

Desempenho do milho verde em função da aplicação de lâminas de irrigação e densidades de semeadura

 <https://doi.org/10.56238/tecavanaborda-039>

Larissa Vasconcelos Santos

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: larissavasconcelos18@outlook.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4944948235337443>

Felipe de Assis Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Autônomo
E-mail: felipedeassis.agro@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8306154091113075>

Maria Damiana Rodrigues Araújo

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: rmariadamiana2@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0082341300679911>

Maria Deyse Silva dos Santos

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: lisboadayse383@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3710302718646466>

Kivia Caroline da Costa

Mestranda em Agricultura e Meio Ambiente, UFAL, Campus Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: kiviacaroline1@hotmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2503819449986860>

Thallita Nayanna Bezerra Alves

Mestranda em Agricultura e Meio Ambiente, UFAL, Campus Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: nayanathalita@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1836223317459000>

Edson Magrine de Souza Cavalcante

Graduando em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: edson.cavalcante@arapiraca.ufal.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9882773602222314>

Daniella Pereira dos Santos

Doutora em Engenharia Agrícola
E-mail: daniellapsantos@hotmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0994067308793874>

Julianna Catonio da Silva

Doutoranda em Agronomia, UFAL, CECA

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: julianna.silva@ceca.ufal.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6065558821008136>

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Professor Doutor em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca
Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
E-mail: mal.santo@arapiraca.ufal.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0192590447392368>

RESUMO

O cultivo de milho verde é uma atividade que vem despertando interesse por ser uma alternativa de grande valor econômico, principalmente para pequenos e médios produtores. A irrigação proporciona aos produtores demanda o ano todo e agregação de renda. Entretanto, a água vem se tornando um recurso escasso e é preciso estudos que traga orientações para o seu uso racional. A densidade de semeadura é uma das técnicas de manejo mais estudadas no milho uma vez que tem papel importante no rendimento de uma lavoura. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do milho verde submetido a diferentes lâminas de irrigação e densidades de semeadura. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus de Arapiraca, AL. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema de parcelas subdivididas 5 x 5, sendo três blocos, cinco lâminas de irrigação (0; 50; 100; 150 e 200% da ETC.) e cinco densidades de semeadura (83,3; 62,5; 50; 41,6 e 35,7 mil plantas/ha-1). Após a colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P), diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P), peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P), peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P), comprimento da espiga com palha (C.E.C.P), comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P), produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e produtividade da espiga sem palha (P.E.S.P). Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias entre os blocos e regressão linear e polinomial para os fatores lâmina de irrigação, densidades de semeadura e suas interações. Verificou-se que não houve efeito significativo para a interação dos fatores lâminas de

irrigação e densidades de semeadura. A densidade de semeadura proporcionou incremento para as variáveis comprimento da espiga com palha (C.E.C.P) e sem palha (C.E.S.P) e produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e sem palha (P.E.S.P) obtendo os maiores valores na densidade de 41,6 plantas/ha-1 para os comprimentos e na densidade 83,3 plantas/ha-1 para as produtividades. As

lâminas de irrigação só não influenciaram significativamente para variável comprimento da espiga com palha (C.E.C.P), obtendo os maiores valores nas maiores lâminas para as demais variáveis.

Palavras-chave: *Zea mays* L., Manejo de Água, Espaçamento de cultivo.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais antigas do mundo e representa um dos principais cereais mais cultivados no planeta. Essa importância está atrelada ao seu potencial produtivo, composição química, valor nutritivo e variabilidade de uso que o faz ser utilizado da alimentação humana e animal a indústria de alta tecnologia.

É uma planta exigente em água e o seu consumo hídrico varia em torno de 300 – 700 mm, dependendo das condições climáticas. A fase vegetativa do milho é mais tolerante ao déficit hídrico, no entanto, na fase reprodutiva o déficit hídrico pode resultar em decréscimo no rendimento de grãos.

Em Alagoas, o cultivo de milho verde é realizado predominantemente em condição de sequeiro o que pode limitar a produtividade da cultura devido à má distribuição das chuvas ou precipitação pluvial inferior à quantidade ideal para ótimo desenvolvimento durante seu cultivo.

O uso da irrigação proporciona o cultivo do milho verde durante todo o ano, principalmente em épocas e nas regiões mais secas, além de apresentar alta taxa de agregação de renda.

Outro aspecto importante para obtenção de elevadas produtividades do milho verde é a densidade de semeadura, pois o arranjo da população de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar a interceptação da radiação solar, otimizar o seu uso e potencializar o rendimento de grãos.

É importante o conhecimento da densidade ideal para cultura do milho tendo em vista uma maior produção de espigas dentro dos padrões comerciais uma vez que o cultivo abaixo ou acima da densidade ideal proporcionará diferenças nas características padrão exigidas no mercado das espigas de milho verde.

O uso adequado da água de irrigação e da densidade de semeadura permite aos produtores rurais o uso racional e eficiente dos recursos hídricos disponíveis e o controle do arranjo populacional, propiciando condições ideais para a exploração do máximo potencial produtivo da cultura.

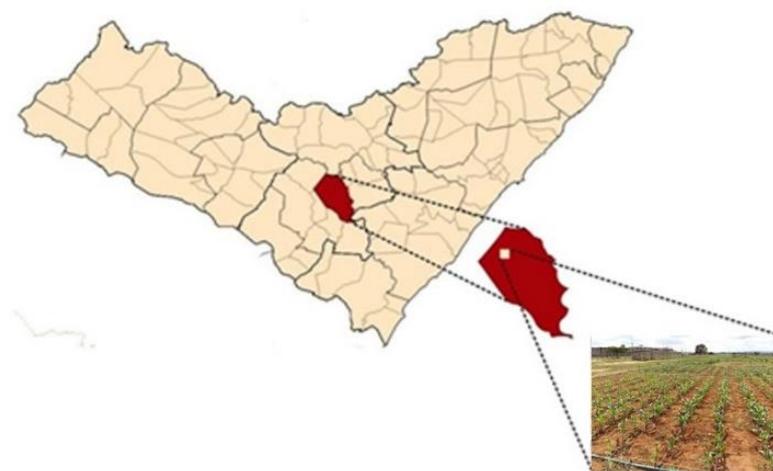
Objetivou-se nesse trabalho avaliar o desempenho do milho verde (*Zea mays* L.), cultivar AG 1051, submetido a diferentes lâminas de irrigação e densidades de semeadura no município de Arapiraca - AL.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em condições de campo, na área experimental do Grupo Irriga, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL Campus de Arapiraca, no município de Arapiraca – AL. A área experimental está situada a 325 metros de altitude, latitude de 9° 41' 58" S, longitude de 36° 41' 10" W. Essa região possui clima quente temperado, classificado como tipo 'As' tropical, pelo critério de Köppen (1948). Está situada entre a zona da mata e o sertão alagoano a 130 km da capital Maceió. De acordo com a Embrapa (2006) o solo dessa região é classificado como argissolo vermelho distrófico. O mapa de Alagoas, localização geográfica de Arapiraca e vista da área experimental estão representados na Figura 1.

Figura 1. Mapa de Alagoas, localização geográfica de Arapiraca e vista da área experimental.



Fonte: Adaptado de Abreu (2014).

De acordo com Xavier e Dornellas (2010), a estação chuvosa inicia no mês de maio e se estende até a primeira quinzena de agosto, com precipitação pluvial média de 854 mm ano⁻¹, sendo os meses de maio a julho os mais chuvosos e setembro a dezembro os mais secos.

Foi realizada uma coleta de amostra de solo, de 0 – 20 cm de profundidade, e enviada ao laboratório, a fim de fazer as devidas correções no solo. As características químicas e físicas do solo, obtidas por meio de análise laboratorial, estão na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do solo da área experimental do Campus de Arapiraca.

Atributos Químicos											
Ph	K ⁺	P	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺
	-----ppm-----			-----mg dm ⁻³ -----				-----ppm-----			
5,3	70	7	14	0,7	0,5	0,0	3,5	92,70	1,49	1,55	14,66
CTC efetiva			V (%) (Sat. De Bases)				Matéria Orgânica Total (%)				
1,44			29,2				0,57				
Atributos Físicos											
Areia	Silte	Argila	Porosidade	Classificação Textural			Densidade (g /cm ⁻³)				
-----%							Solo	Partícula			
82,6	7,05	10,39	38,1	Areia Franca			1,33	2,72			

FONTE: Autor, 2016.

2.2 CULTIVAR UTILIZADA

A cultivar utilizada no experimento foi a AG 1051 onde, de acordo com a empresa fornecedora, as características agrônômicas da cultivar corresponde a um híbrido duplo, de ciclo semiprecoce, útil para silagem e milho verde, textura do grão dentado e com recomendação de densidade de plantio de 45 – 50 mil plantas por hectare.

