

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA, SOB
IRRIGAÇÃO, NA SAFRINHA**

DENISE NASCIMENTO FABRIS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
NOVEMBRO/2016**

PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA, SOB IRRIGAÇÃO, NA SAFRINHA

DENISE NASCIMENTO FABRIS
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. Dr. EDER PEREIRA GOMES
Coorientador: PESQ. DR. CESAR JOSÉ DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Água e Solo, para a obtenção de título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F124p	Fabris, Denise Nascimento. Produtividade de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura, sob irrigação, na safrinha. / Denise Nascimento Fabris. – Dourados, MS :UFGD, 2016. 43f. Orientador: Prof. Dr. Eder Pereira Gomes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Zeamays, L. 2. Genótipo. 3. Graus dias. 4. Segunda safrinha. I. Título.
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA, SOB IRRIGAÇÃO, NA SAFRINHA**

por

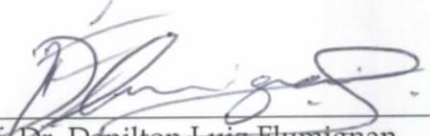
Denise Nascimento Fabris

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

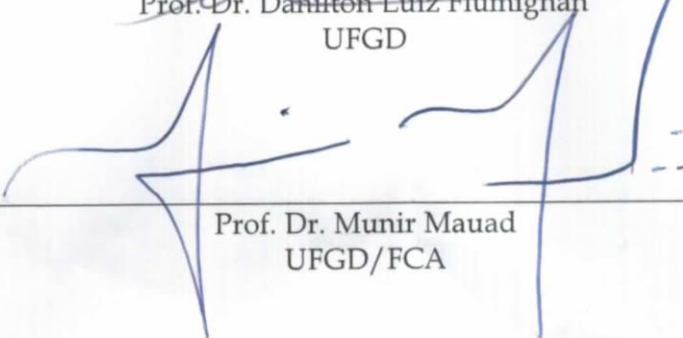
Aprovada em: 25/11/2016



Prof. Dr. Eder Pereira Gomes
orientador – UFGD



Prof. Dr. Damilten Luiz Flumignan
UFGD



Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD/FCA

A D. A. N.

Aos meus pais,

Derci Amaral Nascimento e Carlito Roque Fabris

A minha irmã,

Denicar Lina Nascimento Fabris Maeda

Aos Anjos que Deus pôs em meu caminho, os quais tenho a honra de chamar de

Amigos

...Dedico...

AGRADECIMENTOS

Agradecendo a Deus por se fazer presente sempre,
estando ao meu lado durante esta caminhada,
muitas vezes o caminho tornou-se tortuoso e pensei em desistir.
Porém, ele me deu duas características que estão inseridas em minha alma:
persistência e determinação!
Contudo, não teria chegado até aqui sem a ajuda de alguns anjos que Ele me enviou,
a saber:

Meus pais pelas inúmeras vezes que adentraram em meu quarto com a indagação
“E ai já esta acabando?”

Pelo apoio incondicional e por serem os primeiros a acreditarem em mim;
A minha irmã, sempre de prontidão para ajudar e encorajar;

A Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de aprendizagem;
A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do
Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT, pelo custeio do presente estudo;

Aos meus orientadores, Professor Dr. Eder Pereira Gomes e Dr. Cesar José da Silva,
pelo investimento, confiança, compreensão e muita paciência a qual tiveram comigo,
por serem
... “pais”...

Orientando e puxando a orelha;

A Diani Conceição Pereira, muito mais que “a” secretaria!!!

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da FCA -
UFGD, em especial ao Dr. Danilton Luiz Flumignan;

Aos funcionários de campo da Universidade Federal da Grande Dourados, em
especial ao Valmir Rosa Siqueira “Sasa”.

