



Rendimento do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 sob diferentes populações de plantas em irrigação deficitária por gotejamento no Agreste Alagoano

Yield of the hybrid corn (*Zea mays* L.) AG 1051 under different plant populations under drip irrigation in Agreste Alagoano

Rafael Lima Vieira dos SANTOS¹; João Pedro Ferreira BARBOSA¹; Willian Cleisson Lopes de SOUZA¹; Luiz Eduardo Bezerra SILVA¹; Dacio Rocha BRITO²; Davi Bibiano BRITO³.

¹Graduandos em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas; rafaell8006@gmail.com; ²Professor Titular do curso de Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas; ³Professor Adjunto do Instituto de Computação; Universidade Federal de Alagoas.

E-mail do autor correspondente: rafaell8006@gmail.com

Resumo - O milho é um dos principais cereais atualmente cultivados em todo o mundo, servindo para a alimentação humana, alimentação animal e matérias-primas para a indústria, destacando-se por suas qualidades nutricionais. Convém ressaltar que a água interfere basicamente em todas as fases do desenvolvimento dessa planta, e por isso, é crescente o investimento dos produtores rurais em sistemas de irrigação, sobretudo em regiões áridas e semiáridas. Assim, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o rendimento do milho (híbrido AG 1051) em função de diferentes espaçamentos a fim de maximizar sua produtividade no período de estiagem sob condições de plantio em irrigação deficitária. A pesquisa foi realizada no Polo Tecnológico Agroalimentar – Arapiraca e os testes foram em uma área experimental, tendo cada parcela 4 linhas, espaçadas entre si por 80cm e cada linha com 5m de comprimento. Foram utilizados três diferentes espaçamentos entre plantas: 10cm, 20cm e 30cm. A irrigação foi deficitária, cuja lâmina diária de água foi 2,5 mm/dia. As variáveis avaliadas foram: peso da biomassa total, das folhas, dos caules, das espigas e das inflorescências masculinas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e os dados submetidos à análise estatística pelo software SISVAR e os resultados plotados em gráficos através do software Origin. Por fim, obteve-se rendimento satisfatório e considerável para uma região onde comumente ocorre perda de safra devido à estiagem, pois mesmo a cultura requisitando uma certa quantidade de água na irrigação, foi possível obter resultados eficientes utilizando um sistema de irrigação deficitário.

Palavras-chave: Silagem. Segurança alimentar. Pecuária.

Abstract - The maize is one of the main cereals currently cultivated around the world, serving for human food, animal feed and raw materials for industry, standing out for its nutritional qualities. It is important to emphasize that water interferes basically in all stages of the development of this plant, which is why, the investment of rural producers in irrigation systems is increasing, especially in arid and semi-arid regions. Thus the objective of this study



was to evaluate the yield of corn (hybrid AG 1051) according to different spacing in order to maximize its yield in dry season under poor irrigation conditions. The research was carried out at the Polo Tecnológico Agroalimentar - Arapiraca and the tests were in an experimental area, each plot having 4 rows, spaced 80cm with each other and each row 5m long. Three different spacing between plants were used: 10cm, 20cm and 30cm. Irrigation was deficient, with a daily water slide of 2.5 mm/day. The variables evaluated were weight of total biomass, leaves, stems, cobs and male inflorescences. The trial design was randomly performed in blocks with four repetitions and the data were submitted to statistical analysis by the SISVAR software and the results were plotted on graphs using the Origin software. Lastly, a satisfactory and considerable yield was obtained for a region where there is a common crop loss due to drought, for even the culture requiring of the certain amount of water in irrigation, it was possible to obtain efficient results using deficit irrigation system.

Keywords: Silage. Food safety. Livestock.

