

RELAÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DA DENSIDADE DE SEMEADURA COM O RENDIMENTO DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO TRIGO¹

José Roberto M. Fontes²
Antônio Américo Cardoso³
Moacil Alves de Souza³
Cosme Damião Cruz⁴

RESUMO

Foi avaliado no ano de 1994, em Coimbra (MG), o efeito do espaçamento entre linhas (16, 24, 32 e 40 cm) e da densidade de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m²) sobre a produção de grãos e outras características agronômicas do trigo cultivar EMBRAPA 22, em regime de irrigação. Utilizou-se o fatorial 4 x 4, constituído pela combinação de espaçamentos com densidades, seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados. No decorrer do período experimental foram avaliados o estande inicial, altura de planta, índice de perfilhamento e componentes de rendimento. Concluiu-se que o espaçamento de 16 cm entre linhas foi o que proporcionou maior produção de grãos, não ocorrendo influência de densidade de semeadura sobre a produção de grãos. A elevação dos níveis de densidade reduziu o índice de perfilhamento, causando morte de plantas na maior densidade estudada. A altura de planta e o número de grãos por espiga também foram reduzidos, enquanto o peso do hectolitro foi aumentado com a elevação da densidade de semeadura.

Palavras-chaves: *Triticum aestivum* L., rendimento, peso hectolítrico, peso de mil sementes, altura de planta, perfilhamento.

¹ Aceito para publicação em 23.09.1999.

² Estudante de pós-graduação, bolsista da CAPES. Secretaria de Pós-graduação, Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: jrfontes@alunos ufv.br

³ Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Departamento de Biologia. Universidade Federal de Viçosa.

ABSTRACT

ROW SPACING AND SEED RATE RELATION TO YIELD AND OTHER AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN WHEAT

The effect of row spacing (16, 24, 32 and 40 cm) and seed rate (150, 250, 350 and 450 viable seeds/m²) on the seed production and other agronomic characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L., cultivar EMBRAPA 22) under irrigation was analysed in Coimbra (State of Minas Gerais). The sixteen treatments consisted of combinations of spacings with seed rate using a 4 x 4 factorial, complete randomized block design. The characteristics evaluated were: seed production, hectolitic weight, weight of a thousand seeds, number of grains per head, initial and final stands, plant height and index of shoots. The spacing of 16 cm produced the highest yield. An increase in seed rate did not affect the production of seeds, but it caused a reduction of number of seeds per head and plant height and caused an increase in hectolitic weight. However, it reduced the index of shoots, also causing plant death in the highest density.

Key words: *Triticum aestivum* L., yield, hectolitic weight, weight of 1,000 seeds, plant height, shoots.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado o deslocamento da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) das áreas tradicionais para novas regiões. Até 1962, 91% da produção nacional era produzida no Rio Grande do Sul, em uma área de 258.220 ha. A partir de 1971, a expansão do trigo atingiu os Estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo e, a partir de 1976, a área de produção começou a atingir o Brasil Central, iniciando por Minas Gerais e, posteriormente, Goiás e Distrito Federal (4).

O rendimento de grãos é a expressão de três fatores combinados, isto é, do número de espigas por unidade de área, do número de grãos por espiga e do peso médio dos grãos.

Teoricamente, aumentos na produção poderiam ser alcançados por meio do incremento dos componentes do rendimento separadamente ou das combinações deles; na prática, incrementos em um certo componente são normalmente acompanhados por decréscimos em outros.

Silva e Gomes (9) avaliaram 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. Houve resposta diferenciada dos cultivares de acordo com o ano e local de semeadura, obtendo-se a máxima produção com a densidade de 267 sementes aptas/m².

Teich et al. (11), estudando o efeito dos espaçamentos entre linhas de 10 e 20 cm e das densidades de semeadura de 160, 320 e 640 sementes aptas/m², observaram que o espaçamento não influenciou no rendimento de grãos, sendo a densidade de 320 sementes aptas/m² superior à de 160 sementes aptas/m².

Silva (8), ao avaliar o efeito de espaçamentos e de densidades de semeadura sobre o trigo irrigado na região dos cerrados, observou que o

espaçamento de 17 cm possibilitou a obtenção de maior rendimento de grãos, com maior número de espigas/m², maior número de perfilhos por planta e maior porcentagem de sobrevivência dos perfilhos. A produção de grãos, peso hectolítrico, número de grãos por espiga, número de espigas por planta, altura de planta, perfilhos por planta e porcentagem de sobrevivência de perfilhos decresceram de forma linear com o aumento da densidade.

Considerando que não há, entre os autores consultados, consenso sobre o assunto, este experimento teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de semeadura sobre o rendimento de grãos e outras características agrônômicas do trigo em regime de irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra - MG, no ano de 1994. As amostras do solo foram coletadas 30 dias antes da instalação do experimento. O resultado da análise química do material do solo é apresentado no Quadro 1. Os dezesseis tratamentos foram constituídos da combinação de quatro espaçamentos (16, 24, 32 e 40 cm entre linhas) com quatro densidades de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes aptas/m²), em fatorial 4 x 4, sendo distribuídos seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições.

QUADRO 1 - Características químicas do solo.						
PH	P K		Ca	Mg	Al	H + Al
	mg/dm ³				Cmolc/dm ³	
6,6	7,9	29	3,6	0,9	0,0	3,9
P e K : Extrator Mehlich						
Ca, Mg e Al : Extrator KCl 1N						
H + Al : Extrator CaOAc 1N pH 7,0						

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 de bordadura. O cultivar utilizado foi o EMBRAPA 22, obtido do cruzamento VEE“S”/3/KLTO“S”/PAT19//MO/JUP e recomendado para a região, em altitudes acima de 400 m, em solo fértil, sem toxidez nociva, 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 adubação de cobertura foi realizada 27 dias após a semeadura, utilizando-se 40 kg de N/ha, na forma de sulfato de

amônio. A irrigação do experimento foi realizada por aspersão, com programação do turno de rega de mais ou menos dez dias, dependendo da umidade do solo, monitorada por tensiômetros (3) e do estágio de desenvolvimento da planta. A irrigação foi mantida até a maturação fisiológica das plantas. Após este ponto, deixou-se que as plantas perdessem umidade, sendo a colheita ocorrida 119 dias após a semeadura.

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. Os dados foram submetidos à análise estatística, estimando as equações de regressão para os componentes que sofreram influência significativa dos fatores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios das características avaliadas e o resumo da análise de variância encontram-se nos Quadros 2 e 3, respectivamente. A produção de grãos, peso hectolítrico e altura de planta foram influenciados, significativamente, pelo espaçamento entre linhas. A densidade de semeadura influenciou as diversas características avaliadas, com exceção da produção de grãos e do peso de mil grãos. Houve efeito significativo da interação espaçamento x densidade sobre as características peso de mil grãos e altura de planta. No Quadro 4 é apresentado o desdobramento da soma de quadrado do espaçamento x densidade em relação a estas características.

