

EFEITO DE ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE SEMEADURA SOBRE O RENDIMENTO DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRO-NÔMICAS DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.)¹

José Roberto M. Fontes²
Moacil Alves de Souza²
Antônio Américo Cardoso²
Cosme Damião Cruz³

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado intenso deslocamento da cultura do trigo das áreas tradicionais para novas regiões, principalmente para o Brasil Central. Apesar dos vários esforços realizados, a produtividade da lavoura tritícola brasileira ainda é baixa, quando comparada com a de outros países. Cultivares com maior capacidade de produção, em razão dos trabalhos de melhoramento de plantas, exigem maiores espaçamentos e densidades de semeadura, permitindo melhor exploração de todo o potencial produtivo dos cultivares, pois quantidade insuficiente de sementes acarretará a obtenção de culturas ralas e com poucas espigas por metro quadrado, diminuindo a produtividade e permitindo o desenvolvimento mais acentuado de plantas daninhas. Por outro lado, o excesso de sementes predispõe ao acamamento, diminui o tamanho das plantas e espigas, eleva o custo de produção, favorece o aparecimento de doenças e, além disso, o rendimento de grãos é reduzido. Entretanto, em virtude das dife-

¹ Aceito para publicação em 22-10-1996.

² Departamento de Fitotecnia-Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa-MG.

³ Departamento de Biologia Geral- Universidade Federal de Viçosa.

renças entre genótipos, ambientes e sistemas de produção, os resultados obtidos são aplicáveis apenas a condições específicas.

TEIXEIRA (12) analisa o rendimento de grãos como a expressão de três componentes combinados, isto é, o produto do número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e peso médio dos grãos.

Teoricamente, o aumento da produção poderia ser alcançado com o incremento dos componentes do rendimento, separadamente, ou com as combinações entre eles, mas observa-se, na prática, que grandes incrementos em certo componente são normalmente acompanhados por decréscimos em outros.

No Paraná, OLIVEIRA e BEGO (4) observaram que o espaçamento de 15 cm entre fileiras e a densidade de semeadura de 333 sementes aptas/m² apresentaram a melhor resposta de rendimento de grãos nos dois locais em que o experimento foi realizado. Houve acréscimo no número de espigas/m², proporcionado pelo aumento de densidade de semeadura, mas decréscimo no número de grãos por espiga, havendo compensação destes dois fatores em relação ao rendimento de grãos.

SILVA e GOMES (9) estudaram o efeito de densidades de semeadura (150, 200, 250, 300 e 400 sementes aptas/m²) sobre o trigo irrigado na região dos cerrados do Brasil Central. A análise conjunta dos resultados mostrou resposta diferencial dos cultivares, conforme o ano e o local de plantio. Os autores observaram que o ponto de máxima produção foi obtido com a densidade de 267 sementes aptas/m² (4216,60 kg/ha).

Vários outros autores estudaram os mesmos efeitos, encontrando, no entanto, respostas diferenciadas, as quais dependem principalmente do ano e local de plantio (2, 8, 11).

A COMISSÃO CENTRO-BRASILEIRA DE PÊSQUISA DE TRIGO (1989) recomenda, para o trigo irrigado, o espaçamento de 16 a 18cm entre fileiras e densidade de semeadura de 270 a 350 sementes aptas/m² (7).

Dada a carência de estudos desta natureza na região, objetivou-se neste trabalho estudar o efeito de diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de semeadura sobre o rendimento de grãos e outras características agronômicas do trigo, em regime de irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra - MG, no ano de 1993. As amostras de material do solo foram coletadas 30 dias antes da instalação do experimento. O resultado da análise química do solo é apresentado no

Quadro 1. Os 16 tratamentos foram constituídos da combinação de quatro espaçamentos (16, 24, 32 e 40 cm entre linhas) e quatro densidades de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m²), em fatorial 4x4, sendo distribuídos seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições.

Cada parcela foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, com área dependente do espaçamento utilizado. A área útil das parcelas foi definida pelas três linhas centrais com quatro metros cada, para reduzir o efeito bordadura. O cultivar utilizado foi EMBRAPA-22, recomendado para a região, em regime de irrigação. Foi realizada uma adubação de manutenção, antes da semeadura, com 24 kg/ha de N, 84 kg/ha de P₂O₅ e 48 kg/ha de K₂O, sob a forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura foi feita no dia 25 de maio, enquanto a adubação de cobertura, no dia 23 de junho, utilizando-se 40 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio. A irrigação do experimento foi por aspersão, com programação do turno de rega de mais ou menos dez dias, dependendo da umidade do solo e do estágio de desenvolvimento da planta.

A colheita das parcelas foi realizada no dia 27 de setembro. As características avaliadas foram: produção de grãos, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de grãos por espiga, estandes inicial e final, altura de planta e índice de perfilhamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, estimando as equações de regressão para os parâmetros que sofreram influência significativa dos fatores estudados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as características avaliadas e os resultados médios obtidos para as mesmas características são apresentados nos Quadros 2 e 3, respectivamente. Não houve interação entre es-

QUADRO 1 - Características químicas de amostras do solo

pH	Carbono (dag/kg)	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Al	H + Al
				Cmolc/dm ³			
5,4	1,25	5,0	68	3,7	1,0	0,1	7,5

P e K : Extrator Mehlich

Ca, Mg e Al : Extrator KCl 1N

H + Al : Extrator CaOAc 1N pH 7,0

QUADRO 2 - Análise de variância da produção de grãos (PROD), peso hectolítrico (PHEC), peso de mil grãos (PMIL), número de grãos por espiga (NGPE), estande inicial (STIN), estande final (STFI), altura de planta (ALTP) e índice de perfilhamento (IPER)

FV	GL	Quadrados Médios									
		PROD	PHEC	PMIL	NGPE	STIN	STFI	ALTP	IPER		
Blocos	3	375104	1,69	4,19	84,06	3392	803	36,56	0,024039		
Espaçamento (E)	(3)	673224*	2,67	4,34	21,06	1206	7323**	9,18	0,080444*		
Linear	1	1195850*	0,10	1,76	3,00	6	12613**	11,63	0,155320**		
Quadrática	1	523452	5,35	8,05	9,77	2717	7854**	3,52	0,005366		
Desvio	1	300370	2,56	3,22	50,40	894	1501	12,40	0,086452		
Densidade (D)	(3)	798130*	10,01**	6,43	191,06**	260020**	36359**	5,85	3,345409**		
Linear	1	2157917**	14,71**	0,54	553,88**	779631**	105089**	14,88	8,661911**		
Quadrática	1	188356	15,31**	17,33	15,02	98	2876	2,64	1,287657**		
Desvio	1	48118	0,01	1,42	4,28	330	1114	0,03	0,086658		
E x D	9	60500	1,36	1,56	15,25	1091	816	19,02	0,020536		
Resíduo	45	225153	1,68	2,89	18,10	687	858	9,47	0,021029		
Média		3672	77,0	38,1	43,8	304	341	98,5	1,261		
C.V.(%)		12,9	1,7	4,5	9,7	8,6	8,6	3,1	11,5		

