

## Características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125 submetido a lâminas de água e densidades de plantas

**Omar Possatto Junior<sup>(1)</sup>; Oelcio José Stipp<sup>(2)</sup>; Evandrei Santos Rossi<sup>(1)</sup>; Diego Ary Rizzardi<sup>(1)</sup>; Filipe Bengosi Bertagna<sup>(1)</sup>; Hayssa Vilela Santos<sup>(3)</sup>; Marcelo Akira Saito<sup>(4)</sup>; Alex Viana Alves<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Doutorando em genética e Melhoramento (Bolsista Capes); Universidade Estadual de Maringá (UEM); Maringá, Paraná; [omar.pj@hotmail.com](mailto:omar.pj@hotmail.com), [rossi.es@hotmail.com](mailto:rossi.es@hotmail.com), [diegoragro@hotmail.com](mailto:diegoragro@hotmail.com), [filipeabbertagna@gmail.com](mailto:filipeabbertagna@gmail.com); <sup>(2)</sup>Doutor em Agronomia; UEM, [ojstipp@uem.br](mailto:ojstipp@uem.br); <sup>(3)</sup>Mestrando em Agronomia (Bolsista Capes); UEM; [hayssa.vilela@hotmail.com](mailto:hayssa.vilela@hotmail.com), [alex\\_alves28@hotmail.com](mailto:alex_alves28@hotmail.com); <sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia; UEM; [marcelo\\_1503@hotmail.com](mailto:marcelo_1503@hotmail.com).

**RESUMO:** O cultivo do milho pipoca (*Zea mays* L. subsp. *everta*) é promissor, mas necessita de mais pesquisas fitotécnicas à cultura. O objetivo foi verificar a influência da densidade de plantas e das lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores, densidade de plantas com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e lâminas de água, com cinco níveis: (574,86; 609,86; 644,86; 679,86 e 714,86 mm). O delineamento foi de blocos ao acaso, com tratamentos em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, as densidades de plantas foram alocadas ao acaso nas parcelas e as lâminas de irrigação, foram dispostas nas subparcelas de cada parcela. Foi avaliado: comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras, massa de mil grãos, rendimento de grãos e capacidade de expansão. Foram feitos os pressupostos básicos, análise de variância e regressão ( $p < 0,05$ ). Houve efeito significativo para densidade de plantas e de lâminas de irrigação de forma isolada, para as variáveis comprimento de espigas, número de grãos por fileiras, massa de 1000 grãos e rendimento de grãos, não houve interação significativa. Houve efeito linear crescente do adensamento populacional e lâminas de irrigação elevando o rendimento de grãos do híbrido IAC 125, a capacidade de expansão não sofreu influência dos fatores.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, rendimento de grãos, capacidade de expansão.

### INTRODUÇÃO

O cultivo do milho pipoca (*Zea mays* L. subsp. *everta*) é promissor, no Brasil, pois a cultura tem potencial econômico favorável, superior ao do milho comum (Bordallo et al. 2005). No entanto, para a obtenção de altos rendimentos, necessitam-se mais informações fitotécnicas para a cultura, como as relacionadas à densidade de plantas e manejo de irrigação (Ávila et al. 2011).

A densidade plantas é uma técnica usada para aumentar o rendimento de grãos do milho. No entanto, o número ideal de plantas por hectare é variável, pois a capacidade de resposta à densidade de plantas depende das características do genótipo, da radiação solar e da disponibilidade de água e de nutrientes (Marchão et al., 2006).

O milho caracteriza-se também pelo seu alto consumo hídrico, em comparação com outras espécies, o período crítico é no florescimento e enchimento de grãos, no qual a deficiência hídrica prejudica severamente o rendimento de grãos. Assim, a utilização planejada da irrigação melhora a estabilidade produtiva (Mizzuni & Ribeiro, 2012).