Introdução

O milho é uma planta monocotiledônea, que pertence à família Poaceae, gênero *Zea* e tem um ciclo de em média 120 dias, o que a caracteriza como uma planta anual. Além disso, o milho foi domesticado em um período entre 7.000 e 10.000 anos atrás. Tem por característica ser uma planta herbácea de ciclo anual, com propagação sexuada, monoica, pertencente ao grupo C4, o que lhe confere a característica de ser altamente eficiente na conversão de CO₂, utilização da luz e armazenamento de carboidratos (BARROS; CALADO, 2014; PEREIRA FILHO; TEIXEIRA, 2016)

Sabe-se que o ciclo médio de uma cultivar pode ser considerado bastante variável e que poder ser influenciado por diversos fatores, seja pelas condições de clima, pela época do ano em que está sendo cultivado e também pela região onde se encontra a cultura, podendo variar na sua duração (PEREIRA FILHO et al., 2011).

Considera-se que o milho é um dos principais cereais que são atualmente cultivados em todo o mundo, fornecendo vários produtos que são largamente utilizados para a alimentação humana e alimentação animal, assim como também é bastante utilizado para fornecer matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e qualidade das reservas acumuladas que este cereal possui em seus grãos (ALVES et al., 2015).

Além disso, destaca-se dentre as suas elevadas qualidades nutricionais, a de possuir quase todos os aminoácidos conhecidos. E somando-se a isso, deve-se considerar também o fato de o milho possuir um alto rendimento, principalmente quando se trata em quesitos de massa verde por hectare, e possui também grande aceitação por parte dos animais, além é claro, de ser uma das culturas de maior expressão em vários estados brasileiros (BARROS; CALADO, 2014).

Em relação a disponibilidade hídrica no solo para a cultura do milho, a água interfere basicamente em todas as fases de seu desenvolvimento, e essa planta pode ser cultivado em condições de sequeiro, durante o período chuvoso, ou adotando sistemas de irrigação no período de seca do ano, no qual, com condições de manejo apropriado da irrigação, os



prejuízos à produção por conta da deficiência hídrica no solo, que são decorrentes de efeitos fisiológicos, são impedidos (SANTOS et al., 2014).

Com isso, é crescente o investimento dos produtores rurais em sistemas de irrigação, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, para mitigar o estresse hídrico decorrente da variabilidade temporal do volume de precipitação. E com isso, a irrigação torna-se uma alternativa viável também por possibilitar o plantio durante todo o ano (FERREIRA, 2015; NASCIMENTO, 2017). A partir da adoção de estratégias de irrigação é importante conhecer o efeito do déficit hídrico nos estágios de desenvolvimento da planta, pois cultivo do milho nas primeiras fases de desenvolvimento é limitado pela deficiência hídrica, principalmente sob lâminas baixas (BRITO et al., 2013).

Considerando o exposto, destaca-se que o Semiárido alagoano é uma região que tipicamente apresenta baixa precipitação pluviométrica com períodos prolongados de seca, ocasionando em baixos níveis de água no solo agricultável. Essa condição afeta o desenvolvimento de muitas espécies, dentre elas, o milho, o que reflete diretamente na renda familiar dos agropecuaristas, uma vez que o milho é a principal cultura para produção animal na região.

Diante disto, surge a necessidade de avaliar diferentes maneiras de realizar o cultivo do milho para que se obtenha o máximo de produtividade mesmo com pouca disponibilidade de água para a cultura. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o rendimento do milho (híbrido AG 1051) com irrigação deficitária, por gotejamento, em função de diferentes populações, a fim de maximizar sua produtividade da biomassa no período de estiagem.

Material e métodos

A pesquisa foi realizada de fevereiro a junho de 2017 em área experimental do Polo Tecnológico Agroalimentar – Arapiraca (9°50'35.9"S 36°34'32.9"W), localizado no município de Arapiraca, região Agreste do Estado de Alagoas. O clima da área é do tipo **As'**, caracterizado por ser tropical e quente (KÖPPEN, 1948) com precipitação anual média de 750 a 1000 mm (XAVIER; DORNELLAS, 2005)

O híbrido de milho selecionado para o experimento foi o AG 1051, recomendado para milho-verde e silagem, comumente utilizado em larga escala na região. A semeadura ocorreu no dia 24 de fevereiro de 2017, a emergência da maioria das plântulas ocorreu no dia 29 de fevereiro do mesmo ano, 5 dias após a semeadura.