A Embrapa Agropecuária Oeste, aos seus pesquisadores, funcionários e estagiários;

Aos meus amigos:

Gislaine Lazari, Nathalia Ottoboni, Klerison de Souza Duro, Cristina Cotrim,
Antônio Fernando Teles Rodrigues, José Gutemberg Gímenes Deboleto, Amílcar
Niz, Jessica Reges e Maicon Douglas Ferreira;

Aos motoristas (amigos) da São Pedro que me guiaram dia a dia no trecho Dourados
– Rio Brilhante.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento
deste trabalho e que ficaram no anonimato, meus sinceros agradecimentos.

Divido com todos vocês mais uma etapa de minha vida.

Deus abençoe a todos!

*“Fulgue seu sucesso pelas coisas que você teve
que renunciar para conseguir.”
(Dalai Lama)*

*“Cada sonho que você deixa para trás
é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”
(Steve Jobs)*

*E se eu lhe dissesse que o Céu é o limite...
Que não importa os intempéries da vida,
Sejam rasteiras ou tombos...
Ei de sempre levantar e seguir!
Posso até não conseguir...
Mas estou disposta a morrer tentando!
“E eis que se obtém mais uma conquista!”*

Fabris, D. N. (2016)

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÕES	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

RESUMO

FABRIS, DENISE NASCIMENTO¹; GOMES, EDER PEREIRA²; SILVA, CESAR JOSÉ DA³. **Produtividade de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura, sob irrigação, na safrinha.** Dourados, 2016. 43p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Água e Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD.

² Orientador, Docente Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD.

³ Coorientador, Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, CPAO.

O atraso no ciclo da soja é um problema recorrente que afeta a produtividade do milho safrinha. Em condição de semeadura tardia, espera-se que o emprego de híbridos de menor exigência térmica e/ou uso da irrigação possam atenuar os efeitos climáticos desfavoráveis a cultura. Portanto, objetivou-se avaliar se a produtividade de dois híbridos de milho de baixa soma térmica cultivados na safrinha na região de Dourados/MS, é influenciada pelo uso da irrigação e diferentes épocas de semeadura. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. As parcelas contemplaram as épocas de semeadura (safrinha 2013: 27/fev e 27/mar; safrinha 2014: 18/mar e 05/abr), as subparcelas os sistemas irrigado (I) e não irrigado (NI) e as sub-subparcelas os híbridos AS 1555 e AS 1590. A semeadura tardia, na safrinha, diminuiu a produtividade de grãos de milho, independente da irrigação e dos híbridos estudados.

Palavras-chaves: *Zea mays*, L., genótipo, graus dias, segunda safra.

ABSTRACT

Productivity of corn hybrids at different sowing epoch, under irrigation, in the small harvest.

The delay in the soybean cycle is a recurrent problem that affects the productivity of the maize crop. In the case of late sowing, it is expected that the use of hybrids of lower thermal demand and / or irrigation use may attenuate the unfavorable climatic effects of the crop. Therefore, the objective of this study was to evaluate whether the productivity of two hybrids of low-sum corn cultivated in the dry season in the region of Dourados/MS was influenced by the use of irrigation and different sowing times. The experimental design was randomized blocks in sub-plots -divided, with four replicates. The plots included sowing dates (crop 2013: 27/Feb and 27/mar; crop 2014: 18/Mar and 05/Apr), the irrigated (I) and non-irrigated (NI) sub-plots and the sub-plots Hybrids AS 1555 and AS 1590. The late sowing in the second crop decreased corn grain yield, irrespective of irrigation and hybrids studied.

Key words: *Zea mays*, L., genotype, degrees days, second harvest.

1. INTRODUÇÃO

A crescente tecnologia empregada no milho de segunda safrinha é responsável pelo aumento no rendimento da cultura, em especial nos últimos anos, com grande importância no cenário nacional, garantindo assim, uma produtividade média nacional de 5716 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016). Na literatura os resultados são abrangentes, com produtividades de 6000 a 10000 kg ha⁻¹ (LIU et al., 2012; SILVA et al., 2012; FLORES et al., 2013; ZUCARELI et al., 2013).