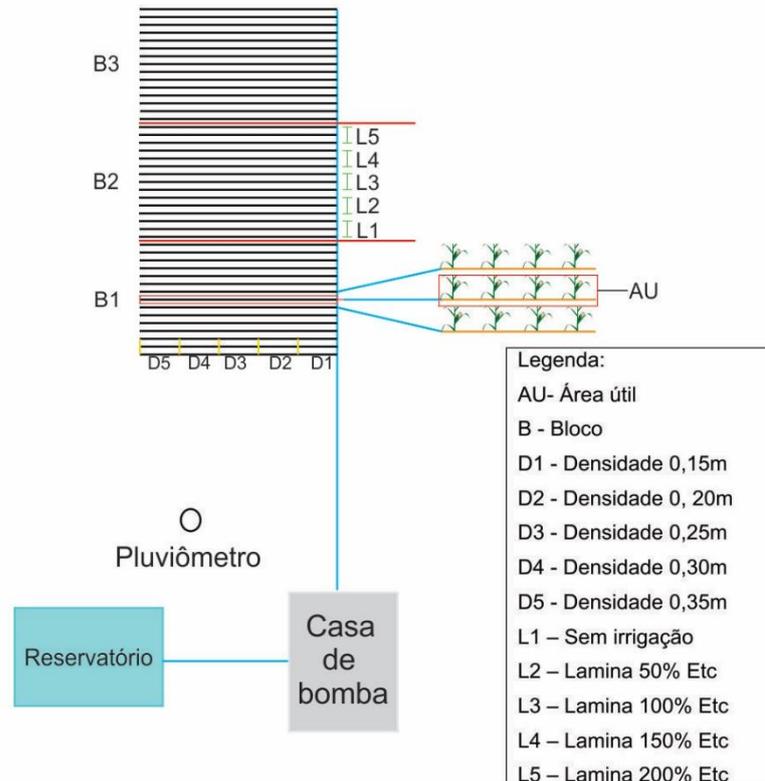
2.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas 5 x 5, sendo três repetições, cinco lâminas de irrigação (L₁ = 0%, L₂ = 50%, L₃ = 100%, L₄ = 150% e L₅ = 200% da ETc) e cinco densidades de semeadura (D₁ = 83,3, D₂ = 62,5, D₃ = 50, D₄ = 41,6 e D₅ = 35,7 mil plantas/ha⁻¹).

Dentro de cada repetição continham 15 linhas de plantio, espaçadas a 0,80m e com comprimento de 10m. A cada 3 linhas de plantio, dentro de cada bloco, correspondia a uma lâmina de irrigação, sendo a linha central utilizada para avaliação. As densidades de semeadura foram sorteadas dentro de cada lâmina de irrigação, sendo que a cada 2 m⁻¹ da linha de plantio correspondia a uma densidade de semeadura.

A área utilizada correspondeu a 360m². A figura 2 ilustra a área experimental, delineamento e tratamentos utilizados.

Figura 2. Área experimental, delineamento, e tratamentos utilizados.



FONTE: Autor, 2017.

2.4 DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO), COEFICIENTE DE CULTIVO (KC) E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA (ETC)

Para determinação da evapotranspiração de referência (ETO) foram coletados dados da estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), situada em Arapiraca – AL. Os dados foram coletados diariamente. Para estimativa da evapotranspiração de referência (ETO) diária foi utilizado o método de Penman – Monteith (equação 1), considerado o método padrão da FAO por representar influência da componente do balanço de energia e da componente aerodinâmica (ALLEN et al., 1998).

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{(R_n - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{900}{T + 273,15} U_2 \quad (1)$$

Em que:

ET_o = evapotranspiração de referência, mm d⁻¹;

δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa°C⁻¹;

λ = calor latente de evaporação, MJ kg⁻¹.

r_c = resistência do dossel da planta, s m⁻¹;

r_a = resistência aerodinâmica, s m⁻¹;

R_n = saldo de radiação à superfície, kJ m⁻² s⁻¹;

G = fluxo de calor no solo, $\text{kJ m}^{-2}\text{s}^{-1}$;
 γ = constante psicrométrica, $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$;
 T = temperatura média do ar, $^\circ\text{C}$;
 U_2 = velocidade do vento a 2 m de altura, m s^{-1} ;
900 = fator de transformação de unidades, $\text{kJ}^{-1} \text{kg K}$.

Os valores de coeficiente de cultura (K_c) do milho são alterados conforme avança o estágio de desenvolvimento da cultura. Segundo Albuquerque (2002) O milho, por ser uma cultura de ciclo curto ou anual, pode ter o seu estágio de desenvolvimento dividido em quatro fases, para efeito do estudo da evolução dos valores de k_c ao longo do tempo. Considerando que a cultura será colhida no estágio de milho verde ou de grão leitoso ou pastoso, sem completar integralmente o seu ciclo fenológico, pode-se desconsiderar parte da 3ª fase e totalmente a 4ª e última fase.

A metodologia proposta por Doorenbos e Pruitt (1977) para divisão das fases fenológicas e aplicação do k_c foi utilizada neste experimento. Nessa metodologia, Doorenbos e Pruitt (1977) afirma que, para diversas regiões do mundo, a duração do ciclo fenológico do milho para colheita de grãos secos varia de 125 a 180 dias, cujas fases 1, 2, 3 e 4 correspondem a 17%, 28%, 33% e 22%, respectivamente, do ciclo total. No entanto, quando se utiliza o milho comum para colher como milho verde, a fase 4 é inexistente e a fase 3 é reduzida de 33% para 27%. Sendo assim, a colheita do milho verde corresponde a 72% do ciclo completo do milho comum (da semeadura até a maturação fisiológica).

Os valores de k_c utilizados diariamente de acordo com a fase fenológica foram: 0,30 (fase 1), 1,15 (fase 2) e 1,05 (fase 3), de acordo com Doorenbos e Kassam (1994). A duração em dia, observado no experimento, de acordo com cada fase, foram: fase 1 = 19 dias, fase 2 = 30 dias e fase 3 = 29 dias. A fase 1 só começou a ser contabilizada quando 75% das plântulas emergiram, isso ocorreu 14 dias após a semeadura em 02/05/2016.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi calculada por meio da seguinte equação:

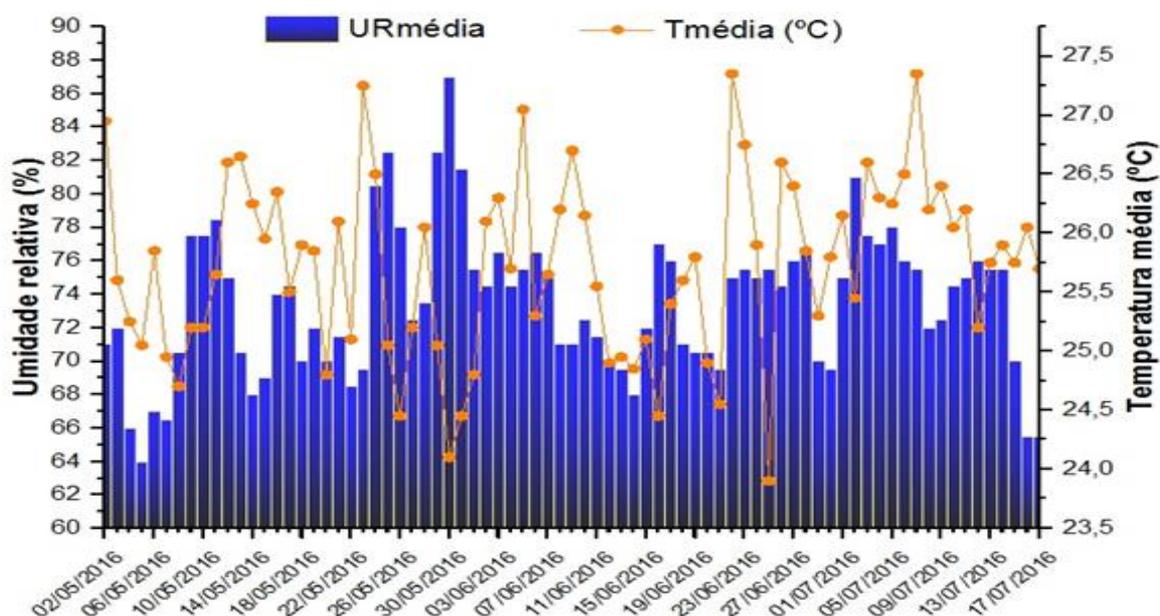
$$ET_c = \frac{ET_o \cdot K_c}{E_a} - P \quad (2)$$

Em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm d^{-1});
 ET_o = evapotranspiração de referência (mm d^{-1});
 K_c = coeficiente de cultivo (adimensional);
 P = precipitação pluviométrica (mm); e
 E_a = eficiência de aplicação de água (90%), irrigação por gotejamento.

Na Figura 3 podem ser observados os valores médios das variáveis meteorológicas umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C). As temperaturas oscilaram entre 21,5 e 30°C, tendo uma média de 25,7°C e a umidade relativa do ar, variou entre 52,9 e 94,1%, com média de 73,5% durante o período de desenvolvimento do cultivo do milho, essas variáveis são importantes na determinação da evapotranspiração de referência (ET_o).

Figura 3. Valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar durante a realização do experimento com o cultivo do milho.



O valor da temperatura média (25,7°C) está na faixa ideal, 24 a 30°C, para o cultivo do milho, conforme Cruz et al., (2006).

2.5 PREPARO DA ÁREA

O sistema de preparo do solo empregado foi o convencional. Utilizou-se de um trator com uma grade niveladora de dupla ação trabalhando a uma atratividade de cerca de 25 cm de profundidade.

