



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PRODUÇÃO VEGETAL

FÁBIO NUNES DO NASCIMENTO

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS

TERESINA - PI

2012

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS

FÁBIO NUNES DO NASCIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

TERESINA - PI

2012

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS

FÁBIO NUNES DO NASCIMENTO

Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Edson Alves Bastos

Co-Orientador: Dr. Aderson Soares de Andrade Júnior

TERESINA - PI

2012

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

N244c Nascimento, Fábio Nunes
Características agronômicas do milho verde sob diferentes regimes hídricos/Fabio Nunes Nascimento. – 2012.
81f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

Orientação: Profª Drª. Edson Alves Barbosa

Co-Orientação: Profº Drº. Anderson Soares de Andrade Júnior

1. *Zea mays* L. 2. Irrigação. 3. Espiga Verde. 4. Água-Eficiência. I. Título.

CDD: 633.15

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO MILHO VERDE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Piauí – UFPI, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

FÁBIO NUNES DO NASCIMENTO

Aprovada em: ____/____/____

Composição da Banca Examinadora:

Pesquisador. Dr. Edson Alves Bastos
Embrapa Meio – Norte - CPAMN
Orientador

Pesquisador. Dr. Milton José Cardoso
Embrapa Meio – Norte - CPAMN

Prof. Dr. Francisco Edinaldo Pinto Mousinho
Centro de Ciências Agrárias - DES/UFPI

“Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si mesmo”.

(AYRTON SENNA)

Com todo meu amor, dedico esta dissertação

Aos meus pais Antonio Messias (in memoriam) e principalmente a minha mãe Teresinha Nunes do Nascimento obrigado pela existência que me proporcionou seu sofrimento a fez forte e muito me ensinou.

As minhas irmãs (Kátia Silene e Maria de Fátima), pelos conselhos e palavras de ânimo em situações difíceis.

A minha querida esposa por sua compreensão, paciência, companheirismo e acima de tudo por seu amor.

Agradeço a Deus por me conduzir desde o ingresso no mestrado até a conclusão. Por me fortalecer nos momentos mais difíceis desta caminhada acadêmica.

Meu profundo obrigado ao meu orientador, mestre e amigo, Dr. Edson Alves Bastos, por sua brilhante e competente orientação. Sou grato por minha caminhada acadêmica contar com a experiência de um professor fascinante e admirável como o senhor. Que Deus o retribua imensamente o quanto fez e faz não só por mim, mas por todos em sua volta.

Toda lista de agradecimentos eventualmente não contemplaria todas as pessoas que contribuíram, ainda que discretamente, na conclusão de um trabalho como este. Mesmo assim, arrisco-me a relacionar os nomes de alguns que participaram dessa jornada comigo, ou antes, dela forneceram-me os meios para a travessia.

Ao meu Co-Orientador Aderson Soares de Andrade Júnior pela sua extroversão e sabedoria, como também ao Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro e Dr. Milton José Cardoso por todos os ensinamentos repassados.

Aos meus novos amigos da turma da irrigação: Valber Mendes, Roberto, Ramilos Brito, Donavan, Maurício, Eveline, Darlam, Eddi, Márcio e principalmente Herbert Moraes Moreira (Betim) e Ricardo.

Aos professores do PPGA, Francisco Edinaldo Pinto Mousinho (pela simplicidade e entusiasmo contagiantes), José Airton (pelo brilhantismo intelectual), Lúcio Flávio, Luís Alfredo, Max César, enfim sou grato a cada professor deste programa que me concedeu a oportunidade de compartilhar seus conhecimentos. Também aos servidores do PPGA Vicente e Luíz.

Aos colegas de pós-graduação: Compadre Lísio Laguna, Tiago Ibiapina, Bruninha, Sávio Castelo Branco, Iuna, Lusiene e todos os outros.

A Fundação Padre Antonio Dante Civiero (FUNACI), pela compreensão e condições, a mim proporcionadas, para fazer este mestrado.

A Embrapa Meio-Norte por todo apoio estrutural na implantação do experimento.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas.....	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Classificação e origem.....	20
2.2 Importância econômica.....	20
2.3 Clima.....	22
2.4 Efeito da água sobre o desenvolvimento do milho.....	23
2.5 Produtividade de espiga verde.....	26
2.6 Componentes de produção.....	27
2.7 Índice de Área Foliar (IAF).....	30
2.8 Teor de clorofila.....	33
2.9 Eficiência do uso da água (EUA).....	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1. Características de solo e clima.....	36
3.2 Instalação e condução da cultura.....	37
3.3 Irrigação.....	38
3.4 Monitoramento do teor de água no solo.....	38
3.5 Variáveis analisadas.....	39
3.6 Delineamento experimental.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Clima.....	43

4.2 Irrigação e conteúdo de água no solo.....	44
4.3 Altura de planta e de espiga.....	46
4.4 Produtividade de espigas e componentes de produção.....	49
4.4.1 Comprimento de espigas de milho verde empalhada e despalhada.....	50
4.4.2 Diâmetro de espigas de milho verde empalhada e despalhada.....	52
4.4.3 Média do número de grãos por espiga e número de grãos por fileiras.....	53
4.4.4 Índice de espiga.....	55
4.4.5 Número de espiga por hectare.....	56
4.4.6 Produtividade de espigas de milho verde empalhada e despalhada	57
4.5 Índice de Área Foliar (IAF).....	62
4.6 Teor de clorofila.....	64
4.7 Eficiência do uso da água (EUA).....	66
5 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS

APL	Altura de planta
AES	Altura de espiga
DED	Diâmetro de espiga empalhada
DED	Diâmetro de espiga despalhada
DBC	Delineamento de blocos ao acaso
Desv. Reg	Desvio de regressão
DAS	Dias após a semeadura
CEME	Comprimento médio de espiga empalhada
CEMD	Comprimento médio de espiga despalhadas
EUA	Eficiência do uso da água ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$)
ETo	Evapotranspiração de referencia
IE	Índice espiga
IAF	Índice de área foliar
LD	Lâmina de água (mm)
L`	Lâmina com efeito linear
L``	Lâmina com efeito quadrático
L'''	Lâmina com efeito cúbico
L⁴	Lâmina com efeito de quarto grau
L` d. EPO	Lâmina com efeito linear nas épocas 38 DAS,45 DAS,52 DAS,59 DAS
P01	Profundidade de 0,00 cm a 20,00 cm
P02	Profundidade de 20,00 cm a 40,00 cm
PEEHA	Produtividade das espigas empalhadas por hectare
PEDHA	Produtividade das espigas despalhadas por hectare
PE1E	Peso de uma espiga despalhada
MGE	Média de Grãos por espiga
MGF	Média de grãos por fileira
NGF	Número de grãos por fileiras
RQNEHA	Número de espiga por hectare
TCT	Teor de clorofila total

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Curva de retenção de água da área experimental. Teresina – Piauí, 2009.....	39
FIGURA 2. Medidas de comprimento (A) e largura (B) das folhas da planta de milho para determinação do índice de are foliar (IAF), 2009.....	41
FIGURA 3. Leitura do teor de clorofila total da folha, das plantas milho com a utilização do clorofiLOG CFL 1030.....	41
FIGURA 4. Croquis da área experimental, com a distribuição das parcelas experimentais. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	41
FIGURA 5. Detalhes da parcela do cultivo do híbrido duplo comercial AG1051, Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	44
FIGURA 6. Valores médios de precipitação pluviométrica para os decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro de 2009, Teresina- PI, 2009.....	45
FIGURA 7. Valores de temperatura do ar máxima, média e mínima para os decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro de 2009, Teresina- PI, 2009.....	46
FIGURA 8. Variação da umidade média do solo até uma profundidade de 0,50 m, ao longo do ciclo fenológico do milho verde em função das lâminas de irrigação aplicadas. Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 2009.....	47
FIGURA 9. Capacidade de água disponível para o milho verde após a diferenciação lâminas de irrigação.....	48
FIGURA 10. Altura de planta, em função de cinco diferentes lâminas de irrigação. Teresina-PI, 2009.....	49
FIGURA 11. Comprimento médio de espiga empalhada e comprimento médio de espiga despilhada em função de cinco diferentes lâminas de irrigação. Teresina 2009.....	53
FIGURA 12. Diâmetro médio de espiga empalhada e diâmetro médio de espiga despilhada em função de cinco diferentes lâminas de irrigação, Teresina-PI, 2009.....	54

FIGURA 13. Média de grãos por espiga de milho verde (A), Teresina-PI, 2009.....	31
FIGURA 14. Número de grãos por fileira de espiga de milho verde (B), Teresina-PI, 2009.....	57
FIGURA 15. Índice de espiga em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.....	58
FIGURA 16. Número de espigas por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.....	59
FIGURA 17. Detalhe das plantas e das espigas de milho verde despalhadas nos tratamentos sem deficiência hídrica (A e C) e com deficiência hídrica (B e D) Embrapa Meio-Norte, Teresina – PI, 2009.....	60
FIGURA 18. Detalhe das espigas de milho verde empalhadas e despalhadas (A e B).....	60
FIGURA 19. Produtividade de espiga empalhada por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.....	62
FIGURA 20. Produtividade de espiga despalhada por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.....	63
FIGURA 21. Índice de área foliar do híbrido duplo comercial AG1051 em função das lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.....	65
FIGURA 22. Teor de clorofila na folha em função das lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.....	67
FIGURA 23. Eficiência do uso da água do híbrido comercial AG1051 em função das lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.....	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	38
TABELA 2. Características físico-hídricas do solo da área experimental Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	38
TABELA 3. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente a altura de planta (APL). Teresina-PI, 2009.....	48
TABELA 4. Valores médios da altura de inserção da espiga do híbrido duplo comercial AG 1051 em função das lâminas de irrigação em (mm). Teresina-PI, 2009.....	50
TABELA 5. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao comprimento médio de espiga empalhada (CMEE), comprimento médio de espiga despalhada (CMED), diâmetro médio de espiga empalhada (DMEE), diâmetro médio de espiga despalhada (DMED) do híbrido duplo comercial AG 1051. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	51
TABELA 6. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente a média de grãos por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF), índice de espiga (IE), raiz quadrada do número espiga por hectare (RQNEHA), produtividade de espiga empalhada por hectare (PEEHA), produtividade de espiga despalhada por hectare (PEDHA), do híbrido duplo comercial AG 1051. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.....	52
TABELA 7. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao IAF do híbrido duplo comercial AG1051, dentro das lâminas nas épocas 44 e 58 dias após a semeadura. Teresina-PI, 2009.....	65
TABELA 8. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao teor de clorofila total do híbrido duplo comercial AG1051, dentro das lâminas nas épocas 38, 45, 52 e 59 dias após a semeadura. Teresina-PI, 2009.....	67
TABELA 9. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente à eficiência do uso de água. Teresina-PI, 2009.....	69

RESUMO

O cultivo do milho verde irrigado está em expansão na Região Nordeste brasileiro, principalmente pela garantia de bons preços do produto. Entretanto, como a água tem se tornado escassa em muitas regiões são necessários estudos que orientem o produtor sobre o uso adequado desse recurso natural. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o índice de área foliar, o teor de clorofila, os componentes de produção, a produtividade de espigas verde e a eficiência do uso de água do híbrido duplo comercial AG 1051, nas condições edafoclimáticas do município de Teresina, Piauí. Os tratamentos, dispostos em um delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, constaram de cinco lâminas de irrigação considerando as seguintes variações da evapotranspiração de referência (ET_o) : 25 % da ET_o, 50 % da ET_o, 75 % da ET_o, 100 % da ET_o e 125 % da ET_o. Utilizou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, com espaçamento 12 m x 12 m. O monitoramento do teor de água no solo foi executado por meio de uma sonda de capacitância elétrica. Foram avaliadas a produtividade de espigas verdes com palha e sem palha, bem como seus respectivos comprimentos e diâmetros. Os valores totais das lâminas de irrigação obtidos em cada tratamento foram 165,51mm, 208,85 mm, 255, 32 mm, 304,39 mm e 340, 57 mm. Os resultados encontrados demonstraram que os componentes de produção: diâmetro de espiga com e sem palha, comprimento de espigas com e sem palha, média de grãos por espiga, número de grãos por fileira, índice de espiga e número espiga por hectare apresentaram incrementos positivos com uma tendência linear crescente à aplicação das lâminas. Os melhores resultados foram obtidos com a maior lâmina (13.453,13 kg ha⁻¹ - espiga verde empalhada e 8.465.62 kg ha⁻¹ - espiga verde despalhadas). O déficit hídrico imposto no estágio V6 – sexta folha reduziu linearmente o índice de área foliar, teor de clorofila e o rendimento de produtividade. A mais alta eficiência do uso da água para produtividade de espiga verde sem palha (2,48 Kg m⁻³) foi obtida com aplicação da maior lâmina de irrigação 340,57 mm.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, irrigação, espiga verde, eficiência do uso da água.

ABSTRACT

The cultivation of irrigated corn is growing in the Northeast of Brazil, mainly because of ensured good prices for the product. However, as water has become scarce in many regions studies are needed to guide the producer about the proper use of this natural resource. In this context, the study aimed at evaluating the effect of different irrigation levels on the leaf area index, chlorophyll content, yield components the, yield of green ears and water use efficiency of the double hybrid commercial AG 1051, in the environmental conditions of the city of Teresina, Piauí. The treatments were arranged in a randomized complete block design with four replications, consisting of five irrigations depths, considering the following variations of the evapotranspiration reference (ET_o): 25% of ET_o, 50% of ET_o, 75% of ET_o, 100% of ET_o and 125% of ET_o. The water irrigation was applied by a fixed sprinkler, spacing 12m x 12m. Monitoring of the water content in soil was performed by an electric capacitance probe. We evaluated the productivity of green ears with husk and without husk, as well as their lengths and diameters. The total amounts of irrigation obtained from each treatment were 165.51 mm, 208.85 mm, 255.32 mm, 304.39 mm and 340.57 mm. The results showed that the yield components: ear diameter with and without husk, length of ears with and without husk, average grains per ear, number of grain per row, ear rate and ear per hectare showed positive increments with a linear response to trend increasing the application of the irrigations. The best results were obtained with the largest irrigation (13,453.13 kg ha⁻¹ - green ear with husk and 8,465.62 kg ha⁻¹ - green ear without husk). The water deficit imposed at stage V6 - Friday linearly reduced leaf area index, leaf chlorophyll content and yield productivity. The highest water use efficiency (2.48 kg m⁻³) was obtained with application of the greater irrigation 340.57 mm.

Keywords: *Zea mays L.*, irrigation, green ear, water use efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O milho verde é um produto consumido em todo o Brasil, particularmente pelo nordestino. Na sua maioria é produzido em pequenas propriedades nas quais uso de sistemas de irrigação ainda é limitado. Possui um grande valor nutritivo podendo ser utilizado na alimentação humana de forma "in natura", bem como na indústria de conserva e enlatados e/ou elaboração de pratos típicos, como curau e pamonha.

Informações relacionadas à área cultivada, capacidade produtiva, cultivares recomendadas para produção de milho verde são escassas. Os dados mais atuais são referentes a estatísticas nacionais de 2006 mostrando uma produção de milho verde de 268.265 t, sendo que a Região Nordeste produziu 115.960 t e os Estados de São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais produziram, respectivamente, 39.591 t, 35.639 t e 22.971 t, se firmando como os maiores produtores nacionais. Entretanto, o Piauí produziu 921 toneladas sendo a menor produção do Nordeste (IBGE, 2006).

Embora os números relativos à produção de milho verde sejam bem mais modestos do que os relativos à produção de grãos secos, seu cultivo no Brasil cresce a cada ano devido ao valor agregado ao produto e seus derivados (VIEIRA, 2007).

Segundo Almeida & Silva (2008), é uma das mais importantes culturas do Nordeste brasileiro, sendo explorada visando às produções de “milho verde” (grãos com 70% a 80% de umidade) e de grãos secos. Em anos recentes, o apoio dado à agricultura irrigada ampliou o interesse do agricultor pelo cultivo de milho. Esse apoio fez com que o milho fosse cultivado na entressafra (segundo semestre) e, conseqüentemente, tornasse atividade de grande importância nos estados nordestinos.

No Meio-Norte do Brasil não é diferente, o cultivo do milho verde tem se tornado uma ótima alternativa de renda para o agricultor, graças à sua elevada lucratividade e a sua diversificação de uso.

Segundo Pereira Filho & Cruz (2003), o cultivo de milho verde é uma atividade quase que exclusivamente de pequenos e médios agricultores, responsáveis pela colocação do produto no mercado. Atualmente, o milho verde pode ser comercializado tanto em espigas com palha, como em espigas despalhadas em pequenas bandejas de isopor, agregando-se valor ao produto.

Segundo Alves et al. (2004), a produção de milho verde irrigado para consumo tem despertado interesse do produtor, por apresentar demanda durante todo o ano e proporcionar alta taxa de agregação de renda.

No entanto, para que se possa produzir milho verde de boa qualidade, várias recomendações técnicas devem ser atendidas, como aplicação correta das doses de fertilizantes, manejo de irrigação, colheita das espigas no estágio adequado de maturidade dentre outras. Em relação à irrigação, há poucos estudos voltados para definição da lâmina ótima para as condições de solo e clima do Piauí.

O manejo adequado de um sistema de irrigação deverá ser capaz de propiciar ao agricultor o uso eficiente da água para aumentar a produtividade das culturas, reduzirem os custos de produção e, conseqüentemente, maximizar o retorno dos investimentos (PAZ et al. 2002). Dessa forma, torna-se cada vez mais necessário a definição de estratégias ótimas de irrigação no processo de planejamento e tomada de decisão em agricultura irrigada (ANDRADE JUNIOR et al. 2001).

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre o índice de área foliar, o teor de clorofila, os componentes de produção, a produtividade de espigas verde e a eficiência do uso de água do híbrido duplo comercial AG 1051, nas condições de solo e clima de Teresina, Piauí.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação e origem do milho

O milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Graminaceae* ou *Poaceae*, sub-família *Panicoideae*, tribu *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. Comumente, o termo se refere à sua semente, um cereal de altas qualidades nutritivas. O gênero *Zea* é considerado monotípico e constituído por uma única espécie, ou seja, *Zea mays* L.(do latim milium) (SALLA, 2008).

Mesmo com sua grande importância a origem biológica do milho é um mistério. Na opinião de botânicos, agrônomos e arqueólogos, o milho é, entre as plantas cultivadas, a mais enigmática e a mais controversa.

Segundo Fornasieri Filho (2007), são três as principais hipóteses competitivas que explicam a origem do milho: hipótese da “evolução divergente”, hipótese do “milho como antepassado do teosinte” e a terceira da “descendência do teosinte”.

Segundo classificação de Paterniani e Goodman (1977) as raças de milho, considerando a origem e a dispersão geográfica, se apresentavam em quatro grupos distintos: raças indígenas, raças comerciais antigas, raças comerciais recentes e raças exóticas. Acredita-se que a etnia dos Tupis cultivou os milhos denominados Catetos ou Catete (raças indígenas), variedades descritas pela primeira vez em 1819 e que foram possivelmente as primeiras variedades de milho cultivadas extensivamente no Brasil pelo homem branco (TEIXEIRA, 2008).

2.2. Importância econômica

Dentro dos tipos especiais de milho como o milho doce, milho pipoca, milho ceroso, milho branco e minimilho está o milho verde, que se destaca como um produto hortícola, sendo referenciado apenas nos censos agropecuários, que são realizados a cada cinco anos (TSUNECHIRO et. al, 2002).

Os três maiores produtores de milho verde nacional são os estados de São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais, que produziram, respectivamente, 39.591 t, 35.639 t e 22.971 t (IBGE, 2006).

O milho verde é classificado como especial, e como tal, destina-se principalmente ao consumo humano. Sua utilização como milho verde ganha maior destaque no consumo *in natura* e no processamento de produtos em conserva, além de suas excelentes características nutricionais: 1.290 calorias por kg; 3,3% de proteínas; 27,8% de glicídios, somente 0,8% de gordura e vitaminas como as do complexo B (MORAES, 2009).