O cultivo do milho de segunda safrinha tem maior predominância na região Centro-Sul do Brasil, sendo comum o cultivo em períodos de estiagem intermitente ou de final do ciclo, decorrente do atraso no ciclo da soja ou por fenômenos de ordem climática (CRUZ et al., 2010).

A fenologia das plantas de milho é regulada basicamente pelo acúmulo de energia térmica, por isso, o uso de híbridos com menor exigência térmica, precoces e super precoces, vem sendo bastante empregado no cultivo do milho de segunda safrinha, visando reduzir o tempo no campo, diminuindo os riscos de perdas com estiagem e menores temperaturas (BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

Em função das épocas de semeadura e das condições edafoclimáticas, as produtividades de milho safrinha são bastante variadas, decorrente da adaptabilidade do híbrido ao ambiente e de seu manejo, acarretando diferenças morfológicas significativas, tais como: altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, massa de grãos, comprimento e diâmetro de espiga (NASCIMENTO et al., 2011; FLORES et al., 2013; ALVES et al., 2013).

Além do emprego de híbrido de menor exigência térmica, acredita-se que a irrigação poderia atenuar os efeitos da época de semeadura no milho safrinha, (HEINEMANN et al., 2009; HERNÁNDEZ et al., 2009; LIU et al., 2012), pois o desenvolvimento da planta e consequentemente a produtividade estão relacionadas às restrições hídricas, decorrentes da distribuição irregular das chuvas, em diferentes fases do ciclo cultura, principalmente na fase de florescimento (CHUN et al., 2011).

Desta forma, objetivou-se avaliar se a produtividade de dois híbridos de milho de baixa soma térmica cultivados na safrinha na região de Dourados/MS, é influenciada pelo uso da irrigação e diferentes épocas de semeadura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é considerado um dos países com maior potencial de produção e exportação de produtos agrícolas. Estimasse que a produção brasileira de grãos alcance 189,3 milhões de toneladas na safrinha 2015/16. Esse decréscimo equivale a 18,5 milhões de toneladas, 9% em relação à safrinha 2014/15. Nessa safrinha área cultivada de milho foi de 15,7 milhões de ha, sendo 61% da segunda safrinha (9,6 milhões de ha), com produtividade média de 5716 kg ha^{-1} , o que corresponde a 816 kg ha^{-1} a mais que a primeira safrinha (CONAB, 2016; MAPA, 2016a).

Em virtude da demanda do mercado externo, os preços atrativos e facilidade de escoamento de safrinha, o cultivo de soja vem reduzindo gradativamente o cultivo de milho na safrinha (verão) e tornando a safrinha (outono-inverno) a principal. A região centro-oeste é a maior produtora de grão do Brasil, representando 43% da produção total na safrinha 2014/15. No estado do Mato Grosso do Sul a área plantada na segunda safrinha foi de 1,6 milhões de ha, 99% do total no estado, com produtividade de 5640 kg ha^{-1} e produção de 9,1 milhões de t, o que corresponde a 98% da produção total do estado (CONAB, 2016).

Porém, a segunda safrinha sofre efeito de fatores ambientais mais acentuados que a primeira, dentre estes, os que mais influenciam sobre o crescimento, o desenvolvimento e, consequentemente, a produção final do milho, são: a precipitação, a temperatura e radiação solar. Assim, condições desfavoráveis desses fatores, isolados ou em conjunto, podem afetar diretamente as atividades fisiológicas das plantas, uma vez que a cultura necessita que esses fatores estejam nos índices ótimos, para que ocorra a expressão máxima dos potenciais genéticos e produtivo (CRUZ et al., 2010).

No Estado de Mato Grosso do Sul a época de semeadura recomendada para o milho safrinha é entre o primeiro decêndio de janeiro ao primeiro decêndio de março, segundo o zoneamento agrícola de risco climático, para que o florescimento e o início do enchimento de grãos ocorram entre abril e início de junho, meses em que os dias são mais longos garantindo assim uma boa incidência de radiação solar para a cultura. O melhoramento genético e o sistema de produção proporcionaram a semeadura a partir de fevereiro em sucessão a soja precoce, garantindo assim a adaptabilidade do milho safrinha a cultivos extemporâneos (MAPA, 2016b).

