

DENSIDADES POPULACIONAIS DE MILHO NA REGIÃO DO VALE DO RIO DOCE¹

Alexandre Sylvio Vieira da Costa²
Eduardo Rezende Galvão²
Marcelo Barreto da Silva²
Lusinério Prezotti²
José Marcio Oliveira Ribeiro³

RESUMO

O experimento foi conduzido no campo experimental da Univale, em Governador Valadares, MG. Foi testado o híbrido duplo de milho AG1051 nos seguintes espaçamentos: 1,00; 0,85; 0,70; 0,55 m entre linhas, com 0,15 m entre plantas, correspondendo a populações de 66.667; 78.431; 95.238; 121.212 plantas por hectare, respectivamente. Foram coletadas semanalmente duas plantas por parcela, durante dez semanas. Foi avaliado o “peso seco” da parte vegetativa (caules e folhas) e reprodutiva (pendões florais e espigas), altura das plantas e produção final de grãos. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. O adensamento não alterou o crescimento das plantas. O maior acúmulo de matéria seca por hectare foi obtido ao longo do desenvolvimento das plantas no maior adensamento. Apesar do maior acúmulo de matéria seca por hectare, o adensamento provocou menor desenvolvimento individual das plantas e, conseqüentemente, redução na produção final de grãos. Esta tendência foi observada no acúmulo de matéria seca das espigas, que também apresentou produção reduzida neste tratamento.

Palavras-chave: população, *Zea mays*, espaçamento

¹ Aceito para publicação em 02.06.2004.

² Universidade Vale do Rio Doce/Faculdade de Ciências Agrárias. Rua Israel Pinheiro, 2000, Bairro Universitário. 35020-220 Governador Valadares, MG. E-mail: asylvio@univale.br

³ Estudante do curso de Mestrado em Fitotecnia na UFV, Departamento de Fitotecnia. 36570-000 Viçosa, MG.

ABSTRACT

CORN POPULATION DENSITIES IN THE VALE DO RIO DOCE

The experiment was carried out at the experimental field of Univale in Governador Valadares, MG. The corn double hybrid AG1051 was tested in the following spacings: 1.00; 0.85; 0.70 and 0.55 m among lines with 0.15 m among plants, respectively corresponding to 66.667; 78.431; 95.238 and 121.212 plant population. Two plants were weekly collected per plot for 10 weeks. The dry weight of vegetative (stem and leaves) and reproductive (floral pennants and corn ear) parts, plant height and final grain production were evaluated. The experiment was arranged in a randomized block design with three repetitions. It was observed that row spacing did not alter plant growth. A higher dry matter accumulation per hectare was obtained along plant development in the largest row spacing. Despite a higher dry matter accumulation per hectare, row spacing reduced plant growth, and consequently, final grain production. This tendency was observed in the dry matter accumulation of corn ears, which also presented reduced production under this treatment.

Key-words: population, *Zea mays*, spacing

INTRODUÇÃO

O milho é uma planta de múltiplo uso na alimentação humana e na animal, sendo um dos cereais mais cultivados do mundo. O seu desenvolvimento e produtividade dependem de relações complexas entre as plantas e o meio ambiente (15). Segundo Watson (19), os principais fatores externos que atuam no desenvolvimento das plantas são o tipo de solo, a radiação solar e a disponibilidade de água.

As variações nas recomendações das populações de plantas de milho para obtenção de silagem estão relacionadas com os fatores ambientes e os avanços tecnológicos, como os altos níveis de fertilidade do solo, controle de plantas daninhas, obtenção de híbridos, irrigação, etc (20). Loomis e Williams (11) estimaram o potencial de produtividade das culturas baseando-se no total de energia solar que pode ser utilizada pelas plantas no processo fotossintético, considerando as perdas de absorção inativa e respiração. A eficiência com que as culturas utilizam a energia solar radiante por unidade de solo depende da eficiência da interceptação da luz incidente, combinada com a eficiência das reações fotoquímicas das folhas (7). O auto-sombreamento das folhas e as estruturas não fotossintetizadoras, como as panículas, podem representar diminuição da quantidade da radiação disponível para a fotossíntese. Loomis e Williams (11) observaram que a eficiência na utilização da luz pela superfície da cultura do milho era maior com a luz contínua, independentemente da intensidade, quando comparada à luz flutuante, em razão da luminosidade.

Baker e Musgrave (3) verificaram que uma população de plantas de milho com índice de área foliar superior a seis dificilmente alcançava o

ponto de saturação de luz e, conseqüentemente, o limite máximo da fotossíntese. Machado et al. (14) testaram diversos cultivares de milho e verificaram que a variação na densidade de plantio acarretou alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas sem alterar a distribuição relativa da matéria seca entre os diversos órgãos da planta.

Allison (1) constatou que a eficiência fotossintética na cultura do milho apresentou decréscimo substancial do topo para a base das folhas das plantas, em virtude da redução da incidência de luz e o aumento da idade das folhas. Segundo Loomis e Willians (11), à medida que se aumentou o índice de área foliar do milho, a absorção de luz e a taxa de produção de matéria seca também aumentaram, apesar de outros trabalhos indicarem que o índice de área foliar ótimo varia de acordo com o cultivar e a estação do ano. Alvim e Alvim (2) avaliaram o efeito da densidade de plantio de milho no aproveitamento da energia luminosa. Pelos resultados, a taxa de produção de matéria seca aumentou na proporção direta da densidade das plantas, atingindo 57,7 kg/dia/ha com o milho na densidade de 100.000 plantas por hectare. Lopes e Maestri (12) analisando o crescimento e a conversão de energia solar em populações de milho (40.000, 60.000 e 80.000 plantas por hectare), constataram que a produção biológica foi maior nas populações mais densas, assim como o índice de área foliar.