Com o aumento no espaçamento entre linhas, ocorreu decréscimo linear na produção de grãos (Figura 1), obtendo-se com o espaçamento de 16 cm, em média, a maior produção de grãos. Assim, o aumento do espaçamento entre linhas ocasionou perdas significativas no rendimento de grãos, similarmente ao observado por Siemens (7), Briggs (2) e Oliveira e Bego (6).

O peso hectolítrico foi afetado pelo espaçamento entre linhas de semeadura, alcançando valor máximo com o espaçamento de 24,3 cm (Figura 2). A adoção de semeaduras com 450 sementes aptas/m² proporcionou maior peso hectolítrico. Esta característica respondeu de forma linear e crescente à elevação dos níveis de densidade de semeadura (Figura 3). Verificou-se que o peso hectolítrico compensou a queda nos valores das outras características da produção sob influência da densidade de semeadura.

O efeito significativo da interação espaçamento x densidade sobre o peso de mil grãos não foi observado quando se desdobrou a interação. Constatou-se efeito apenas do componente quadrático do espaçamento na densidade de 250 sementes aptas/m² (Figura 4), em que o peso de mil grãos teve elevado acréscimo no espaçamento de 40 cm.

Não houve influência do espaçamento entre linhas sobre o número de grãos por espiga; entretanto, a densidade de semeadura influenciou linear e negativamente esta característica (Figura 5), concordando com as observações de Oliveira e Bego (6) e Silva e Gomes (10).

QUADRO 2 - Médias de produção de grãos (PROD), peso hectolítico (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, nos diferentes tratamentos

Tratamento		Caracteres									
Espacamento	Densidade	PROD (Kg/ha)	PHEC (Kg/hl)	PMIL (g)	NGPE	STIN (pl/m ²)	STFI a/	ALTP (cm)	IPER b/		
16	150	4695	79,3	43,5	50,3	153	256	98,0	1,710		
16	250	4792	79,9	44,7	41,0	206	254	97,5	1,258		
16	350	4862	80,4	43,7	37,8	336	350	95,5	1,050		
16	450	4682	81,0	44,2	26,5	410	407	94,0	0,999		
24	150	4418	80,1	46,9	48,0	149	231	95,0	1,585		
24	250	4198	79,7	43,9	41,5	244	283	100,5	1,166		
24	350	4305	80,6	46,7	33,5	332	334	97,5	1,006		
24	450	4211	80,8	43,7	27,8	399	381	94,5	0,963		
32	150	4071	79,7	43,3	51,3	161	228	101,0	1,428		
32	250	4151	80,0	44,5	44,3	255	271	101,0	1,065		
32	350	4119	80,8	44,2	34,8	316	325	97,5	1,031		
32	450	4021	80,4	44,6	32,5	383	360	99,0	0,943		
40	150	3803	78,6	45,1	52,3	135	212	100,5	1,582		
40	250	3829	79,3	47,4	39,3	233	266	97,0	1,165		
40	350	3875	79,9	44,3	39,8	274	297	97,5	1,089		
40	450	4100	80,1	43,8	27,3	389	386	98,0	0,999		
.	150	4247	79,4	44,7	50,4	149	232	98,6	1,576		
.	250	4242	79,7	45,1	41,5	234	268	99,0	1,163		
.	350	4290	80,4	44,7	36,4	314	326	97,0	1,044		
.	450	4253	80,6	44,1	28,5	395	384	96,4	0,976		
16	.	4758	80,1	44,0	38,9	276	317	96,3	1,254		
24	.	4283	80,3	45,3	37,7	281	307	96,9	1,180		
32	.	4090	80,2	44,2	40,7	279	296	99,6	1,117		
40	.	3902	79,5	45,1	39,6	258	290	98,3	1,209		

a/ colmos por metro quadrado

b/ estande final dividido pelo estande inicial

QUADRO 3 - Resumo da análise de variância para 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)

F.V	GL	Quadrados Médios							
		PROD	PHEC	PMIL	NGPE	STIN	STFI	ALTP	IPER
Blocos	3	741384	4,31	13,20	97,69	3324	1860	2,08	0,082096
Espaçamento(E)	(3)	2161777**	2,29*	6,79	25,52	1798	2212	36,17**	0,053055
Linear	1	6095184**	3,44*	3,76	22,05	2674	6543	61,25**	0,031900
Quadrática	1	328043	3,24*	0,28	0,06	2614	47	16,00*	0,110806
Desvio	1	62106	0,17	16,34	54,45	107	46	31,25**	0,016459
Densidade(D)	(3)	7495	5,09**	2,87	1353,02**	178170**	70906**	25,50**	1,156843**
Linear	1	3591	14,41**	3,75	4018,61**	534400**	210587**	61,25**	2,947776**
Quadrática	1	4096	0,13	4,55	4,00	79	1733	4,00	0,475927**
Desvio	1	14797	0,72	0,31	36,45	31	398	11,25*	0,046827
E x D	9	49714	0,35	7,29*	22,20	1369	1031	13,22**	0,010928
Resíduo	45	92858	0,64	3,43	20,68	1375	896	2,53	0,019623
Média		4258	80,0	44,7	39,2	273	302	97,8	1,190
C.V.(%)		7,2	1,0	4,1	11,6	13,6	9,9	1,6	11,8

