



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGRO ALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS DE POMBAL
CURSO DE AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)
SOB ESTRESSE HÍDRICO**

GERALDO DUTRA DE ARAÚJO FILHO

**POMBAL – PB,
JUNHO, 2011**

GERALDO DUTRA DE ARAÚJO FILHO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)
SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito à obtenção do
título de Bacharel em Agronomia da
Universidade Federal de Campina Grande.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Co-orientador: José Alberto Calado Wanderley

POMBAL – PB

JUNHO, 2011

**A CATALOGADA NA BIBLIOTECA
SETORIAL DO CAMPUS DE PATOS - UFCG**

A 663c
2011

Araújo Filho, Geraldo Dutra de
Crescimento e produção de forragem de milho doce (*Zea mays* L.)
sob estresse hídrico / Geraldo Dutra de Araújo Filho. - Pombal –
PB: UFCG/UACA, 2011.

45p.:

Inclui bibliografia

Orientador: Marcos Eric Barbosa Brito

Dissertação (Graduação em Bacharel em Agronomia),
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências
Agrárias

1 – Forragem de milho - Monografia. 2 – Estresse hídrico. 3 –
Evapotranspiração. I - Título

CDU: 636.085

GERALDO DUTRA DE ARAÚJO FILHO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)
SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos para obtenção da graduação em Bacharelado em Agradomía.

Aprovado em: ____ de _____ de 2011

Banca Examinadora:

Orientador – Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Professor UAGRA/CCTA/UFCG

Co-Orientador – Eng. Agr^o José Alberto Calado Wanderley
Mestrando UAEA/CTRN/UFCG

Examinador - Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa
Professor UATA/CCTA/UFCG

Examinador - Dr. Alberto Soares de Melo
Professor DAE/CCHA/UEPB

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar disposição pra enfrentar essa trajetória até o fim.

Aos meus pais, Geraldo e Carmelita (*in memoriam*), que não estão mais aqui pra me acompanhar neste momento de alegria e realização de um sonho.

Aos meus irmãos, Milagres, Odlareg, Paulino, Ojuara e Milena, por me apoiarem.

Agradeço à Jaiana, que não me deixou desistir nos momentos difíceis dessa trajetória.

Aos meus filhos, Lorena e Éric Gabriel, que na inocência de criança me ensinaram a seguir a vida por eles.

Ao meu orientador Professor Marcos Eric Barbosa Brito, pela orientação deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, Arcanjo, Mayra, Martinha, Raissa, Aurivan, Igor, Versalius, Ricardo, Izancélio, Raniere, Bruno Adelino, Elisdiane.

Aos meus colegas de apartamento, Danillo, Denis Maia, Otávio, Feu e Saulo, que compartilharam vários momentos durante o curso.

Agradeço à Delzuite, por está sempre ao meu lado em todos os momentos que passei durante o curso.

Agradeço à Izabelly, por me incentivar a voltar aos estudos de todas as formas.

Agradeço a Cássio e Cláudio, pela ajuda nos experimentos.

Sucesso é uma
questão de não desistir,
fracasso é uma questão de
desistir cedo demais.

(Walter Burke)

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.) SOB ESTRESSE HÍDRICO

RESUMO:

O cultivo de espécies de importância econômica para a produção de forragem na região semiárida, a exemplo do milho doce, pode ser uma alternativa ao sistema produtivo de rações animal, contudo, deve-se conhecer a limitação de produção e crescimento em função do déficit hídrico. Desta forma, objetivou-se estudar o crescimento e a formação de biomassa para a produção de forragem de milho doce sob estresse hídrico, em área experimental do Campus Pombal, da Universidade Federal de Campina Grande, sendo a unidade experimental composta por oito plantas úteis. Em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, estudou-se cinco lâminas de irrigação, determinadas a partir da evapotranspiração da cultura do milho doce (40, 60, 80, 100 e 120% da ET_c). As avaliações foram definidas pelo crescimento, formação de biomassa e produção de forragem, sendo os dados submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e análise de regressão polinomial. A redução na lâmina aplicada não comprometeu o crescimento em número de folhas e altura de planta; mas reduziu o crescimento em diâmetro de caule e área foliar; para sobrevivência, o milho doce sob estresse reduziu a sua área de transpiração; O aumento na disponibilidade hídrica até 120% da ET_c promoveu a maior produção de matéria fresca da parte aérea; A maior concentração de matéria seca esteve no caule; A biomassa seca do caule foi a variável mais sensível a redução na disponibilidade hídrica; A disponibilidade hídrica reduziu a quantidade de matéria seca da planta. A maior produção de forragem foi obtida nos níveis acima de 100% da ET_c.

Palavras - Chave: *Zea mays* L.; evapotranspiração; matéria fresca.

Growth and forage production of sweet corn (*Zea mays* L.) under water stress

ABSTRACT

The cultivation of economically important species for forage production in semi-arid region, such as sweet corn, may be an alternative to animal feed production system, however, one should know the limitation of production and growth due to water deficit . Thus, the objective was to study the growth and formation of biomass for forage production of sweet corn under water stress in the experimental area of Pombal Campus, Federal University of Campina Grande, and the experimental unit consisted of eight plants. In a randomized block experimental design with four replications, we studied five irrigation, evapotranspiration determined from the culture of sweet corn (40, 60, 80, 100 and 120% ETc). The evaluations were defined by the growth, formation of biomass and forage production, and the data submitted to analysis of variance by F test ($p < 0.05$) and polynomial regression analysis. The reduction applied on the blade did not affect the growth in number of leaves and plant height, but reduced the growth in stem diameter and leaf area, survival, sweet corn under stress reduced the area of sweating; The increase in water availability up to 120% of ETc promoted the increased production of fresh weight of shoot; the highest concentration of dry matter was in the stem, the stem dry weight was the most sensitive to reduced water availability, water availability has reduced the amount of matter dry plant. Most forage production was achieved at levels above 100% of ETc.

Keywords: *Zea mays* L.; evapotranspiration; development

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 Cultura do milho.....	14
3.2 Estresse hídrico.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Local do experimento.....	20
4.2 Delineamento experimental.....	21
4.3 Crescimento das plantas.....	21
4.4 Características avaliadas.....	24
4.5 Avaliação destrutiva.....	24
4.6 Análises estatísticas.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1 Aspectos de crescimento.....	26
5.2 Fitomassa e partição.....	30
5.3 Produção e rendimento de forragem.....	35
6. CONCLUSÕES.....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Produção de milho doce (<i>Zea mays</i> L.) no Campus de Pombal, Universidade Federal de Campina Grande.....	16
Figura 2 – Tanque evaporímetro “Classe A”. Pombal-PB, 2011.....	20
Figura 3 – Evaporação e precipitação durante a condução do experimento de milho doce, Pombal -PB, 2011.....	21
Figura 4 – Disposição das plantas na área experimental. Pombal - PB, 2011.....	22
Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos conforme lâmina de irrigação. Pombal-PB, 2011.....	23
Tabela 2 - Dados das lâminas de irrigação, precipitação e lâmina aplicada durante o cultivo do milho doce em função dos tratamentos. Pombal, PB, 2011.....	23
Figura 5 - Medidas para avaliação do crescimento.....	24
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura de planta (ALT) (m), diâmetro de caule (DC) (mm) e área foliar (AF) (cm ²) para a milho doce em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal, PB, 2011.....	26
Figura 6 - Número de folhas do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	27
Figura 7 – Análise de regressão para a variável altura de planta do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	28
Figura 8 - Diâmetro de caule (mm) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	29

Figura 9 - Análise de regressão para a variável área foliar (cm ²) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	30
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis Matéria fresca da parte aerrea (MFPA) (g), massa seca das folhas (MSFolhas) (g), massa seca do caule (MSCaule) (g) e massa seca da inflorescencia (MSInflorescencia) (g) do milho doce (<i>Zea mays</i> L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal-PB, 2011.....	31
Figura 10 – Análise de regressão para a variável massa fresca da parte aérea (g) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	32
Figura 11 – Análise de regressão para a variável massa fresca da parte aérea (MS folhas) (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	33
Figura 12 – Análise de regressão para a variável massa seca do caule (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	34
Figura 13 - Análise de regressão para a variável massa seca da inflorescência (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	35
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para as variáveis Massa seca (%MS), rendimento de forragem fresca (RFfresca), rendimento de forragem (RFseca) para a milho doce (<i>Zea mays</i> L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal, PB, 2011.....	36

Figura 14 – Análise de regressão para a variável porcentagem de massa seca (%/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	37
Figura 15 - Análise de regressão para a variável rendimento de forragem fresca (kg/m) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	37
Figura 16 - Análise de regressão para a variável rendimento de forragem seca (kg/m) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da evapotran2spiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.....	38

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas energéticas acumuladas nos grãos (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

É o principal cereal produzido no Brasil, cultivado em cerca de 14,4 milhões de hectares, com produtividade média de 4 t/ha⁻¹ (IBGE, 2009).

