M<sub>3</sub> houve uma redução da variação pelo próprio incremento da homozigose, com um grande número de famílias que diferiram estatisticamente do padrão. Consideração esta, também é válida para o genótipo EMBRAPA18, porém para este genótipo a maioria das famílias apresentou diferenças significativas na geração M<sub>2</sub> devido aos efeitos mutagênicos terem sido mais pronunciados, provocando uma maior redução na

média das famílias para este genótipo. Na geração M<sub>3</sub> a maioria das famílias analisadas divergiu em relação ao padrão, o que caracteriza que todos os tratamentos produziram famílias com médias inferiores em relação ao padrão, evidenciando a presença da variabilidade genética. Embora ocorram famílias distintas e com médias menores, muita variação de alelos ainda existe dentro das famílias. Estas variações auxiliam na elevação das variâncias, devendo ser preferida a seleção em gerações posteriores para facilitar a diferenciação entre as famílias. Resultados semelhantes são citados na literatura para vários caracteres de interesse agrônomo, inclusive obtenção de progênies de menor estatura em genótipos de triticale, quando as sementes foram submetidas a doses de radiação (REDDY, 1988).

A efetividade dos cruzamentos artificiais em promover acréscimos acentuados nas variâncias, assim como determinar médias menores em relação ao padrão, demonstrou a ocorrência de recombinação para genes de baixa estatura. Os decréscimos acentuados nas médias evidenciam que genes para o caráter estão recombinando, o que possibilita obter ampla variabilidade genética e identificar indivíduos de menor estatura, assim como obter ganhos genéticos na seleção para este caráter. Comparações similares foram realizadas por outros autores, que destacaram a possibilidade de obter amplitudes equivalentes de variação, utilizando as técnicas de hibridação e irradiação (KRULL e FREY, 1960).

As famílias que produziram as menores médias para o caráter ciclo vegetativo também foram caracterizadas quanto a variabilidade genética nas progênies. Os efeitos significativos das variâncias para a maioria das famílias a partir do genótipo EMBRAPA18, revelam a maior efetividade do mutagênico em provocar alterações de pequeno efeito.

Maiores valores de variância verificados para as famílias provenientes da maior dose de radiação (40 kR) no genótipo BR4, assim como o efeito mais pronunciado para esta dose no genótipo EMBRAPA18, demonstra maior capacidade em provocar alterações no caráter, indicando que um acentuado número de genes de pequeno efeito foram modificados. Resultados semelhantes são citados na literatura para genótipos de triticales a partir de tratamentos mutagênicos com raios gama (SHAKOOR et al., 1980).

Os valores obtidos para as baixas doses de radiação evidenciam que estes tratamentos são pouco efetivos em provocar alterações nos genes que conferem maior precocidade. Isto pode ser observado pelo pequeno número de famílias que apresentaram diferenças estatísticas nas menores doses para os dois genótipos. Para as famílias derivadas dos cruzamentos artificiais, ficou evidenciado que a recombinação não foi favorável aos alelos responsáveis pela maior precocidade, pois poucas famílias foram observadas com médias menores que o tratamento dos genitores. A maioria dos desvios ocorridos foram no sentido de incrementar o ciclo.

Para os cruzamentos artificiais o maior número de famílias para ciclo tardio e a superioridade nas médias revelaram que os genótipos recombinantes ocorreram predominantemente no sentido de incrementar o ciclo, evidenciando que há maior dificuldade de obter populações com combinações alélicas para redução do ciclo.

As variâncias foram superiores para os cruzamentos artificiais na maioria dos tratamentos, contudo o maior número de classes ocorreu para o acréscimo do ciclo vegetativo, não contribuindo para a seleção e obtenção de plantas com maior precocidade. Por outro lado, as variações ocorridas para a maior dose de radiação utilizada foram semelhantes aos cruzamentos artificiais, com a vantagem de apresentarem famílias com menor ciclo, representadas por um número maior de plantas. Isto pode ser de grande importância, pois onde há disponibilidade de irradiar sementes pode ser utilizado um número superior de genótipos, além disto permite a obtenção de novas classes segregantes a partir do germoplasma elite do programa, sem o inconveniente de introduzir características negativas no germoplasma utilizado.

Os agentes mutagênicos também podem provocar alterações nos genes e promover características indesejáveis. A análise de correlação entre caracteres pode auxiliar na prática da seleção, uma vez que fornece o grau de associação entre eles. Os baixos valores de correlação indicam que há baixa associação entre os genes responsáveis pela redução

de estatura e menor precocidade, tornando difícil a seleção de indivíduos que apresentem os dois caracteres simultaneamente.

O uso das mutações induzidas proporciona um incremento da variabilidade genética existente no germoplasma, devendo ser utilizada preferencialmente para o ajuste de um único caráter e não diretamente para obtenção de novas cultivares (MICKE e DONINI, 1993). Entre as dosagens utilizadas, a superior apresentou maior número de famílias com menor estatura e maior precocidade, demonstrando que há possibilidades de selecionar genótipos com os dois caracteres a partir dos mesmos indivíduos, devendo-se adequar a pressão de seleção exercida e utilizar métodos eficientes de seleção.

## CONCLUSÕES

Os tratamentos mutagênicos e cruzamentos artificiais possibilitam a obtenção de grande amplitude de variação genética para ciclo e estatura entre as famílias de triticales. Os caracteres ciclo e estatura não apresentam forte associação para os tratamentos mutagênicos e permitem ao melhorista selecionar tipos de plantas adaptadas ao ambiente de cultivo.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- KRULL, C.F.; FREY, K.J. Genetic variability in oats following hybridization and irradiation. *Crop Science*, Madison, v. 1, n.1, p.141-146, 1960.
- MICKE, A.; DONINI, B. Induced mutations. In: *Plant Breeding: principles and prospects*. London: Chapman & Hall, 1993. p. 152-162.
- NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CARVALHO, F.L.F. de; BARBOSA NETO, J.F.; et al. Agentes mutagênicos e a intensidade de variabilidade genética em caracteres adaptativos na cultura da aveia. (*Avena sativa* L.). *Agronomia Sulrio-grandense*, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p.199-216, 1994.
- RAJPUT, M.A. Induced variability for heading date, plant height and tiller number in triticales. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.*, Tandojam, v.25, p. 77-79, 1982.
- REDDY, V.R.K. Desirable induced mutation in triticales. *J. Nuclear Agric. Biol. Meerut*, v.17, p.76-8, 1988.
- SHAKOOR, A.; SALEEM, M.; AFZAL, M. Improvement of triticales for fertility and grain character through induced mutation. *The Nucleus*, Faisalabad, v.17, n. 2, p.37-38, 1980.
- SINHA, R.P.; JOSHI, M.G. Induced polygenic variation in hexaploid triticales in M<sub>3</sub> generation. *J. Nuclear Agric. Biol.*, New Delhi, v.15, p.170-174, 1986.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- TULMANN NETO, A.; SABINO, J.C. Indução e uso de mutante de hábito determinado e precoce em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v. 17 n. 4, p. 425-30, 1994.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro para realização desse trabalho.

## PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS, EM DOIS NÍVEIS DE MANEJO DA ÁGUA E DA ADUBAÇÃO<sup>1</sup>

CLAUDIO DE MIRANDA PEIXOTO<sup>2</sup>, PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA<sup>3</sup>, FABIANA REZERA<sup>4</sup>, RAFAEL DE CAMPOS CARMONA<sup>4</sup>

**RESUMO** – As modificações introduzidas nas características agrônômicas das cultivares de milho lançadas recentemente determinam a necessidade de se rever a recomendação das práticas de manejo da cultura. Com o objetivo de se avaliar a resposta de três híbridos de milho (Cargill 901, Pioneer 3063 e Pioneer 3207) a quatro densidades de plantas (30, 50, 70 e 90 000 pl/ha), em dois níveis de manejo, foram instalados dois experimentos no município de Rio Pardo-RS, no ano agrícola 1994/95. O experimento com alto nível de manejo recebeu irrigação suplementar e maior nível de adubação do que o experimento com médio nível de manejo. Em ambos experimentos, os híbridos diferenciaram-se em sua resposta à densidade de plantas. No experimento com alto nível de manejo, as densidades de plantas que propiciaram rendimentos mais elevados foram maiores que no de médio nível de manejo. Os híbridos avaliados apresentaram pequeno aumento da percentagem de plantas estéreis e baixa redução do número de espigas por planta à medida que se elevou a densidade, nos dois níveis de manejo.

*Palavras-chave:* *Zea mays* L., rendimento de grão, adubação, irrigação, densidade de plantas.

### GRAIN YIELD OF CORN HYBRIDS AS AFFECTED BY PLANT DENSITY IN TWO MANAGEMENT LEVELS OF WATER AND SOIL FERTILITY

**ABSTRACT** – The changes in plant traits observed in the most recent corn cultivars determine the need of reviewing the recommendation of management practices. With the objective to evaluate the response of three corn hybrids (Cargill 901, Pioneer 3063 e Pioneer 3207) to four plant densities (30, 50, 70 e 90 000 pl/ha), in two management levels, two experiments were conducted at Rio Pardo-RS, Brazil, in the 1994/95 growing season. The experiment with high level of management received supplementary irrigation and a higher level of fertilization than the experiment with medium level of management. In both trials, there were differences among hybrids in their response to plant population. In the trial with high management level, plant populations that gave maximum grain yields were higher than that with medium management level. The hybrids evaluated presented low increase in the percent of barren plants and low reduction in the ear number per plant as plant density was increased, in the two management levels.

*Key words:* *Zea mays* L., grain yield, fertilization, irrigation, plant density.

### INTRODUÇÃO

Os baixos rendimentos de grãos de milho obtidos no País e no estado do Rio Grande do Sul são atribuídos, dentre várias causas, ao uso inadequado de densidade de plantas para os genótipos comerciais, aos baixos níveis de fertilidade natural dos solos e de adubação aplicados pelos agricultores, bem como à insuficiência e má distribuição das precipitações pluviais.

Durante as décadas de 60, 70 e 80, um grande número de trabalhos experimentais com milho objetivaram a determinação da densidade de plantas ótima para se alcançar o máximo rendimento de grãos (RUSSEL, 1968; BUTTING, 1973; SILVA 1972; SOUZA, 1976; FLESCHE, 1978; SANTOS, 1980).

Os resultados desses trabalhos evidenciaram que à medida que se aumenta a densidade de plantas, a resposta do rendimento de grãos altera-se em função da maior competição por água, nutrientes e radiação solar. A intensidade desta resposta varia em função das características dos genótipos e das condições de manejo adotadas (PROGRAMA..., 1996). De um modo geral, os resultados mostraram resposta quadrática para os genótipos dentro dos limites de densidade que variaram de 30 a 90 000 pl/ha. Os genótipos precoces atingem o máximo rendimento de grãos com densidades de planta maiores do que os de ciclo normal. A densidade de plantas ótima situou-se entre 40 a 90 000 pl/ha para os genótipos precoces, e entre 30 a 70 000 pl/ha para os de ciclo normal, nas

1. Artigo extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor, realizada com recursos financeiros do CNPq (Processo nº 520086/94-5).

2. Eng. Agr. - Estudante do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Rua Machado de Assis 529 - Apartamento 4, 96820-160 Santa Cruz do Sul - RS/BRASIL. Bolsista da CAPES.

3. Eng. Agr., Ph.D. - Professor Adjunto, Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/BRASIL. Bolsista do CNPq.

4. Estudante do Curso de Graduação em Agronomia. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

Recebido para publicação em 13/12/1996.

condições de ambiente onde se desenvolveram esses trabalhos (COLVILLE e Mc GILL, 1964; RUTGER e CROWDER, 1967; SILVA, 1972).

Os dados encontrados nesses estudos indicam que as respostas diferenciais de rendimento de grãos à densidade de plantas, apresentadas pelos genótipos de ciclos distintos, estiveram associadas a algumas características agrônômicas. Assim, os genótipos precoces apresentaram menor aumento de estatura de planta, de acamamento e quebraamento de colmo, do subperíodo do pendoamento ao espigamento e do percentual de plantas estéreis em relação aos de ciclo normal, quando se elevou a densidade de plantas.

cultura, sobretudo no que diz respeito à densidade de plantas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a resposta do rendimento de grãos e outras características agrônômicas de três genótipos de milho à densidade de plantas, sob dois níveis de manejo da água e da fertilidade do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos na área experimental da Estação de Pesquisas da Pioneer

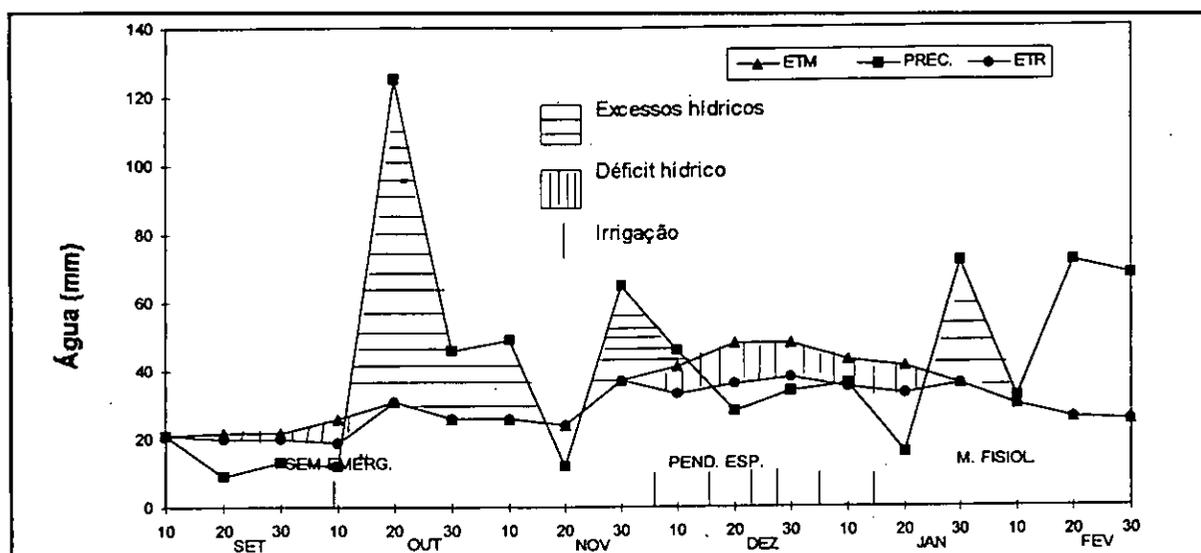
**TABELA 1 – Descrição dos genótipos de milho utilizados nos experimentos com alto e médio nível de manejo. Estação de Pesquisa da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS, 1994/95**

