

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA APLICADAS COMO
IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NO CICLO DO MILHO
SAFRINHA SOB PLANTIO DIRETO NA REGIÃO DE
DOURADOS-MS**

ALEXANDER BRUNO PEGORARE

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA APLICADAS COMO
IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NO CICLO DO MILHO
SAFRINHA SOB PLANTIO DIRETO NA REGIÃO DE
DOURADOS-MS**

ALEXANDER BRUNO PEGORARE

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Euclides Fedatto

Co-Orientador: Prof. Dr. Luis Carlos Ferreira de Sousa

**Dissertação Apresentada à Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul, como
requisito para à obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
concentração: Produção Vegetal.**

DOURADOS

MATO GROSSO DO SUL – BRASIL

DEZEMBRO-2005

EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA APLICADAS COMO IRRIGAÇÃO
SUPLEMENTAR NO CICLO DO MILHO SAFRINHA SOB PLANTIO DIRETO NA
REGIÃO DE DOURADOS-MS

Por

ALEXANDER BRUNO PEGORARE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2006.

Prof. Euclides Fedatto
UFMS - DCA
(Orientador)

Prof. Luiz Carlos F. Souza
UFMS - DCA
(Conselheiro)

Dr. Silvio Bueno Pereira
UFMS - DCA
(Membro da banca)

Dr. Carlos Ricardo Fietz
EMBRAPA - CPAO
(Membro da banca)

DEDICATÓRIA

A Deus, por me dar a vida e a mente e ainda me mostra o caminho...

Aos meus queridos irmãos André e Paula, e meu cunhado Cezar, pelo amor e confiança,

Dedico.

Aos meus pais Paulo e Zilda, em reconhecimento de todo o esforço para nunca me faltar nada, principalmente amor,

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Euclides Fedatto pela amizade, orientação, incentivo e pela sua sabia visão de futuro, meu grande mestre.

Ao departamento de Produção Vegetal do Campus de Dourados/UFMS, seus professores pelos valiosos ensinamentos e seus funcionários pelo apoio nos experimentos de campo.

Ao Professor Dr. Luis Carlos Ferreira de Sousa pela amizade, orientação e confiança em nosso trabalho.

Ao Professor Dr. Antônio Carlos Tadeu Vitorino por ter acreditado na minha capacidade e ter me apoiado em momentos difíceis desta caminhada.

Ao Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira por sua colaboração e dedicação para esta tese.

Ao Dr. Carlos Ricardo Fietz por sua colaboração e atenção para esta tese.

Ao André Omizolo, pela oportunidade de trabalho e aperfeiçoamento profissional.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE SÍMBOLOS	viii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Planta	3
2.2. Solo	4
2.3. Clima	5
2.4. Água	6
2.5. Irrigação Suplementar	8
2.5.1. Água Disponível no Solo	9
2.6. Viabilidade Econômica	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. Local e época	12
3.2. Determinação e montagem dos tratamentos	13
3.3. Delineamento experimental	17
3.4. Determinação das características fisiológicas	18
3.5. Viabilidade Econômica	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Clima	23
4.2. Solo	25
4.2.1. Tensão hídrica no solo	25
4.3. Planta	28
4.3.1. Crescimento e desenvolvimento	28
4.3.2. Folhas	31
4.3.3. Colmo	36
4.3.4. Altura de planta e inserção de espiga	38
4.3.5. Massa seca da parte aérea	40
4.3.6. Espiga e produtividade	42
4.4. Viabilidade econômica	46
5. CONCLUSÕES	49
6. RECOMENDAÇÕES	50
7. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	51

LISTA DE SIMBOLOS

ADSC	=	Água nos solo disponível a consumir, mm.
AE	=	Altura de inserção de espiga, m.
AF	=	Área foliar, cm ² .
AFE	=	Área foliar específica, cm ² g ⁻¹ .
AP	=	Altura de planta, m.
CC	=	Capacidade de campo, %.
CLA	=	Custo da lâmina aplicada, R\$.
CS	=	Custo por safra, R\$.
D	=	Desconto, %.
DA	=	Depreciação anual, %.
DAE	=	Dias após a emergência, dias.
DE	=	Depreciação anual do equipamento, R\$ ano ⁻¹ .
HI	=	Horas de aplicação no horário de irrigação com desconto, h.
HN	=	Horas de aplicação no horário normal.

LDA = Lâmina diária aplicada, mm.
LSC = Lâmina suplementar total no ciclo da cultura, mm.
LTA = Lâmina total aplicada na cultura, mm.
MSC = Massa seca do colmo, g.
MSE = Massa seca da espiga, g.
MSF = Massa seca da folha, g.
MST = Massa seca total, g.
ND = Número de dias da cultura, dias.
P = Preço do kW, R\$.
PT = Precipitação total, mm.
PCEM = Peso de cem grãos, g.
PEPV = Precipitação efetiva durante o período vegetativo, mm.
PETC = Precipitação efetiva total no ciclo da cultura, mm.
Pm = Potencia do motor, cv.
PMP = Ponto de murcha permanente, MPa.
PROD = Produtividade, kg ha⁻¹.

PTC = Pluviosidade total durante o ciclo da cultura, mm.
RAF = Razão de área foliar, cm² g⁻¹.
RBC = Razão de biomassa do colmo, g g⁻¹.
RBF = Razão de biomassa da folha, g g⁻¹.
RBE = Razão de biomassa da espiga, g g⁻¹.
TI = Tarifa de irrigante, R\$.
TN = Tarifa normal, kW h⁻¹.
UC = Umidade crítica, %.
VCI = Valor do conjunto de irrigação, R\$.

LISTA DE QUADROS

		Página
Quadro 1	Características avaliadas durante os testes para lâmina de irrigação suplementar	14
Quadro 2	Água disponível no solo do local do experimento em diversas profundidades	15
Quadro 3	Lâminas totais de água recebida pelos tratamentos	15
Quadro 4	Coefficiente de cultivo (kc) proposto por Doorenbos & Kassan (1994) para o desenvolvimento da cultura do milho ...	15
Quadro 5	Análise química do solo no local do experimento em diversas profundidades	17
Quadro 6	Estádios de desenvolvimento do milho de acordo com a classificação fisiológica de Fancelli (1991).....	19
Quadro 7	Saldo dos déficits hídricos (mm) causados pela evapotranspiração durante os diversos estádios dos tratamentos.....	25
Quadro 8	Análise de variância da área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), razão de biomassa nas folhas (RBF), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) no milho safrinha no estágio de 12 folhas	31

Quadro 9	Análise de variância da área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), razão de biomassa nas folhas (RBF), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) no milho safrinha na maturidade fisiológica	32
Quadro 10	Análise de variância da massa seca do colmo (MSC) e razão de biomassa no colmo (RBC), no milho safrinha no estágio de 12 folhas e na maturidade fisiológica	36
Quadro 11	Análise de variância de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), no milho safrinha na maturidade fisiológica	38
Quadro 12	Análise de variância da massa seca total da parte aérea (MST) no milho safrinha no estágio de 12 folhas e na maturidade fisiológica	40
Quadro 13	Análise de variância de massa seca da espiga (MSE), razão de biomassa da espiga (RBE), Massa de 100 grãos (PCEM) e produtividade (PROD) no milho safrinha na maturidade fisiológica	42
Quadro 14	Viabilidade econômica de diferentes lâminas de irrigação para o milho safrinha, em R\$ por hectare (2005)	47
Quadro 15	Viabilidade econômica de diferentes lâminas de irrigação para o milho safrinha, em sacos de milho de 60 kg por hectare (2005)	47

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Esquema do experimento e sistema de irrigação montado no Núcleo de Ciências Agrárias, UFMS-Dourados, 2005	12
Figura 2	Regulagem da pressão de serviço do aspersor, através de registro de esfera e manômetro... ..	13
Figura 3	Procedimentos da instalação dos tensiômetros em campo.....	16
Figura 4	Temperatura no período do experimento do milho safrinha no ano de 2005	23
Figura 5	Umidade relativa no período do experimento de milho safrinha de 2005	24
Figura 6	Tensão de água no solo na profundidade de 15 cm ao longo do experimento de milho safrinha	26
Figura 7	Tensão de água no solo na profundidade de 30 cm ao longo do experimento de milho safrinha	26
Figura 8	Tensão de água no solo na profundidade de 45 cm ao longo do experimento de milho safrinha	27
Figura 9	Distribuição da precipitação no tratamento sem irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 160 mm	28

Figura 10	Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 360 mm	29
Figura 11	Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 410 mm	30
Figura 12	Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 510 mm.....	30
Figura 13	Área foliar do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio com 12 folhas	32
Figura 14	Área foliar do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	33
Figura 15	Massa seca das folhas do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio de 12 folhas.....	34
Figura 16	Área foliar específica do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, estágio com 12 folhas	35
Figura 17	Massa seca do colmo do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, estágio com 12 folhas	37
Figura 18	Razão de biomassa do colmo do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	38
Figura 19	Altura de inserção de espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	39
Figura 20	Altura de planta do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	39
Figura 21	Massa seca total da parte aérea do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, estágio com 12 folhas	40
Figura 22	Massa seca total da parte aérea do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	41
Figura 23	Massa seca da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas	42

	de água, na maturidade fisiológica	
Figura 24	Razão da biomassa da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	43
Figura 25	Massa de 100 grãos da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica	44
Figura 26	Produtividade do milho safrinha sob diferentes lâminas de água	45

RESUMO

PEGORARE, Alexander Bruno, M.Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, dezembro de 2005. Efeito de lâminas de água aplicadas como irrigação suplementar no ciclo do milho safrinha sob plantio direto na região de Dourados – MS. Professor Orientador: Euclides Fedatto. Professor Co-Orientador: Luis Carlos Ferreira de Sousa.

O conhecimento da quantidade de água requerida pelas culturas constitui-se em um aspecto importante na agricultura irrigada para que o desenvolvimento das plantas

ocorra de modo satisfatório. Vários trabalhos mostram a importância da irrigação como mecanismo para suprir possíveis efeitos de deficiências hídricas durante o ciclo fisiológico das culturas, revelando que os efeitos de déficits hídricos variam com o estágio de desenvolvimento, existindo períodos críticos onde as plantas são mais sensíveis a dinâmica de disponibilidade do solo. Com base nesse enfoque, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes lâminas de água aplicadas como irrigação suplementar no ciclo do milho safrinha sob plantio direto na região de Dourados-MS. O trabalho foi realizado no Núcleo de Ciências Agrárias da UFMS, no campus de Dourados, num Latossolo Vermelho distroférico argiloso, no período de março até setembro de 2005, no qual se configura a época de “safrinha” do milho. Os tratamentos, somando a pluviosidade e irrigação aplicada durante o ciclo da cultura, resultaram em lâminas totais de 510 mm, 410 mm, 360 mm, e 160 mm (tratamento não irrigado) respectivamente. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que: (1) houve incremento na produtividade com maiores lâminas de água, com um ponto de máximo de 608 mm; (2) os déficits hídricos nos períodos críticos diminuíram a produtividade; (3) a irrigação suplementar foi viável economicamente para o milho safrinha.

PALAVRAS-CHAVE: deficiências hídricas, milho safrinha, evapotranspiração.

ABSTRACT

Effect of applied sheets of water as supplemental irrigation in safrinha's corn cycle under no-tillage systems in region from Dourados – MS

The knowledge of the amount of water requested by the cultures it is constituted in important aspect in the irrigated agriculture so that the development of the plants happens in a satisfactory way. Several works show the importance of the irrigation as mechanism to supply possible hydric deficiencies during the physiological cycle of the cultures, revealing that the effects of hydric deficiencies vary with the development stadium, existing critical periods where the plants are more sensitive to the dynamics of readiness of the soil. With base in that focus, the objective of this work was to evaluate the influence of different sheets of water applied as supplemental irrigation in the cycle of the safrinha corn under no-tillage systems in the area from Dourados-MS. The work was accomplished in the Experimental Nucleus of Agrarian Sciences of UFMS, in the campus from Dourados, in a clayey Rhodic Hapludox (Oxisol), in the period of March to September of 2005, in which the time is configured “safrinha” of the corn. The treatments, adding the rain precipitation and applied irrigation during the cycle of the culture, they resulted in total sheets of 510 mm, 410 mm, 360 mm and 160 mm (treatment not irrigated) respectively. With base in the obtained results, it can be ended that: (1) there was increment in the productivity with larger sheets of water, with maximum point in 608 mm; (2) The hydric deficits in the critical periods reduced the productivity; (3) the supplemental irrigation was economically viable for the safrinha corn.

KEY WORDS: shortage hydric, corn crop, evapotranspiration.

1. INTRODUÇÃO

Entre as culturas de interesse econômico para o Brasil, destaca-se a do milho (*Zea mays* L.), a qual assume relevante papel socioeconômico, pois constitui-se em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais. Porém, o grande desafio hoje para aumentar o seu cultivo, está em alcançar uma maior produtividade diminuindo os custos de produção, através da incorporação de novas tecnologias no seu manejo, como por exemplo, a irrigação e plantio direto (Fancelli & Dourado-Neto, 2000).

Define-se como rendimento máximo de uma cultura, aquele obtido de uma variedade altamente produtiva, bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, em condições tais que não haja limitações de fatores tais como: água, nutrientes, pragas e doenças, durante todo o período até seu amadurecimento (Doorenbos & Kassan, 1994).

O milho é uma cultura que quando sofre déficits hídricos causados pelas variações climáticas, se obtém respostas diferentes de produtividade, podendo ser maiores ou menores de acordo com a época e intensidade deste déficit durante o seu crescimento e desenvolvimento (Jurgens et al., 1978; Cunha & Bergamaschi, 1992). Portanto, a utilização eficiente da água na produção do milho só poderá ser alcançada quando o planejamento, o projeto e a operação de suprimento de água e do sistema de distribuição estiverem orientados com o propósito de atender em quantidade e tempo requeridos, incluindo os períodos de escassez de água, as necessidades hídricas da cultura para o ótimo crescimento com altos rendimentos (Doorenbos & Kassan, 1994).

Tradicionalmente no Brasil, o milho sempre foi uma cultura típica de sequeiro. Com a expansão da fronteira agrícola para a região dos Cerrados, houve um crescimento muito grande das áreas plantadas com milho. Essas áreas, predominantemente com propriedades médias e grandes, foram implementadas com um nível tecnológico mais elevado e maior grau de mecanização. A região dos Cerrados, no entanto, apresenta características climáticas bem distintas das regiões Sul e Sudeste, com precipitação anual bem menor e chuvas que se concentram no período de novembro a março, com ocorrência freqüente de longos períodos de estiagem, que são os

“veranicos” (Resende et al., 2000). Outro grande problema dos solos sob cerrado caracteriza-se por mostrar baixos teores de nutrientes e de água armazenada disponível às plantas (Lopes, 1983). Assim, a ocorrência freqüente destes "veranicos" tem ocasionado perdas significativas nos rendimentos das culturas, especialmente quando a falta de água ocorre nos períodos críticos de desenvolvimento da planta (Goedert et al., 1980).

No final da década de 1970 e na década de 1980, houve um grande crescimento das áreas irrigadas por aspersão convencional e pivô central na região dos Cerrados através de programas de incentivo à irrigação. A cultura do milho passou, então, a ser uma alternativa nos sistemas de produção de grãos e hortaliças em sucessão e rotação com outras culturas (Resende et al., 1990).

Segundo a CONAB (2005), o milho safrinha ocupou uma área correspondente a 21,5% da área plantada durante a safra de verão, com uma produção de 21,1% da safra de verão, representando 17,4% da produção total de milho. Em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, a área com milho safrinha, em 2004, foi maior que a do plantio de verão. Essas informações vêm confirmar que a safrinha tem um papel de destaque na agricultura brasileira, causando, inclusive, impacto no mercado interno. Porém, é uma cultura de risco elevado, que se deve principalmente à variabilidade de épocas de plantio e, conseqüentemente, à irregularidade e às adversidades climáticas, principalmente no que se refere ao déficit hídrico. Embora o risco de produção seja maior que o da safra normal, o risco de falta de mercado é menor (Tsunechiro & Miele, 1999). Essa, provavelmente, seja uma das causas do crescimento da área plantada com milho safrinha.

Para haver elevação do rendimento agrícola e aumento da competitividade do milho produzido no Brasil o ajuste de sistemas de produção é extremamente necessário, de forma a atender diferentes condições produtivas e de seu uso. Assim, o conhecimento do efeito de diferentes lâminas aplicadas como irrigação suplementar na cultura do milho é um fator importante para tomada de decisões dentro do sistema de manejo agrícola.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes lâminas de água aplicadas como irrigação suplementar no ciclo do milho safrinha sob plantio direto na sua fisiologia, produtividade e viabilidade econômica na região de Dourados-MS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Planta

O milho (*Zea mays* L.), originário da América Central (México/Guatemala) hoje é cultivado em todas as regiões do mundo, sejam elas temperadas ou tropicais. Existem muitos tipos de milho adaptados a várias condições de clima e de cultivo (Doorenbos & Kassan, 1994).

O sistema radicular é fasciculado sendo o seu comprimento determinado geneticamente, entretanto muito influenciado pelas condições de solo e umidade. De maneira geral, pode-se dizer que cerca de 70 a 80% do sistema radicular se encontra na camada superficial de 0 a 30 cm com uma profundidade máxima média de 1,0 m. Algumas raízes podem atingir até 1,5 m (Doorenbos & Kassan, 1994).