É uma cultura de ampla dispersão geográfica, sendo cultivada desde latitudes de 58° N até 40° S latitude sul (CRUZ, 2009). Em vista de sua grande variabilidade genética e dos intensos trabalhos de melhoramento vegetal, o milho é uma cultura que apresenta uma das maiores dinamicidades nos estudos de obtenção de novas variedades, linhagens e mesmo híbridos. Esta manipulação genética permitiu a substituição das variedades e híbridos de porte alto e ciclo longo por híbridos e variedades de porte baixo e de ciclo até super-precoce, considerando-se principalmente, o período desde a germinação até o florescimento masculino (BRUNINI et al., 2006). Dentre as variedades, destaca-se o milho doce, que é classificado como especial, e destina-se exclusivamente ao consumo humano.

Segundo Kwiatkowski e Clemente (2007), salienta-se que a exploração da cultura é realizada durante todo o ano utilizando-se irrigação e o escalonamento da produção, permitindo um fluxo constante do produto para a comercialização.

Neste sentido, sendo o Brasil um grande produtor de milho comum, tem-se grande potencial para a produção de milho doce. Nota-se, ainda, que há pouco conhecimento por parte dos consumidores, além de baixa disponibilidade de sementes para os agricultores, fatos que restringem o cultivo desta variedade (híbrido) (TEIXEIRA et al., 2001).

O milho doce apresenta uma maior palatabilidade, sendo potencial para o cultivo como espécie hortícola, acreditando-se que, em pouco tempo, esta cultura pode se tornar uma importante fonte de renda no Brasil, notadamente em regiões semiáridas, já que tem um maior valor agregado e pode ser comercializada na forma miniprocessada (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). É importante mencionar que, para o cultivo de plantas de milho, notadamente em regiões com limitação em

quantidade de água, como é o semiárido brasileiro, a deficiência hídrica é um fator que causa maior redução na produtividade agrícola, verificando-se que 95% do cultivo do milho são feitos em áreas sujeitas a um déficit hídrico, fato que implica em uma queda de 10% a 50% da produção, em 80% da área cultivada, (BOLAÑOS & EDMEADES, 1995). Estas afirmações corroboram com os dados de Maia et al. (2007), os quais informam que o milho é limitado pelas condições de estresses comuns em regiões tropicais, incluindo solos ácidos e secos.

Este fato pode ser garantido pelo uso de plantas adaptadas ou tolerantes ao estresse hídrico, já que existe uma variabilidade na adaptação à seca entre espécies e, dentro da espécie, entre fases de desenvolvimento, em maior ou menor proporção (AYERS & WESTCOT, 1999). Permitindo inferir que o uso de espécies tolerantes, ou a manutenção do nível adequado da água no solo pode promover rendimentos economicamente viáveis com maior eficiência no uso da água.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento, a formação e a produção de forragem de milho doce (*Zea mays* L.) sob estresse hídrico.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento em diâmetro do caule, número de folhas, altura de planta e área foliar de milho doce sob diferentes lâminas de irrigação.
- Estudar a formação de massa fresca e massa seca da parte aérea das plantas de milho, além da partição de fitomassa.
- Estudar os índices fisiológicos de crescimento das plantas de milho doce sob estresse hídrico.
- Definir o consumo de água e o ponto de maior eficiência, formação de biomassa e consumo hídrico.
- Determinar o rendimento de forragem.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CULTURA DO MILHO

O milho é uma das culturas mais antigas do mundo e a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México (DUARTE et al., 2006). É a principal espécie de planta domesticada no Novo Mundo, aparecendo nos registros arqueológicos primeiramente na América Central por volta de 7.500 anos A.D., e na América do Sul aparecendo mais tarde, em torno de 4.500 anos A.D., na costa do Peru (GOLOUBINOFF et al, 1993).

Pertence à família Gramineae/Poaceae, tem caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura, que é esplendidamente “construída” para a produção de grãos (ALDRICH, SCOTT e LENG, 1982).

A pesquisa tem desenvolvido tipos tão diferentes de milho que seu cultivo é possível desde o Equador até o limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3.600m. Essa adaptabilidade, representada por genótipos variados, é paralela à variedade de sua utilização como alimento, forragem ou na indústria (CRUZ, 2009).

No Brasil não é diferente. A cultura do milho encontra-se amplamente disseminada tanto devido à sua multiplicidade de usos na propriedade rural quanto à tradição de cultivo deste cereal pelos agricultores brasileiros. A partir do início da década de 70 até recentemente, em face de fatores como o crescimento da indústria de rações e das atividades de criação (principalmente avicultura, suinocultura e pecuária leiteira), o consumo interno de milho cresceu consideravelmente (PEDROCHI, 2004).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia.

Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. O uso do milho em grão na alimentação humana, apesar de não ter uma participação muito grande, caracterizado principalmente por seus derivados, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda (DUARTE, 2010). Em algumas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação, como ocorre no Nordeste do Brasil, em que o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no semi-árido, outro exemplo está na população mexicana, para a qual o milho é o ingrediente básico para sua dieta (AGROLINK, 2010).

Enquanto que o mercado de milho verde no Brasil geralmente é constituído pela indústria, que comercializa o milho em conserva ou milho verde enlatado, e as centrais de abastecimento dos grandes centros urbanos como Ceasa (Centro de Abastecimento S.A), Ceagesp (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo). É relativamente pouco utilizado no Brasil, devido aos hábitos e costumes alimentares da população, que prefere o milho comum ao milho doce, para consumo *in natura* ou é pela falta de produto no mercado!). Mais recentemente, as indústrias de conservas e enlatados brasileiras, a exemplo do que ocorre nos países desenvolvidos, vêm dando preferência ao milho doce, por proporcionar conservas de melhor qualidade (COIMBRA, 2007). Pode ser usado no preparo de pratos que utilizem grãos cozidos soltos (em saladas, por exemplo) ou para consumo como milho verde, cozinhando diretamente a espiga (EMBRAPA, 2011).

Dentre as características que destacam o milho doce como potencial a produção, principalmente, como milho verde, tanto *in natura* como para processamento, é que, diferente do milho comum, apresenta alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos resultantes da ação de genes recessivos individuais ou associados em combinações duplas ou triplas, este fato garante que os açúcares sejam mais facilmente digerido e ocorra à sensação de maior teor de açúcares, mesmo após o primeiro dia de colheita, entre os principais genes que conferem esta característica, estão o *sugary-1 (su1)*, *brittle (bt2)* e *shruken (sh2)* (SILVA, 1994).

O ciclo da lavoura do milho doce varia de acordo com a cultivar e a época de plantio utilizado. De um modo geral, a espiga para milho verde pode ser colhida em

torno de 90 dias após a germinação, nos plantios de verão e 120 dias nos plantios de inverno (EMBRAPA, 2011).



FIGURA 1: Produção de milho doce (*Zea mays* L.) no Campus de Pombal, Universidade Federal de Campina Grande

3.2 ESTRESSE HÍDRICO

Na produção vegetal a água é um fator fundamental, pois qualquer cultura durante o ciclo de desenvolvimento consome grande volume de água, já que cerca de 98% deste volume apenas passa através da planta, sendo perdido pelo processo de transpiração, o qual tem como principal objetivo absorver CO_2 do ar em troca do H_2O (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Esta água é disponibilizada pelo solo, que se comporta como reservatório, armazenando-a temporariamente e fornecendo-a as plantas na medida de suas necessidades (BERNARDO, SOARES e MANTOVANI et al., 2006).

Quando o solo tem uma baixa quantidade de água, o potencial hídrico do mesmo torna-se muito negativo, chegando próximo a -15 atm, conhecido também como ponto de murcha, fato que ocasiona o estresse pela baixa disponibilidade hídrica (seca), sendo este um dos principais problemas da agricultura, já que ocasiona redução do rendimento e do crescimento das culturas. Neste sentido a habilidade das plantas para resistir a tal estresse é de suma importância para garantia da produção e do desenvolvimento do agronegócio de qualquer país (SHAO et al., 2008).

Diante do fato a disponibilidade hídrica é um fator limitante a produção, em especial nas regiões tropicais, notadamente no semiárido, uma vez que, sob o aspecto térmico, as plantas não têm sofrido restrições acentuadas nas épocas normais de semeadura (GOMES, 1982). Por esse motivo, as escolhas de espécies,

cultivares e épocas de semeadura têm considerado a água como fator seletivo (CAMARGO e KUROZAWA, 1982).