Genótipos	Tipo	Ciclo	Estatura de plantas	Altura de inserção de espigas	Angulação foliar	Potencial de produtividade
Cargill 901	HS <sup>1</sup>	SP <sup>3</sup>	Baixa	Baixa	Ereta	Alto
Pioneer 3063	HT <sup>2</sup>	P <sup>4</sup>	Baixa	Baixa	Ereta	Alto
Pioneer 3207	HT	P	Média	Média	Ereta	Alto

<sup>1</sup> HS = Híbrido simples; <sup>2</sup> HT = Híbrido triplo; <sup>3</sup> SP = Superprecoce; <sup>4</sup> P = Precoce

As modificações introduzidas nos genótipos de milho mais recentes tais como menor estatura de planta e de altura de inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor duração do subperíodo do pendoamento ao espigamento, plantas com folhas de angulação ereta e elevado potencial produtivo, determinam a necessidade de se reavaliar as recomendações de práticas de manejo para esta

Sementes, em Rio Pardo - RS, durante o ano agrícola de 1994/95, em solo pertencente à unidade de mapeamento Rio Pardo. A temperatura do ar e precipitação pluvial médias anual da região é de 19,2 °C e 1591 mm, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas subdivididas com quatro repetições. As cultivares Cargill 901, Pioneer 3063 e Pioneer 3207



**FIGURA 1 – Balanço hídrico de Thorntwaite e Mather, citados por Ometo (1981) modificado para capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm. Estação de Pesquisa da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS, 1994/95**

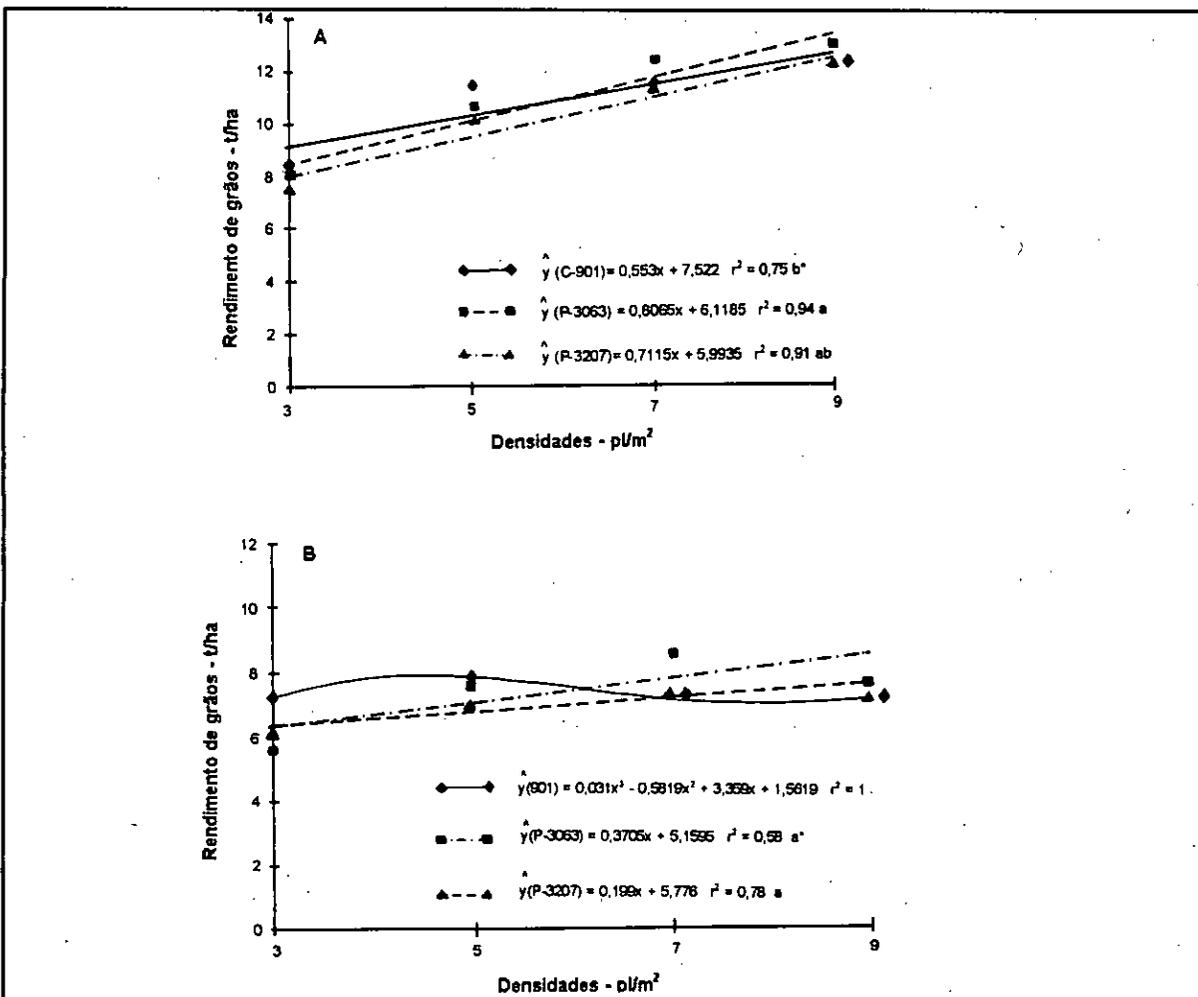
PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE PLANTAS, EM DOIS NÍVEIS DE MANEJO DA ÁGUA E DA ADUBAÇÃO

constituíram as parcelas e as densidades de 30, 50, 70 e 90.000 plantas/ha, as subparcelas. As características dos genótipos estão descritas na Tabela 1.

O experimento com alto nível de manejo caracterizou-se pelo uso das doses de 30 kg/ha de N, 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O por ocasião da semeadura, mais irrigação suplementar. Em cobertura, foram aplicados 135 kg/ha de N, em duas parcelas, sendo a primeira de 90 kg/ha quando do aparecimento do colar da 5ª folha e a segunda, de 45 kg/ha, no aparecimento do colar da 9ª folha. A análise do solo realizada antes da adubação, revelou os seguintes valores: pH(SMP): 6,6; P: 20 ppm; K: 131 ppm; MO: 1,7%. Irrigou-se toda vez que os tensiômetros marcaram 0,04 mpa, totalizando 169 mm distribuídos em sete irrigações durante o ciclo da cultura (Figura 1).

O experimento com médio nível de manejo caracterizou-se pelo uso de uma adubação com doses menores por ocasião da semeadura, equivalente a 15 kg/ha de N, 75 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O e ausência de irrigação suplementar. Em cobertura, foram aplicados 90 kg/ha de N, em duas épocas. A primeira, de 63 kg/ha, no aparecimento do colar da 5ª folha e a segunda, de 27 kg/ha, quando do aparecimento do colar da 9ª folha. A precipitação pluvial acumulada durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foi de 723 mm, ocorrendo estresse hídrico durante o período do pendoamento à maturação fisiológica (Figura 1).

A semeadura do milho nos dois experimentos foi realizada no dia 07 de outubro de 1994, através de semeadora manual, com dispositivo marcador de distanciamento das covas. Foram distribuídas três sementes por cova. Aos 14 dias após a emergência



**FIGURA 2** – Rendimento de grãos no experimento com alto nível de manejo (A) e no de médio nível de manejo (B) de três genótipos de milho em função de densidade de plantas. Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS. 1994/95. \* Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença significativa pelo “t”-teste, a 5% de probabilidade, entre os coeficientes “b” das equações de regressão linear.

realizou-se o primeiro desbaste, deixando-se duas plantas por cova. Sete dias após procedeu-se o segundo desbaste, deixando-se uma planta por cova. O espaçamento entre linhas foi de 80 cm. A distância entre covas na linha foi de 41, 25, 17, e 13 cm, respectivamente para as densidades de 30 000, 50 000, 70 000 e 90 000 plantas por hectare.

Realizou-se o controle de plantas daninhas e de pragas de modo a não interferirem no rendimento de grãos e outras características agrônômicas das plantas.

As características agrônômicas avaliadas foram: duração do subperíodo 50 % de pendoamento a 75 % de espigamento, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, peso de mil grãos, percentagem de plantas estéreis e rendimento de grãos. Todas as características foram avaliadas em duas das três fileiras centrais, desprezando-se os 50 cm de ambas as extremidades, equivalendo à área útil por subparcela de 8 m<sup>2</sup>.

Aplicou-se o F-teste para testar diferenças entre médias dos tratamentos. Para as características em que os efeitos simples de densidade de plantas ou da interação genótipo e densidade foram significativos, realizou-se análise de regressão, em cujas equações foram usados os valores 3, 5, 7 e 9 correspondendo, respectivamente, às densidades de 30, 50, 70 e 90 000 pl/ha. Aplicou-se o t-teste, a 5 % de probabilidade, para comparação dos coeficientes "b" das equações de regressão linear.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento com alto nível de manejo

Os três híbridos testados aumentaram linearmente o rendimento de grãos à medida que se elevou a densidade de plantas (Figura 2A). No entanto, mostraram-se diferentes quanto à intensidade de resposta. A cultivar Pioneer 3063 apresentou a maior resposta, a Pioneer 3207 ficou numa posição intermediária e a Cargill 901 foi a que menos respondeu ao aumento da densidade de plantas de 30 para 90 000 plantas/ha, incrementando o rendimento de grãos, respectivamente, em 4,8; 4,2 e 3,3 t/ha.

A resposta obtida pelos genótipos avaliados difere dos dados apresentados pelas cultivares utilizadas no período de 1960 a 1980 que aumentaram o rendimento de grãos de forma quadrática, dentro dos limites de densidade de 30 a 90 000 plantas por ha (SILVA, 1972). As diferenças observadas na resposta em relação à densidade de plantas podem estar correlacionadas com algumas características agrônômicas diferenciais entre os dois grupos de cultivares, especialmente a duração do subperíodo pendoamento-espigamento, a percentagem de plantas estéreis e o número de espigas por planta.

A duração do subperíodo pendoamento-espigamento aumentou em um dia ao se elevar a densidade de 30 para 90 000 plantas/ha, na média dos três híbridos testados (Figura 3). Esta resposta difere

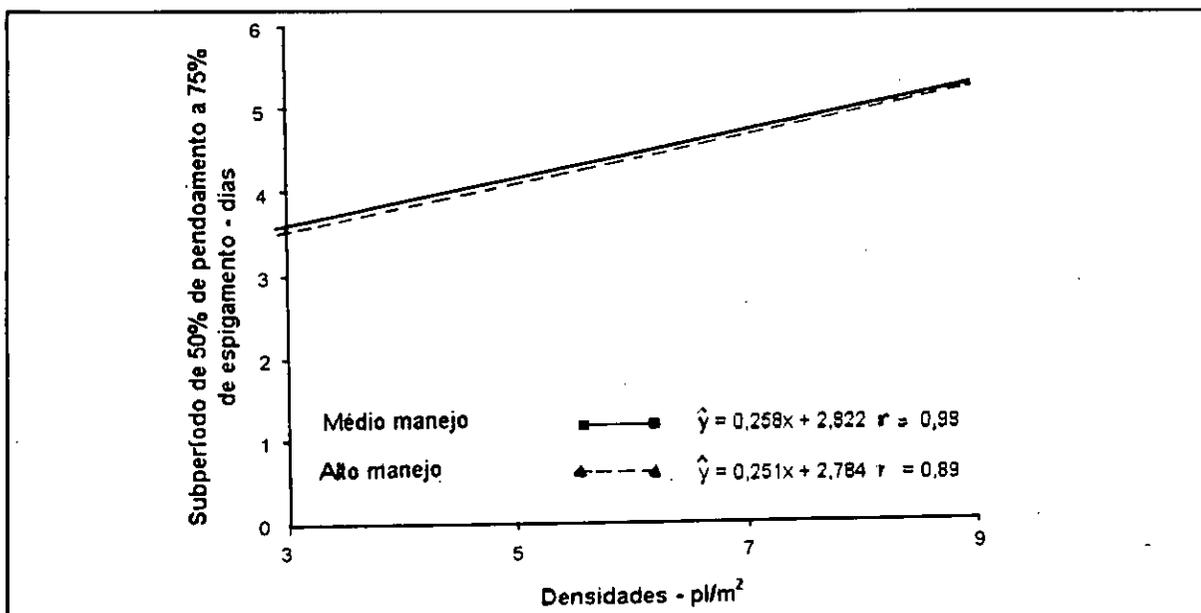


FIGURA 3 – Duração do subperíodo de 50% de pendoamento a 75% de espigamento nos experimentos com alto nível de manejo e médio nível de manejo em função de densidade de plantas, na média de três genótipos de milho. Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS. 1994/95

da observada nas cultivares avaliadas na década de 70 (SILVA, 1972). Nas de ciclo precoce, a duração do subperíodo pendoamento-espigamento aumentou de 6 para 9 dias, enquanto nas de ciclo normal o aumento foi de 9 para 15 dias quando se aumentou a densidade de 30 para 90 000 plantas por ha.

As diferenças observadas entre os genótipos testados no presente experimento e os genótipos testados em experimentos realizados na década de 70 na duração do subperíodo pendoamento-espigamento refletem-se no percentual de plantas estéreis. Foi observado um valor médio para o híbrido de 0,9% de plantas estéreis (entre os híbridos) com o aumento da densidade de plantas de 30 para 90 000 plantas por ha (Figura 4). Entretanto, trabalhos de avaliação de cultivares, na década de 70, evidenciaram aumento de plantas estéreis, nas ordens de 3% para 17% e de 13% para 32%, respectivamente, para as de ciclos precoce e normal, em função do aumento da densidade de 30 para 90 000 plantas por ha (SILVA, 1972).

O número de espigas por planta também foi outra característica que mostrou resposta diferencial entre os híbridos testados no experimento (Figura 5A). Na média, os genótipos Pioneer 3063, Pioneer 3207 e Cargill 901 apresentaram reduções no número de espigas por planta de 10,3, 3,0 e 6,7%, respectivamente, quando se elevou a densidade de 30 para 90 000 plantas por ha. Já para os genótipos testados na década de 1970, as reduções verificadas no número de espigas por planta com o aumento da

densidade de 30 para 90 000 plantas/ha foram acentuadas, de 10,2% e 35,1%, respectivamente, para os genótipos precoces e de ciclo normal (SILVA, 1972).