O objetivo foi verificar a influência da densidade de plantas e das lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão e demais características agrônômicas do híbrido de milho pipoca IAC 125.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá–UEM. Os dados de precipitação pluvial e temperatura, utilizados para o cálculo da irrigação de controle ao longo do ciclo da cultura, foram fornecidos pela Estação Meteorológica automática, instalada dentro da área experimental.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois fatores, para o híbrido de milho pipoca IAC-125. Os fatores foram: densidades de plantas, com cinco níveis (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>) no espaçamento entre linhas de 0,9 m e lâminas de água (irrigação e precipitação), com cinco níveis: (574,86 (sem irrigação complementar); 609,86; 644,86; 679,86 (controle) e 714,86 mm).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, os tratamentos alocados em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. A densidade de plantas foi considerada como tratamento principal designado ao acaso nas parcelas e as lâminas de irrigação, como tratamentos secundários, dispostas nas subparcelas de cada parcela.

O modelo matemático e estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + (tb)_{ij} + t'_k + (tt')_{ik} + e_{ijk}$$

As parcelas experimentais apresentavam área bruta de 81 m<sup>2</sup> e as subparcelas apresentavam área útil de 10,8 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto com adubação de base com 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 08-20-20, a adubação de cobertura foi de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia.

Nos primeiros 20 dias, realizaram-se irrigações uniformes em toda área. Após esse período as lâminas de irrigação foram originadas das diferentes lâminas de água na direção perpendicular à linha de aspersores, utilizando o sistema de irrigação por aspersão com distribuição dos aspersores a cada 6 m em uma linha principal (Line Source Sprinkler System) (HANKS et al., 1976). A irrigação suplementar foi aplicada quando o teor de água do solo atingiu a umidade intermediária entre a capacidade de campo e o ponto de murcha.

De cada subparcela retirou-se cinco espigas aleatórias, das quais avaliou-se os componentes de produção: comprimento de espiga (cm) (CME), diâmetro de espiga (mm) (DE), número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras (NF) e massa de mil grãos (g) (MMG), o rendimento de grãos (RG) foi estimado em kg ha<sup>-1</sup> a partir da massa total de grãos das subparcelas e corrigida para 14% de umidade, para determinar a capacidade de expansão (CE) de cada subparcela, foram tomadas duas amostras de 30 g de grãos com umidade entre 13% e 14%. Os grãos foram estourados em pipoqueira elétrica com temperatura de 280°C, por 2 min. e 10 seg. Em seguida, o volume da pipoca expandida foi medido em proveta de 2000 mL. A capacidade de expansão (CE, em mL g<sup>-1</sup>) foi obtida pela razão: volume da pipoca expandida e a massa de grãos.

Verificou-se a homogeneidade das variâncias pelo teste de Hartley e a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk (p<0,05). Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância. Como os fatores são quantitativos, aplicou-se a análise de variância da regressão polinomial para verificar a possível dependência das variáveis respostas em função dos fatores estudados (p<0,05). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

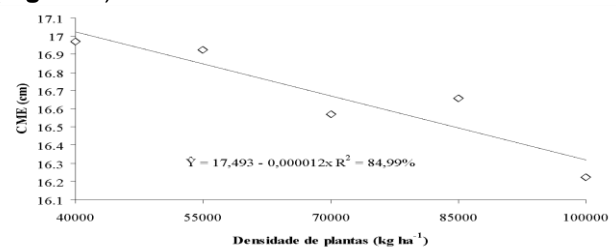
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados climáticos, (dados não apresentados), constatou-se que, durante a fase inicial do desenvolvimento da cultura, houve baixa precipitação. As condições de estresse hídrico verificadas nos primeiros estádios de crescimento podem afetar o potencial produtivo do milho, pois nestes estádios definem-se, o NF e o NGF (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Desta forma, a aplicação da

irrigação supriu a necessidade hídrica inicial. Nos períodos posteriores ocorreram precipitações por chuvas com maior regularidade, porém ocorreram períodos de déficit hídrico.