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

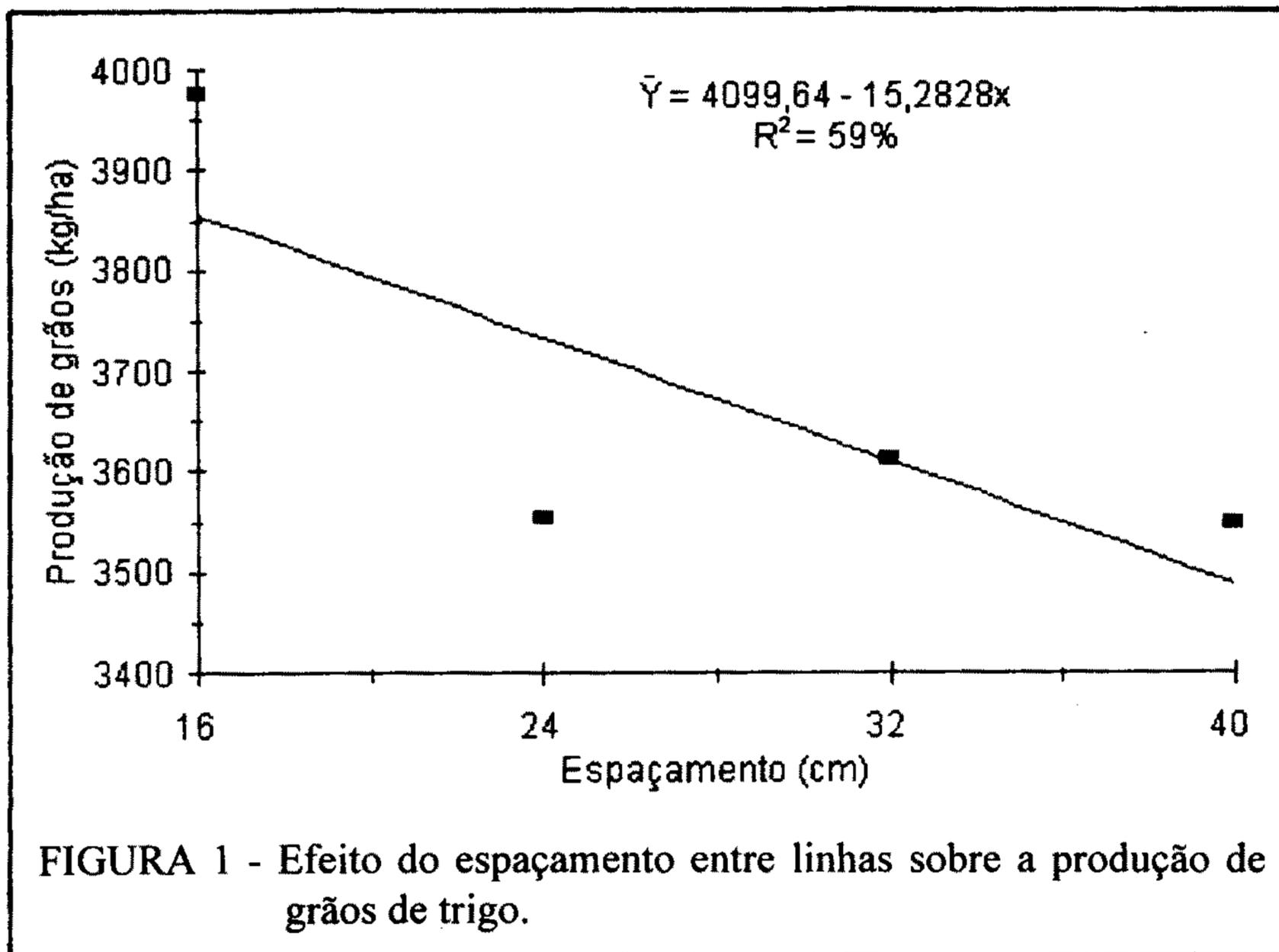
QUADRO 3 - Médias de produção de grãos (PROD), peso hectolítrico (PHEC), peso de mil grãos (PMIL), número de grãos por espiga (NGPE), estande inicial (STIN), estande final (STFI), altura de planta (ALTP) e índice de perfilhamento (IPER) em trigo (*Triticum aestivum* L.), nos diferentes tratamentos

Tratamento	Caracteres										
	Espaçamento	Densidade	PROD (Kg/ha)	PHEC (Kg/hl)	PMIL (g)	NGPE	STIN (pl/m ²)	STFI	ALTP (cm)	IPER	
16	150		4059	77,2	37,7	49,0	160	341	99,0	2.129	
16	250		4168	77,9	38,4	46,5	276	345	95,3	1.252	
16	350		3962	77,9	38,6	46,0	364	380	99,0	1.049	
16	450		3716	76,4	37,0	38,0	436	425	98,3	0.979	
24	150		3720	77,1	37,6	45,3	149	281	98,0	1.887	
24	250		3655	77,5	39,2	42,5	268	319	101,5	1.191	
24	350		3410	77,0	40,1	39,8	357	346	95,0	0.972	
24	450		3429	74,2	38,6	41,8	436	372	97,3	0.855	
32	150		3975	77,2	37,7	48,5	152	286	100,0	1.921	
32	250		3831	77,8	38,4	47,0	227	287	98,5	1.280	
32	350		3508	77,2	37,9	44,0	342	350	100,0	1.024	
32	450		3135	75,8	38,5	38,5	448	397	99,5	0.855	
40	150		3653	77,2	37,3	46,8	161	272	98,8	1.714	
40	250		3738	77,6	37,7	45,0	239	290	100,3	1.215	
40	350		3549	77,2	39,0	43,5	367	355	100,0	0.971	
40	450		3253	77,1	36,7	38,8	479	406	95,5	0.852	
.	150		3852	77,2	37,6	47,4	156	295	98,9	1.913	
.	250		3848	77,7	38,4	45,3	253	310	98,9	1.234	
.	350		3607	77,3	38,9	43,3	357	358	98,5	1.004	
.	450		3383	75,9	37,7	39,3	450	400	97,6	0.893	
16	.		3976	77,3	37,9	44,9	309	373	97,9	1.352	
24	.		3553	76,4	38,9	42,4	302	329	97,9	1.226	
32	.		3612	77,0	38,1	44,5	292	330	99,5	1.277	
40	.		3548	77,3	37,7	43,5	312	331	98,6	1.188	