A produtividade do milho é decorrente da eficiência fotossintética da planta, ou seja, a maneira como a radiação fotossinteticamente ativa é interceptada pelo dossel das plantas influenciará a fotossíntese e com isso a produtividade. O uso de diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura possibilita identificar os fatores ambientais que limitam o rendimento potencial de grãos de milho durante seu cultivo (BACKES et al., 2008; FORSTHOFER et al., 2006).

A radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura do ar e o teor de água disponível no solo, são fatores do ambiente que exerce grande influência na produtividade de um híbrido. Tais fatores são de certa forma pré-mensurados quando se faz a escolha da época de semeadura, e quando disponível, a suplementação hídrica pode ser uma estratégia de manejo, em meio a mudanças repentinas como na época de semeadura, em virtude do clima e da precipitação acentuada ou escassa (FORSTHOFER et al. 2006).

Ainda segundo Forsthofer et al. (2006), semeaduras tardias, nas datas limitantes do zoneamento ou até mesmo após a data recomendada proporcionam fotoperíodos reduzidos com menor radiação solar incidente e menores temperaturas do ar, fatores esses que reduzem a velocidade de crescimento e desenvolvimento da cultura conforme a sua exigências térmica, ou seja, o acúmulo de graus dias.

Nessa época o potencial rendimento de grãos é baixo devido à menor quantidade de radiação solar durante o período de enchimento de grãos e à maior incidência de doenças foliares e de colmo, uma vez que, o período de maior aproveitamento da radiação é no pré-florescimento e no enchimento de grãos, sendo, portanto os períodos mais críticos para a cultura do milho (RODRIGUES et al., 2011; FORSTHOFER et al., 2006).

O ciclo da cultura do milho varia de 110 a 180 dias, compreendido entre a emergência e o florescimento, decorrente do acúmulo de graus dias no período. Dependendo da etapa de desenvolvimento do milho, sua necessidade em acumular quantidades distintas de energia térmica ou calor (graus dias), que é a diferença entre a temperatura média diária e a temperatura mínima exigida por uma cultura, varia de 780 a 1200 graus dia. Normalmente híbridos de ciclo precoce necessitam de 830 a 890 graus-dias e os super precoces de 780 a 830 graus-dias (CRUZ et al., 2010; FORNASIERI FILHO, 2007; FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Nascimento et al. (2011) em estudo de épocas de semeadura e diferentes híbridos, obtiveram diferenciação significativas na produtividade, demonstrando

adaptabilidade dos híbridos ao meio de cultivo, fazendo com que haja uma variação nos graus dias decorrente da oferta e demanda de radiação. SHIOGA e GERAGE (2010), em estudo de épocas de semeadura de segunda safrinha, no estado do Paraná, obtiveram um efeito linear, com uma redução média de $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, na safrinha 2006, decorrente, segundo os autores, do baixo acúmulo de graus-dias em maio e junho e as precipitações reduzidas e irregulares a partir de maio.

Freitas et al. (2004) relata que o clima ideal para o desenvolvimento da cultura varia desde a zona temperada até à tropical, em períodos que a temperatura média seja superior a 15°C sem a ocorrência de geadas, durante o período de crescimento. Os híbridos precoces tem seu ciclo variando de 80 a 110 dias em temperaturas superiores a 20°C , já os híbridos de ciclo médios levam de 110 a 140 dias para atingir sua maturidade fisiológica. Ainda em FREITAS et al. (2004), a cada $0,5^{\circ}\text{C}$ inferior a 20°C o ciclo da cultura tende a um acréscimo de 10 a 20 dias dependendo do híbrido estudado.