Em seguida toda área foi demarcada a fim de facilitar a separação dos blocos, das linhas de plantio e da instalação do sistema de irrigação. Para demarcação da área foram utilizados piquetes e barbantes (Figuras 3 e 4).

Figura 4. Preparo convencional (A), grade revolviendo o solo (B).



FONTE: Autor, 2016.

Figura 5. Demarcação da área (A), solo revolvido (B).



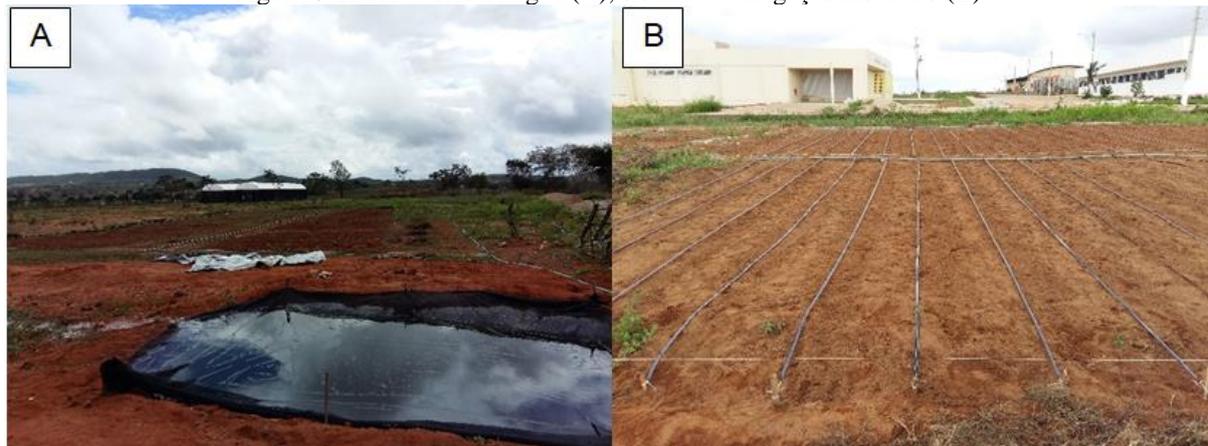
FONTE: Autor, 2016.

2.6 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação foi por gotejamento. Utilizou-se de fitas gotejadoras com diâmetro interno de 16 mm, com emissores espaçados a 25 cm e vazão nominal de 1,6 L/h.

Foi utilizado um reservatório com volume de 22 m³ para armazenar a água oriunda de abastecimento local. Para conduzir a água ao sistema de irrigação foi utilizado uma bomba de 0,5 cv em tubos de PVC, na linha principal, de 32 mm (Figura 6).

Figura 6. Reservatório de água (A), sistema de irrigação instalado (B).

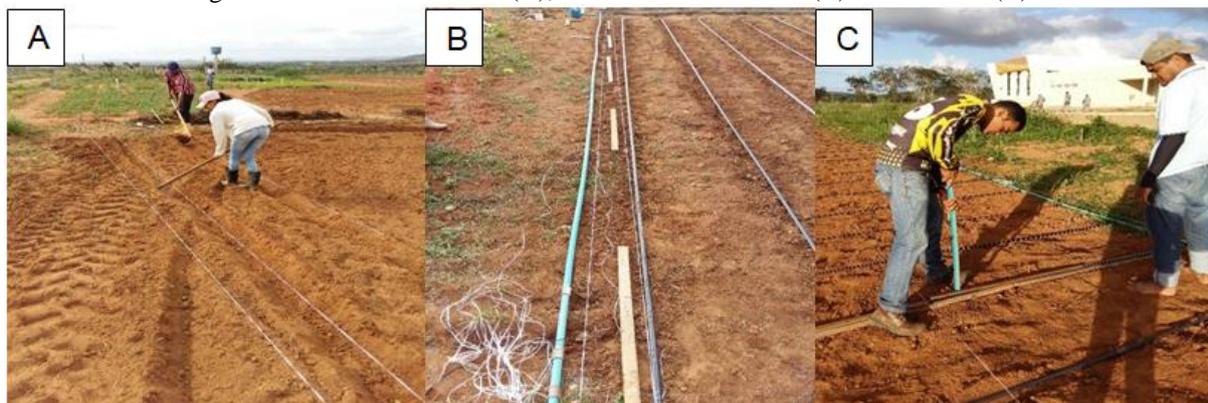


FONTE: Autor, 2016.

2.7 SEMEADURA, ADUBAÇÃO DE FUNDAÇÃO E DE COBERTURA

A semeadura foi realizada no formato de quincôncio e ocorreu na data de 18 de abril de 2016. As sementes foram distribuídas manualmente em covas. Para abertura das covas foi utilizado um tubo de PVC, perfurando 5 cm de profundidade no solo. A distribuição das 5 densidades diferentes se deu pelo uso de 5 réguas correspondentes a cada densidade (Figura 7).

Figura 7. Abertura dos sulcos (A), divisão das densidades (B) e semeadura (C).

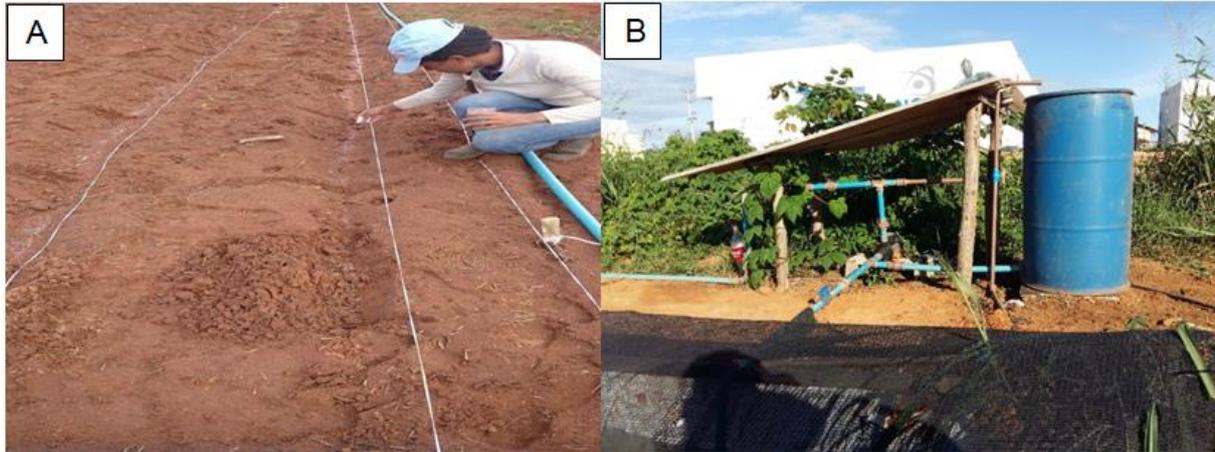


FONTE: Autor, 2016.

A adubação de fundação foi realizada manualmente no fundo de sulcos com profundidade de 15 cm. A quantidade de cada nutriente utilizado se deu com base na análise química do solo e na recomendação de adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA, 2008). Conforme a recomendação de adubação foi incorporada ao solo 65,5 kg de ureia/ha⁻¹, 133,25 kg de P₂O₅/ha⁻¹ e 69,25 kg de K₂O/ha⁻¹. De acordo com o IPA (2008), a recomendação para adubação de cobertura é de 60 kg/ha de nitrogênio. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada duas vezes, 50% da recomendação em cada aplicação, com o uso de ureia, por meio de fertirrigação.

Seguindo a recomendação de Vasconcellos et al., (2002), a primeira adubação de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram o estágio fenológico de V6 (sexta folha desenvolvida). A segunda adubação de cobertura foi realizada quando as plantas apresentaram a décima folha desenvolvida (V10) (Figura 8).

Figura 8. Adubação de fundação (A) e recipiente conectado a bomba e ao reservatório (B).



FONTE: Autor, 2016.

2.8 COLHEITA E VARIÁVEIS AVALIADAS

A colheita foi realizada manualmente e ocorreu 90 dias após a semeadura (DAS). Para avaliação foram colhidas 4 plantas centrais de cada subparcela da área útil. Foi colhida uma espiga por planta, sendo a que apresentava estágio de grão leitoso e características comerciais. Foi utilizado fita métrica, paquímetro e balança de precisão para auxiliar nas análises das variáveis.

2.8.1 Variáveis avaliadas:

- a) Diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P) e diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P): determinados após a colheita das espigas verdes das plantas de cada subparcela útil, mediante utilização de um paquímetro (Figura 9).