O pequeno incremento no percentual de plantas estéreis e a baixa redução do número de espigas por planta apresentados pelos três híbridos com a elevação da densidade podem estar associados à curta duração do subperíodo pendoamento-espigamento. Este fato determinou adequada fertilização dos óvulos, devido ao sincronismo entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas. Trabalhos realizados por ROSSMAN e COOK (1967), FLESCHE (1978) e SANTOS (1980) atribuíram a elevada esterilidade de plantas verificada nas densidades mais elevadas nas cultivares testadas nos anos de 1960 a 1970 à baixa quantidade de grãos de pólen existente por ocasião em que os estigmas estavam receptivos.

Os aumentos lineares do rendimento de grãos apresentados pelos três híbridos com o incremento da densidade até 90 000 plantas/ha podem ser associados ao pequeno incremento do percentual de plantas estéreis e à baixa redução do número de espigas por planta. Desta forma, a elevação do número de plantas por hectare contribuiu para aumentar o rendimento de grãos, embora tenha havido reduções nos outros dois componentes do rendimento, número de grãos por espiga e peso de mil grãos, à medida que se elevou a densidade de plantas (Figuras 6A e 7A).

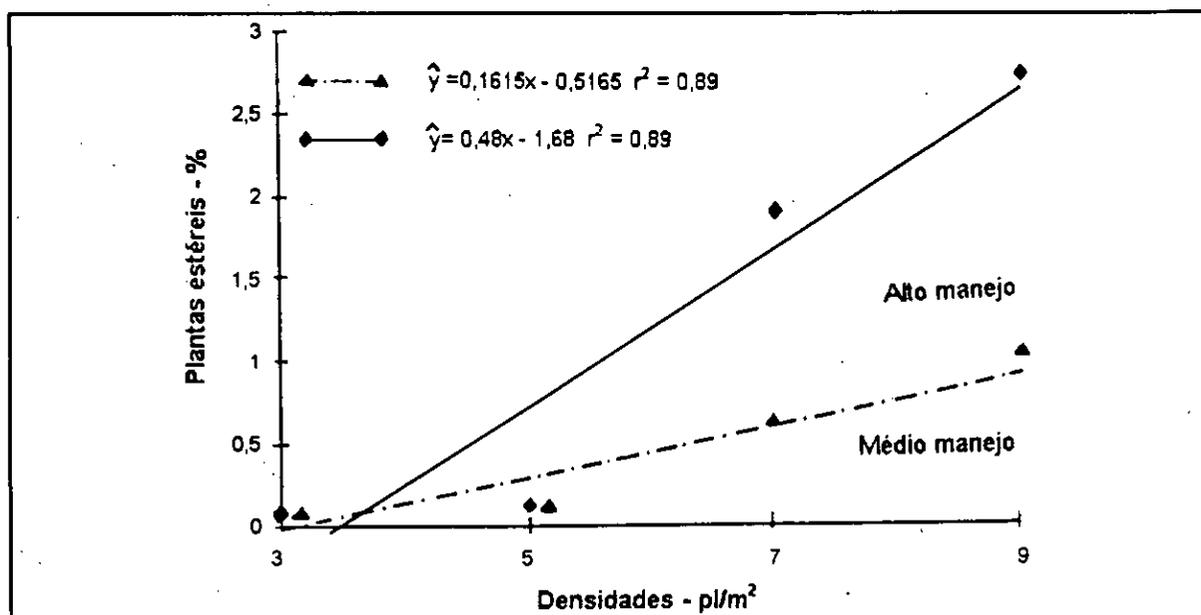
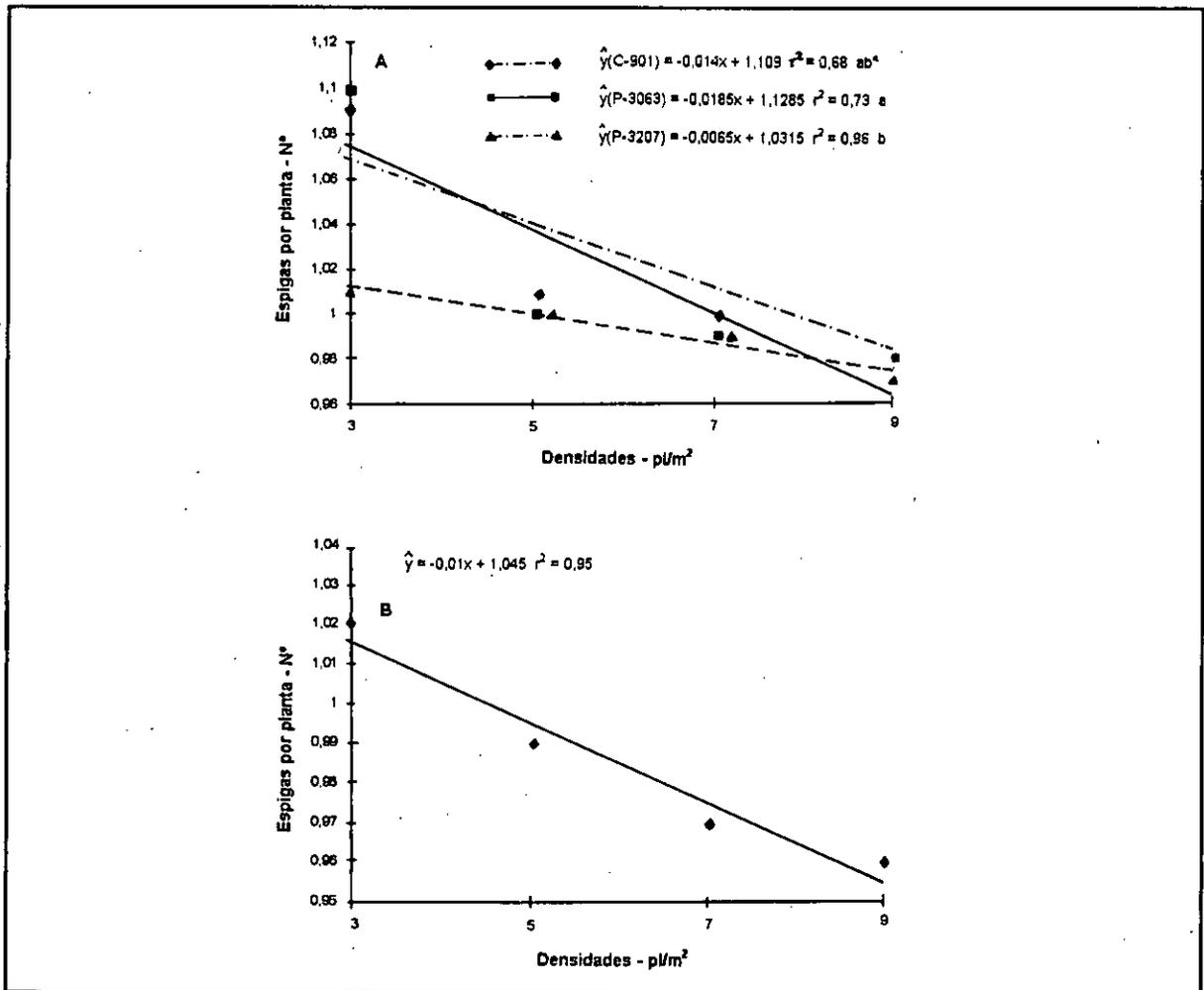


FIGURA 4 – Percentagem de plantas estéreis nos experimentos com alto nível de manejo e no de médio nível de manejo em função de densidade de plantas, na média de três genótipos de milho. Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS. 1994/95



**FIGURA 5** – Número de espigas por planta no experimento com alto nível de manejo de três genótipos de milho em função de densidade de plantas (A) e no de médio nível de manejo em função de densidade de plantas, na média de três genótipos de milho (B), Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS. 1994/95

PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE PLANTAS, EM DOIS NÍVEIS DE MANEJO DA ÁGUA E DA ADUBAÇÃO

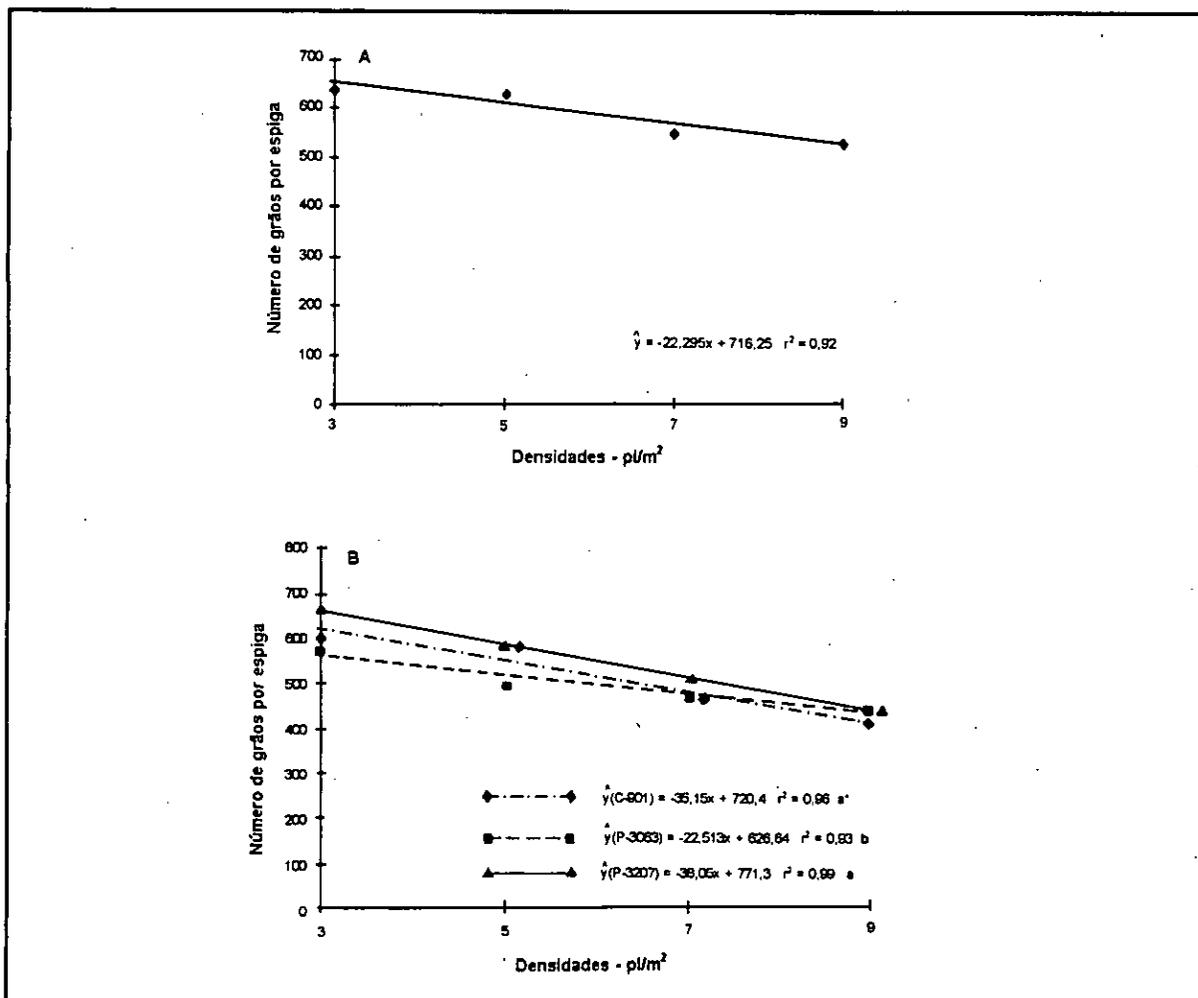
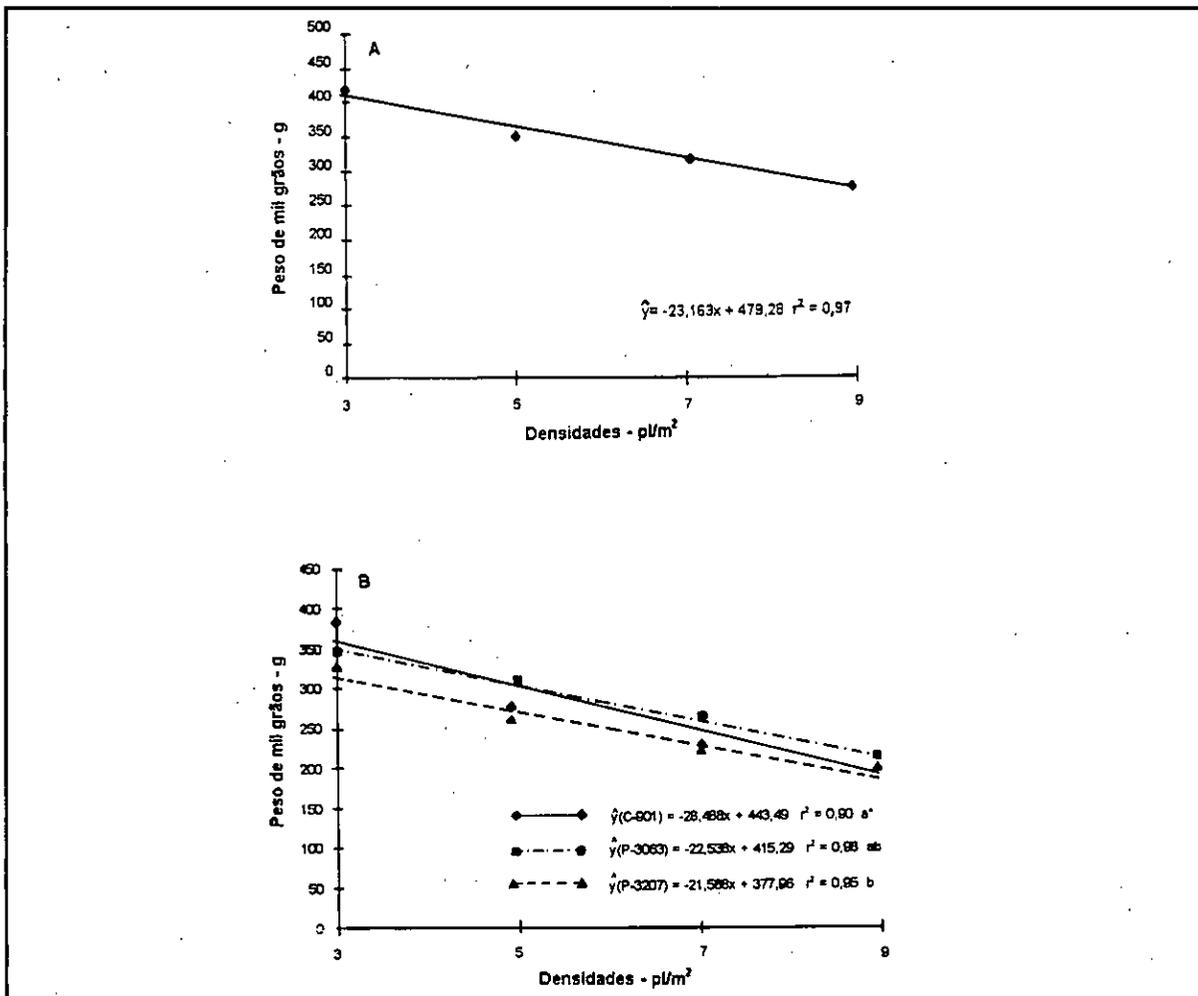