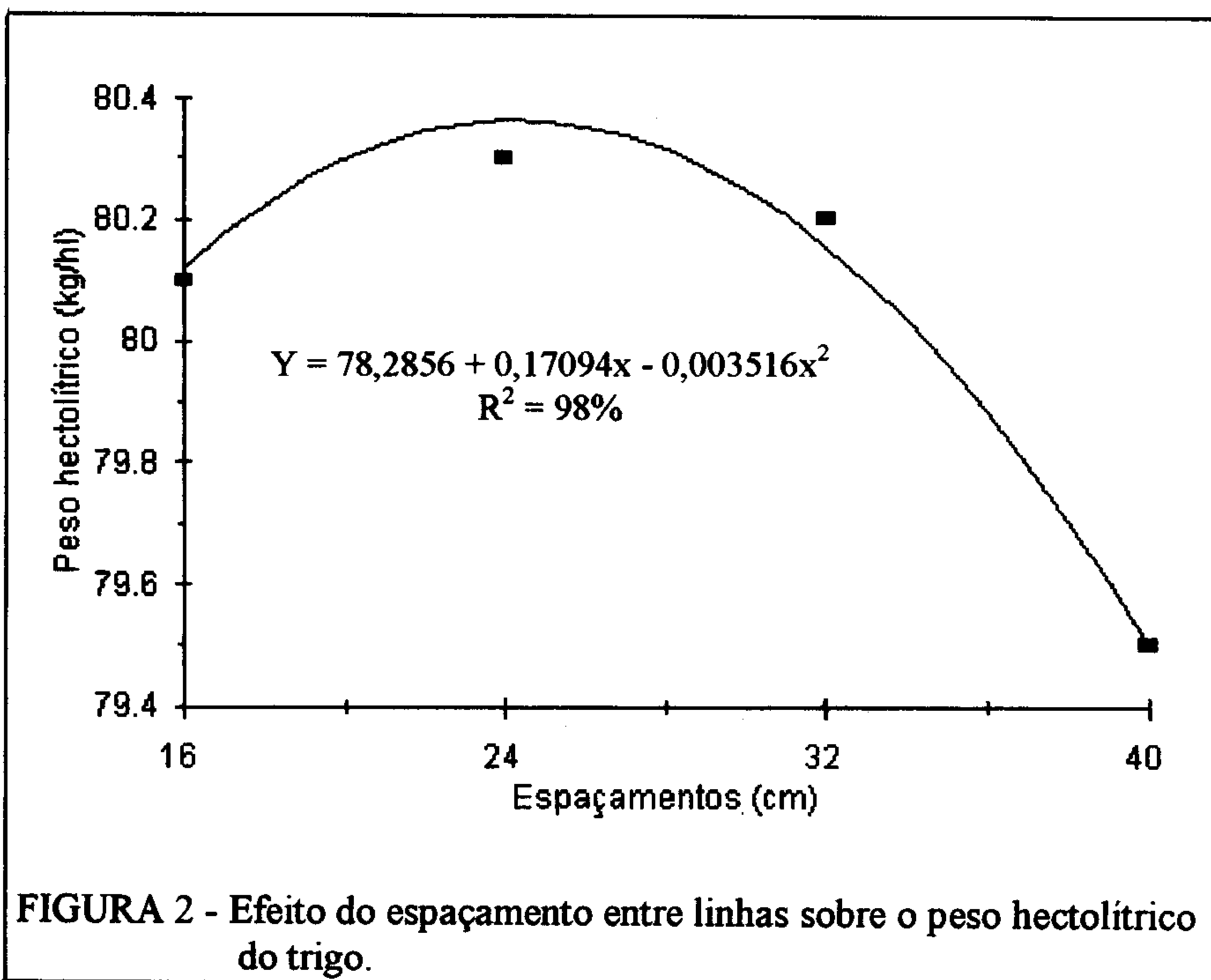
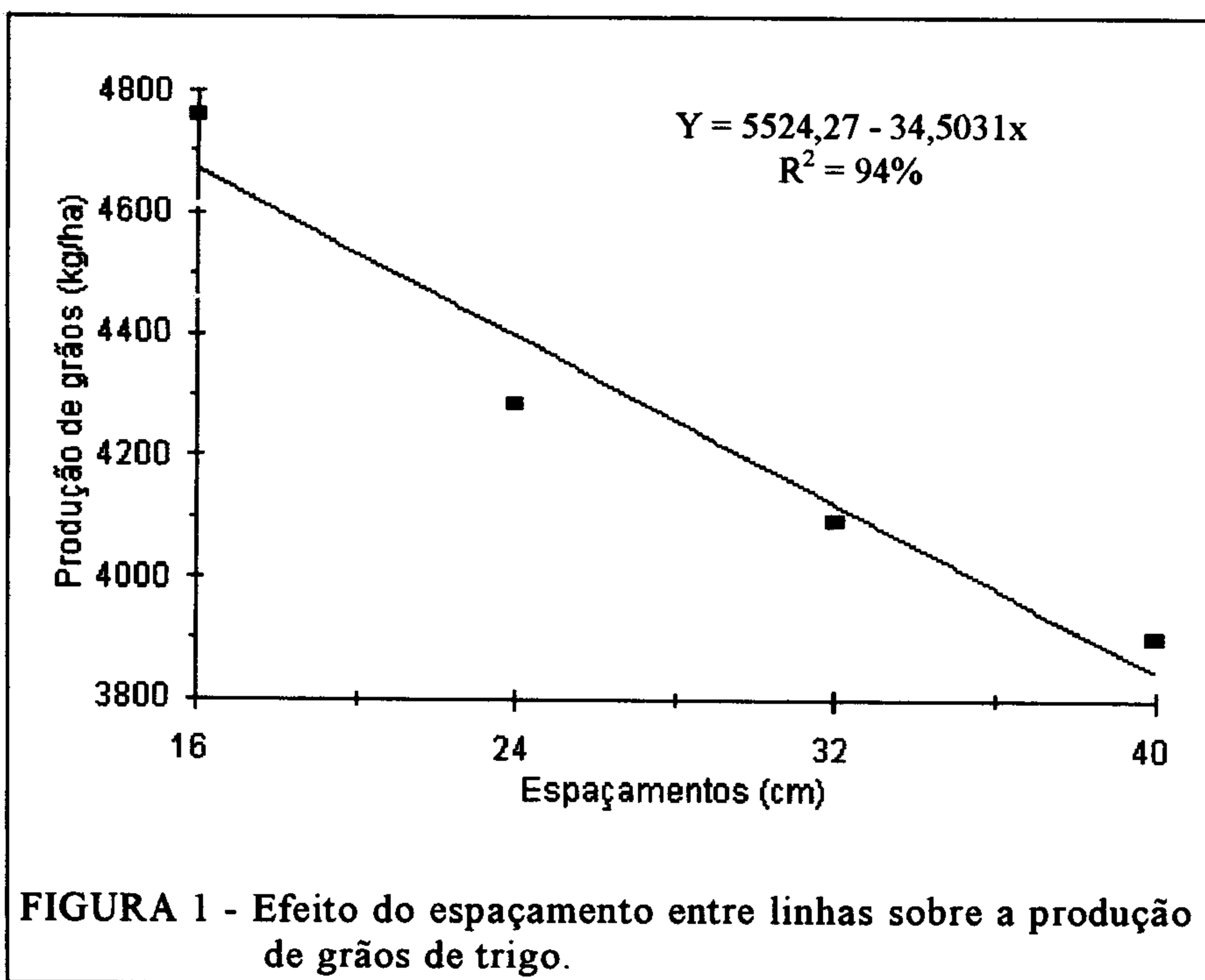
* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