Dentre os mecanismos que podem contribuir para a resistência à seca e que têm sido considerados em programas de melhoramento genético apontam-se: sistema radicular extenso e ou mais denso ou maior relação raiz/parte aérea; pequeno tamanho de células; cutícula foliar com maior espessura e cerosidade; mudanças no ângulo foliar; comportamento e frequência estomática; acúmulo de metabólito intermediário; ajuste osmótico; resistência à desidratação das células (Magalhães et al., 1995).

Híbridos não prolíficos (produzem apenas uma espiga) produzirão cada vez menos grãos com o aumento da exposição ao estresse, porém, tendem a render mais que os prolíficos em condições não estressantes. Os prolíficos (produzem duas ou três espigas), por sua vez, tendem a apresentar rendimentos mais estáveis em condições variáveis de estresse, uma vez que o desenvolvimento da espiga é menos inibido pelo estresse (Aldrich et al., 1982).

Todas as plantas de milho seguem um mesmo padrão de desenvolvimento, porém, o intervalo de tempo específico entre os estádios e o número total de folhas desenvolvidas pode variar entre híbridos diferentes, ano agrícola, data de plantio e local (Resende et al., 2000).

2.2. Solo

Na agricultura irrigada não basta apenas seguir as recomendações de um sistema de produção de milho de sequeiro e adicionar a água de forma adequada para se alcançarem bons resultados. Num sistema de produção irrigado, ocorrem muitas interações entre os diferentes fatores de produção, como, por exemplo, a dinâmica de água e nutrientes, e a interação entre eles são muito afetadas pelo conteúdo de umidade no solo. Portanto, sugere-se seguir as recomendações obtidas através da pesquisa para cada ecossistema ou condição (Figueiredo et al., 2000).

O preparo do solo tem por objetivo básico melhorar as condições de germinação, a emergência e o estabelecimento das plântulas. Atualmente, com maior preocupação no sentido de desenvolver uma agricultura sustentável, o preparo do solo também deve ser visto como um sistema que deverá manter a estrutura do solo com baixa probabilidade de desagregação e transporte de suas partículas por água e vento, aumentando a infiltração, de modo a reduzir a enxurrada e a erosão a um mínimo tolerável. Em áreas onde as explorações agrícolas são mais intensivas, como em agricultura irrigada, em que o solo é mais intensamente trabalhado, a probabilidade de acelerar sua degradação, aumentando os problemas de compactação e erosão é bem maior (Resende et al., 2000).

Nas últimas décadas, destaque tem sido dado ao sistema de plantio direto como prática conservacionista. É definido como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra. Assim, promove-se a eliminação e ou redução das operações de preparo do solo. Como resultado, há maior manutenção dos atributos físicos do solo, melhorando a sua estrutura, evitando compactação, com melhoria da taxa de infiltração da água e manutenção da umidade, melhorando o arejamento, a atividade e diversidade biológica no solo e a manutenção da matéria orgânica (Resende et al., 2000).

O efeito da cobertura morta em plantio direto é a redução das perdas de água por evaporação, em consequência de três aspectos: reduz a quantidade de radiação solar direta que atinge a superfície do solo, diminuindo a quantidade de energia disponível para a água do solo mudar do estado líquido para vapor; o vapor de água necessita difundir-se através da camada de restos culturais, o que reduz substancialmente sua

perda, quando comparado com as perdas de uma superfície de solo descoberto; e a camada de resíduos orgânicos atua como um isolante térmico, reduzindo a condução do calor para dentro do solo. Como consequência, há maior disponibilidade de água para as plantas, o que já foi confirmado por vários autores conforme Stone & Silveira (1999). Figueiredo et al. (2000) observaram que, em um latossolo vermelho típico, sob diferentes condições de uso, durante um período de veranico, que, sob plantio direto de milho, a perda de água do solo foi acentuadamente menor do que em solo sob preparo com arado de discos ou sob vegetação original de cerrado, o que indica uma economia de água em favor desse método conservacionista.

O milho desenvolve-se bem na maioria dos solos, menos nos muito argilosos, densos e pesados, e nos muito arenosos. O solo deve ser, preferencialmente, bem arejado e drenado, pois a cultura é susceptível ao encharcamento. As necessidades de fertilizantes para o milho em grão são relativamente elevadas, chegando até cerca de 200 kg.ha⁻¹ de N, 50 a 80 kg.ha⁻¹ de P e 60 a 100 kg.ha⁻¹ de K para as variedades altamente produtivas. Geralmente, a cultura pode ser produzida de forma contínua enquanto for mantida a fertilidade do solo (Doorenbos & Kassan, 1994).

2.3. Clima

O milho é uma cultura produzida em climas que variam desde zona temperada à tropical durante o período em que as temperaturas médias diárias são superiores a 15°C e livre de geadas. A adaptabilidade das variedades em diferentes climas muda muito. Um cultivo bem sucedido depende notadamente da seleção correta das variedades, de tal modo que a duração do ciclo fenológico da cultura coincida com a duração da temporada de crescimento e, ainda, da finalidade para a qual se produz a cultura. Frequentemente, é necessário realizar ensaios para a seleção de variedades a fim de identificar as que são mais adequadas para determinadas áreas (Doorenbos & Kassan, 1994).

Quando as temperaturas médias diárias durante o período de crescimento são maiores que 20°C, as variedades precoces de grão levam de 80 a 110 dias e as variedades médias de 110 a 140 dias para a maturação. Quando as temperaturas médias diárias são inferiores a 20°C, estende-se o período para chegar ao amadurecimento em aproximadamente 10 a 20 dias para cada 0,5°C de diminuição da temperatura, dependendo da variedade, sendo que, a 15°C a cultura de milho leva de 200 a 300 dias

para atingir a maturidade fisiológica. Com temperatura média diária de 10 a 15°C, o milho é cultivado, principalmente, como forragem, devido ao problema de formação da semente e de amadurecimento do grão sob condições frias. Para a germinação, a temperatura média mínima diária é de aproximadamente 10°C, estando a ótima entre 18 e 20°C. A cultura é muito sensível à geada, particularmente no estágio de plântula, porém tolera condições atmosféricas quentes e secas até enquanto se dispuser de água suficiente para a planta e as temperaturas forem inferiores a 45°C. As necessidades de temperatura, expressas como soma das temperaturas médias diárias, para as variedades do tipo média, são de 2.500 a 3.000 graus dias, enquanto que as precoces necessitam em torno de 1.800 e as tardias de 3.700 ou mais graus dias (Doorenbos & Kassan, 1994).

Com relação à duração do dia, considera-se que o milho seja uma planta neutra ou de dias curtos. O crescimento do milho é significativamente afetado pela radiação. Entretanto, as 5 ou 6 folhas situadas próximo ou acima da espiga são as fontes de assimilação para o enchimento do grão e, portanto, a luz deverá penetrá-las (Doorenbos & Kassan, 1994).

Os métodos de plantio e espaçamento variam, sendo os fertilizantes e a água fatores decisivos na escolha da densidade ótima com relação à interceptação de luz e aos rendimentos máximos. A população varia desde 20.000 a 30.000 plantas ha⁻¹ para as variedades de porte alto e tardias, até 50.000 a 80.000 plantas ha⁻¹ para as variedades de porte baixo e precoces (Doorenbos & Kassan, 1994).

2.4. Água

A água é essencial para a produção das culturas, devendo-se fazer o melhor uso da água disponível para se obter produção satisfatória e altos rendimentos. Isso exige conhecimento adequado do efeito da água (chuva e ou irrigação) sobre o crescimento das culturas e seu rendimento em diferentes condições de crescimento (Doorenbos & Kassan, 1994).

A absorção, o transporte e a conseqüente transpiração de água pelas plantas são resultantes da demanda evaporativa da atmosfera (evapotranspiração potencial), resistência estomática e difusão de vapor, água disponível no solo e densidade de raízes (Klar, 1984).

A planta absorve água do solo para atender às suas necessidades fisiológicas e, com isto, suprir a sua necessidade em nutrientes, que são transportados junto com a

água, sob a forma de fluxo de massa. Do total de água absorvida pela planta, uma quantidade bem reduzida (cerca de 1%) é retida pela mesma. Embora possa-se pensar que há desperdício, na verdade isso não ocorre, pois é pelo processo da transpiração (perda de calor latente) que os vegetais controlam a sua temperatura (Magalhães et al., 1995).

As restrições causadas pela baixa disponibilidade de água do solo ou pela alta demanda evaporativa ativam certos mecanismos fisiológicos que permitem aos vegetais escapar ou tolerar essas limitações climáticas, modificando seu crescimento e desenvolvimento, e até mesmo atenuando as reduções na produção final (Resende et al., 2000).

O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade média de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo é cerca de 600 mm. Dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20% e de quatro a oito dias diminuem em mais de 50% (Aldrich et al., 1982).

A importância da água está relacionada também com a 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 (Salisbury & Ross, 1982).

A falta de água é sempre acompanhada por interferência nos processos de síntese de RNA e proteína, caracterizada por um aumento aparente na quantidade de aminoácidos livres, como a prolina. A manutenção da pressão de turgescência celular, através do acúmulo de solutos (ajustamento osmótico) é um mecanismo de adaptação das plantas para seu crescimento ou sobrevivência em períodos de estresse de água. Apesar do alto requerimento de água pela planta de milho, ela é eficiente no seu uso para conversão de massa seca com comportamentos bem dinâmicos a diferentes disponibilidades de água (Klar, 1984).

De maneira geral, para que o desenvolvimento das espécies vegetais ocorra de modo satisfatório, ou seja, para que a acumulação de massa seca, decorrente da síntese de carboidratos, se processe de maneira ótima, os fatores água e luz são essenciais, evidenciando a importância da irrigação como mecanismo de suprir possíveis deficiências hídricas, durante o ciclo fenológico das culturas. Assim, vários trabalhos na literatura têm revelado que os efeitos de déficit hídricos, sobre a produtividade das espécies vegetais, variam com o estágio, em que o mesmo se manifesta, existindo

períodos críticos, onde as plantas são mais sensíveis à diminuição da disponibilidade de água no solo (Urchei & Rodrigues, 1994).

A exigência hídrica do milho é variável, dependendo de fatores climáticos reinantes no período de desenvolvimento, da variedade e do estágio da cultura. Para cultivos de milho safrinha, sob condições de irrigação suplementar, a quantidade de água a ser irrigada é a mesma recomendada para a safra de verão (Farinelli et al., 2003). Henckel (1964) citado por Araújo et al. (1999) afirmou que se houver deficiência hídrica uma semana após a emissão das anteras, pode ocorrer uma queda de 50% na produção. Deficiências posteriores resultarão em danos da ordem de 25 a 30%. Doorenbos & Kassan (1994) sugerem que o milho é relativamente tolerante aos déficits hídricos durante os períodos vegetativos e de maturação e afirmam que um cultivar de milho de ciclo médio requer de 500 a 800 mm de água para uma boa produção, dependendo do clima. Shaw (1977), analisando os resultados obtidos por diferentes autores, concluiu que o consumo de água pelo milho varia de 410 a 610 mm. Fancelli (1991) sugere que há uma exigência mínima de 300 a 350 mm de água para uma produção satisfatória sem uso de irrigação. Entretanto, essa quantidade deve ser bem distribuída durante o ciclo da cultura.

No Estado do Rio Grande do Sul, Bergamaschi et al. (2001) observaram que a cultura do milho necessita em torno de 7 mm de água por dia durante o florescimento. Com 67 mil plantas por hectare, um híbrido precoce de milho necessita de uma média de 650 mm de água em todo o ciclo. No entanto, numa população de 50 mil plantas por hectare, a necessidade média é de 577 mm para todo o ciclo do milho, na mesma região (Matzenauer et al., 1983).

2.5. Irrigação Suplementar

Por irrigação suplementar, subentende-se a aplicação de água ao solo no qual se desenvolve a agricultura, com o objetivo de suplementar a chuva, aumentando, assim, o crescimento das plantas, a qualidade do produto e a produtividade. Na irrigação duas questões devem ser respondidas: quando e quanto irrigar (Resende et al., 2000).

Existem diversos critérios de saber quando irrigar, porém, toda vez que o solo tiver consumido a água, estabelecido pelo critério, procede-se a irrigação. É, porém, difícil de definir o momento. Tecnicamente, o mais acertado é utilizar tensiômetros, que são instrumentos instalados no solo para medir indiretamente a umidade do solo.

Pesquisadores têm adotado, para o milho, a tensão de -0,050 MPa, como o momento de iniciar a irrigação (Resende et al., 2000).

É de fundamental importância o conhecimento da lâmina de irrigação a ser aplicada, pois aplicações em excesso podem resultar em perdas por escoamento superficial e conseqüentemente, causar a erosão do solo e lixiviação de nutrientes através do perfil do solo, além de desperdício de energia, que pode representar um custo adicional elevado. Aplicações reduzidas podem levar a déficit hídrico, com prejuízo na produção. A estimativa da quantidade de água a ser aplicada pode ser feita de duas formas: pelo cálculo da Água Disponível no Solo a Consumir (ADSC), ou pela reposição das perdas por evapotranspiração utilizando o tanque tipo Classe A (Resende et al., 2000).

2.5.1. Água Disponível no Solo

O solo é um material poroso que retém a água por capilaridade e adsorção, mas, sendo um reservatório “sem fundo”, perde água por gravidade. Se um solo é encharcado, a água drena para camadas mais profundas, fora do alcance das raízes. Se não houver perdas por evapotranspiração, depois de um a dois dias para solos mais arenosos, e de dois a cinco dias para solos mais argilosos, estabelece-se um equilíbrio entre as forças capilares e de adsorção e força gravitacional: a drenagem cessa e o solo atinge a Capacidade de Campo (CC) (Bernardo, 1997).

À medida que o milho extrai água do solo, sua umidade diminui, até atingir a Umidade Crítica (UC), ponto que além dele compromete o pleno desenvolvimento da cultura. Se o milho continuar extraindo água do solo, em um determinado momento pode-se chegar ao Ponto de Murcha Permanente (PMP), umidade na qual a planta não consegue mais retirar água do solo. A quantidade de água do solo entre a CC e a UC é denominada de ADSC e a água no solo entre a CC e o PMP é denominada de Água Disponível no Solo (ADS) (Bernardo, 1997). A equação da ADS (mm) e da ADSC (mm) são as seguintes:

$$ADS = \frac{(CC - PMP)}{100} \cdot PSR \cdot Da \quad (1)$$

em que:

CC = capacidade de campo, %;
 PMP = ponto de murcha permanente, %;
 PSR = profundidade do sistema radicular, mm; e
 Da = densidade aparente, g cm⁻³.

$$ADSC = \frac{(CC - UC)}{100} \cdot PSR \cdot Da \quad (2)$$

em que, UC é a umidade crítica, %.

O fato da água estar no solo significa que ela está retida por uma determinada tensão. Normalmente, define-se que a água está na CC quando se encontra retida a uma tensão de -0,010 MPa. A tensão correspondente a UC depende da cultura e não do solo, no caso do milho, a UC corresponde a -0,050 MPa. É atribuída a -15 MPa a tensão com que a água se encontra no solo no PMP (Bernardo, 1997).

2.6. Viabilidade Econômica

A irrigação, como técnica que garante a produção agrícola, é considerada oficialmente como elemento fomentador do desenvolvimento socioeconômico. A Lei 8.171/91, que dispõe sobre a Política Agrícola, corretamente define a irrigação como fator de bem-estar social de comunidades rurais. A irrigação também é vista em outros países como indutora de atividades industriais e comerciais, capaz de contribuir para o progresso da economia, com geração de empregos e responsável pela circulação de riquezas. Existem casos conhecidos no Brasil aonde o desenvolvimento está diretamente relacionado com o uso da irrigação, como os municípios de Guaíra (SP), Petrolina (PE), Juazeiro (BA), Barreiras (BA), Chapada do Apodi (RN), Araguari (MG) e Janaúba (MG) (Cardoso, 2002).

A presença controlada de água na produção agrícola, mediante o uso da irrigação, permite ao agricultor, acostumado tradicionalmente a colher uma safra por ano (época das chuvas), ampliar o número de safras, passando a cultivar em diferentes épocas ou estações e tendo a possibilidade de colheitas na entressafra. Este tipo de

cultivo pode melhorar a lucratividade da produção pela remuneração extra que se obtém colocando o produto no mercado no momento de falta do mesmo. A possibilidade de se produzir na entressafra, ou seja, a partir do mês de maio, não só remunera melhor o produtor como também auxilia na distribuição da oferta ao mercado consumidor (Cardoso, 2002).

Para uma planta atingir o potencial produtivo, é requerido um volume de água para o respectivo metabolismo que pode ser considerado extremamente alto quando comparado com outros tipos de usos (Cardoso, 2002).

Admitindo $1,0 \text{ m}^3$ (1.000 litros) para produzir 1,0 kg de grãos de milho e, se considerarmos que serão fornecidos 50% da água necessária no ciclo total, ou seja, 350 mm, teremos consumido 3.500 m^3 de água, para uma produção de 3.500 kg ou 58,3 sacas por ha, acrescida devido a irrigação, ou seja, 116,7 sacas (Cardoso, 2002).

Cardoso (2002) analisando o custo de uma irrigação através de um pivot central de 100 ha, considerando o dólar a R\$ 2,50, obteve 20 sacas de milho por hectare para pagar o custo da energia elétrica. Porém cabe ressaltar que este custo é variável de acordo com a elasticidade do preço do milho, tarifas de energia e as características regionais de produção e clima.