O milho verde possui maior valor de comercialização que o milho grão (Oliveira et al., 2003), podendo ser comercializado no varejo e atacado. Nos mercados municipais, feiras livres, sacolões e quitandas a comercialização se dá na forma de atilho composto por seis espigas, ou ainda na forma livre de quantas espigas o consumidor desejar. Em supermercados a comercialização é feita em bandejas de material biodegradável onde se acondiciona de quatro a cinco espigas semi-despalhadas envoltas por um filme transparente que são conservadas em balcões frigoríficos a temperatura de 10°C (DUARTE et al., 2004)

Uma demanda crescente por milho verde de qualidade exigiu das empresas produtoras de sementes de milho grãos o desenvolvimento de cultivares que atendam as exigências do mercado consumidor (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2002). Considerando o processo de melhoramento de milho destinado a produção de milho verde, algumas características são ideais para classificar uma espiga: espigas longas e cilíndricas, bem empalhadas, de sabugos claros, grãos uniformes, do tipo dentado, de cor amarela e pericarpo macio, além de maior longevidade de colheita e resistência a doenças e pragas de espigas (FERREIRA et al., 2009).

Pereira Filho e Cruz (2002), observando o mercado consumidor de milho verde, verificaram muita desuniformidade na comercialização de espigas empalhadas e sem palhas, constatando que o produtor ainda é carente de informações sobre as melhores cultivares.

Cruz et al. (2000), citados por Pereira Filho e Cruz (2002), relacionando cerca de 200 cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil no ano 2000, verificaram que 13 dessas cultivares são explicitamente recomendadas pelas firmas produtoras de semente para a produção de milho verde.

Os pequenos e médios agricultores são responsáveis pela colocação do milho verde no mercado, tornando-se uma alternativa de grande valor econômico (EMBRAPA, 2004).

Além disso, o escalonamento da produção, a facilidade de transporte e o desenvolvimento de técnicas agrícolas têm permitido um fluxo constante do produto para a comercialização (MORAES, 2009).

O milho verde se apresenta como uma matéria-prima versátil, permitindo a fabricação de vários produtos, seu processamento requer baixo investimento inicial, dependendo, apenas,

que o investidor tenha habilidade e muita informação. A comercialização do milho verde é uma excelente alternativa de renda, tornando-se, muitas vezes, a principal fonte de recursos financeiros da família (CPT, 2010).

O cultivo do milho verde vem crescendo muito, em função da lucratividade e principalmente da diversificação de seu uso, dentro da designação milho verde se inclui também o milho doce, cuja produção é quase toda destinada à indústria de conservas alimentícias (BAHIA FILHO, 2002).

A comercialização do milho verde no Brasil é feita de várias formas, podendo ocorrer a granel, na própria lavoura, como também o sofisticado processo de comercializar o milho já cozido a vapor e embalado a vácuo, em embalagem de plástico esterilizada (PEREIRA FILHO et al., 2012).

Devido à sua maior disponibilidade de ocorrer no período normal de plantio de milho (verão no Centro-Sul e estação de chuvas no Nordeste), em algumas regiões como o Nordeste brasileiro existe um consumo associado a festividades que ocorrem principalmente no mês de junho.

Moura et al. (2010), avaliando preços e comercialização de milho verde na CEASA de Minas Gerais no período de 1985 a 2009, observaram as variações entre os preços reais mensais do quilograma de milho verde, sendo que os preços de mercado e as quantidades comercializadas variaram consideravelmente ao longo do ano. Nota-se que o preço mensal mais baixo ocorre no princípio do ano e os mais altos são registrados nos meses de junho e julho. De acordo com dados do Centro de abastecimento do Piauí em Teresina o valor pago pelo cento de milho verde é em média R\$ 30,00, sendo o preço máximo R\$ 35,00 CEAPI (2011).

Quanto a produtos orgânicos o milho verde tem mercado consolidado. Normalmente vendido em bandejas com duas a três espigas, tem lugar garantido nas prateleiras de orgânicos dos supermercados. Outra forma de comercialização, muito usada pelos produtores, são a venda direta ao consumidor por meio de cestas orgânicas e feiras exclusivas de produtos orgânicos espalhadas pelo país (RABELO, 2006).

2.3. Clima

O Brasil, pelas suas dimensões continentais, possui uma diversificação climática bem ampla, influenciada pela sua configuração geográfica, sua significativa extensão costeira, seu

relevo e a dinâmica das massas de ar sobre seu território. Segundo Mitidieri & Medeiros (2008), com essa tamanha extensão territorial, diversidade biológica, de solo e de clima, os estados brasileiros produziu diversos tipos de zoneamento com propósitos específicos.

O estado do Piauí por está situado entre a Pré-Amazônia e o Nordeste semiárido, constitui-se de uma zona transição climática, com características desses dois domínios geoambientais (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). Apresenta duas estações bem definidas, a chuvosa que, normalmente, varia de dezembro a maio, com pequenas variações, dependendo da microrregião, e uma estação seca, no restante do ano.

Considerando às suas condições climáticas, a prática da irrigação torna-se fundamental para viabilizar e incrementar a produção agrícola no Piauí, assumindo caráter de irrigação suplementar, durante a estação chuvosa, e de irrigação total, na estação seca (ANDRADE JÚNIOR, 2000). No município de Teresina não é diferente, por apresentar um histórico onde o regime de precipitações pluviométricas é 1.300 mm que abrange o período compreendido entre os meses de dezembro a março Medeiros (1996), com uma ETo média anual segundo Penman-Monteith (mm d^{-1}) de 5,1 e médias para temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) máxima 34,5, média 28,2 e mínima 21,9 e umidade relativa (%) 67,8 (BASTOS et al., 2008).

Com relação às condições de clima e solo para o cultivo do milho verde, hoje, o Brasil dispõe de um sistema de Zoneamento Agrícola que fornece informações sobre as épocas com menores riscos para o plantio de milho. No entanto, a produção de milho verde é geralmente escalonada durante o ano todo para atender à demanda dos consumidores variando muito de região para região (EMBRAPA, 2012). Nas condições do município de Teresina, vários trabalhos como os de Cardoso et al. (2004), Blanco et al.(2011) e Rocha (2008), relatam a importância da irrigação para o cultivo do milho verde seu desempenho e produtividade. Entretanto nas condições de Deficiências hídricas acarretam a produção de milho verde de baixa qualidade, com espigas fora do padrão comercial (EMBRAPA, 2012).

2.4. Efeito da água sobre o desenvolvimento do milho

Na produção vegetal, dentre outras atividades, a água é um fator fundamental. Qualquer cultura durante o ciclo de desenvolvimento consome grande volume de água, sendo que, por volta de 98% deste volume apenas passa através da planta, sendo perdido posteriormente pelo processo de transpiração. Este fluxo de água é necessário para o desenvolvimento vegetal. O solo comporta-se como reservatório dessa água, armazenando-a

temporariamente e fornecendo-a as plantas à medida de suas necessidades (RESENDE & ALBUQUERQUE, 2002).

O conhecimento da quantidade de água a ser aplicada na irrigação é de fundamental importância para a maximização do rendimento das culturas. Portanto, o estabelecimento do consumo de água das culturas deve ser feito criteriosamente a fim de proporcionar o correto dimensionamento dos sistemas de irrigação (BASTOS et al., 1994 apud BISCARO et al., 2008).

A quantidade de água que o milho utiliza durante o ciclo é chamada demanda sazonal, podendo variar com as condições climáticas da região onde é cultivado. Em regiões semiáridas, em geral, as plantas requerem uma maior quantidade de água por ciclo. Há um período durante o ciclo da cultura em que mais água é consumida diariamente. No caso do milho, esse período coincide com o florescimento e o enchimento de grãos. A quantidade de água usada pela cultura, por unidade de tempo, nesse período é chamada demanda de pico (ANDRADE, 2006).

O consumo total de água pela cultura do milho verde varia em função das condições climáticas. Segundo Albuquerque (2002), esse consumo é de 370 mm, 420 mm e 470 mm para atender às demandas hídrica baixa, médias e altas, respectivamente. De acordo com Valente. (1996), a precipitação necessária para a cultura durante todo o ciclo em lavouras para produção de milho verde é de 332 mm a 374 mm, embora se deva levar em consideração também as exigências hídricas de cada estágio fenológico.

Soares e Klar (2001), trabalhando com avaliação do desempenho de um conjunto de lisímetros com a cultura do milho Híbrido Cargil 333B, observaram que o maior consumo de água pelas plantas foi de 276,64 mm com um nível de lençol freático à 60 cm de profundidade, sendo que o menor consumo foi de 219,18mm quando o lençol estava a 80cm.

O estresse hídrico pode causar diversos prejuízos para o agricultor, notadamente reduzindo a produtividade da cultura. Isso pode ser amenizado por meio da semeadura em épocas seguras, escolha de uma cultivar adaptada à região e ao tipo de solo, além de realizar práticas que ajudam a conservar a umidade do solo como manutenção de palhada e matéria orgânica na superfície e uso correto da prática do plantio direto (ISEWAKI, 2010).

Segundo Farias (2005), o estresse hídrico das plantas está diretamente ligado com a quantidade de água disponível existente no solo, sendo que solos com textura argilosa retêm mais água do que solos de textura arenosa.

À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas (SANTOS e CARLESSO, 1998).

Segundo Fornasieri Filho (2007), a ocorrência de estresse hídrico, consequência da interação entre status de água no solo, a demanda evaporativa da atmosfera e o estágio de desenvolvimento da cultura, constituem-se como principais fatores limitante à produtividade de grãos e espigas verdes de milho em ambientes tropicais e subtropicais.

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas (McCREE; FERNÁNDEZ, 1989; TAIZ; ZEIGER, 1991; apud SANTOS e CARLESSO, 1998).

À medida que se desenvolvem estratégias de irrigação, torna-se importante conhecer o efeito da deficiência hídrica nos estádios de desenvolvimento das plantas, onde, tanto o crescimento quanto o desenvolvimento e a translocação de fotoassimilados encontram-se ligados à disponibilidade hídrica do solo (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

Na cultura do milho, as duas semanas que antecedem e as posteriores à formação dos órgãos reprodutivos são o período em que a suplementação de água para cultura tem maior efeito na sua produtividade (PIMENTEL, 2004). A deficiência hídrica, que leva o potencial de água da folha de -1,8 a 2,0 MPa, que é quando ocorre paralisação da atividade fotossintética do milho, causa 25% de diminuição da produção quando aplicado antes da floração, 50% quando na floração e 21% no enchimento dos grãos (WALDREN, 1983).

O milho sob deficiência hídrica possui um decréscimo da fotossíntese que é devido à diminuição da condutância estomática, levando ao fechamento dos estômatos e à redução da transpiração. Contudo, em um estresse severo e prolongado, limitações não estomáticas (bioquímicas) começam a ocorrer (GRZESIAK et al., 2007).

De acordo com Bergamaschi et al. (2004), o número de grãos por espiga e o número de espigas por planta são os componentes da produção de grãos mais afetados pelo déficit hídrico, quando ocorrem desde o pendramento até o início do enchimento dos grãos. Estes autores obtiveram uma redução de 57% e 40% para o número de grãos por espiga e número de espiga por planta respectivamente, com tratamentos de 100, 41, 20 e 0% do volume máximo necessário para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo.

Bergamaschi et al. (2006), avaliando o déficit hídrico e produtividade de grãos de milho, observaram uma redução linear à medida que aumentou o déficit hídrico, e que este tem um maior impacto sobre a produtividade de grãos quando ocorre no florescimento.

Rivera-Hernandes et al. (2010) apud Farsiani et al.(2011), acrescentam que os decréscimos no comprimento da espiga em consequência de estresse hídrico, estão relacionados com a diminuição da fotossíntese e o acúmulo da biomassa total da planta.

2.5. Produtividade de espiga verde

Pesquisa feita por Albuquerque et al.(2008), com o objetivo de avaliar o desempenho de 32 cultivares experimentais e quatro cultivares comerciais para produção de milho verde sem déficit hídrico, em Ijaci – Minas Gerais, apresentou valores médios de produtividade de espigas verdes empalhadas (PEE) 13.795,89 kg ha⁻¹ para cultivares comerciais e 12.265,24 kg ha⁻¹ para cultivares experimentais. Trabalho realizado por Silva et al. (2007), com objetivo de avaliar os efeitos da densidade de plantio, mostra valores médios entre 13.600 kg ha⁻¹ e 14.900 kg ha⁻¹ para espigas verdes despalhadas.

Cardoso et al. (2004), avaliando 24 cultivares de milho para produção de espiga verde, dos quais três híbridos comerciais e vinte e uma variedades de polinização aberta, obtiveram uma produtividade média de 10.802 kg ha⁻¹ para espiga despalhada, sendo que produtividades iguais ou acima dessa média foram alcançadas por doze variedades.

Cardoso et al. (2009), avaliando produtividade de espigas verdes de cultivares de milho, sob irrigação, em Teresina, Piauí, verificaram que dezoito cultivares apresentaram produtividade de espigas verdes despalhadas iguais ou a cima de 10.265 kg ha⁻¹ enquanto nove cultivares sobressaíram com produtividade iguais ou superior a 11.000 kg ha⁻¹.

Ao avaliar o desempenho de cultivares para milho verde sob adubação orgânica e mineral em regime de sequeiro, Santos et al. (2010) verificaram que as cultivares 2 B 433, 2 B 587 e 20 A 55, foram as que apresentaram as maiores produtividades em massa de espigas, com palha respectivamente 18.357 kg ha⁻¹, 18.041 kg ha⁻¹, 16.422 kg ha⁻¹ e 11.476 kg ha⁻¹, 10.732 kg ha⁻¹ e 9.996 kg ha⁻¹ para massa de espigas sem palha. Estes autores comentam que a massa de espigas é uma característica importante quando as espigas são comercializadas a granel e o número de espigas quando estas são vendidas na forma de atilho e bandeja de isopor.

Ao avaliar valores de rendimento relativo médio do milho verde obtido em função da variação das lâminas relativas considerando os diferentes espaçamentos entre aspersores 12 x 12 m e 18 x 18 m e pressões de funcionamento 20, 25, 30 e 35 mca Lira & Mousinho (2012), verificaram rendimentos entre 7.398,49 kg ha⁻¹ e 10.411,56 kg ha⁻¹ no município de Teresina Piauí.

Oktem (2008), trabalhando com diferentes tratamentos de irrigação, 100, 90, 80 e 70% da evaporação, na Planície de Harran, Turquia, com o objetivo de avaliar os efeitos da deficiência de irrigação no rendimento de milho verde, nos anos de 1998 e 1999, relatam que os maiores valores de rendimentos 14.760 kg ha⁻¹ e 14.170 kg ha⁻¹ foram obtidos com 100% da evaporação, respectivamente para os dois anos de condução do experimento, enquanto que os menores valores 9.150 kg ha⁻¹ e 8.840 kg ha⁻¹ foram obtidos com 70% da evaporação.

Em trabalho conduzido na região do cerrado sul mato-grossense, Biscaro et al. (2008), avaliando quatro tratamentos 25 % (T1), 50 % (T2), 100 % (T3) e 200 % (T4) do tempo de irrigação observaram efeitos não significativos ($P > 0,05$) pelo teste F nas características comprimento das espigas e produtividade de espigas despalhadas.

2.6. Componentes de produção

Segundo Pereira Filho (2003), cultivares para serem utilizadas na produção de milho verde deve possuir índice de espiga igual a unidade. Isso representa ausência de plantas estéreis, portanto seriam necessários valores iguais ou acima de 1 para que houvesse produção de espiga em todas as plantas.

Em plantio de inverno no município de Pariquera-Açu, SP, Ishimura et al. (1986), avaliando cultivares de milho verde em duas épocas sem déficit hídrico, com objetivo de identificar as melhores para o cultivo, observaram efeito não significativo para índice de espiga na interação época x cultivar apresentando média 0,6 .

Pereira Filho et al.(1991), avaliando o comportamento de três cultivares milho para produção de grãos secos em consórcio com feijão comum em condições de sequeiro, obteve índices de espigas de 1,3 para maior média e 0,9 para o menor média.

Conhecer o comprimento de espiga empalhada é um item importante na escolha de cultivares a serem adotadas, uma vez que no momento da comercialização esta será uma das primeiras características indicativas da qualidade da espiga (VIEIRA, 2007).

Segundo Albuquerque et al.(2008) , o consumidor final do milho verde dá preferência a espigas de maior diâmetro e maior comprimento, pois espigas mais finas e menores geralmente são rejeitadas, permanecendo por um período de tempo prolongado nos estabelecimentos comerciais, o que favorece a sua deterioração. Esses autores consideram espigas verdes despalhadas maiores que 15 cm de comprimento, 3 cm de diâmetro, grãos de coloração creme e amarelo claro como padrões indispensáveis nas comerciais. Cardoso et al. (2011) classificam espigas verdes empalhadas com comprimentos 26,4 cm e despalhadas 16,9 cm, como adequadas para comercialização *in natura* no município de Teresina – PI.

Pesquisa realizada por Paiva Júnior et al. (2001), em Lavras – MG, objetivando avaliar desempenho de cultivares para a produção de milho verde em densidades e épocas de semeadura diferentes, em regime de sequeiro e sem a imposições de déficit hídrico, observaram os seguintes resultados para comprimento médio de espiga comerciais, 20,55 cm quando plantados em novembro; 19,94 cm quando plantados em março e 21,80 cm quando o plantio foi feito em outubro.

Trabalhando com o objetivo de avaliar cultivares de milho verde em sistemas de produção orgânica e convencional em Sete Lagoas-MG, Pinho et al.(2008) obtiveram valores superiores a 31cm para espiga de milho com palha.

Outro componente importante a se considerar, quando se trata de milho verde, é o diâmetro da espiga. Paiva Júnior et.al (2001) nas condições edafoclimáticas de Lavras – MG, puderam observar que as cultivares avaliadas em regime de sequeiro, com densidades e épocas de semeadura diferentes, apresentaram diâmetro de espigas verdes sempre superior a 3.9 cm.

Cardoso et al. (2010), em Teresina -PI, não observou efeito significativo, quando estudou dois espaçamentos entre fileiras 0,60 m e 0,80 m e duas densidade de semeadura 5,5 plantas m² e 6,5 plantas m² do milho HTMV1 com uma lâmina total aplicada de 433 mm/ciclo, obtendo valores médios para diâmetro de espiga verde sem palha de 4,81cm e 4,75 cm respectivamente.

Pesquisa realizada por Freire et al. (2010) no município de Prudente de Morais-MG,utilizando irrigação por aspersão convencional com um nível de esgotamento da água de 30% e cinco doses de nitrogênio (0,60,120,180 e 240 kg ha⁻¹ N), verificaram influencia significativa das doses de “N” no componente diâmetro de espiga sem palha com valores médios entre 4,65 cm e 4,95 cm.

Quanto ao número de espigas comerciais por área, trabalhos como o de Cardoso et al. (2011), em Teresina-PI mostram um valor médio de 42.800 espigas ha⁻¹. Também em Teresina-PI, Rocha (2008) analisando desempenho de cultivares de milho verde, submetidas a diferentes populações de plantas e utilizando sistema de irrigação por aspersão convencional, encontrou variação 20.720 a 33.550 para número de espigas empalhadas por hectare. Esse autor ainda relata que para o híbrido AG 1051 o valor alcançado foi de 31.820 espigas ha⁻¹.

Moura et al. (2006), avaliando o efeito da variação do intervalo entre irrigações, na dinâmica do crescimento da cultura do milho e nos parâmetros de produtividade, através de método de irrigação por sulcos retos com frequências de irrigação de 6,8,10,12 e 14 dias, observaram que as maiores médias do número de grãos por espigas 459,8 e 447, foram obtidas por ocasião dos menores intervalos assim como as menores médias 293, 358 apresentaram-se nos intervalos mais longos. Outra característica importante para qualidade da espiga é o número de grãos por fileira. Cardoso et al. (2010), objetivando identificar genótipos de milho que apresentem tolerância a seca, utilizando-se de sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, encontraram valor médio para o número de grãos por fileira de 26.