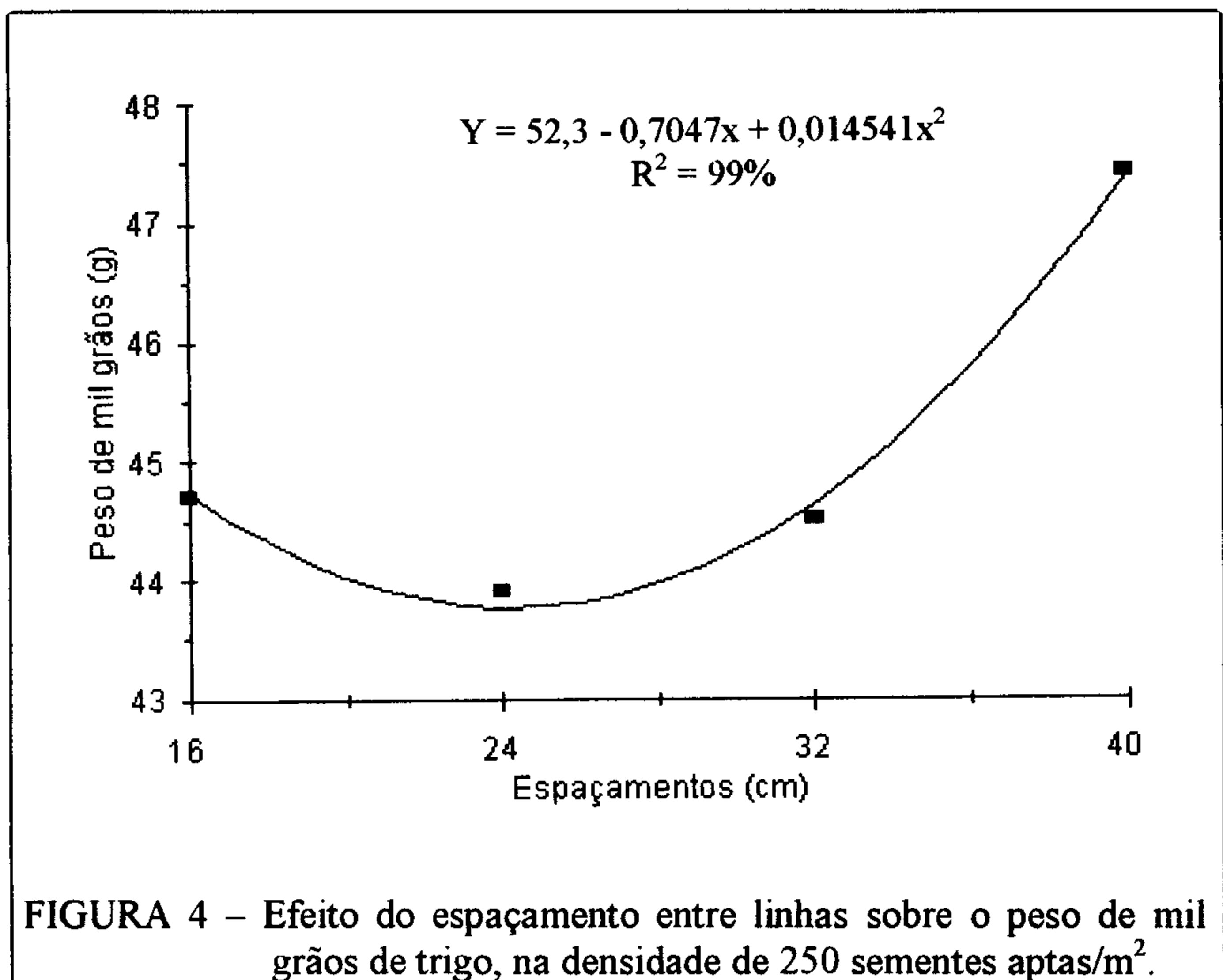
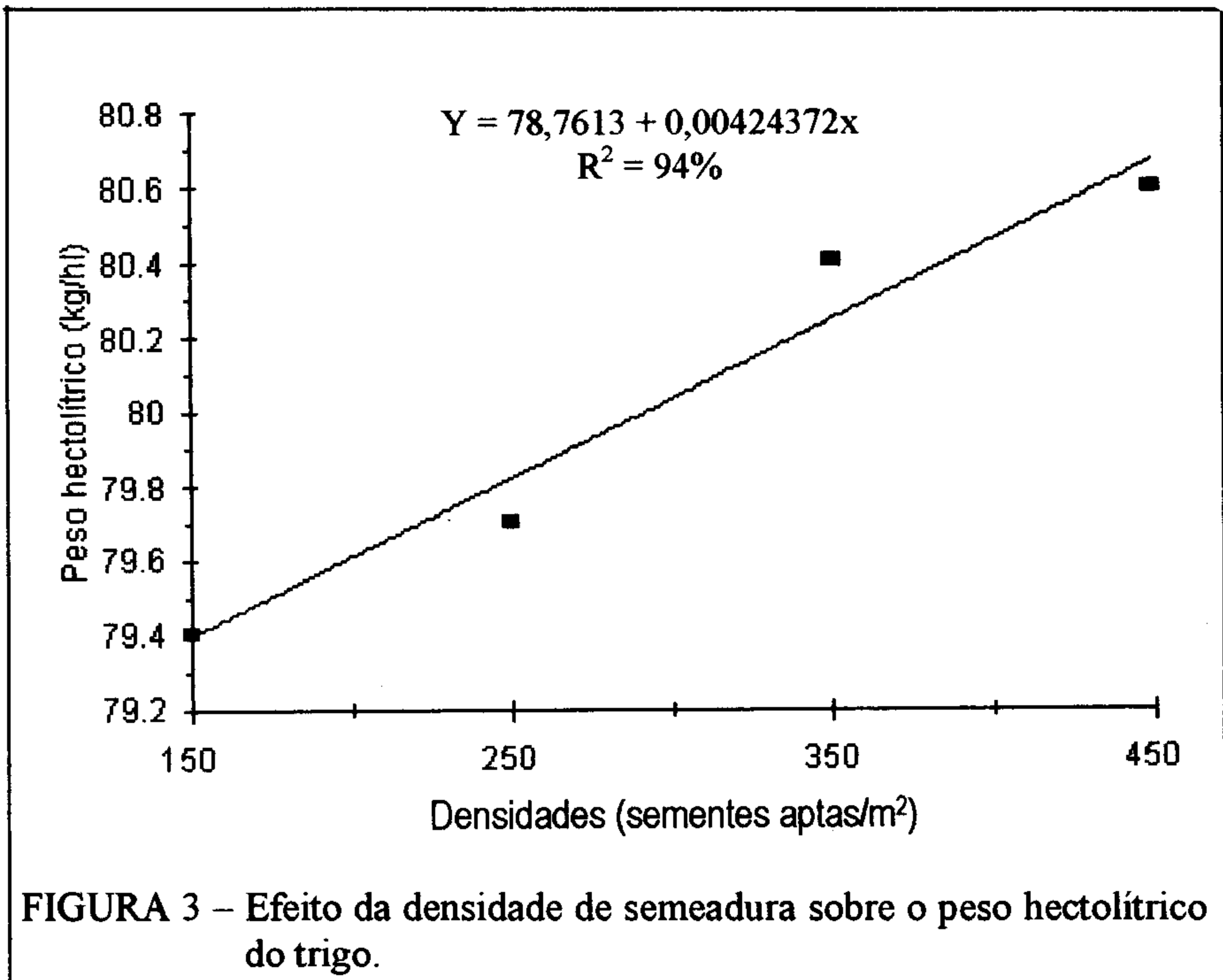
** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