A irrigação utilizada no experimento foi a de gotejamento, utilizando-se da energia solar e eólica oriundas de um sistema existente na área da pesquisa para a fonte de energia. Além disso, a irrigação foi deficitária, ou seja, utilizou-se uma quantidade de água inferior a recomendada para cultura, cuja lâmina bruta média diária de água foi 2,5 mm/dia. Foi utilizada a adubação de fundação que ocorreu no dia anterior ao da semeadura, já a adubação de cobertura 25 dias após a emergência das plântulas. Toda a adubação foi utilizada conforme indicação na análise de solo do local, e feita de forma onde o adubo foi colocado ao longo da linha de plantio, distante aproximadamente 10 cm da linha de plantas.



De acordo com as necessidades, houve o controle manual das plantas daninhas, e conforme as recomendações do fabricante usou-se o agrotóxico Deltametrina para o controle de pragas utilizando-se pulverizador manual costal.

O experimento foi em blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si por 80 cm e espaçamento entre plantas de 30 cm 20 cm e 10 cm, correspondentes a 41.666, 62.500 e 125.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, sendo estes os tratamentos utilizados.

Em cada parcela foram coletadas 12 plantas das duas linhas centrais sendo excluídas as bordaduras. As plantas coletadas foram cortadas rentes ao solo e de cada planta fez-se a pesagem total, menos as raízes. Separadamente, pesou-se o caule, a folhas, a inflorescência masculina e espigas. As variáveis avaliadas foram: rendimento do caule (kg ha⁻¹) (RC), rendimento foliar (kg ha⁻¹) (RF), rendimento das espigas (kg ha⁻¹) (RE), rendimento da inflorescência masculina (kg ha⁻¹) (RIM) e rendimento total da biomassa (kg ha⁻¹) (RTB).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05), posteriormente os caracteres significativos foram submetidos a regressão polinomial, avaliando-se o efeito linear e quadrático através do software SISVAR 5,6 (FERREIRA, 2011) e os resultados foram plotados em gráficos utilizando-se o software Origin.

Resultados e discussão

Os resultados do teste de F das análises de variância dos caracteres produtivos da biomassa: rendimento do caule (RC), rendimento foliar (RF), rendimento da espiga (RE), rendimento da inflorescência masculina (RIM) e rendimento total (RTB); do híbrido de milho AG1051 em diferentes populações de plantas, além do coeficiente de variação, são observáveis na tabela 1.

As variáveis RC, RF, RIM e RT foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste F, bem como, significativas a 1% de probabilidade para a regressão linear, não sendo estas variáveis significativas para regressão quadrática (p>0,05). Já a variável RE não apresentou diferença significativa para nenhum fator de variação.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do rendimento do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 irrigado por gotejamento em diferentes espaçamentos entre linhas.

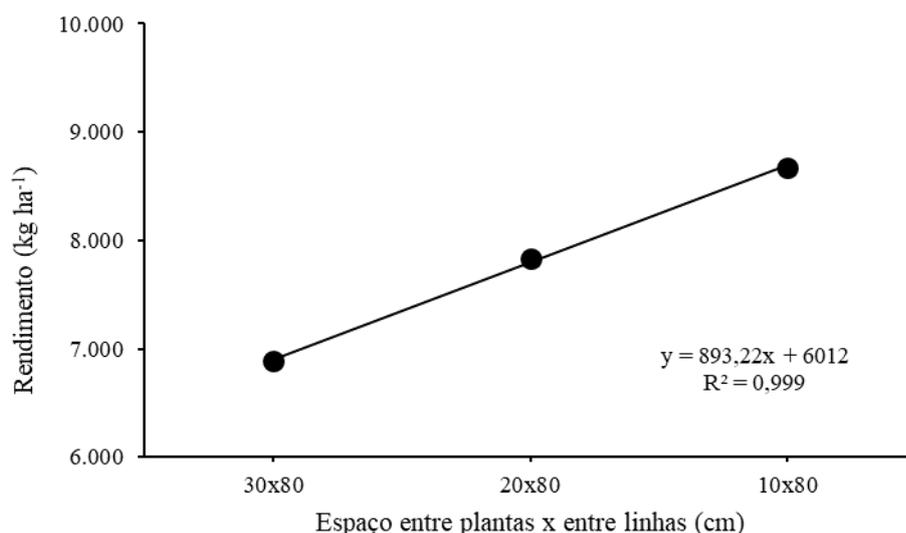
FV	QM					
	GL	RC	RF	RE	RIM	RTB
PP	2	3194434,41*	14815690,54*	1598001,29 ^{ns}	18521,03*	47779675,52*
BL	3	151182,76 ^{ns}	701735,38 ^{ns}	1164155,93 ^{ns}	996,39 ^{ns}	819195,63 ^{ns}
RL	1	5810203,08**	27080577,34**	3083365,61 ^{ns}	37001,42 ^{ns}	91444189,09**
RQ	1	578665,75 ^{ns}	2550803,74 ^{ns}	112625,98 ^{ns}	40,654 ^{ns}	4115161,95 ^{ns}
CV(%)	-	7,76	16,99	17,68	16,76	10,75