Em condições naturais e agriculturáveis, as plantas estão frequentemente expostas ao estresse ambiental. Alguns fatores dessa natureza, como a temperatura do ar, por exemplo, podem se tornar estressantes em poucos minutos; enquanto outro como conteúdo de água no solo pode levar dias ou até semanas. Além disso, o estresse desempenha um papel importante na determinação de como o solo limita a distribuição de espécies vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Durante períodos de déficit hídrico, muitas mudanças ocorrem na planta. Essas mudanças dependem da severidade e da duração do estresse, do genótipo, do estágio de desenvolvimento e da natureza do estresse, (WESTGATE e BOYER, 1986).

Os efeitos da disponibilidade hídrica se prolongam após a emergência do eixo embrionário, com reflexos sobre o desenvolvimento das plântulas. De uma maneira geral, a carência hídrica promove prejuízos tanto à raiz quanto a parte aérea (MAGALHÃES e SILVA, 1987).

Uma das melhores respostas documentadas fisiológicas/moleculares ao déficit hídrico em plantas é a habilidade de algumas espécies de ajustar osmoticamente suas células; durante a seca, plantas superiores ativamente acumulam açúcares, ácidos orgânicos e íons no citosol para diminuir o potencial osmótico e, conseqüentemente, manter o potencial hídrico e o turgor de suas células próximo do nível ótimo, fato que garantiu a divisão e expansão celular, base para o crescimento vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A exigência hídrica do milho é variável, dependendo dos fatores climáticos reinantes no período de desenvolvimento, na variedade e do estágio da cultura. Se houver deficiência hídrica uma semana após surgirem anteras, pode ocorrer uma queda de 50% na produção (DOORENBOS e KASSAN, 2000).

É cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm. Dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50% (MAGALHÃES et al., 2002)

Na cultura do milho, a disponibilidade de água passa a ser fator decisivo no potencial de produção e rendimento, no período compreendido entre os 3º e 5º

estádios, ou seja, com 85 a 90% da área foliar e florescimento até o estágio de enchimento dos grãos (FANCELLI e DOURADO NETO, 1996).

O efeito da falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: Iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, fase em que a presença da água é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração no tubo polínico e no enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, desde que o estresse vai resultar na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), salienta-se que a presença da água é essencial, também, no processo de fotossíntese, uma vez que o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas implica menor disponibilidade de CO₂ para fotossíntese e limitação dos processos de alongação celular. Aparentemente as falhas reprodutivas em milho ocorrem porque o suprimento de assimilados em plantas deficientes em água não é suficiente para manter crescimento de todos os novos zigotos formados (BOYLE, BOYER e MORGAN, 1991). Outra causa pode ser a inibição do alongamento do estilete e o retardamento na emergência dos estigmas, que fazem com que estes fiquem menos expostos à polinização (WESTGATE, 1994).

Os eventos de formação do zigoto e início do crescimento dos grãos, aparentemente, são muito vulneráveis ao déficit hídrico. Contudo, se o enchimento do grão for iniciado, seu desenvolvimento continua embora ocorra déficit severo no tecido materno (QUATTAR, JONES e CROOKSTON, 1987). Isto sugere que as reservas são remobilizadas para auxiliar na continuação do crescimento do grão (WESTGATE e GRANT, 1989).

Em condições de clima tropical, o milho produz significativa quantidade de biomassa, especialmente sob condições de alta disponibilidade de água no solo. Sob estresse hídrico, as respostas fisiológicas do milho tendem a ser modificada, a depender da duração, severidade e da fase fenológica de ocorrência (MOURA et al., 2006). Estudos de tolerância à seca envolvendo o milho podem trazer melhorias no crescimento e no rendimento da cultura em regiões com limitação hídrica (LI,

SPERRY e SHAO, 2009), já que o milho é conhecido pela sua alta sensibilidade a este estresse (WELCKER et al., 2007), principalmente se é dada prioridade a espécies melhoradas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no *Campus* de Pombal, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, em campo na Universidade Federal de Campina Grande, entre os meses de novembro de 2010 a fevereiro 2011.

Foi adotado um turno de rega durante 90 dias, utilizando-se um tanque evaporímetro “Classe A” (Figura 2)



FIGURA 2: Tanque evaporímetro “Classe A”. Pombal, PB, 2011

O clima disposto na região do experimento foi do tipo BSh, conforme classificação de Koopen, ou seja, semiárido quente e seco, com precipitação média de 750mm, e evaporação média anual de 2000 mm. Observou-se, durante a condução do experimento as condições de precipitação e evaporação indicadas na Figura 4.

Vê-se na Figura 3 dados de evaporação e precipitação, os dados de evaporação variou entre meses, observando-se que a evaporação foi maior no período de ausência de precipitação onde se estende de dezembro até o final de janeiro onde ocorreu precipitações frequentes alterando a média de evaporação, no mês de fevereiro houve uma mudança onde a precipitação foi maior que a evaporação, a média de evaporação no período de ausência de precipitação ficou entre 8,5 e 9 mm, onde no período em que ocorreu precipitação caiu para 5mm, a precipitação ocorreu nos períodos de floração e frutificação no cultivo do milho doce.

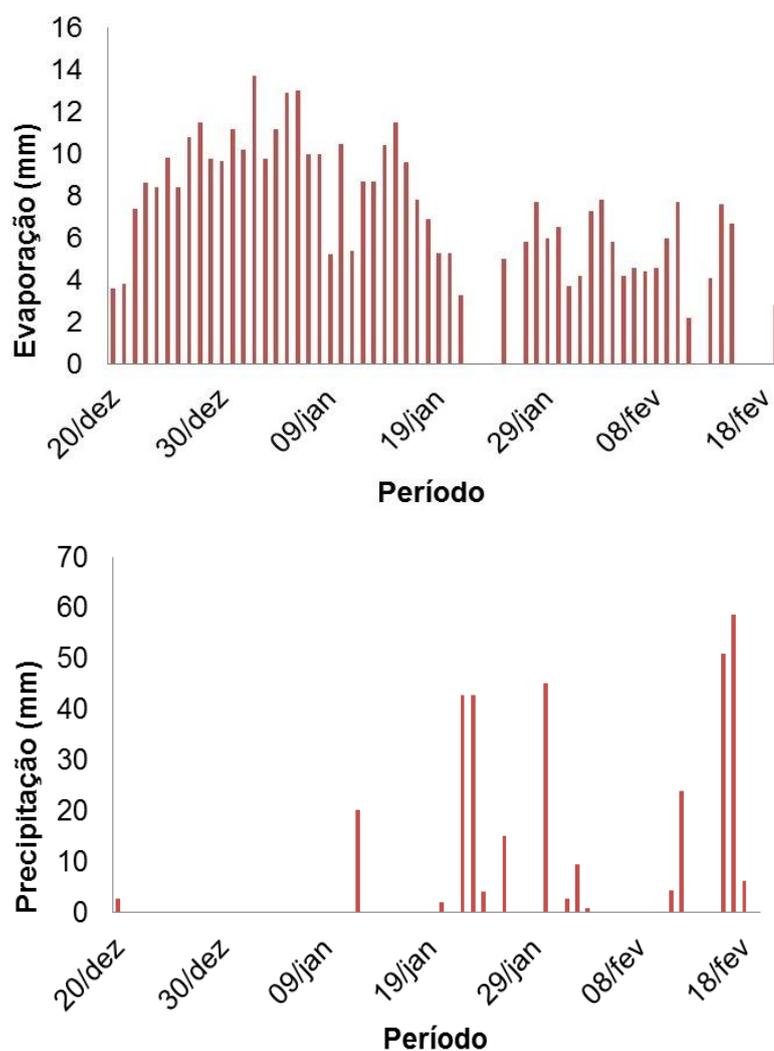


FIGURA 3: Evaporação e precipitação durante a condução do experimento de milho doce, Pombal-PB, 2011.

4.2 Delineamento experimental e análise estatística

Em um delineamento de blocos casualizados, estudou-se cinco lâminas de irrigação, determinadas a partir da evapotranspiração da cultura do milho doce (40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração), repetidos em quatro blocos, com a unidade experimental composta por 8 plantas úteis.

4.3 Crescimentos das plantas

Utilizou-se de sementes de milho doce da variedade BR 400, produzida pela EMBRAPA, as quais têm como características: ciclo médio de 80 dias (85-85); altura

de planta de 238 cm (214-267); 12 folhas (10-13) e produtividade em espigas de 10 t ha⁻¹.