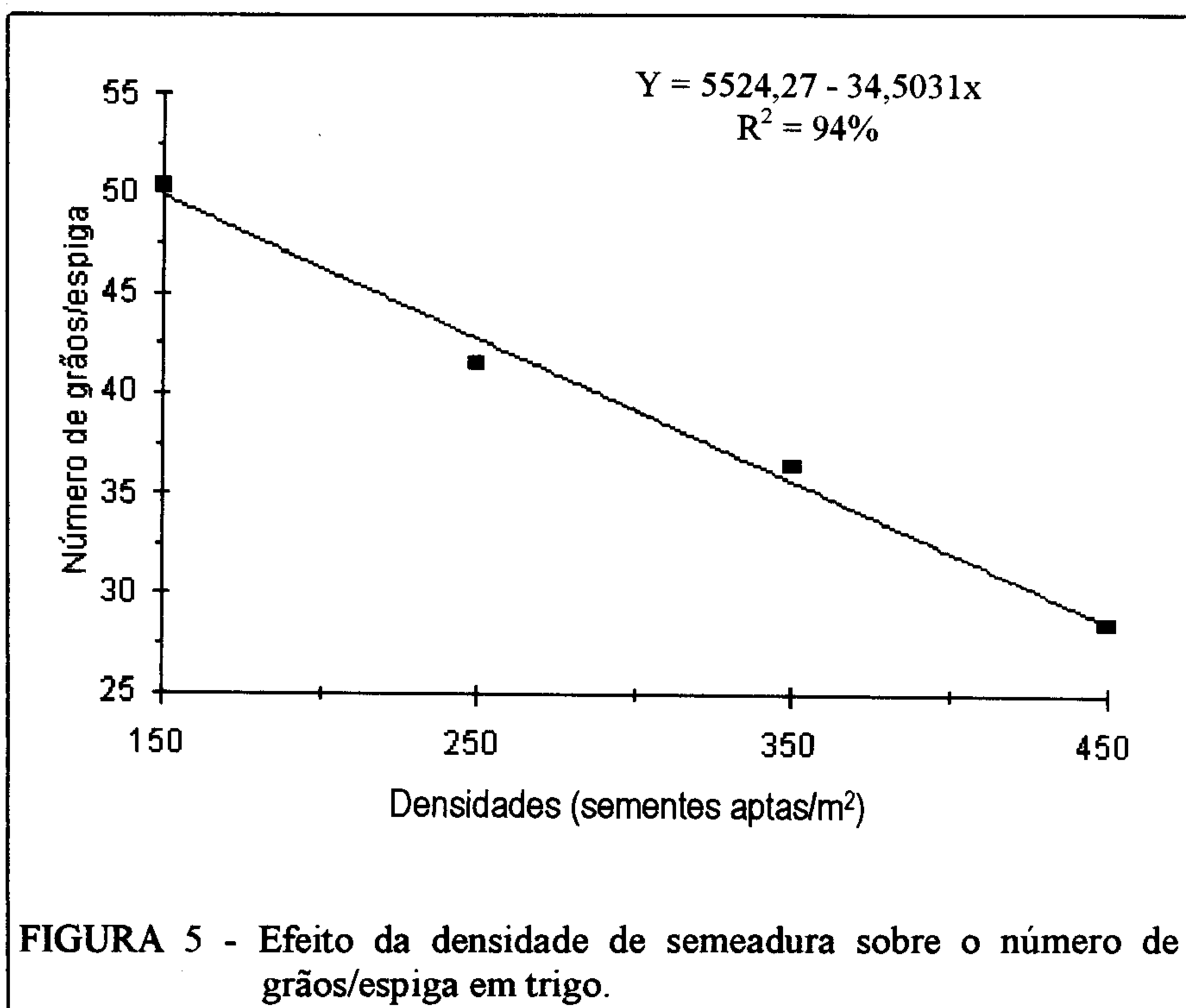
Quadro 4 - Desdobramento da soma de quadrado do espaçamento x densidade das características peso de mil grãos (PMIL) e altura de planta (ALTP)			
FV	GL	Quadrados Médios	
		PMIL	ALTP
Bloco	3	13,20	2,08
Densidade (D)	3	2,87	25,50**
D/E ₁	(3)	1,11	13,67**
Linear	1	0,21	39,20**
Quadrática	1	0,50	1,00
Desvio	1	2,62	0,80
D/E ₂	(3)	11,96*	30,25**
Linear	1	8,68	4,05
Quadrática	1	0,01	72,25**
Desvio	1	27,20**	14,45*
D/E ₃	(3)	1,53	11,58**
Linear	1	2,76	18,05*
Quadrática	1	0,60	2,25
Desvio	1	1,24	14,45*
D/E ₄	(3)	10,12*	9,67*
Linear	1	9,28	9,80
Quadrática	1	8,17	16,00*
Desvio	1	12,92	3,20
Espaçamento (E)	3	6,79	37,17**
E/D ₁	(3)	11,04*	30,25**
Linear	1	0,18	36,45**
Quadrática	1	2,51	6,25
Desvio	1	30,43**	48,05**
E/D ₂	(3)	9,77*	16,67**
Linear	1	15,37*	0,20
Quadrática	1	13,86*	49,00**
Desvio	1	0,08	0,80
E/D ₃	(3)	7,15	4,00
Linear	1	0,12	7,20
Quadrática	1	7,94	4,00
Desvio	1	13,39	0,80
E/D ₄	(3)	0,69	24,92**
Linear	1	0,01	54,45**
Quadrática	1	0,14	2,25
Desvio	1	1,91	18,05*
Resíduo	45	3,43	2,53