Avaliando quatro variedades de milho em três diferentes densidades, Machado et al. (14) constataram que não havia diferenças significativas entre elas. Nas densidades de plantio de 66.666, 50.000 e 33.333 plantas por hectare, a taxa de crescimento da cultura foi de, respectivamente, 35, 30 e 24 kg/dia/ha. Nos ensaios experimentais conduzidos por Bunting e Willey (5), as populações de milho recomendadas para ensilagem estão entre 106.000 e 143.000 plantas por hectare, e populações superiores acrescentariam muito pouco na produção de matéria verde, não compensando as dificuldades de colheita. Rutger e Crowder (16) verificaram que 70.000 a 80.000 plantas de milho por hectare são suficientes para se obter a máxima produção de silagem, enquanto Eddowes (8) recomenda aproximadamente 100.000 plantas por hectare. Segundo diversos autores (17, 6, 9) as principais características das plantas associadas com o aumento da densidade de plantio são a redução da produção por planta e o aumento do número de plantas estéreis, causados pelo aborto das espigas e sementes durante a formação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de um milho híbrido comercial semeado em diferentes densidades populacionais no Vale do Rio Doce, região Leste de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da UNIVALE, em Governador Valadares-MG entre novembro de 1998 e março de 1999. O solo foi arado e gradeado, sendo utilizados 17 g da formula 8-28-16 por metro linear de sulco, calculados de acordo com o resultado da análise de solo. Como não ocorreu variação do número de plantas por metro linear de sulco, a mesma quantidade de adubo ficou disponível para as plantas em todos os tratamentos. Foi utilizada semente de milho híbrido AG1051, e a semeadura realizada em novembro. Foram utilizados os espaçamentos de 1,00, 0,85, 0,70 e 0,55 m entre linhas, obtendo-se populações de 66.667, 78.431, 95238 e 121.212 plantas por hectare, respectivamente. Nas linhas de plantio foram semeadas duas sementes a cada 15 cm, e após a germinação foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta a cada 15 cm.

As dimensões das parcelas experimentais eram de 9,0 x 5,0 m, com espaçamento de 1,5 m entre parcelas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. A irrigação foi feita de acordo com as necessidades da cultura. Foi realizada uma capina na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Realizou-se o controle da lagarta do cartucho com o uso do Decis 25CE (200 mL/ha de i.a.). Aos 50 dias após o plantio foi realizada uma adubação de cobertura com nitrogênio e zinco, na proporção de 34 e 4,3 kg por hectare, respectivamente.

Iniciou-se a coleta das plantas aos 24 dias após o plantio, sendo coletadas três plantas de milho das linhas centrais das parcelas, semanalmente, durante dez semanas. As plantas eram conduzidas ao laboratório e a sua altura avaliada. Em seguida, folhas, caule, espigas e pendão eram separados e colocados em saco de papel e secos em estufa a 65°C até atingir peso constante. Após a última coleta, as plantas das linhas centrais das parcelas foram mantidas intactas para o complemento do ciclo da cultura. Ao final desta etapa foram coletados os grãos das plantas, sendo avaliada a produtividade.

Os efeitos do desenvolvimento das plantas de milho nas diferentes populações foram submetidos à análise de regressão polinomial para a escolha das equações mais significativas. Na avaliação da produção final de grãos foi utilizada a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do crescimento das plantas de milho (Figura 1), observa-se que não ocorreram grandes diferenças entre as plantas nos tratamentos utilizados; apenas aquelas desenvolvidas no espaçamento de

1,0 m entre linhas apresentaram altura pouco superior às dos demais tratamentos entre os 52 e 80 dias após o plantio. No plantio mais adensado (0,55 m entre linhas), esperava-se que as plantas apresentassem maior crescimento, o que não ocorreu, apesar de ter havido o tombamento de plantas neste tratamento com as rajadas de vento que se formaram na região no período próximo à última coleta. Isto, provavelmente, indica a formação de um caule mais frágil, devido à redução do diâmetro. As plantas dos demais tratamentos não foram afetadas pela ação dos ventos. Bunting e Willey (5) também não observaram diferenças entre as alturas das plantas, quando semeadas em diferentes densidades populacionais. Rudger e Crowder (16) testaram diversos híbridos, semeados em diferentes densidades, também não observando qualquer diferença no crescimento das plantas.