paçamento entre linhas e densidade de semeadura para nenhuma das características avaliadas. A densidade de semeadura influenciou a produção de grãos, o peso hectolítrico, o número de grãos por espiga, os estandes inicial e final e o índice de perfilhamento. Por outro lado, o espaçamento entre linhas influenciou significativamente a produção, o estande final e o índice de perfilhamento. O efeito do espaçamento entre linhas sobre a produção de grãos é apresentado na Figura 1. O espaçamento de 16 cm foi superior aos demais, com produção média de grãos de 3.855 kg/ha. Houve decréscimo linear na produção de grãos com o aumento do espaçamento entre linhas. Estes resultados mostram que no espaçamento de 16 cm as plantas encontram-se mais bem distribuídas, exercendo menor competição entre si na linha de plantio.

Resultados semelhantes foram obtidos por PEREIRA *et alii* (6), os quais encontraram maiores rendimentos de grãos nos menores espaçamentos, observando-se que a redução do espaçamento de 20 cm para 10 cm, entre linhas, proporcionou ganho médio nos três anos de estudo de, aproximadamente, 8% (151 kg/ha) no rendimento de grãos.

COQUEIRO e ANDRADE (1) e PEREIRA *et alii* (5) também observaram que o número de plantas por unidade de área influencia diretamente a produção do trigo, sendo a mesma significativamente influenciada pelo espaçamento e pela densidade de semeadura.



Foi observado também elevado índice de acamamento ocasionado pelas parcelas que apresentavam densidades de semeadura mais elevadas, o que pode ter afetado diretamente a produção de grãos, uma vez que o acamamento ocorreu na fase do espigamento. Isto confirma os dados de Weibel e Pendleton, citados por TEIXEIRA (12), os quais verificaram que o acamamento resultou num grande declínio do rendimento de grãos, peso hectolétrico e peso de mil grãos. O efeito do acamamento das plantas foi mais severo no espigamento do que em qualquer outra fase de desenvolvimento.

A produção de grãos também decresceu linearmente com a elevação dos níveis de densidade de semeadura, conforme se nota na Figura 2. Efeitos semelhantes foram observados por SILVA e GOMES (10). Verifica-se assim que, nas menores densidades, em razão da maior distância entre plantas na linha de plantio, a intensidade de competição foi minimizada, permitindo maior eficiência e expressão do potencial de produção de cada planta.

O peso hectolétrico não foi influenciado pelo espaçamento entre linhas, mas apresentou resposta quadrática diante das diferentes densidades de semeadura (Figura 3). Segundo a equação obtida, o maior peso hectolétrico seria alcançado com a densidade de 256,17 sementes aptas/m². Isto