3. MATERIAIS E MÈTODOS

3.1. Local e época

O trabalho foi realizado no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da UFMS, no campus de Dourados, num Latossolo Vermelho distroférico argiloso, no período de março a setembro de 2005, no qual se configura a época de “safrinha” do milho.

A área do experimento apresenta relevo suavemente plano, com 0,5% de declividade e com cobertura vegetal.

O experimento de campo foi instalado de acordo com o esquema apresentado na Figura 1.

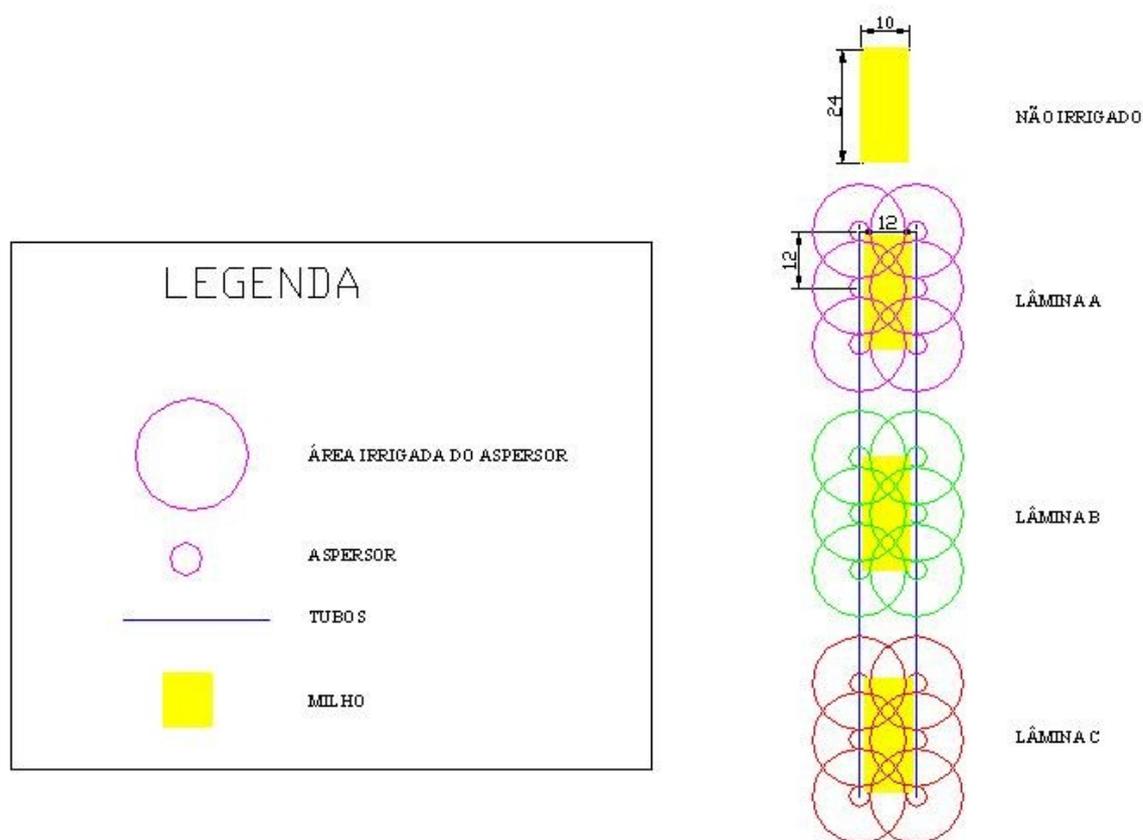


Figura 1. Esquema do experimento e sistema de irrigação por aspersão convencional montado no Núcleo de Ciências Agrárias, UFMS-Dourados, 2005.

3.2. Determinação e montagem dos tratamentos

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos na Estação Agrometeorológica do DCA/UFMS, localizada a 100 m da área do experimento.

A irrigação foi realizada por um sistema do tipo aspersão convencional, com espaçamento 12 x 12 m entre linhas e na linha.

Os aspersores utilizados foram da marca Agropolo (modelo NY 30), com bocais diferentes entre as parcelas, havendo uma parcela sem aspersores (sequeiro).

Para medir a precipitação nas parcelas, realizou-se as seguintes ações:

- a) posicionamento dos coletores com a seção de captação voltada para cima, com 0,40 m de altura e espaçamento de 2m x 2 m;
- b) colocação de 200 mL de água em dois coletores para medir a evaporação, para ser descontada do volume de água do coletor após a irrigação;
- c) acionamento do sistema e início da irrigação;
- d) regulagem da pressão de serviço, diretamente nos aspersores, por meio de registros de esfera e manômetros, realizada no início do teste conforme Figura 02. O monitoramento e ajustes foram realizados de 15 em 15 minutos, durante toda a duração da irrigação;



Figura 2. Regulagem da pressão de serviço do aspersor, através de registro de esfera e manômetro.

- e) realização das leituras de velocidade e direção do vento feitas no anemômetro, a cada 30 minutos;
- f) desligamento do sistema, após transcorrido o tempo de irrigação;

g) medição do volume de água coletado nos coletores destinados à medição da evaporação e nos coletores da área útil, para a determinação dos coeficientes de uniformidade na superfície do solo. Foram utilizadas o uso de provetas graduadas de 0,050, 0,500 e 1,000 litros, sendo os volumes posteriormente transformados em lâminas.

A determinação do coeficiente de uniformidade foi baseado no método de Christiansen (Bernardo, 1995), conforme é apresentado na equação 3.

$$CUC(\%) = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right] \quad (3)$$

em que:

- CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;
- X_i = precipitação observada em cada coletor, mm h⁻¹;
- \bar{X} = precipitação média dos coletores, mm h⁻¹; e
- n = número de coletores, adimensional.

A duração do teste foi de 60 minutos, sendo medidos no início, na metade e no final de cada ensaio, a pressão de serviço dos aspersores, velocidade do vento e a umidade relativa do ar, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Características avaliadas durante os testes para lâmina de irrigação suplementar

Tratamento	Bocal do aspersor (mmxmm)	Pressão de serviço (mca)	Umidade Relativa (%)	Velocidade média do vento (m s ⁻¹)	Coefficiente de uniformidade (%)	Precipitação (mm h ⁻¹)
1	7,1 x 4,6	10	61	1,3	90	13,2
2	5,0 x 4,6	12	63	1,3	90	10,8
3	4,0 x 4,6	10	58	1,2	89	7,8
4	-	-	-	-	-	-

O critério utilizado para aplicação da irrigação foi baseado na análise da curva de retenção de água no solo do local do experimento (Quadro 2), e as profundidades do sistema radicular foram estimadas, com profundidades de 0 a 15 cm, para o período da emergência até oito folhas desenvolvidas; de 15 a 30 cm de oito folhas até doze folhas, 30 a 45 cm acima de doze folhas, conforme Neto et al. (2000).

Quadro 2. Água disponível no solo do local do experimento em diversas profundidades

Profundidade (cm)	CC (%) ¹	UC (%) ²	ADSC (mm) ³	Eficiência da Irrigação (%)	Lâmina Mínima (mm)
0-15	29,0	27,0	6,6	90	7,3
15-30	32,3	29,7	8,6	90	9,5
30-45	33,4	30,4	9,9	90	11,0

1- Capacidade de campo

2- Umidade crítica

3- Água disponível no solo a consumir

Em grandes precipitações pluviométricas, o solo não tem capacidade de armazenar toda água no solo, ocorrendo percolação das camadas superficiais do solo para camadas mais profundas, ficando apenas disponibilizado para a planta a ADSC na profundidade do sistema radicular. Conforme ocorre o aprofundamento do sistema radicular, a ADSC aumenta. Portanto, a lâmina total aplicada no tratamento não irrigado foi apenas a precipitação efetiva (água armazenada no solo na faixa do sistema radicular do milho, disponibilizada pelas chuvas), e nos tratamentos irrigados, a precipitação efetiva foi somada a irrigação suplementar aplicada em cada tratamento, sendo apresentado no Quadro 3.

Quadro 3. Lâminas totais de água recebida pelos tratamentos

Tratamento	PTC (mm) ¹	PEPV (mm) ²	PETC (mm) ³	LSC (mm) ⁴	LTA (mm) ⁵
1	285,0	190,0	220,0	290,0	510,0
2	285,0	170,0	220,0	190,0	410,0
3	285,0	145,0	220,0	140,0	360,0
4	292,0	70,0	160,0	-	160,0

1- Pluviosidade total durante todo o ciclo da cultura

2- Precipitação efetiva no período vegetativo

3- Precipitação efetiva total no ciclo da cultura

4- Lâmina suplementar total no ciclo da cultura

5- Lâmina total aplicada na cultura (PETC + LSC)

Utilizou-se os valores médios de kc propostos por Doorenbos & Kassan (1994) para calcular a evapotranspiração para a cultura do milho em cada estágio (Quadro 4).

Quadro 4. Coeficiente de cultivo (kc) proposto por Doorenbos & Kassan (1994) para as diversas fases do desenvolvimento da cultura do milho

Fases de Desenvolvimento da Cultura				
0-14 DAE*	15 – 35 DAE	36 – 84 DAE	84 – 117 DAE	117 – 134 DAE
0,50	0,85	1,20	0,95	0,60

* Dias após emergência

A umidade do solo foi monitorada por tensiômetros de vácuo instalados em cada tratamento, nas profundidades de 0,15 m, 0,30 m e 0,45 m, para monitoramento da água no solo, conforme mostra a Figura 3.

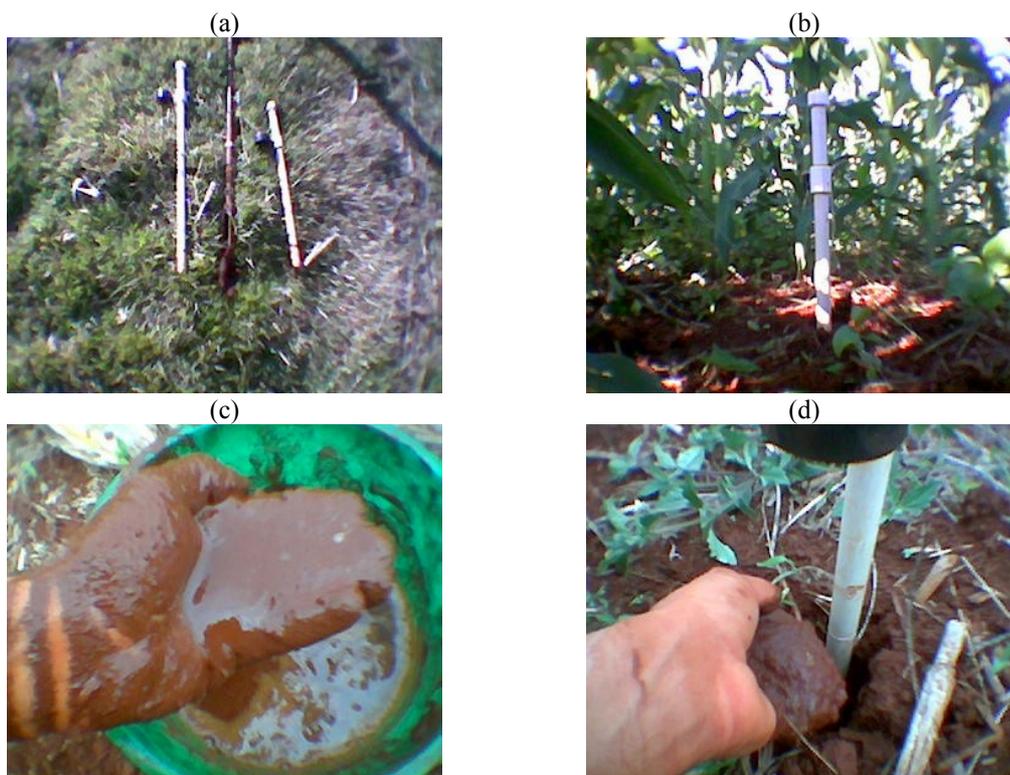


Figura 3. Procedimentos da instalação dos tensiômetros em campo: (a) instalação de diferentes tamanhos de tensiômetros; (b) tensiômetro instalado na entrelinha do experimento; (c) formação de barro para que haja contato da cápsula porosa com o solo; e (d) instalação do tensiômetro na profundidade desejada para o monitoramento da umidade do solo.

A estimativa da evapotranspiração potencial, foi baseada na metodologia proposta por Penman-Monteith, contida na publicação da FAO 56 (Allen et al., 1998), utilizando-se, para tanto, o programa Reference Evapotranspiration Calculator –REF ET (Allen, 2000).

A estimativa da radiação líquida foi obtida através da expressão de radiação líquida (R_n), calibrada de acordo com Fietz (2005) para a região de Dourados, conforme a equação:

$$R_n = 0,07289 + 0,4123.R_s \quad (4)$$

em que:

$$R_n = \text{Radiação líquida, } w.m^{-2};$$

R_s = Radiação global, $W \cdot m^{-2}$.

R_n = radiação líquida, $W \cdot m^{-2}$; e

R_s = radiação solar incidente na superfície da terra, $W \cdot m^{-2}$.

3.3. Delineamento experimental

Foram coletadas amostras do solo no local do experimento para análise química realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do DCA/UFMS. Os resultados estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Análise química do solo no local do experimento em diversas profundidades

PROF. (cm)	MO ($g \cdot kg^{-1}$)	pH (Ca Cl ₂)	P ($mg \cdot dm^{-3}$)	K	Ca	Mg ($mmol \cdot dm^{-3}$)	H + Al	SB	CTC	V (%)
0 – 2,5	34,3	5,0	19	4,1	49,3	18,3	55	71,7	127	56
2-5 – 5	31,7	4,6	13	2,8	40,0	13,3	62	56,1	118	47
5 - 10	30,1	4,5	8	1,5	35,6	9,0	76	46,1	122	37
10 -20	25,6	4,4	5	0,7	30,0	8,3	76	39,0	115	33
20 - 40	18,1	4,6	2	0,5	19,9	4,7	53	25,1	78	32

PROF – Profundidade da amostra

M.O – Matéria orgânica

P – Fósforo extraído do através de Mehlich

Ca, Mg, K – Formas trocáveis

SB – Somas de bases

V – Índice de Saturação de Bases

H + Al – Acidez trocável

CTC – Capacidade de troca de cátions

Foram utilizadas sementes de milho híbrido triplo de ciclo precoce DG-501, com características de grãos semiduro, amarelo-alaranjado e plantas de porte médio. Foram semeadas em linhas, em 15 de março de 2005, sucedendo a cultura do feijão, no plantio direto. As sementes foram colocadas a uma profundidade de 5 a 7 cm, com espaçamento de 90 cm entre linhas e 7 plantas por metro linear, correspondendo, aproximadamente, a 78 mil plantas por hectare. A adubação utilizada no plantio foi de 350 kg por hectare de N-P-K na formulação 08-20-20, respectivamente.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições.

3.4. Determinação das características fisiológicas

A massa seca no período vegetativo foi determinada mediante a coleta de cinco plantas por parcela, no momento em que as plantas dentro de cada tratamento

completavam 12 folhas. As plantas foram cortadas junto ao solo sendo separados folhas e colmos, pesados e levados à estufa ventilada a 65°C até que a massa ficasse constante. Também foi determinada a massa seca da planta na maturidade fisiológica. Foi avaliado também o peso de 100 grãos, altura de inserção de espiga e de plantas.

Para determinação da produtividade de grãos foram utilizadas espigas colhidas em 1,0 m linear da fileira, com 5 repetições, realizadas aleatoriamente dentro da parcela, desprezando a fileiras externas. Para o cálculo de massa de 100 grãos e produtividade, o peso dos grãos foi corrigido para 13% de umidade.

Para estimar a área foliar, utilizou-se um integrador fotoelétrico que faz a leitura direta. A estimativa foi realizada em cada parcela quando a planta atingiu 12 folhas e na colheita.

Com base nestes dados, também foram determinadas as seguintes razões fisiológicas sugeridas por Benicasa (2003):

- Razão de área foliar (RAF), dada pela equação 5:

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (5)$$

em que:

$$\begin{aligned} AF &= \text{área foliar, cm}^2; \\ MST &= \text{massa seca total, g.} \end{aligned}$$

- Razão de biomassa da folha (RBF), da pela equação 7:

$$RBF = \frac{MSF}{MST} \quad (6)$$

em que, MSF é a massa seca das folhas, g.

- Área Foliar Especifica (AFE), dada pela equação 6:

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (7)$$

- Razão de biomassa do colmo (RBC), dada pela equação 8:

$$RBC = \frac{MSC}{MST} \quad (8)$$

em que, MSC é a massa seca do colmo, g.

- Razão de biomassa da espiga (RBE), dada pela equação 9:

$$RBE = \frac{MSE}{MST} \quad (9)$$

em que, MSE e a massa seca da espiga, g.

Considerou-se os estádios de desenvolvimento do milho, propostos por Fancelli (1991) (Quadro 6).