Estas sementes foram semeadas na razão de 2 (duas), em um espaçamento de 0,15m entre plantas e 0,8 m entre linhas, fato que garantiu uma densidade de plantio de 83.333 plantas por hectare. A área total do experimento foi de 105 m², sendo 7 m de largura e 16 m de comprimento, desta forma, tem-se na Figura 4 disposição das plantas na área experimental.

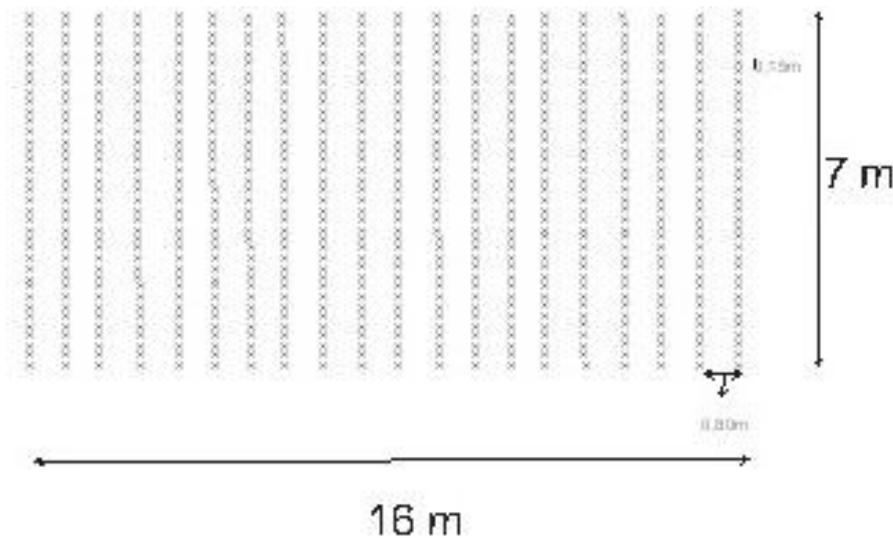


FIGURA 4: Disposição das plantas na área experimental. Pombal - PB, 2011

O manejo da irrigação e aplicação dos tratamentos foi realizado por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, sendo a lâmina determinada a partir da evaporação do tanque Classe „A“ presente na área experimental (Figura 2); o cálculo da ET_c foi estimado a partir do produto entre a lâmina evaporada pelo fator de Tanque (K_p) e pelo coeficiente da cultura (K_c) conforme descrição de (RESENDE, ALBUQUERQUE e COUTO, 2003) de acordo com a tabela 1.

TABELA 1: Distribuição dos tratamentos conforme lâmina de irrigação. Pombal-PB, 2011.

Lâminas	(%)	Etc
L ₁	40	0,4*ETc
L ₂	60	0,6*ETc
L ₃	80	0,8*ETc
L ₄	100	1,0*ETc (testemunha)
L ₅	120	1,2*ETc

O início dos tratamentos foi realizado a partir dos 30 dias após semeadura, observando-se que, até este momento, todas as plantas receberam a lâmina equivalente a 100% da ETc. A partir do início dos tratamentos as lâminas foram aplicadas conforme evapotranspiração da cultura multiplicada pelo fator da lâmina. Ressalta-se, ainda que o turno de rega foi intermitente, com duas irrigações diárias, às 9 horas da manhã e às 17 horas da tarde, visando garantir menor estresse pelo aumento da temperatura do solo. Na Tabela 2, tem-se os dados das lâminas de irrigação, precipitação e lamina total aplicada na cultura do milho doce durante o período de cultivo, podendo-se observar que a lamina total variou entre 506,1 e 854,6mm.

TABELA 2: Dados das lâminas de irrigação, precipitação e lâmina aplicada durante o cultivo do milho doce em função dos tratamentos. Pombal, PB, 2011.

	Irrigação				
	L1	L2	L3	L4	L5
Lâmina de irrigação	174,225	261,3375	348,45	435,5625	522,675
Precipitação	331,9	331,9	331,9	331,9	331,9
Lâmina Aplicada	506,125	593,2375	680,35	767,4625	854,575

Para o manejo nutricional, adotaram-se as recomendações contidas em DUARTE et al., 2006. Ressalta-se que as aplicações, foram realizadas via água de irrigação, adotando-se um turno de fertilização de 7 dias.

Foram adotados todos os demais cuidados com relação ao controle de pragas, doenças e invasão de plantas, visando diminuir possíveis fontes de variação

que não são foco do estudo, seguindo as recomendações contidas em DUARTE et al. 2006.

4.4 Características avaliadas

Foram selecionadas e marcadas com uma fita oito plantas de cada bloco. Que foram avaliadas a cada trinta dias, totalizando quatro avaliações durante o experimento. Os parâmetros avaliados foram:

- Diâmetro do caule (mm): as medidas foram feitas utilizando um paquímetro no colo da planta.
- Números de folhas: foram contadas as folhas que já tinha a bainha formada
- Altura de Planta (cm): as medidas foram determinadas a partir do colo da planta até a inserção da última folha com a bainha formada, com auxílio de uma fita métrica (Figura 5).



FIGURA 5: Medidas para avaliação do crescimento

4.5 Avaliação destrutiva

Foram utilizadas 40 plantas, distribuídas em cinco blocos com oito cultivares em cada parcela. Com o início da aplicação dos tratamentos, 30 dias após semeadura, foi feito o desbaste sem extrair a raiz, deixando uma planta por cova, a qual foi avaliada quanto à formação de biomassa; após colheita do milho doce verde, foram coletadas plantas e determinado, também, a biomassa das plantas.

Observando-se que o material coletado, devidamente identificado por bloco e lâmina, foi pesado fresco, acondicionado em estufa de circulação forçada de ar e pesado novamente, obtendo-se a biomassa seca.

Área foliar (cm²): determinada no final do ciclo de produção, com uso do método da massa seca conhecida da folha. Desta forma, coletou uma amostra da folha D (maior folha da planta) com comprimento de 10 cm, determinando-se a largura da mesma; pelo produto da largura e o comprimento, obteve-se a área foliar da amostra. Após este procedimento, colocou-se em estufa até o peso constante. Sendo a amostra pesada em balança analítica. Com isso obteve-se a relação entre a massa e a área foliar. A determinação da área foliar da planta foi obtida fazendo-se a relação deste fator com a matéria seca das folhas.

4.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste „F“ ao nível de 5% de significância, havendo significância, os mesmos foram dispostos a análise de regressão polinomial, ajustado pelo teste de Student a 10% de probabilidade, utilizando-se do programa de análise estatística SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos de crescimento

Na Tabela 3 tem-se o resumo da análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura de planta (ALT) (m), diâmetro de caule (DC) (mm) e área foliar (AF) (cm²) do milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Notando-se efeito significativo das lâminas apenas para a variável diâmetro de caule (DC) (mm), sendo os dados ajustado a equação linear com significância de até 1%. Deve-se salientar que, embora não tenha havido efeito significativo do fator lâmina na variável (AF), quando desdobrada nota-se significância da equação linear. A redução na disponibilidade de água é um fato que pode comprometer o crescimento da planta.

TABELA 3: Resumo da análise de variância para as variáveis, número de folhas (NF), altura de planta (ALT) (m), diâmetro de caule (DC) (mm) e área foliar (AF) (cm²) para o milho doce em função das lâminas de irrigação *aplicadas* (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal-PB, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		NF	ALT	DC	AF
Lâmina	4	0,41406 ^{ns}	0,00852 ^{ns}	12,07351 [*]	1049270 ^{ns}
Linear	1	0,30625 ^{ns}	0,00268 ^{ns}	33,63556 ^{**}	3704796 ^{**}
Quadrático	1	0,54018 ^{ns}	0,01795 ^{ns}	0,19861 ^{ns}	246139,7 ^{ns}
Erro	2	0,40491 ^{ns}	0,00672 ^{ns}	7,22993 ^{ns}	122973,03 ^{ns}
Bloco	3	1,56979 ^{ns}	0,02933 ^{ns}	1,97102 ^{ns}	376962,3 ^{ns}
Resíduo	12	0,54114	0,0113 ^{ns}	3,07578	331633,5
CV(%)		6,36	6,22	9,64	11,43
Média		11,56	1,71	18,20	5037,77

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

Verifica-se, na Figura 6, a análise de regressão para a variável número de folhas, verificando-se que não houve efeito do fator lâmina, geralmente a planta de milho pode desenvolver entre 20 e 21 folhas durante o seu ciclo, isso dependendo das condições que lhe são oferecidas e da cultivar plantada (SARRO, 2006). Neste trabalho, no final do ciclo, obtiveram-se, em média, 12 folhas por planta, o que confirma as características da cultivar utilizada (10-13

folhas), portanto, infere-se que as lâminas abaixo e acima de 100% não afetaram o crescimento em número de folhas.