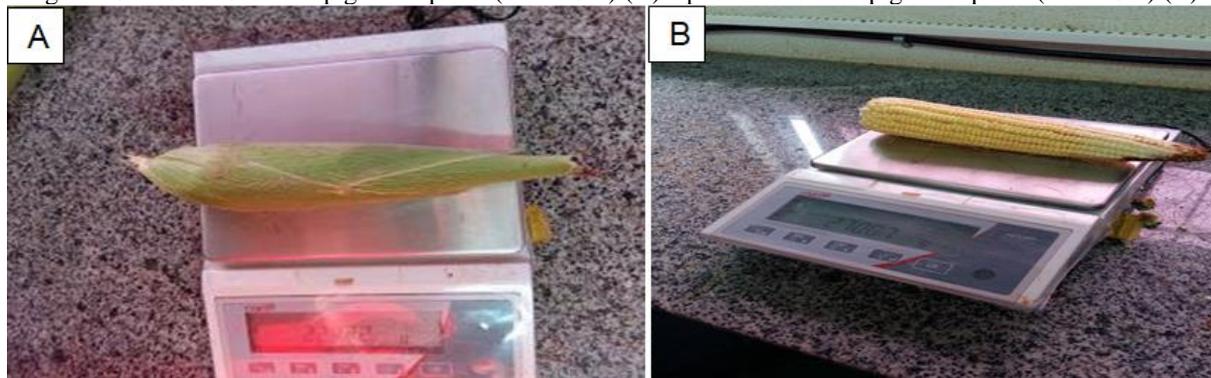
Figura 9. Diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P) (A) e diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P) (B).



FONTE: Autor, 2016.

- b) Peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P) e peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P): determinados após a colheita das espigas verdes das plantas (g por espigas) de cada subparcela útil por meio do uso de uma balança de precisão (Figura 10).

Figura 10. Peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P) (A) e peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P) (B).



FONTE: Autor, 2016.

- c) Comprimento da espiga com palha (C.E.C.P) e comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P): determinados após a colheitas das espigas tomadas da subparcela útil, mediante a utilização de uma fita métrica e também de uma régua graduada em centímetros (Figura 11).

Figura 11. Comprimento da espiga com palha (C.E.C.P) (A) e comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P) (B).



FONTE: Autor, 2016.

- d) Produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e produtividade da sem palha (P.E.S.P): determinadas após conhecer o peso fresco médio das espigas com palhas e sem palhas e convertidos para t/ha para cada densidade de semeadura.

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

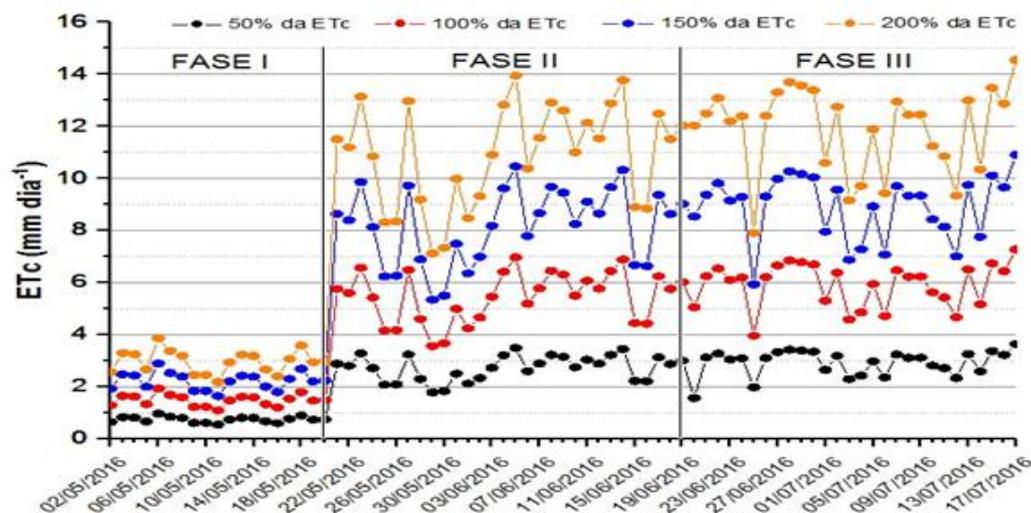
Após fazer avaliação biométrica das variáveis, os dados foram submetidos a análise estatística por meio do uso do programa SISVAR®. No programa foi realizado análise de variância aplicando o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias entre os blocos. Para determinar o efeito das lâminas de irrigação, das densidades de semeadura e da interação lâminas de irrigação x densidades de semeadura, aplicou-se o teste de regressão linear e polinomial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 12 corresponde a evapotranspiração da cultura (ETc) para os tratamentos das lâminas de irrigação L₂, L₃, L₄ e L₅ (50%, 100%, 150% e 200% da ETc). Na lâmina L₁ não teve aplicação de água por meio da irrigação. A água acumulada nessa lâmina foi por meio da precipitação pluvial ocorrida no período do experimento.

O total acumulado da ETc para as respectivas lâminas foram: L₂ = 177,929 mm, L₃ = 357,777 mm, L₄ = 537,626 mm e L₅ = 717,474 mm. Os valores máximo, mínimo e médio para o tratamento de 100% da ETc foram 7,270 mm d⁻¹, 1,092 mm d⁻¹ e 4,646 mm d⁻¹.

Figura 12. Evapotranspiração da cultura (ETc) para os tratamentos das lâminas de irrigação L₂, L₃, L₄ e L₅ (50%, 100%, 150% e 200% da ETc) obtidos durante o ciclo do cultivo de milho verde.

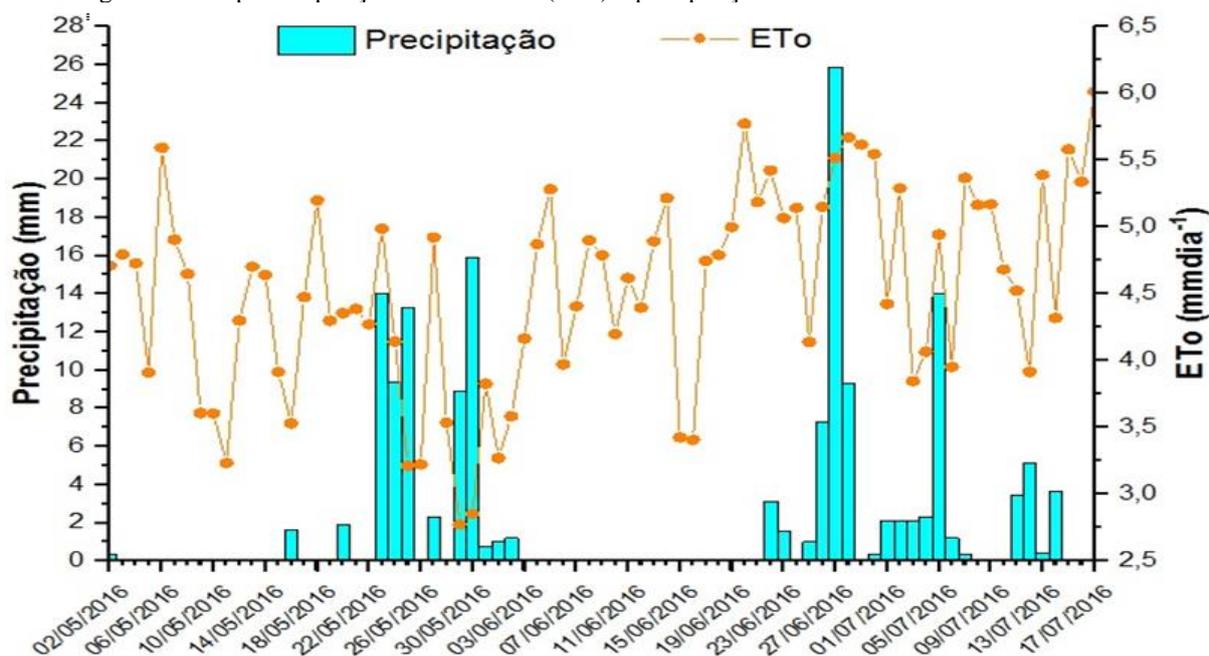


As lâminas de irrigação L₂ (50% da ETc = 177,929 mm) e L₃ (100% da ETc = 357,777 mm) ficaram abaixo dos valores propostos por Andrade et al., (2006) que afirmaram que, dependendo das condições climáticas, a exigência hídrica do milho, numa condição de evapotranspiração máxima, vai de 480 mm num período de demanda evaporativa baixa a 640 mm num período de demanda evaporativa muito alta. Ainda conforme a proposta de Andrade et al., (2006) a lâmina de irrigação L₄ (150% da ETc = 537,626 mm) e L₅ (200% da ETc = 717,474 mm) ultrapassaram o consumo hídrico da demanda evaporativa muito alta (520 mm).

Durante a realização do experimento os maiores valores da evapotranspiração da cultura para cada lâmina de irrigação foram de 3,635 para L₂, 7,270 para L₃, 10,905 para L₄ e 14,540 mm dia⁻¹ para L₅ registrados fase III do ciclo do cultivo do milho verde.

A figura 13 representa os valores da evapotranspiração de referência (ET₀) e precipitação equivalentes ao período de determinação da evapotranspiração da cultura no cultivo de milho verde.

Figura 13. Evapotranspiração de referência (ET_o) e precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura.



A ET_o acumulada foi de 359,06 mm, sendo a máxima de 6,23 mm d⁻¹ ocorrida no final do ciclo, a mínima de 2,78 mm d⁻¹ ocorrida 27 dias após a semeadura (DAS) e a média de 4,66 mm d⁻¹.

A precipitação acumulada durante o ciclo foi de 157,64 mm, sendo que os dias mais chuvosos ocorrem 28 DAS e 55 DAS com precipitação de 15,92 e 25,87 mm dia⁻¹ respectivamente.