Quadro 6. Estádios de desenvolvimento do milho de acordo com a classificação fisiológica de Fancelli (1991)

Período	Estádio	Classificação fisiológica
Vegetativo	1	Planta com 4 folhas desdobradas
	2	Planta com 8 folhas
	3	Plantas com 12 folhas
	4	Emissão do pendão
Reprodutivo	5	Florescimento e polinização
	6	Grãos leitosos
	7	Grão pastoso
	8	Aparecimento de concavidade no grão
	9	Grãos duros
	10	Grãos duros fisiologicamente

3.5. Viabilidade econômica

Para o cálculo de viabilidade econômica, foram utilizados os índices financeiros para o custo de produção do milho safrinha de 2005, divulgado pelo Banco do Brasil

(2005), e as tarifas de energia homologadas na ANEEL N° 74, fornecidas pela ENERSUL-S/A (2005).

Para a capacidade de pagamento do conjunto irrigação, foi utilizado um valor fixo de R\$ 4.500,00 por hectare, baseado no custo médio de uma irrigação na região de Dourados, conforme consulta ao comércio local de produtos de irrigação. Foi calculada uma vida útil para o equipamento de 15 anos, com ajuste na depreciação de 13,0% ao ano. Para o cálculo da depreciação anual do equipamento (DE) em R\$.ano, foi utilizado a equação 10:

$$DE = \frac{VCI \cdot DA}{VU \cdot 100} \quad (10)$$

em que:

VCI = valor do conjunto de irrigação, R\$;
DA = depreciação anual, %; e
VU = vida útil do equipamento, anos.

O custo por safra (CS) em R\$, foi calculado através da depreciação anual dividido pelo número de dias total do ciclo da cultura, conforme a equação 11:

$$CS = \frac{DE \cdot ND}{365} \quad (11)$$

em que:

DE = depreciação do equipamento, R\$; e
ND = número de dias da cultura, dias.

O custo da energia calculada foi de um consumo de um conjunto de bombeamento com potência de 2 cv por hectare, aplicando 8,0 mm por dia em 21 horas.

A equação 12 foi utilizada para cálculo do custo do KW.h⁻¹ da tarifa normal (TN) de energia:

$$TN = Pm \cdot 0,736 \cdot P \quad (12)$$

em que:

Pm = potência do motor, cv; e
P = preço do KW, R\$.

Para o cálculo da tarifa de irrigante foi utilizada a equação 13:

$$TI = \frac{TN.D}{100} \quad (13)$$

em que:

TI = tarifa do irrigante, h;
TN = tarifa normal, R\$: e
D = desconto, %.

Para o cálculo do custo da lâmina aplicada (CLA) em R\$.mm, foi utilizada a equação (14):

$$CLA = \frac{(HI.TI) + (HN.TN)}{LDA} \quad (14)$$

em que:

HI = horas de aplicação no horário de irrigação com desconto, h;
HN = horas de aplicação no horário normal, h;
LDA = lâmina diária aplicada, mm.

Para obtenção da produtividade máxima foi realizada uma simulação em função da equação de regressão de produtividade do milho safrinha encontrada no experimento, bem como o ajuste da melhor custo/benefício de produção.

Na determinação do custo de produção, considerando-se que os custos com preparo do solo/plantio, tratos culturais e colheita, não variam para produtividades a partir de 3000 kg.ha⁻¹, onde foram consideradas iguais para todos os tratamentos.

Os componentes do custo fixo que foram utilizadas no cálculo de viabilidade econômica foram a semente, defensivos e os serviços no plantio, tratos culturais e colheita, incluso nestes serviços a mão de obra e o custo da hora/máquina para a execuções do serviço. Nos custos variáveis foram utilizados o custo por safra do equipamento (incluso neste custo a depreciação do equipamento) e o consumo de energia.

O valor estimado para o kg do milho pago foi de R\$ 0,2408, sendo que o custo por saca de 60 kg foi de R\$ 14,45.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Clima

Durante o experimento, a temperatura média do ar observada foi de 24,9°C, com média das máximas de 33,8°C das mínimas de 16,5°C (Figura 4). Apesar de ter havido

um decréscimo da temperatura no início de julho, não houve geadas, que constitui um fenômeno climático comum na época de inverno na região (Lazarotto, 2002).

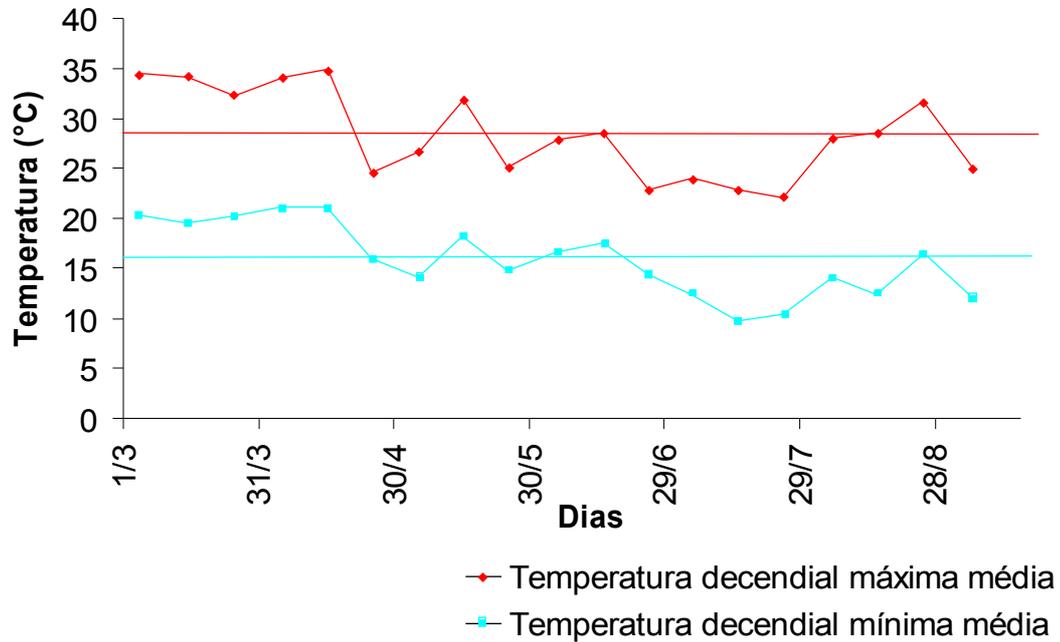


Figura 4. Temperatura do ar no período do experimento do milho safrinha no ano de 2005.

A umidade relativa média de 58,6%, com média das máximas de 87,8% das mínimas de 36,7% (Figura 5). A umidade relativa no período que foi conduzido o experimento esteve dentro das médias registradas nos últimos 20 anos para a região de Dourados (Lazarotto, 2002).

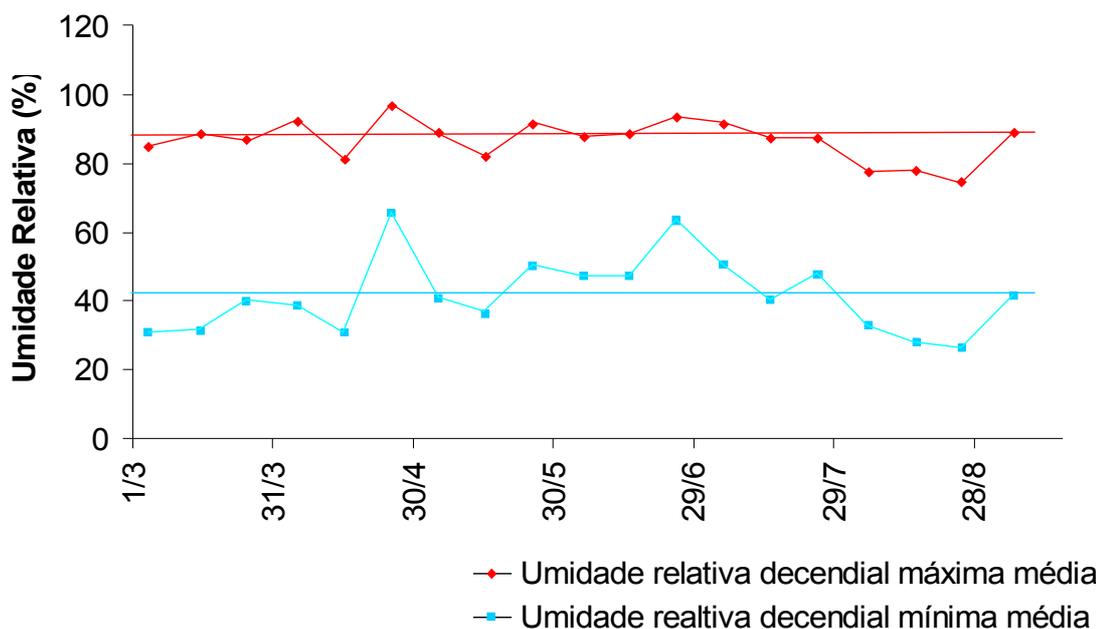


Figura 5. Umidade relativa no período do experimento de milho safrinha no ano de 2005.

A pluviosidade durante o experimento foi normal para a região, visto que choveu 292 mm, quando o padrão é de 285,6 mm (média de 20 anos), segundo Embrapa, 2002.

Para o tratamento com aplicação de 510 mm não houve déficit hídrico durante o experimento, enquanto que para todos os outros tratamentos houve déficit hídrico para a cultura (Quadro 7).

Observou-se que a evapotranspiração no milho no tratamento não irrigado foi maior que o suprimento hídrico durante todos os estádios da cultura. Já o tratamento com 510 mm não apresentou déficit hídrico por demandas evapotranspiratórias em nenhuma das fases.

No tratamento com lâmina total de 360 mm houve déficit de água tanto na fase vegetativa, no estágio de 4 para 8 folhas, quanto na fase reprodutiva, na emissão do pendão.

Quadro 7. Saldo dos déficits hídricos (mm) causado pela evapotranspiração durante os diversos estádios dos tratamentos

Estádio	Tratamentos			
	L160 (mm)	L360 (mm)	L410 (mm)	L510 (mm)
1	-38	1	11	21
2	-40	-15	6	8
3	-53	44	45	46
4	-12	-10	-0,2	12
5	-9	41	47	52
6	-12	35	16	22
6	-20	22	53	57
7	-32	49	50	56
8	-43	40	44	48
9	-29	32	35	39

Quanto ao tratamento com lâmina de 410 mm aplicada na cultura, o déficit hídrico durante os estádios da cultura foi praticamente igual ao tratamento com 510 mm, porém o tratamento com 510 mm atendeu todas as demandas evapotranspirativas, enquanto no tratamento com 410 mm houve apenas um pequeno déficit hídrico no estágio 4, correspondente a emissão do pendão, sendo considerado um período crítico da cultura.

4.2. Solo

4.2.1. Tensão hídrica no solo

No tratamento não irrigado houve grande variação de tensões no solo durante o ciclo da cultura, atingindo tensões de -0,03 MPa a 15 cm de profundidade antes da emergência (Figura 6). Somente ocorreu emergência quando a tensão do solo atingiu -0,01 MPa para 15 cm de profundidade, após um período de chuvas. Observou-se também que após a emergência do milho o ciclo de chuvas não foi suficiente para elevar a tensão do solo acima de -0,03 MPa para a profundidade de 15 cm e -0,04 MPa para a profundidade de 30 cm, chegando no final do ciclo com -0,13 MPa a 15 cm de profundidade e de -0,12 MPa a 30 cm e -0,09 MPa a 45 cm (Figuras 6, 7 e 8).

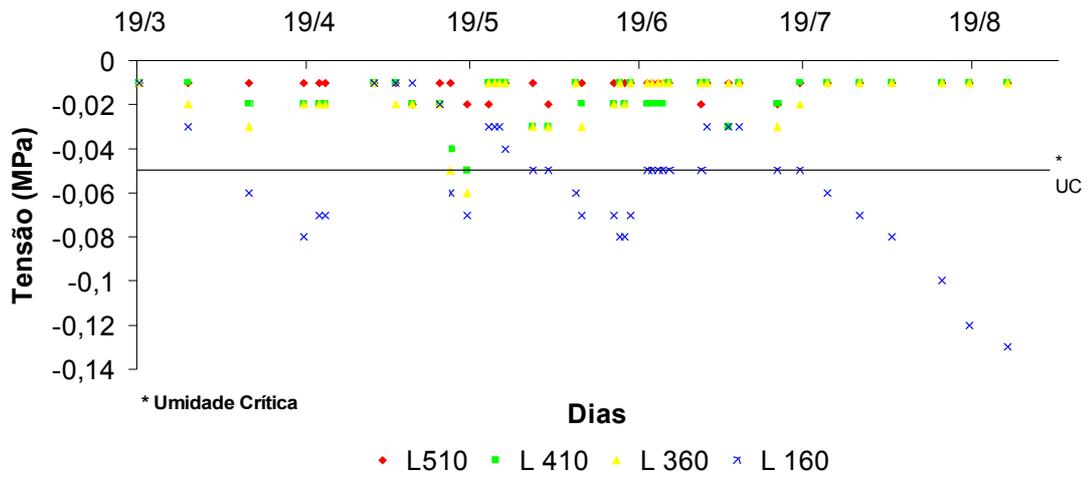


Figura 6. Tensão de água no solo na profundidade de 15 cm ao longo do experimento de milho safrinha.

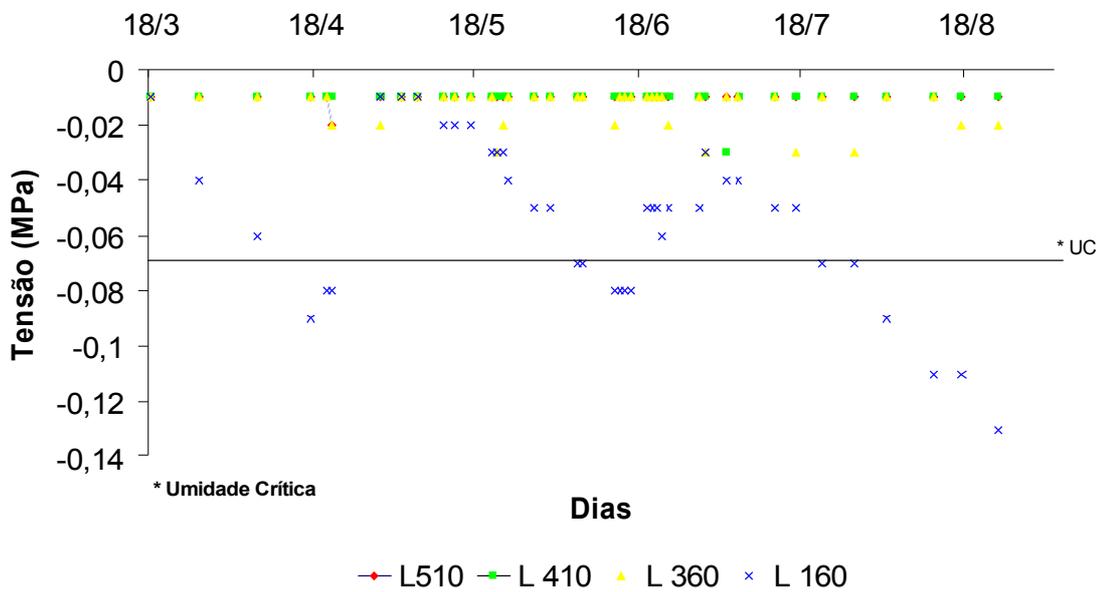


Figura 7. Tensão de água no solo na profundidade de 30 cm ao longo do experimento de milho safrinha.

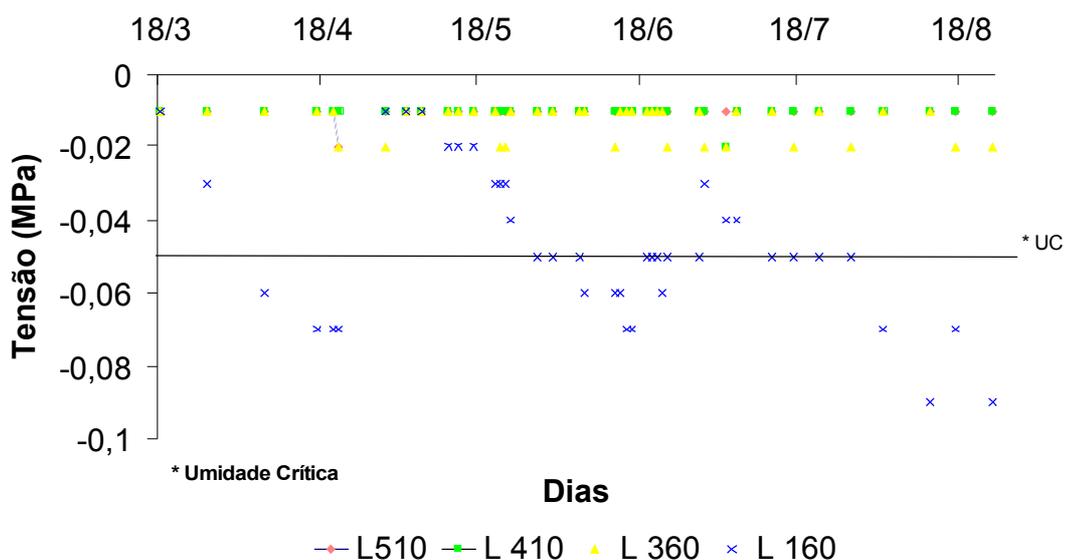


Figura 8. Tensão de água no solo na profundidade de 45 cm ao longo do experimento de milho safrinha.