Renato et al. (2013), em estudos de modelagem nas culturas de milho e feijão, comparando métodos de cálculos de graus-dias, onde afirmam que a aceleração do desenvolvimento fenológico no milho esta relacionado com o aumento da temperatura média, que reduz o ciclo da cultura.

As interações existentes entre época de semeadura e híbridos é um fator importante, uma vez que se baseia a escolha dos híbridos fundamentando-se nas exigências termicas adequadas à região e época de cultivo. Há uma variação muito grande na produtividade de grãos entre os híbridos disponíveis no mercado, decorrente de suas peculiaridades como arquitetura das folhas, resistência ao acamamento, tolerância a pragas e doenças, entre outras (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Fancelli 2004 relata que para que a cultura do milho possa manifestar seu potencial produtivo sem a necessidade da utilização da prática de irrigação é necessário uma precipitação pluvial mínima de 400-600 mm e uma variação diária de consumo em torno de 3 mm em alturas de plantas inferior a 30 cm e após a ântese e a fecundação sofrem uma elevação para 5 a 7 mm diários, em condições de clima quente e seco. O cultivo do milho na safrinha tem como um dos fatores de risco para a produtividade longos períodos de veranico e precipitações mal distribuídas no decorrer do ciclo da cultura. Portanto híbridos com maior tolerância ao déficit hídrico podem se sobressair em prolongados períodos de veranico.

Fancelli e Dourado Neto (2004), relatam que a restrição hídrica é uma das principais limitações ao cultivo de milho, entre os meses de fevereiro a julho, na safrinha, em algumas regiões. O estado do Mato Grosso do Sul tem uma precipitação média anual variando de 1250 mm á 1500 mm, porém as chuvas não são bem distribuídas, acarretando em excessos e/ou déficit nos períodos da safrinha, o que torna a safrinha de milho um cultivo de risco, quando semeada fora do zoneamento agrícola, pratica comum da região.

Em períodos de escassez hídrica as taxas de assimilação de CO₂ são negativamente afetadas, sobretudo em virtude do mecanismo de fechamento dos estômatos, afetando assim o crescimento e a produção, uma vez que 90% da fitomassa seca acumulada ao longo do crescimento são provenientes do processo fotossintético (BENINCASA, 2003; SILVA et al., 2013).

Estratégias como a antecipação ou o retardamento da semeadura são utilizadas para que o período crítico da cultura não coincida com o período de estiagem, em locais em que a suplementação hídrica é escassa ou inexistente e também podem vir a ser empregadas na otimização do uso da terra em áreas irrigadas e com longas estações estival de crescimento (SILVA et al., 2013; SANGOI et al., 2007; FORSTHOFER et al., 2006).

O estresse hídrico decorrente das estiagens provocam mudanças morfológicas e fisiológicas nas culturas, em virtude da redução na expansão celular, resultando na redução da área foliar, aumento na abscisão foliar, diminuição na relação biomassa da raiz versus a parte aérea, fechamento de estômatos e com isso a redução na fotossíntese (DUTRA et al., 2012).

Vários autores afirmam que, a redução da disponibilidade hídrica esta correlacionada com redução do tamanho das espigas e da má formação de grãos por espiga, acarretando na menor produtividade da cultura (CHUN et al., 2011; WU et al., 2011; HERNÁNDEZ et al., 2009; COSTA et al., 2008).

Heinemann et al (2009), em estudo sobre as variações geográficas e temporais dos padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho, na 1ª e 2ª safrinha no Estado de Goiás, recomendaram para a segunda safrinha o uso de variedades cultivadas ou híbridos super precoces ou o lançamento de novos materiais que visem minimizar o déficit hídrico nas principais fases da cultura, uma vez que a restrição hídrica nas fases reprodutivas acarretaram em uma redução de 89% na produtividade.