Houve efeito significativo (p<0,05) da densidade de plantas e de lâminas de irrigação de forma isolada, para as variáveis CME, NGF, MMG e RG. Para a variável NF houve efeito significativo (p<0,05), pra fonte de variação lâminas de irrigação. Para interação densidade de plantas x lâminas de irrigação não houve efeito significativo (p<0,05) pelo teste de F e análise de regressão em nenhuma das variáveis estudadas, evidenciando independência dos fatores nestas condições experimentais (dados não apresentados).

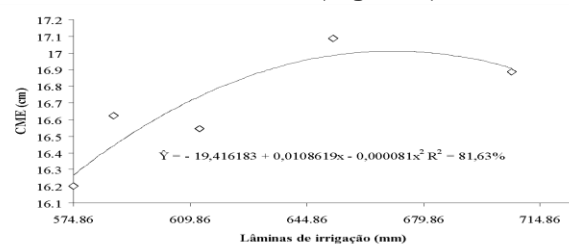
Para CME os dados obtidos permitiram o ajuste do modelo de regressão linear decrescente significativo, em função da densidade de plantas, representado pela equação  $\hat{Y} = 17,493 - 0,000012x$  e R<sup>2</sup> 84,99%. A equação indica que, a cada acréscimo de 15.000 plantas na densidade, corresponde um decréscimo de 0,18 cm no CME (Figura 1).



**Figura 1.** Comprimento de espiga (CME) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

Os resultados podem ser justificados pela associação positiva entre o aumento da densidade de plantas e competição por luz, água e nutrientes, afetando a manutenção das demais estruturas vegetais (Marchão et al., 2006) (Figura 1).

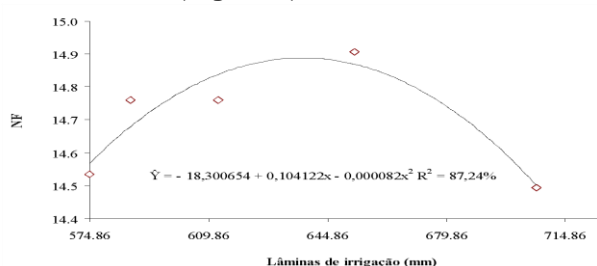
Para a variável CME em função de lâminas de irrigação observa-se o ajuste do modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão  $\hat{Y} = - 19,416183 + 0,0108619x - 0,000081x^2$  e R<sup>2</sup> = 81,65% (Figura 2).



**Figura 2.** Comprimento de espiga (CME) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

A partir da lâmina 574,86 mm, foi observado que o aumento da lâmina de irrigação esteve associado ao acréscimo no CME. De acordo com a derivação da equação do segundo grau, o ponto de máximo proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 670,48 mm, com uma resposta máxima estimada de 17 cm de CME, declinando em lâminas de irrigação superiores a 670,48 mm (Figura 2).

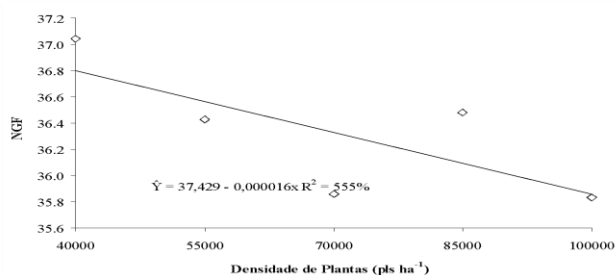
Para a NF em função de lâminas de irrigação, pode-se observar o ajuste de um modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão  $\hat{Y} = -18,300654 + 0,104122X - 0,000082x^2$  e  $R^2 = 87,24\%$  (Figura 3).



**Figura 3.** Número de fileiras (NF) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC 125, Maringá, PR.

Após a derivação da equação, o ponto de máximo proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 634,89 mm, resultando em uma resposta máxima estimada de 14,89 fileiras na espiga do milho pipoca (Figura 3).