Não houve praticamente variação no tratamento L510 com relação a tensões do solo na profundidade de 15, 30 e 45 cm (Figura 6, 7 e 8). Para o tratamento L410 somente atingiu a umidade crítica a 15 cm (Figura 6) no estágio 4, coincidindo com a emissão do pendão e com a demanda evapotranspiratória, conforme Quadro 7.

As tensões no tratamento não irrigado ultrapassaram a umidade crítica em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, influenciando negativamente a sua produtividade, pois com tensões maiores a planta tem dificuldades em absorver a água no solo, gastando mais energia para aprofundar o sistema radicular, diminuindo assim, a energia que seria utilizada nos processos fisiológicos da parte aérea, além a diminuição da quantidade de nutrientes absorvidos pela própria planta, já que a maior parte deles são absorvidos por fluxo de massa. Para Bergonci et al. (2000), a queda de nitrogênio na folha, em milho, esteve associada ao déficit de água no solo.

4.3. Planta

4.3.1. Crescimento e desenvolvimento

Com relação ao tratamento sem irrigação com lâmina total de 160 mm Figura 9, foi observada uma grande redução no estande, pois só houve emergência das plântulas 40 dias após a semeadura, devido a pouca pluviosidade nesse período. Com isso, a colheita realizada 40 dias após a colheita dos tratamentos irrigados. Este fato também foi encontrado por Cardoso et al. (2004), constatando que a deficiência hídrica moderada reduziu a taxa de germinação das sementes, mas não influenciou no seu vigor. Portanto, é possível afirmar que o sucesso no cultivo do milho "safrinha" depende, fundamentalmente, da ocorrência de condições climáticas adequadas por ocasião da semeadura. Se os elementos climáticos apresentarem grande variabilidade espacial e temporal devido à ocorrência de períodos prolongados de escassez de chuvas neste período, a produtividade da cultura será afetada negativamente. Outros dois grandes problemas da falta de chuvas no período inicial é o aumento do risco da cultura sofrer geadas no período de florescimento, onde os riscos da perda da safra são grandes, e o atraso da implantação da cultura de verão.

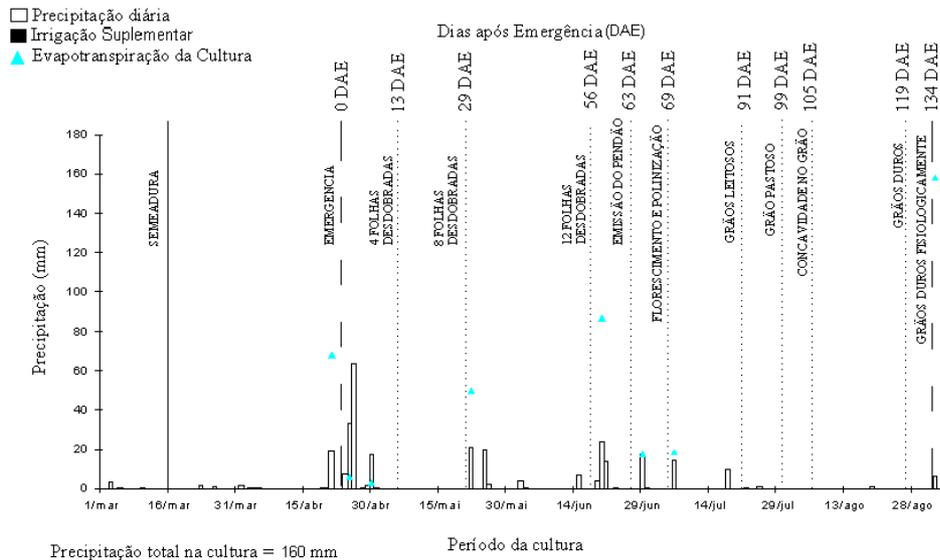


Figura 9. Distribuição da precipitação no tratamento sem irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 160 mm.

Não houve geadas durante o experimento, apesar de se constituir um importante fator de risco do milho safrinha na região sul de Mato Grosso do Sul, conforme foi exposto por Lazarotto, 2002.

Na fase reprodutiva, considerada período crítico por diversos autores (Embrapa, 1993), o tratamento não irrigado teve um menor período entre o estágio de 12 folhas até o florescimento (13 dias), enquanto nos tratamentos irrigados este mesmo período foi de 27 dias, conforme constatados nas Figuras 9, 10, 11 e 12. Este comportamento deve-se ao fato de que quando a planta está em condições em estresse, e ainda possa desenvolver seus os órgãos reprodutivos, o faz rapidamente afim de manter a perpetuação da espécie, sendo esta uma característica fisiológica natural da planta. Os tratamentos irrigados, apesar de terem sido aplicados lâminas diferentes, tiveram o mesmo comportamento quanto ao seu desenvolvimento, ou seja, o período de dias foram os mesmos entre todos os estádios (Figuras 10, 11 e 12).

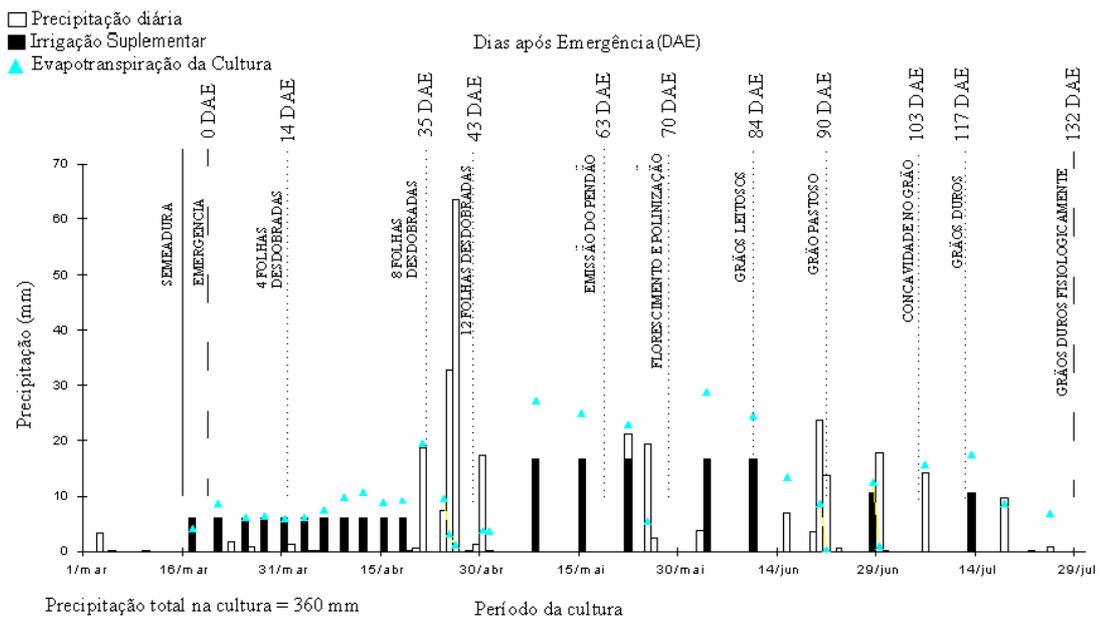


Figura 10. Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 360 mm.

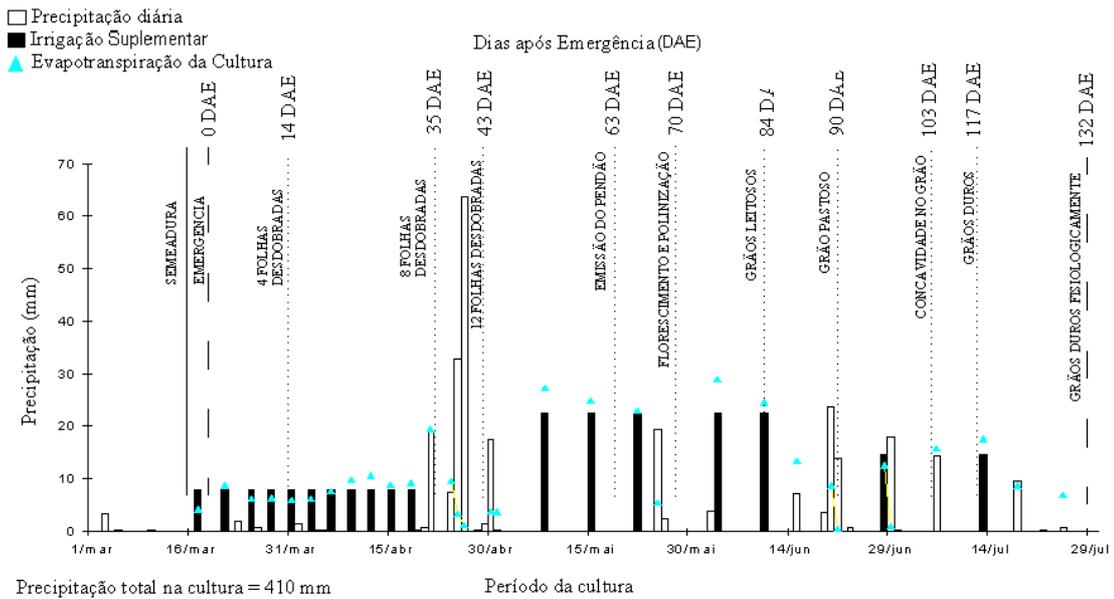


Figura 11. Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 410 mm.

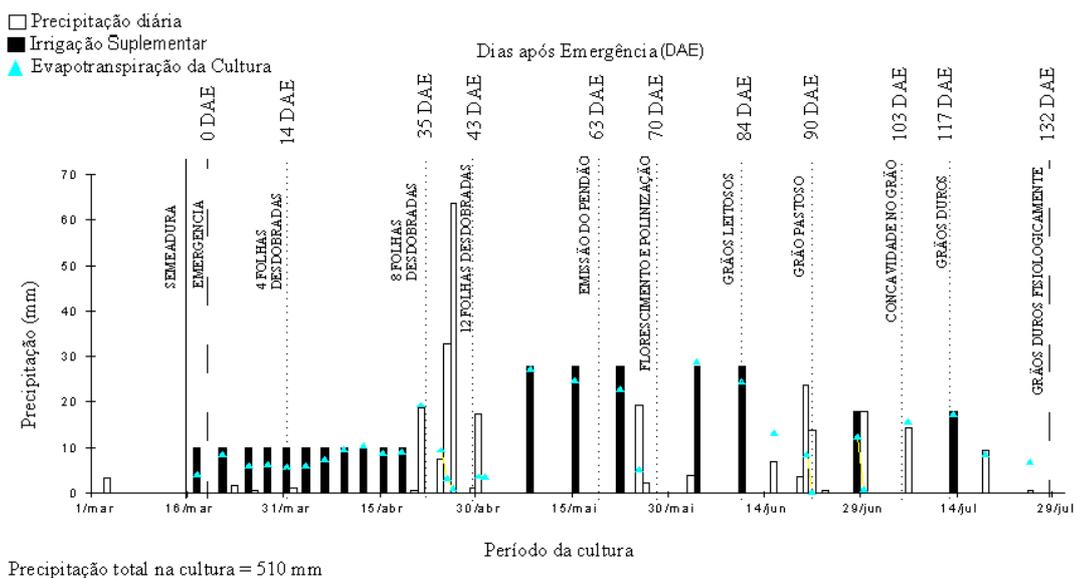


Figura 12. Distribuição da precipitação no tratamento com irrigação suplementar, com precipitação total na cultura de 510 mm.

A quantidade de água necessária para emergência na fase inicial não foi elevada, pois com 6,0 mm no tratamento com irrigação complementar e menor lâmina (L360), o que pode ser relevante em pequenas propriedades, principalmente naquelas com restrições quanto a mananciais ou equipamento disponível.

Mesmo com períodos de estiagem no ciclo inicial da cultura do milho, houve produção de espigas com grãos no tratamento não irrigado, por ter tido suprimento parcial de água através das chuvas no período inicial e reprodutivo. Portanto, mesmo em anos de estiagem, a cultura poderá ter produção, contanto que haja suprimento hídrico mínimo nos períodos críticos.

Os resultados encontrados no tratamento não-irrigado corroboram com Matzenauer et al. (1983), Bergonci et al. (2001) e Bergamashi et al. (2004), pois que se houver irrigação ou chuvas no período inicial poderá acarretar em produtividade no milho safrinha, mesmo que a cultura sofra algumas restrições no restante do ciclo. Portanto, a irrigação na cultura do milho safrinha, antes de representar a aplicação de grande quantidade de água, significa atender à necessidade hídrica mínimas para o desenvolvimento da cultura.

4.3.2. Folhas

Para as características avaliadas no período vegetativo (ao atingir 12 folhas), e maturidade fisiológica, a análise de variância mostrou-se não significativa pelo teste F a 5% de significância para a massa seca das folhas, para a razão de área foliar, constatou-se que houve diferença entre os tratamentos no estágio de 12 folhas e não houve diferenças significativas na maturidade fisiológica, e para as outras características avaliadas na folha, a análise de variância foi significativa pelo teste F, conforme podem ser observados nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8. Análise de variância da área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), razão de biomassa nas folhas (RBF), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) no milho safrinha no estágio de 12 folhas

F. Variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		AF	RBF	MSF	RAF	AFE
Tratamento	3	6055206**	0,0013**	47,47**	0,0011**	887,42**
Resíduo	16	247124	0,000012	1,99	0,000014	162,55
CV %		9,18	7,48	5,35	5,52	6,16

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 9. Análise de variância da área foliar (AF), massa seca das folhas (MSF), razão de biomassa nas folhas (RBF), razão de área foliar (RAF) e área foliar específica (AFE) no milho safrinha na maturidade fisiológica

F. Variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		AF	MSF	RBF	RAF	AFE
Tratamento	3	2591849**	6,53 ^{NS}	0,0011 ^{NS}	0,00089**	1800*
Residuo	16	41252	38,72	0,014	0,00009	395
CV %		4,16	5,35	6,82	16,13	15,11

^{NS} Não Significativo pelo teste F a 5 %.

*, ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na Figura 13, observou-se um aumento da área foliar a medida que ocorreu o incremento da precipitação durante a fase vegetativa da planta. A área foliar é importante, pois as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar para produção de fotoassimilados, por meio da fotossíntese.

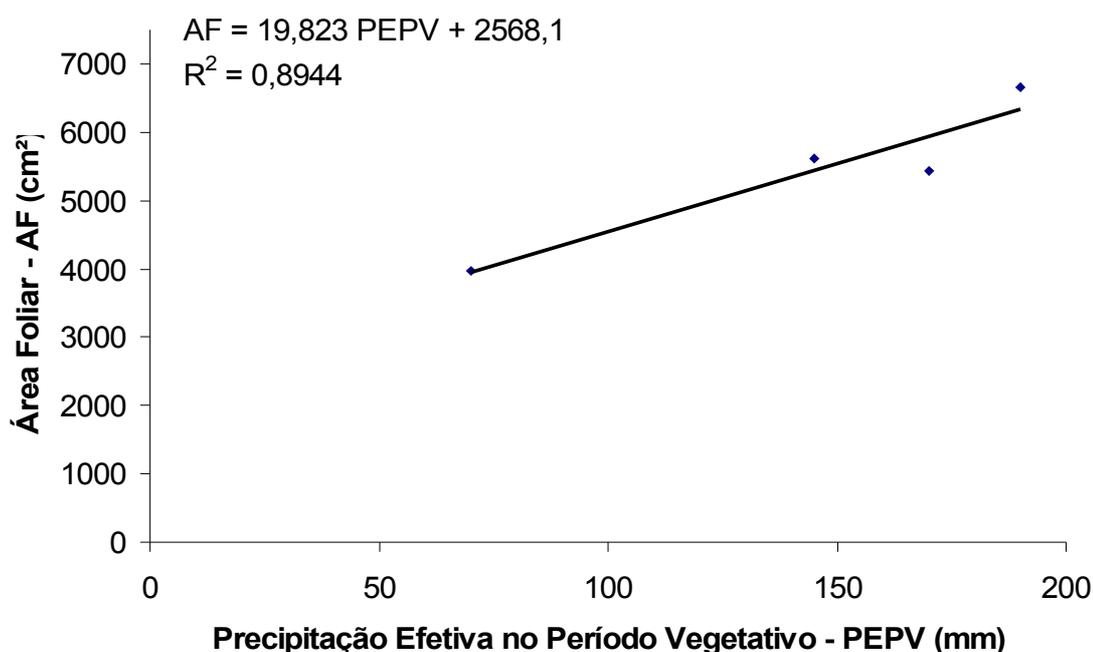


Figura 13. Área foliar do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio de 12 folhas.

As relações entre o estresse hídrico e o desenvolvimento dos vegetais são muito complexas, devido ao elevado número de processos fisiológicos envolvidos que são afetados de modos e intensidades diferentes com relação à disponibilidade de água no solo. Entretanto, a menor disponibilidade de água atua direta e fisicamente, reduzindo o crescimento das plantas pela diminuição da turgescência celular e exercendo um efeito

negativo principalmente na fase inicial da expansão celular. Com isso, há uma intensa redução da taxa de crescimento da área foliar, que se constitui em um dos primeiros sintomas da deficiência hídrica na planta.

Quanto à área foliar na maturidade fisiológica, os tratamentos com maiores precipitações apresentaram os melhores resultados, conforme mostra a Figura 14, seguindo a mesma tendência da fase vegetativa. Porém as áreas foliares do tratamento L510 e L410 não apresentaram grandes diferenças.