FV: Fator de Variação; População de plantas; BL: Bloco; RL: Regressão linear; RQ: Regressão quadrática; QM: Quadrados médios; GL: Graus de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; RC: Rendimento do caule; RF: Rendimento foliar; RE: Rendimento da espiga; RIM: Rendimento da inflorescência masculina; RTB: Rendimento total da biomassa. * Significativo a 5% pelo teste F; ^{ns} Não significativo pelo teste F.



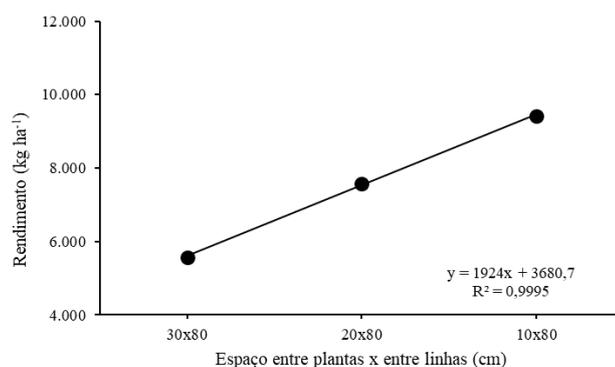
Observa-se na figura 1 que a linha de tendência apresenta um comportamento linear do rendimento do caule (kg ha^{-1}), sendo explicado pela equação de 1º grau, com grande confiabilidade ($R^2 = 0,999$), cujo espaçamento 10x80 cm proporcionou um rendimento de $8.752,21 \text{ kg ha}^{-1}$.

Figura 1. Produtividade do caule (kg ha^{-1}) do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 irrigado por gotejamento em diferentes espaçamentos.



Quanto à figura 2, é possível observar também a linha de tendência apresentando um comportamento linear do rendimento foliar (kg ha^{-1}), sendo explicado pela equação de 1º grau, com grande confiabilidade ($R^2 = 0,9995$), e sendo observado que no espaçamento 10x80 cm foi possível conseguir um rendimento de $9.587,81 \text{ kg ha}^{-1}$ de caule.

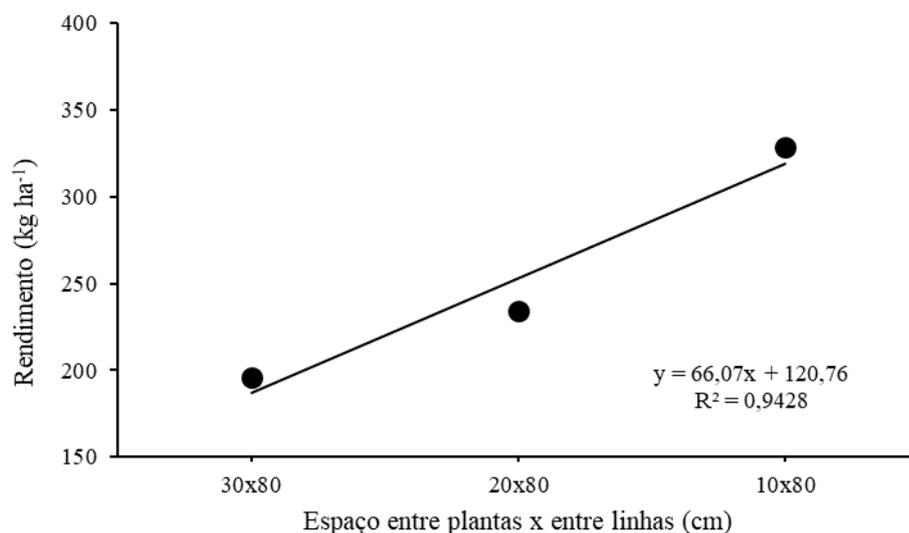
Figura 2. Rendimento foliar (kg ha^{-1}) do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 irrigado por gotejamento em diferentes espaçamentos.