A captação de recursos como luz e água e a eficiência em utiliza-los para gerar biomassa tem relação direta com a produtividade das culturas. Cerca de 1,54 bilhão de hectares de solos estão em produção agrícola no planeta, dos quais cerca de 277 milhões sob irrigação. A área de 18% sob cultivo irrigado no mundo é responsável por 44% da produção agrícola total. No Brasil, a área irrigada corresponde a 6% da área cultivada, resultando em aproximadamente 16% da produção agrícola (LIU et al., 2010a; CHRISTOFIDIS, 2006; MAPA, 2005).

Assis et al. (2006), em estudo metodológico de estimativa de produtividade, relatam que a combinação de valores adequados de temperatura e radiação solar potencializa a obtenção de elevados valores de produtividade, uma vez que a redução expressiva desses fatores limitam as atividades fotossintéticas e a translocação de carboidratos das folhas e colmo para os grãos, resultando em baixo potencial de rendimento de grãos em semeaduras tardias (NASCIMENTO et al., 2011; RODRIGUES et al., 2011; BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na unidade experimental de irrigação da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, localizado na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas: 22° 11' 45" Sul e 54° 55' 18" Oeste, a 446m de altitude. Os experimentos foram realizados na segunda safrinha dos anos 2013 e 2014.

A região apresenta um clima Cwa, mesotérmico úmido, com verões quentes e invernos secos, segundo a classificação de Köppen (SALTON et al, 2013), a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C e as precipitações médias anuais variam entre 1250 mm a 1500 mm.

O solo da área experimental foi classificado com um Latossolo Vermelho Distroférrico muito argiloso, de alta profundidade, bastante poroso e permeável (EMBRAPA, 2013). As principais características químicas do solo da área experimental antes da semeadura, amostrados na camada de 0 - 0,2 m, nas respectivas safrinhas 2013 e 2014, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental, na camada de 0 - 0,2 m, safrinhas 2013 e 2014

Safrinha	pH CaCl ₂	P (resina) mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	MO	Areia	Silte	Argila
			cmol _c dm ⁻³						(%)			g.Kg ⁻¹		
2013 ¹	4,79	12,94	0,48	4,31	1,64	6,72	0,23	13,15	4,84	48,00	25,92	220,33	130,17	649,50
2013 ²	5,03	14,78	0,43	6,38	2,23	6,22	0,08	15,25	0,93	59,23	31,87	-	-	-
2014 ³	5,13	14,32	0,67	5,18	2,13	5,58	0,05	13,57	0,67	58,89	31,51	51,50	127,00	821,50

1: antes da semeadura do milho; 2: antes da calagem; 3: pós milheto, antes da semeadura do milho.

Os dados meteorológicos diários do período de condução do experimento foram obtidos junto à estação agrometeorológica automática da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados – MS (Figura 1).