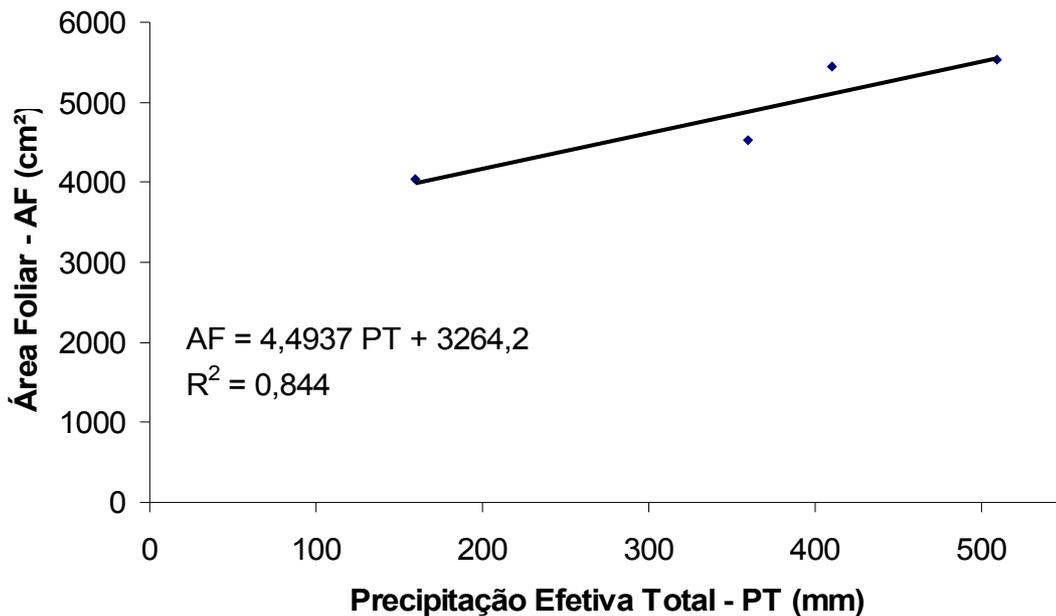


Figura 14. Área foliar do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

Os resultados corroboram com Galbiatti et al. (2004) que observaram que as plantas submetidas à irrigação durante todo o ciclo, geralmente foram as que apresentaram maiores médias de área foliar e de acúmulos de massa seca, do que as que não receberam irrigação. Essa diferença de área foliar no final do ciclo pode ser explicada pela diminuição da alongação foliar, em que a menor área foliar proporciona menor distribuição de fotossintetizados para os tecidos vegetativos da própria folha, conseqüentemente ocorre menor taxa de fotossíntese líquida, segundo Embrapa, (1993).

Na Figura 15 está representada a massa seca das folhas no estágio de 12 folhas, no qual foi observado respostas lineares com o aumento da lâmina de água disponível para a cultura.

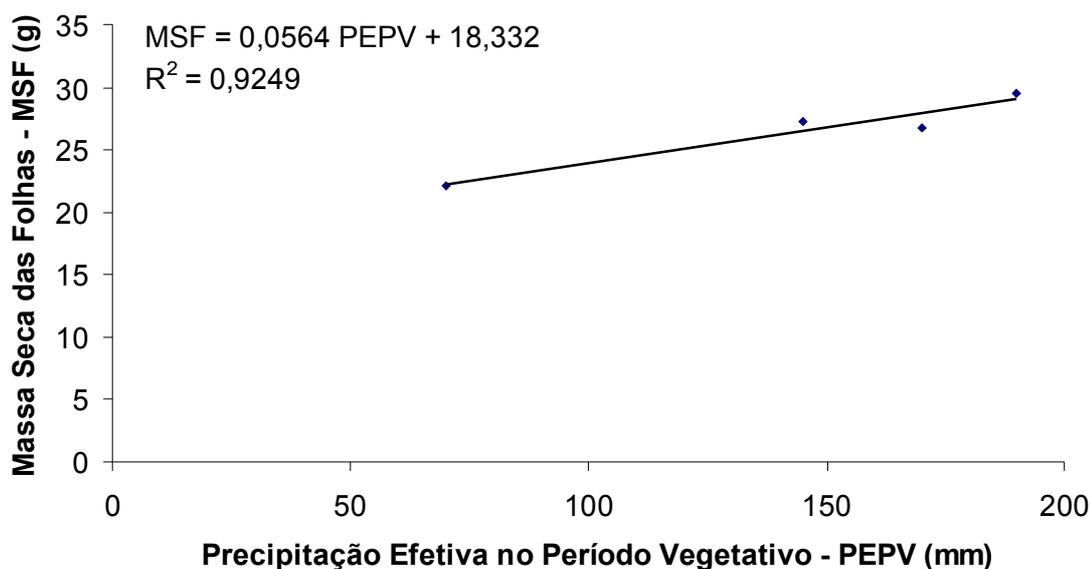


Figura 15. Massa seca das folhas do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio de 12 folhas.

Na planta a água é o principal componente de todas as células, preenchendo os espaços intercelulares e capilares das paredes celulares. A evolução e o funcionamento foliar sempre estiveram, portanto, pressionados por duas demandas essenciais e contraditórias: a maximização da capacidade de absorver luz e CO_2 a partir da atmosfera, e a capacidade de conservar água nos tecidos numa atmosfera extremamente dessecante. Uma perda de água por transpiração maior do que a capacidade de absorção pelas raízes gera um processo de desidratação, que normalmente é controlada pelo imediato fechamento dos estômatos. Assim, apesar da planta de milho ser uma planta C_4 , com maior eficiência no aproveitamento do CO_2 concentrado na bainha perivascular, o fechamento dos estômatos provocaram diferenças significativas na massa seca das folhas. Resultado semelhante a este experimento também foi encontrado por Galbiatti et al. (2004) em seu estudo com diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de sementes na cultura do milho no processo de fotossíntese, onde a falta d'água também influenciou na deposição de massa seca nas folhas, limitando a disponibilidade de CO_2 e os processos de alongação celular.

Apesar da massa seca das folhas na maturidade fisiológica ter sido significativa a 5% pelo teste F (Quadro 9), não foi possível fazer um ajuste de regressão, pois não foi

possível enquadrar os resultados a nenhum tipo de equação, pois não seguiram nenhuma linha de tendência.

A razão de área foliar (área foliar em centímetro quadrado que está sendo usada pela planta para produzir 1 g de biomassa seca) quando feita a análise regressão, não foi possível estabelecer um ajuste para o período de 12 folhas, pois o R^2 foi abaixo de 0,30.

A área foliar específica (Figura 16) relaciona a superfície e o peso da folha, representando a espessura desta. Observou-se que a área foliar específica aumentou com o aumento da precipitação no período vegetativo produzindo folhas mais finas, não sendo possível estabelecer um ajuste de regressão para maturidade fisiológica, pois o R^2 foi abaixo de 0,30.

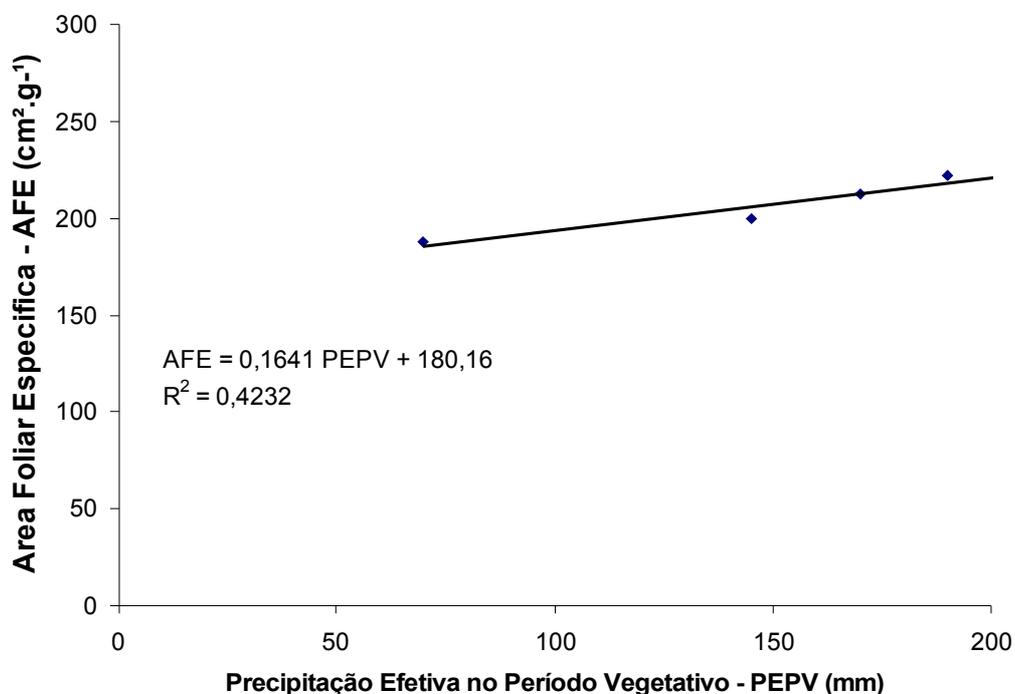


Figura 16. Área foliar específica do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio de 12 folhas

Por ter apresentado baixo índice de germinação no início do ciclo da cultura, o tratamento não irrigado teve um menor estande de plantas. Dessa forma houve também uma menor competição de luz sobre as plantas no seu desenvolvimento vegetativo. Este fato explica a AFE baixa, já que, anatomicamente, as folhas crescidas sob iluminação intensa são mais grossas, e geralmente tem uma área superficial menor, constituídas de

células paliçádicas mais longas e camadas adicionais de células de parênquima paliçádico.

4.3.3. Colmo

Para as características avaliadas no colmo no período vegetativo (ao atingir 12 folhas) e na maturidade fisiológica, a análise de variância mostrou-se não significativa pelo teste F a 5% de significância para a razão de biomassa do colmo, sendo significativo para as outras características, conforme podem ser observados no Quadro 10.

Quadro 10. Análise de variância da massa seca do colmo (MSC) e razão de biomassa no colmo (RBC), no milho safrinha no estágio de 12 folhas e na maturidade fisiológica

		QUADRADO MÉDIO			
		12 folhas		Maturidade fisiológica	
F. Variação	G.L.	MSC	RBC	MSC	RBC
Tratamento	3	639,71**	0,001 ^{NS}	1931,2**	0,0089**
Resíduo	16	35,44	0,001	57,7	0,0001
CV %		6,89	7,68	6,89	8,99

^{NS} Não Significativo pelo teste F a 5 %.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

No estágio de 12 folhas, a massa seca do colmo foi crescente, conforme apresentado na Figura 17.

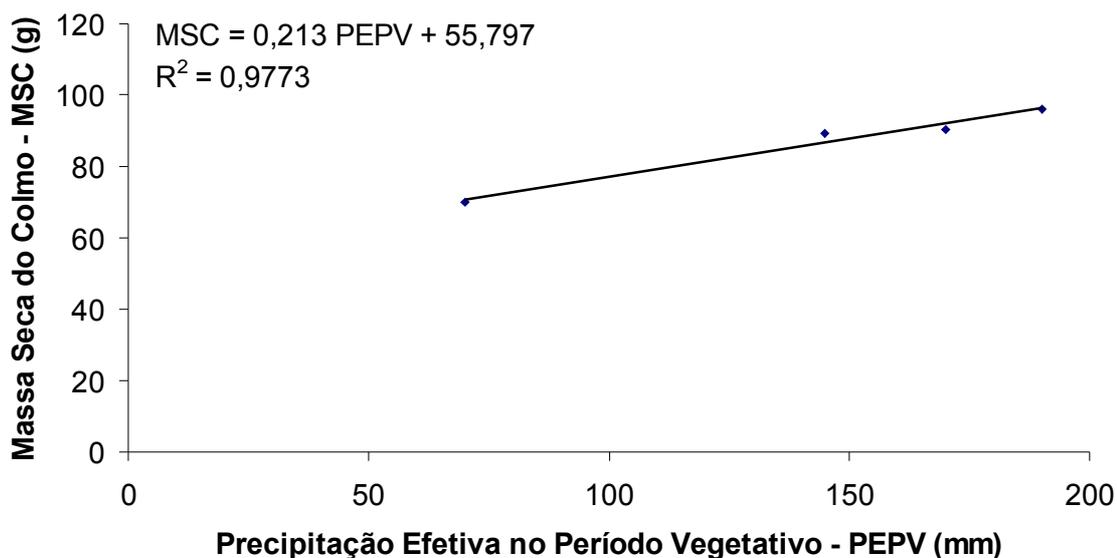


Figura 17. Massa seca do colmo do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, estágio de 12 folhas.

O acúmulo de massa seca durante o período vegetativo no colmo é importante, pois a planta ao atingir o início da fase reprodutiva, o desenvolvimento das estruturas reprodutivas consomem uma boa parte dos carboidratos produzidos pela fotossíntese corrente e necessariamente precisa de carboidratos de um “pool” de reservas, já que nesse momento a planta praticamente cessou a emissão de novas folhas. Portanto, quanto maior o teor de massa seca no colmo maior será o “pool” de reservas que estará prontamente disponível para serem transportados para os órgãos reprodutivos.

O estágio com 8 folhas que inicia-se a senescência das primeiras folhas e o número de fileiras de grãos é definido (Magalhães et al., 1998). O estresse hídrico no tratamento não irrigado nesta fase afetou o comprimento de internódios, provavelmente pela inibição da alongação das células em desenvolvimento, concorrendo, desse modo, para a diminuição da capacidade de armazenagem de açúcares no colmo. Portanto, o déficit de água nesta fase também resultou em colmos mais finos, plantas de menor porte e menor área foliar nas menores lâminas de irrigação.

A razão de biomassa do colmo foi maior nas menores lâminas (Figura 18), verificando-se que os assimilados acumulados no colmo que já se encontram em menores quantidades quando comparados com os tratamentos que tiveram lâminas maiores, também não tiveram grande translocação para a fase de desenvolvimento da espiga, pois não houve maior capacidade de transporte de um órgão para o outro.

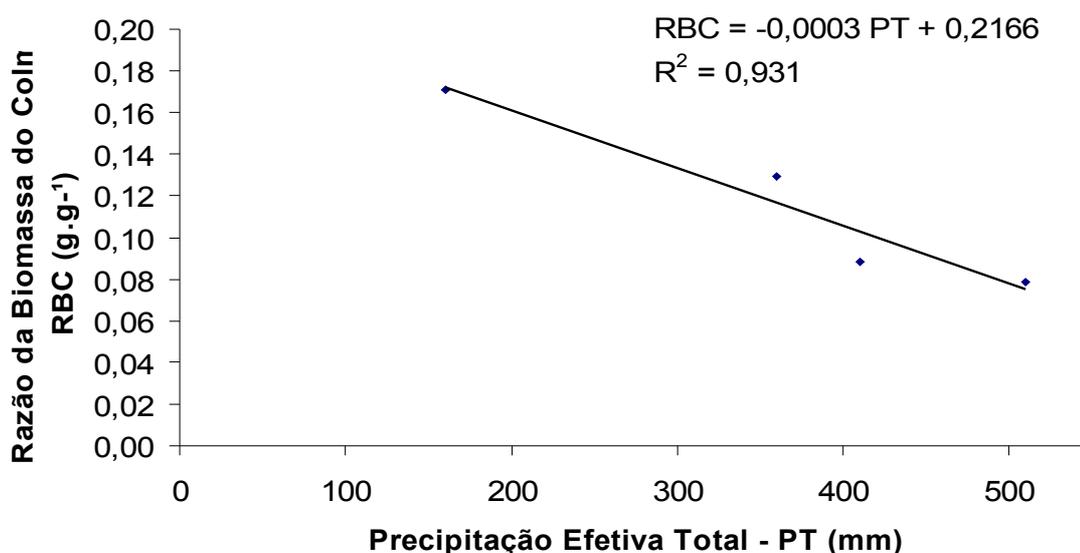


Figura 18. Razão de biomassa do colmo do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

4.3.4. Altura de planta e inserção de espiga

Para as características avaliadas quanto à altura de planta e inserção de espiga, a análise de variância foi significativa pelo teste F a 5% para todos os tratamentos, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11. Análise de variância de altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AE), no milho safrinha na maturidade fisiológica

F. Variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO	
		AP	AE
Tratamento	3	0,0225**	0,0132**
Resíduo	16	0,000884	0,000327
CV %		1,53	1,95

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A análise de regressão para os tratamentos utilizando as irrigações suplementares indicou efeito significativo para a altura de inserção de espiga e altura de planta. O modelo que melhor se ajustou aos dados de altura de inserção de espiga e da planta em função da precipitação considerando o final do ciclo da cultura foi linear (Figuras 19 e 20). As maiores alturas de inserção das espigas e da planta poderão predispor a planta ao acamamento ou quebramento, fatores que não ocorreram durante o

período de realização do experimento, provavelmente pelo fato de o híbrido utilizado não ser suscetível a essas características indesejáveis. Entretanto é necessário se ter cautela com outras variedades, já que o sistema radicular se aprofunda menos em lâminas maiores.