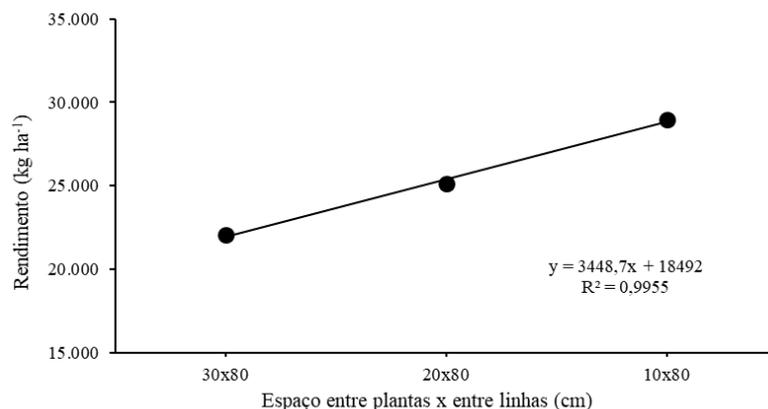
Já na figura 3 é possível analisar o tratamento com o espaçamento de 10x80 cm apresentando um rendimento de 328,37 kg ha⁻¹ com a linha de tendência apresenta um comportamento linear do rendimento para inflorescência masculina (kg ha⁻¹), sendo explicado pela equação de 1° grau, com grande confiabilidade (R² = 0,9428).

Figura 3. Rendimento da inflorescência masculina (kg ha⁻¹) do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 irrigado por gotejamento em diferentes espaçamentos.



Ademais, observa-se na figura 4 a linha de tendência apresentando um comportamento linear do rendimento da inflorescência masculina (kg ha⁻¹) que pode ser justificado através da equação de 1° grau com alta confiabilidade (R² = 0,9955), o espaçamento 10x80 cm gerador de um rendimento de 29.176,14 kg ha⁻¹.

Figura 4. Rendimento da biomassa total (kg ha⁻¹) do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 irrigado por gotejamento em diferentes espaçamentos.





Segundo Lima et al. (2016), a população de plantas passa a ser o fator determinante para maior produtividade da cultura e também maior acúmulo de massa seca tanto na raiz como na parte aérea, culminando com maior massa seca total. Esses resultados podem ser elucidados pela maior eficiência de interceptação de radiação e pelo decréscimo da competição por nutrientes, água e luz por causa da sua distribuição mais equidistante (MODOLO et al., 2010).

Albuquerque (2010) evidencia que, para o território brasileiro a requisição de água por parte da cultura de milho pode variar entre 380 a 550 mm. Mesmo com tais exigências foi possível encontrar resultados positivos através de um sistema de cultivo onde a irrigação foi feita de maneira deficitária.

Resultados semelhantes foram encontrados por Boiago (2017) que avaliou cinco híbridos de milho em diferentes densidades populacionais e para esses cinco híbridos avaliados houve aumento significativo de produtividade ao reduzir-se o espaçamento em todas as populações avaliadas, levando assim a considerar que tanto a redução de espaçamento quanto o aumento da densidade aumentam a produtividade de milho, pois mesmo que haja individualmente o menor crescimento e desenvolvimento das plantas, quando há a produção em grande escala há a compensação, pois gera produtividade maior devido ao grande número de plantas por hectare. Além disso, resulta-se em aumentos de produtividade sem implicar aumento no custo de produção.