FIGURA 6 – Número de grãos por espiga no experimento com alto nível de manejo em função da densidade de plantas, na média de três genótipos (A) e no experimento com médio nível de manejo de três genótipos de milho em função da densidade de plantas (B). Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS, 1994/95. \* Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença significativa pelo “t”-teste, a 5% de probabilidade, entre os coeficientes “b” das equações de regressão linear



**FIGURA 7** – Peso de mil grãos no experimento com alto nível de manejo em função da densidade de plantas, na média de três genótipos (A) e no experimento com médio nível de manejo de três genótipos de milho em função da densidade de plantas (B). Estação de Pesquisas da Pioneer Sementes, Rio Pardo, RS, 1994/95. \* Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença significativa pelo “t”-teste, a 5% de probabilidade, entre os coeficientes “b” das equações de regressão linear

### Experimento com médio nível de manejo

Os rendimentos de grãos obtidos neste experimento (Figura 2A), foram inferiores aos verificados no de alto nível de manejo (Figura 2B). Esta redução foi devida principalmente à ocorrência de pronunciado e permanente estresse hídrico durante os estádios do pendoamento à maturação fisiológica, conforme mostra o balanço hídrico (Figura 1).

Foi observada também neste experimento interação entre híbridos e densidades para rendimento de grãos. O híbrido C-901 apresentou resposta cúbica, ou seja, aumentou o rendimento com a elevação da densidade de 30 até 50 000 plantas/ha e manteve-se estável nas duas densidades mais altas (Figura 2B). Já os híbridos Pioneer 3063 e Pioneer 3207 aumentaram linearmente o rendimento de grãos até 90 000 plantas/ha. No entanto, ao se comparar as respostas dos híbridos da Pioneer com as do experimento com alto nível de manejo, observou-se que os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram baixos, indicando um mal ajustamento dos dados à curva. Com efeito, ao se comparar os valores observados do rendimento de grãos no experimento com médio nível de manejo para estes dois híbridos verificam-se que eles foram inferiores na densidade de 90 000 plantas/ha em relação a de 70 000 plantas/ha (Figura 2B).

A duração do subperíodo pendoamento-espigamento aumentou em 1,5 dias, na média dos três genótipos, à medida que se elevou a densidade de 30 para 90 000 plantas/ha (Figura 3). Da mesma forma, a percentagem de plantas estéreis elevou-se muito pouco, de zero para 2,6%, com o incremento da densidade de 30 para 90 000 plantas/ha, na média dos híbridos (Figura 4).

O número de espigas por plantas foi muito pouco afetado pela densidade, reduzindo-se de 1,01 para 0,96 quando se elevou a densidade de 30 para 90 000 plantas/ha, na média dos três híbridos (Figura 5B).

O pequeno aumento observado na percentagem de plantas estéreis e a baixa redução do número de espigas por planta apresentados pelos três híbridos com a elevação da densidade de plantas podem estar associados ao pequeno incremento, de 3,5 para 5,0 dias, verificado na duração do subperíodo pendoamento-espigamento (Figura 3).

A cultivar Cargill 901 apresentou maior redução do número de grãos por espiga em relação à Pioneer 3063 (Figura 6B) e maior redução do peso de 1000 grãos em relação à Pioneer 3207 (Figura 7B) ao se incrementar a densidade de 30 para 90 000 plantas/ha. Esta resposta diferencial da Cargill 901 para estes dois componentes do rendimento pode explicar o fato deste híbrido não ter aumentado o rendimento de grãos com densidades superiores a 50 000 plantas/ha, diferentemente dos outros dois, que responderam

com incremento no rendimento de grãos até a maior densidade utilizada.

### CONCLUSÕES

Os rendimentos de grãos dos híbridos Pioneer 3063 e Pioneer 3207 aumentaram linearmente com o aumento da densidade de plantas, nos dois níveis de manejo da água e da adubação. A cultivar de milho Cargill 901 teve o mesmo comportamento somente em condições de alto nível de manejo.

Os híbridos utilizados mostraram serem mais responsáveis à densidade de plantas quanto ao rendimento de grãos no nível mais alto de tecnologia.

O baixo percentual de plantas estéreis nos híbridos estudados, nos dois níveis de manejo da água e da adubação, foi atribuído ao pequeno aumento do período de tempo entre o subperíodo do pendoamento ao espigamento, com a elevação da densidade de plantas.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

- BUTING, E.S. Plant density and yield of grain maize in England. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, v.81, n.3, p.455-463, 1973.
- COLVILLE, W.L.; MCGILL, D.P. Influence of plant population, hybrid, and "productivity level" on irrigated corn production. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, n.3, p.235-238, 1964.
- FLESCH, R.D. Efeitos de duas populações de plantas sobre o desenvolvimento das espigas em três híbridos simples de milho. Porto Alegre: UFRGS, 1978. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1978.
- PROGRAMA MULTIISTITUCIONAL DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM MILHO (RS). *Recomendações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FEPAGRO; Emater-RS, 1996. 121p. (Boletim Técnico, 3).
- ROSSMAN, E.C.; COOK, R.L. Soil preparation and date, rate, and pattern of planting. In: PIERRE, W.H.; ALDRICH, S.R.; MARTIN, W.P. *Advances in corn production, principles and practices*. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 1967. p.53-101.
- RUSSEL, W.A. Testcrosses of one and two-ear types of corn belt maize inbreds. I. Performance at four plant stand densities. *Crop Science*, Madison, v.8, n.2, p.244-247, 1968.
- RUTGER, J.N.; CROWDER, L.V. Effect of high plant density on silage and grain yield of six corn hybrids. *Crop Science*, Madison, v.7, n.3, p.182-184, 1967.
- SANTOS, H.P. dos. Efeitos de competição intra-específica e da macho-esterilidade núcleo-citoplasmática charrua no desenvolvimento das florescências de híbridos de milho. Porto Alegre: UFRGS, 1980. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1980.
- SILVA, P.R.F. da. Determinação dos efeitos de quatro densidades no rendimento de grãos e características agrônômicas, em seis cultivares de milho. Porto Alegre: UFRGS, 1972. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1972.
- SOUZA, G.L. de. Influência de densidade de plantas e espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos, interceptação de luz e outras características agrônômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre: UFRGS, 1984. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1976.

## VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE IDEOTIPOS NO MELHORAMENTO DE PLANTAS DE LAVOURA

LUÍS SANGOI<sup>1</sup>, MILTON LUIZ DE ALMEIDA<sup>2</sup>, MÁRCIO ENDER<sup>2</sup>

**RESUMO** – A maioria dos programas de melhoramento tem utilizado o rendimento de grãos como o principal critério de seleção para melhorar a performance das principais espécies cultivadas. Um método alternativo para incrementar a produtividade das culturas é o melhoramento através de ideotipos. De acordo com esta filosofia, os melhoristas deveriam definir um fenótipo ideal de planta para um determinado ambiente e direcionar o programa de melhoramento para obter este ideotipo. O melhoramento através de ideotipos é positivo em termos de integrar princípios de fisiologia, ecologia e melhoramento, estimulando a geração de hipóteses sobre a definição do rendimento de grãos, e promovendo uma visão holística sobre os sistemas de produção. O desenvolvimento de ideotipos também apresenta alguns problemas, tais como a dificuldade de identificação de caracteres individuais que incrementem o rendimento, a falta de variabilidade genética para características importantes ao incremento do rendimento e a necessidade de selecionar simultaneamente diversos caracteres em substituição ao rendimento de grãos, aumentando o tamanho das populações segregantes a serem avaliadas. Os maiores benefícios do melhoramento através de ideotipos tem sido mais expressos a nível conceptual e analítico do que através de incrementos imediatos no rendimento de grãos.

*Palavras-chave:* modelo biológico, melhoramento vegetal, rendimento, grão

### ADVANTAGES AND LIMITATIONS OF USING IDEOTYPES TO BREED CROP PLANTS

**ABSTRACT** – Most breeding programs uses grain yield as the main selection criterium to improve the agronomic performance of crop varieties. An alternative approach to improve productivity is the ideotype breeding. According to this philosophy, breeders should define an ideal plant type for a specific environment and then breed for this ideotype. Breeding through crop ideotypes is positive in terms of integrating principles of physiology, ecology and plant breeding, encouraging the generation of hypothesis about how yield is achieved and providing a holistic view about production systems. Ideotype breeding also presents some problems, such as the difficulty of identifying individual traits that enhance yield universally, absence of adequate genetic variability for potentially yield enhancing traits and the need to select simultaneously for many characters rather than just for yield, increasing the size of the segregating population to evaluate. The major benefits of ideotype breeding have been expressed at a conceptual and analytical level rather than in immediate direct yield improvements.

*Key words:* biologic model, plant breeding, grain yield

### INTRODUCTION

Increasing grain yield has been regarded by many breeders as the most important and high priority objective over the years (CROSBIE, 1982). There are two ways commercial yield can be increased: (a) directly, by increasing yield potential per se above that of standard varieties in the same environment; (b) indirectly, by improving the extent to which the yield potential of a crop is realized in practice.

In order to accomplish the objective of improving grain yield, plant breeders have developed a wide range of techniques, such as mutation breeding,

polyploidy, the exploitation of hybrid vigor, embryo culture, advanced statistical design and analysis, and more recently, the utilization of molecular markers to identify and manipulate potentially useful genes. Even though the scope of techniques used is rather broad, there have been mainly two philosophies behind the breeding programs designed to improve production of new varieties. They were defined by DONALD (1968) and MOCK and PEARCE (1975) as “selection for yield” and “defect elimination”.

Plant breeding programs based on “selection for yield” focus mainly on improvement of yield per se. Little consideration is usually given to understanding

1. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/Brasil.

2. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/Brasil.

the morphological or physiological traits contributing to increased yield in a particular environment, or to selection for those specific characters that may have helped to improve yield. Such programs usually involve hybridization among promising parents (high yielding elite varieties with good combining ability for yield), the production of segregating populations and the selection of high yielding individuals from the segregates. This type of breeding has been successful over the years, probably because final yield is an integration of several desired traits. The amount of success has depended on several factors such as the availability of a wide range of improved materials in the program, the choice of the crosses to be made, and the skillful evaluation of the emergent genotypes. Since in many cases the breeders do not know exactly why the new variety yields better than its predecessors, the methodology has also been called by DONALD (1968) and HAMBLIN (1993) as "the empirical approach".

Defects can be eliminated genetically by removing or overcoming biotic or abiotic constraints on crop production. "Defect elimination" is adopted, for instance, when disease resistance is bred into a susceptible genotype or when earliness is incorporated into a variety prone to water stress late in the season, or to correct physical imperfections such as a weak stem. Breeding programs based on "defect elimination" have also contributed to substantial increases in crop yield and quality in a great array of circumstances.

An alternative approach for improving grain yield was proposed by DONALD (1968). According to his philosophy, instead of breeding only for grain yield per se, breeders should try to define an ideal plant type for a specific environment and then breed for this "ideotype". The basis of this philosophy is that, from known principles of physiology, morphology, anatomy and agronomy, it should be possible to design a plant that is capable of greater production than the existing types in a community environment. Such a model plant is likely to involve a combination of traits that will rarely, if ever, occur by any chance in breeder's plots.

According to the ideotype approach, it is more efficient to define a plant type which is theoretically efficient and then breed toward this profile. Breeders would select directly for the ideotype, rather than use the empirical approach of breeding only for yield. They would, of course, continue to test ideotype material for yield potential. Therefore, inherent in the ideotype approach is the aim to reduce the amount of empiricism in plant breeding by using a more deliberate analytical method and thus increase efficiency in the use of resources and time in selection of improved materials.

The purpose of this review is to present the main concepts related to ideotype breeding and to discuss the major advantages and constraints of this breeding philosophy as an alternative to improve the agronomic performance of current crop varieties.

## DEVELOPMENT

### 1. Ideotype definitions:

Literally speaking, the word ideotype means "a form denoting an idea". Since it was originally proposed for biological models, it has been defined in different ways. In its broader sense, DONALD (1968) characterized an ideotype as "a biological model which is expected to perform or behave in a predictable manner within a defined environment". LOOMIS (1979), LOOMIS and COONOR (1992), characterized an ideotype as a model of an ideal phenotype where the word ideal embraces both morphological and physiological features of the phenotype that would suit a particular cropping system. Alternatively, RASMUSSEN (1991) defined ideotype breeding as a method of breeding designed to enhance genetic yield potential based on modifying individual traits where the breeding goal for each trait is specified. Therefore, it is the goal-setting and description of a model plant for traits of interest that separates ideotype from traditional breeding. A traditional breeder seeks to enhance genetic yield potential by selecting for yield per se, and by modifying individual traits such as plant height, maturity and kernel number. Yield selection has always been a part of traditional yield breeding. However, in ideotype breeding, goals are specified for each trait, resulting in a description of a model plant for the traits of interest (RASMUSSEN, 1987).

### 2. Basic premises and steps to observe in ideotype breeding:

A basic premise of the ideotype breeding approach is that yield potential can be enhanced by genetically altering morphological, physiological and phenological traits (RASMUSSEN, 1991). In other words, it is assumed that single yield traits can be manipulated genetically and ultimately assembled in a single genotype. Once this is accepted, the challenge is to find the traits to modify and to specify the optimum phenotypic expression for these traits.