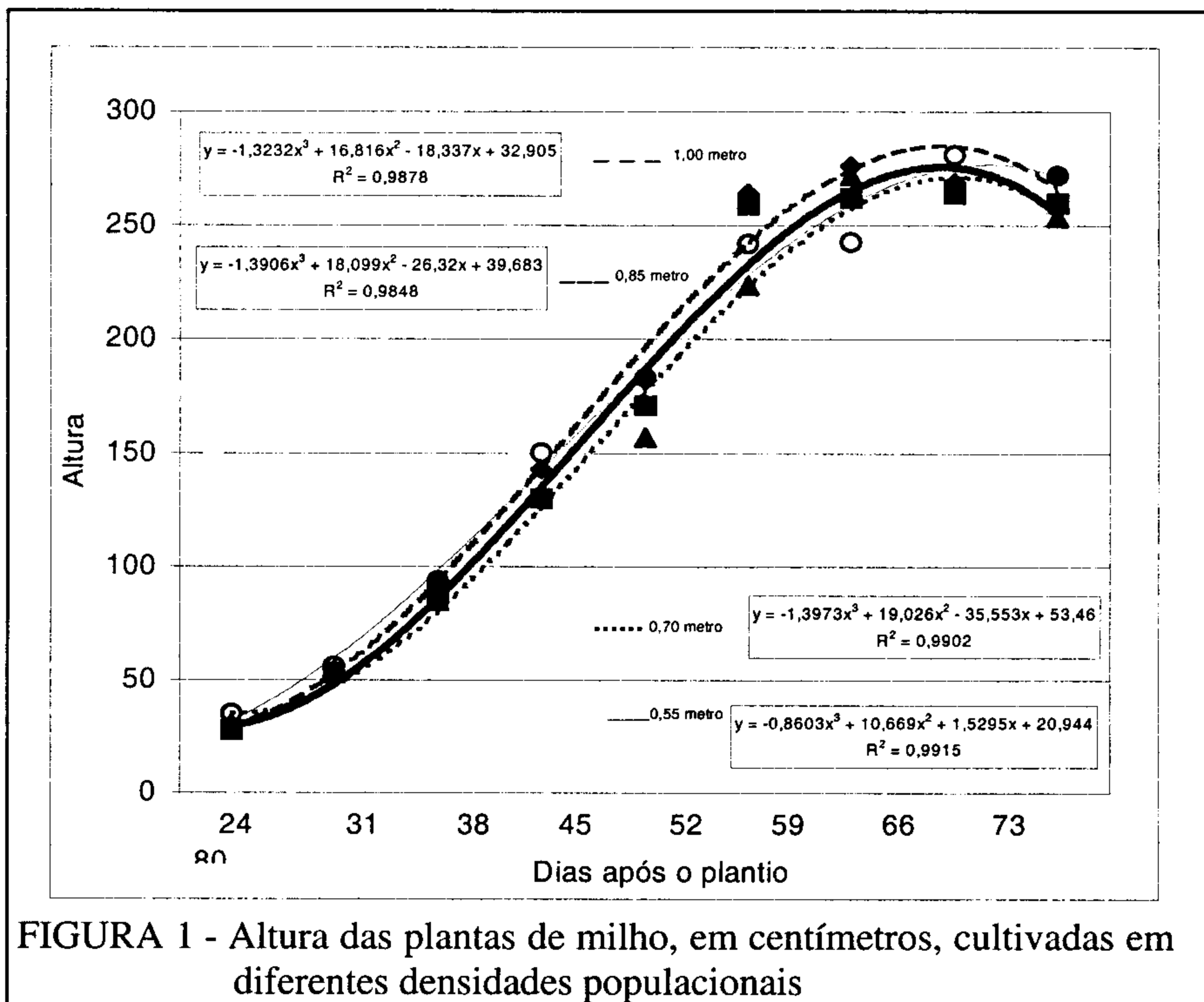
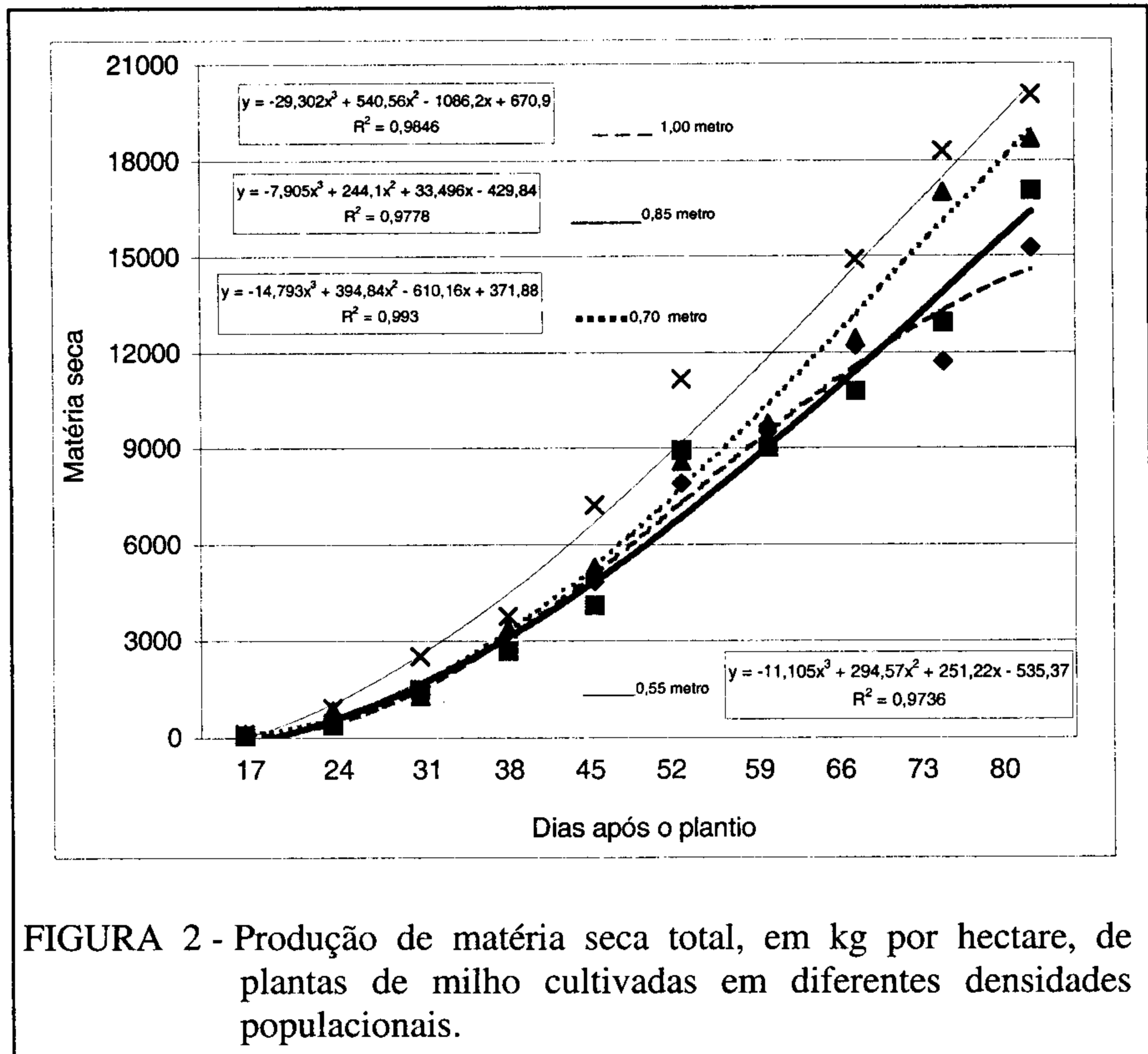