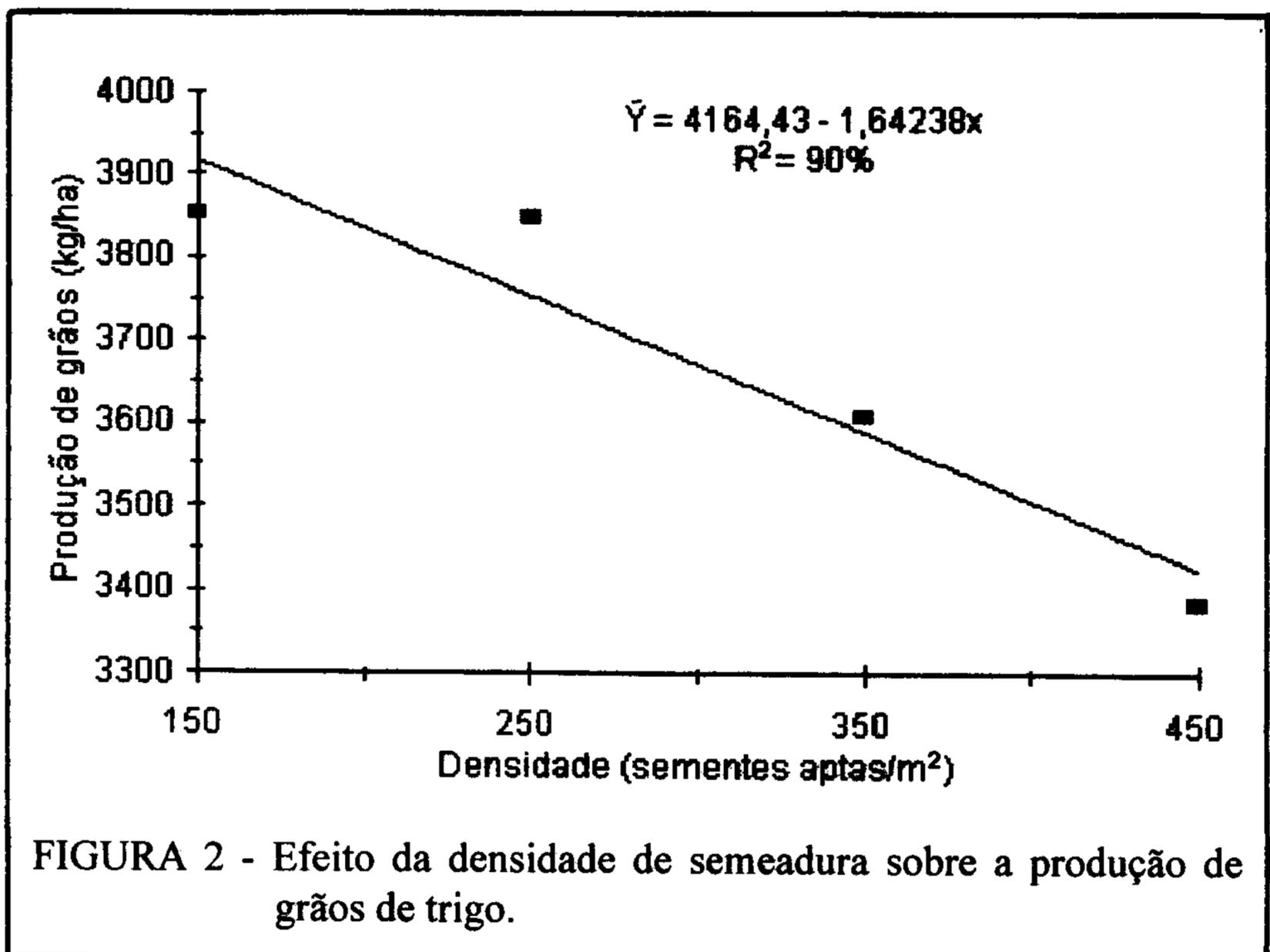
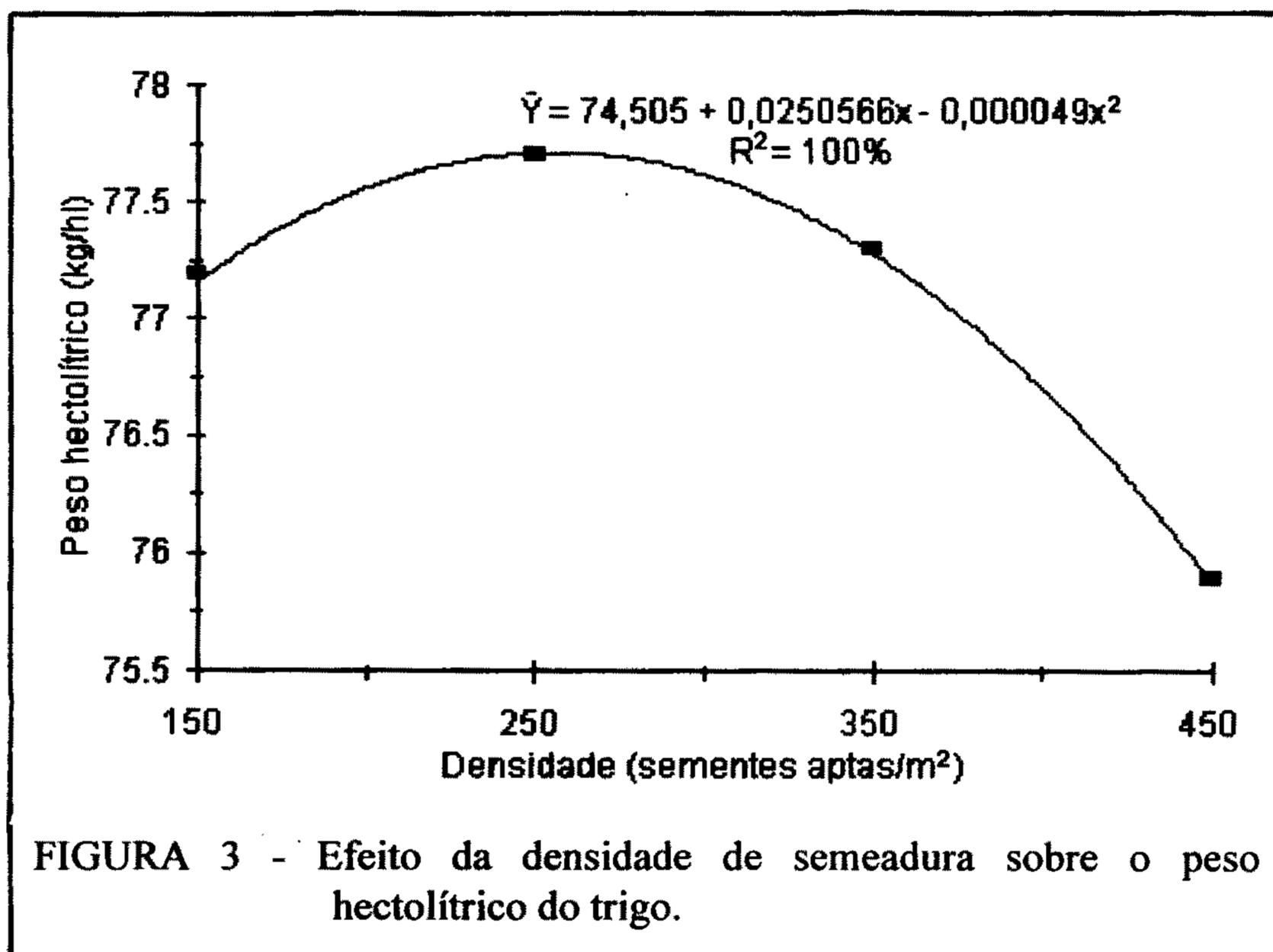


FIGURA 2 - Efeito da densidade de semeadura sobre a produção de grãos de trigo.