According to MOCK and PEARCE (1975), ideotype breeding involves three fundamental points: defining a crop production environment; designing a plant model from morphological and physiological traits known to influence crop growth in that

environment; and combining the traits into one plant type.

In analyzing the first essential aspect of ideotype breeding, DONALD (1968) suggested that the designer of any model phenotype should initially seek the simplest environmental situation, and, further, one that can be readily defined. Generally speaking, this would be the situation where the factors needed for growth and development, particularly water and nutrients, approach maximal needs. The idea would be to first define a basic ideotype designed to give maximum production in a highly favorable or idealized environment. After such an ideotype is developed, then the effect of any restriction of resources, like a decrease in nutrient and water supply, could be further examined in terms of progressive modifications of the basic ideotype. Sometimes, the production of a crop ideotype may call for the creation of a new environment. Therefore, model building do not need to be associated exclusively with existing environments. Indeed, they may involve the concurrent design of a new environment, including man-made components such as crop density, planting arrangement and nutrient level.

According to RASMUSSEN (1987), at least three steps should be observed in order to address the other two essential issues pointed out by MOCK and PEARCE (1975):

- First, decisions should be made about traits that should be part of the ideotype breeding effort and a phenotypic goal for each trait should be specified. During this step, one should gather information about the role of the individual trait in determining yield; develop a hypothesis about the role and importance of the trait, and then make the decision about whether to proceed with a breeding effort toward its incorporation into a segregating population. Identifying worthy traits for an ideotype is a major challenge. It is important to take into account the physiological and morphological basis for expecting the trait to influence yield, as well as genetic aspects such as heritability and inheritance of the character (RASMUSSEN, 1991).
- Secondly, there should be sufficient genetic variability to justify a breeding effort. It is also important that diversity be available in improved germplasm. However, sometimes the desired genes exist only in genetically inferior stocks. In those cases, yield gains may be precluded, unless a sizable breeding effort to introgress the genes into an acceptable genetic background is carried out.
- thirdly, the plant breeder should be willing to conduct several cycles of breeding as well as to

try the trait in question in different genetic backgrounds and possibly under different cultural practices. This attitude is crucial to increase the likelihood that the trait will contribute to higher yield.

### 3. Potential benefits of using the ideotype approach to breed new varieties:

DONALD'S (1968) paper has stimulated a lot of discussion among breeders about the utility of his ideas, and among physiologists, agronomists and breeders about what characters might be important to production. Since it was introduced, the ideotype concept has had variable impact in plant breeding. It has received great support from several researchers, such as JENNINGS (1964), MOCK and PEARCE (1975), ADAMS (1982), KELLY and ADAMS (1987), RICHARDS (1991), RASMUSSEN (1991), THURLING (1991) and others. Some of the arguments that have been used to encourage the adoption of an ideotype breeding approach are:

- a) yield has been improved over the years by selecting for yield related traits. Probably the best known examples of that are provided by the development of semi-dwarf varieties of wheat (REITZ and SALMON, 1968) and short stature, erect leaf cultivars of rice (JENNINGS, 1964). Increases in yield components, harvest index and biomass production have also been reported by AUSTIN et al. (1980), HAMID et al. (1978), TAKEDA and FRY (1985) and SHARMA (1993) as being the underlying basis for the increase in yield of several crops. Also, altered maturity in soybean and reduced height in *sorghum* have influenced significantly the range of adoption and productivity of these crops in the United States (RASMUSSEN, 1987).
- b) grain yield is the product, directly or indirectly, of single traits. The ideotype breeder obtains genetic diversity for traits that are hypothesized to be important to yield. Without a substantial effort to obtain diversity and to assemble the traits in one plant, the ideal combination of characters for maximum yield could be precluded altogether. DONALD (1968) pointed out that "selection for yield is unlikely ever to approach the asymptote of yield, since the appropriate combination of characters, never being sought, can be attained only by attrition or chance". According to Donald's ideas, selection for yield has all the immediate advantages and the longer term limitations of a

wholly pragmatic procedure. Therefore, seeking and incorporating genetic diversity for traits the breeder thinks are potentially yield enhancing may be an investment in the present as well as in the future.

- c) the ideotype breeding may provide an effective way of bridging the gap between elite gene pools and unimproved germplasm collections. In the traditional breeding procedures, breeders almost always work with elite materials, because this decreases the amount of time, money and effort necessary to produce a new variety. The improved pools are usually the product of decades of effort and numerous cycles of breeding. In many cases, the genes controlling specific traits desired in the ideotype may not be present in elite cultivars. Therefore, introgression of genes controlling single-yield related traits from one pool to the other is a way of bridging the gap between improved and unimproved germplasm collections. In summary, the idea is that ideotype breeding can complement traditional breeding for yield providing genetic diversity obtained from little-used gene pools.
- d) the ideotype approach may encourage generation of hypotheses regarding how yield is achieved. It can stimulate thinking about goals in the breeding program that should ultimately lead to a more effective breeding strategy. Even though ideotype models do not produce immediately useful commercial materials, they can provide new basis for the understanding of crop ecology and for the design of progressively more efficient models.

**4. Potential constraints to the use of the ideotype approach as a breeding tool to develop new cultivars:**

Despite of theoretical advantages and considerable interest and debate generated amongst crop agronomists, physiologists and breeders, the development of model plants and ideotypes has not been adopted as a major breeding philosophy in most commercial programs (CROSBIE, 1982). Indeed, the approach has been criticized by several authors, such as Mc DONALD (1990), MARSHALL (1991), and SIMMONDS (1991). There are a number of practical difficulties and disadvantages which may have contributed to prevent a greater acceptance and use of the concept of breeding model plants. These limitations may be separated in two main classes: (a) conceptual or philosophical problems associated with the approach, which lead breeders to question the validity of the ideotype concepts; (b) practical

difficulties associated with the implementation of this breeding philosophy.

**4.1 Conceptual problems:**

**4.1.1 The definition of a single optimum genotype/phenotype:**

DONALD (1968,1979), when describing the basic ideas surrounding ideotype breeding, implied that there would be a single optimal phenotype, and, in the case of self-pollinated species, a single genotype, for a given climatic or agricultural region. This concept has been criticized by MARSHALL (1991) on the basis of results coming from population genetic studies of natural populations, showing that they are highly variable genetically, regardless of the breeding system or life-form of the species under consideration (ALLARD, 1988). Marshall's hypothesis is that if a single optimal genotype almost never emerges in natural populations after thousands of years of evolution, it would be unlikely that such individuals exist. Furthermore, since different genotypes will be maintained in equilibrium populations only if they are equally fit, the genetic diversity found in natural population suggests that highly fit individuals may take many forms, according to the fluctuations of the environment.

On the other hand, HAMBLIN (1993) argued that the idea of a single optimal phenotype requirement is a misreading of Donald's original proposition. The real suggestion was that "for a defined environment there is likely to be a single optimal phenotype", which will involve plants that fit well within a community. The fact that Donald specified a single optimum environment did not mean he was unaware of the problems of fluctuating, variable environments. In reality, ideotypes should not be considered as fixed. Even in one location, in non stress environments, they may vary with farming systems or market needs (SEDGELY, 1991; BELFORD and SEDGELY, 1991). Ideotypes should change as the increase in understanding of how plant characters relate to crop yield. Breeders should not expect that simple models will be the final word on a topic or that one model will serve all the purposes in different environments. Models should be seen as hypothesis generating, as they allow the rational development and testing of ideas on how to improve varieties in a fluctuating environment.

**4.1.2 Identification of yield enhancing traits:**

Identifying individual traits that enhance yield universally, or even in a limited range of

environments, is a difficult task. The frustrations expressed by SIMMONDS (1991) and MARSHALL (1991) with crop physiology for failing to identify yield enhancing traits are not entirely without merit. Several reasons for that can be pointed out, such as : poorly conceived fads (e.g. proline for osmotic adjustment and NO<sub>3</sub> reductase for enhanced N assimilation), overemphasis of reductive research relative to integrative research, too little progress with bad models, and failure to turn physiological knowledge into simple screens.

Even for the simple, well studied, qualitative traits, such as the presence or absence of awns in winter cereals, it has been difficult to establish that the particular character is unambiguously advantageous to improve grain yield. This difficulty is greatly enhanced for quantitatively varying traits such as: leaf-length, width, thickness, specific weight and angle. An integration between physiologists and breeders is important to circumvent this barrier and to search new plant traits which can be used to improve grain yield.

#### 4.1.3 Quantification of self-competition:

The measurement or assessment of the degree of self competition among individual plants in genetically homogeneous populations has been considered a third conceptual difficulty with ideotype breeding. DONALD (1968) reasoned that for a monotypic community to be high yielding under high plant population production environments the individual plants making it up should be weak competitors, meaning that they should interfere with each other to a minimum degree. In other words, these plants should be able to adjust themselves to a competition environment without altering substantially their pattern of growth and development. However, DONALD (1968) provided no clear evidence about how genotypes with low competitive abilities against themselves were to be identified or selected from segregating populations (MARSHALL, 1991). An additional criticism is that there appears to have been little effort by physiologists and agronomists to develop procedures for the evaluation of self-competition effects on monotypic monocultures that could be used to select among a range of genotypes, all of them meeting the requirements of being low self-competitive ideotypes.

Alternatively, HAMBLIN (1993) suggested two ways to measure low competitive ability within a variety. The breeder could either identify characteristics that are universally related to low competitive ability, such as the unicum habit in wheat and barley, or he could measure a genotype's competitive ability against other genotypes and

assume that low competitive ability against other genotypes equates to relatively low competition within the genotype itself. An index to estimate interplant competition was presented by MOOT and McNEIL (1995). It compared the plant of highest dry weight from a crop with the mean dry weight for plants of the same genotype sown at a specific plant population. However, HAMBLIN (1993) and MOOT and McNEIL (1995) also recognized that it is more difficult to measure the yield/competitive ability relationships for large numbers of random lines derived from segregating populations. The lack of practical quantifiable methods to select genotypes based on competitive ability explains partially the general reluctance of breeders to utilise this idea.

### 4.2 Practical problems:

#### 4.2.1 Lack of suitable genetic diversity and pleiotropy:

One of the primary potential practical problems in developing ideotypes is a lack of the appropriate genetic diversity for the trait the breeder is interested in incorporating to his model plant. An example of that kind of situation was the effort to develop unicum cultivars in the small-grained cereals. Naturally occurring unicum mutants have been identified and isolated in barley and wheat (ATSMAN and JACOBS, 1977). Chemically induced unicum variants have also been generated (KIRBY, 1973). Nonetheless, in all cases, the unicum mutants showed deleterious pleiotropic effects which limited their utility in practice.

Enthusiasm of plant breeders tends to be great when they select for a trait that they believe enhances yield and that is controlled by a single gene. Unfortunately, there are several examples of traits in winter cereals that fit this description (e.g. unicum, multiple awn, erect leaf angle) that have associated negative effects, likely the result of pleiotropy. An example of this situation was reported by TUNGLAND (1987) who found that an erect leaf angle gene in barley affected several traits, some of them in an undesirable way. For instance, erect leaf lines had erect spikes and less culm flex than horizontal counterparts. They were also later in maturity and had reduced head number. The expression of all these traits was probably influenced by pleiotropic effects of the gene which influenced developmental processes leading to the erect leaf trait.

The above example serves to emphasize the notion that potential yield promoting traits should be examined carefully for associated debilitating characters before beginning a breeding effort. Some seemingly attractive characters may be precluded

from increasing productivity due to pleiotropy. In summary, breeders are unlikely to consider the development of ideotypes, regardless of the potential benefits they may offer, in the absence of adequate genetic variability. On the other hand, the development of molecular biology and particularly the utilization of molecular markers may be instrumental in helping breeders and physiologists to put together yield enhancing genes, to break undesirable linkages and to minimize negative pleiotropic effects.

#### 4.2.2 Symmetry in size of plant parts:

An implicit assumption in the ideotype approach is that yield enhancing traits can be manipulated genetically and assembled into a single genotype. With that assumption in mind, some ideotypes have been proposed presenting a package of traits that may be very difficult to obtain or to combine in a single plant. A good example of that can be analyzed in the wheat ideotype presented by DONALD (1968). He proposed to develop a plant having small, narrow erect leaves and a large erect spike. Plants tend to have a high degree of proportionality of size among different organs which means that there are constraints on the form that a plant can take (GRAFIUS, 1978). Therefore, obtaining a large spike and small narrow leaves on a wheat plant may be difficult. That happens because this combination requires that the plant meristem, which produces both leaves and spike, switch from production of small leaves to production of a large spike.

The plasticity or ability to manipulate traits independently is inversely proportional to ontogenetic proximity. Consequently, traits arising nearly simultaneously from the same meristem tend to be more difficult to manipulate independently than characters arising at different times and from other meristems. Therefore, breeding efforts will be more likely to succeed where selection is in harmony with symmetry requirements than where there is a conflict or symmetry is neglected.

#### 4.2.3 Compensation among plant parts:

Trait interrelationships including intraplant competition for a plant's growth resources often results in compensation among plant parts that may hinder breeding progress. In the beginning, breeders have thought primarily in terms of compensation at a higher organizational level, involving traits such as kernel number and kernel weight. However, MISLIN and RASMUSSEN (1970) and JONES (1977) demonstrated that compensatory mechanisms are common even at the cellular or tissue level.

The most common situation of compensation is observed when an increase in one yield component is accompanied by a reduction in other components. For instance, in barley RASMUSSEN and CROOKSTON (1977) observed that increase in head number did not result in enhanced yield because it was offset by reductions in both kernel number and kernel weight. Sometimes, compensation involves inter-related aspects of a single trait. An example of this was reported by JONES (1977) who found that low stomatal frequency did not reduce water use in barley presumably because of offsetting changes in stomatal size.

Knowledge of compensatory relationships may reduce expectations of gain with the ideotype approach. This could either limit the utilization of this breeding philosophy or lead to wiser decisions by the breeder when deciding whether or not to breed for a trait during selection (RASMUSSEN, 1987). HAMBLIN (1993) has a more optimistic view about constraints to the ideotype breeding represented by inter-relationships among traits. He argues that they are caused by linkages among genes that control related traits, an area where breeders have been most successful in breaking unfavorable relationships between characters. So, except in the case of pleiotropic effects, HAMBLIN (1993) believes that if breeders have sufficient reason to break an unfavorable linkage between related traits they will do that.