FIGURA 1 - Altura das plantas de milho, em centímetros, cultivadas em diferentes densidades populacionais

O acúmulo de matéria seca das plantas de milho ao longo das coletas (Figura 2) é mais intenso no plantio adensado (0,55 m). No espaçamento de 0,70 m entre fileiras, o acúmulo de matéria seca das plantas destacou-se dos de 0,85 e 1,0 m com produções superiores a partir da 6ª coleta (52 dias). Nos espaçamentos de 0,85 e 1,00 m ocorreram produções semelhantes ao longo de todas as coletas, com exceção das

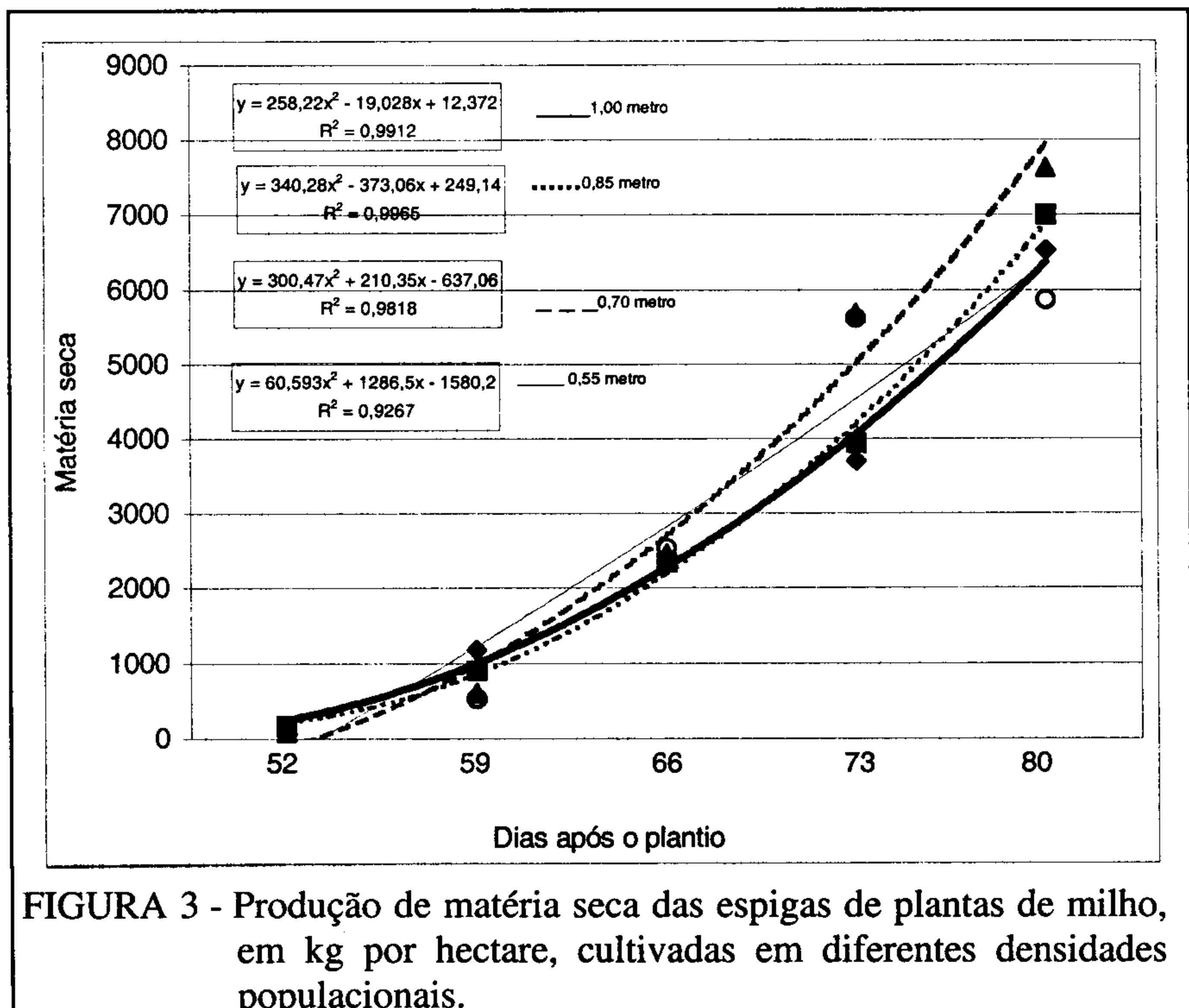
últimas (73 e 80 dias), em que as plantas de milho semeadas a 1,0 metro entre fileiras apresentaram tendência à estabilização no acúmulo de matéria seca.