Experimento conduzido por Vieira et al. (2010) no município Ponta Grossa-PR, sem déficit hídrico em condições de sequeiro, com objetivo de avaliar aptidão de quatro cultivares Penta, 30P34, DKB 214 e SWB 551 para produção de milho verde, encontraram valores médios entre 29,9 e 43,5 grãos por fileira.

Pesquisa realizada por Albuquerque et al. (2008) no município de Ijaci – MG, avaliando a produtividade de espigas verde híbridos experimentais e comerciais em regime de sequeiro, destacam alturas média de planta de 181cm, 162 cm e 172 para cultivares comerciais, cultivares experimentais e do grupo das cultivares respectivamente. Nesse mesmo trabalho, foi constatada uma média de 13.144,91kg ha⁻¹ de produtividade de espigas verde do híbrido comercial AG1051.

Experimento conduzido por Calonego et al. (2011) em Argissolo Vermelho de textura média em Indiana – SP, sem déficit hídrico e em regime de sequeiro, observaram uma variação de 210 cm a 227cm para o componente altura de planta do híbrido duplo comercial AG 1051, havendo efeito significativo deste parâmetro quanto aos tratamentos constituídos por três populações de plantas combinadas com dois espaçamentos.

Outra característica relacionada ao desenvolvimento da planta é altura de inserção da primeira espiga. Santos et al. (2002), examinando o desempenho agrônômico de 23 híbridos de milho no Município de Uberlândia – MG, adquiriram correlações altas e positivas entre

altura de planta e espiga e destas com a produtividade de espigas, indicando que quanto maior a altura da planta maior a produtividade de espigas. Por outro lado Zárate et al.(2009), em Dourados-MS,objetivando determinar a melhor época para efetuar a amontoa, visando o aumento da produtividade do milho verde e utilizando irrigação por aspersão convencional duas vezes por semana, observaram que as maiores alturas da primeira espiga 83,9 cm foram daquelas onde não se fez amontoa (AS) e as menores 72,9 cm nas que se fez amontoa aos 28 dias após a semeadura (DAS).

Mendonça et al.(1999), estudando o efeito de diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho e lançando mão de um sistema de irrigação por aspersão em linha, no município de Piracicaba-SP, constataram diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey para altura de inserção da espiga e uma variação de 120 cm a 145 cm.

Enquanto Wilson et al. (1998), avaliando os efeitos de déficit de água, no crescimento e produtividade de milho verde com cultivo submetido a seis tratamentos de irrigação, observou uma redução no número de espigas no início do déficit hídrico, mantendo-se estável até o final, porém, o tamanho das espigas apresentou resposta inversa, afetando o equilíbrio dos componentes de rendimento.

É preciso considerar que Silva et al. (1999), em trabalhos com híbridos de milho em condições irrigada, mencionaram que para determinar a percentagens de plantas estéreis, transformaram os dados por raiz quadrada, principalmente objetivando a homogeneidade da variância. Também acrescentam que o número de grãos por espiga diminuíram demonstrando uma redução de 436 grãos por espiga para 332 em função das diferentes densidades.

2.7. Índice de Área Foliar (IAF)

A interação genótipo versus ambiente condicionam a produção agrícola em determinada região. Pode-se afirmar que a produção vegetal está diretamente relacionada com o aproveitamento da energia solar pela cultura, transformada em energia química durante o processo fotossintético (Leme et al., 1984) sendo as folhas as principais responsáveis por esta conversão (GALVANE et al., 2000)

O índice de área foliar (IAF) definido por Watson (1947), apud Galvane et al.(2000) representa a unidade de área de folhas por unidade de área de terreno.

Diversos são os métodos de estimativas da área foliar (PEREIRA & MACHADO, 1987), destacando-se a utilização de equações que a relacionam com as dimensões lineares da

folha. As gramíneas, em geral, possuem folhas aproximadamente retangulares, cujas áreas são estimadas através do produto entre o comprimento, a maior largura e um fator de ajuste. O fator de ajuste ou fator de forma varia com a cultura, situando-se ao redor de 0,7.

Esse método, utilizado por MONTGOMERY (1911), em milho, com fator igual a 0,75, é hoje consagrado como padrão, segundo Pereira (1987).

Benincasa (2003), explica que à medida que a área foliar cresce, o IAF também avança, atingindo um valor a partir do qual o auto-sombreamento passa a ser prejudicial, aumentando o número de folhas sob iluminação precária, com uma diminuição considerável de sua eficiência fotossintética.

O IAF, a interceptação da radiação e a taxa de crescimento da cultura são funções da comunidade vegetal como um todo. Dentro da comunidade vegetal, as plantas estão próximas umas das outras e ocorrem fortes interações entre elas. Devido ao seu pequeno porte, enquanto plântulas, essas interações são pequenas ou inexistentes, mas, à medida que aumentam as interações, promovem-se modificações morfológicas nas plantas (LOOMIS; CONNOR, 1992).

Investigando três híbridos de milho em Rojas, Argentina, Maddonni e Otegui (1996), constataram que com o aumento do IAF a taxa de crescimento da cultura do milho aumenta até atingir o máximo da biomassa e após isso decresce com início da senescência das folhas.

Apesar do aumento do IAF proporcionar uma maior interceptação da radiação solar (Maddonni; Otegui, 1996), a produtividade de grãos decresce quando alcançam níveis de IAF excessivos (TETIO-KAGHO; GARDNER, 1988). Esse fato ocorre devido ao sombreamento entre as folhas de uma mesma planta ou de plantas vizinhas que proporciona níveis de radiação solar abaixo do ponto de compensação fotossintética nas folhas baixas, tornando-as consumidoras de fotoassimilados e, portanto, competindo com os demais órgãos da planta (TAIZ; ZEIGER, 2002).

Segundo Manfron et al. (2003), a área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas e, por consequência, do estágio de desenvolvimento da planta. O índice de área foliar (IAF) depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e, principalmente, do material genético.

Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo, no qual permanece por algum tempo, e quanto mais tempo à área foliar permanecer ativa, pois em seguida decresce devido à senescência das folhas velhas (PEREIRA & MACHADO, 1987).

Carvalho et al. (2007), examinando o crescimento e produtividade de milho verde híbrido comercial AG1051, cultivado em sucessão a cinco diferentes coberturas verdes caupi, guandu-anão, crotalária, sorgo vassoura e pousio com vegetação espontânea, notaram que o incremento de nitrogênio ao solo proporcionado pelas leguminosas provocou aumento na superfície assimilatória das plantas de milho (IAF), resultando em aumento de 45,5% e 21,48% na produção de espigas de milho verde despalhadas em relação ao cultivado após sorgo e pousio respectivamente.

Resultados observados por Kunz et al. (2007) no município de Eldorado do Sul-RS, avaliando o rendimento, a eficiência de interceptação e de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do milho sob diferentes sistemas de manejo do solo, arranjos de plantas e disponibilidade hídrica, demonstraram valores máximos do IAF de 5,2 para plantio direto irrigado com espaçamento de 80 cm entre fileiras (PDI80) e 5,3 para plantio convencional irrigado com espaçamento de 80 cm entre fileiras (PCI80), quanto ao espaçamento de 40 cm, o IAF máximo foi de 4,9 (PDI40) e 5,2 (PCI40) respectivamente. Esses autores ainda ressaltam que na área não irrigada, o IAF oscilou entre 2,5 e 3,8, o que significa redução média de 40% em relação ao IAF máximo verificado na condição irrigada. As diferenças de IAF entre as condições hídricas podem ser atribuídas à menor taxa de expansão celular (Passioura, 1994) e ao intenso processo de senescência foliar, quando a cultura esteve submetida a déficit hídrico.

O IAF crítico para a cultura do milho oscila entre valores de 3 a 5, de acordo com a região, genótipo e sistema de produção considerados. Vieira Junior et al. (2005) encontram valores máximos de IAF variando de 5 a 7 e, portanto, adequados aos recomendados para a cultura do milho. Esses mesmos autores ainda ressaltam que as maiores demandas por fotoassimilados em milho ocorrem durante o período reprodutivo, o qual coincide com a área foliar máxima.

Andrade et al. (2008), trabalhando os efeitos do déficit hídrico sobre o índice de área foliar em seis cultivares de milho no município de Sete Lagoas-MG, observaram que os maiores IAF's ocorreram no estágio de florescimento, com uma variação entre as cultivares de 2,07 a 3,20, havendo uma redução dos IAF's no estágio de maturação fisiológica, com valores variando entre 1,28 e 2,33.

Vieira (2007), trabalhando com quatro cultivares e cinco população de plantas na produção de milho verde, observaram que as maiores produtividades de espigas verdes despalhadas 13.476 kg ha⁻¹ e 13.754 kg ha⁻¹, ocorreram para cultivar DKB 214 com os

tratamentos 5,0 e 6,5 (plantas m⁻²) e IAF's de 4,2 e 4,7 respectivamente, bem com para cultivar SWB 551 que alcançou valores de 10.292 kg ha⁻¹ e 10.992 kg ha⁻¹ com 3,5 e 5,0 (plantas m⁻²) e IAF's de 3,8 e 5,5.

2.8. Teor de Clorofila

Clorofila é um pigmento que reflete a cor verde nas plantas e está diretamente associada com o potencial da atividade fotossintética, bem como o estado nutricional das plantas que geralmente está diretamente associado à qualidade e quantidade de clorofila (ZOTARELLI. 2002).

Os métodos tradicionais utilizados para determinar a quantidade de clorofila na folha requerem destruição de amostras de tecido e muito trabalho nos processos de extração e quantificação. Recente foi desenvolvido um medidor portátil de clorofila, que estima com boa precisão o teor de clorofila na folha de milho e apresenta as vantagens de maior rapidez, menor custo e não implica em destruição de folhas (ARGENTA et al., 2001).

As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila Minolta (1989) citado por (ARGENTA et al., 2001).

O medidor portátil de clorofila *clorofiLOG* permite um acompanhamento do estado nutricional da planta, bem como leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem, no entanto, danificá-las, fazendo com que tal método seja caracterizado pela simplicidade e rapidez. Possui grande correlação com valores obtidos em laboratórios, além de possibilitar uma avaliação não destrutiva do tecido foliar (FALKER, 2008).

Resultados obtidos por Sousa et al. (2010), com a aplicação silicato de potássio via foliar no milho mostraram alterações significativas nos teores de clorofilas somente no terço inferior. Quando ocorre uma diferença estatística dentro dos terços essa é notada, no terço inferior, onde existe, tendencialmente, um menor teor de clorofila por que a planta naquela região tem uma menor incidência de luz.

Argenta et al. (2001), avaliando a relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho no Rio Grande do Sul, encontrou leituras no clorofilômetro para clorofila total de 0,58, 0,76 e 0,61 correspondendo, respectivamente, aos estádios de seis a sete folhas, 10 a 11 folhas expandidas e espigamento. Concluíram que a

leitura realizada com clorofilômetro estima com boa precisão o teor de clorofila na folha de milho e apresenta as vantagens de maior rapidez, menor custo e de não implicar em destruição de folhas. Esses mesmos autores, utilizando um medidor portátil de clorofila, para avaliar a clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais afirma que as leituras efetuadas pelo medidor portátil correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta, sendo que o mesmo é um bom parâmetro indicador do nível de nitrogênio em cereais.

Viana et al. (2004), avaliando o efeito do estresse hídrico sobre a produção de fitomassa e sobre o teor relativo de clorofila de linhagens de milho contrastantes para tolerância a seca em Sete Lagoas - MG, obtiveram valores superiores a 47,0 para linhagem tolerante e 42,0 para linhagem sensível.

Bastos et al. (2011), estudando genótipos de feijão-caupi tolerantes a seca em Teresina-PI, verificaram que a redução na disponibilidade hídrica do solo fez com que houvesse decréscimo nos teores dos pigmentos clorofilianos na folha dos 20 genótipos. Em linha de pesquisa similar aqueles citam Cruz (2006), que obteve redução acima de 30 % no teor de clorofila total na cultura do milho em casa de vegetação.

Amaral Filho et al. (2005), objetivando avaliar a influência de espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho, concluiu que houve aumento na estimativa do teor de clorofila sendo 64,3, 63,5 e 61,9 as maiores médias encontradas, concomitantemente com aumento na dose de nitrogênio no espaçamento 0,80 m e densidades de 40.000, 60.000 e 80.000 plantas.

2.9. Eficiência do uso da água (EUA)

A cultura do milho é conhecida por sua grande demanda de água, mas também é uma das mais eficientes no uso da água, isto é, produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida (ALBUQUERQUE, 2009). Segundo Coelho e Oliveira Júnior (1990), a redução do nível de água no solo constitui um dos principais fatores limitantes do crescimento e desenvolvimento das plantas, provocando uma inibição da fotossíntese através do aumento da resistência estomática o que acarreta um decréscimo da eficiência no uso da água.

Na região de Petrolina – PE, Souza et al. (2011) utilizaram cinco diferentes lâminas de água: 0 %, 50 %, 75 %, 100 % e 125 % da ETo, para analisar a resposta produtiva, a eficiência do uso de água e a viabilidade de cultivos de milho e de feijão-caupi em sistemas de

plântio exclusivo e consorciado nas condições climáticas do Semiárido brasileiro. Os valores encontrados para EUA do milho plântio exclusivo, foram $0,46 \text{ kg m}^{-3}$, $0,58 \text{ kg m}^{-3}$, $0,67 \text{ kg m}^{-3}$, $0,72 \text{ kg m}^{-3}$, $0,77 \text{ kg m}^{-3}$ em função dos tratamentos citadas, apresentando efeito significativo ($p < 0,05$), e demonstrando que o incremento da lâmina da água proporcionou o aumento da EUA, sendo esse maior valor obtido com a lâmina de 125 % da ETo.

Trabalhando com cinco diferentes lâminas de irrigação e cinco doses de P_2O_5 em consórcio de milho verde e feijão-caupi no município de Teresina-PI nos anos de 2008 e 2009, Blanco et al.(2011), obtiveram valor máximo de $2,22 \text{ kg m}^{-3}$ para menor lâmina 165 mm e o mínimo de $0,97 \text{ kg m}^{-3}$ para maior lâmina 494 mm no ano de 2009.

Parizi (2007), trabalhando com cinco estratégias de irrigação 0%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo, sob as culturas do feijão e milho grão, em Santiago-RS, observou que a eficiência do uso da água apresentou os maiores valores $3,41 \text{ kg m}^{-3}$ e $3,46 \text{ kg m}^{-3}$ nos tratamentos 80% e 100% da ETo e o menor valor $3,0 \text{ kg m}^{-3}$ foi obtido com 120% da ETo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características de solo e clima da área experimental

O experimento foi conduzido no período de setembro e novembro de 2009, em Teresina- PI, no campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, situado nas coordenadas geográficas de 5°05'S, 42°29'W e 72 m de altitude. O clima do município, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é C₁sA'a', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão. Durante o trimestre setembro-outubro-novembro ocorre uma concentração de 32 % da evapotranspiração potencial anual, sendo que as médias anuais de umidade relativa do ar e de índice pluviométrico são de 72,6 % e 1.336,5 mm, respectivamente, concentrando a maioria das chuvas nos meses de janeiro a abril (BASTOS E ANDRADE JÚNIOR, 2008).

O solo da área é um Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2006), cujas características químicas e físico-hídricas encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental Embrapa Meio-Norte, Teresina- PI.

Prof. (m)	MO g kg ⁻¹	pH (água)	P (mg dm ⁻³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	CTC	V
				----- (mmol _c dm ⁻³) -----						(%)
0,00 – 0,20	4,20	5,78	33,80	1,7	14,7	7,6	0,1	21,5	45,6	52,91
0,20 – 0,40	4,15	5,37	14,10	1,3	17,9	5,8	0,1	33,8	58,9	42,60

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte.

Tabela 2. Características físico-hídricas do solo da área experimental Embrapa Meio-Norte, Teresina- PI.

Características	Camadas do solo (m)	
	0,00 - 0,20	0,20 - 0,40
Densidade do solo (kg m ⁻³)	1,23	1,40
Areia grossa (g kg ⁻¹)	784	433
Areia fina (g kg ⁻¹)	95	191
Silte (g kg ⁻¹)	35	170
Argila (g kg ⁻¹)	86	206
CC (cm ³ . cm ³)	0,22	0,22
PM (cm ³ . cm ³)	0,09	0,11

Fonte: Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte.

A curva de retenção realizada na profundidade de 0,00 cm a 0,20 cm (P01) apresentou capacidade de campo igual 0,22 ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3$) e ponto de murcha permanente igual a 0,09 ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3$). Na profundidade 0,20 cm a 0,40 cm (P02) a capacidade de campo teve o mesmo comportamento dos primeiros vinte centímetros e o ponto de murcha foi de 0,11 ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3$) (Figura 1).

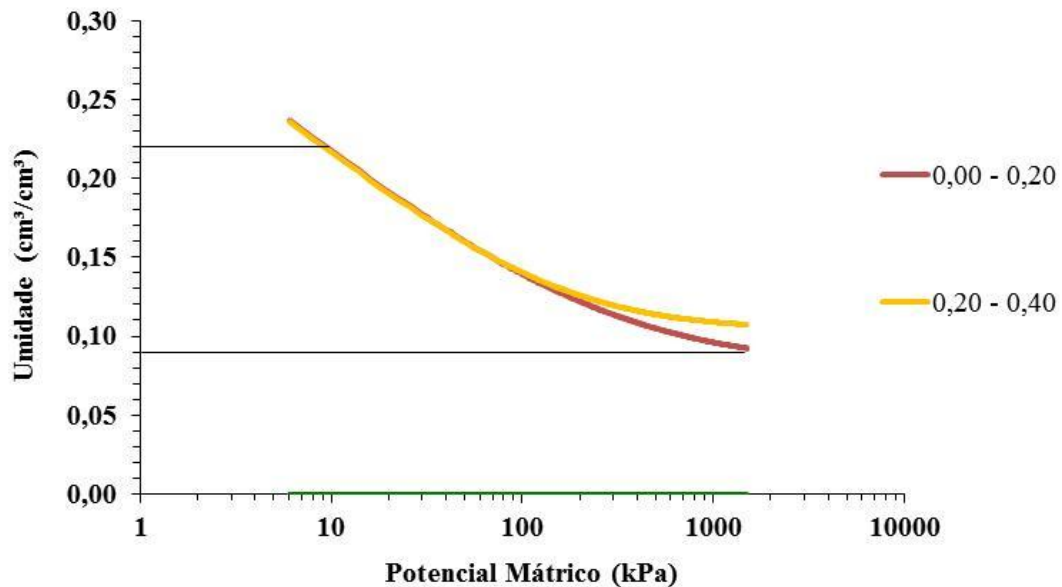


Figura 1. Curva de retenção da água no solo da área experimental. Teresina – PI, 2009.

3.2 Instalação e condução da cultura

O preparo do solo foi realizado de maneira convencional (aração e duas gradagem leves) em agosto de 2009. A adubação de fundação foi de 120 kg ha^{-1} de N, 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 70 kg ha^{-1} de K_2O . Foram feitas duas adubações de cobertura a primeira por ocasião da sexta folha completamente desenvolvida com 40 kg ha^{-1} de N mais 35 kg ha^{-1} de K_2O a segunda com 40 kg ha^{-1} de N quando as plantas estavam com as oito folhas completamente desenvolvida. Os fertilizantes utilizados em cobertura foram o sulfato de amônia como fonte de N devido sua menor volatilização e cloreto de potássio como fonte de K_2O .