#### 4.2.4 Genetic background

The performance of a breeding line depends on the value of genes for traits that are selected and on genetic background that may contain unwanted genes. The negative impact of an unimproved genetic background is not limited to one specific breeding procedure but it may be particularly important in ideotype breeding because genetic diversity is often sought in unimproved gene pools. Genetic background will tend to be a growing problem as the performance level widens between the elite gene pool, with which the breeder works, and the unimproved germplasm of a particular crop.

Whenever the desired level of a trait is obtained from a poor genetic background, a great breeding effort will be necessary to free potentially useful genes so that the traits they control can contribute to yield. Concrete evidence of this problem was experienced by RASMUSSEN (1984) when he tried to transfer erect leaf angle, an important trait for his barley ideotype, using as the donor parent an inferior genetic stock that yielded only 59% of the check. Five backcross cycles were required to obtain erect leaf angle lines that were similar in yield to the check

cultivar. Therefore, some traits may be judged to be yield-negative, when they could be yield positive if placed in a genetic background free of deleterious associations.

#### 4.2.5 The tyranny of numbers:

Another practical difficulty that can be associated with ideotype breeding is the substantial increase in the number of traits that must be selected by the breeder (MARSHALL, 1991). The need to select simultaneously for many characters can make plant breeding a difficult "numbers game" because for each additional trait controlled by a single gene difference, the size of the selected population must be substantially increased if the same progress for other criteria is to be maintained.

MARSHALL (1991) provided an interesting example to emphasize this point where two parental varieties differed by 20 loci governing traits of interest to the breeder were crossed. Assuming that all loci were independent, then less than one plant in a million will carry the desirable allele at each one of the 20 loci in the F<sub>2</sub> of a cross between such parents. Marshall's take-home message is that breeders can select for only a very limited number of traits in any segregating population. Therefore, replacing one trait, yield, by 10-15 ideotype characteristics would simply make the breeder's task impossible.

Marshall's view that the ideotype approach would lead to a tyranny of numbers has not been a common sense in the scientific community. According to HAMBLIN (1993), regardless of the approach used, plant breeders have not been trying to get all the desired traits at once. Continued development toward a desired objective is the breeding norm. Breeders have built on current success, and improve upon it. An improvement in one character affecting production over an adapted, high yielding parent, is all that is needed for advance. In other words, the tyranny of numbers can be avoided or minimized in ideotype breeding by using parental material that includes high yielding, locally adapted cultivars. Obviously, the chances of producing high yielding genotypes, using only exotic sources, are small, even with the traditional breeding approaches. Still, in support of Hamblin's argument, LOOMIS (1993) stated that progress with quantitative traits in ideotype breeding need not lead to a tyranny of numbers because it depends more on understanding mechanisms and on clarity of goals than on simultaneous success with all criteria. In many cases, traits can be examined sequentially, providing the system is understood. Furthermore, sometimes multivariate analysis of subjective rankings may also help to reduce the tyranny of numbers as well as the

number of physiological and morphological measurements required, as was observed by JOHNSON et al. (1988).

## CONCLUSION

Considering all the effort verified in the 60's and 70's to utilize individual traits to increase grain yield of the main crops, very little has been done to incorporate ideotype principles in breeding programs during the last twenty years. According to many breeders, the ideotype approach has not been used in their programs because it offers no advantage over the available alternatives in terms of yield improvement in their crops.

Despite the potential problems presented to breed crop ideotypes, both plant breeders interested in developing cultivars with greater yield potential and plant physiologists doing research on yield enhancement may receive advantages from describing a model plant or ideotype. The adoption of this procedure may result in sorting out what is known from what is not. It may also call attention to germplasm resources and needs, and promote goal-setting for individual traits and for a research program.

The ideotype approach tries to integrate principles of three important areas in crop production which very often have not followed the same direction: crop physiology, crop ecology and plant breeding. It stimulates researches to think in a holistic way, trying to put all the pieces of the puzzle called grain yield together and develop a strategy to solve it. Sometimes, the solution presented are viable conceptually but not practically. Perhaps the major benefits of this breeding philosophy are conceptual and analytical rather than in direct yield improvements. At any rate, it is always important to understand the system as whole, to generate hypothesis and to try to prove them. This is the way science has been evolving over the years.

To design and breed a plant from the material available, which is theoretically capable of greater production than the genotype it is to replace, in any defined environmental situation, the availability of three resources is required: sufficient knowledge, adequate genetic diversity and suitable techniques. During the last 10 years great improvements have been done, particularly in the techniques available to manipulate genetic variability through molecular biology. However, most of the effort carried out to transform and improve crop plants have been concentrating on suppressing stresses (increase tolerance to herbicides, insects and diseases). QTLs, RFLPs, RAPDs, AFLPs and other techniques may have a broader use in the future. In order to accomplish this goal, it is important that breeders and

physiologists work together to develop model plants suitable to improve yield potential of our main crops under different cropping systems. This objective will be easier to pursue if ideotype breeding is seen by breeders and physiologists as a complement instead of a substitute of traditional breeding methods to improve grain yield.

## REFERENCES

- ADAMS, M.W. Plant architecture and yield breeding in *Phaseolus vulgaris*. *Iowa State Journal of Research*, Ames, v. 56, n.2, p. 225-254, 1982.
- ALLARD, R.W. Genetic changes associated with the evolution of adaptedness in cultivated plants and their wild progenitors. *Journal of Heredity*, Washington, v. 79, n.1, p. 225-238, 1988.
- ATSMAN, D.; JACOBS, E. A newly bred 'Gigas' form of wheat (*Triticum aestivum* L.): morphological features and thermo-periodic responses. *Crop Science*, Madison, v. 17, n.1, p. 31-35, 1977.
- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, Genetic improvements in winter wheat since 1900 and associated physiological changes. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 94, n. 3, p. 675-690, 1980.
- BELFORD, R.M.; SEDGLEY, R.H. Conclusions: ideotypes and physiology: tailoring plants for production. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 221-226, 1991.
- CROSBIE, T.M. Changes in physiological traits associated with long term breeding efforts to improve the yield of maize. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 32., 1982, Chicago. *Proceedings...* Chicago, v.32, p. 207-223, 1982.
- DONALD, C.M. A barley breeding program based on an ideotype. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 93, n.2, p. 261-269, 1979.
- DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, Wageningen, v. 17, n.3, p. 385-403, 1968.
- GRAFIUS, J. E. Multiple characters and correlated response. *Crop Science*, Madison, v. 18, n. 5, p. 931-934, 1978.
- HAMBLIN, J. The ideotype concept: useful or outdated? In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 1., 1992, Ames. *Proceedings...* Ames: Iowa State University, 1993. p. 583-588.
- HAMID, Z.A.; GRAFIUS, J.E. Developmental allometry and its implications in grain yield in barley. *Crop Science*, Madison, v. 18, n.1, p.83-86, 1978.
- JENNINGS, P.R. Plant type as rice breeding objective. *Crop Science*, Madison, v. 4, n. 1, p.13-15, 1964.
- JOHNSON, B.; GARDNER, C.O.; WREDE, K.C. Application of an optimization model to multi-trait selection programs. *Crop Science*, Madison, v. 28, n. 4, p. 723-728, 1988.
- JONES, H.G. Transpiration in barley lines with differing stomatal frequencies. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 28, n.1, p. 62-168, 1977.
- KELLY, J.D.; ADAMS, M.W. Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans *Euphytica*, Wageningen, v. 36, n.1, p. 69-80, 1987.
- KIRBY, E.J.M. Effect of temperature on ear abnormalities in unicum barley. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 24, n.5, p.935-947, 1973.
- LOOMIS, R.S. Ideotype concepts for sugarbeet improvement. *Journal of the American Society of Sugar Beet Producers*, Madison, v.20, n.2, p. 323-342, 1979.
- LOOMIS, R.S. Optimization theory and crop improvement. In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 1., 1992, Ames. *Proceedings...* Ames: Iowa State University, 1993. p. 583-588.
- LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 550p.
- MARSHALL, D.R. Alternative approaches and perspectives in breeding for higher yield. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n.1, p. 171-190, 1991.
- Mc DONALD, G. K. The growth and yield of unicum and tillered barley over a range of sowing dates. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v. 41, n. 3, p.449-461, 1990.
- MISLIN, K.E.; RASMUSSEN, D.C. Frequency and distribution of stomata in barley. *Crop Science*, Madison, v. 10, n.3, 575-578, 1970.
- MOCK, J.J.; PEARCE, R.B. An ideotype of maize. *Euphytica*, Wageningen, v. 24, n.4, p. 613-623, 1975.
- MOOT, D.J.; McNEIL, D.L. Yield components, harvest index and plant type in relation to yield differences in field pea genotypes. *Euphytica*, Wageningen, v. 86, n.1, p.31-40, 1995.
- RASMUSSEN, D.C. Ideotype research and plant breeding. In: INTERNATIONAL GENETICS SYMPOSIUM, 16., 1984, Columbia. *Proceedings ...* New York: Plenum Press; 1984. p. 95-119.
- RASMUSSEN, D.C.; CROOKSTON, R.K. Role of multiple awn in determining barley yields. *Crop Science*, Madison, v. 17, n.1, 135-140, 1977.
- RASMUSSEN, D.C. A plant breeder's experience with ideotype breeding. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n. 2, p.191-200, 1991.
- RASMUSSEN, D.C. An evaluation of ideotype breeding. *Crop Science*, Madison, v. 27, n. 6, p. 1140-1146, 1987.
- REITZ, L.P.; SALMON, S.C. Origin, history and use of Norin 10 wheat. *Crop Science*, Madison, v. 8, n.3, p. 686-689, 1968.
- RICHARDS, R.A. Crop improvement for temperate Australia: future opportunities. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n. 1, p.141-169, 1991.
- SEDGLEY, R.H. An appraisal of the Donald's ideotype after 21 years. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n.1, p. 93-112, 1991.
- SHARMA, R.C. Selection for biomass yield in wheat. *Euphytica*, Wageningen, v.70, n.1, p. 35-42, 1993.
- SIMMONDS, N.W. Bandwagons I have known. *Trop. Agric. Assoc. Newslett.*, Manila, v. 11, p. 7-10, 1991.
- TAKEDA, K.; FRY, K.J. Increasing grain yield of oats by independent culling for harvest index and vegetative growth index or unit straw weight. *Euphytica*, Wageningen, v. 34, n. 1, p.33-41, 1985.
- THURLING, N. Application of the ideotype concept in breeding for higher yield in brassicas. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 26, n.2, p. 201-220, 1991.
- TUNGLAND, L. Association of growth rates and durations in Barley. St. Paul, 1987. 198 p. Ph.D. Thesis (Ph. D. in Agronomy) - Crop Production and Physiology, Agronomy Department, Univ. of Minnesota, 1987.

# SEÇÃO: ZOOTECNIA

---

## DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO ALIMENTADOS COM FEIJÃO FAVA (*Vicia faba*, L.)

VOLNEI ANTONIO CONCI<sup>1</sup>, MARILENE FOLLI GOMES DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, PAULO EDUARDO BENDER<sup>3</sup>, ELIANE VILLAMIL BANGEL<sup>4</sup>, CARMEM LÚCIA BECKER FERREIRA<sup>5</sup>

**RESUMO** – O feijão fava na alimentação de suínos em crescimento e terminação foi testado na Estação de Pesquisa e Produção de Santa Rosa, utilizando-se quarenta machos castrados cruzas Landrace x Large White. Com um peso médio inicial de 23,0 kg, os suínos foram distribuídos em blocos completos casualizados e abatidos quando atingiam 110,0 kg. As carcaças foram avaliadas pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça, analisados os cortes cárneos industriais e coletadas amostras de gordura subcutânea para análise do índice de iodo. A proteína do farelo de soja foi substituída em 0, 25, 50, 75 e 100% pela proteína do feijão fava em cinco tratamentos com oito repetições cada. Os resultados de desempenho na fase de crescimento até o nível de 50% de substituição e, na fase de terminação até 100% de substituição não apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ). As características de carcaça, os cortes cárneos industriais e a qualidade da gordura dos suínos não foram influenciadas pela adição de feijão fava até o nível de 56,2% no crescimento e de 33,4% na fase de terminação ( $P > 0,05$ ), correspondendo a 100% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do feijão fava.

*Palavras-chave:* suíno, nutrição animal, feijão fava, crescimento, terminação

## SWINE PERFORMANCE IN GROWING-FINISHING PERIODS FEEDING WITH FABA BEANS (*Vicia faba*, L.)

**ABSTRACT** – The faba beans was tested in the swine feeding at Santa Rosa Research and Production Estation, using forty castrated male pigs from Landrace x Large White crossing. With an initial weight of 23.0 kg, the pigs were distributed at a completely randomized blocks and slaughtered when they reached 110.0 kg. The carcass were evaluated by the Brazilian Carcass Classification Method, being analised the industrial carneous cut and collected samples from the subcutaneous fatness for iodine index analysis. The protein from soybean meal was substituted in 0, 25, 50, 75, and 100% for the faba bean protein at five treatments with lighth replications each. The results did not show any significant difference ( $P > 0.05$ ) at the growing period up to 100% of substitution and at the finishing period up to 50% of substitution. The carcass characteristics, the industrial carneous cut, and the fatness quality were not influenced by the addition of faba beans up to the level of 56.2% in the growing period and up to 33.4% at the finishing period ( $P > 0.05$ ), corresponding up to 100% of substitution.

*Key words:* swine, animal nutrition, faba bean, growing, finishing

1. Méd. Vet., M.Sc. - FEPAGRO/Laboratório de Nutrição Animal, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre - RS/BRASIL.

2. Quím. - FEPAGRO/Laboratório de Nutrição Animal.

3. Zoot. - FEPAGRO/Estação de Pesquisa e Produção de Santa Rosa, Rua N. S. Auxiliadora 747, Caixa Postal 513, 98900-000 Santa Rosa - RS/BRASIL.

4. Méd. Vet. - FEPAGRO/Laboratório de Nutrição Animal.

5. Zoot., M.Sc. - SAA/DPA/Inspetoria Zootécnica de Tramandai.

Recebido para publicação em 14/08/1995.

## INTRODUÇÃO

As rações balanceadas para suínos na Região Sul do Brasil são, normalmente, formuladas com milho como fonte energética e farelo de soja como protéica. No Rio Grande do Sul a dependência destes dois alimentos é muito grande. Desta forma, as oscilações de qualquer natureza, seja de produção ou de mercado, se refletem na criação de suínos. Assim, cada vez mais os técnicos e produtores na área sentem a necessidade de descobrir e estudar fontes alternativas, que se não solucionarem esta dependência, darão subsídios para amenizar o problema sem prejuízo da produção anual de suínos.