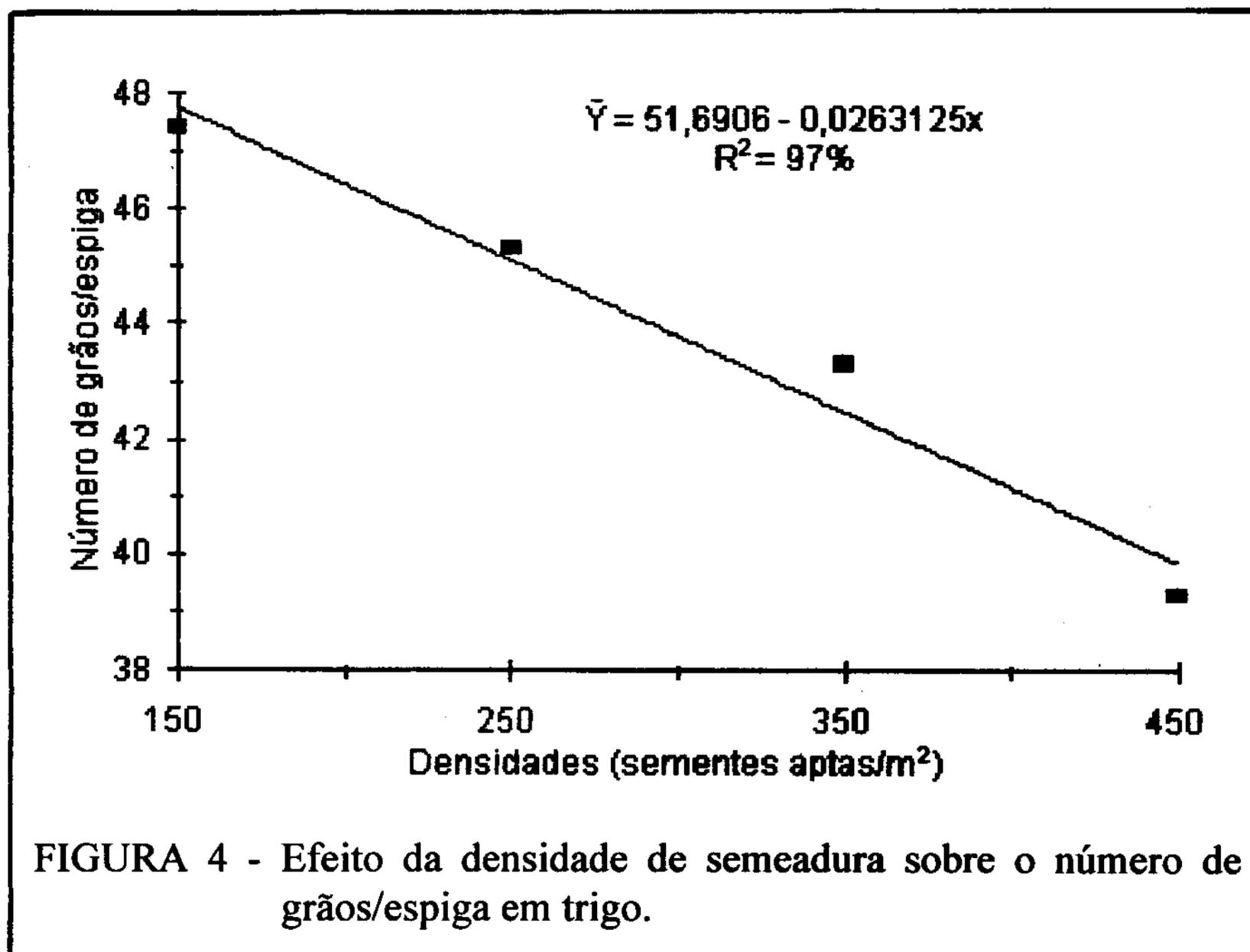


confirma a recomendação de COQUEIRO e ANDRADE (1) de 256 sementes aptas/m² para se obter o ponto de máxima produção.

Não houve influência do espaçamento e de densidade de semeadura sobre o peso de mil grãos.

O número de grãos por espiga foi influenciado linearmente e decresceu com o aumento de densidade de semeadura (Figura 4). SILVA e GOMES (10) encontraram valores semelhantes quando estudaram o efeito de densidades de semeadura de 100, 150, 200, 250, 300 e 400 sementes aptas/m² sobre o número de grãos por espiga em dois cultivares. A densidade de 150 sementes aptas/m² foi superior às demais, mostrando que o número de grãos por espiga foi o principal parâmetro que contribuiu para a maior produção média de grãos nesta densidade.

Os valores obtidos pelo número de grãos por espiga, pelo peso hectolétrico e pelo peso de mil grãos, para a densidade de 450 sementes aptas/m², explicam claramente o menor desempenho obtido por esta densidade na produção de grãos, uma vez que estas características são determinantes do rendimento de grãos. Nas maiores densidades ocorre aumento do número de plantas na linha de plantio, ocasionando maior competição entre elas e conseqüente redução na eficiência individual de cada planta, o que afeta diretamente a expressão do seu potencial produtivo.



Pelos resultados obtidos para o estande inicial, observa-se que, mesmo nas densidades maiores, foi possível obter o número desejado de plantas no estande. Mas, nota-se que houve redução do número de plantas no estande final, quando comparado com o inicial, para a densidade de 450 sementes aptas/m², o que pode ser explicado pela morte de plantas durante o ciclo vegetativo, que chegou a 11%, em média, em virtude da grande competição entre as plantas, proporcionada pela redução do espaço entre elas.

Além da influência de densidade de semeadura sobre o estande final (Figura 5), este também foi influenciado de forma significativa pelo espaçamento entre linhas, apresentando resposta quadrática (Figura 6). Pode-se observar acentuada queda do estande final nos espaçamentos de 24, 32 e 40 cm entre linhas. Esta queda do estande pode ser explicada pelo aumento do número de plantas na linha de plantio e do espaçamento e, conseqüentemente, pela maior competição entre plantas.

A altura da planta não foi afetada pela variação do espaçamento e da densidade de semeadura.

Houve efeito linear decrescente do espaçamento entre linhas e de densidade de semeadura sobre o índice de perfilhamento das plantas (Figuras 7 e 8). O efeito do espaçamento pode ser explicado pelo aumento do número de plantas na linha de plantio em razão do aumento do espa-