No dia 09/09/2009 efetuou-se o plantio das sementes de forma manual, com auxílio de uma matraca, dispostas no espaçamento de $0,80 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$. A cultivar foi o híbrido duplo comercial AG-1051, de ciclo semiprecoce, grão amarelo e dentado, alta resistência ao acamamento, desenvolvido para produção de grãos, silagem e milho verde (CASTRO, 2010), bem aceito por produtores locais para a obtenção de espigas verdes. Efetuou-se o desbaste

quinze (15) dias após a semeadura (DAS) deixando uma planta por cova para um stand final de 50.000 plantas por hectare.

A colheita foi realizada de forma manual aos 68 DAS, e para o controle de plantas daninhas foram feitas capinas aos 12 DAS e 22 DAS, com enxada e tração animal, respectivamente. Foram utilizados dois inseticidas, os quais possuem os seguintes princípios ativos: Lufenuron (1 ml L^{-1}), que age sem efeito de choque sobre as pragas manifestando a sua plena eficiência, dos três aos cinco dias após a aplicação e o Lambda-cyhalothrin (1 ml L^{-1}) que é um inseticida que age por ingestão e contato com número de aplicações variando de acordo com a infestação. As aplicações ocorreram aos 16 DAS e 38 DAS objetivando o controle da população da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*, Smith).

3.3 Irrigação

Utilizou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, com aspersores de impacto com bocais de 4,4 mm x 3,2 mm, vazão de $1,59 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ a uma pressão de serviço de $3,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, espaçados de 12 m x 12 m. Durante a condução do experimento determinaram-se os valores médios das lâminas de irrigação por faixa, utilizando-se coletores da marca Fabrimar, instalados dentro das parcelas, cujo conteúdo era medido por meio de uma proveta graduada em milímetros após cada irrigação.

O manejo de irrigação baseou-se nos valores da evapotranspiração de referência (ET_o), estimados pelo modelo de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), sendo as lâminas determinadas em função dos tratamentos, cujos os dados climáticos foram obtidos em uma estação meteorológica automática, situada próxima da área experimental.

3.4 Monitoramento do teor de água no solo.

O monitoramento do teor de água no solo foi executado por meio de uma sonda de capacitância (FDR) modelo Diviner 2000®, que se constitui em um equipamento portátil, que utiliza o princípio da capacitância elétrica e monitora o teor de água no solo a cada 0,10 m e até 1 m de profundidade. As leituras de frequência relativa (FR) eram efetuadas diariamente, sempre antes e 24 horas após a aplicação das lâminas de irrigação. Para tanto, foram instalados 15 tubos de acesso em PVC, com 1,5 m de comprimento, na direção perpendicular à aplicação das lâminas de irrigação sendo três tubos em cada uma das cinco faixas.

3.5 Variáveis analisadas

Os dados do índice de área foliar (IAF) foram obtidos através da seleção de uma planta por parcela, em cada repetição dentro das cinco faixas. As medidas foram feitas 30 dias após a semeadura e a cada 14 dias, com auxílio de uma trena graduada em centímetros e os dados coletados foram obtidos de todas as folhas de cada planta previamente selecionada. A área foliar foi obtida multiplicando-se o comprimento e a largura máxima das folhas por um fator 0,75 (PETRY *et al.*, 2007) (Figura 2).

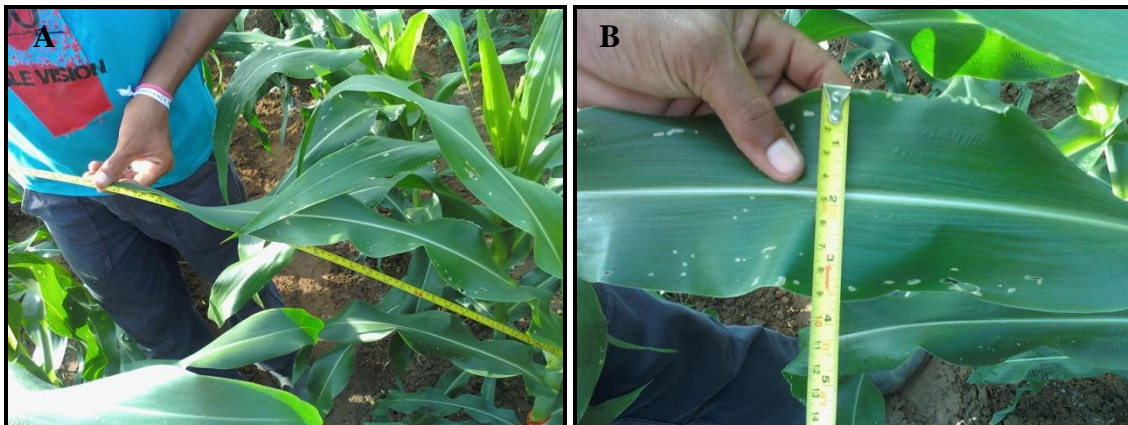


Figura 2. Medidas comprimento (A) e largura (B) das folhas da planta de milho para determinação do IAF, 2009.

O teor de clorofila total foi determinado utilizando-se um clorofiLOG CFL 1030 - medidor eletrônico de clorofila- que é um aparelho portátil que proporciona medição rápida e não destrutiva Falker (2011) (Figura 3) .



Figura 3. Leitura do teor de clorofila total da folha, das plantas milho com a utilização do clorofiLOG CFL 1030.

Para essa avaliação realizou-se a primeira leitura aos 38 dias após a semeadura, sendo as demais efetuadas a cada sete dias até a colheita. Os dados foram obtidos mensurando-se a folha completamente expandida, de dez plantas de cada parcela e o valor da parcela foi obtido calculando-se a média das leituras.

Quatro dias antes da colheita, foram selecionadas dez plantas de forma aleatória dentro das parcelas, por repetição, para determinação da altura da planta (APL), altura de inserção da espiga superior (AES).

As medidas de altura de planta e inserção da espiga foram realizadas com uma régua graduada, sendo considerada como altura de planta a distância em centímetro entre o solo e a base do pendão e como altura de inserção da espiga a distância entre a superfície do solo e a base da espiga mais elevada.

Foram avaliados os diâmetros das espigas empalhadas (DEE) e das espigas despalhadas (DED), determinado na porção média de dez espigas colhidas aleatoriamente na parcela, utilizando-se paquímetro manual. Os comprimentos de espigas empalhadas (CEE) e espigas despalhadas (CED) foram determinados por meio de uma régua, utilizando-se dez espigas colhidas aleatoriamente dentro da parcela.

A produtividade das espigas empalhadas por hectare (PEEHA) e das espigas despalhadas por hectare (PEDHA), foram obtidos pela colheita feita na área útil (16 m^2) de todas as parcelas, sendo posteriormente pesadas com auxílio de uma balança. Também avaliou-se as médias de grãos por espiga (MGE) e número de grãos por fileira (NGF) feitas através de contagem manual das espigas selecionadas. Quanto à média de fileiras por espiga (MFE) foi determinada em dez (10) espigas verdes tomadas ao acaso nas parcelas.

O peso de uma espiga empalhada (PE1E) foi determinado pela razão entre o peso de espiga na área útil (16 m^2) e o estande final de plantas. O número de espiga por hectare foi obtido pela transformação dos dados originais por raiz quadrada, para corrigir a variância (RQNEHA).

O índice de espiga (IE) foi determinado pela razão entre número de espigas com no mínimo um grão completamente desenvolvido e o estande final de plantas na área útil.

A eficiência do uso de água foi calculada pela relação entre a produtividade de espigas despalhadas (kg ha^{-1}) (PEDHA) e o volume total de água aplicada em (mm^{-1}) transformado para (m^{-3}).

3.6 Delineamento experimental

Os tratamentos constaram de cinco lâminas de irrigação, considerando as seguintes variações da evapotranspiração de referência (ET_o): 25% da ET_o; 50% da ET_o; 75% da ET_o; 100% da ET_o e 125% da ET_o.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso e quatro repetições, com os tratamentos dispostos em faixas (Figura 4).

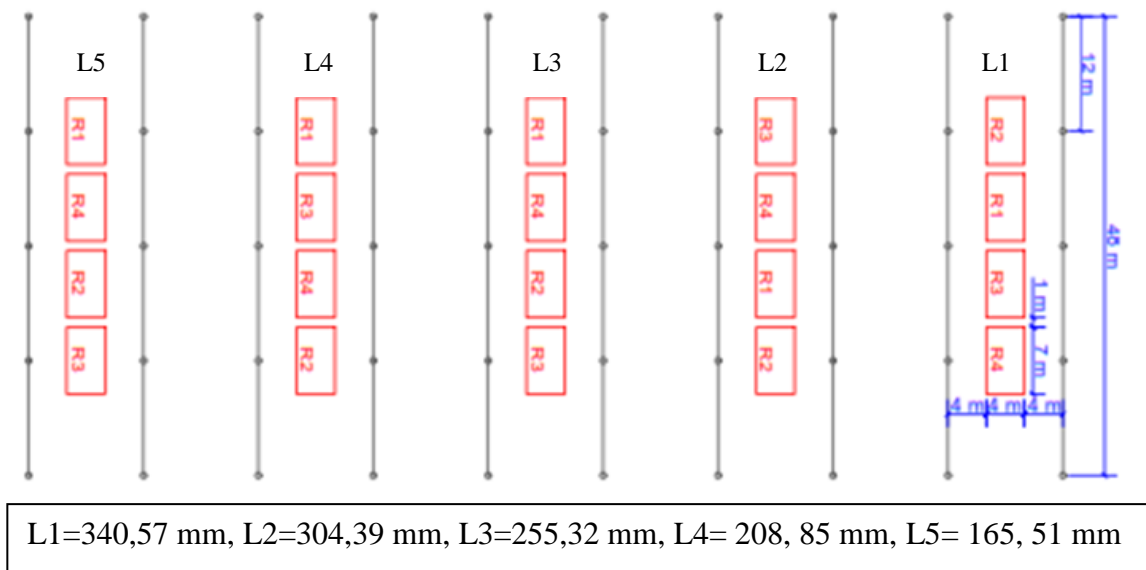


Figura 4. Croquis da área experimental, com a distribuição das parcelas experimentais. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.

Cada parcela constou de seis fileiras de 7,0 m de comprimento espaçadas de 0,80 m e 0,25 m dentro das fileiras, mantendo-se uma planta por cova, após o desbaste. Como área útil, consideraram-se as quatro fileiras centrais constituída de uma área 3,20 m x 5,0 m, totalizando 16,0 m² (Figuras 5).

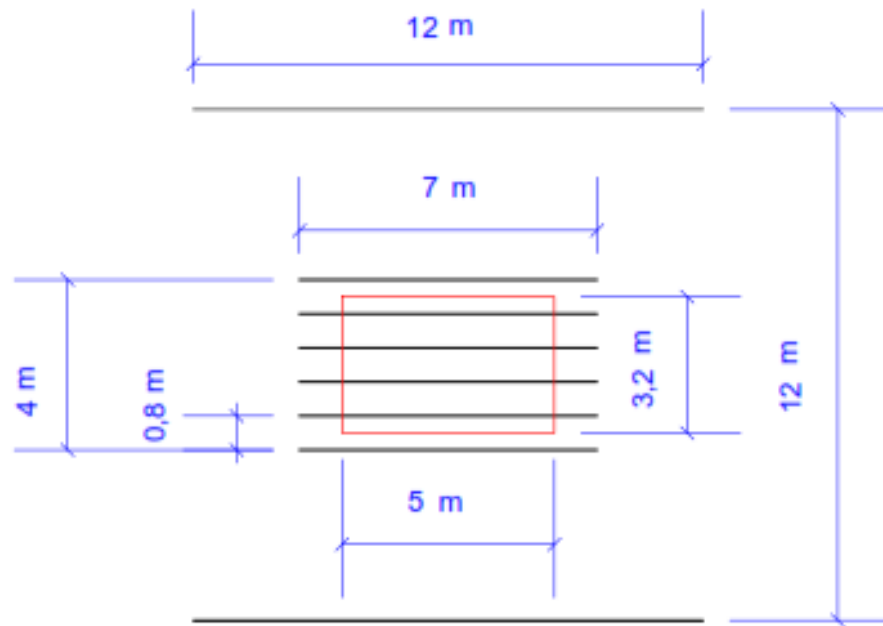


Figura 5. Detalhes da parcela do cultivo do híbrido duplo comercial AG1051, Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.

Os dados obtidos foram à análise de variância pelo teste F de acordo de acordo com o delineamento experimental adotado, ao nível 1% e 5% de probabilidade.

A fim de verificar a influência das lâminas de irrigação sobre a produtividade de milho verde, estimou-se uma função de resposta por meio de uma regressão polinomial, usando-se o programa computacional estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Clima

Os dados climáticos decendiais de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas, médias e mínimas do ar e umidade relativa do ar durante o período de condução da pesquisa são apresentados nas Figuras 6 e 7.

Durante a condução do experimento, observou-se que o total de precipitação não ultrapassou a 17 mm, distribuído nos três últimos decêndios, com valores de 9,3 mm, 5,9 mm e 1,0 mm, respectivamente, conforme Figura 6.

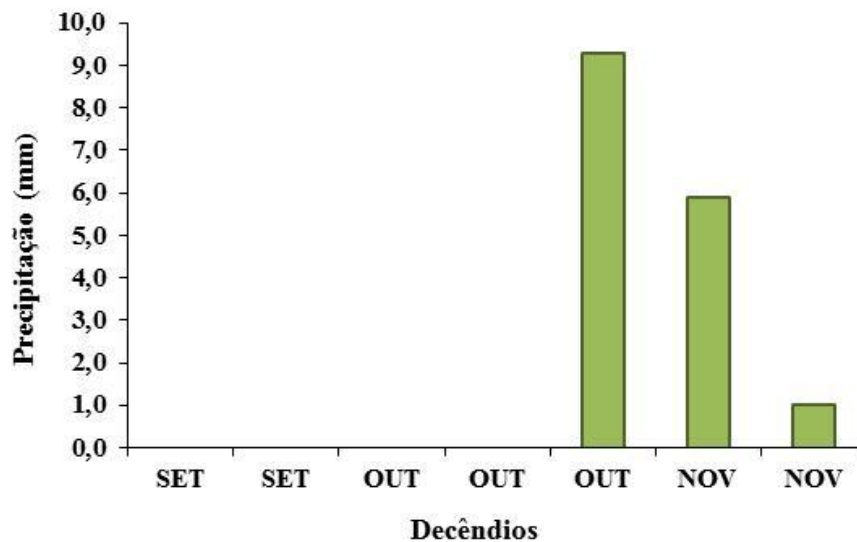


Figura 6. Valores médios de precipitação pluviométrica para os decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro de 2009, Teresina- PI, 2009.

Os dados observados de umidade relativa do ar demonstram que os valores mantiveram-se na faixa de 61,92% a 67,65% durante os decêndios da condução do experimento, as temperaturas mínimas apresentaram uma variação de 22 °C a 23 °C, as médias de 28 °C a 29 °C e as máximas entre 35 °C a 37 °C no decorrer dos decêndios. Esses valores estão um pouco fora da faixa adequada para o desenvolvimento da cultura do milho, que segundo Cruz et al.(2008) é de 24°C a 30°C, compreendida da emergência a floração.

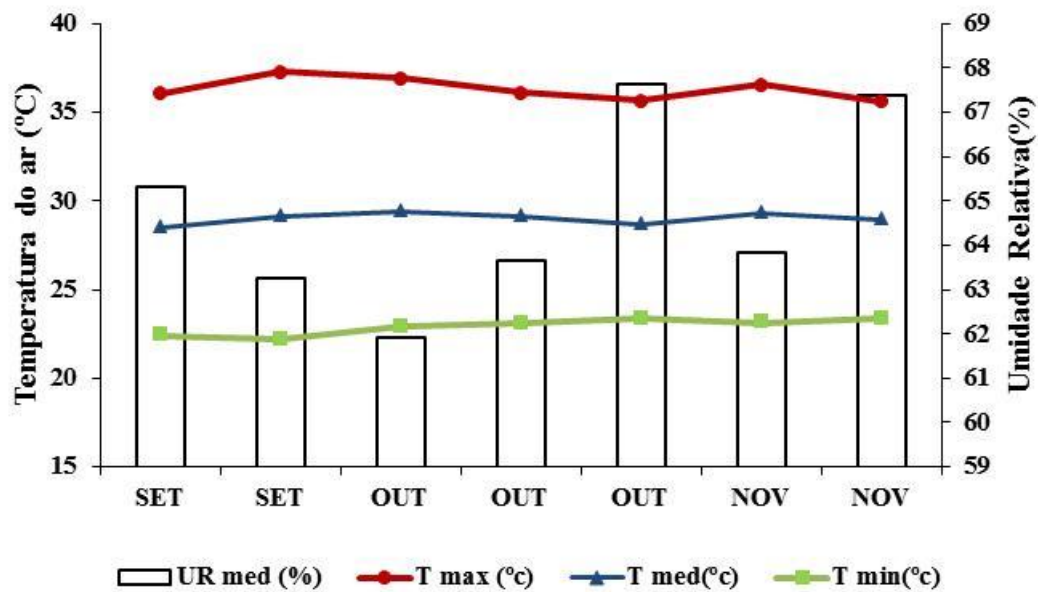


Figura 7. Valores de temperatura do ar máxima, média e mínima para os decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro de 2009, Teresina- PI, 2009.

4.2 Irrigação e conteúdo de água no solo.

Os valores totais das lâminas de irrigação, obtidos com a aplicação das frações de 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo foram 165,51 mm, 208,85 mm, 255,32 mm, 304,39 mm e 340,57 mm respectivamente.

Na Figura 8 pode-se observar a variação média do teor de água no solo até 0,50 m de profundidade. Houve pequena variação até os 30 DAS em decorrência dos tratamentos ainda não terem sido iniciados. A partir desta data, com a aplicação das cinco diferentes lâminas, pode-se visualizar nítida diferença na umidade do solo entre os tratamentos.

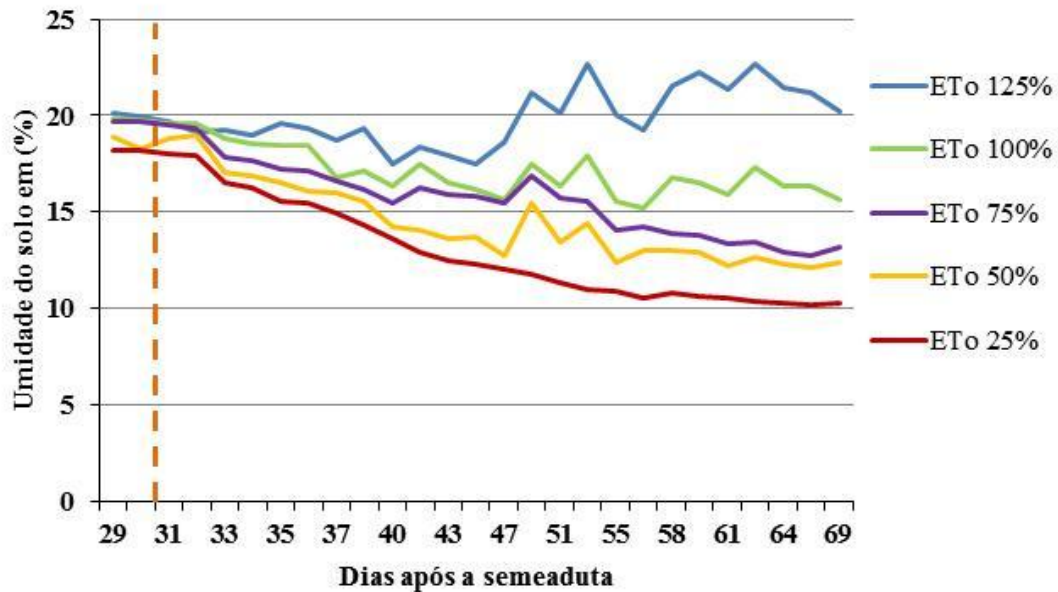


Figura 8. Variação da umidade média do solo até uma profundidade de 0,50 m, ao longo do ciclo fenológico do milho verde em função das lâminas de irrigação aplicadas. Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 2009.