No Brasil a pesquisa do grão de feijão fava para alimentação de suínos é praticamente nula. Pouco se conhece sobre o valor nutritivo da fava na alimentação de suínos tendo em vista que a sua produção, no Rio Grande do Sul, até seis anos atrás era inexpressiva. No entanto, segundo a Produção Agrícola Municipal do IBGE, em 1990 foi de 470 t, em 1991 de 450 t, em 1992 de 798 t e em 1993 de 1040 t, sendo que na região colonial, onde a criação de suínos é intensa, a produção já permite a sua utilização na alimentação desses animais.

BLAIR (1977) menciona que o feijão fava contém de 23 a 27% de proteína bruta. Os aminoácidos na base de matéria seca são: arginina 2,04%, glicina 1,08%, histidina 0,55%, isoleucina 0,98%, leucina 1,83%, lisina 1,52%, metionina + cistina 0,28%, fenilalanina + tirosina 1,93%, treonina 0,95%, triptofano 0,23% e valina 1,13%. Dos minerais, o cálcio com 0,11% e o fósforo com 0,15%. O ácido linolêico com 0,65%. A energia metabolizável com 3080 kcal/kg.

Dentre os constituintes indesejáveis da fava, aparece o tanino com 0,34 a 0,5%, inibidores de tripsina com 2,3 unidades (comparado com 25,5 unidades do feijão soja cru) e a hemaglutinina com 2900 unidades. A quantidade de inibidores de tripsina do feijão fava foi reduzida para 1,1 unidades depois de autoclavada a 110°C por 40 minutos e para 0,9 unidades depois de autoclavada a 120°C por 30 minutos. Mas estes parecem ter pequeno significado prático quando a ração é suplementada com metionina (0,30 a 0,46%) ou a fava é submetida a um processamento pelo calor durante a fabricação (autoclavada a 120°C por 30 minutos). Excelente desempenho tem sido alcançado com rações de aves e gado contendo 10% de feijão fava ou mesmo em níveis mais elevados (BLAIR, 1977).

MARQUARDT et al. (1975) mencionam que a energia digestível do feijão fava (3263 kcal/kg) é tão baixa como a maioria dos suplementos protéicos comumente usados. A fava tem um conteúdo baixo

de gordura (1%) o qual justifica, parcialmente, o baixo conteúdo de energia digestível. Em adição, o conteúdo relativamente alto de fibra bruta da fava (8,2%) pode, também, reduzir o nível de energia digestível.

A presente pesquisa teve como objetivo verificar a viabilidade da substituição gradativa da proteína do farelo de soja das rações de suínos em crescimento e terminação pela proteína do feijão fava.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido na Estação de Pesquisa e Produção de Santa Rosa/RS, de janeiro a maio de 1990. As análises químicas foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal na sede da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária em Porto Alegre/RS.

Os quarenta suínos machos castrados cruzas Landrace x Large White tinham o peso médio inicial de 23,0 kg. Eles foram sorteados em cinco tratamentos, com oito repetições cada, em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, onde a unidade experimental foi o animal. O teste de Tukey foi empregado para verificar diferenças entre médias, se significativas. O grau de associação entre os resultados das variáveis obtidas foi analisado através da técnica de correlação simples. O *software* empregado para a análise de regressão foi o SAS/STAT (1977).

Os tratamentos foram:

- 1 - Ração sem feijão fava, nas fases de crescimento e terminação (testemunha);
- 2 - Ração com feijão fava, substituindo 25% da proteína do farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação;
- 3 - Ração com feijão fava, substituindo 50% da proteína do farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação;
- 4 - Ração com feijão fava, substituindo 75% da proteína do farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação;
- 5 - Ração com feijão fava, substituindo 100% da proteína do farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação.

Os animais foram alojados em celas individuais medindo 2,35 m de comprimento por 1,25 m de largura por 1,00 m de altura, com piso de alvenaria. Nas celas havia um bebedouro automático tipo chupeta e um comedouro de alvenaria tipo gamela.

As rações foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo que, a de crescimento (Tabela 1) foi empregada dos 23,0 kg até a pesagem em que os animais atingiam 50 kg. A de terminação (Tabela 2) dos 50 kg até a pesagem em que os animais atingiam 110,0 kg de peso.

**TABELA 1 – Composição e análise bromatológica das rações experimentais utilizadas para os suínos na fase de crescimento, dos 23,0 aos 50,0 kg**

INGREDIENTES (kg)	TRATAMENTOS				
	1 (0%)	2 (25%)	3 (50%)	4 (75%)	5 (100%)
Milho amarelo moído	74,90	66,60	58,10	49,75	41,25
Farelo de soja tostado	22,40	16,80	11,30	5,70	0,00
Feijão fava	0,00	14,00	28,00	42,00	56,20
Fosfato bicálcico	1,00	0,80	0,80	0,60	0,60
Farinha de ostras	0,90	1,00	1,00	1,15	1,15
Premix de vitaminas e minerais	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Análise Bromatológica (%)</b>					
Umidade	13,6	13,6	13,8	11,2	11,2
Proteína bruta	16,9	16,8	17,4	17,0	17,1
Fibra bruta	2,9	4,0	3,8	5,6	5,8
Extrato etéreo	1,5	2,1	2,2	2,5	2,4
Cinzas	5,2	4,5	4,8	4,5	4,3
Extrativos não-nitrogenados	59,9	59,0	58,0	59,2	59,2
Cálcio	0,58	0,59	0,61	0,58	0,58
Fósforo	0,46	0,42	0,47	0,46	0,48

**TABELA 2 – Composição e análise bromatológica das rações experimentais utilizadas para os suínos na fase de terminação, dos 50,0 aos 110,0 kg**

INGREDIENTES (kg)	TRATAMENTOS				
	1 (0%)	2 (25%)	3 (50%)	4 (75%)	5 (100%)
Milho amarelo moído	84,40	79,40	74,40	69,40	64,40
Farelo de soja	13,30	9,95	6,65	3,30	0,00
Feijão fava	0,00	8,40	16,70	25,10	33,40
Fosfato bicálcico	0,55	0,50	0,45	0,35	0,35
Farinha de ostras	0,95	0,95	1,00	1,05	1,05
Premix de vitaminas e minerais	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Análise Bromatológica (%)</b>					
Umidade	10,4	10,7	10,7	11,2	10,8
Proteína bruta	13,8	14,1	13,9	13,8	13,9
Fibra bruta	2,6	3,0	2,5	3,5	4,3
Extrato etéreo	3,4	3,3	3,4	3,1	3,2
Cinzas	3,8	3,4	2,9	3,6	4,1
Extrativos não-nitrogenados	66,0	65,5	66,6	64,8	63,7
Cálcio	0,64	0,49	0,47	0,49	0,52
Fósforo	0,39	0,37	0,31	0,36	0,43

As pesagens dos animais e das rações foram realizadas no mesmo dia, no início do experimento e a intervalos de 7 dias até atingirem ou ultrapassarem o peso final de 110,0 kg. Os animais, durante 12 horas antes das pesagens, permaneciam sem acesso às rações balanceadas.

No dia da pesagem final, o animal era abatido no frigorífico, sendo que, a carcaça permanecia em câmara fria a temperatura de 2 a 4°C por 24 h. Após, eram tomadas as medidas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ASSOCIAÇÃO, 1973), avaliado o rendimento dos

cortes cárneos industriais do pernil, lombo e paleta e, coletadas amostras da gordura subcutânea para determinar o índice de iodo (TRINDADE et al., 1982; ABNT, 1961).

Os parâmetros verificados foram o desempenho dos suínos em termos de consumo de ração, tempo para alcançar o peso de abate, ganho de peso médio diário, conversão alimentar, características de carcaça e cortes cárneos industriais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados quanto ao desempenho dos suínos nas fases de crescimento, terminação e no período total do experimento encontram-se nas Tabelas 3, 4 e 5.

Na fase de crescimento, a análise estatística dos parâmetros mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o número de dias, consumo de ração, ganho de peso médio diário e conversão alimentar. Os tratamentos 1 (testemunha), 2 e 3 foram semelhantes ( $P > 0,05$ ), enquanto que os tratamentos 4 e 5 foram semelhantes entre si e diferentes dos demais ( $P < 0,05$ ). O número de dias e consumo de ração foram menores, o ganho médio diário maior e a conversão alimentar melhor nos tratamentos 1, 2 e 3, onde a proteína do feijão fava substituiu em até 50% da proteína do farelo de soja (Tabela 1), ou seja, a adição de 14 e 28% de feijão fava nas rações. Assim, na fase de crescimento, pôde ser observado que à medida que aumentou a adição de feijão fava nas rações, houve um acréscimo no número de dias e no consumo de ração, para os animais chegarem à fase de terminação. Piorou a conversão alimentar e houve uma redução no ganho de peso. O que melhor explica é a equação de regressão múltipla.

SANTOS et al. (1991), alimentando suínos com feijão fava em crescimento e terminação em níveis

de 8, 16 e 24%, concluíram que não foi comprometido o desempenho dos animais a adição em até 24% de feijão fava. O ganho de peso médio diário, obtido neste experimento, foi superior aos conseguidos por AHERNE et al. (1977), utilizando níveis crescentes de feijão fava em rações de crescimento de 0, 10, 15, 20, 25 e 30%, obtendo 680, 660, 650, 650, 610 e 580g respectivamente, sendo a conversão alimentar de 2,75; 2,92; 2,89; 2,94; 3,26; e 3,40.

Na fase de terminação os dados médios apresentados na Tabela 4, como o número de dias, consumo de ração, ganho de peso médio diário e conversão alimentar não apresentam diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). Nesta fase, a adição de feijão fava nas rações foi de 0; 8,4; 16,7; 25,1 e 33,4%, substituindo a proteína do farelo de soja em 0, 25, 50, 75 e 100%, respectivamente.

BOURDON e PEREZ (1984) relatam que para suínos em terminação com peso médio de 53,2 kg, recebendo dietas equilibradas com 30% de fava, na quantidade média de 1569 g de matéria seca por dia, o desempenho foi de 614 g por dia e a eficiência alimentar de 2,62 kg de matéria seca por quilograma de ganho. ZANELLA et al. (1988), estudando o grão de feijão fava como substituto do milho e do farelo de soja para suínos na fase de terminação e utilizando 15% na dieta, concluíram que a fava influenciou significativamente no consumo de ração e na conversão alimentar, porém não houve diferença no ganho de peso médio diário, com referência ao tratamento testemunha. No presente trabalho, nos tratamentos onde houve a adição de feijão fava na fase de terminação, isto não foi confirmado. Porém, no tratamento 3 (16,7% de feijão fava) ocorreu aumento no número de dias, diminuição no consumo de ração e melhora na conversão alimentar. O ganho de peso médio diário foi menor, embora estas diferenças não foram estatisticamente significativas ao nível de 5% ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 3 – Dados médios obtidos no desempenho dos suínos na fase de crescimento, dos 23,0 aos 50,0 kg**

PARÂMETROS	TRATAMENTOS					CV (%)
	1	2	3	4	5	
Número de dias	30,5 <sup>a</sup>	31,4 <sup>a</sup>	33,1 <sup>ab</sup>	37,6 <sup>b</sup>	38,5 <sup>b</sup>	10,7
Consumo de ração (kg)	83,3 <sup>a</sup>	83,9 <sup>a</sup>	89,7 <sup>ab</sup>	01,0 <sup>b</sup>	102,2 <sup>b</sup>	10,1
Ganho peso diário (g)	911 <sup>a</sup>	932 <sup>a</sup>	904 <sup>a</sup>	793 <sup>b</sup>	747 <sup>b</sup>	7,8
Conversão alimentar	2,76 <sup>a</sup>	2,87 <sup>a</sup>	3,30 <sup>a</sup>	3,42 <sup>b</sup>	3,61 <sup>b</sup>	6,7

Médias na mesma linha com letras iguais não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 4 – Dados médios obtidos no desempenho dos suínos na fase de terminação, dos 50,0 aos 110,0 kg**

PARÂMETROS	TRATAMENTOS					CV (%)
	1	2	3	4	5	
Número de dias	56,0	62,1	63,0	61,1	62,9	12,8
Consumo de ração (kg)	208,6	225,3	219,3	220,5	229,6	11,1
Ganho peso diário (g)	1068	985	986	992	991	11,3
Conversão alimentar	3,56	3,78	3,69	3,74	3,80	8,8

Médias na mesma linha não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% ( $P > 0,05$ ).

No período total do experimento, o número de dias para os suínos alcançarem o peso de abate, o consumo de ração e a conversão alimentar foram estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ) entre o tratamento 1 (testemunha sem feijão fava) e o tratamento 5 com 100% de feijão fava e 0% de farelo de soja. Esta diferença também ocorreu no ganho de peso diário entre os tratamentos 4 (onde a proteína do farelo de soja foi substituída em 75%) e 5 com relação ao tratamento testemunha. O ganho de peso e conversão alimentar, no período total do experimento, são melhor explicados pelas equações de regressão múltipla, sendo  $r^2 = 0,9946$  e  $r^2 = 0,9987$ , respectivamente.

Na Tabela 5 está evidenciado que a medida que o feijão fava é adicionado às rações diminui o desempenho dos animais.

Os resultados de ganho de peso obtidos neste experimento foram superiores aos conseguidos por SANTOS et al. (1991), utilizando machos castrados alimentados com níveis de fava na ração de 0, 8, 16 e 24%, apresentando 780, 740, 700 e 760 g, respectivamente. Também, foram superiores aos relatados por HENRY e BOURDON (1972) estudando a utilização da fava na substituição parcial e total do farelo de soja nos níveis de 15 e 30 %, respectivamente, em dietas a base de cevada e milho. Os resultados médios obtidos dos 27 aos 92 kg de peso indicaram que a substituição total do farelo de

soja pela fava produz um declínio no ganho de peso médio e na eficiência alimentar com ambos cereais, embora o efeito tenha sido maior com o milho (cerca de 25%) do que com a cevada (cerca de 5%). Rações a base de milho e fava (33%) apresentaram ganho de peso médio diário de 468 g e rações formuladas a base de cevada e fava (33%) de 499 g em relação as testemunhas, milho e farelo de soja com 567 g, cevada e farelo de soja 525 g.