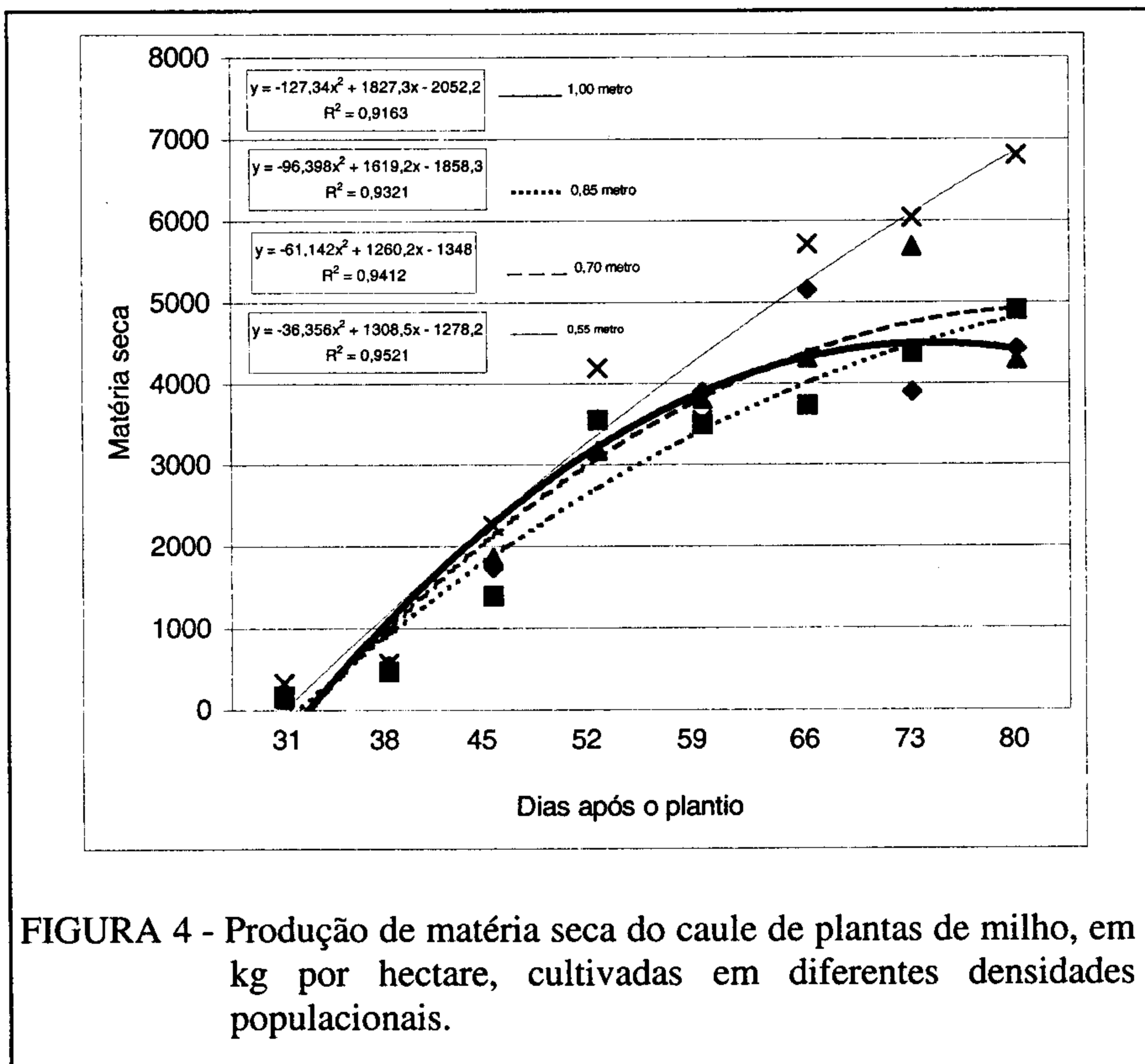
Na coleta aos 80 dias após o plantio (Estádio 6, grão leitoso), a produção de matéria seca do milho no espaçamento de 0,55 m foi superior a 20.000 kg/ha, enquanto no espaçamento de 1,0 m estava abaixo de 15 t por hectare. Estes resultados eram esperados, pois neste espaçamento havia 66.667 plantas de milho por hectare, enquanto no de 0,55 m havia 121.212, sendo 82% superior. Em relação à produção de matéria seca da última coleta, o acréscimo foi de aproximadamente 38%, indicando que apesar do aumento na produção total de matéria seca, as plantas desenvolvidas no espaçamento de 0,55 m apresentaram redução na produção individual de matéria seca, tornando-as mais frágeis e sujeitas ao acamamento, como ocorreu próximo à última coleta.