Esses valores indicam que houve um gradiente decrescente do teor de água no solo, onde o tratamento de maior lâmina permaneceu, na maioria dos dias, próximo à capacidade de campo (22 %) e o de menor lâmina, próximo ao ponto de murcha permanente (9 %) (Figura 8). Quanto aos tratamentos intermediários (100 % e 75 % da ETo), o teor de água no solo permaneceu próximo aos limites de água disponível para cultura do milho que, segundo Doorembos & Kassam (1994) é de 50 %.

Na Figura 9 são ilustrados os valores de água disponível para todos os tratamentos. Observa-se que ao aplicar as maiores lâminas 125 % da ETo e 100 % da ETo os níveis de disponibilidade de água mantiveram-se acima de 80 % em todo o perfil do solo (0,00 m a 0,50 m). Já as lâminas 75 % da ETo e 50 % da ETo apresentaram comportamentos semelhantes entre si em quase todo o perfil, estabelecendo-se entre 60 % e 80 % da disponibilidade de água. Quanto à aplicação da menor lâmina de irrigação (25 % da ETo), observou-se uma disponibilidade de água com valores entre 40 % e 49 % em todo o perfil, constatando-se um maior déficit hídrico a este tratamento. Fornasieri Filho (2007) relatam que, quando ocorre déficit hídrico até 0,30 m de profundidade, a planta de milho fica ainda mais vulnerável, uma vez que a maior parte das raízes se encontra nesta profundidade.

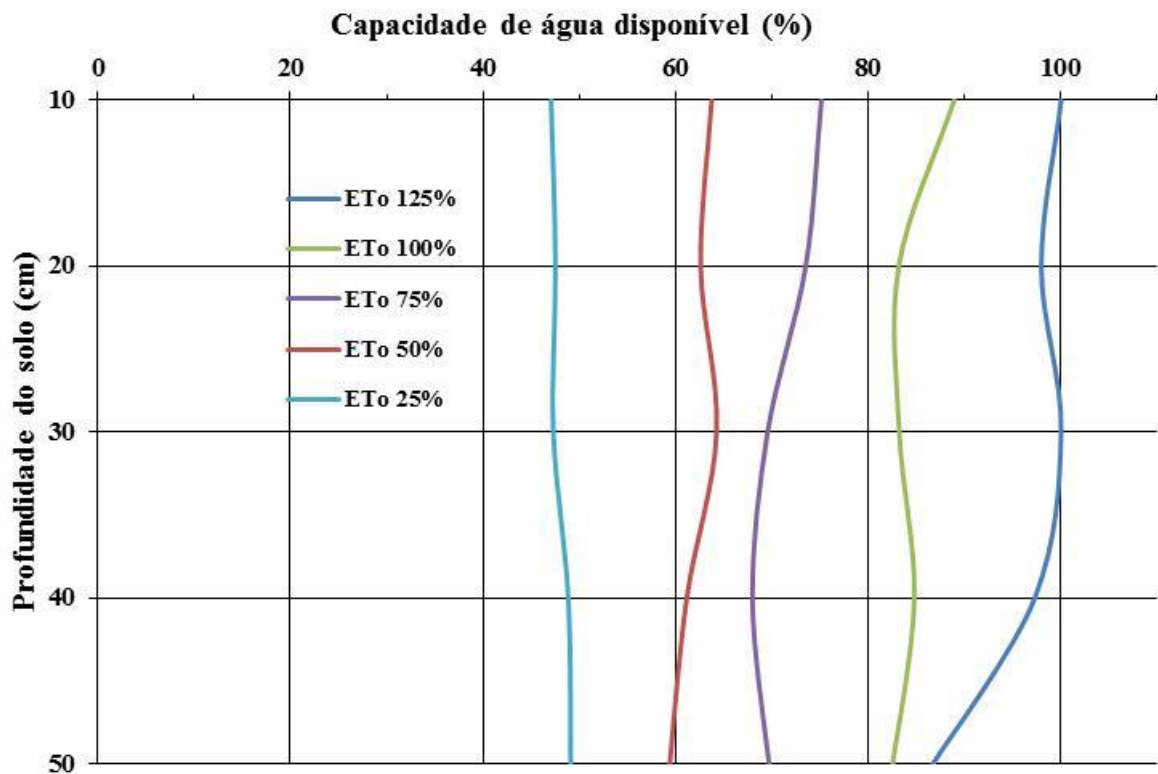


Figura 9. Capacidade de água disponível para o milho verde após a diferenciação das lâminas de irrigação.

4.3 Alturas de plantas e de inserção de espigas

Nos resultados obtidos para as características relacionadas ao crescimento da planta houve efeito ($p < 0,01$) apenas para altura de planta Tabela (3).

Tabela 3. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente a altura de planta (APL). Teresina-PI, 2009.

FV	Quadrado Médio	
	G.L	APL
L	1	4902,13**
Desv.Reg	3	143,4359 ^{ns}
BL	3	140,0432
Resíduo	10	89,5193
CV(%)		4,69

ns, ** = não significativo e significativo 1%, pelo Teste F.

Os valores médios da altura de planta para os cinco tratamentos foram 224,77 cm, 215,45 cm, 194,24 cm, 183,20 cm e 181,01cm, comprovando o efeito negativo do déficit hídrico sobre esta variável. Quando uma planta está sob déficit hídrico intenso, os estômatos são fechados para reduzir a transpiração. Isso também reduz a fotossíntese e, conseqüentemente a produção de fotoassimilados, reduzindo o crescimento da planta.

Analisando a Figura 10, observa-se uma resposta linear para altura de planta em função dos tratamentos adotados, com um incremento de 0,264 cm para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicada.

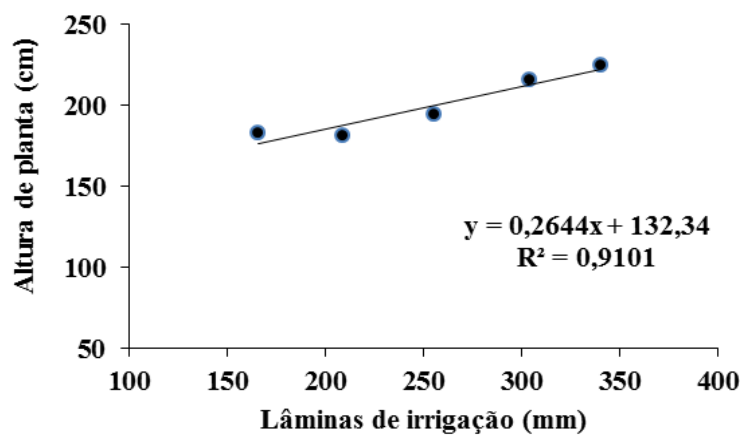


Figura 10. Altura de planta, em função de cinco diferentes lâminas de irrigação. Teresina-PI, 2009.

Além disso, Fornasieri Filho (2007) reporta que a redução da altura da planta pode ser explicada, em parte, pelo fato da associação entre o sistema radicular e a parte aérea (A/R) variarem em função dos fatores ambientais nas diversas fases de desenvolvimento da planta. Sob deficiência hídrica, induz uma redução no valor de A/R, devido à inibição do crescimento da parte aérea e do maior crescimento das raízes.

Trabalhando com populações de plantas em condições de sequeiro em uma região caracterizada por um clima quente com inverno seco e verão chuvoso, Calonego et al. (2011) obtiveram valores para altura de planta para o híbrido duplo comercial AG 1051 entre 210 cm e 227cm, semelhantes aos encontrados para as maiores lâminas. O que segundo Palhares (2003), esta dentro do padrão de altura do híbrido duplo comercial AG1051.

Albuquerque et al. (2008), em regime de sequeiro, relataram alturas médias de plantas de 181 cm, 162 cm e 172 cm, corroborando com os resultados das menores lâminas. Outros

autores como Blanco et al. (2011) encontraram uma função quadrática com valor máximo 219 cm para característica altura de planta do híbrido duplo comercial AG 1051 com uma lâmina de água 603 mm, o que pode ser atribuído ao fato dos mesmos terem imposto maiores lâminas de irrigação.

Quanto à altura de inserção de espiga, esta não apresentou diferenças significativas, o que pode ser explicado pelo fato da diferenciação das lâminas, ou seja, o início do déficit hídrico ter ocorrido aos 33 DAS, tempo este suficiente para o início da formação das inflorescências femininas (espigas potenciais), que segundo Ritchie et al. (2003) ocorre no estágio V5 a V6 quando a planta se encontra com três semanas após a emergência. Esses autores ainda relatam que somente no estágio V9 as inflorescências femininas se desenvolverão a partir de cada um dos nós acima da superfície do solo, exceto os últimos seis a oito nós abaixo do pendão, o que acontece na sexta semana após a emergência. Nesse sentido pode-se considerar que as variáveis significativas avaliadas ocorreram principalmente após a imposição dos tratamentos.

Tabela 4. Valores médios da altura de inserção da espiga do híbrido duplo comercial AG 1051 em função das lâminas de irrigação em (mm). Teresina-PI, 2009.

Lâminas (mm)	Altura de inserção espiga (cm)
340,57	126,32
304,39	125,97
255,32	124,28
208,85	116,00
165,51	112,33

Santos et al. (2002) obtiveram uma média de 96 cm para altura de espiga analisando 23 híbridos, tendo esta característica apresentado efeito significativo, a condição de sequeiro. Resultado este menor do que os obtidos para os regimes de déficit hídrico. Ainda os autores acrescentam que havendo uma correlação positiva entre altura de planta e de espiga, a estatura da planta aumenta concomitantemente com a inserção da espiga.

Zárate et al. (2009) em Dourados-MS, obtiveram valores de 83,9 cm para maior altura de espiga e 72,9 cm para menor trabalhando com irrigação por aspersão e turnos de rega diários até os 15 DAS e duas vezes por semana após este período. Esses resultados foram

menores do que os encontrados neste trabalho, e também aos de Mendonça et al. (1999) que encontram variação de 120 cm a 140 cm para altura de espiga.

Resultados obtidos por Cardoso et al. (2011), sem utilização de irrigação, em Teresina-PI, revela um valor médio de 136 cm para altura de inserção da espiga em seis cultivares trabalhadas, entre elas a AG 1051. Esta média apresenta-se maior do que as encontradas para os tratamentos avaliados.

4.4 Produtividade de espigas e componentes de produção

O quadrado médio dos componentes de produção do híbrido duplo comercial AG1051 em função das lâminas, o coeficiente de variação (CV), o resíduo e a significância dos efeitos das suas respectivas análises de variância estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Quanto ao efeito das lâminas sobre as características relacionadas ao desempenho produtivo como, comprimento médio de espigas empalhadas (CMEE), comprimento médio de espiga despalhada (CMED), diâmetro médio de espiga empalhada (DMEE), diâmetro médio de espiga despalhada (DMED), média de grãos por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF), índice de espiga (IE) e número espiga por hectare (RQNEHA), foi observado efeito significativo ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) em todas as variáveis estudadas, como também produtividade de espigas empalhadas e despalhadas por hectare.

Tabela 5. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao comprimento médio de espiga empalhada (CMEE), comprimento médio de espiga despalhada (CMED), diâmetro médio de espiga empalhada (DMEE), diâmetro médio de espiga despalhada (DMED) do híbrido duplo comercial AG 1051. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.

Quadrado Médio					
FV	G.L	CMEE	CMED	DMEE	DMED
L	1	101,183*	7,7728*	1,4295**	1,4117**
Desv.Reg	3	7,6876 ^{ns}	0,8475 ^{ns}	0,1326 ^{ns}	0,0967 ^{ns}
BL	3	8,5628	0,5585	0,0931	0,1037
Resíduo	10	11,9108	0,7853	0,0733	0,0895
CV(%)		12,01	4,57	5,22	6,89

ns, *, ** = não significativo e significativo a 5 % e 1 %, pelo Teste F.

Tabela 6. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente a média de grãos por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF), índice de espiga (IE), raiz quadrada do número espiga por hectare (RQNEHA), produtividade de espiga empalhada por hectare (PEEHA), produtividade de espiga despalhada por hectare (PEDHA), do híbrido duplo comercial AG 1051. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2009.

FV	G.L	Quadrado Médio					
		MGE	NGF	IE	RQNEHA	PEEHA	PEDHA
L	1	47588,41**	233,454**	0,9989**	34554,25**	327264651,8**	133862959,0**
Desv.Reg	3	345,484 ^{ns}	1,1301 ^{ns}	0,0372 ^{ns}	1431,72 ^{ns}	4063054,63 ^{ns}	3052959,93 ^{ns}
BL	3	1666,40	9,3608	0,00218	142,5403	1745341,1	232211,6
Resíduo	10	2693,20	7,9826	0,0370	924,86	10018957,3	4113152,6
CV(%)		10,05	8,51	39,34	20,77	39,65	40,85

ns, ** = não significativo e significativo a 1%, pelo Teste F.

Para as características comprimento médio de espiga empalhada e despalhada, houve efeito linear ($p < 0,05$) da lâmina de irrigação (Tabela 5). As variáveis DMEE, DMED, MGE, NGF, IE, RQNEHA, PEEHA e PEDHA (Tabelas 5 e 6) apresentaram $p < 0,01$. A análise de variância para estas variáveis observadas demonstra que ocorre influência das lâminas de irrigação no seu comportamento.

4.4.1 Comprimento de espiga empalhada e despalhada.

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).

Com relação ao comprimento de espiga empalhada e despalhada encontrado neste experimento, observa-se que houve efeito linear crescente, com uma redução de 20% para comprimento médio de espigas empalhadas e 13% para comprimento médio de espigas despalhadas, considerando-se os tratamentos de maior e menor lâmina, o que indica a influência do déficit hídrico sobre esta variável (Figura 11).

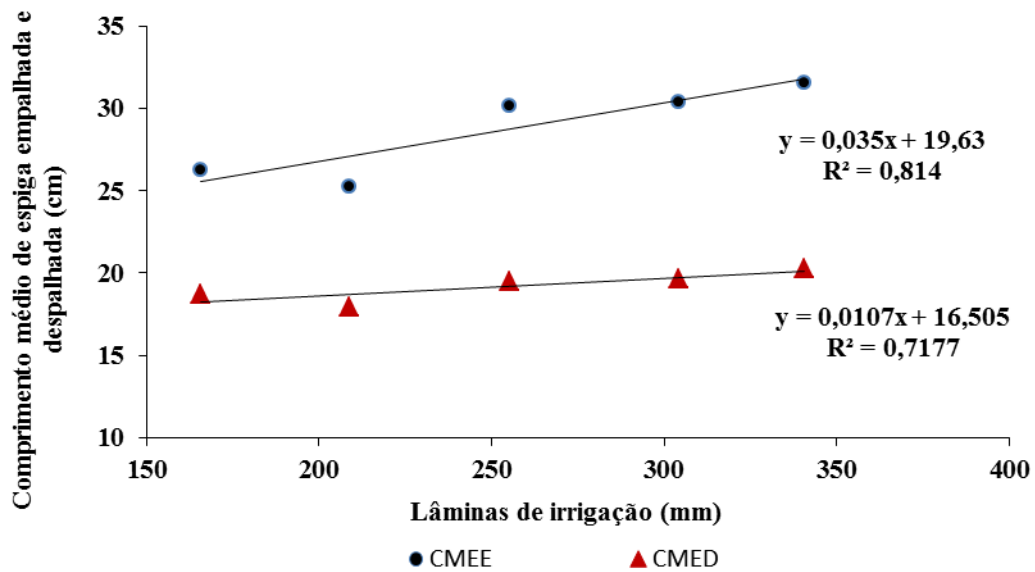


Figura 11. Comprimento médio de espiga empalhada e comprimento médio de espiga despilhada em função de cinco diferentes lâminas de irrigação. Teresina 2009.

É interessante reiterar, que decréscimos no comprimento da espiga em consequência de deficiência hídrica podem estar relacionados com a diminuição da fotossíntese (RIVERA-HERNANDES et al., 2010).

Analisando o coeficiente angular do modelo de regressão linear descrito na figura acima, observa-se que houve um ganho de 0,035 cm de comprimento das espigas empalhadas para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicado. Quanto ao comprimento despilhado esse ganho foi 0,01 cm. Contudo, os valores de comprimento encontrados para as espigas verdes apresentam-se dentro dos padrões para serem enquadradas como comerciais, conforme relato de Cardoso et al. (2011) que classificam espigas verdes empalhadas com comprimentos de 26,4 cm e despilhadas 19,6 cm (híbrido duplo comercial AG 1051), como adequadas para comercialização *in natura* no município de Teresina-PI.

Resultados avaliados por Von Pinho et al.(2008) para comprimento de espiga com palha, sem a imposição de déficit hídrico, apresentou média superior a 31cm. Valor este semelhante aos encontrados para os regimes hídricos de 75%, 100% e 125% da ETo.

Trabalhando com quatro tratamentos 200%, 100%, 50% e 25% do tempo de irrigação, Biscaro et al. (2008) não obtiveram efeitos significativos pelo teste F ($p < 0,05$) para comprimento de espigas despilhadas 15,6 cm, 15,2 cm, 13,7 cm e 14,9 cm respectivamente.

Sendo estes valores menores do que os obtidos no presente trabalho que encontrou médias de 18,73 cm, 17,96 cm, 19,47cm, 19,67 cm e 20,25 cm para 25 % da ETo, 50 % da ETo, 75 % da ETo, 100 % da ETo e 125 % da ETo respectivamente. Essa diferença entre os resultados pode estar relacionada com o sistema de irrigação adotado que no caso dos autores acima trabalharam com irrigação localizada por gotejamento, não usual para a cultura do milho, assim como o material genético utilizado diferente do híbrido duplo comercial (AG1051), indicado para produção de espigas verdes, adotado nesta pesquisa.

Quanto ao padrão comercial os resultados demonstram que tanto o comprimento empalhado como despalhado se enquadrarem no padrão comercial, que segundo Paiva Júnior et al. (2001) devem ser despalhadas maiores que 15 cm de comprimento e com diâmetro superior a 3,0 cm e isentas de pragas e doenças.

4.4.2 Diâmetro de espiga de milho verde empalhada e despalhada.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, o fator lâmina influenciou $p < 0,01$ de forma linear crescente (Figura 12 A e 12 B) sobre o diâmetro das espigas de milho verde empalhada e despalhada, cujos valores médios variaram de 4,63 cm a 5,48 cm e de 3,82 cm a 4,72 cm respectivamente.

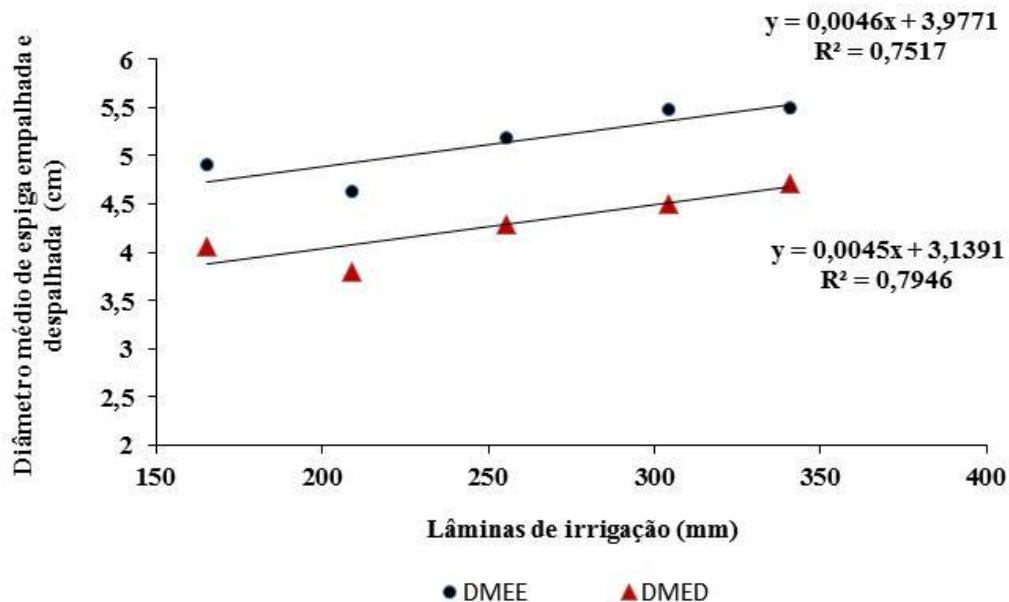


Figura 12. Diâmetro médio de espiga empalhada e diâmetro médio de espiga despalhada em função de cinco diferentes lâminas de irrigação, Teresina-PI, 2009.