Segundo Fancelli e Dourado (2004), para uma produção satisfatória, a exigência hídrica mínima está em torno de 300 – 350 mm. Santos et al., (2014) encontraram um valor de 300,54 mm de demanda hídrica total do milho verde, cultivar AG 1051, para um ciclo de 77 dias nas condições edafoclimáticas de Mossoró/RN.

De acordo com a tabela 2 e 3, verifica-se que não houve efeito significativo para interação dos fatores. As lâminas de irrigação influenciaram significativamente para as variáveis diâmetro das espigas com palha (D.E.C.P), diâmetro das espigas sem palha (D.E.S.P), peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P) e peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P), enquanto que as densidades não apresentaram efeito significativo.

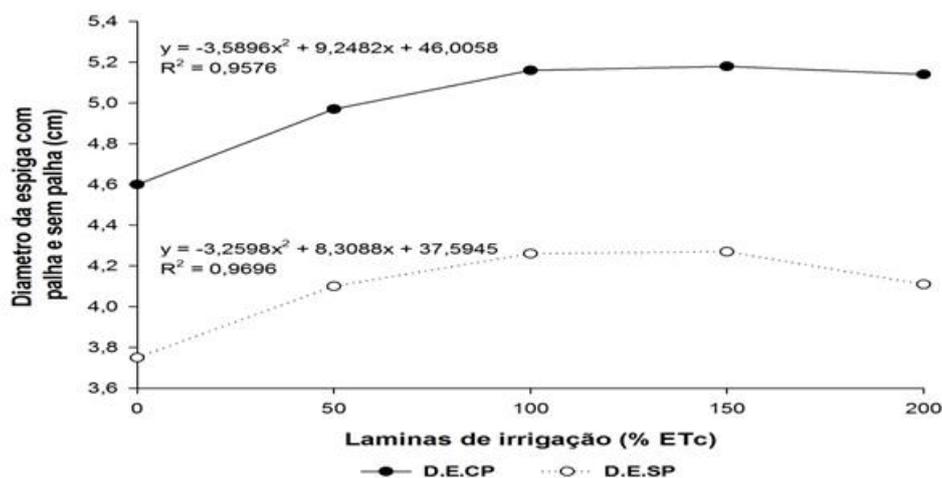
Tabela 2. Resumo da análise de variância para diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P), diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P), peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P) e peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P).

Fonte de variação	GL	QM			
		D.E.C.P	D.E.S.P	P.F.E.C.P	P.F.E.S.P
Laminas (L)	4	86,0614*	66,9111*	18315,5950**	8947,5716**
Densidade (D)	4	29,8284 ^{ns}	13,4907 ^{ns}	9404,8261 ^{ns}	2402,6364 ^{ns}
L X D	16	20,8153 ^{ns}	26,5308 ^{ns}	2386,9798 ^{ns}	1349,2890 ^{ns}
Blocos	2	247,8827**	217,1865**	8866,0358*	8466,2122**
Resíduo	48	49,5007	44,2861	7011,1605	4570,7841
CV% (L)		8,52	8,86	14,50	16,32
CV% (D)		11,25	13,59	24,70	33,56

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade e ns - Não significativo.

Por meio de derivada parcial foi encontrado o ponto máximo das lâminas de irrigação e das densidades de semeadura para as variáveis avaliadas neste experimento. A Figura 14 representa um comportamento quadrático dos diâmetros das espigas com palha (D.E.C.P) e sem palha (D.E.S.P) em função das lâminas de irrigação. O diâmetro da espiga de milho sem palha é uma das características avaliadas na escolha da espiga pelo consumidor. Segundo Albuquerque et al., (2008), o diâmetro padrão comercial das espigas de milho é de 3 cm.

Figura 14. Diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P) e diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P) em função de cinco lâminas de irrigação.



Com o aumento das lâminas de irrigação ocorreu um aumento no diâmetro da espiga com palha e no diâmetro da espiga sem palha, sendo os maiores valores de diâmetro 5,2 cm para diâmetro da espiga com palha e 4,3 cm para diâmetro da espiga sem palha correspondentes ao ponto máximo da lâmina de irrigação de 130% da ETc (465,11 mm) para ambas as variáveis. Os menores valores de

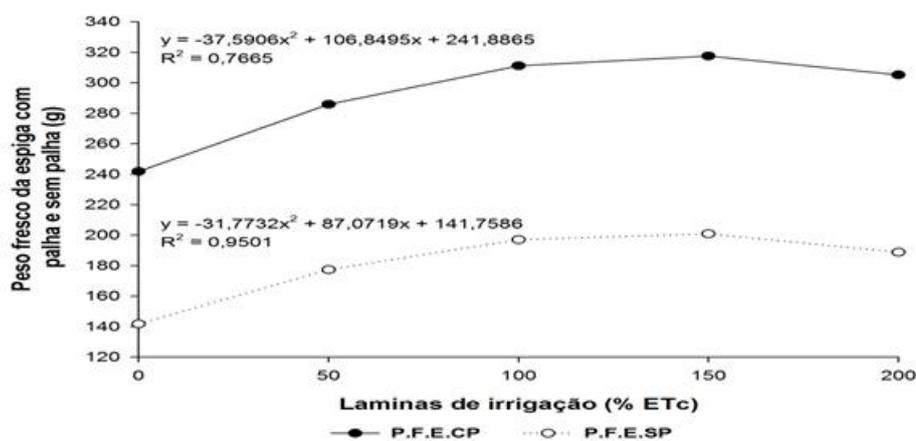
diâmetro foram de 3,75 cm para espiga sem palha e 4,6 cm para espiga com palha correspondente a lâmina L₁, 0% da ETc (sem irrigação = água da chuva).

Em todas as lâminas na variável diâmetro da espiga sem palha (D.E.S.P), o valor de diâmetro da espiga esteve acima do valor do diâmetro padrão comercial, sendo, portanto, consideradas comercializáveis.

Cardoso et al. (2010) obtiveram valores semelhantes ao do presente trabalho, sendo valores médios de 4,81 cm e 4,75 cm para diâmetro de espiga de milho sem palha com ciclo de 70 dias, esses valores são referentes aos espaçamentos 0,6 m e 0,8 m, densidades 5,50 e 6,25 plantas m⁻² e uma lâmina de irrigação aplicada de 433 mm.

O peso médio das espigas com palhas (P.F.E.C.P) e sem palha (P.F.E.S.P) sofreram influência da aplicação das diferentes lâminas de irrigação representado por um comportamento quadrático (Figura 15).

Figura 15. Peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P) e peso fresco da espiga sem palha (P.F.E.S.P) em função de cinco lâminas de irrigação.



Os valores médios obtidos neste experimento para peso fresco da espiga com palha foram 241,8, 285,9, 311,4, 317,5 e 305,2 g para as lâminas de 0% (chuva), 50%, 100%, 150% e 200% da ETc, respectivamente. Para o peso fresco da espiga sem palha os valores encontrados foram de 141,7, 177,3, 197, 200,8 e 188,8 g para as mesmas lâminas. O ponto máximo da lâmina de irrigação para ambas as variáveis foi de 140% da ETc (500,88 mm), obtendo, nessa lâmina, o valor máximo de 317,8 g para peso fresco da espiga com palha e 201,4 g para peso fresco da espiga sem palha.

Avaliando o peso da espiga de milho com palha e sem palha, observa-se que houve um ganho de 0,22 g das espigas com palha para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicado da L₁ (água da chuva) até a lâmina 140% da ETc. Quanto ao peso da espiga sem palha esse ganho foi de 0,17 g.

Para produção de milho verde é desejável obter maior peso de espigas, pois essas serão as mais desejadas pelo mercado consumidor. Paiva Junior et al., (1998), identificaram o peso médio de espigas verdes com palha de 300g para a cultivar AG 1051 ao analisarem a viabilidade técnica de produção de milho verde na região de Lavras, MG. Esse valor foi obtido no experimento nas lâminas L₃, L₄ e L₅. No entanto, a partir do ponto máximo da lâmina, 140% da ETc, o peso médio da espiga passou a decrescer e isso pode ser explicado, segundo Taiz e Zeiger (2013), pela acumulação de água no solo que reduz a disponibilidade de oxigênio (O₂) podendo causar anoxia (ausência de O₂) ou hipoxímia (O₂ anormalmente baixo) danificando as raízes pela inibição da respiração celular e conseqüentemente inviabilizando a produção de ATP e do trabalho bioquímico pela célula vegetal.

É importante salientar também que esses resultados estão de acordo com os encontrados por Nascimento (2012), que verificou que o peso médio das espigas com palhas e sem palhas aumentaram em função do acréscimo das lâminas de irrigação, obtendo um peso médio de espigas com palhas e sem palhas de 269g e 169,3 g para tratamento de 125% da ET_o. Para menor lâmina aplicada 165,51 mm, o peso médio da espiga foi de 28,4 g e 20,15 g.

De acordo com a Tabela 4, observa-se que as densidades de semeadura influenciaram significativamente as variáveis comprimento da espiga com palha (C.E.C.P), comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P), produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e sem palha (P.E.S.P), enquanto que só não ocorreu influência significativa das lâminas de irrigação para variável comprimento da espiga com palha (C.E.C.P).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para comprimento da espiga com palha (C.E.C.P), comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P), produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e produtividade da espiga sem palha (P.E.S.P).