Na Figura 3, avaliou-se o acúmulo total de matéria seca das espigas com palha. Foi observado, em torno dos 70 dias após o plantio, que o tratamento com espaçamento entre fileiras de 0,7 m se destacou dos

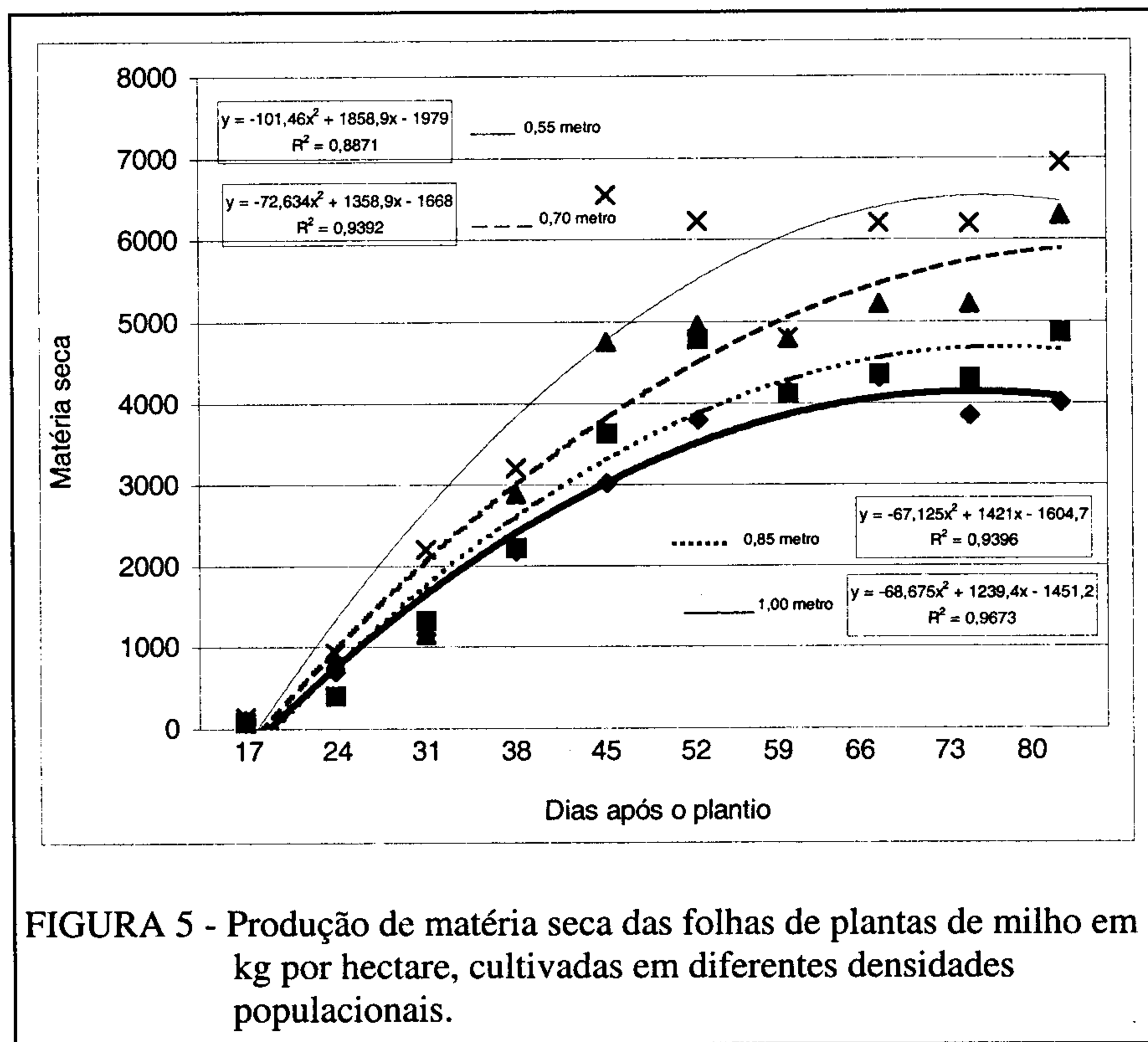
demais até os 80 dias após o plantio, com o acúmulo atingindo produções próxima a 8.000 kg/ha, correspondendo a 41% da matéria seca total das plantas. O tratamento com espaçamento de 0,55 m iniciou o desenvolvimento das espigas de forma intensa, mas sem acompanhar a tendência de crescimento das espigas dos demais tratamentos, provavelmente devido ao menor desenvolvimento individual das plantas neste tratamento. O acúmulo de matéria seca das espigas na última coleta foi de aproximadamente 6.400 kg/ha, com 32% da matéria seca total das plantas. No espaçamento de 1,00 m entre fileiras, o acúmulo de matéria seca das espigas também atingiu 6.400 kg/ha na última coleta, mas este resultado correspondeu a 44% da matéria seca total das plantas. A formação e desenvolvimento das espigas estão intimamente relacionados à eficiência fotossintética das plantas. Em plantios mais adensados, a competição entre as plantas por luz é maior, reduzindo a eficiência individual das plantas e, conseqüentemente, a produção de espigas. Segundo Sowell et al. (18), as plantas nestas condições não produzem carboidratos suficientes para o rápido crescimento vegetativo e desenvolvimento da espiga. Muitos trabalhos publicados demonstram a tendência de diminuição do peso das espigas, em razão do adensamento do plantio (10,13, 20).