Efeito linear da lâmina de irrigação sobre estas variáveis também foi observado por Biscaro et al.(2008), que obtiveram 3,7cm, 3,7cm, 3,5 cm e 3,4 cm para 200%, 100%, 50% e 25% do tempo de irrigação, respectivamente.

Ainda pode-se afirmar que os resultados alcançados enquadram as espigas como comerciais, que devem possuir diâmetros iguais ou superior a três cm, de acordo com Albuquerque et al. (2008) e Cardoso et al.(2011).

Cardoso et al. (2010) obtiveram 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. Os resultados diferem do obtido no presente trabalho, o que pode ser explicado pelo fato do milho HTMV 1 adotado pelos autores citados, ter apresentado o maior diâmetro de espiga sem palha 4,90 cm com espaçamento entre fileiras mais largo e na menor densidade de plantas. Valores entre 4,65 cm e 4,95 cm também foram observados por Freire et al.(2010) para diâmetro médio de espiga sem palha em resposta a doses de nitrogênio.

4.4.3 Média do número grãos por espiga e número de grãos por fileira.

Conforme os resultados das Tabelas 5 e 6, a média de grãos por espiga e o número de grãos por fileira respectivamente, que são características relacionadas ao desempenho produtivo, foram influenciadas significativamente ($p < 0,01$) pelas lâminas de irrigação pesquisadas.

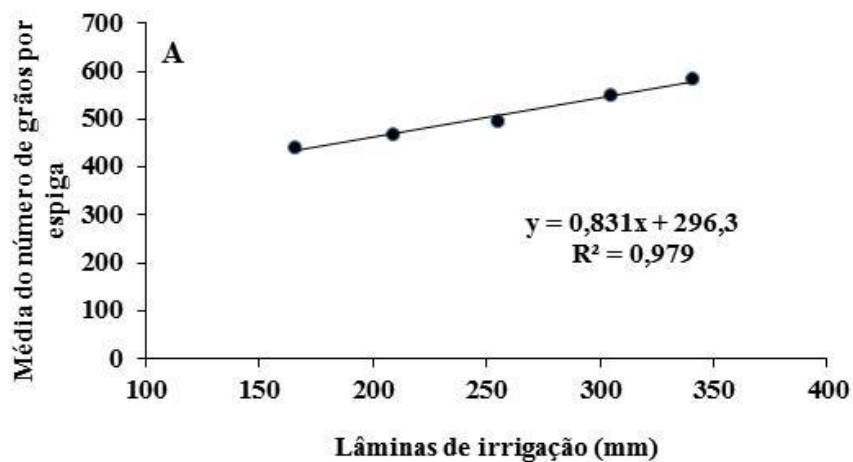


Figura 13. Média de grãos por espiga de milho verde (A), Teresina-PI, 2009.

Observa-se que na figura acima (Figura 13), que houve uma relação linear crescente o que proporcionou um acréscimo médio de 0,831 grãos por espiga para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicada, além disso, o R^2 indica que 97 % da variação na resposta foi explicada pela regressão. As maiores médias do número de grãos por espiga alcançadas foram 585,7 e 551,1 grãos, quando se aplicou 125% da ETo e 100% da ETo, respectivamente, enquanto que à aplicação da menor lâmina resultou no valor médio de 442,08 grãos por espiga.

Esses resultados indicam que as plantas podem apresentar taxas variáveis da média de grãos por espiga e em número de grãos por fileira, em razão de fatores ambientais como déficit hídrico. Segundo Ney et al.(1994), o déficit hídrico pode causar significativo efeito na redução do número de grãos, principalmente quando ocorre junto ou após o florescimento, uma vez que a deficiência hídrica reduz a eficiência da polinização e fertilização. Estudos de Bergamaschi et al. (2004), comprovam que o fato das plantas sob condições de déficit hídrico emitirem a inflorescência masculina no período do déficit hídrico causam atraso na emissão das espigas quebrando o sincronismo entre emissão dos estigmas e liberação do pólen, justificando a ocorrência de espigas com falha na granação, contribuindo assim para uma redução da relação grão/espiga. Em condições de irrigação plena os valores alcançados, foram maiores do que os encontrados por Moura et al. (2006), que obteve uma variação 293,0 a 532,0 grãos por espiga, mas assemelham-se aos de Castro (2010), que verificou valores médios de 570,47, 553,89, e 525, 44 grãos por espiga para as cultivares AG 2060, AG 1051 e BRS 2020.

Similarmente à característica média de grãos por espiga, o número de grãos por fileira apresentou uma resposta linear à aplicação das cinco diferentes lâminas Figura (14), cujos valores médios variaram de 28,0 (25% da ETo) a 37,95 (125% da ETo). Também pode-se verificar que o coeficiente angular da equação de regressão linear encontrada, apresentou um acréscimo 0,058 grãos por fileira para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicada.

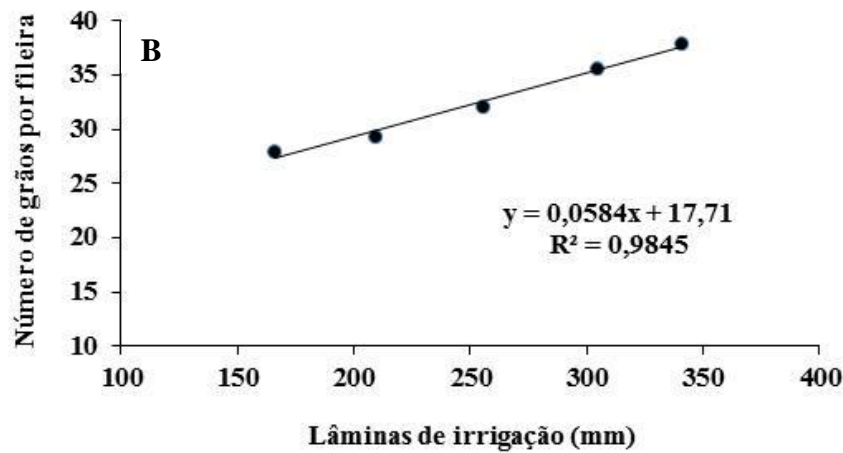


Figura 14. Número de grãos por fileira de espiga de milho verde (B), Teresina-PI, 2009.

A imposição do déficit hídrico pode ter provocado o atraso no aparecimento dos estilos estigmas, reduzindo o número de grãos por fileira pela diminuição do número de óvulos polinizados. Os resultados encontrados são maiores do que os observados por Cardoso et al. (2010), que obtiveram uma média de 26 grãos por fileira sob deficiência hídrica e menores do que os alcançados por Vieira (2007) que constatou uma variação de 37,55 a 43,50 grãos por fileira.

4.4.4 Índice de espiga

A planta de milho deve possuir porte médio, resistência ao acamamento e quebramento e índice de espiga ou número de espiga por planta igual à unidade, de acordo com Pereira Filho et al. (2003). Os dados desta pesquisa demonstraram que houve efeito significativo da lâmina de irrigação sobre o índice de espiga, que respondeu de forma linear (Figura 15), cujo maior valor foi 0,8.

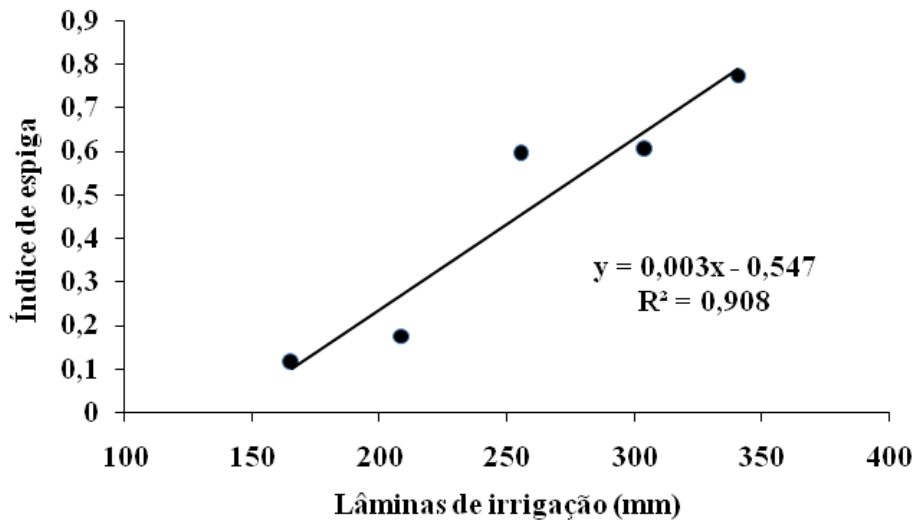


Figura 15. Índice de espiga em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.

Os menores valores foram 0,1 e 0,2, obtidos com as lâminas de 25% e 50% da ETo, respectivamente, demonstrando o efeito negativo do déficit hídrico, quando imposto entre o pré-florescimento e o enchimento de espigas. Nessa fase, o déficit hídrico reduz significativamente a eficiência da polinização, seja pelo ressecamento do grão de pólen, inviabilizando-o, ou pelo aumento do intervalo entre o florescimento masculino e feminino, proporcionando, dessa forma, a presença de plantas estéreis.

Em resumo, os resultados estão abaixo dos valores encontrados por Vieira. (2007), que trabalhando em condições de sequeiro obtiveram valores médios para índice de espiga de 0,9 a 1,0 com precipitação média durante o ciclo de 303 mm. Também Cardoso et al (2011), nas condições de solo e clima de Teresina-PI, alcançaram média de 0,91 como resultado para índice de espiga, por conseguinte maiores do que o tratamento de 125% da ETo.

4.4.5 Número de espigas por hectare

O número de espigas por hectare foi obtido através de uma transformação dos dados originais por raiz quadrada, para corrigir a variância. Transformação semelhante foi feita por Silva et al. (1999), para os dados de percentagem de plantas estéreis de híbridos de milho objetivando a homogeneidade de variância.

Os dados demonstraram que houve efeito ($p < 0,01$) e um aumento linear crescente do número de espigas em função das lâminas de irrigação aplicadas. Os maiores valores de raiz

quadrada do número de espiga por hectare (RQNEHA) foram 193,11 e 172,48 que são equivalentes a 37.292 e 29.749 espigas por hectare com aplicação de 125% da ETo e 100% da ETo respectivamente (Figura 17).

Estes resultados são menores do que os determinados por Cardoso et al. (2011) para o híbrido AG1051 em Teresina-PI. No entanto estão dentro da variação de 20.720 a 33.550 espigas por hectare encontradas por Rocha (2008) para seis cultivares em Teresina-PI.

O menor valor para (RQNEHA) igual a 70,59, que equivale a 4.983 espigas por hectare, foi obtido com aplicação da menor lâmina de irrigação. Esses baixos valores decorrem do efeito deletério do déficit hídrico, especialmente quando imposto entre os estágios V6 (sexta folha) e R1 (florescimento). O estresse ambiental nesse período causa falhas na polinização e na formação do grão, especialmente o estresse hídrico, o qual tende a dessecar os estilos-estigmas e os grãos de pólen, resultando em espigas defeituosas, principalmente com a ponta rocha (RITCHIE et al., 2003).

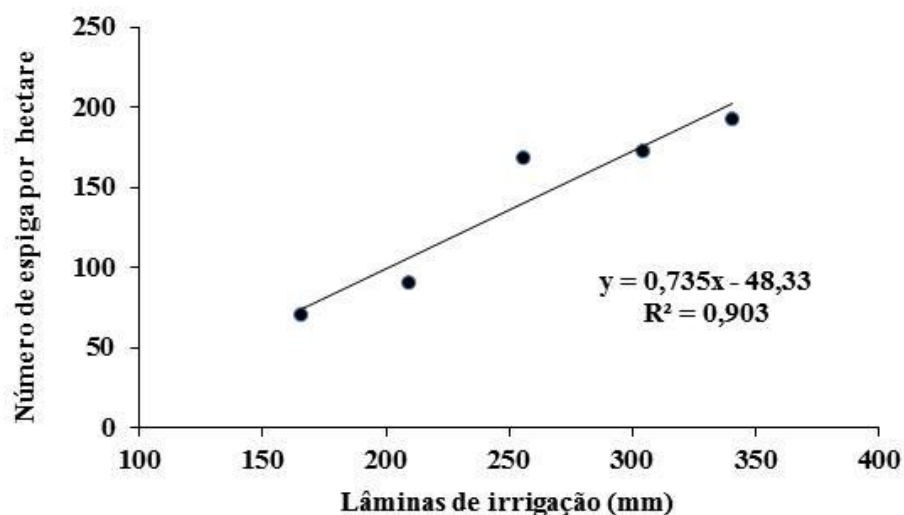


Figura 16. Número de espigas por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas.

4.4.6 Produtividade de espigas de milho verde empalhada e despalhada.

Analisando a Figura 17 (A, B, C e D) pode-se observar as condições das plantas e qualidade das espigas geradas do tratamento, onde se aplicou 340,57 mm ou seja sem deficiência hídrica (125% da ETo) e também do tratamento com maior déficit hídrico (25% ETo) no qual a lâmina aplicada foi 165,51mm. Já a figura 18 (A e B) mostram as espigas de milho verde empalhadas e despalhadas.

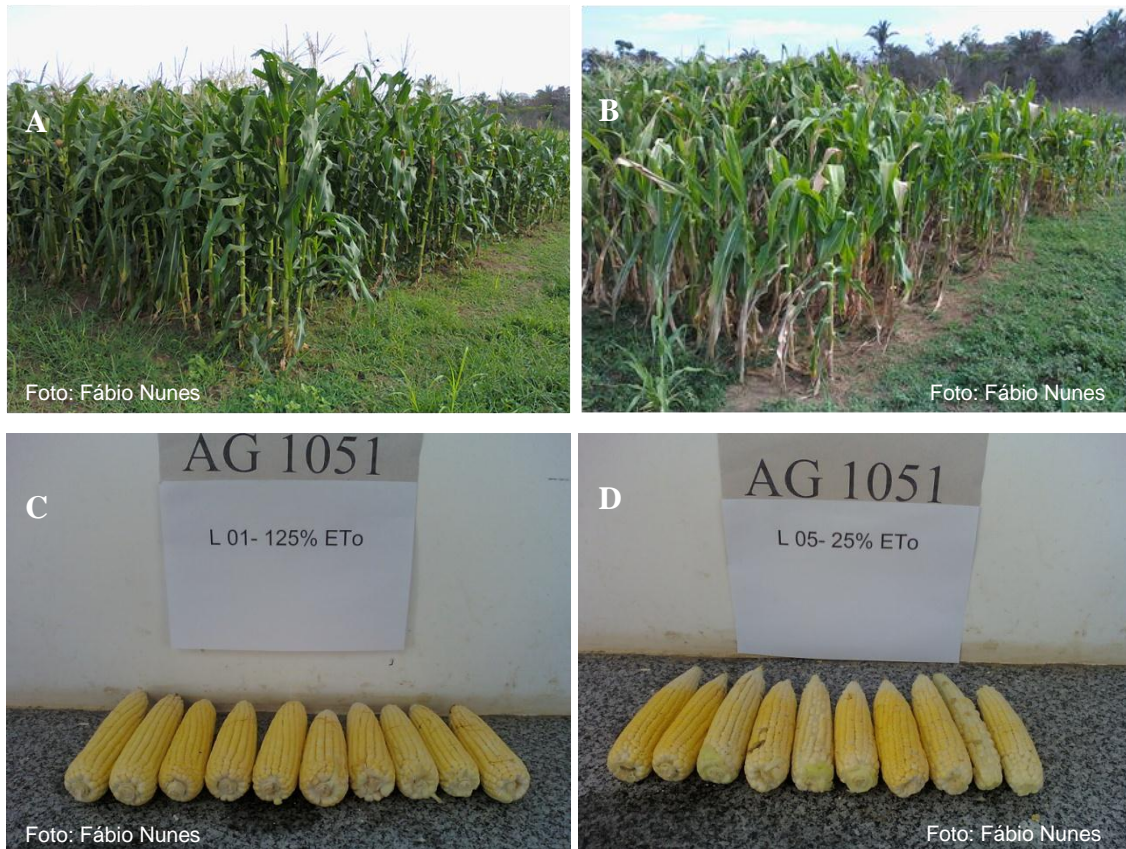


Figura 17. Detalhe das plantas e espigas de milho verde despalhadas nos tratamentos sem deficiência hídrica 125% da ETo (A e C) e com deficiência hídrica 25% da ETo (B e D).



Figura 18. Detalhe das espigas de milho verde empalhadas e despalhadas (A e B).

A produtividade de espigas empalhada e despalhada respondeu de forma linear à irrigação, alcançando 13.453,13 kg ha⁻¹ e 8.465,62 kg ha⁻¹ para o tratamento 125% da ETo, respectivamente. Para a menor lâmina aplicada 165,51 mm, estas produtividades foram de 1.420,63 kg ha⁻¹ e 1.007,92 kg ha⁻¹.

Esses valores demonstram um aumento em aproximadamente 947% para espiga com palha e 839% para espiga despalhada com aplicação da maior lâmina quando comparado a menor lâmina, a qual apresentou os maiores efeitos do déficit hídrico.

Este incremento pode ser resultado do 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 da lâmina 125% da ETo em relação à aplicação de 25% da ETo. Segundo Fornasieri Filho (2007), a redução da extensão da área foliar que permanece fisiologicamente ativa, pode influenciar na eficiência da produção.

Os resultados médios encontrados por Biscaro et al.(2008), para produção de espigas verdes por hectare quando trabalharam com quatro diferentes tempos de irrigação 25%, 50%,100% e 200% foram: 5.675,55 kg ha⁻¹, 5.964,76 kg ha⁻¹, 7.502,84 kg ha⁻¹ e 8.779,29 kg ha⁻¹ respectivamente. Nas condições dos menores tempos de irrigação, os valores encontrados pelos autores acima, apresentam-se maiores que os tratamentos 25% da ETo e 50% da ETo, contudo, para os maiores tempos de irrigação 100% e 200%, as produções mostram-se menores que os tratamentos com irrigação plena (100% da ETo e 125% da ETo).

A produtividade de espigas verdes empalhadas aumentou em função do acréscimo das lâminas, sendo este incremento de 51,98 % quando se aumentou a lâmina de 165,51 mm para 208,85 mm, de 208,85 mm para 255,32 mm o aumento foi 65,94%, de 255,32 mm para 304,39 mm o aumento foi 15,26 % e de 304,39 mm a 340,57 mm o acréscimo foi igual a 23,78%. Esta resposta na produtividade de espiga verde empalhada com aumento nas lâminas foi linear crescente (Figura 19).

O coeficiente de regressão (b) mostra que o acréscimo de cada mm de água aplicada proporciona uma adição de 70,31 kg ha⁻¹ de espiga verde empalhada.