Neumann et al. (2018), em experimento com três densidades de plantio de 60, 70 e 80 mil plantas ha^{-1} , avaliando as produções de biomassa e grãos, constatou que as maiores produções foram obtidas na densidade de 80 mil plantas ha^{-1} (30.067 kg ha^{-1}), independente do híbrido avaliado, corroborando que híbridos de milho são propícios ao adensamento de plantio e, aliado à irrigação, proporciona maiores rendimentos na produção.

Considere-se que no estudo em questão a irrigação foi deficitária, diferente de vários experimentos onde ocorreu irrigação não deficitária. Logo, pelos resultados observados ocorreu aumento de produtividade com aumento da quantidade de plantas por área, gerados devido a uma redução da distância entre plantas na linha, mantendo-se o espaçamento entre linhas. Levando a ponderar que mesmo em condições de menor oferta de água ocorre maiores rendimentos com um aumento da população.

Conclusão

Os resultados encontrados são importantes para o cultivo de milho na região semiárida do nordeste brasileiro, em razão das produtividades obtidas, onde as precipitações são baixas e a oferta de água para irrigação é limitada. Obteve-se rendimento satisfatório e considerável para uma região onde comumente ocorre perda de safra devido à estiagem, pois mesmo sendo uma cultura exigente em água, foi possível obter resultados eficientes utilizando um sistema de irrigação deficitário por gotejamento. Assim, uso de irrigação deficitária por gotejamento em milho elevará a produtividade da cultura na região, aumentando a oferta de alimentos para os animais na época de estiagem sobretudo, e conseqüentemente gerando aumento na sua renda familiar, pois pode-se ter uma maior disponibilidade de forrageiras aos



animais domésticos, bem como, pode aumentar a contribuição na alimentação humana visto a possibilidade de aumento na oferta de milho em grãos.

Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P. Manejo de irrigação na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.

ALVES, B. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, C. B. M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria v.45, n.5, p.884-891, 2015.

BARROS, J.; CALADO, J. M. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora, 2014.
Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>.
Acesso em: 03 mar. 2019

BOIAGO, R. G. F. S.; MATEUS, R. P. G.; SCHUELTER, R. R. B.; SILVA, G. J.; SCHUSTER, I. Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 16, n. 3, p. 440-448, 2017. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p440-448.

BRITO, M. E. B.; FILHO, G. D. A.; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1.039-1.042, 2011.

FERREIRA, Z. R. **Determinantes da irrigação no Brasil: uma análise do Spillover espacial**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; CONTARDI, L. M. Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapava, v. 12, n. 4, p.1027-1039, Set./Dez. 2016. DOI:10.5935/ambiencia.2016.04.nt2

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGEL, E.; SGARBOSA, M. Desempenho de híbridos de milho na região sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

NASCIMENTO, F. N., BASTOS, E. A., CARDOSO, M. J., JÚNIOR, A. S. de A., RAMOS, H. M. Desempenho da produtividade de espigas de milho verde sob diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.16, n.1, p. 94-108, 2017.



NEUMANN, M.; POCZYNEK, M.; LEÃO, G. F. M.; FIGUEIRA, D. N.; SOUZA, A. M. de. Desempenho de híbridos de milho para silagem cultivados em diferentes locais com três densidades populacionais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 1, p. 49-62, 2018. Disponível em: . doi: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p49-62>.

PEREIRA FILHO, I. A., CRUZ, J. C., SILVA, A. R., COSTA, R. V., CRUZ, I. Milho Verde. **Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica**. 2011.

PEREIRA FILHO, I. A.; TEIXEIRA, F. F. (Ed.). 2016. **O cultivo do milho-doce**. Embrapa. Brasília, DF. p.11-12.

SANTOS, W. O.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F.; MOURA, M. S. B.; NUNES, R. L. C. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 559-572, out./dez. 2014. Disponível em: . doi: [10.15809/irriga.2014v19n4p559](https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n4p559).

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas. **Geografia**, v. 14, n. 2, p. 49-54, 2005.