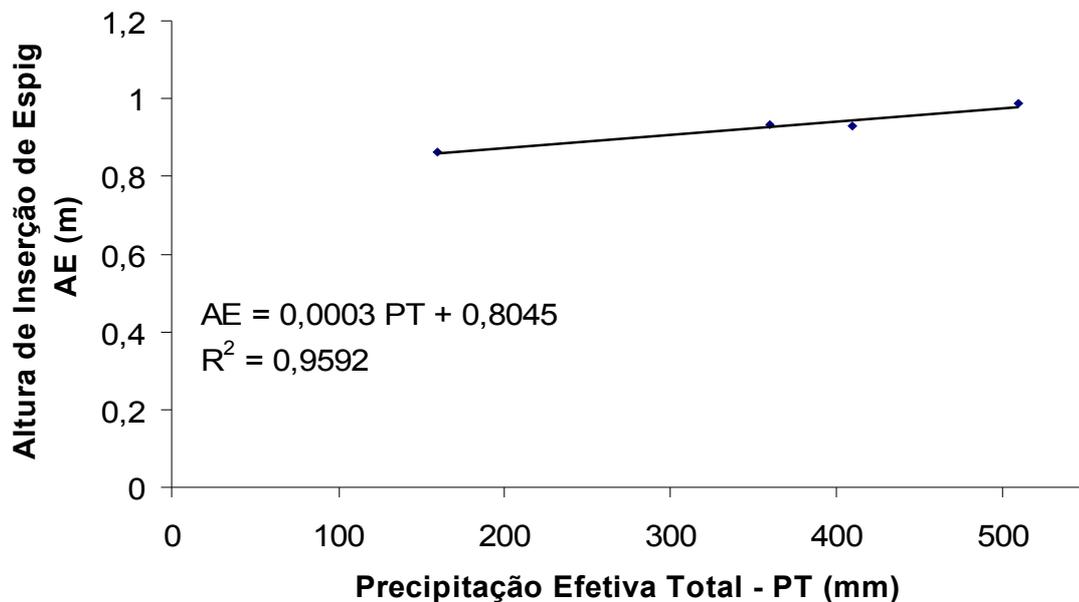


Figura 19. Altura de inserção de espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

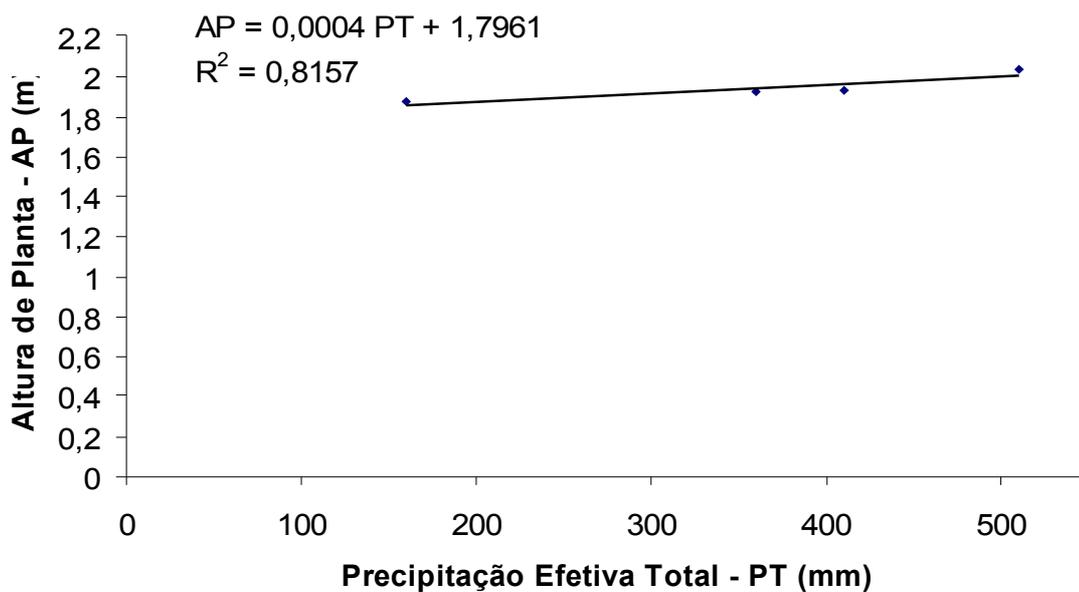


Figura 20. Altura de planta do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

4.3.5 Massa seca da parte aérea

Quanto às características avaliadas para massa seca total da parte aérea, a análise de variância foi significativa pelo teste F a 5% para todos os tratamentos, conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12. Análise de variância da massa seca total da parte aérea (MST) no milho safrinha no estágio de 12 folhas e na maturidade fisiológica

F. Variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO	
		12 folhas	Maturidade fisiológica
		MST	MST
Tratamento	3	1030,5 **	60087**
Resíduo	16	45,23	1405
CV %		5,96	4,74

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quanto à massa seca total da parte aérea observou-se um efeito linear com relação às lâminas de irrigação, tanto na fase vegetativa como na fase reprodutiva (Figuras 21 e 22).

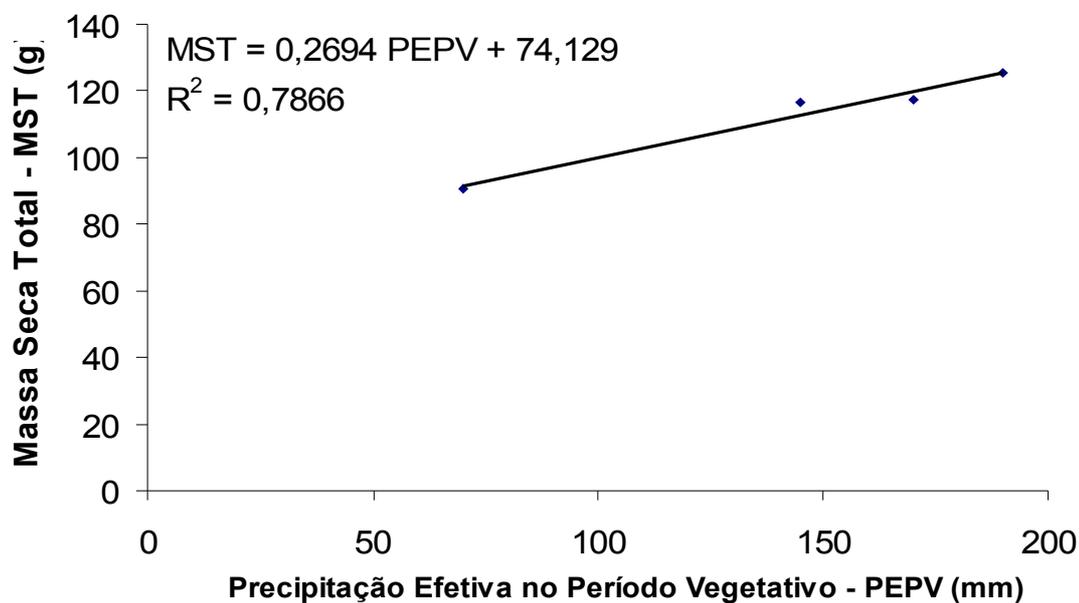


Figura 21. Massa seca total da parte aérea do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, no estágio com 12 folhas.

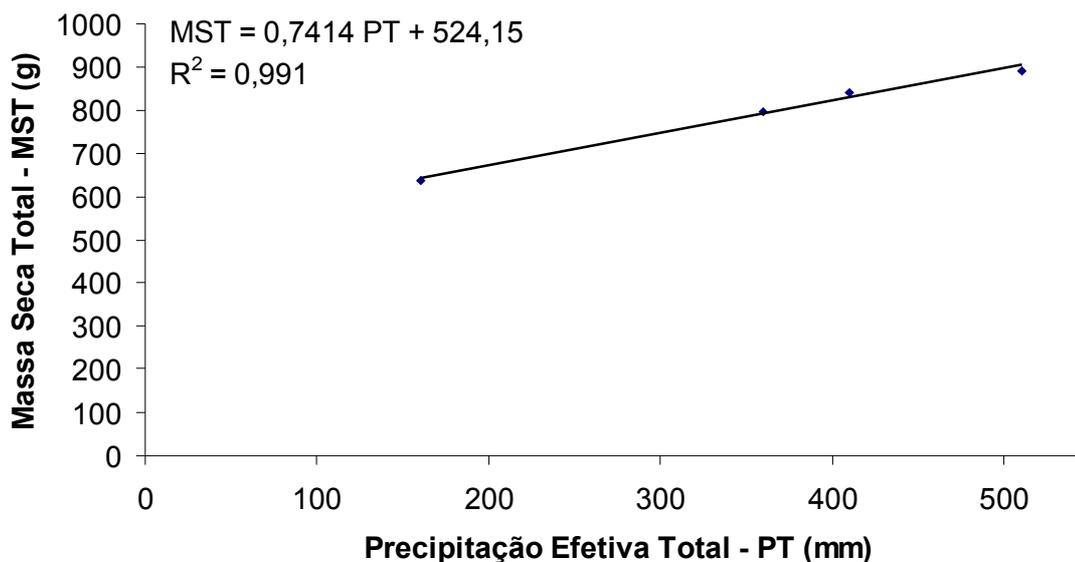


Figura 22. Massa seca total da parte aérea do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

O acúmulo de massa seca vegetal é o resultado do mecanismo fotossintético, o qual sintetiza fotoassimilados na planta. Assim sendo, todo e qualquer fator que interfira na fotossíntese irá afetar o acúmulo de massa seca. Fatores como nutrição mineral, radiação e disponibilidade hídrica, interferem significativamente na fotossíntese. Dentre esses, a disponibilidade de água desempenha papel preponderante, pois, além de propiciar a entrada de CO_2 , ela promove o resfriamento do vegetal, interferindo, desta forma, na taxa de fotossíntese e de respiração, explicando assim os valores com as lâminas maiores.

O tratamento não irrigado apesar de estar com um estande menor, e com menos plantas competindo pela interceptação da radiação solar, não houve uma maior resposta quanto a produção de massa seca. A quantidade de biomassa produzida pelo vegetal pode ser definida por uma relação fisiológica simples, baseada na quantidade de radiação interceptada e em sua eficiência de conversão em massa seca (Bergonci et al., 2001). Muchow (1989) identificou este fato, relatando que o decréscimo da produção de biomassa em milho, sorgo e milho, em resposta ao déficit hídrico, está mais associado à redução da eficiência da radiação do que à redução da interceptação da radiação.

4.3.6. Espiga e Produtividade

Para as características avaliadas quanto à espiga e aos índices produtivos, a análise de variância foi significativa pelo teste F a 5% para todos os tratamentos, conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13. Análise de variância de massa seca da espiga (MSE), razão de biomassa da espiga (RBE), Massa de 100 grãos (PCEM) e produtividade (PROD) no milho safrinha na maturidade fisiológica

F. Variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO			
		MSE	RBE	PCEM	PROD
Tratamento	3	80680**	0,012**	66789**	13678110**
Resíduo	16	1165	0,00013	3246	30954
CV %		5,14	1,40	11,86	3,3

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Para os teores de massa seca da espiga (Figura 23), as plantas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos sendo os menores teores encontrados nos tratamentos onde as plantas que sofreram maior deficiência hídrica até o estágio de desenvolvimento da 12ª folha, comportamento que pode ser também atribuído a diminuição da área foliar no período vegetativo. Resultados semelhantes foram encontrados por Galbiatti et al. (2004).

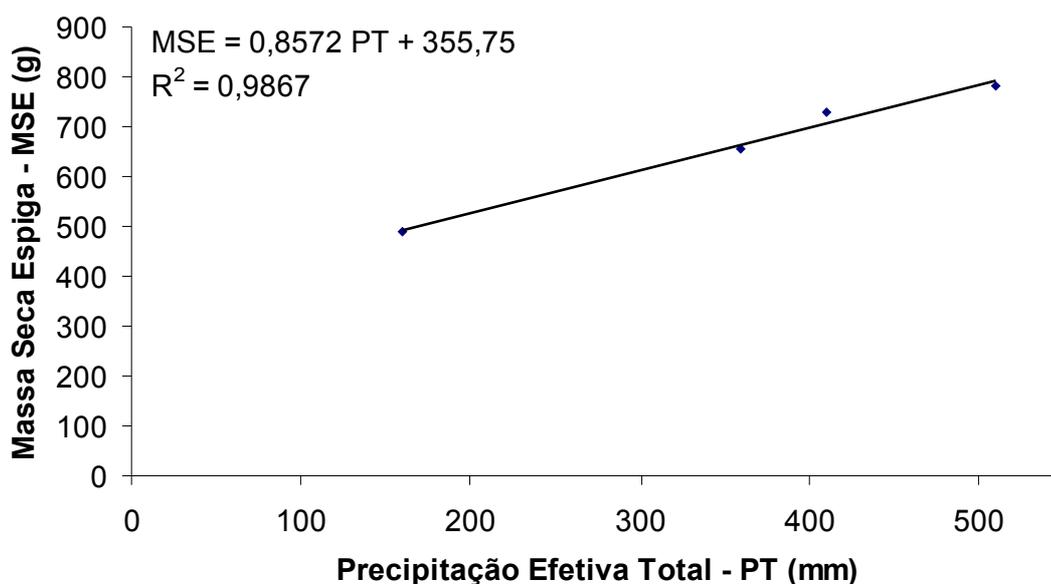


Figura 23. Massa seca da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, maturidade fisiológica.

Um dos fatores para a diminuição da massa seca está relaciona-se aos déficits hídricos das plantas as quais podem apresentar insuficiência de assimilados para manter o crescimento de todos os zigotos formados, além de apresentarem redução no tempo da polinização pela inibição do alongamento do estilete e retardamento na emergência dos estigmas. Outro fator é que o desenvolvimento e o peso dos grãos podem ser afetados pela redução da fotossíntese, pois a menor produção de carboidratos implica em menor quantidade de massa seca nos grãos, por isso os tratamentos com lâminas menores não tiveram bons resultados.

Resultado diferente foi encontrado por Galbiatti et al. (2004), que observou que o estresse hídrico, logo após o estabelecimento do número de grãos, reduziu o período de enchimento de grãos, mas não alterou a taxa de acúmulo de massa seca, tanto no endosperma quanto no embrião.

Na Figura 24 representa-se a razão da biomassa da espiga (RBE) onde observou-se que com maior quantidade água disponível no solo planta, houve melhor distribuição dos asssimilados acumulados no colmo transportados para a espiga, tendo uma RBE maior com as maiores lâminas de água aplicadas ao solo.

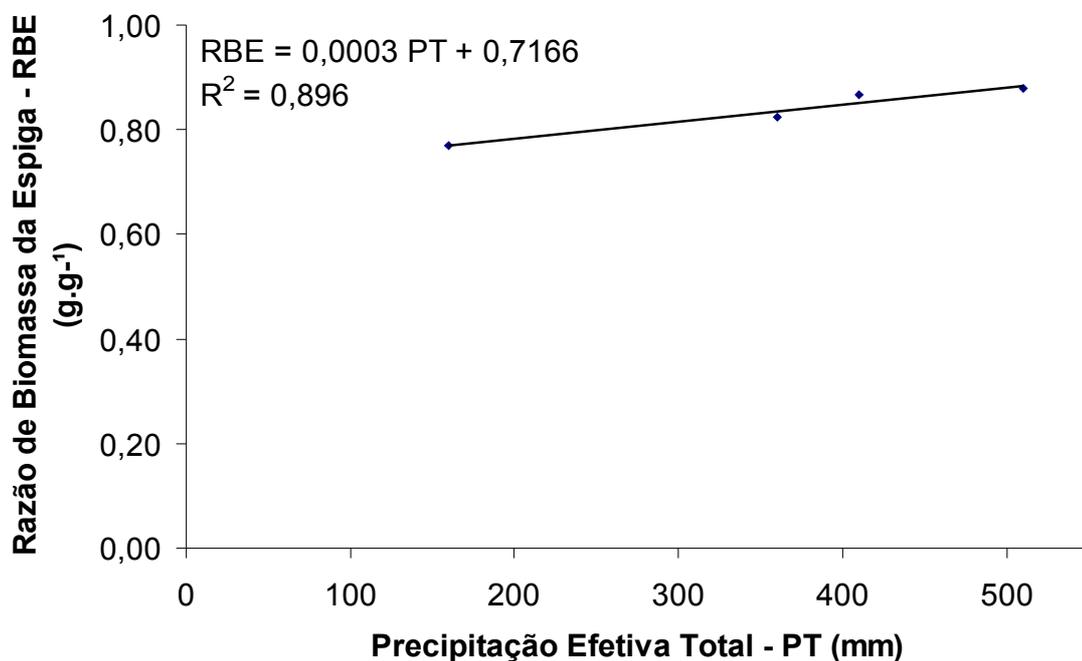


Figura 24. Razão da biomassa da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

Houve uma grande redução da massa de 100 grãos na área não irrigada conforme mostra Figura 25. Este componente foi afetado pela manutenção da condição restritiva de água às plantas na época de granação, que pode ter afetado o enchimento de grãos, que é a alongação celular, muito sensível ao déficit hídrico.