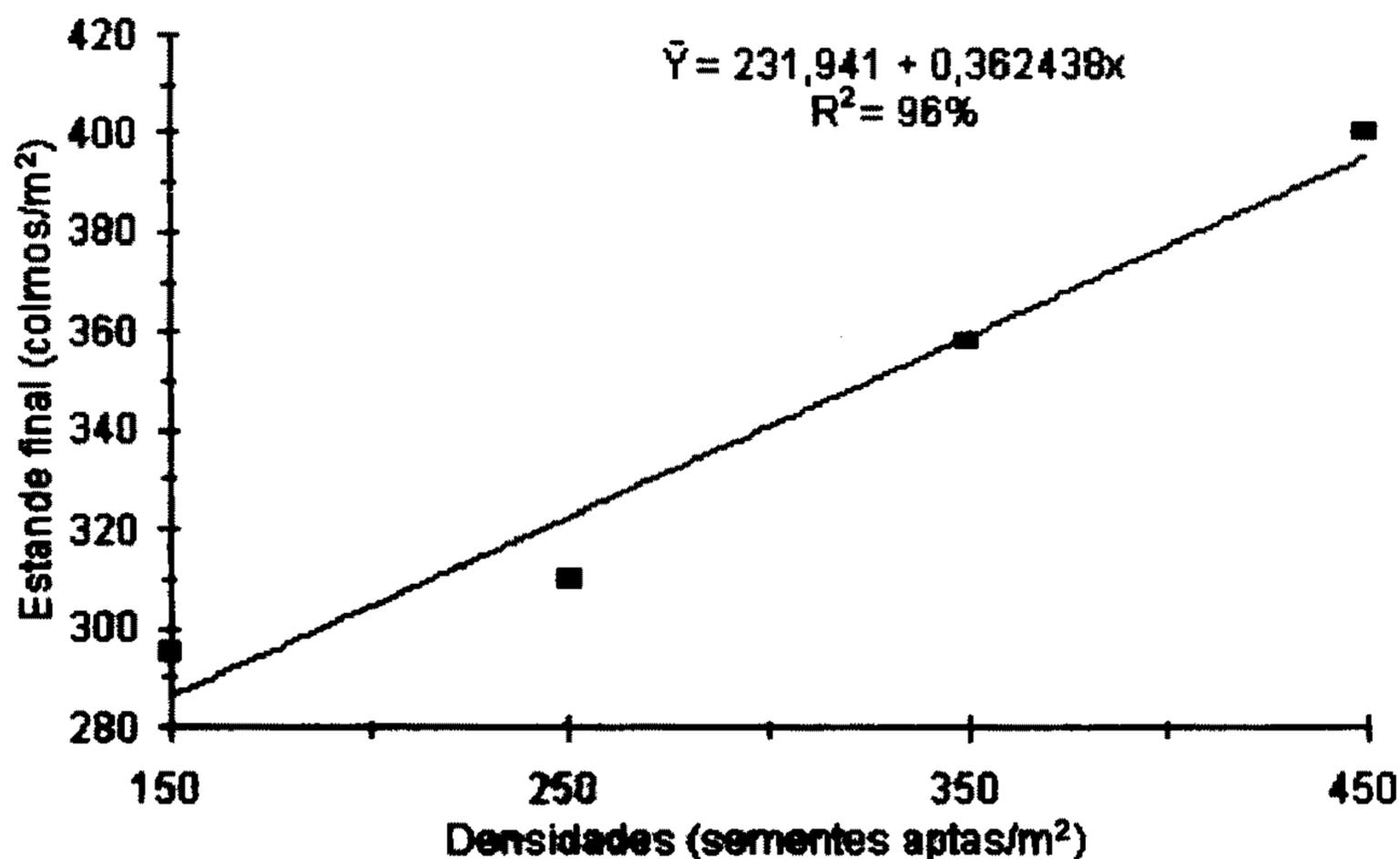


FIGURA 5 - Efeito da densidade de semeadura sobre o estande final em trigo.