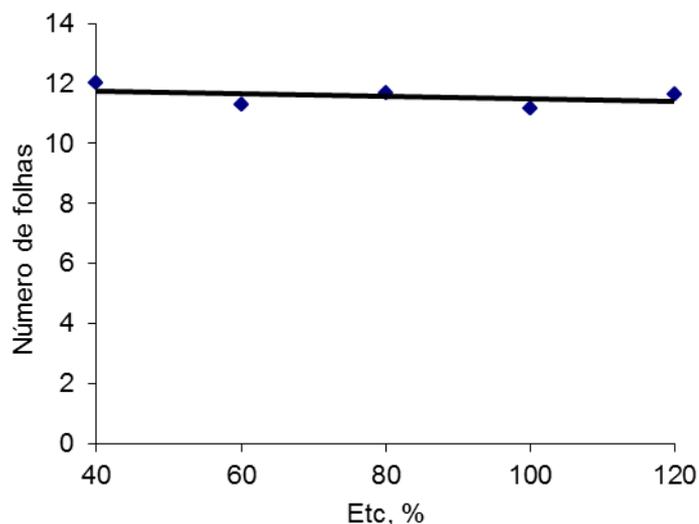


FIGURA 6: Número de folhas do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio de percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Estudando-se a altura de planta (Figura 7), verificou-se que não houve efeito das lâminas de irrigação, podendo-se verificar altura de planta média de 1,60m. Segundo Kurosawa (2011), a planta de milho doce mede cerca de 1,30 a 2,50m de altura, em face de informação, os resultados encontrados neste trabalho para altura estão entre a média de altura citado pelo autor, porem está abaixo da média das características para altura de planta da cultivar utilizada que, são de 2,14 a 2,67m de altura, o que sugere que as plantas tenham sofrido estresse hídrico durante o estágio de crescimento, tendo este inibido o alongamento das células e diminuído o armazenamento de açúcares no colmo e provavelmente produzido plantas de porte menor com relação às características da cultivar (FANCELLI, 1988).

Resultados semelhantes foram encontrados por Henriques et al., 2010 avaliando as lâminas de 449, 700, 813 e 1155 mm/ciclo de água na cultura do milho, onde a lâmina 1155 mm/ciclo foi a que proporcionou melhores resultados, neste sentido, verificando-se redução na altura de planta, quando é reduzida a lâmina aplicada, comparando os resultados destes autores com os obtidos neste

trabalho, nota-se que a mesma altura foi obtida com uma lâmina inferior, pois ao aplicar 80% da ETc disponibilizou-se cerca de 680,3mm.

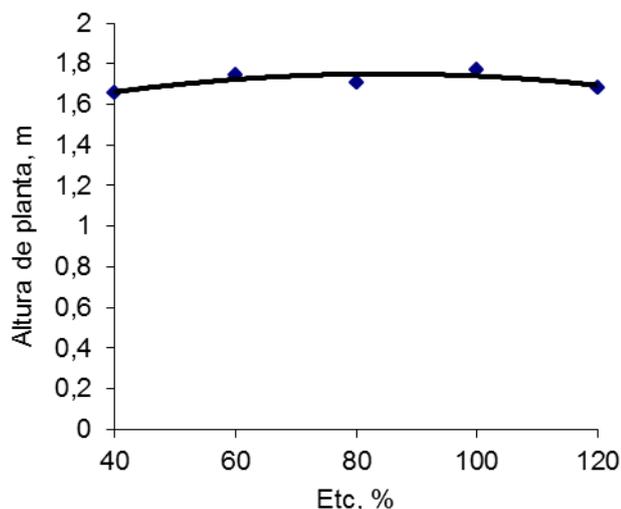


FIGURA 7: Análise de regressão para a variável altura de planta do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Na Figura 8 tem-se a análise de regressão para o diâmetro de caule do milho doce, verificou-se que nas lâminas superiores a 80% da ETc os maiores valores médios estimados. Embora não tenha havido efeito das lâminas de irrigação. Houve um incremento de 0,045mm com aumento em 1% na lâmina de irrigação em função da evapotranspiração de cultura, tomando-se por base o menor nível de irrigação (40% da ETc). Quando se analisa esta variável, deve-se pensar que o diâmetro de caule do milho venha a refletir no tamanho dos órgãos reprodutivos, em especial a espiga, já que o fluxo de materiais orgânicos e inorgânicos passa pelo caule da planta e são direcionados aos órgãos de reserva e reprodução.

Assim, conforme resultados de diâmetro de caule, seria possível indicar uma lâmina de irrigação maior ou igual a 80% da ETc, todavia, deve-se considerar os dados de produção. Corroborando com as afirmações de Magalhães e Durães (2006) informam que o estresse hídrico pode resultar em várias consequências, entre elas na redução em diâmetro de colmos, que poderá influenciar na produtividade da planta.

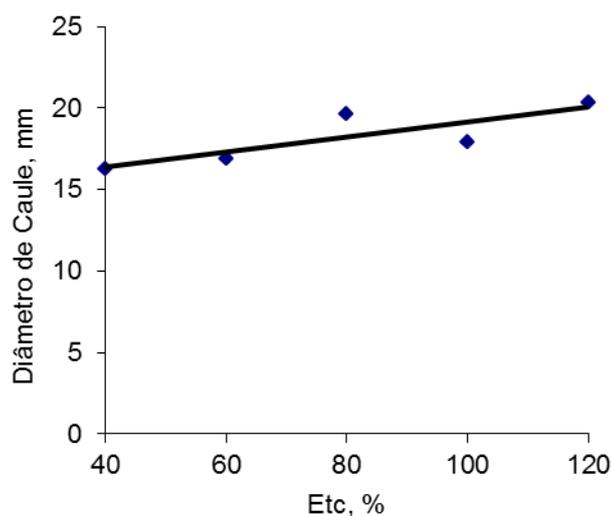


FIGURA 8: Diâmetro de caule (mm) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio de percentual da evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Para área foliar, os maiores valores foram obtidos nas lâminas superiores a 80% Etc., obtendo-se áreas foliares entre 5082,9 a 5806,7cm² (Figura 9). O déficit hídrico pode resultar em menor área foliar e, conseqüentemente, uma menor absorção de radiação solar, fato que pode possibilitar menor fotossíntese, resultando em menor produtividade da planta de milho (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Quanto melhor forem as condições de cultivo, maior será a probabilidade de a mesma expressar seu potencial genético, assim, quando a lâmina de irrigação foi maior, as condições hídricas foram melhores, com isso houve um maior crescimento em área das folhas. Semelhante ao resultado observado neste trabalho, Costa et al., (2008) observou redução da área foliar das plantas de milho, quando submetidas ao estresse hídrico.

Todavia, deve-se salientar que os resultados da área foliar obtidos, mesmo nos menores níveis de água aplicados, são superiores aos obtidos por Henriques et al. (2010), os quais avaliaram a cultura do milho sob lâminas de irrigação sendo observados valores próximos a 3800cm².

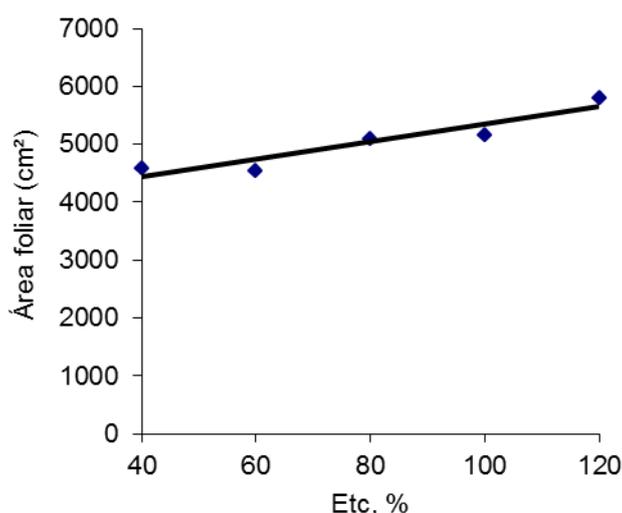


FIGURA 9: Análise de regressão para a variável área foliar (cm²) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

É importante salientar que as lâminas de irrigação aplicadas não proporcionaram efeito no número de folhas, todavia, na variável área foliar, quando desdobrada dentro do fator lâmina, verificou-se significância da regressão linear. Diante do fato, pode-se dizer que um dos mecanismos das plantas de milho, quando submetidas à menor disponibilidade hídrica no solo, é a redução na área foliar, o que pode ser entendida pela possibilidade de redução da área transpiracional e, conseqüentemente, na redução da perda de água para a atmosfera.