Para a variável NGF verificou-se comportamento linear decrescente significativo, representado pela equação de regressão  $\hat{Y} = 37,429 - 0,000016X$  e  $R^2 = 55,5\%$ . Isso significa que a cada 1.000 plantas acrescidas há um decréscimo de 0,016 no número de grãos por fileira do milho pipoca. (Figura 4)



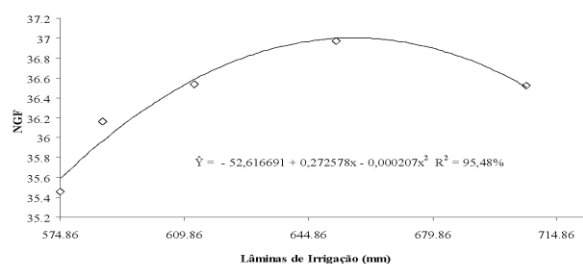
**Figura 4.** Número de grãos por fileira (NGF), em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Resultados similares foram encontrados por Marchão et al. (2006), que observaram redução significativa no NGF à medida que se elevou a densidade de plantas, sendo este comportamento atribuído a competição por luz, água e nutrientes.

Embora o efeito é significativo, a redução no NGF, foi de baixa magnitude, com aproximadamente um grão entre a menor e a maior densidade de plantas.

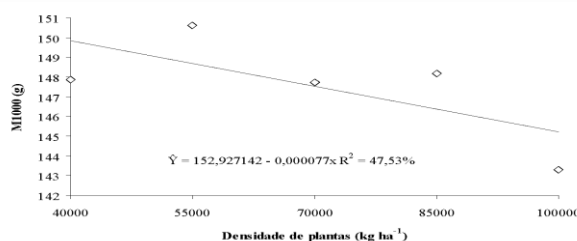
Quanto ao fator principal lâminas de irrigação, para variável NGF, verificou-se ajuste de um modelo quadrático significativo, representado pela equação de regressão  $\hat{Y} = -52,616691 + 0,272578X - 0,000207X^2$  e  $R^2 = 95,48\%$  (Figura 5).

Na Figura 5, observa-se que, após a derivação da equação de regressão, o ponto de máxima resposta proporcionada pelas lâminas de irrigação foi estimado em 658,40 mm de água, que resultou em 37,11 grãos por fileira no milho pipoca.



**Figura 5.** Número de grãos por fileira (NGF) em função das lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

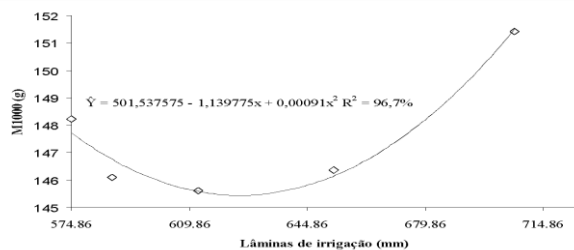
A relação entre MMG e densidades de plantas foi melhor explicada pelo modelo de regressão linear, representado pela equação  $\hat{Y} = 152,9271 + 0,000077X$  e  $R^2 = 47,53\%$  (Figura 6).



**Figura 6.** Massa de mil grãos (M1000) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

A equação obtida sugere que, a cada 10.000 plantas  $ha^{-1}$  adicionadas na lavoura, decréscimo aproximadamente 0,77g na MMG (Figura 6). Estes resultados demonstram que com a elevação da densidade de plantas ocorre aumento na competição intraespecífica levando a redução em componentes do rendimento.

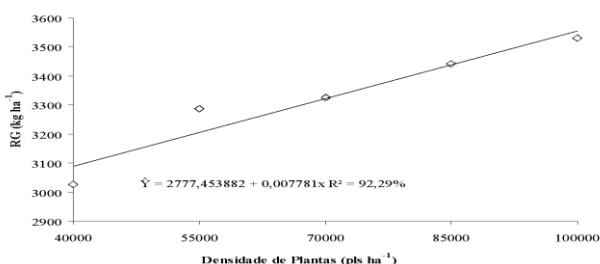
A relação entre MMG e lâminas de irrigação foi melhor explicada pelo modelo de regressão quadrático, equação  $\hat{Y} = 501,5375 - 1,1397X + 0,00091X^2$  e  $R^2 = 96,70\%$  (Figuras 7).