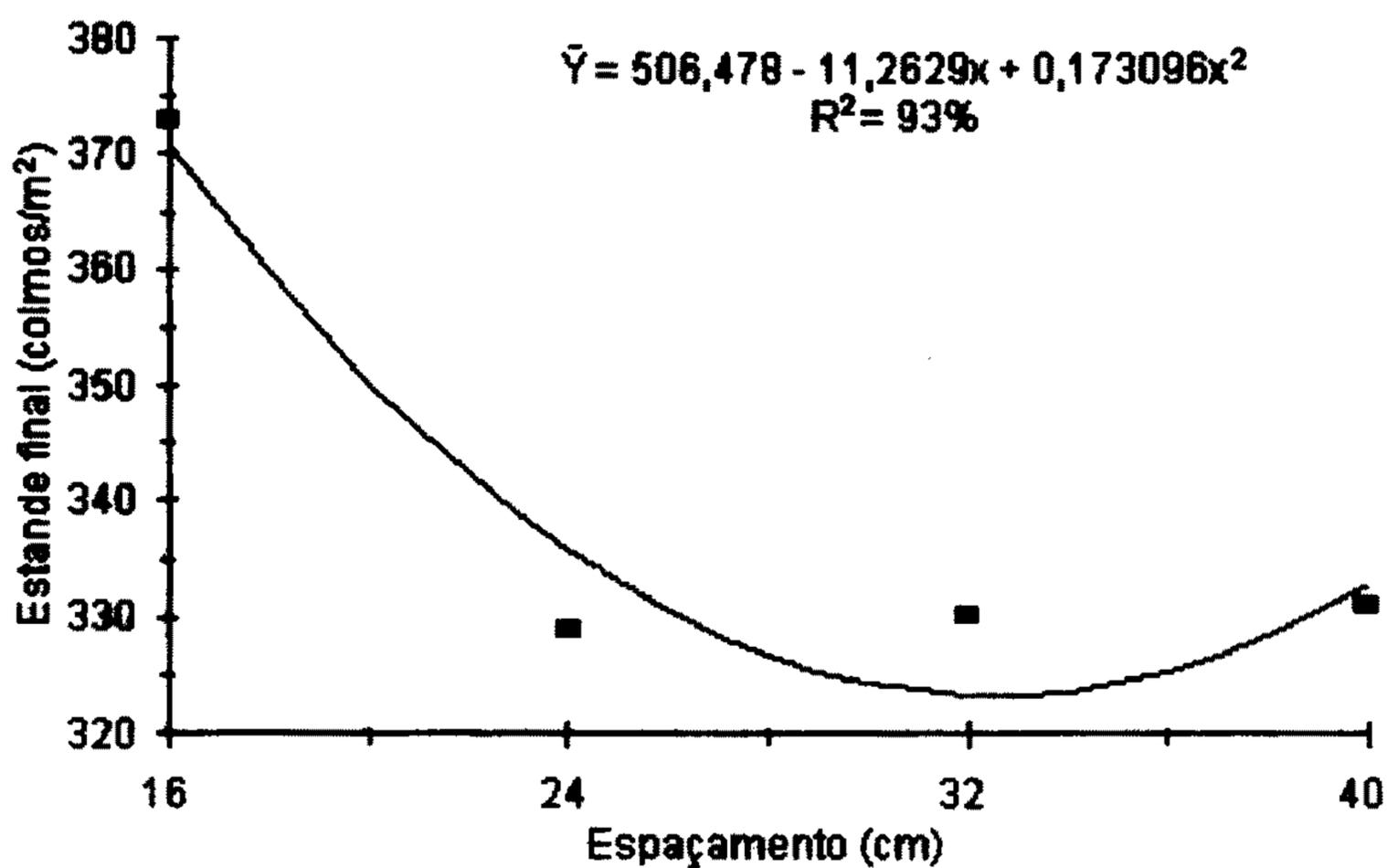
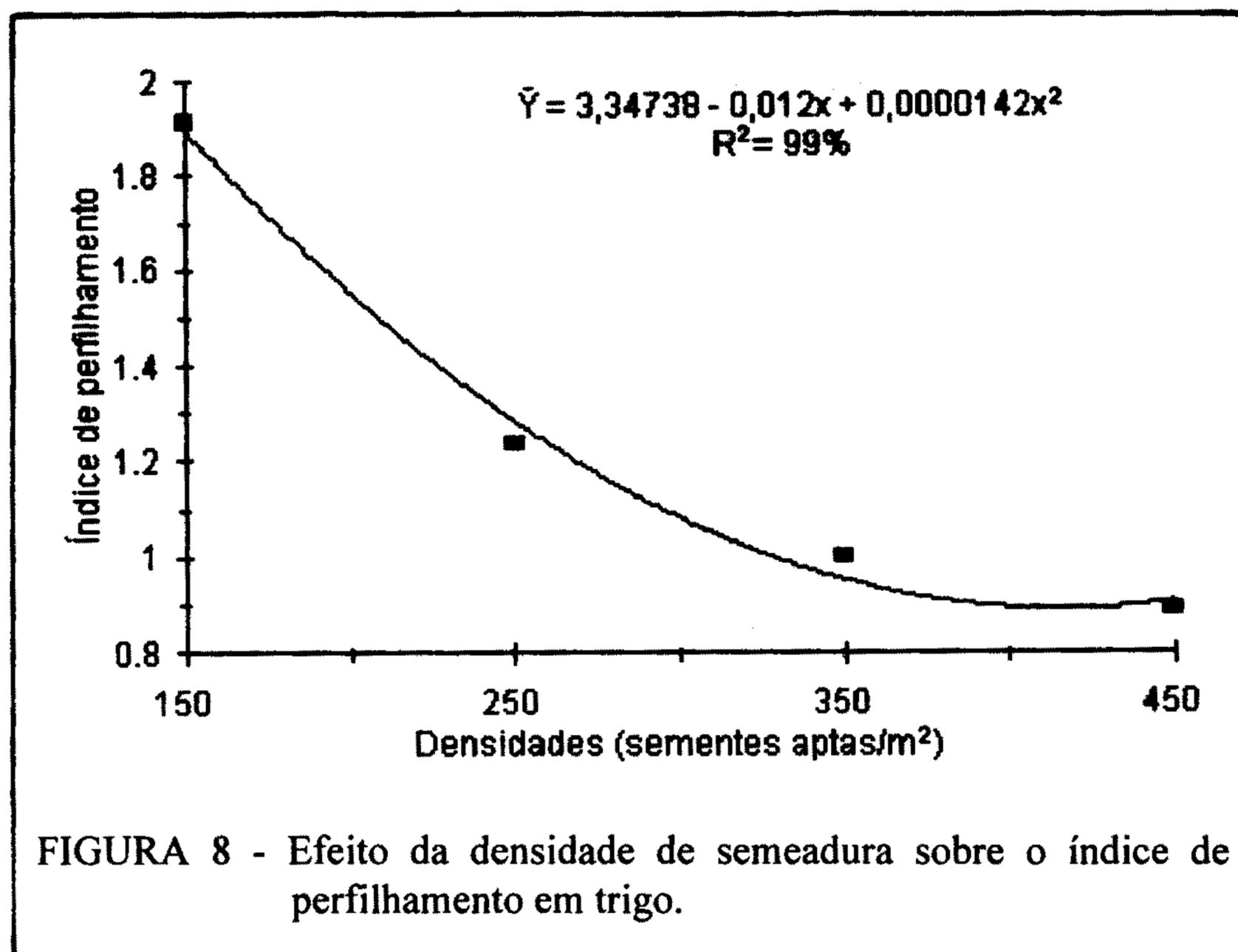
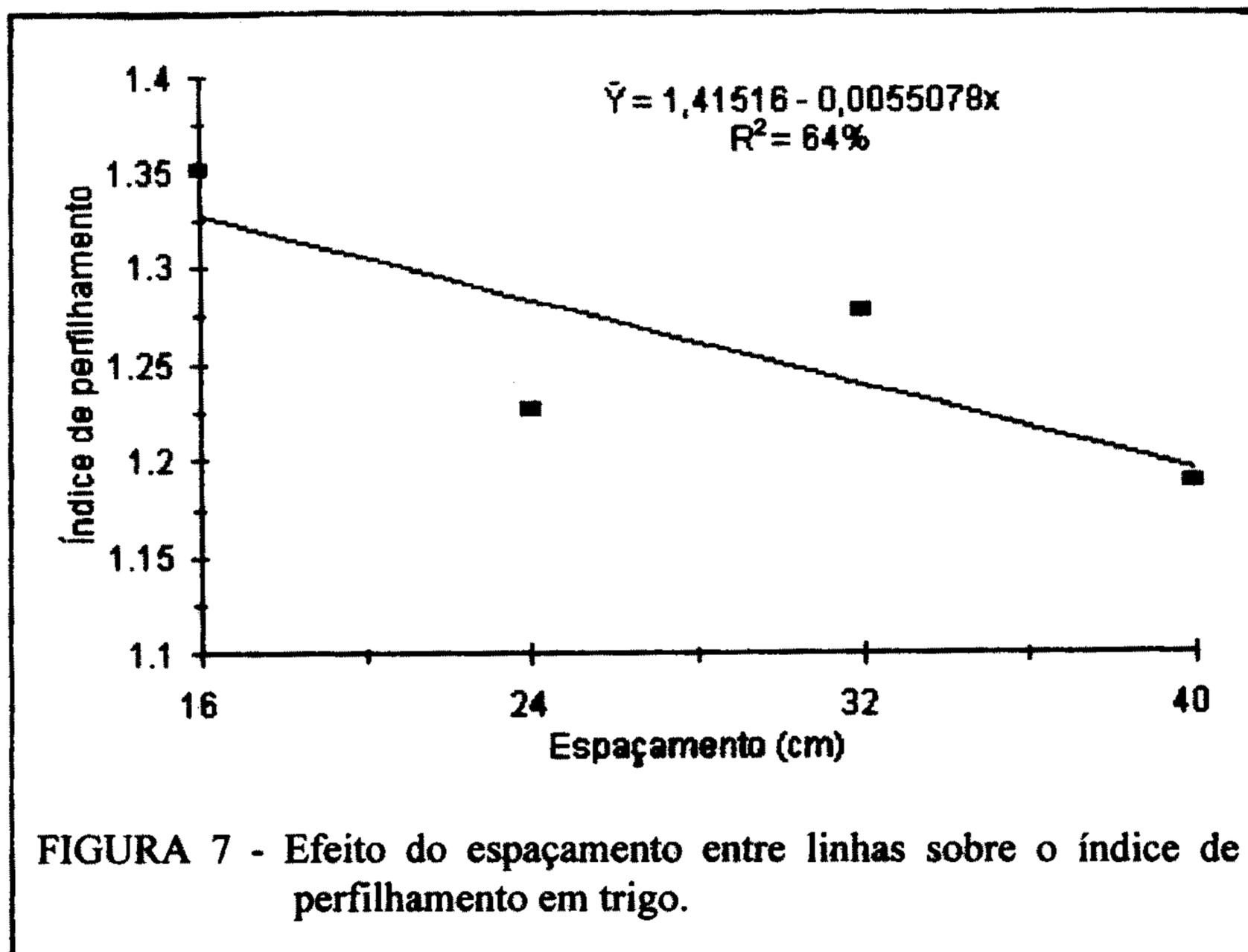


FIGURA 6 - Efeito do espaçamento entre linhas sobre o estande final em trigo.