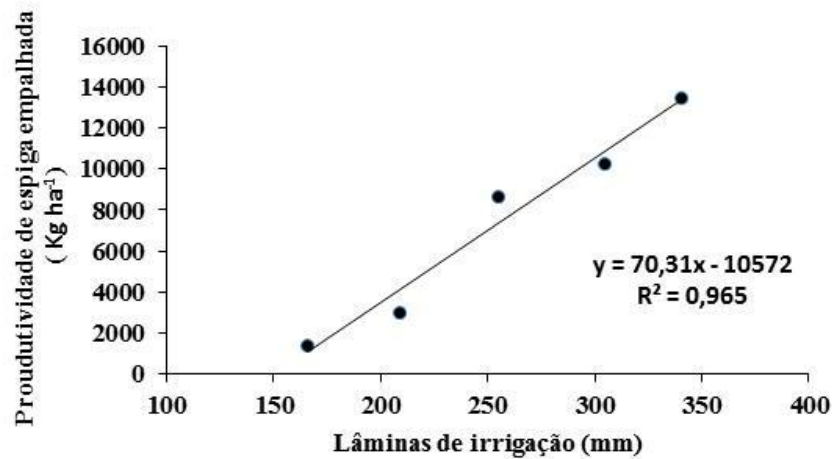


Figura 19. Produtividade de espiga empalhada por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.

Experimentos conduzidos por Albuquerque et al. (2008), no município Ijaci – MG, proporcionaram valores médios de produtividade de espigas empalhadas (PEE) 13.795,89 kg ha⁻¹ para cultivares comerciais e 12.265,24 kg ha⁻¹ para cultivares experimentais. Segundo os autores esta produtividade é considerada baixa para região de Ijaci, podendo ser explicado por uma distribuição irregular das chuvas, principalmente no início do florescimento e enchimento dos grãos. Condições de déficit hídrico impostos nos tratamentos 25% da ETo e 50% da ETo, aos 33 DAS também causaram baixa produtividade de espigas empalhadas na condução deste experimento.

Resultados superiores foram obtidos por Albuquerque et al. (2008), em condições de sequeiro no município Lavras - MG, com valores médios de 21.292,69 kg ha⁻¹ e 18.412,52 kg ha⁻¹ para os 32 híbridos experimentais e quatro híbridos comerciais avaliados respectivamente, sendo um dos destaques o híbrido duplo comercial AG 1051 com produtividade média de 22.085 kg ha⁻¹. Essas elevadas produtividades podem ser atribuídas à maior fertilidade natural do solo e às menores temperaturas do ar, no município de Lavras. Por outro lado, valores semelhantes aos alcançados com irrigação plena, foram obtidos por Santos et al. (2010), para espigas verde empalhadas nas condições de sequeiro, do município de Andradina – SP, com valores médios de 14.526 kg ha⁻¹ para o híbrido comercial AG 1051.

Quanto às espigas verdes despalhadas a produtividade também aumentou em função do acréscimo das lâminas, sendo este incremento de 22,31 % quando se aumentou a lâmina de

165,51 mm para 208,85 mm, de 76,77 % quando a lâmina passou de 208,85 mm para 255,32 mm, de 255,32 mm para 304,39 mm o aumento foi 14,18% e de 304,39 mm para 340,57 mm o aumento foi igual a 23,08%. Esta resposta na produtividade de espiga verde despalhada com aumento nas lâminas foi linear crescente (Figura 20).

O coeficiente de regressão (b) mostra que o acréscimo de cada mm de água aplicada proporciona uma adição de 45,19 kg ha⁻¹ de espiga verde despalhada.

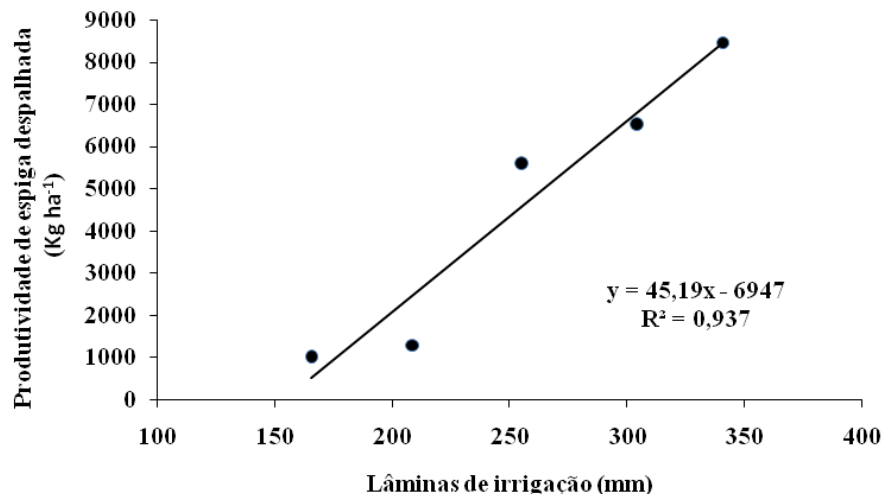


Figura 20. Produtividade de espiga despalhada por hectare em função lâminas de irrigação aplicadas. Teresina-PI, 2009.

Os resultados de espiga verde despalhada, obtidos na maior lâmina (125% da ETo foram próximos aos encontrados por Cardoso et al. (2009), que avaliaram diferentes genótipos sob irrigação, nas condições de solo e clima do município de Teresina.

Santos et al.(2010) obtiveram valores entre 9.996 kg ha⁻¹ e 10.476 kg ha⁻¹ para espigas sem palha, confirmado resultado de Cardoso et al. (2004) que foi de 10.802 kg ha⁻¹ e maiores do que os encontrados para lâmina de 125 % da ETo 8.465,62 kg ha⁻¹.

Condições impostas por Ferreira et al. (2010), para produtividade de milho com quatro diferentes lâminas de irrigação apresentou comportamento crescente com o incremento da lâmina de irrigação revelando resposta linear, corroborando com os resultados do presente trabalho. Resultados encontrados por Oktem (2008) também revelam um 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 % da evaporação do tanque classe A.

4.5 Índice de área foliar (IAF)

Pela Tabela 7, observa-se que houve efeito quadrático ($p < 0,01$) da lâmina de irrigação sobre o índice de área foliar do híbrido duplo comercial AG 1051.

Tabela 7. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao IAF do híbrido duplo comercial AG1051, dentro das lâminas nas épocas 44 e 58 dias após a semeadura. Teresina-PI, 2009.

FV	G.L	Quadrado Médio	
		EPO 44	EPO 58
L` d. EPO	1	1,458795**	11,589727**
L`` d. EPO	1	0,554937*	0,799378**
Desv.Reg	2	0,0111943 ^{ns}	0,207899 ^{ns}
BL	3	0,251913	0,251913
Resíduo	42	0,112145	0,112145
CV(%)		12,11	12,11

ns, **, * = não significativo e significativo 1% e 5% de probabilidade pelo Teste F.

O IAF apresentou resposta linear e quadrática ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) à lâmina de irrigação, apenas aos 44 e 58 dias após a semeadura (DAS), uma vez que a diferenciação dos tratamentos, teve início apenas aos 30 DAS época da primeira medição do IAF. Nesta época, os IAF's apresentaram pequena variação entre as cinco lâminas, com valores entre 1,31 a 2,0 (Figura 21).

A partir daí os IAF's cresceram e aos 44 dias após a semeadura apresentaram valores maiores que na primeira época, com valores médios variando de 3,05 a 3,86. A diferença dos IAF's entre os tratamentos com maiores e menores lâminas aumentou aos 58 DAS, com valores médios variando de 1,94 (ETo 25%) a 3,70 (ETo (125%). Somente, próximo ao estágio R3 que se percebe um declínio mais proeminente nos tratamentos de 75% da ETo, 50% da ETo e 25% da ETo. Esses resultados são justificados em decorrência do déficit hídrico, mais intenso.

Segundo Kramer (1963), existe uma estreita relação entre a disponibilidade de água no solo e a área foliar da planta, tornando-se menor o crescimento foliar com a redução da umidade do solo.

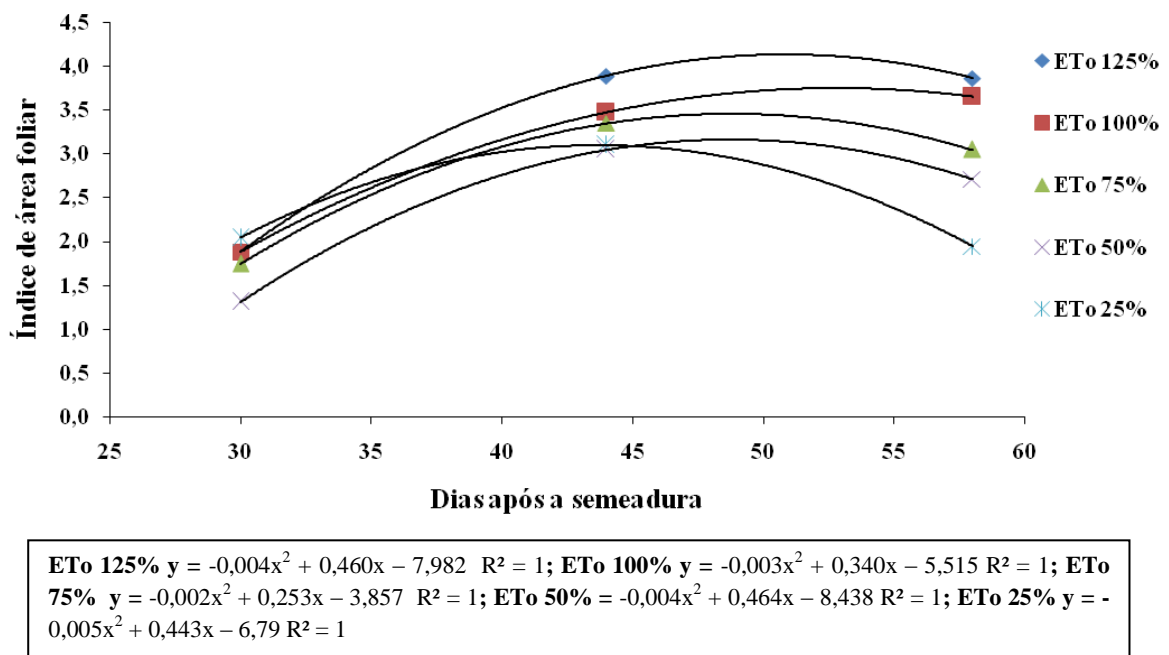


Figura 21. Índice de área foliar do híbrido duplo comercial AG1051 em função das lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.

Uma das respostas mais proeminentes das plantas ao déficit hídrico consiste no decréscimo da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração na senescência e abscisão das folhas (Taiz & Zeiger, 1991), contribuindo para a redução da produtividade. Esses efeitos puderam ser observados nesta pesquisa, notadamente nos tratamentos cuja lâmina de irrigação correspondeu a 25% e 50% da ETo, em que foram encontrados os menores valores do IAF e as mais baixas produtividades de espigas, conforme relatado anteriormente.

Parizi (2007) observou que o aumento do IAF da cultura do milho cultivar AGN 2012 ocorreu até aproximadamente os 74 DAE, próximo ao estágio R1 quanto atingiu o maior crescimento de IAF com a maior média 6,08 para o tratamento 80% da ETo, sendo que após esta fase, próximo aos 90 DAE ocorreu um declínio devido à senescência e a queda de folhas coincidindo com o estágio R3. Este mesmo autor relata que os dados para o IAF da cultura do milho se ajustaram a uma equação de segundo grau, com coeficiente de determinação ($R^2 = 0,96$), considerado alto. É preciso considerar o solo usado por Parize (2007), um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, portanto com maior retenção de água. Por

isso, a planta com apenas 80% de reposição não sofreu tanto. É interessante reiterar, que as temperaturas mais baixas variando de 13°C a 21°C condicionam a ETo's mais baixas.

Andrade et al (2008) observaram redução do IAF em decorrência do déficit hídrico, semelhante ao encontrado neste trabalho. Os autores encontraram IAF's com média de 2,18, no estágio V8, 2,6, no estágio R1 e 1,85 no estágio R6, que segundo Ritchie et al.(2003) se enquadram no estágio vegetativo (oitava folha) e estágio reprodutivo (florescimento) e (maturação fisiológica) respectivamente.

Maddonni e Otegui (1996) avaliando três híbridos de milho para produtividade de grãos, utilizando irrigação superficial por sulco, sem limitação hídrica, observaram valores de IAF's de 3,8 a 5,0 aos 90 dias após a semeadura, ocorrendo decréscimo após os 100 dias com valores variando entre 1,5 e 3,0.

4.6 Teor de clorofila

Na Tabela 8, observa-se que houve significância ($p < 0,01$) de lâmina em função das épocas 38, 45, 52 e 59 dias após a semeadura para o teor de clorofila total (TCT). Com relação ao efeito das lâminas ajustou-se a uma função linear, apresentando incremento dos valores analisados considerando o tratamento de 125% da ETo com 340,57 mm aplicados em relação ao tratamento de 25% da ETo com 165,51 mm proporcionando o menor teor de clorofila total.

Tabela 8. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente ao teor de clorofila total do híbrido duplo comercial AG1051, dentro das lâminas nas épocas 38, 45, 52 e 59 dias após a semeadura. Teresina-PI, 2009.

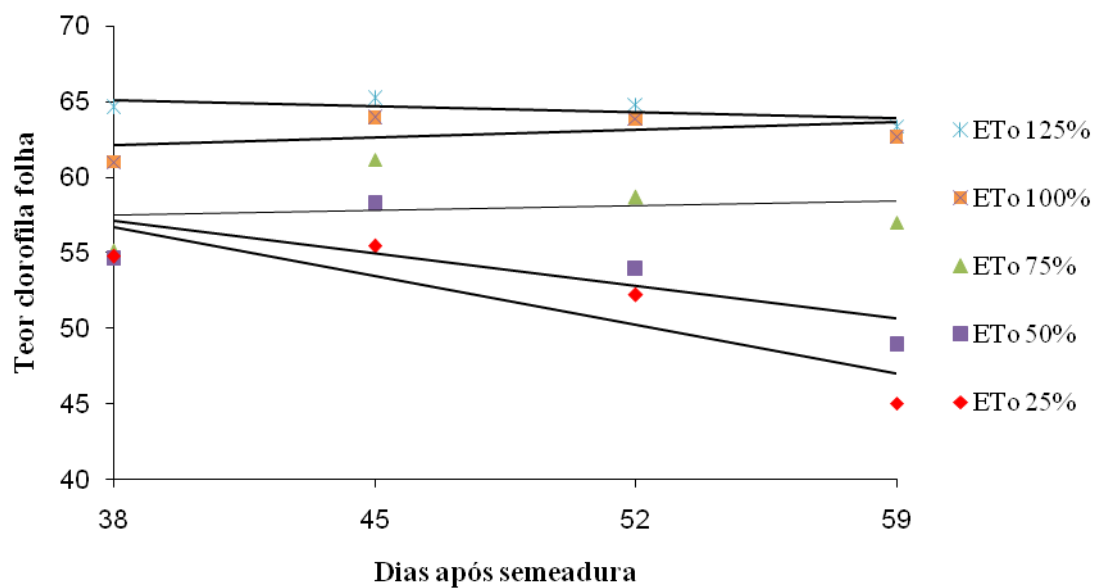
FV	G.L	Quadrado Médio			
		EPO 38	EPO 45	EPO 52	EPO 59
L` d. EPO	1	270,358**	257,312**	501,565**	1037,31**
Desv.Reg	3	20,7668 ^{ns}	0,7039 ^{ns}	4,9697 ^{ns}	13,0515 ^{ns}
BL	3	18,5806	18,5806	18,5806	18,5806
Resíduo	57	32,9695	32,9695	32,9695	32,9695
CV(%)		9,8	9,8	9,8	9,8

ns, **, * = não significativo e significativo 1% e 5% de probabilidade pelo Teste F.

Analisando a Figura 22, constatou-se que na primeira época (38 DAS) ocorreu uma redução de 15,2 %, com valores de 64,58, para a lâmina de 125 % da ETo, e 54,7, para a menor lâmina aplicada de 25% da ETo. Esta variação pode ser atribuída aos oito dias entre a diferenciação das lâminas e a primeira leitura feita com clorofiLOG.

Uma redução em entorno de 15% também foi observada aos 45 DAS, quando foi feita a segunda leitura, com valores de 65,18 e 55,40 para a maior (125% da ETo) e menor lâmina(25% da ETo), respectivamente.

À medida que aumentou o período de déficit hídrico, maiores foram às diferenças do teor total de clorofila entre os tratamentos. Aos 52 e 59 DAS, os TCT do tratamento de menor lâmina foram de 19,4% e 28,9% menores em relação ao tratamento 125%. Isso demonstra efeito deletério do déficit hídrico sobre a clorofila, que também foi observado por Viana et al. (2004) e Bastos et al. (2011), avaliando o déficit hídrico sobre a produção de milho e feijão-caupi, respectivamente.



125% da ETo $y = -0,057x + 67,24$ $R^2 = 0,444$; 100% da ETo $y = 0,070x + 59,40$ $R^2 = 0,216$; 75 % da ETo $y = 0,046x + 55,70$ $R^2 = 0,026$; 50 % da ETo $y = -0,306x + 68,72$ $R^2 = 0,519$; 25 % da ETo $y = -0,462x + 74,24$ $R^2 = 0,772$

Figura 22. Teor de clorofila na folha em função da época de amostragem para as lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.

Os resultados encontrados para do teor de clorofila total em função da maior lâmina de irrigação foram semelhantes aos obtidos por Amaral Filho et al. (2005) 60, 60,5, 62,3 e 64,5 que observaram um acréscimo linear na estimativa do teor de clorofila com o aumento nas doses de N em cobertura 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹.

Quanto ao valor referente à menor lâmina, este foi semelhante ao resultado encontrado por Viana et al. (2004), que avaliando o efeito do estresse hídrico sobre o teor relativo de clorofila de linhagens de milho obteve 42,0 para linhagem sensível. Também Cruz (2006), trabalhando em casa de vegetação encontrou redução acima de 30% no teor de clorofila total para o milho.

4.7 Eficiência do uso da água (EUA)

Quanto à eficiência do uso da água (EUA), o resumo da análise de variância apresentou resultados significativos para linear e função de quarto grau, e não significativo para quadrática e cúbica (Tabela 9). No entanto, optou-se apenas pela explicação linear, pois está é de mais fácil interpretação biológica, além de um alto coeficiente de determinação ($R^2=0,82$) indicando que a reta explica satisfatoriamente a EUA.

Tabela 9. Resumo do uso da regressão na análise de variância correspondente à eficiência do uso de água. Teresina-PI, 2009.

FV	G.L	Quadrado Médio
		EUA
L`	1	768,74*
L``	1	9,9253 ^{ns}
L```	1	1,3243 ^{ns}
L ⁴	1	180,03*
BL	3	5,3933
Resíduo	10	7,9679
CV(%)		17,12

ns,* = não significativo e significativo a 5%, pelo Teste F.

A eficiência do uso da água (EUA) (Figura 23) apresentou uma média geral de 1,54 kg m⁻³. Os maiores valores 2,48 kg m⁻³, 1,84 kg m⁻³ e 2,09 kg m⁻³ foram obtidos para os tratamentos com maior volume de água aplicada, os quais apresentaram as maiores

produtividades. Os menores valores de EUA ($0,68 \text{ kg m}^{-3}$ e $0,64 \text{ kg m}^{-3}$) resultaram da aplicação das lâminas de 50% e 25% da ETo. O coeficiente angular (b) da equação de regressão linear revela que para cada milímetro de lâmina de irrigação aplicado, ocorre um incremento $0,01 \text{ kg m}^{-3}$ de EUA.

Este comportamento induz a afirmar de que a cultura ainda poderia proporcionar maiores valores de produção com aumento da lâmina aplicada.