5.2. Fitomassa e partição

Na Tabela 4 tem-se o resumo da análise de variância para as variáveis matéria fresca da parte aérea (MFPA) (g), massa seca das folhas (MSFolhas), massa seca do caule (MSCaule) (g), massa seca da inflorescência (MSInflorescência) (g) do milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Notou-se efeito significativo das lâminas para as variáveis massa seca das folhas e massa seca do caule ($P < 0,01$), sendo os dados ajustado a equação linear com significância de até 1%. A variável MS inflorescência não foi significativa para nenhum dos fatores, já a variável massa fresca da parte aérea

embora não tenha havido efeito significativo do fator lâmina, quando desdobrado nota-se significância da equação linear.

TABELA 4: Resumo da análise de variância para as variáveis Matéria fresca da parte aérea (MFPA) (g), massa seca das folhas (MSFolhas) (g), massa seca do caule (MSCaule) (g) e massa seca da inflorescência (MSInflorescência) (g) do milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal-PB, 2011.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	MFPA (g)	MSfolhas (g)	MScaule (g)	MS Inflorescência (g)
Lâmina	9718,750 ^{ns}	85,37681 ^{**}	1826,707 ^{**}	0,25338 ^{ns}
Linear	36150,160 [*]	240,47990 ^{**}	7119,158 ^{**}	0,85410 ^{ns}
Quadrático	388,5045 ^{ns}	40,55781 ^{ns}	48,02606 ^{ns}	0,10458 ^{ns}
Erro	2336,339 ^{ns}	60,469 [*]	139,64 ^{ns}	0,05486 ^{ns}
Bloco	5110,312 ^{ns}	13,00644 ^{ns}	553,4788 ^{ns}	0,7283 ^{ns}
Resíduo	5474,375	12,08003	196,5906	0,6565
CV(%)	20,38	12,02	17,22	28,82
Média	363,12	28,91	81,42	2,811

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade e ** significativos a 1% de probabilidade conforme teste F.

Já na Figura 10, constatou-se aumento na formação de fitomassa fresca da parte aérea com aumento das lâminas de irrigação (% da ETc), havendo um incremento de 1,5 g de matéria por aumento unitário na lâmina aplicada. O máximo em fitomassa foi obtido na lâmina de 120% com valor estimado em 423,3g, todavia, considerando-se que, segundo Ayers e Westot (1999), rendimentos até 90% do máximo podem ser economicamente viáveis, aplicando-se uma lâmina estimada de 92% da ETc, poder-se-ia ter economia no uso da água e rendimento satisfatório. Henriques et al (2010) também encontraram efeito da lâmina de água (813 mm/ciclo) em massa verde, avaliando laminas na cultura do milho.

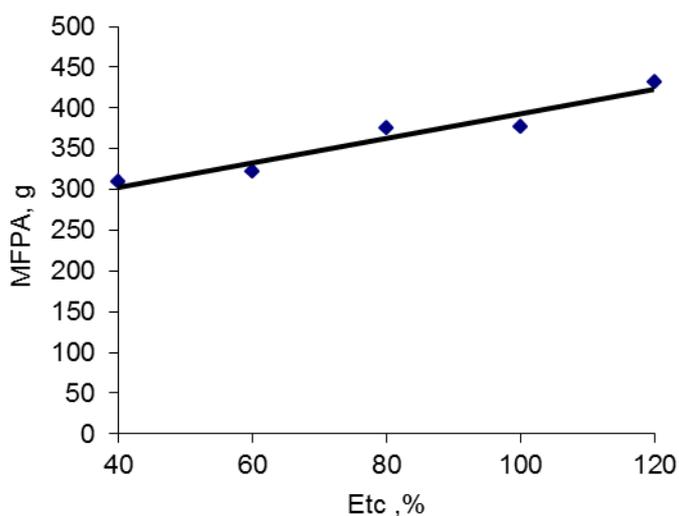


FIGURA 10: Análise de regressão para a variável massa fresca da parte aérea (g) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Constata-se, na Figura 11, que o acúmulo de massa seca das folhas (MSfolhas) (g) foi mais expressiva na lâmina 120% ETc (36,7g/planta), havendo uma diferença de 12,2g/planta em relação a lâmina 40% ETc, o que demonstra a um comprometimento da formação de fitomassa das folhas com redução na aplicação de água na cultura do milho. Fageria e Gheyi (1997) propõem, para classificação quanto à tolerância ao estresse salino, o critério do rendimento relativo, levando em consideração esta metodologia para as plantas de milho submetidas ao estresse hídrico, verificou-se que as mesmas podem ser ditas como moderadamente tolerantes, já que a redução no rendimento foi na ordem de 33% tomando por base o maior e o menor nível de água aplicado. Todavia, deve-se salientar que no período de cultivo do milho houve algumas precipitações, fato que possibilitou a recuperação da água disponível no solo, tornando-a disponível às plantas.

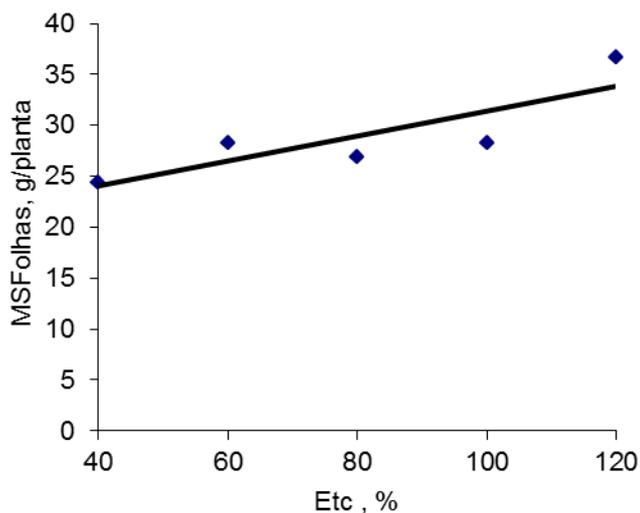


FIGURA 11: Análise de regressão para a variável massa fresca da parte aérea (MS folhas) (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Para massa seca do caule (MScaule) verificou-se também, aumento no acúmulo de matéria com aumento da lâmina aplicada, notando-se com a aplicação da lâmina de 120% da ETc os maiores valores (111,9g/planta), havendo uma diferença de 22,7g/planta da lâmina 100% ETc e 56,3g/planta em relação a lâmina 40% ETc (Figura 12). Vilela e Bull (1999) constataram que a massa seca do caule foi superior no tratamento sem estresse hídrico, avaliando o crescimento de plantas de milho sob estresse hídrico. Fancelli (1988) observou, que o estresse hídrico afeta o comprimento dos internódios pela inibição da alongação das células em desenvolvimento, ocasionando diminuição da capacidade de armazenamento de carboidratos no colmo, diminuindo assim, a matéria seca desta região.

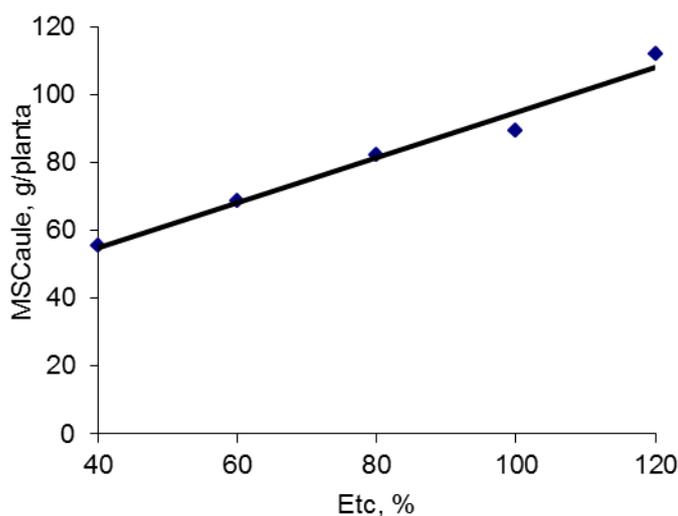


FIGURA 12: Análise de regressão para a variável massa seca de caule (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio de percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Conforme Figura 13, não houve efeito significativo das lâminas na floração de fitomassa da inflorescência (MSInflorescência), todavia, ao realizar análise de regressão, verificou-se comportamento linear crescente com aumento da lâmina aplicada uma maior fitomassa da inflorescência por significar maior formação de pólen, contribuindo para a polinização e obtenção de espigas com formação completa de grãos, fato que pode possibilitar uma melhor qualidade do produto a comercialização.