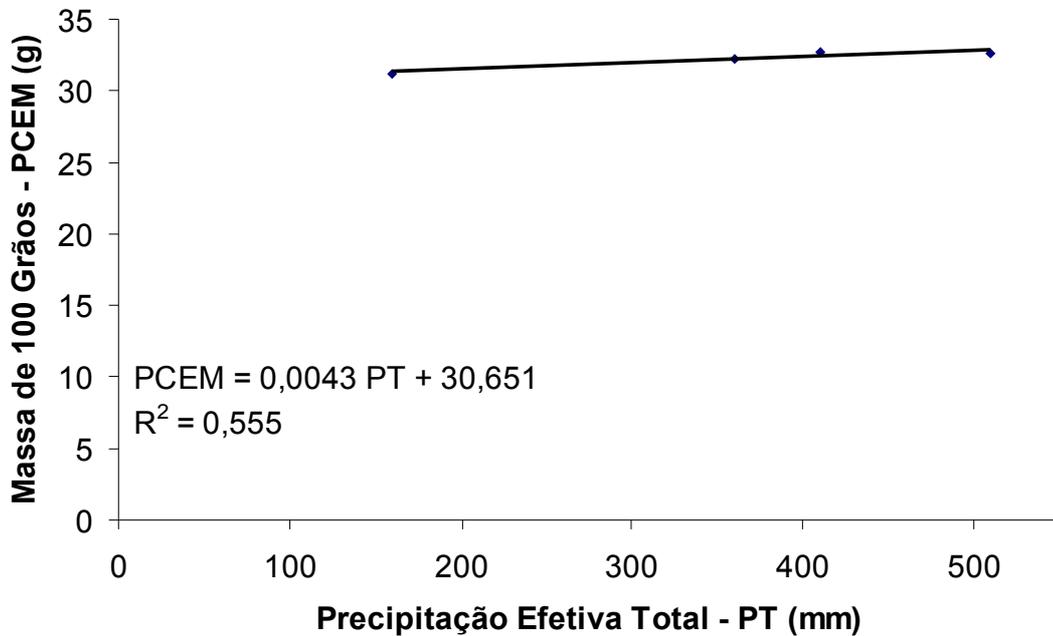


Figura 25. Massa de 100 grãos da espiga do milho safrinha sob diferentes lâminas de água, na maturidade fisiológica.

Estes resultados concordam com os obtidos pela Embrapa (1993), que relata que a deficiência hídrica no período vegetativo e reprodutivo no milho diminui o crescimento dos grãos pela menor disponibilidade de CO_2 , limitando os processos de alongação celular.

Quando o déficit hídrico ocorre durante o período crítico da cultura, a produtividade de grãos é afetada, reduzindo, principalmente, o número de grãos por espiga. Nessas condições, o uso da irrigação torna-se fundamental, pois é no período crítico que ocorrem os maiores efeitos do déficit hídrico e também a maior eficiência do uso da irrigação, tanto na produção de massa seca quanto na produtividade de grãos.

Apesar do híbrido triplo DG 501 ser milho de boa estabilidade de produção, foi diretamente afetado pelas condições hídricas do solo, e a produtividade mostrou-se significativo para os tratamentos, apresentando uma relação quadrática para as lâminas de irrigação utilizadas, com o ponto de máximo para a produtividade de $6975 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ com uma lâmina de 608 mm (Figura 26).

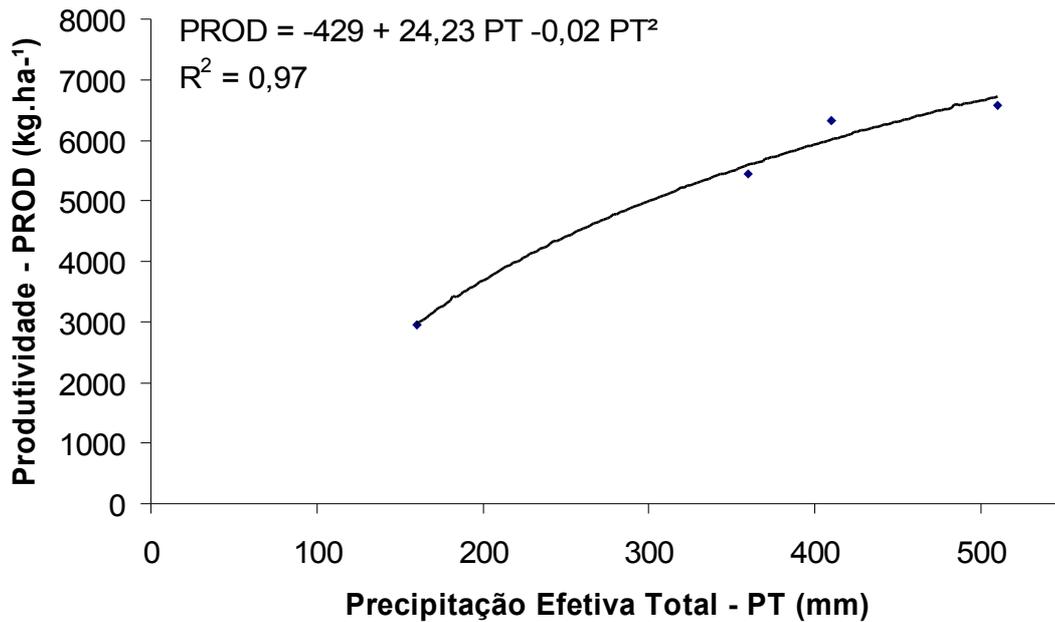


Figura 26. Produtividade do milho safrinha sob diferentes lâminas de água.

Este resultado foi próximo do encontrado por Fornasieri (1992), que em condições de água facilmente disponível às plantas, a cultura do milho apresentou um consumo médio de água de 573 mm, mostrando grandes necessidades diárias no período compreendido entre o pendoamento e o espigamento. Este fato mostra que a cultura é muito sensível ao déficit hídrico durante as fases fenológicas de florescimento e início da formação de grãos.

Quanto ao tratamento com lâmina de 410 mm, a produtividade foi praticamente igual ao tratamento com 510 mm, porém o tratamento com 510 mm atendeu todas as demandas evapotranspirativas, enquanto no tratamento com 410 mm houve um pequeno déficit hídrico no estágio 4, no qual atingiu tensão de umidade crítica no solo durante 3 dias, no período de emissão do pendão, sendo considerado um período crítico da cultura. Este fato acarretou na perda de produtividade de 6,75% entre os tratamentos.

Ao ultrapassar a umidade crítica, o tratamento L360 no período de emissão do pendão teve perda de produtividade de 17,5% em relação ao tratamento L510.

Observou-se, que mesmo com déficits hídricos causados pela evapotranspiração em todos os estádios, o tratamento sequeiro obteve a produtividade normal para a região em condições de sequeiro, que foi 2750 kg.ha⁻¹ na média (Conab, 2005). O tratamento com maior lâmina (510 mm) aumentou em 130% a produtividade comparando com tratamento não irrigado.

O efeito da limitação de água sobre o rendimento do milho em grãos é considerável, sendo necessário o controle cuidadoso da frequência e da lâmina de irrigação para obter rendimentos ótimos em condições de escassez de água. Portanto, onde o suprimento de água for limitado, pode ser mais vantajoso atender, dentro do possível, à todas as necessidades hídricas da cultura (ETm) para se obter rendimento próximo do máximo sobre uma área limitada, em vez de se distribuir a água limitada sobre uma area maior.

4.4. Viabilidade Econômica

O custo de produção do milho de sequeiro foi estimado considerando o mesmo sistema de produção usado no milho irrigado, ou seja, adotando o mesmo padrão tecnológico. A sistemática do cálculo segue, portanto, a mesma empregada no milho irrigado, excluindo-se apenas os custos da irrigação.

O valor estimado do custo de produção de um hectare de milho de sequeiro foi de R\$ 607,82, ou 42,05 sacas por hectare (Quadros 14 e 15), muito próximo da Renda Bruta que foi R\$ 713,30 ou 49,35 sacas por hectare, tornando o sistema de milho safrinha no sequeiro com pouca rentabilidade, há não ser que a cultura seja vista como uma “cultura chave” num sistema de rotação de culturas, onde os benefícios devem ser sinérgicos com outras culturas.

Quadro 14. Viabilidade econômica de diferentes lâminas de irrigação para o milho safrinha, em R\$ por hectare (2005)

Tratamentos	L (160)	L (360)	L (410)	L (510)	L (608)*	L (580)**
Produtividade Média	2961 kg.ha⁻¹	5642 kg.ha⁻¹	6380 kg.ha⁻¹	6842 kg.ha⁻¹	6975 kg.ha⁻¹	6959 kg.ha⁻¹
	R\$.ha ⁻¹					
Preparo de solo/plantio						
Fertilizantes	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58	149,58
Semente	85	85	85	85	85	85
Defensivos	34,75	34,75	34,75	34,75	34,75	34,75
Serviços	70,94	70,94	70,94	70,94	70,94	70,94
Tratos Culturais						
Defensivos	40,45	40,45	40,45	40,45	40,45	40,45
Serviços	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1
Colheita						
Serviços	196	196	196	196	196	196
Equipamento de Irrigação	0	125	125	125	125	125
Energia	0	21	35	63	90,4	82,6
Total de Despesas por ha	607,82	753,82	767,82	795,82	823,22	815,42
Renda Bruta	713,30	1359,16	1536,94	1648,24	1680,36	1676,52
Renda Líquida	105,48	605,34	769,12	852,42	857,14	861,10

* Maior produtividade.

** Maior renda líquida.

Quadro 15. Viabilidade econômica de diferentes lâminas de irrigação para o milho safrinha, em sacos de milho de 60 kg por hectare (2005).

Tratamentos	L (160)	L (360)	L (410)	L (510)	L (608)*	L (580)**
Produtividade	49,35 sc.ha⁻¹	94,03 sc.ha⁻¹	106,33 sc.ha⁻¹	114,03 sc.ha⁻¹	116,25 sc.ha⁻¹	115,98 sc.ha⁻¹
	sc.ha ⁻¹	sc.ha ⁻¹	sc.ha ⁻¹	sc.ha ⁻¹	sc.ha ⁻¹	sc.ha ⁻¹
Preparo de solo/plantio						
Fertilizantes	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35
Semente	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88
Defensivos	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Serviços	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91	4,91
Tratos Culturais						
Defensivos	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Serviços	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Colheita						
Serviços	13,56	13,56	13,56	13,56	13,56	13,56
Equipamento de Irrigação	0,00	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65
Energia	0,00	1,45	2,42	4,36	6,25	5,71
Total de Despesas por ha	42,05	52,15	53,12	55,06	56,95	56,41
Renda Bruta	49,35	94,03	106,33	114,03	116,25	115,98
Renda Líquida	7,30	41,88	53,21	58,97	59,30	59,57

* Maior produtividade.

** Maior renda líquida.

O custo de energia da irrigação suplementar por mm aplicada foi R\$ 0,28. Quando se utilizou a irrigação suplementar, a renda líquida por hectare foi maior do que o tratamento não irrigado, (Quadros 14 e 15), o que tornou o manejo de irrigação no milho safrinha rentável economicamente.

Observou-se também que através da simulação com a equação de regressão encontrada para produtividade ($PROD = -424 + 24,33 PT - 0,02 PT^2$) que a maior produtividade para o milho safrinha (608 mm) não se transformou em maior renda líquida, devido ao fato do custo de energia ter aumentado substancialmente para aplicar a lâmina necessária para atingir o máximo de produtividade, sendo encontrada a maior renda líquida (R\$ 861,10) com uma lâmina de 580 mm.

Ressalta-se, contudo, que esses valores servem apenas como referência para operacionalizar o modelo de análise proposto, pois os resultados são sensíveis aos dados de custo e ao preço de venda do produto, e cada análise deve retratar as peculiaridades inerentes à lavoura focalizada.

5. CONCLUSÕES

- Houve incremento na produtividade com maiores lâminas de água, com ponto máximo em 608 mm;
- O acúmulo de massa seca dos componentes de produção foi linear com lâminas de irrigação aplicada;
- Os déficits hídricos nos períodos críticos diminuíram a produtividade;
- A Irrigação suplementar foi viável economicamente para o milho safrinha;
- A maior produtividade para o milho safrinha não se transformou em maior renda líquida, devido ao fato que o custo de energia aumentou substancialmente para aplicação da lâmina a atingir a maior produtividade.

6. RECOMENDAÇÕES

Como continuação deste trabalho é recomendável estudar os diferentes efeitos do estresse hídrico na produtividade sobre cada estágio do milho safrinha separadamente, para a Região de Dourados-MS.

7. BIBLIOGRAFIA CITADA

ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, R.E. **Modern corn production**. 2ed. Champaign, IL: A & L Publication, 1982. 371 p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Grop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. FAO irrigation and drainage. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998, 328 p.

ALLEN, R.G. **REF ET. Reference Evapotranpiration Calculator. Idaho: University of Idaho Research and Extension Center Kimberly**. 2000.

ARAUJO, W. F.; SAMPAIO, R. A. e MEDEIROS, R. D. **Irrigação e adubação nitrogenada em milho**. *Sci. agric.*, out./dez. 1999, vol.56, no.4, p.909-914.

BANCO DO BRASIL. **Planilha de custos do milho safrinha para cálculo de viabilidade econômica na região Centro-oeste**. 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003.41 p.

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*, 2001, v.1, p.23-27.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, HOMERO, B.; MOACIR A. et al. **Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho**. *Pesq. agropec. bras.*, ago. 2000, vol.35, no.8, p.1531-1540.

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. **Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2001, v.36, p.949-956.

BERNARDO, S. **Impacto ambiental da irrigação no Brasil. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV, 1997. 252p.

CARDOSO, J. L. **Importância da Irrigação no Agronegócio**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T.; FOLEGATTI, M. V. **Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo CERES-Maize**. *Eng. Agríc.*, maio/ago. 2004, vol.24, no.2, p.291-300.

CONAB. Safra do milho safrinha. Disponível em: <<http://www.conab.org.br>>. Acesso em: 28 dez. 2005.

CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. **Efeito da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas**. Porto Alegre: UFRGS - Ed. Universitária, 1992. p.85-97.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** Brasília: EMBRAPA - Milho, 1993. 204 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Boletim Agrometeorológico.** Dourados-MS: EMBRAPA - CPAO, 2002. 32 p.

ENERSUL-S/A. **Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Resolução Homologatória Nº 74, de 06 de Abril de 2005, Vigência: 08 de Abril de 2005.** 2005.

FANCELLI, A.L. **Milho e feijão: elementos de manejo em agricultura irrigada. Fertirrigação: algumas considerações.** Piracicaba: ESALQ, Depto. de Agricultura, 1991. p.156-167.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia. Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. cap.1. p.21-53.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L. **Agronomic performance of maize cultivars in normal and late season crops.** *Bragantia*, 2003, vol.62, no.2, p.235-241.

FIGUEIREDO, L.H.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; FERREIRA, M.M. **Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num latossolo roxo.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Vicosa, v.24, n.3, p. 487-493, 2000.

FIETZ, C. R.; SERAFIM, M. E.; PEIXOTO, P.P.P. **Estimativa da radiação líquida da região de Dourados, MS.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2005, ÁGUAS de São Pedro, SP, 2005.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.; BUENO, L. F. et al. **Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de sementes na cultura do milho (*Zea mays* L.).** *Eng. Agríc.*, maio/ago. 2004, vol.24, no.2, p.301-308.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; WAGNER, E. **Potencial agrícola da região dos cerrados brasileiros.** *Pesq. Agrop. Bras.*, 1980, v.15, n.1, p.1-17.

JURGENS, S.K.; JOHNSON, R.R.; BOYER, J.S. **Dry matter production and translocation in maize subjected to drought during grain fill.** *Agronomy Journal*, Madison, 1978, v.70, n. 4, p.678-82.

KLAR, S.R. **Transpiração. A água no sistema soloplanta-atmosfera.** São Paulo: Nobel, 1984. p.347-385.

LAZAROTTO, C. **Época de Semeadura e Riscos Climáticos para o Milho da Safra Outono-Inverno, no Sul de Mato Grosso do Sul.** Comunicado Técnico nº 70. Embrapa –CPAO. 2002.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo.** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C. de. **Efeitos do quebramento do colmo no rendimento de grãos de milho.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, jul/set.1998, v.22, n.3, p.279-289.

MATZENUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H. **Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite.** Pesq. agropec bras., v.18, 1983. p.1207-1214.

MUCHOW, R. C. **Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits.** Field Crops Research, Amsterdam, 1989, v. 20, p. 207-219,

NETO, D. D.; GARCIA, A. G.; OLIVEIRA, O. J. **Modelo co-senoidal referente à curva de crescimento do sistema radicular da cultura de milho (*zea mays* L.) sob irrigação em condições de campo.** Ciênc. agrotec., Lavras, v.24 (Edição Especial), p.197-204, dez., 2000.

RESENDE, M.; FRANÇA,G.E.; ALVES,V.M.C. **Considerações técnicas sobre a cultura do milho irrigado.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1990. 24p.

RESENDE, M.; FRANÇA,G.E.; COUTO, L.. **Cultura do milho irrigado.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2000. 39p.

SHAW, R.H. **Corn and corn improvement.** Madison: American Society of Agronomy, 1977. p.599-617.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **The Potosynthesis-transpiration compromise.** Plant physiology. 2 ed. Belmont: Wadsworth, 1982. p.32-46.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. **Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro.** Pesq. agropec. bras., Brasília, 1999, v.34, n.1, p. 83-91.

TSUNECHIRO, A.; MIELE JR, C. **Análise de risco de produção e do mercado da milho safrinha.** In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”,5., 1999, Barretos. **Anais....** Campinas: Instituto Agronomico, 1999. p.127-132.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D. **Efeitos de potenciais de água no solo, em diferentes estádios fenológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.).** Sci. agric. Piracicaba, set./dez. 1994, vol.51, no.3, p.533-540.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)