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

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



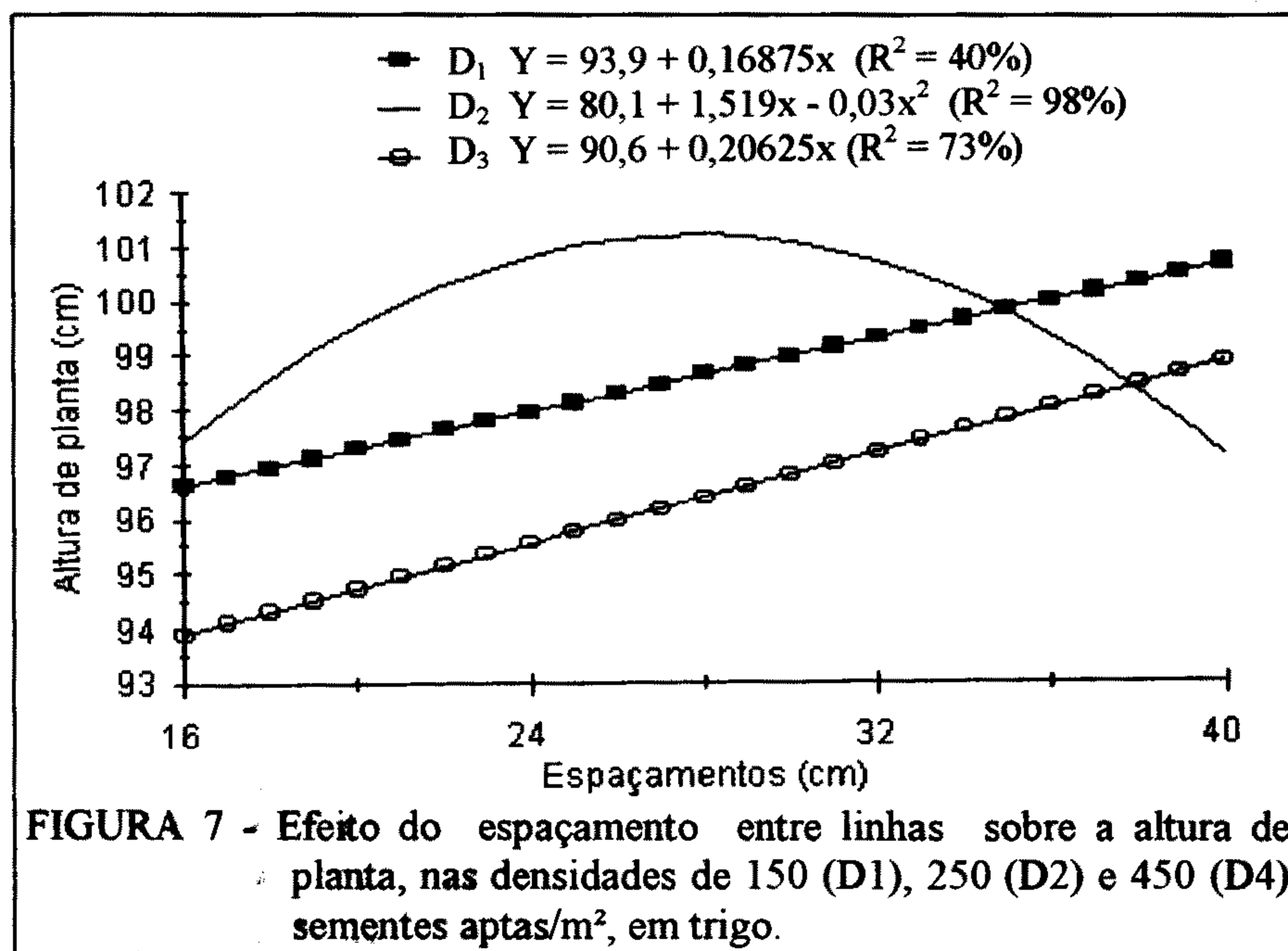
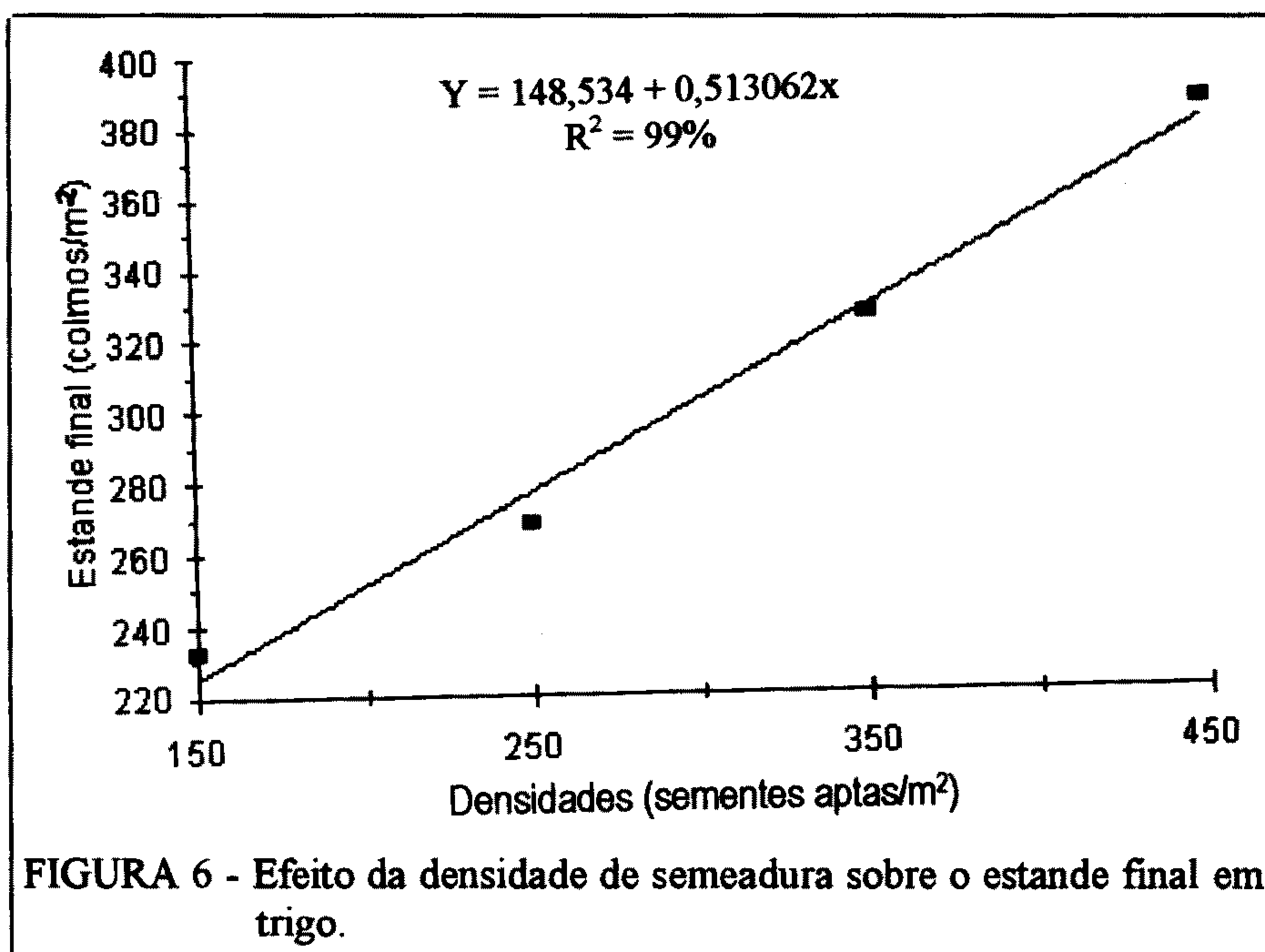