Salienta-se que o estresse hídrico nesta fase pode comprometer o processo de polinização, que é dependente do potencial hídrico neste sentido.

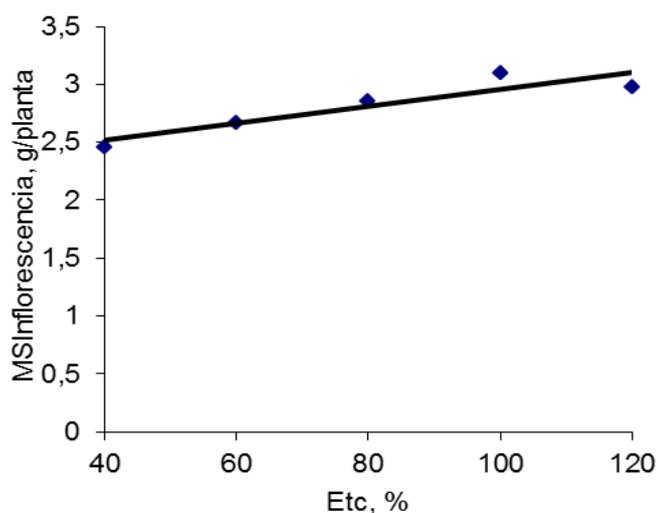


FIGURA 13: Análise de regressão para a variável massa seca da inflorescência (g/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Segundo Bergamaschi et al. (2004) afirma que, se plantas de milho emitirem a inflorescência masculina durante ao déficit hídrico podem vir apresentar deficiência na produção, o que infere a sensibilidade do milho ao déficit hídrico do florescimento ao início de formação de grãos (FIGURA 13). Os mesmos autores observaram que Plantas de milho submetidas ao déficit hídrico do pendoamento ao início de enchimento de grãos, apresentaram grande número de espigas sem grãos ou espigas com poucos grãos, confirmando a importância da disponibilidade hídrica adequada

5.3. Produção e rendimento de forragem

Na Tabela 5 tem-se o resumo da análise de variância para as variáveis Massa seca (%MS), rendimento de forragem fresca (RFfresca) (kg/m²) e rendimento de forragem seca (RFseca) (kg/m²) do milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Nenhuma das variáveis sofreu efeito do fator lâmina, porém nota-se que as variáveis RFfresca e RFseca, quando desdobradas, houve significância da equação linear a 5%.

TABELA 5: Resumo da análise de variância para as variáveis Massa seca (%MS), rendimento de forragem fresca (RFfresca), rendimento de forragem (RFseca) para a milho doce (*Zea mays* L.) em função das lâminas de irrigação aplicadas (Lâmina) e seu desdobramento aos 90 dias após semeadura (DAS). Pombal-PB, 2011.

Fonte de Variação	Quadrado Médio		
	%MS	RFfresca (kg/m ²)	RFseca (kg/m ²)
Lâmina	0,00285 ^{ns}	0,09376 ^{ns}	0,05763 ^{ns}
Linear	0,00864 ^{ns}	0,27556*	0,19625*
Quadrático	0,0000812 ^{ns}	0,01419 ^{ns}	0,00385 ^{ns}
Erro	0,00268 ^{ns}	0,08525 ^{ns}	0,03040 ^{ns}
Bloco	0,00181 ^{ns}	0,14081 ^{ns}	0,02285 ^{ns}
Resíduo	2,28	0,04558	0,03179 ^{ns}
CV(%)	15,18	7,45	19,57
Média	0,31	2,86	0,91

ns = não significativo, * significativo a 5% de probabilidade

Verificou-se que estatisticamente a percentagem de matéria seca não apresentou diferenças significativas entre si em nenhum dos tratamentos aplicados (figura 14), apresentando valores de 0,279 a 0,35 %/planta de massa seca. Costa et al., (2008), estudando a produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico observou que o estresse aplicado no estágio vegetativo reduziu o conteúdo relativo de água e matéria seca da parte aérea das plantas. Henriques et al (2010) avaliando lâminas de água na cultura do milho, obteve valores máximos de matéria seca com a lâmina 913,92 mm/ciclo. Taveres et al (2010) obteve resultados superiores de massa seca no tratamento sem estresse hídrico, avaliando diferentes comportamentos de plantas de milho submetidas à períodos de estresse hídrico.

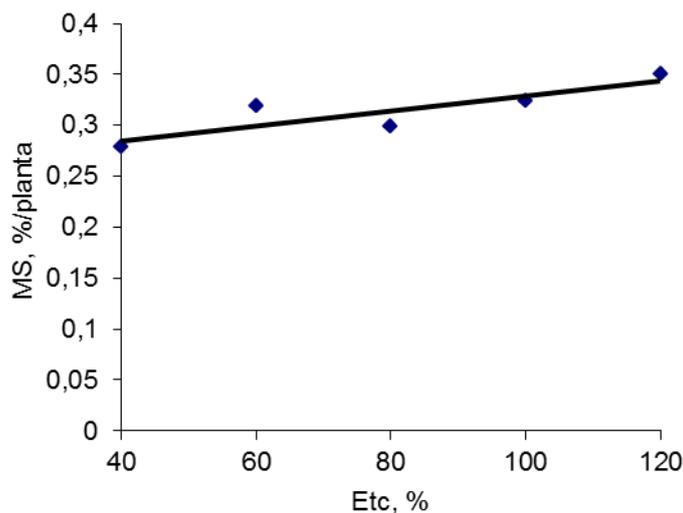


FIGURA 14: Análise de regressão para a variável porcentagem de massa seca (%/planta) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Na Figura 15, verificam-se os valores médios de Rendimento de Forragem fresca. Os maiores valores desta variável foram obtidos nas lâminas 100% (3,04 kg/m²) e 120% (3,01 kg/m²) Etc. Por tanto a lâmina 100% foi considerada ideal para o rendimento de forragem fresca.

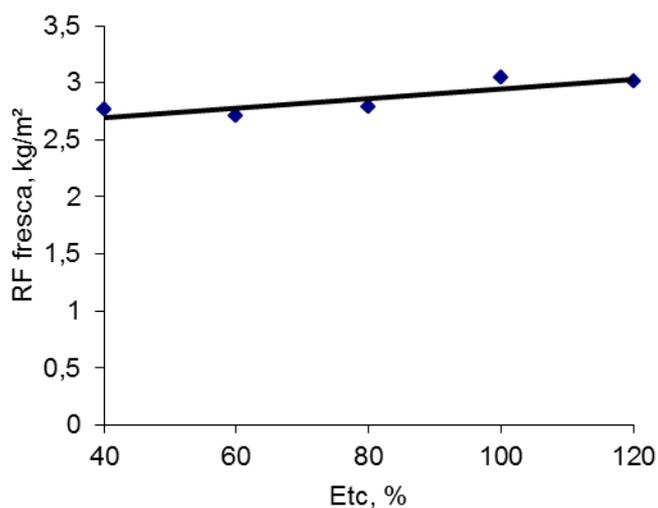


FIGURA 15: Análise de regressão para a variável rendimento de forragem fresca (Kg/m) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

Na Figura 16, verificou-se os valores médios de Rendimento de Forragem seca. Os maiores valores desta variável foram obtidos nas lâminas 100% (1,02

kg/m²) e 120% (1,05 kg/m²) ETc . Numa área de 105m², obtendo um rendimento de cerca de 1kg/m² de massa seca, em toda área o rendimento foi de 105kg de pastagem. Melo (2007) avaliando o milho sob diferentes níveis de água no solo, concluiu que os rendimentos obtidos para a cultura do milho quando o suprimento de água foi mantido acima de 70% do consumo máximo são bons, comparados aos seus rendimentos máximos, indicando que esta cultura pode produzir satisfatoriamente sob déficit moderado em condições de irrigação.

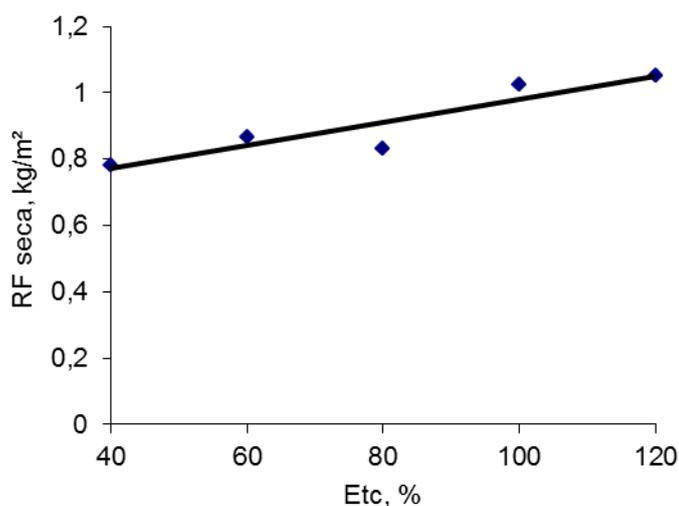


FIGURA 16: Análise de regressão para a variável rendimento de forragem seca (Kg/m) do milho doce em função das lâminas de irrigação estudadas por meio do percentual da Evapotranspiração da Cultura aos 90 dias após semeadura. Pombal-PB, 2011.