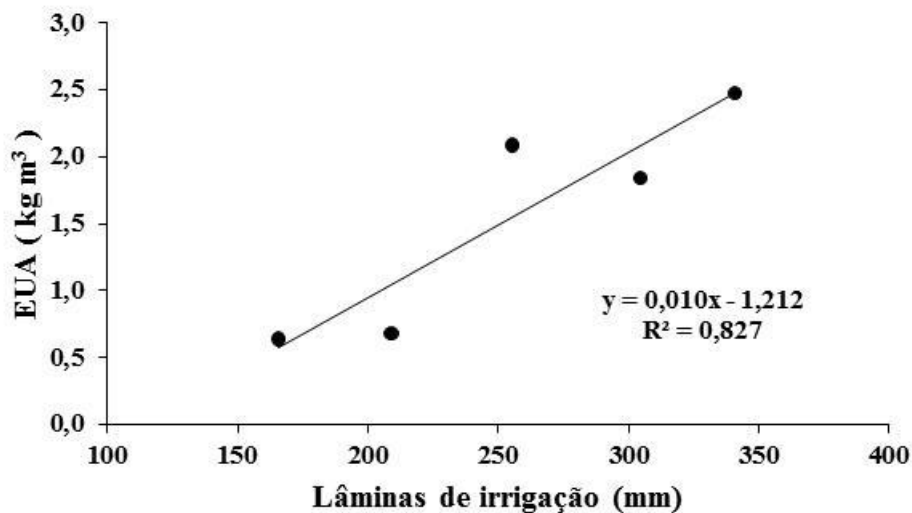


Figura 23. Eficiência do uso da água do híbrido comercial AG1051 em função das lâminas de irrigação aplicadas, Teresina-PI, 2009.

Resultados encontrados por Souza et al. (2011) para produtividade de milho grão em sistema de plantio exclusivo, apresentaram um comportamento linear para EUA, com valores de $0,46 \text{ kg m}^{-3}$, $0,58 \text{ kg m}^{-3}$, $0,67 \text{ kg m}^{-3}$, $0,72 \text{ kg m}^{-3}$ e $0,77 \text{ kg m}^{-3}$ para 0%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo respectivamente. Estes valores, apresentam-se menores que os resultados obtidos para os tratamentos 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo usados nesta pesquisa. É preciso considerar que pelo fato das produtividades de espigas verdes serem bem superiores a de grãos secos, resulta em valores de EUA maiores com aplicação de maiores lâminas de irrigação.

Parizi (2007), que trabalhou com quatro estratégias de irrigação (EI) 120%, 100%, 80% e 60% da ETo na cultura do milho grão, verificou uma tendência linear da EUA entre os tratamento, com valor de $3,07 \text{ kg m}^{-3}$ para menor estratégia e $3,46 \text{ kg m}^{-3}$ para 100% da ETo, esse configurando a maior média.

Blanco et al. (2011) obtiveram resultados divergentes aos desta pesquisa, constatando um declínio da EUA, com o acréscimo da lâmina de irrigação. O valor máximo alcançado foi de $2,22 \text{ kg m}^{-3}$ para menor lâmina e o mínimo de $0,97 \text{ kg m}^{-3}$ para maior lâmina, sendo esse o tratamento com maior volume de água aplicado. Essas divergências podem ser explicadas em decorrência das lâminas aplicadas por estes autores terem variado de 272 mm a 544 mm, portanto, em torno de 40 % acima das aplicas neste trabalho.

5. CONCLUSÕES

- 1- Lâminas de irrigação provocaram uma resposta linear crescente da produtividade de espiga verde empalhada e despalhada e da eficiência de uso da água.
- 2- Os componentes de produção diâmetro de espiga com e sem palha, comprimento de espigas com e sem palha, média de grãos por espiga, número de grãos por fileira, índice de espiga e número espiga por hectare apresentam incrementos positivos com uma tendência linear crescente à aplicação das lâminas de irrigação.
- 3- O déficit hídrico imposto no estágio V6 – sexta folha reduziu linearmente o índice de área foliar e o teor de clorofila.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE INFORMAÇÃO EMBRAPA. **Milho verde**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3c1v9rbg.html>. Acesso em: 24 de set 2012.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. da. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. **Journal of Bioscience**, Uberlândia, PG, v. 24, n. 2, p. 69-76, 2008.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; SOUSA FILHO, A. X de.; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 768-775, maio/jun., 2008

ALBUQUERQUE, P. E. P de. **Irrigação para o Cultivo do Milho Verde**. In:_____. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa, 2002. cap. 6, p.93 -114.

ALBUQUERQUE, P. E. P de.; RESENDE, M. Manejo de Irrigação. In:_____Cultivo do Milho 5. ed. (Versão eletrônica). Sete Lagoas, set./ 2009.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

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.

AMARAL FILHO, J. P. R do.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 29: 467-473, 2005.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense**.2000. 556. f. tese (Doutorado em agronomia) – ESALQ, Piracicaba, 2000.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; Bastos, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da.; GOMES, A. A. N. Classificação climática do Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 86 p. (Embrapa Meio-Norte. Documento 86).

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; FRIZZONE, A. J.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RODRIGUES, B. H. N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 301-305, fev. 2001.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L. G. M. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 101).

ANDRADE, C. de L. T. **Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa milho e sorgo. Circular Técnico 85).

ANDRADE, C. L. T.; AMARAL, T. A.; GOMIDE, R. L.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; HEINEMANN, A. B.; MENDES, A. P.; ALVES, F. F.; ARAUJO, S. G. Área Foliar e Produtividade de Grãos de Cultivares de Milho, Submetidas à Déficit Hídrico, em Sete Lagoas, MG. In: XXVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2008. Londrina-PR. “Agroenergia, Produção de Alimentos e Mudanças Climáticas: Desafios para Milho e Sorgo”, 2008.

ARGENTA G.; SILVA, P. R. F da.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, Campinas-SP, 13(2): 158-167, 2001.

BAHIA FILHO, A. F. de Castro. In:_____. **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. 217 p.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Boletim Agrometeorológico do ano de 2007 para o município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008, 37p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 181).

BASTOS, E. A.; NASCIMENTO, S. P do.; SILVA, E. M da.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMIDE, R. L. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes à seca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 100-107, jan-mar, 2011.

BENINCASA, M. M. P. Índice de área foliar. In:_____ **Análise de crescimento de plantas (Noções Básicas)**. Jaboticabal: Funep, 2003. Cap. 9, p. 34-35.

BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; ROSA, L.M.G.; BERGONCI, J.I.; ARAGONÉS, R.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; LANGENSIEPEN, M. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v.1, p.23-27, 2001.

BERGAMASHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGOCCI, J. I.; BIACHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HELCKLER, B. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. . **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

BERGAMASHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGOCCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RANDIN, B.; BIACHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.** vol.41 no.2 Brasília Feb. 2006.

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.

BLANCO, F. F.; CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; VELOSO, M. E da. C.; NOGUEIRA, C. C. P.; DIAS, N. da. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v.46, n.5, p.524-530, maio 2011.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 4, n.12, p. 84-90, 2011.

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. CD-Rom.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L de.; RIBEIRO, V. Q. Avaliação preliminar de cultivares de milho para produção de espiga verde em sistema agrícola familiar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35. 2, 406-409. 2004.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. B. **Performance de Cultivares de Milho-verde no Município de Teresina, Piauí**. Embrapa Meio-Norte, 2011. 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico 227).

CARDOSO, M. J.; SILVA, A. R da.; ROCHA, L. M. P.; GUIMARÃES, P. E de. O.; SETUBAL, J. W. Rendimento de espigas verde de milho em relação ao espaçamento entre fileiras e a densidade de plantas. In: 50º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2010. Guarapari. Anais 50º Congresso Brasileiro de Olericultura, Hortic. bras., v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), julho 2010

CARDOSO, MILTON J.; RIBEIRO, VALDENIR. Q.; BASTOS, EDSON A.; SILVA, EVERALDO M. da. PRODUTIVIDADE DE ESPIGAS VERDES DE CULTIVARES DE MILHO, SOB IRRIGAÇÃO, EM TERESINA, PI. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Juazeiro – BA/Petrolina – PE**. agosto de 2009.

CARVALHO, M. T de. M.; MOREIRA, J. A. A.; DIDONET, A. D.; BRASIL, E. M.; PORTES, T. A.; ROSA, S. A. Crescimento e produtividade de milho verde cultivado em sucessão a diferentes coberturas verdes. **Rev. Bras. Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

CASTRO, R. S de. **Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia Área de Concentração Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2007.

CEAPI. Centro de Abastecimento do Piauí. Cotações hortaliças (2011). Disponível em: < <http://www.ceapi.com.br/index.php> > . Acesso em: 17/09/2011.

CPT: **Receitas com milho verde complementam a renda familiar**. 14 set. 2010. Disponível em: < <http://www.cpt.com.br/artigos/receitas-milho-verde-tornaram-alternativas-complementar-renda-familiar> > Acesso em 15 abril 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de.; MATRANGOLO, W. J. R. Manejo da cultura do milho. In _____ **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2007 versão eletrônica 4ª edição.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.M. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: FAO, 1994 (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33).

DUARTE, J. de O.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GAMA, E. E. G e.; TSUNECHIRO, A. Aspectos Econômicos da Produção e Comercialização de Milho Verde. In: XXV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2004. Cuiabá - Mato Grosso.

EMBRAPA: **Produção de milho verde no dia - de - campo na TV**, Brasília, nov. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2002/maio/bn>>. Acesso em 15/04/2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FALKER. **Uso do clorofiLOG como ferramenta para recomendação de adubação nitrogenada**. Nota de aplicação-CFL1030- N.1, Rev B fev 2008.

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

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.21-53. _____. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

FARIAS, J. R. B. Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas. **ITEM**. n. 68, p. 32-37, 4º trimestre, 2005.

FARSIANI, A.; GHOBADI, M. E.; HONARMAND, S. J. **The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (*Zea mays* L.)**. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(26), pp. 5769-5774, 12 November, 2011.

FERREIRA, R.; GARDINGO, J. R.; MATIELLO, R. R. Seleção de progênies de irmãos germanos destinadas á produção de milho-verde. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10. n.1, p. 023 – 030, 2009.

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 é disponibilidade hídrica do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.5, n.2, p.177-186, 2010

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 276 p.

FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. C.; MASCARENHAS, M. L. B.; PEDROSA, M. W.; COELHO, A. M.; ANDRADE, C. de. L. T de. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 213-222, 2010.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; CUNHA, A. R da.; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do índice de área foliar e da produtividade de pepino em meio protegido - cultivos de inverno e de verão. **Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]**. v.4, n.1, p. 8-13. 2000.

GRZESIAK, M. T.; RZEPKA, A.; HURA, T.; HURA, K.; SKOCZOWSKI, A. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. **Photosynthetica**, Prague, v. 45, p. 280-287, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário (2006)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/procurar/resultado.asp?palavra=+milho+verde&o=2&esc=1>>. Acesso em: 17/02/2012.

ISEWAKI, H. M. **Anatomia Foliar e Estresse Hídrico**. 2010. 9 f.Trabalho da disciplina Morfologia Vegetal - Faculdade de Engenharias e Ciências Agrárias do Centro Universitário de Patos de Minas, 2010.

ISHIMURA, I; YANAI, K.; SAWAZAKI, E.;NODA, M.; Avaliação De Cultivares De Milho Verde em Pariquera - Açú. **Bragantia**, Campinas 45(1): 95-105,1986.

KRAMER, P. Water stress and growth. **Agronomy Journal**, 53:31-35, 1963.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1511-1520, nov. 2007

LIRA, F.C da S.; MOUSINHO, F.E. P. Rendimento de milho verde em função da uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação por aspersão In: IV WINOTEC WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, 2012, Fortaleza- Ceará – Brasil.

LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop Ecology: productivity and management in agricultural systems**. Cambridge, 538 p., 1992.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Leaf area, light interception, and crop development in maize. **Field Crops Research**, v. 48, p. 81-87, 1996.

MAFROM, P. A.; NETO, D. D.; PEREIRA, A. R.; GARCIA, R. A.; MEDEIROS, S. L. P.; PILAU, F. G. Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 333-342, 2003.

MAGALHÃES, P. C. **Caracterização de plantas de milho sob estresse hídrico. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo**, 2009. 6 p. (Embrapa milho e sorgo. Comunicado Técnico 116).

MEDEIROS, R. M. **Isoietas médias mensais e anuais do Estado do Piauí**. Teresina: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação, Departamento de Hidrometeorologia, 1996. 24 p.

MENDONÇA, F. C.; MEDEIROS, R. D de.; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1035-1044, out./dez. 1999.

MITIDIARI, F. J.; MEDEIROS, J. X. de. Zoneamento Agrícola de Risco Climático Ferramenta de auxílio ao seguro rural. **Revista de Política Agrícola**, ano. 22, n.4, out/dez. 2008.

MORAES, A.R.A. de **A cultura do milho verde**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em:<http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/MilhoVerde/index.htm>. Acesso em: 5/1/2012.

MOURA, E. G de.; TEXEIRA, A. P. R.; RIBEIRO, V do. S.; AGUIAR, A das. C. F.; FARIAS, M. F. Crescimento e produtividade da Cultura do Milho (*Zea Mays .L*) Sub metidos a Vários Intervalos de Irrigação, na região da Pré-Amazônia. **Irriga, Botucatu**, v. 11, n. 2, p. 169-177, abril-junho, 2006.

MOURA, K. C. S.; DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C. Preço e comercialização de milho-verde na Ceasa Minas. In: **XXVIII CONGRESSO DE MILHO E SORGO**, Goiânia. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. CD ROM.

OKTEM, A. Effects of deficit irrigation on some yield characteristics of sweet corn. **Bangladesh J. Bot.** 37(2): 127-131, 2008 (December).

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S; JERÔNIMO JÚNIOR, P.R.M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho-verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

PAIVA JÚNIOR, M. C. de.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. de R. RESENDE,S. G.de. Desempenho de Cultivares para a produção de Milho Verde em diferentes épocas e densidades de Semeadura em Lavras - MG. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.25, n.5, p.1235-1247, set./out., 2001.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas**. 2003. Ano de Obtenção: 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

PARIZI, A. R. C. Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão *phaseolus vulgaris l.* e milho (*zea mays l.*) na região de santiago, RS. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS. 2007

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M.M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, México.1977. 95 p.

PAZ, V. P. da S.; FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A. and FOLEGATTI, M. V. Otimização do uso da água em sistemas de irrigação por aspersão. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, 2002, vol.6, n.3, pp. 404-408.

PEREIRA FILHO, I. A. & CRUZ, J. C. Colheita, transporte e comercialização. In: _____ O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa, 2003. cap.11, p.183-192.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. **Cultivares de Milho para o Consumo Verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Embrapa milho e sorgo. Circular Técnico 15).

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Produtividade e índice de espiga de três cultivares de milho em sistema de consórcio com o feijão comum. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, 26(5): 745-751, maio, 1991.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; SILVA, A. R da.; COSTA, R. V da.; CRUZ, I. **Milho verde**. 2012. Disponível em:
<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3c1v9rbg.html>>. Acesso em 15 abr. 2012.

PEREIRA, A. R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, Campinas, 46 (1) : 147-150, 1987.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1987. 33p. (Boletim técnico, 114).

PETRY, M. T.; ZIMMERMANN, F. L.; CARLESSO, R.; MICHELON, C. J.; KUNZ, J. H. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 3, 2007.

PIMENTEL, C. Resposta das plantas a seca. In: _____ **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur, 2004. Cap. 5, p. 118-142.

RABELO, Tânia. Milho: Espiga verde da renda o ano todo. União Democrática Ruralista. Brasília -DF, 14 set 2006. Disponível em: < <http://www.udr.org.br/lavoura3.htm> > Acesso em: 22/04/2012.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P. **Métodos e estratégias para o manejo da irrigação**. Sete Lagoas, 2002, 10p. (Circular Técnica, 19).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo** n° 15. p. 01-20, 2003.

RIVERA-HERNANDEZ B, CARRILLO-AVILA E, OBRADOR-OLAN JJ, JUAREZ-LOPEZ JF, ACEVES-NAVARRO LA (2010). Morphological quality of sweet corn (*Zea mays* L.) ears as response to soil moisture tension and phosphate fertilization in Campeche, Mexico. **Agric. Water Manage.** 97(9): 1365-1374.

ROCHA, Ana Maria dos Santos; MORAES, José Antônio P. V. Influência do estresse hídrico sobre as trocas gasosas em plantas jovens envasadas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal.** n.9(1), p. 41-46, 1997.

ROCHA, D. R. **Desempenho de cultivares de milho-verde submetidos a diferentes populações de plantas em condições de irrigação**. 2008. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Campos de Jaboticabal, 2008.

SALLA, D. A. Análise energética de sistema de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho. 2008. 185 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu-SP, 2008.

SANTOS, N. C. B.; ANTONIALI, S.; KOMURO, L. K.; BEVILAQUA, J. C. Desempenho de Cultivares para Milho Verde sob Adubação Orgânica e Mineral. In: XVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010, p. 1547-1551.

SANTOS, P. G.; JULLIAT, F. C.; BUIATTI, A. L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597-602, maio 2002.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das Plantas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide**. Version 8.1. Cary, 2002. v. 1, 890p.

SILVA, P. R. F da.; ARGENTA,G.; REZERA,F. Resposta de Híbridos de Milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.34, n.4, p.585-592, abr. 1999.

SILVA, P. S. L e.; DUARTE, S. R.; OLIVEIRA, F. H. T de. O.; SILVA, J. C do. V. Effect of planting density on green ear yield of maize cultivars bred in different periods. **Hortic. Bras.** [online]. 2007, vol.25, n.2, pp. 154-158.

SOARES, M. de C. F.; KLAR, A.E . Avaliação de desempenho de um conjunto de lisímetros com uma cultura de milho. **Revista Irriga**, Botucatu-SP, Vol. 6, No. 1 (2001).

SOUSA, J. V de.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C de.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H de. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 502-513, July/Aug. 2010.

SOUZA, L. S. B de.; MOURA, M. S. B de.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F da. Eficiência do uso da água das culturas do milho e feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.715-721,2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, W. **Plant physiology**. New York, 2002, 623p.

TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F. P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 935-940, 1988.

TEXEIRA, F. F. **Milho cultivado no Brasil e banco de germoplasma – uma forma de classificação da variabilidade genética**. Sete Lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2008. 11 p.(Embrapa milho e sorgo. Comunicado Técnico 155).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

TSUNECHIRO, A.; DUARTE, J. de. Oliveira.; MATTOSO, M. J. **Aspectos Econômicos da Comercialização e Custo de Produção do Milho verde**. In:_____. O cultivo do milho verde. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. cap.10, p.179-190.

VALENTE, L. A. de L. Água na cultura do milho. In: Reunião Técnica Anual do Milho41., Reunião Técnica do Sorgo, 24., **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNTF, p.224-231, 1996.

VIANA, M. C. M.; DURÃES, F. O. M.; QUEIROZ, C.G.S.; Isabel, R. P.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Produção de Fitomassa e Teor de Clorofila em Linhagens de Milho Submetidas ao Déficit Hídrico. In: XXV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO-29/08 a 02/09 de 2004- Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

VIEIRA JÚNIOR, P. A.; NETO, D. D.; BERNARDES, M. S.; MAFRON, P. A.; KRENZINGER, A.; PEREIRA, C. R. Previsão da população e arranjo espacial de plantas de milho em função da arquitetura da copa e da localização da cultura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n.3, p.404-417, 2005.

VIEIRA, M. de A.; CAMARGO, M. K.; DAROS, E.; ZAGONEL, J.; KOEHLER, H. S. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 81-86, 2010.

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.

VON PINHO, L de.; PAES, M. C. D.; ALMEIDA, A. C de.; COSTA, C. A da. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.3, p. 279-290, 2008

WALDREN, R. P.; TEARE, I. D.; PEET, M. M. Corn . In: Crop-water relations. **John Wiley & Sons Publ.**, New York. 1983. P. 187 – 211.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. do C.; SOUSA, T. M de.; RAMOS, D. D. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 95-100, jan./mar. 2009.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. **Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para uso na cultura do milho**. Seropédica, RJ. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dezembro, 2002.4p.(Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Comunicado Técnico 55).