**Figura 7.** Massa de mil grãos (M1000) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

A partir da lâmina 574,86 mm, foi observado que o aumento da lâmina de irrigação esteve associado a um decréscimo na MMG. De acordo com a derivação da equação, o ponto de mínima proporcionado pela lâmina de irrigação foi estimado em 626,20 mm, resultando em resposta mínima 145,47 g na MMG, aumentando nas lâminas de irrigação superiores. Estes resultados diferem dos obtidos por Ávila et al. (2011) em que a equação quadrática indicava ponto de máxima para MMG.

A relação entre RG e densidades de plantas foi melhor explicada por um modelo de regressão linear, pela equação  $\hat{Y} = 2777,4538 + 0,007781X$  e  $R^2 = 92,29\%$  (Figura 8).



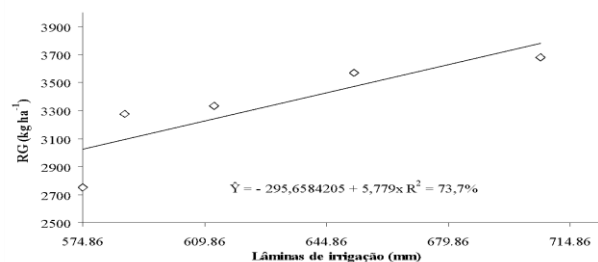
**Figura 8.** Rendimento de grãos (RG) em função de diferentes densidades de plantas para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Observa-se que houve incremento de magnitude considerável na RG, com o aumento na densidade de plantas. A equação obtida sugere que, a cada 1.000 plantas  $ha^{-1}$  acrescidas, correspondem a um acréscimo de aproximadamente 7,8  $kg ha^{-1}$  em RG. O RG estimado pelo modelo de regressão, na máxima densidade estudada, foi de aproximadamente 3556  $kg ha^{-1}$  (Figura 8).

Os resultados obtidos corroboram com os encontrados por Queiroz (2011), que avaliou dois híbridos de milho pipoca, incluindo o IAC-125, verificando aumento linear no RG quando se elevou a densidade de plantas até 100.000 plantas  $ha^{-1}$ .

A relação entre RG e lâminas de irrigação foi melhor explicada pelo modelo de regressão linear (Figura 9), representada pela equação de

regressão  $\hat{Y} = -295,658420 + 5,7729X$  e  $R^2 = 73,7\%$ .



**Figura 9.** Rendimento de grãos (RG) em função de diferentes lâminas de irrigação para o híbrido de milho pipoca IAC-125, Maringá, PR.

Para cada milímetro (mm) de água adicionada ocorre acréscimo no RG de 5,7729  $kg ha^{-1}$ . Os resultados obtidos corroboram com os obtidos por Ávila et al. (2011) que avaliaram o híbrido IAC-125 submetido a cinco lâminas de irrigação, e verificaram ajuste de um modelo linear crescente para a variável PG.

## CONCLUSÕES

Não houve efeito do adensamento populacional e lâminas de irrigação sobre a capacidade de expansão do milho pipoca.

Houve efeito linear crescente do adensamento populacional e lâminas de irrigação elevando o rendimento de grãos do híbrido IAC 125.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e fomento a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AVILA, M. R.; GOMES, E.D.; FEDRI, G.; SCAPIM, C.A.; BARIZÃO, D.A.O.; ALBRECHT, L.P.; RODOVALHO, M.A. Híbridos de milho pipoca cultivados sob diferentes lâminas de irrigação. *Scientia Agrária*, v.12, n.4, p.199-209, 2011.

BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.123-127, 2005.

FANCELLI A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous

variable irrigation crop production studies. **Soil Science of American Journal**, v. 40, n. 3, p. 426-429, 1976.

MARCHÃO, R. L. et al. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, p. 170-181, 2006.

MINUZZI, R.B. & ANDRÉ RIBEIRO JR., A. Requerimento de água para irrigação do milho em Santa Catarina durante eventos La Niña. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1330–1337, 2012.

QUEIROZ, D.C. **População de plantas e componentes de produção de milho pipoca**. Maringá, 2011, 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá.



# XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---