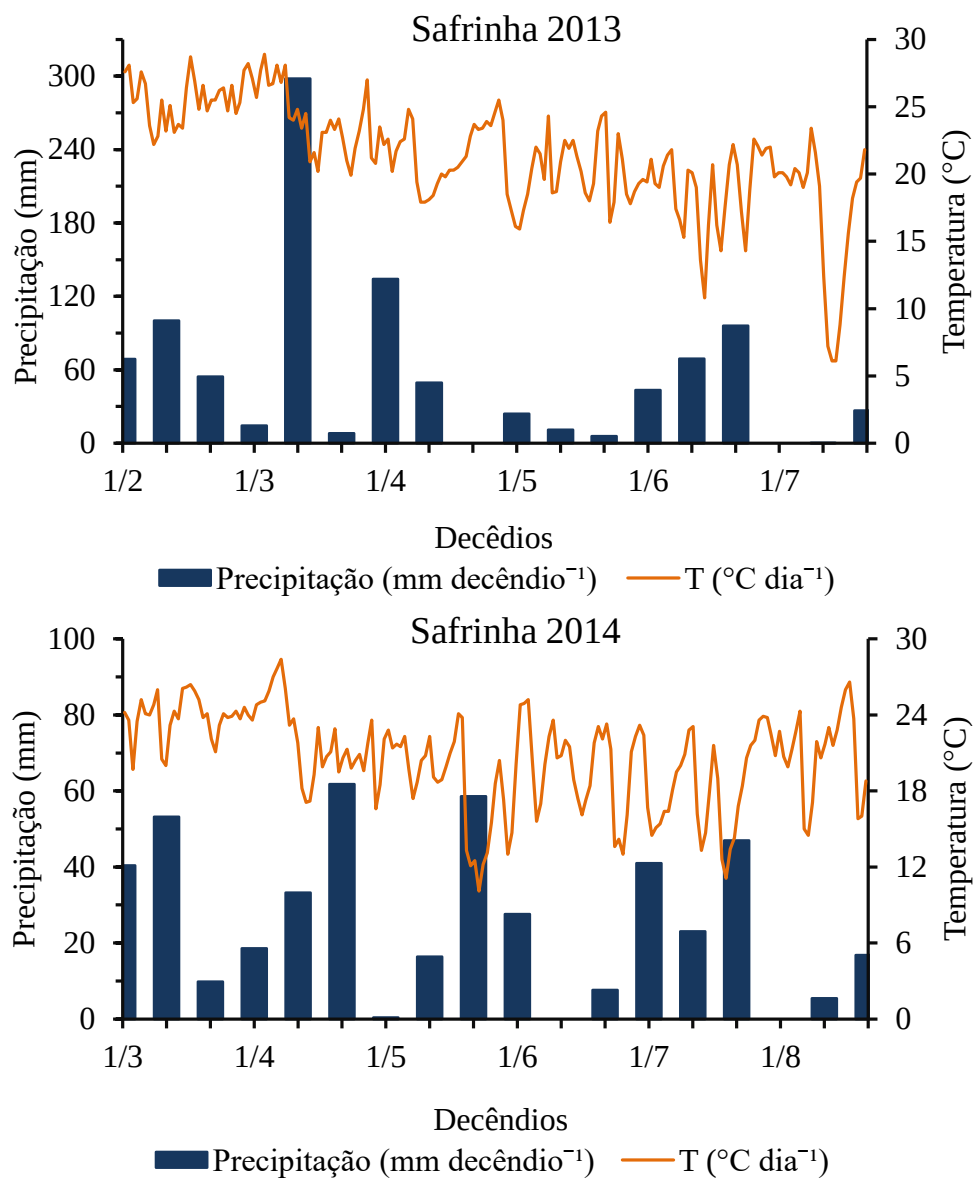


Figura 1. Dados de temperatura média e de precipitação pluvial durante o período de condução do experimento, na safrinha 2013 (1ª e 2ª época de semeadura: 27/fev e 27/mar) e safrinha 2014 (1ª e 2ª época de semeadura: 18/mar e 05/abr).

As precipitações pluviométricas ocorridas nas safrinhas agrícolas 2013 e 2014 foram distintas, onde a safrinha 2013 teve uma maior precipitação pluviométrica, com um acúmulo de 1004 mm (fevereiro a julho), enquanto que na

safrinha 2014 o acumulado foi de 461 mm (março a agosto). Com relação às temperaturas ocorridas durante as safrinhas, houve maior amplitude térmica na safrinha 2013, onde a maior temperatura média foi de 29°C no primeiro decêndio de março, e a menor de 6,1°C no terceiro decêndio de julho. Já na safrinha 2014, a maior temperatura média foi de 28°C no primeiro decêndio de abril e a menor de 10°C no terceiro decêndio de maio (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram alocadas as épocas de semeadura, sendo 27 de fevereiro e 27 de março para a safrinha 2013 e 18 de março e 05 de abril para a safrinha 2014 (Figura 2). Vale ressaltar, que a data limite para a semeadura do milho segunda safrinha para a região de Dourados - MS, segundo o zoneamento agrícola de risco climático, é 10 de março (MAPA, 2016).