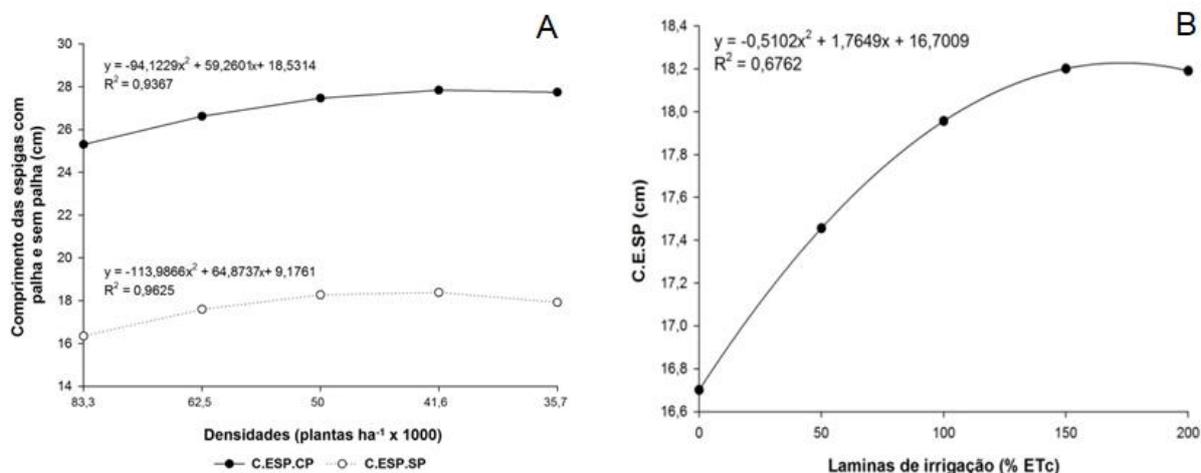
Fonte de variação	GL	QM			
		C.E.C.P	C.E.S.P	P.E.C.P	P.E.S.P
Lâminas (L)	4	13,6824 ^{ns}	8,9475*	60592601,9030**	28320573,7757**
Densidade (D)	4	17,9980*	10,4778*	231039118,4265**	108126477,9497**
L X D	16	7,6310 ^{ns}	2,4582 ^{ns}	11740185,9418 ^{ns}	5852121,2622 ^{ns}
Blocos	2	105,2356**	118,6699**	16703431,0724 ^{ns}	15696712,4585*
Resíduo	48	13,6607	4,7578	19072801,82	12029309,13
CV% (L)		10,90	6,80	13,42	15,32
CV% (D)		8,28	10,28	24,56	32,21

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade e ns - Não significativo.

As variáveis comprimento da espiga com palha e sem palha sofreram influência significativa das densidades de semeadura representada por um comportamento quadrático (Figura 16 A). O mesmo comportamento foi observado na variável comprimento da espiga sem palha em função das diferentes lâminas de irrigação (Figura 16 B).

O ponto máximo da densidade para comprimento da espiga com palha e sem palha ocorreu na densidade de 41,6 mil plantas/ha⁻¹ para um comprimento máximo de 27,8 cm e 18,4 cm respectivamente. Observou-se também que com o aumento da população de plantas ocorre um decréscimo de 2,5 cm para comprimento da espiga com palha e de 2,1 cm para comprimento da espiga sem palha, considerando a densidade de 41,6 mil plantas/ha⁻¹ a que obteve maior comprimento e a densidade de 83,3 plantas/ha⁻¹ a de menor comprimento. (Figura 16 A e B).

Figura 16. Comprimento da espiga com palha (C.E.C.P) e comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P) em função de cinco densidades de semeadura, (A) e comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P) em função de cinco lâminas de irrigação (B).



A redução no comprimento de espigas com a elevação da população de plantas pode ser atribuída ao aumento da competição por luz, nutrientes, água, e a consequente redução de fotoassimilados. Sob baixas densidades populacionais, a produção individual é máxima, por cada planta receber maior quantidade de radiação incidente (ARGENTA et al., 2001; FORNASIERI Filho, 2007).

O conhecimento do comprimento da espiga empalhada do milho verde torna-se um item importante na escolha da cultivar, bem como no momento da comercialização, sendo que esta é uma característica indicativa de qualidade (VIEIRA, 2007). Ainda conforme Vieira (2007), o comprimento de espiga sem palha, embora não seja fator decisivo na comercialização, demonstra o desenvolvimento da espiga e a capacidade de fornecimento de fotoassimilados para o desenvolvimento da espiga e para o enchimento de grãos.

Os valores médios encontrados no presente trabalho para o comprimento da espiga sem palha foram de 16,7 cm, 17,4 cm, 17,9 cm, 18,2 cm e 18,1 cm para 0% (chuva), 50%, 100%, 150% e 200% da ETc, respectivamente. O ponto máximo da lâmina de irrigação correspondeu a 180% da ETc para um comprimento de 18,3 cm.

Analisando o comportamento do efeito das lâminas no comprimento da espiga sem palha, observa-se que houve um ganho de 0,0033 cm das espigas sem palha para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicada, considerando da menor lâmina L_1 (chuva = 157,64 mm), até o ponto máximo (180% ETc = 644 mm) de onde se obteve maior comprimento.

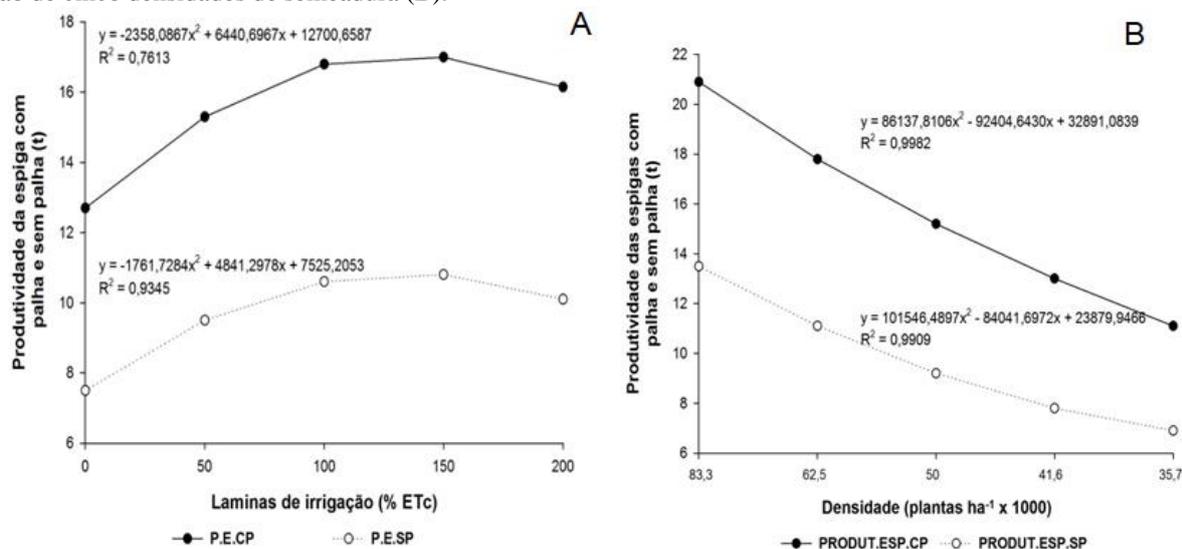
Os resultados de comprimento da espiga sem palha encontrados neste trabalho estão de acordo com os de Biscaro et al., (2008) que trabalhando com quatro tratamentos 200%, 100%, 50% e 25% do tempo de irrigação encontraram para comprimento médio de espigas sem palha 15,6 cm, 15,2 cm, 13,7 cm e 14,9 cm respectivamente. Nascimento (2012) também obteve incremento no comprimento das espigas sem palhas ao trabalhar com diferentes tempos de irrigação onde obteve médias de 18,73 cm, 17,96 cm, 19,47cm, 19,67 cm e 20,25 cm para 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo respectivamente.

De acordo com Paiva Júnior (2001) o comprimento padrão comercial das espigas sem palha, deve ser maior que 15 cm. Isso demonstra que os valores obtidos de comprimento da espiga com e sem palha estão dentro do padrão comercial.

Com relação às produtividades, no tratamento de irrigação, os pontos máximos da produtividade da espiga com palha e sem palha foram de 17,1 e 10,8 toneladas correspondentes a uma lâmina de 140% da ETc (500,88 mm). Os menores valores foram obtidos no tratamento sem irrigação (chuva) 12,7 e 7,5 toneladas. Com relação às densidades de semeadura, os maiores valores obtidos de produtividade da espiga com palha e sem palha foram de 20,9 e 13,5 toneladas na densidade de 83,3 mil plantas/ha⁻¹. Os menores valores obtidos para densidade de semeadura foram de 11,1 e 6,9 toneladas na densidade de 35,7 mil plantas/ha⁻¹ para produtividade da espiga com e sem palha respectivamente.

A figura 17 representa o comportamento quadrático das variáveis produtividade da espiga com palha e sem palha em função das lâminas de irrigação (Figura 17 A) e das densidades de semeadura (Figura 17 B).