O estande inicial ficou abaixo do esperado (150, 250, 350 e 450 plantas/m²), principalmente nas densidades mais elevadas. Isso pode ser atribuído ao grande número de torrões presentes que, provavelmente, podem ter sido responsáveis pela redução na emergência das plantas, não permitindo que as densidades reais programadas fossem obtidas.

Observou-se efeito linear da densidade de semeadura sobre o estande final (Figura 6). Houve redução do estande final, quando comparado ao inicial, na densidade de 450 sementes aptas/m², o que pode ser explicado pela morte de plantas durante o ciclo vegetativo, que chegou a 3% em média. Para as demais densidades, houve compensação do estande final pelo maior perfilhamento das plantas, o que também foi observado por Silva e Gomes (10).

Houve efeito da interação espaçamento x densidade de semeadura sobre a altura de planta (Figura 7). As plantas apresentaram tendência geral ao estiolamento, quando o espaçamento entre linhas foi aumentado, exceto na densidade de 250 sementes aptas/m², que apresentou ponto de máximo com o espaçamento de 27,8 cm. O estiolamento das plantas pode ser explicado pela competição por luz, pois a redução da distância entre plantas na linha (utilizada para manter a mesma densidade com o aumento do espaçamento) propicia maior sombreamento. Apesar do estiolamento, não foi observado o acamamento de plantas em nenhuma das parcelas do experimento.



O efeito da densidade de semeadura, nos diferentes espaçamentos entre linhas, sobre a altura de planta, pode ser observado na Figura 8. Nota-se redução da altura de planta com o aumento dos níveis da densidade de

semeadura. Esta queda ocorreu, possivelmente, devido à competição por nutrientes entre plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por Boldt (1).

O índice de perfilhamento apresentou resposta quadrática, decrescente com a elevação dos níveis da densidade de semeadura. A densidade de 150 sementes aptas/m² foi a que apresentou, em média, maior índice de perfilhamento pelas plantas (Figura 9). Resultados semelhantes foram encontrados por Felício (5). 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, provavelmente ocasionada pela competição entre elas.

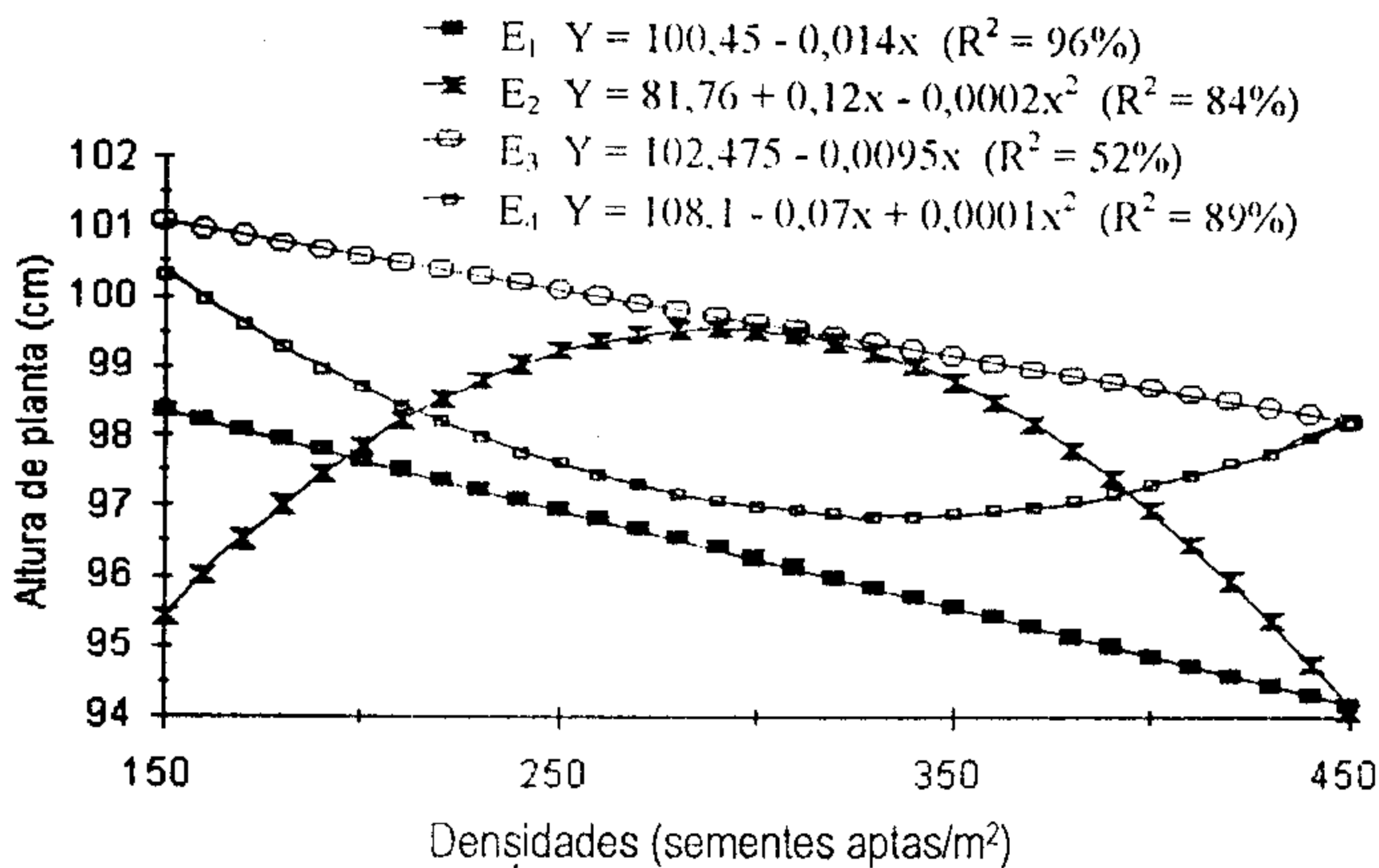


FIGURA 8 - Efeito da densidade de semeadura sobre a altura de planta, nos espaçamentos de 16(E1), 24(E2), 32(E3) e 40 cm (E4) entre linhas, em trigo