Os dados médios das características de carcaça (ASSOCIAÇÃO, 1973), dos cortes cárneos industriais e do índice de iodo das gorduras produzidas encontram-se na Tabela 6.

As análises da variância para todas as características de carcaça, dos cortes cárneos industriais e do índice de iodo não mostraram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). Todos os dados médios apresentados na Tabela 6, em cada característica, foram muito semelhantes entre si, não identificando nas carcaças dos animais influências devidas ao uso do feijão fava nas rações, até o nível 56,2% na fase de crescimento e de 33,4% na fase de terminação (Tabelas 1 e 2), apresentando 100% de substituição da proteína do farelo de soja pela do feijão fava. Isto confirma a conclusão de SANTOS et al. (1991) de que a qualidade das carcaças não foi influenciada pela adição da fava às rações. No presente trabalho as características de carcaça não apresentam correlação.

**TABELA 5 – Dados médios obtidos no desempenho dos suínos no período total do experimento, dos 23,0 aos 110,0 kg**

PARÂMETROS	TRATAMENTOS					CV (%)
	1	2	3	4	5	
Número de dias	86,5 <sup>a</sup>	93,5 <sup>ab</sup>	96,1 <sup>ab</sup>	98,8 <sup>ab</sup>	101,4 <sup>b</sup>	9,5
Consumo de ração (kg)	291,9 <sup>a</sup>	309,2 <sup>ab</sup>	309,0 <sup>ab</sup>	321,5 <sup>ab</sup>	331,7 <sup>b</sup>	8,0
Ganho peso diário (g)	1028 <sup>a</sup>	955 <sup>ab</sup>	942 <sup>ab</sup>	902 <sup>b</sup>	887 <sup>b</sup>	8,7
Conversão alimentar	3,29 <sup>a</sup>	3,49 <sup>ab</sup>	3,47 <sup>ab</sup>	3,63 <sup>ab</sup>	3,74 <sup>b</sup>	7,2

Médias na mesma linha com letras iguais não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 6 – Dados médios das características de carcaça, cortes cárneos industriais e índice de iodo da gordura produzida obtidos na análise da carcaça dos suínos aos 110 kg**

CARACTERÍSTICAS	TRATAMENTOS					CV (%)
	1	2	3	4	4	
Rendimento carcaça fria (%)	76,8	79,9	75,3	75,9	74,8	2,0
Comprimento carcaça (cm)	98,6	99,5	101,1	101,4	99,6	2,2
Área olho de lombo (cm <sup>2</sup> )	33,4	31,1	32,2	34,1	33,2	9,7
Espessura média toicinho(cm)	4,0	3,7	3,8	3,8	3,5	11,8
Relação carne/gordura (1: )	1,02	1,02	0,94	0,95	0,90	11,1
Peso do pernil (kg)	12,8	12,4	12,4	12,6	12,3	5,3
Rendimento do pernil (%)	29,8	29,1	29,2	29,6	29,3	3,9
Peso carcaça p/exportação (kg)	38,4	37,7	37,4	37,7	37,0	2,8
Peso do pernil s/pé e rabo (kg)	11,5	11,2	11,1	11,6	11,1	5,5
Peso da paleta s/mão (kg)	4,3	4,3	4,1	4,6	4,3	7,1
Peso do lombo (kg)	1,9	1,8	2,0	2,0	1,9	10,3
Índice de iodo da gordura	47,9	50,6	45,5	44,8	47,1	10,3

Médias na mesma linha não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% (P > 0,05).

#### Análise de Correlação

Todas as variáveis foram correlacionadas entre si, através da técnica de correlação simples. O *software* empregado para estudo da regressão foi o SAS/STAT (1977). Foram considerados apenas os coeficientes de correlação (r) acima de 0,65 (r > 0,65). O grau de associação entre elas indica as melhores perspectivas para sua adoção, como pode ser verificado na Tabela 7.

As demais variáveis correlacionadas, como o rendimento de carcaça fria, área de olho de lombo, espessura média de toicinho, relação carne/gordura, rendimento do pernil e índice de iodo da gordura não estão apresentadas na Tabela 7 por apresentarem

valores baixos na análise, indicando não haver correlação.

O coeficiente de correlação (r) de 0,95 entre consumo de ração no período total e a conversão alimentar no período total foi o maior índice observado nesta análise.

#### Análise de regressão

As equações da regressão linear simples, a seguir relacionadas, foram muito significativas (P < 0,01) na análise da variância:

– Ganho de peso no crescimento (GPC) x Consumo de ração no crescimento (CRC)

$$GPC = 1462,125897 - 6,398477 \text{ CRC}, \text{ sendo } r^2$$

**TABELA 7 – Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis analisadas**

	CRT	CRPT	GPC	GPT	GPPT	CAC	CAT	CAPT	RCF
CRC	0,21	0,46	-0,71	-0,24	-0,51	0,80	0,18	0,45	-0,22
CRT	-	0,89	-0,29	-0,56	-0,51	0,31	0,89	0,84	-0,12
CRPT	-	-	-0,58	-0,61	-0,69	0,65	0,88	0,95	-0,21
GPC	-	-	-	0,48	0,80	-0,90	-0,33	-0,65	0,28
GPT	-	-	-	-	0,91	-0,36	-0,69	-0,67	0,23
GPPT	-	-	-	-	-	-0,67	-0,63	-0,76	0,28
CAC	-	-	-	-	-	-	0,35	0,70	0,28
CAT	-	-	-	-	-	-	-	0,91	-0,08
CAPT	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,19
RCF	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CRC = Consumo ração crescimento; CRT = Consumo ração terminação; CRPT = Consumo ração período total; GPC = Ganho peso crescimento; GPT = Ganho peso terminação; GPPT = Ganho peso período total; CAC = Conversão alimentar crescimento; CAT = Conversão alimentar terminação; CAPT = Conversão alimentar período total; RCF = Rendimento de carcaça fria

= 0,49 e CV = 9,66 %

- Conversão alimentar no crescimento (CAC) x Consumo de ração crescimento (CRC)

$CAC = 0,840413 + 0,024968 \text{ CRC}$ , sendo  $r^2 = 0,65$  e CV = 7,74 %

- Conversão alimentar no crescimento (CAC) x Ganho de peso no crescimento (GPC)

$CAC = 5,832566 - 0,003086 \text{ GPC}$ , sendo  $r^2 = 0,81$  e CV = 5,68 %

- Conversão alimentar no crescimento (CAC) x Ganho de peso no período total (GPPT)

$CAC = 5,619032 - 0,002632 \text{ GPPT}$ , sendo  $r^2 = 0,45$  e CV = 9,67 %

- Consumo de ração período total (CRPT) x Consumo de ração na terminação (CRT)

$CRPT = 92,484851 + 0,997814 \text{ CRT}$ , sendo  $r^2 = 0,79$  e CV = 4,21 %

- Conversão alimentar na terminação (CAT) x Consumo de ração na terminação (CRT)

$CAT = 1,174102 + 0,011509 \text{ CRT}$ , sendo  $r^2 = 0,79$  e CV = 4,00 %

- Conversão alimentar na terminação (CAT) x Consumo de ração período total (CRPT)

$CAT = 0,571142 + 0,010051 \text{ CRPT}$ , sendo  $r^2 = 0,76$  e CV = 4,26 %

- Conversão alimentar na terminação (CAT) x Ganho de peso na terminação (GPT)

$CAT = 5,566559 - 0,001845 \text{ GPT}$ , sendo  $r^2 = 0,48$  e CV = 6,36 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Consumo de ração na terminação (CRT)

$CAPT = 1,332869 + 0,009927 \text{ CRT}$ , sendo  $r^2 = 0,70$  e CV = 4,67 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Ganho de peso período total (GPPT)

$CAPT = 5,600892 - 0,002204 \text{ GPPT}$ , sendo  $r^2 = 0,58$  e CV = 5,51 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Conversão alimentar crescimento (CAC)

$CAPT = 1,899133 + 0,517647 \text{ CAC}$ , sendo  $r^2 = 0,50$  e CV = 6,05 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Conversão alimentar terminação (CAT)

$CAPT = 0,427304 + 0,833644 \text{ CAT}$ , sendo  $r^2 = 0,82$  e CV = 3,58 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Ganho de peso terminação (GPT)

$CAPT = 5,173149 - 0,001643 \text{ GPT}$ , sendo  $r^2 = 0,45$  e CV = 6,33 %

- Conversão alimentar período total (CAPT) x Consumo ração período total (CRPT)

$CAPT = 0,384635 + 0,010038 \text{ CRPT}$ , sendo  $r^2 = 0,90$  e CV = 2,62 %

- Ganho de peso no período total (GPPT) x Consumo de ração no período total (CRPT)

$GPPT = 1728,926389 - 2,514397 \text{ CRPT}$ , sendo  $r^2 = 0,47$  e CV = 8,00 %

- Ganho de peso no período total (GPPT) x Ganho de peso crescimento (GPC)

$GPPT = 336,668585 + 0,693922 \text{ GPC}$ , sendo  $r^2 = 0,63$  e CV = 6,69 %

- Ganho de peso no período total (GPT) x Ganho de peso terminação (GPT)

$GPPT = 166,367621 + 0,772968 \text{ GPT}$ , sendo  $r^2 = 0,83$  e CV = 4,55 %

As equações de regressão múltipla, a seguir relacionadas, foram muito significativas

( $P < 0,01$ ) na análise da variância.

- Conversão alimentar no crescimento função de consumo ração no crescimento, ganho de peso no crescimento e ganho peso no período total:

$CAC = 4,093861 + 0,010190 \text{ CRC} - 0,002511 \text{ GPC} + 0,000317 \text{ GPPT}$ , sendo  $r^2 = 0,8688$  e CV = 4,85 %

- Conversão alimentar na terminação função de consumo ração na terminação, consumo ração no período total e ganho de peso na terminação:

$CAT = 1,884758 + 0,006613 \text{ CRT} + 0,003199 \text{ CRPT} - 0,000627 \text{ GPT}$ , sendo  $r^2 = 0,8621$  e CV = 3,36 %

- Conversão alimentar no período total função de consumo ração na terminação, consumo ração no período total, ganho de peso no período total, conversão alimentar no crescimento e conversão alimentar na terminação:

$CAPT = 0,001227 + 0,002658 \text{ CRPT} - 0,001812 \text{ CRPT} + 0,000006378 \text{ GPPT} + 0,373290 \text{ CAC} + 0,6260 \text{ CAT}$ , sendo  $r^2 = 0,9987$  e CV = 0,32 %

- Ganho peso no período total função de consumo ração no período total, ganho de peso no crescimento e ganho de peso na terminação:

$GPPT = 2,320125 + 0,003357 \text{ CRPT} + 0,404474 \text{ GPC} + 0,583521 \text{ GPT}$ , sendo  $r^2 = 0,9946$  e CV = 0,83 %

## CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este experimento e com base na análise dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- A adição de até 28,0% de feijão fava, substituindo 50% da proteína do farelo de soja, na ração de crescimento e 33,0% de feijão fava, substituindo 100% da proteína do farelo de soja, na ração de terminação não compromete o desempenho dos suínos.

- A qualidade das carcaças não é influenciada pela adição do feijão fava às rações, até o nível de

56,2% na fase de crescimento e 33,4% na fase de terminação.

- A gordura produzida pelos suínos não é alterada pela adição do feijão fava às rações, até o nível de 56,2% na fase de crescimento e 33,4% na fase de terminação.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- AHERNE, F. X.; LEWIS, A. J.; HARDIN, R. T. An evaluation as a protein supplement for swine. *Canadian Journal of Animal Sciences*, Ottawa, v. 57, p.321-328, 1977.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. Método brasileiro de classificação de carcaça. Estrela: ABCS, 1973. 17p. (Publicação Técnica, 2).
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, D.C. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, 1975. 1094p.
- BLAIR, Robert. Faba beans: an improved crop for animal feeding. *Feedstuffs*, Minnetonka, v.49, n.29, p.15-21, 1977.
- BOURDON, D.; PEREZ, J.M. Valeur énergétique et azotée, pour le porc, de différents types de féverole pauvre ou riche en tanins. *Journées de la Recherche Porcine en France*, Paris, v.16, p.401-408, 1984.
- HENRY, Y.; BOURDON, D. Essai de remplacement du tourteau de soja par la féverole dans l'alimentation du porc en croissance-finition. *Journées de la Recherche Porcine en France*, Paris, p.175-183, 1972.
- HENRY, Y.; BOURDON, D. Utilization of legume seeds by the pig. *World Review of Animal Production*, Rome, v.14, n.1, p.81-87, 1978.
- MARQUARDT, R.R.; McKIRDY, J.A.; WARD, T.; CAMPBELL, L.D. Amino acid, hemagglutinin and trypsin inhibitor levels, and proximate analysis of faba beans (*Vicia faba*) and faba bean fractions. *Canadian Journal of Animal Sciences*, Ottawa, v. 55, p.421-429, 1975.
- SANTOS, D. L. dos; SILVEIRA, J. C. G. da; FERREIRA, G. B.; SOUZA, J. M. de; CARDOSO, S. Efeito de diferentes níveis de fava (*Vicia faba* L.) em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.20, n.2, p. 199-207, 1991.
- SAS/STAT. Guide for personal computers. Version 6 edition. Cary, 1987. p. 773-875.
- THACKER, P.A.; BOWLAND, J.P. Faba beans: an alternative protein supplement for use in pig diets (review). *Pig News and Information - Commonwealth Agricultural Bureaux*, Farnham Royal, v. 6, n.1, p.25-30, 1985.
- TRINDADE, H. F. da; LEBOUTE, E. M.; MARTINS, E. S. Grão de soja tostado: avaliação bioquímica do processamento e resposta produtiva dos suínos a rações com níveis crescentes de grão tostado. *Anuário Técnico do IPZFO*, Porto Alegre, v.9, p. 359-441, 1982.
- ZANELLA, I.; SILVEIRA, J. C. G. da; SANCHEZ, L. M. B.; MALMANN, C. A. Utilização de grão de fava (*Vicia faba* L.) moídos em substituição ao milho e farelo de soja em suínos na fase de terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25ª, 1988, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ, 1988. p.6.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Angela Barcelos Corrêa pela realização de todas as análises laboratoriais da pesquisa como estágio de conclusão do Curso de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, à Carmem Ilse Pinheiro Jobim pelas análises estatísticas e ao Prenda S.A. pelo valioso auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.