Figura 17. Produtividade da espiga com palha (P.P.C.P) e produtividade da espiga sem palha (P.E.S.P) em função de cinco lâminas de irrigação (A), e Produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e produtividade da espiga sem palha (P.E.S.P) em função de cinco densidades de semeadura (B).



De acordo com Nascimento (2012), o incremento na produtividade em função do aumento da lâmina de irrigação pode ocorrer devido ao maior nível de conteúdo de água no solo, que proporciona um maior desenvolvimento foliar, conseqüentemente, maior produção de fotoassimilados e, portanto, maior produção de espigas. Isso pôde ser observado, neste experimento, com o aumento do conteúdo de água no solo do tratamento sem irrigação (chuva) até o ponto máximo da lâmina de irrigação correspondente a 140% da ETC de onde se obteve maior produtividade da espiga com palha e sem palha.

Esses resultados estão de acordos com os encontrados por Ferreira et al., (2010) que observaram um comportamento crescente de forma linear para produtividade de milho sob influência de 4 diferentes lâminas de irrigação. Oktem (2008), trabalhando com tanque classe A também observou aumento progressivo na produção de espigas verdes 9.150 kg ha⁻¹, 12.340 kg ha⁻¹, 13.850 kg ha⁻¹, 14.720 kg ha⁻¹ em função dos tratamentos de irrigação adotados 70 %, 80 %, 90 % e 100 %.

Quanto à densidade a produtividade foi maior na densidade de 83,3 mil plantas/ha⁻¹ tanto para a produtividade da espiga com palha quanto para produtividade da espiga sem palha.

Pereira Filho (2002) e Fornasieri Filho (2007), afirmam que a produtividade de uma lavoura de milho, eleva-se até atingir uma densidade ótima. A partir da densidade ótima, onde ocorre o máximo rendimento, o aumento da densidade resultará no decréscimo progressivo da lavoura. Sangoi (2001), afirma que baixa densidade de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, favorecendo a produção de grãos por planta, mas reduzindo a produtividade por área.

4 CONCLUSÕES

1. As lâminas de irrigação e densidade de semeadura proporcionaram incrementos positivos com uma tendência quadrática para a maioria dos componentes de produção do milho verde.
2. Os pontos máximos das lâminas de irrigação foram de 180% da ETc para a variável comprimento da espiga sem palha (C.E.S.P), 140% da ETc para as variáveis peso fresco da espiga com palha (P.F.E.C.P), sem palha (P.F.E.S.P), produtividade da espiga com palha (P.E.C.P), sem palha (P.E.S.P) e de 130% da ETc para as variáveis diâmetro da espiga com palha (D.E.C.P) e sem palha (D.E.S.P).
3. As densidades de semeadura influíram significativamente com uma tendência quadrática apenas para as variáveis comprimento da espiga com palha (C.E.C.P), sem palha (C.E.S.P) e produtividade da espiga com palha (P.E.C.P) e sem palha (P.E.S.P), obtendo os maiores valores na densidade de 41,6 mil plantas/ha⁻¹ m para os comprimentos e na densidade 83,3 mil plantas/ha⁻¹ para as produtividades.

REFERÊNCIAS

- Abreu, r. L. De. Localização geográfica de arapiraca. Disponível em: <http://pt.wikibooks.org/wiki/ficheiro:brazil_state_alagoas.svg>. Acesso em: 08 março. 2017.
- Albuquerque, c. J. L. Desempenho de híbridos de milho verde na região sul de minas gerais. 56 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – universidade federal de lavras, lavras, mg, 2005.
- Albuquerque, p. E. P. Irrigação para o cultivo de milho verde. In: pereira filho, i. A. (ed.). O cultivo do milho verde. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2002. Cap. 6, p. 96.
- Albuquerque, c. J. B.; von pinho, r. G.; silva, r. Da. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. Bioscience journal, uberlândia, v. 24, n. 2., p. 69-76, apr./ june 2008.
- Allen, r.g.; pereira, l.s.; raes, d. Crop evaporation. Rome: fao, (fao irrigation and drainage, paper 56). P.297,1998.
- Allen r. G.; pereira l. S.; raes d.; smith m. Evapotranspiración del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos. Roma: fao, 2006. 298p. (estudio fao riego y drenaje , 56).
- Almeida, bruno marçal de. Evapotranspiração, coeficiente de cultura e produção do milho sob condições de salinidade residual. 2012. 80f. Dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) - universidade federal rural do semi-árido (ufersa), mossoró-rn, 2012.
- Andrade, c. De l. T.; albuquerque, p. E. P. De; ricardo augusto lopes brito, r. A. L.; resende, m., viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho. Embrapa milho e sorgo, sete lagoas – mg, dezembro, 2006, (circular técnica, 85).
- Alves, s. M. F.; silva, a. E.; seraphin, j. C.; vera.; r.; souza, e. R. B.; rolim, h. M. V.; ximenes, p. A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. Pesquisa agropecuária tropical, goiânia, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004.
- Argenta, g.; silva, p.r.f.; sangoi, l. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. Ciência rural, santa maria, v.31, p.1075-1084, 2001a.
- Back, a.j. variação da evapotranspiração de referência calculada em diferentes intervalos de tempo. Engenharia agrícola, jaboticabal, v. 27, n. 1, p.139-145, 2007.
- Barros, j. F. C.; calado, j. G. A cultura do milho. Other. Disponível em: <<http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804>>. Acesso em: 17 out. 2016.
- Bergamaschi, h. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: rego, g.m.; negrelle, r.r.b.; morellato, l.p.c. fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo, pr: embrapa florestas, 2007.
- Bernardo, s.; soares, a.a.; mantovani, e.c. manual de irrigação. 8. Ed. Viçosa: editora ufv, 2006. 625p.
- Biscaro, g. A.; maia, s. C. M.; silva, t. R. B. Da. Influencia da aplicação de água no milho verde irrigado na região do cerrado sul-mato-grossense. Agrarian, dourados-ms, v.1, n.1, p. 67-77, jul./set. 2008.

Borges, i.d. avaliação de épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamento entre fileiras na cultura do milho. 2003. 73 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) universidade federal de lavras, lavras, mg, 2003.

Borges júnior, j. C. F.; anjos, r. J.; silva, t. J. A.; lima, j. R. S.; andrade, c. L. T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de garanhus, pe. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v.16, p.380-390, 2012.

Bottini, p.r.; tsunechiro, a.; costa, f.a.g. da. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. Informações econômicas, são paulo, v.25, n.3, p. 49-53, 1995.

Braz, r. F. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde em função do cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento. 2002. 51 f. Dissertação (mestrado) – universidade federal de viçosa, viçosa, mg, 2002.

Cardoso, m. J.; bastos, e. A.; pacheco, c. A. P.; rocha, l. M. P.; guimarães, l. J. M.; guimarães, p. E de o.; parentoni, s. N.; silva, a. R de. Rendimento de grãos e componentes de rendimento de híbridos comerciais de milho sob deficiência hídrica. In: xxviii congresso nacional de milho e sorgo, 2010, goiânia: associação brasileira de milho e sorgo.

Cardoso, m. J.; melo, f. B.; ribeiro, v.q; bastos, e. A. Produtividade de espigas verde de milho relacionada a níveis de nitrogênio, densidades de plantas e a irrigação. In: congresso brasileiro de engenharia agrícola, 31. Anais... Salvador: sbea, 2002.

Carvalho, d. F. De; rocha, h. S. Da; bonomo, r.; souza, a. P. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir de dados meteorológicos limitados. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 50, n. 1, p. 1-11, jan.

Castro. R.s. rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho. 2010. Tese (doutor em agronomia) – universidade federal rural do semi árido, mossoró, rn, 2010.

Cavalcante junior, e. G.; oliveira, a. D.; almeida, b. M.; sobrinho, j. E. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições do semiárido nordestino. Ciências agrárias, londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1699-1708, 2011.

Cib, conselho de informações sobre biotecnologia. 2006. Guia do milho: tecnologia do campo à mesa. Disponível em: < http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_cib.pdf>. Acesso em: 1 out. 2016.

Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. V. 12 safra 2015/16 - décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-182, setembro 2016. Issn 2318-6852

Cruz, j. C.; et al. Produção de milho na agricultura familiar. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2011. 45 p.

Cruz, j. C.; pereira filho, i. A. Manejo e tratos culturais. In: pereira filho i. A. (eds.). O cultivo do milho-verde. Brasília, df, embrapa informação tecnológica. P. 31- 44, 2003.

Cruz, j. C.; pereira filho, i. A.; alvarenga, r. C.; neto, m. M. G.; viana, j. H. M.; oliveira, m .f.; santana, d. P. Manejo da cultura do milho. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2006. 12 p. (embrapa milho e sorgo. Circular técnica 87).

Doorenbos, j.; kassan, a.h. efeito da água no rendimento das culturas. Campina grande: ufpb, 1994.306p.(estudos fao. Irrigação e drenagem, 33).

Doorenbos, j.; pruit, w. O. Crop water requirements. Rome: fao, 1977. 179p. (fao irrigation and drainage paper, 24).

Doorenbos, j.; pruit, w.o. necessidade hídrica das culturas. Campina grande: ufpb, 1997. 204p. (estudos fao: irrigação e drenagem, 24).