Na produção da matéria seca do caule, as plantas de milho dos diferentes tratamentos iniciaram a diferenciação no desenvolvimento entre os 45 e 52 dias após o plantio, com destaque para o tratamento com espaçamento de 0,55 m, que apresentou acúmulo crescente até a última coleta aos 80 dias após o plantio, com produção próxima a 7.000 kg/ha (Figura 4). Nos demais tratamentos, pode-se observar que há tendência para a estabilidade da matéria seca acumulada entre 4.500 e 5.000 kg/ha. Na última coleta, a matéria seca acumulada no caule das plantas no tratamento com espaçamento de 0,55 m era, em média, 45% superior a dos demais tratamentos. Esta tendência de se continuar acumulando matéria seca no caule, no momento em que os demais tratamentos iniciavam a estabilização do peso, pode ser explicada pela concorrência entre as plantas pela luz, direcionando os fotoassimilados para as estruturas vegetativas, prejudicando a formação das espigas. Isso foi observado em alguns trabalhos, em que os autores relatam que a produção de matéria seca do milho é maximizada pela maior população de plantas, o mesmo não acontecendo com a matéria seca dos grãos (4, 5).

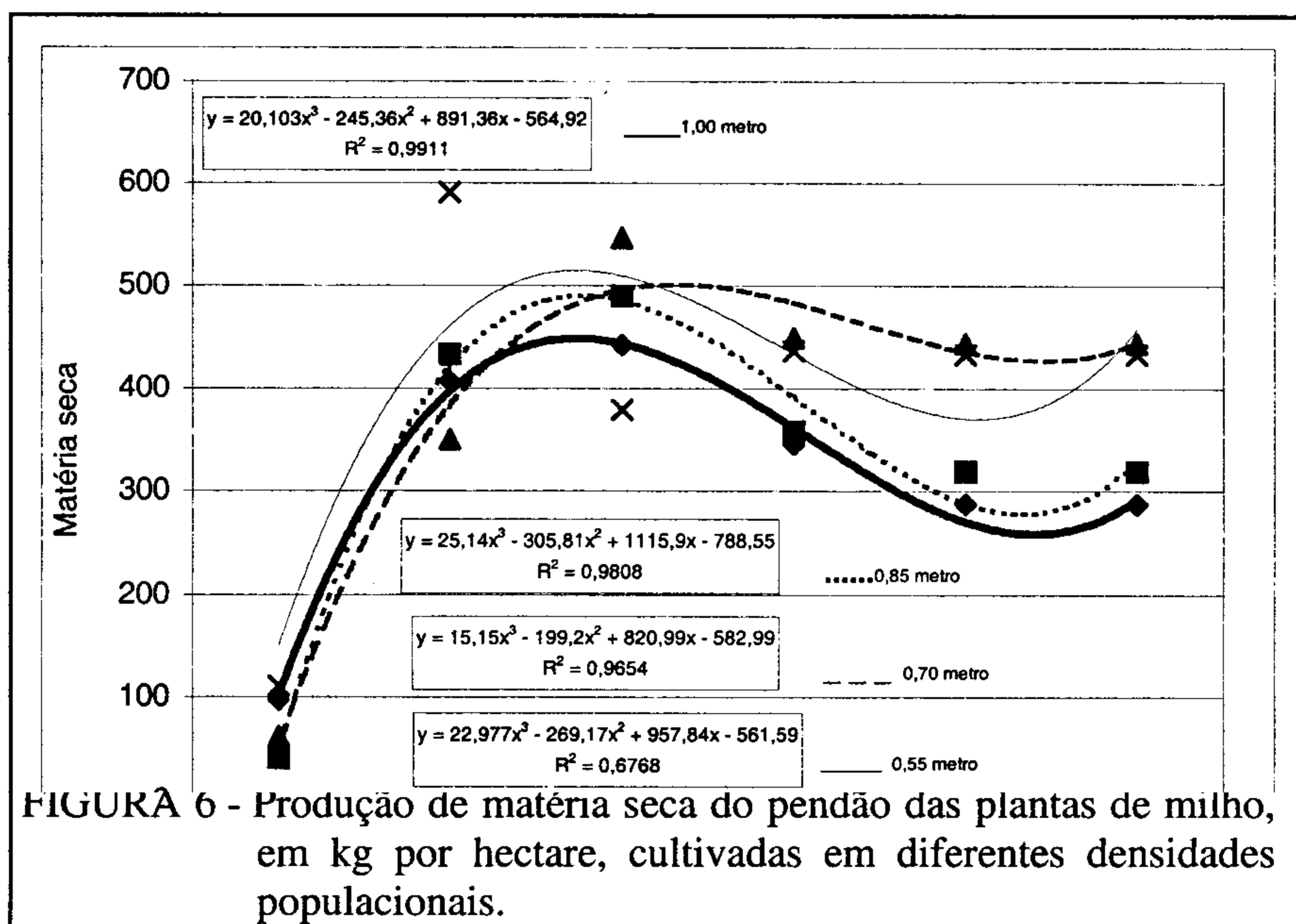


Na matéria seca das folhas de milho, as curvas apresentaram-se mais distintas entre os tratamentos, apesar de possuírem o mesmo comportamento (Figura 5). Em todas as curvas, observa-se estabilidade nas etapas finais de coleta das plantas a partir dos 66 dias após o plantio. Apenas o tratamento com espaçamento de 0,70 m apresentou algum acúmulo nesta etapa final de avaliação, mas tendendo à estabilização. Novamente observou-se que o plantio mais adensado (0,55 m), com o maior número de plantas por hectare, apresentou maior acúmulo de matéria seca das folhas, enquanto o tratamento com maior espaçamento (1,0 m) teve o menor. No espaçamento de 1,0 m entre fileiras, o acúmulo máximo atingiu produções pouco superiores a 4.000 kg/ha, enquanto no de 0,55 m estava em torno de 6.500 kg/ha na última coleta, portanto, aproximadamente 64% superior. Estes resultados, provavelmente, refletem a grande competitividade pela luz entre as plantas de milho que crescem em sistemas adensados.