çamento, conseqüentemente as plantas perfilharam menos. Este fato mostra que a competição entre plantas é mais bem pronunciada quando a distância entre elas é reduzida na linha e não entre linhas de plantio. Pois, para uma mesma população, o aumento no espaçamento causa maior densidade na linha de plantio e conseqüente redução do espaço entre plantas, ocasionando competição maior que aquela gerada pela redução do espaço entre linhas de plantio. Sendo assim, a densidade de 150 sementes aptas/m² foi a que apresentou, em média, maior índice de perfilhamento. Resultados semelhantes foram obtidos por FELÍCIO (3). Na densidade de 350 sementes aptas/m², as plantas apresentaram baixo índice de perfilhamento, enquanto na densidade de 450 sementes aptas/m² houve morte de plantas.

4. CONCLUSÕES

A produção de grãos decresceu linearmente com a elevação dos níveis de densidade de semeadura e com o aumento do espaçamento entre linhas.

A elevação dos níveis de densidade de semeadura e o aumento do espaçamento entre linhas promoveram elevada queda no índice de perfilhamento e morte de plantas na maior densidade estudada.

A competição entre plantas é mais pronunciada quando a distância entre elas é reduzida dentro da linha de plantio, e não entre linhas, podendo ser causa da mortalidade de plantas.

O espaçamento de 17 cm entre linhas e a densidade de 380 sementes aptas/m², prática comum entre os agricultores, podem ser reduzidos para 16 cm entre linhas e 150 sementes aptas/m² para se obterem maiores rendimentos de grãos, além de proporcionar considerável economia no gasto de sementes no plantio e, conseqüentemente, no custo de produção.

5. RESUMO

Foi avaliado, no ano de 1993, em Coimbra (MG), o efeito do espaçamento entre linhas (16, 24, 32 e 40 cm) e de densidade de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m²) sobre a produção de grãos e outras características agronômicas do trigo (*Triticum aestivum* L.), em regime de irrigação. Os 16 tratamentos foram constituídos da combinação dos espaçamentos com as densidades de semeadura, fatorial 4 x 4, sendo distribuídos seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados.

O cultivar utilizado foi o EMBRAPA-22. As características avaliadas foram: produção de grãos, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de grãos por espiga, estande inicial e final, altura de planta e índice de perfilhamento. O espaçamento de 16 cm entre linhas proporcionou maior produção de grãos. A elevação dos níveis da densidade de semeadura provocou redução na produção de grãos, no número de grãos por espiga e no índice de perfilhamento, além de ser a responsável pela morte de plantas na maior densidade estudada.

6. SUMMARY

(ROW-SPACING AND SEED-RATE EFFECTS ON SEED YIELD AND OTHER AGRONOMIC TRAITS IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.))

Abstract: The effect of row-spacing (16, 24, 32 and 40cm) and seed-rate (150, 250, 350 and 450 viable seeds/m²) on seed production and other agronomic traits of wheat (*Triticum aestivum* L. cultivar EMBRAPA 22) under irrigation was analyzed in 1993 in the Experimental Station of Coimbra (State of Minas Gerais) of the Universidade Federal de Viçosa. The sixteen treatments consisted of combinations of spacings with seed-rate using a 4x4 factorial, designed as complete randomized blocks. The traits evaluated were: seed production, hectoliter weight, weight of a thousand seeds, number of seeds per head, initial and final stands, planting height and index of shoots. The spacing of 16cm produced the highest number of seeds. An increase in seed rate caused a reduction in seed production, number of seeds per head and in the index of shoots.

7. LITERATURA CITADA

1. COQUEIRO, E. P. & ANDRADE, J. M.V. de. Densidade de semeadura na cultura do trigo irrigado. *Pesq. Agrop. Bras.*, 7: 177-180, 1972.
2. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA/CNPT. *Trigo: resumos informativos*. Brasília, 1984. 333p.
3. FELÍCIO, J. C. Densidade de semeadura em três cultivares de trigo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 19: 455-460. 1984.
4. OLIVEIRA, E. F. de & BEGO, A. Efeito do espaçamento e densidade de plantio de trigo (*Triticum aestivum* L.), sobre o rendimento e algumas características agronômicas, In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ, Cascavel, PR. *Resultados de pesquisa com trigo e triticales nos anos de 1979 e 1980*. Cascavel, 1981. p. 187-197.
5. PEREIRA, L. R.; BAIER, A. C.; VELLOSO, J. A. R. de O. & BOUGLE, B. R. Interação de práticas: densidades, espaçamentos e cultivares. In: REUNIÃO ANUAL

- CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10, Porto Alegre, 1978. *Solos e técnicas culturais, economia e sanidade*. Passo Fundo, EMBRAPA/CNTP, 1978. p. 25-30.
6. PEREIRA, L. R.; BAIER, A. C.; VELLOSO, J. A. R. de O. & SANTOS, H. P. dos. Espaçamento e densidade de semeadura em duas cultivares de trigo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 23: 1143-1149. 1988.
 7. REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 5, Goiânia, GO, 1988. *Recomendações da Comissão Centro-Brasileira de Pesquisa de Trigo*, 1989. Goiânia, GO, EMGOPA, 1989. 60p.
 8. SILVA, D. B. da. Efeito do espaçamento e densidade de plantio sobre a produção de trigo irrigado no cerrado. In: REUNIÃO SOBRE TRIGO IRRIGADO, Dourados, 1986. EMBRAPA/UEPAE, 1986. p. 25-31.
 9. SILVA, D. B. da & GOMES, A. C. Efeito da densidade de semeadura sobre o trigo irrigado na região dos cerrados. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 15, Passo Fundo, 1988. *Resumos dos trabalhos apresentados*. EMBRAPA/CPAC, Passo Fundo, 1988. p. 60.
 10. SILVA, D. B. da & GOMES, A. C.; Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos cerrados. *Pesq. Agropec. Bras.*, 25: 305-315. 1990.
 11. TEICH, A. H.; SNID, A; WLACKY, T. & HAMILL, A. Row-spacing and seed-rate effects on winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant. Sci.*, 71: 31-35. 1993.
 12. TEIXEIRA, J. R. J. *Efeitos da densidade de semeadura sobre os componentes do rendimento de três cultivares de trigo (Triticum aestivum L.)*. Piracicaba, ESALQ, 1978. 133p. (Tese M.S.).