Embrapa. Centro nacional de pesquisa de solos (rio de janeiro, rj). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. Ed.-rio de janeiro : embrapa-spi, 2006.

Emygdio, b.m.; rosa, a. P. S. A.; texeira, m. C.c.: indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no rio grande do sul safras 2013/2014 e 2014/2015. In: lviii reunião técnica anual de milho e xli reunião técnica anual de sorgo, Brasília, df: embrapa, 2013.

Fancelli, a.l.; dourado neto, d. Produção de milho. Ed. Agropecuária, guaíba. 360 p., 2004.

Ferreira, v. M.; andrade junior, a. S de.; cardoso, m. J.; ribeiro, v. Q.; morais, e. L. Da c. Performance produtiva do consórcio milho – feijão caupi e disponibilidade hídrica do solo. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.5, n.2, p.177-186, 2010.

Fiesp. Federação das indústrias do estado de são paulo. Safra mundial de milho 2016/17 - 7º levantamento do usda. Disponível: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em: 11 jan. 17.

Filgueira, f. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, mg: ufv. 2008. 421 p.

Fornasieri filho, d. A cultura do milho. Jaboticabal: funep, 1992. 273p.

Fornasieri filho, d. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: funep, 2007, 576p.

Freitas, wellington alves de. Desenvolvimento e avaliação de um dispositivo capacitivo para manejo de irrigação. 2014, 210p. Tese (doutorado em recursos hídricos em sistemas agrícolas) – universidade federal de lavras, lavras, mg. 2014.

Frizzone, j. A. Análise de decisão econômica em irrigação. Serie didática. Departamento de engenharia rural, piracicaba, n. 17, p. 1-371, 2005.

Gomes, e. P.; testezlaf, r. Manejo de irrigação na tomaticultura de mesa. Disponível em <http://www.agr.unicamp.br/tomates/irrigacaoerecursos_hidricos.htm> acessado em: 26/04/2017.

Instituto brasileiro de geografia e estatística – ibge. Censo agropecuário 2006: brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasil. Rio de janeiro, 2009.

Ipa – recomendação de adubação para o estado de pernambuco: 2º aproximação. Recife, pe, 2008. 175 pág.

Kashyap, p. S.; panda, r. K. Evaluation of evapotranspiration estimation methods and development of crop-coefficients for potato crop in a sub-humid region. *Agricultural water management*, 50. P. 9-25, 2001.

Köppen, w. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: fondo de cultura economica, 1948. 478 p.

Lima, f. P. Avaliação de métodos de estimativa da eto para cidade de iguatu-ce. 2008. 88f. Trabalho de conclusão de curso-curso tecnologia em irrigação e drenagem, instituição federal ciência e tecnologia campus ii, iguatu-ce, 2008.

Lopes, otávio diniz. Desenvolvimento, determinação e coeficiente de cultura (kc) e da eficiência do uso da água do alecrim-pimenta (*lippia sidoides* cham.) Na região de montes claros. 2010, 70 p. Dissertação (mestrado em produção vegetal no semiárido) – universidade estadual de montes claros, janaúba, mg. 2010.

Magalhães, p.c.; durães, f.o.m.; carneiro, n.p.; paiva, e. *Fisiologia do milho*. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2002. 23 p. (embrapa milho e sorgo. Circular técnica, 22).

Magalhaes, p. C.; duraes, f. O. M.; gomide, r. L. *Fisiologia da cultura do milho*. Capítulo em livro técnico-científico (alice). Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/478294>>. Acesso em: 17 out. 2016.

Mapa. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. *Projeções do aronegocio*. Brasil 2015/16 a 2025/26. Projeções de longo prazo. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/acs/2016/projecoes-agronegocio-2016-2026.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

Matos, m. J. F.; tavares, s. A.; tavares, s. A.; santos, f. F.; melo, m. F. L. *Milho verde*. *Correio brasiliense*, Brasília, 8 abr. 2000.

Melo filho, g. A. De. *Aspectos sócio-econômicos*. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/252890>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

Melo, t. K.; medeiros, j. F.; sobrinho, j. E.; figueiredo, v. B.; souza, p. S. *Evapotranspiration and crop coefficients of melon plants measured by lysimeter and estimated according to fao 56 methodology*. *engenharia agrícola, jaboticabal*, v.34, n.5, p.929-939, set./out. 2013.

Mendonça, j. C.; sousa, e. F.; bernardo, s.; sugawara, m. T.; peçanha, a. L.; gottardo, r. D. *Determinação do coeficiente cultural (kc) do feijoeiro (phaseolus vulgaris l.)*, em campos dos goytacazes, rj. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, campina grande*, v.11, n. 5, p. 471-475, 2007.

Moraes, a. R. A. De; instituto agronômico de campinas-centro avançado de pesquisa tecnológica do aronegocio de grãos e fibras, 2009.

Nascimento, f. N.; *características agronômicas do milho verde sob diferentes regimes hídricos*. 81f. : il. Dissertação (mestrado em agronomia) – universidade federal do piauí, teresina, 2012.

Oktem, a. *Effects of deficit irrigation on some yield characteristics of sweet corn*. *Bangladesh j. Bot.* 37(2): 127-131, 2008 (december).

Paiva junior, m. C. Desempenho de cultivares para produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura. 1999. 66 p. Dissertação (mestrado) - universidade federal de lavras, lavras, 1999.

Paiva junior, m. C.; pinho, r. G. Von; pinho, e. V. R. Von; resende, s. G. Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em lavras-mg. Ciência e agrotecnologia, lavras, v. 25, n. 5, p.1235-1247. 2001.

Paiva junior, m.c.; pinho, r.g. von.; resende, s.g. viabilidade técnica de produção de milho verde na região de lavras, mg. In: congresso nacional de milho e sorgo, 22., 1998, recife. Globalização e segurança alimentar – resumos expandidos. Recife: abms, 1998.

Paterniani, e.; campos, m.s. melhoramento do milho. In: borém, a. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: ufv. 2005. P.491 – 552.

Pereira filho, i. A.; cruz, j. C. Colheita, transporte e comercialização do milho verde. In: pereira filho, i. A. (ed.). O cultivo do milho verde. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2002. Cap. 11, p. 200.

Pereira filho, i. A.; cruz, j. C.; gama, e. E. G. Cultivares de milho para consume verde. In: pereira filho, i. A. (ed.). O cultivo do milho verde. Sete lagoas: embrapa milho e sorgo, 2002. Cap. 1, p.18-30.

Ritchie, s.w.; hanway, j.j.; benson, g.o. como a planta de milho se desenvolve. Piracicaba: potafos, p.1-20., 2003. (informações agronômicas, 103).

Rocha, d. R. Desempenho de cultivares de milho-verde submetidas a diferentes populações de plantas em condições de irrigação. 2008. Tese (doutor em agronomia) – universidade estadual paulista, jaboticabal, sp, 2008.

Sangoi, l. Understanding plant density effects on maize growth and development; na important issue to maximize grain yield. Ciência rural, santa maria, v. 31, p. 159 168, 2001.

Sangoi, l.; silva, p.r.f.; argenta, g.; horn, d. Bases morfo-fisiológicas para aumentar a tolerância de cultivares de milho a altas densidades de plantas. In: reunião técnica catarinense de milho e feijão, 4., 2003, lages, sc. Resumos expandidos... Lages: cav-udesc, 2003. P.19-24.

Santos, r. F.; carlesso, r. Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. V.3, n.1, p.1-6, 1998.

Santos, w. O.; sobrinho, j. E.; 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, outubro-dezembro de 2014.

Sans, d.p. cultivo do milho: clima e solo. Comunicado técnico (cpatc), editora embrapa, Brasília, v. 38, 4p, 2002.

Sementes agroceres. Guia de híbridos. Disponível em: <<http://www.sementesagroceres.com.br/pages/baixararquivo.aspx?i=guiahibridosveraosul.pdf&t=pdf>>. Acesso em: 10 marc. 2017.

Silva, r. R.; santos, i. M. S.; oliveira, g. M.; carvalho, a. R. P.; santos júnior, p. P.; gonçalves, i. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura para melancia. Revista brasileira de agricultura irrigada, fortaleza – ce, v. 9, n. 6, p. 392-399, 2015.

Soares, f. C.; peiter, m. X.; robaina, a. D.; vivan, g. A.; parizi, a. R. C. Resposta da cultura do milho à variabilidade hídrica em solo sob pivô central. Irriga, botucatu, v. 17, n. 2, p. 220 - 233, abril-junho, 2012.

Taiz, l.; zeiger, e. Fisiologia vegetal. 5. Ed. Porto alegre: artmed, 2013. 954 p.

Vasconcellos, c. A.; pereira filho, i. A.; cruz, j. C. Adubação de milho verde. Embrapa milho e sorgo, sete lagoas – mg, janeiro, 2002, (circular técnica, 17).

Vieira, m. De. A. Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde. 2007. 95 f. Dissertação (mestrado em agronomia) – universidade federal do paraná, paraná, 2007.

Visão agrícola. São paulo: escola superior de agricultura “luis de queiroz”, 2015-issn 1806-6402 .

Xavier, r. A; dornellas, p. C. Análise do comportamento das chuvas no município de arapiraca, região agreste de alagoas. Geografia, londrina, v. 14, n. 2, p. 49-64, 2010.