6. CONCLUSÕES

- A redução na lâmina aplicada não comprometeu o crescimento em número de folhas e altura de planta;
- A maior disponibilidade hídrica favoreceu o crescimento em diâmetro de caule e área foliar;
- Para sobrevivência, o milho doce sob estresse reduziu a sua área de transpiração;
- O aumento na disponibilidade hídrica até 120% da ETc promoveu a maior produção de matéria fresca da parte aérea;
- A fitomassa seca do caule foi a variável mais sensível a redução na disponibilidade hídrica;
- A disponibilidade hídrica reduziu a quantidade de matéria seca da planta.
- A maior produção de forragem foi obtido nos níveis acima de 100% da ETc.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROLINK. **Milho. Importância econômica**. 2010. Disponível em:
<<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/importancia.aspx>>. Acesso: 10 jan 2011.
- ALDRICH, S. R.; SCOTT, W. O.; LENG, E. R. Modern corn production. 2.ed.
Champaign: A & L Publication. 371 p. 1982
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed.
Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29
revisado 1
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O. Maize breeding for drought tolerance. In:
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL STRESS, 1992, Belo
Horizonte. **Maize in perspective: proceedings**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS /
Ciudad del México: CIMMYT/UNDP,. p .397-431. 1995
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.;
MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no
período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
v.39, p.831-839, 2004.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**.
Viçosa: UFV, 625 p, 2006
- BRUNINI, O. ; ABRAMIDES, P. L. G.; BRUNINI, A. P. C.; CARVALHO, J. P.
**Caracterizações macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições
ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas**. InfoBibos,
Campinas, v.1, n.3, 2006. Disponível em:
<http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm>. Acesso em:
22 dez 2010.

BOYLE, M. G.; BOYER, J. S.; MORGAN, P. W. Stem infusion of liquid culture medium prevents reproductive failure of maize at low water potential. **Crop Science, Madison**, v. 31, n. 5, p. 1246-1252, 1991..

CAMARGO, C P . **Some genotypic variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seed related to germination temperature and water absorption.** Mississipi,. 74p. (PhD - Mississipi State University). 1982.

COIMBRA, R. A. **Teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho doce (sh2).** Tese (Doutorado). Universidade Paulista, faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu, 2007.

COSTA, J. R. ; PINHO, J. L. N. ; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.12, n.5, p.443–450, 2008.

CRUZ, J. C. **Cultivo do Milho.** Embrapa, Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 5ª Edição, Set./2009. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_5ed/index.htm. Acesso em 21 de Janeiro de 2011.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOS, M. J. **Sistema de produção de milho e sorgo.** Sete Lagoas, 2006. Disponível em: <<https://www.cnpms.com.br>>. Acesso em: 16 mai. 2011.

DUARTE, J. O. **Introdução e importância do Milho.** Embrapa. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso: 03 fev 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994.306p.(Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).21, 2000.

EMBRAPA, **Fisiologia do Milho.** Circular Técnica 22, Sete Lagoas. p.65 2002

EMBRAPA, **milho e sorgo. perguntas e respostas**. Disponível : <<http://www.cnpms.embrapa.br/perguntas/especial2.html>>. Acesso: 10 jan 2011

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In.: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p.363-383.

FANCELLI, A. L. **Fenologia do milho**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1988

FANCELLI, A. L. & D. DOURADO-NETO. **Produção de Milho**. Ed. Agropecuária, Guaíba. 360 p., 2000.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: Fisiologia da produção**. Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. Potafos: Piracicaba, 30p 1996.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos, SP. p.255-258, 2000

GOLOUBINOFF, P.; PÄÄBO, S.; WILSON, A. C. **Evolution of maize inferred from sequence diversity of an Adh2 gene segment from archaeological specimens**. Proceedings of the National Academy Sciences, Washington, DC, v. 90, p. 1997-2001, 1993.

GOMES, J. & KARAZAWA, M. **Como a planta de milho se desenvolve**. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *O milho no Paraná*. Londrina, IAPAR, 1982.p.35-50.

HENRIQUES, P. et al. **Avaliação de Lâminas de Água na Cultura do Milho, no Norte de Minas Gerais**. 2010. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/864257/1/0108.pdf>. Acesso em 20 dez de 2010.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: janeiro/2009.

Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2010.

KUROZAWA, C. Glossário. **Globo Rural**, disponível em

<http://globoruralteve.globo.com/GRural/0,27062,LPTO-4373-0-L-M,00.html>. Acesso: 20 mai. 2011.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays L.*) para industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.01, n.02, p.93-103, 2007.

LI, Y.; SPERRY, J. S.; SHAO, M.; Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays L.*) hybrids of differing drought resistance.

Environmental and Experimental Botany, Oxford, v. 66, p. 341-346, 2009.

MAIA, P. S. P.; NETO, C. F. O.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. Conteúdo Relativo de Água, Teor de Prolina e Carboidratos Solúveis Totais em Folhas de Duas Cultivares de Milho submetido a Estresse Hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 918-920. 2007.

MOURA, E. G. de; TEIXEIRA, A. P. R.; RIBEIRO, V. S.; AGUIAR, A. das C. F.; FARIAS, M. F. de. Crescimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays*) submetido a vários intervalos de irrigação, na região da Pré-Amazônia. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2006.

MAGALHÃES, A.C. & SILVA, W. J. **Determinantes genético-fisiológicos da produtividade do milho**. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G. P., ed. *Melhoramento e produção de milho*. Campinas, Fundação Cargill, 795p. 1987.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E.; **Fisiologia da Planta do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1995, 27p. (Circular Técnica 20)

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 2002, 23p. (Circular Técnica 22)

MAGALHÃES, P. C; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Embrapa. Circular Técnica 76. Sete Lagoas. 2006.

MAIA, P. S. P.; NETO, C. F. O.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S; COSTA, R. C. L. Conteúdo Relativo de Água, Teor de Prolina e Carboidratos Solúveis Totais em Folhas de Duas Cultivares de Milho submetido a Estresse Hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 918-920. 2007.

MELO, D.; SOUSA, A.; SOUTO, J.; PEREIRA, R.; **Avaliação do Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) B. R.) sob Diferentes níveis de Água no Solo**; II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica; João Pessoa-2007.

PEDROCHI, F. **Estudo de sistemas biológicos “in vitro” e “in vivo” utilizando a espectroscopia fotoacústica**. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Maringá Pós graduação em Física. Maringá. 2004.

QUATTAR, S.; JONES, R. S. J.; CROOKSTON, R. K. Effect of water déficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. **Crop Science**, Madison, v. 27, n. 4, p. 726 - 730, 1987.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. (Ed). **A cultura do milho irrigado** (S. I.). Embrapa Milho e Sorgo; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317 p.

SARRO, F. B. **Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e em cultivares de algodoeiro**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu-SP, 2006.

SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: Encontro sobre temas de genética e melhoramento, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, v.11, p.45-49. 1994.

SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, p. 215-225, 2008.

SMITH, D. S.; RITCHIE, J. T. Short- and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, p.107-113, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Editora ARTMED, 4ªed, Porto Alegre/RS. 2009.

TAVERES, L. C.; RUFINO, C. A.; DORR, C. S.; TUNES, L. M.; BARROS, A. C. S. A. Diferentes comportamentos de plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidas à períodos de estresse hídrico. In: XIX CIC, XII ENPOS, **Anais**. 2010.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.25, n.3, p.483-488, 2001.

WESTGATE, M. E. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. **Crop Science**, Madison, v.34, n.1, p.76-83, 1994.

WESTGATE, M. E.; BOYER, J. S. Water status of the developing grain of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.4, p.714-719, 1986.

WESTGATE, M. E.; GRANT, D. L. T. Water deficits and reproduction in maize. **Plant Physiology**, Rockville, v.91, n.3, p.862-867, 1989.

WELCKER, C.; BOUSSUGE, B.; BENCIVENNI, C.; RIBAUT, M.; TARDIEU, F. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit?: a QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 58, p. 339-349, 2007.