O surgimento e o desenvolvimento dos pendões florais ocorreram no mesmo período em todos os tratamentos, com o pico máximo de acúmulo

de matéria seca em torno dos 59 dias após o plantio (Figura 6). Após este período, com a liberação do órgão reprodutivo masculino, ocorreram as quedas na produção da matéria seca, mas de forma diferenciada entre os tratamentos. As quedas mais intensas foram verificadas nos tratamentos com espaçamento de 1,00 e 0,85 m, e as menos intensas naqueles de 0,55 e 0,70 m. Isto se deve, provavelmente, às dificuldades das plantas na fase reprodutiva, nos tratamentos com maiores densidades populacionais. A competição entre as plantas induziu os órgãos sexuais a reduzir a capacidade de dreno e, conseqüentemente, alongar o período de fertilização das espigas.



No final do ciclo, as plantas foram coletadas, e a produtividade avaliada (Quadro 1). As maiores produções foram obtidas nos tratamentos com espaçamento de 1,0 e 0,85 m, apesar de não diferirem estatisticamente do de 0,70 m. No tratamento com espaçamento de 0,55 m, a produtividade foi inferior a dos demais. Na maior densidade de plantio, apesar da maior produção de matéria seca das plantas por hectare, individualmente as plantas apresentaram desempenho abaixo dos demais tratamentos, em

virtude do comprometimento na fase reprodutiva e produção de grãos, devido à grande competitividade entre as plantas na área.

QUADRO 1 - Produtividade de grãos de milho, em kg por hectare, nos diferentes espaçamentos entre linhas				
Espaçamento(m)	1,00	0,85	0,70	0,55
Produtividade	6426a	6500a	5271a	2003b
* médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.				
**CV = 18,8 %				

CONCLUSÕES

1) O adensamento do plantio do milho praticamente não altera o comportamento de crescimento das plantas.

2) O maior acúmulo de matéria seca das plantas de milho, ao longo de seu ciclo, é obtido nas maiores densidades populacionais.

3) O maior acúmulo de matéria seca da espiga, no tratamento com espaçamento de 0,7 m, corresponde a uma produção de grãos semelhante a dos demais tratamentos, com exceção do espaçamento de 0,55 m, que é inferior.

4) Nas maiores densidades, a produção de grãos não corresponde à maior produção de matéria seca da parte vegetativa (caule e folha).

REFERÊNCIAS

1. ALLISON, J.C.S. Physiological studies of the post-flowering period in *Zea mays* L. Londres, University of London, 1964. 120p. (Tese de Ph.D.).
2. ALVIM, R. & ALVIM, P.T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (*Zea mays* L.) e pelo feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba, 3:389-93, 1969.
3. BAKER, D.N. & MUSGRAVE, R.B. Photosynthesis under field conditions. V. Further plant chamber studies of the effects of light on corn. *Crop Science*, 4:127-30, 1964.
4. BUNTING, E.S. Plant density and yield of shoot dry material in maize in England. *Journal Agricultural Science*, 2:175-85, 1971.
5. BUNTING, E.S. & WILLEY, L.A. Plant density and yield of grain maize in England. *Journal of Agricultural Science*, 3:455-63, 1973.
6. BUREN, L.L.; MOCK, J.J. & ANDERSON, I.C. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Science*, 14:426-9, 1974.
7. DUNCAN, W.G. Maize. In: Evans, L.T. (ed.) *Crop physiology, some case histories*. Cambridge, University Press, 1976. p.23-50.

8. EDDOWES, M. Physiological studies of competition in *Zea mays* L. III. Competition in maize and its practical implications for forage maize production. *Journal of Agricultural Science*, 72:203-15, 1969.
9. GIESBRECHT, J. Effects of population and row spacing on the performance of four corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Agronomy Journal*, 61:439-40, 1969.
10. HUNTER, R.B.; KANNENBERG, L.W.; GAMBLE, E.E. Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agronomy Journal*, 62:255-6, 1970.
11. LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science*, 3:67-72, 1963.
12. LOPES, N.F. & MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em população de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 20:189-201, 1973.
13. LUTZ, J.A.; CAMPER, H.M.; JONES, G.D. Row spacing and population effects on corn yield. *Agronomy Journal*, 63:12-4, 1971.
14. MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHAL, J.I.; ARRUDA, H.V.; SILVA, W.J. & TEIXEIRA, J.P.F. Análise quantitativa do crescimento de quatro variedades de milho em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:825-33, 1982.
15. MANFRON, P.A. Análise quantitativa do crescimento do cultivar AG401 (*Zea mays* L.) sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985. 120p. (Tese de mestrado).
16. RUTGER, J.N. & CROWDER, L.V. Effect of population and row width on corn silage yields. *Agronomy Journal*, 59:475-6, 1967.
17. SMITH, C.S. Morphological and physiological traits associated with barrenness and grain yield in the maize breeding population. Iowa upright leaf synthetic. *Dissertation Abstracts International*, 38:5131, 1978.
18. SOWELL, W.F.; OHLROGGE, A.J. & NELSON, O.E. Growth and fruiting of compact and normal corn types under a high population stress. *Agronomy Journal*, 53:25-8, 1961.
19. WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. *Advanced Agronomy*, 4:101-45, 1952.
20. XIMENES, P.A. Influência da população de plantas e de níveis de nitrogênio na produção e qualidade da massa verde e da silagem de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 108p. (Tese de mestrado).