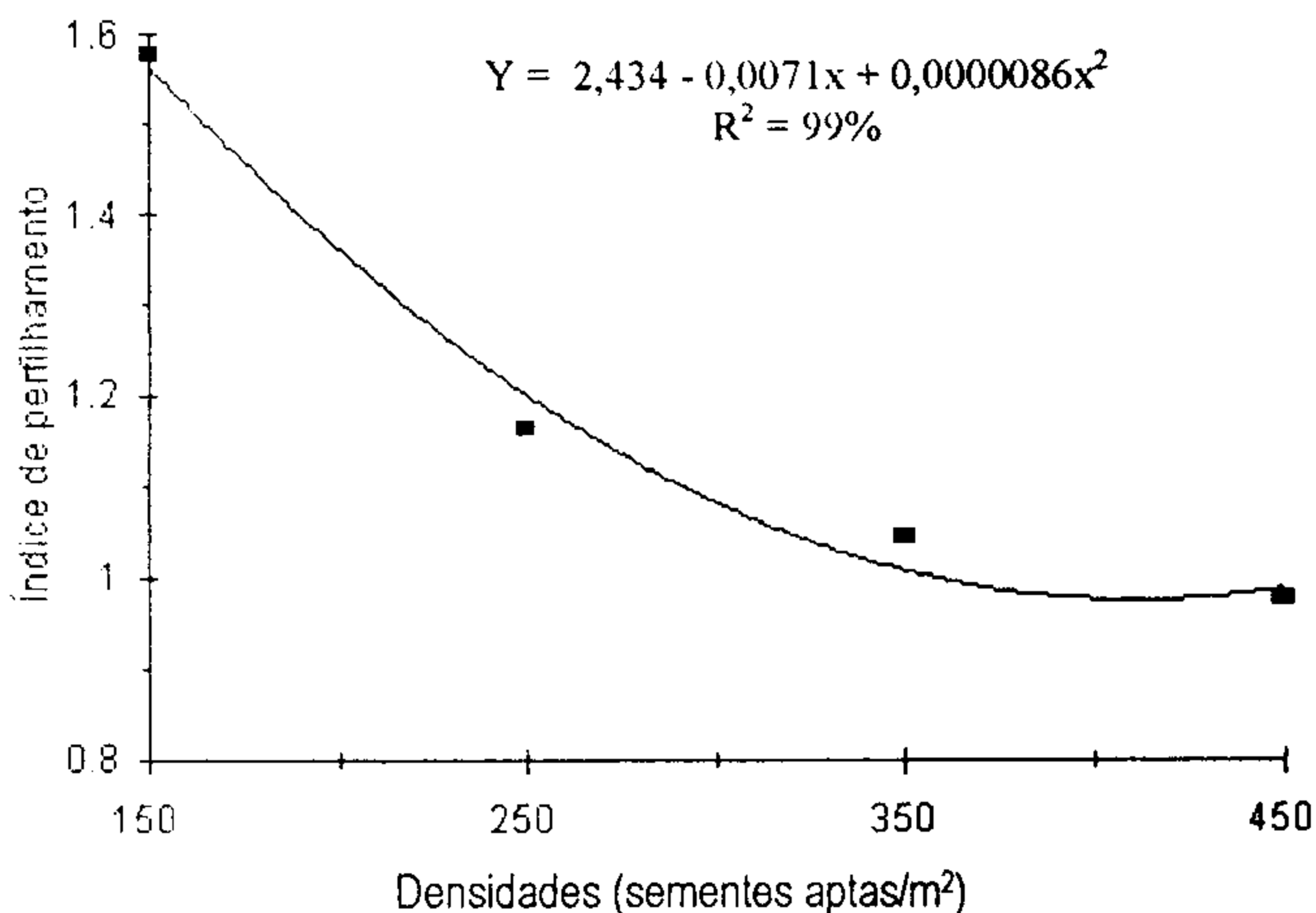


FIGURA 9 - Efeito da densidade de semeadura sobre o índice de perfilhamento em trigo.

CONCLUSÕES

- a) O espaçamento de 16 cm entre fileiras propiciou a maior produtividade.
- b) A elevação dos níveis da densidade de semeadura não influenciou a produção de grãos, provocando redução no índice de perfilhamento e na altura de planta, além de causar morte de plantas na densidade de 450 sementes aptas/m².
- c) A utilização do espaçamento de 16 cm entre linhas e 150 sementes aptas/m² mostrou-se o mais adequado.
- d) As densidades de semeadura menores propiciaram maiores índices de perfilhamento das plantas.

REFERÊNCIAS

1. BOLDT, A. F. Efeito da densidade de semeadura e doses de nitrogênio em três cultivares de trigo sob regime de irrigação. In: Reunião sobre Trigo Irrigado, Dourados, 1986. Ata, EMBRAPA/UEPAE, 1986, p. 31-5.
2. BRIGGS, K. G. Effects of seeding rate and row spacing on agronomic characteristics of Glenlea, Pitic 62 and Neepawa wheats. *Canadian Journal of Plant Science*, 55: 363-7, 1975.
3. COMISSÃO CENTRO-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. 5ª Reunião, 1988, Goiânia. Recomendações da Comissão Centro-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 1989. Goiânia, EMGOPA, 1989. 60p.
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Trigo: resumos informativos, 24. Brasília, 1984. 333p.
5. FELÍCIO, J. C. Densidade de semeadura em três cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19: 455-60, 1984.
6. 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. Resultados de pesquisa com trigo e triticale nos anos de 1979 e 1980. Cascavel, 1981. p. 187-97.
7. SIEMENS, L. B. The effect of varying row spacing on the agronomic and quality characteristics of cereal and flax. *Canadian Journal of Plant Science*, 43: 119-30, 1963.
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, 1986. Dourados, EMBRAPA/UEPAE, 1986. p. 31-5.
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, Passo Fundo, EMBRAPA/CPAC 1988. p. 60.
10. SILVA, D. B. da & GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25: 305-15, 1990.
11. TEICH, A. H.; SNID, A.; WLACKY, T. & HAMILL, A. Row-spacing and seed-rate effects on winter wheat in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 71: 31-5, 1993.