Nas subparcelas foram alocados os sistemas de manejo irrigado (I) e não irrigado (NI). Nas sub-subparcelas foram testados dois híbridos: 1) O híbrido simples de ciclo precoce AS 1555, com exigência térmica de 820 graus dias, recomendado para épocas de semeadura normal e safrinha; 2) O híbrido triplo de ciclo super precoce AS 1590, com exigência térmica de 800 graus dias, recomendado para safrinha.

As sub-subparcelas foram implantadas com dimensões de 5 m por 4,5 m (22,5 m²), apresentando cinco linhas de semeadura, com distanciamento entre linhas de 0,90 m e 0,17 m entre plantas.

Foi considerada como área útil de cada sub-subparcela as três linhas centrais, descartando-se 1 m de cada extremidade, obtendo-se 8,1 m² de área útil (3 m x 2,7 m), considerando o restante, bordadura. As sub-subparcelas ficaram distantes 0,90 m umas das outras (Figura 2).

Nos dias de semeadura de cada época foi realizada uma adubação de base mecanizada a 0,05 m de profundidade, com o formulado NPK 08-20-20, aplicando-se 350 kg ha⁻¹ e posteriormente realizou-se a semeadura manual a 0,02 m de profundidade, sendo colocado 3 sementes por cova, e posterior cobertura das mesmas.

Aos 15 DAS (dias após semeadura) foi realizado desbaste visando manter população de 65000 plantas de milho ha⁻¹. As 35 DAS foi realizada a adubação de cobertura, com 92 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, na linha da cultura sem incorporação.

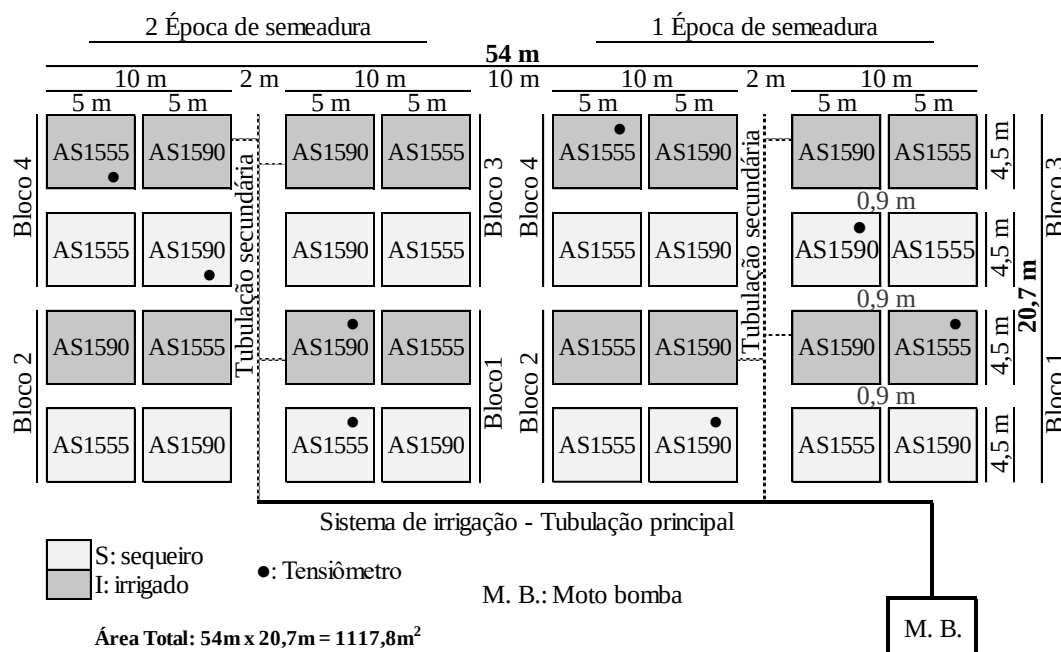


Figura 2. Delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas sub-subparcelas estão os híbridos: AS1555 e AS1590, nas subparcelas estão o sistema de manejo: irrigado (cinza) e não irrigado (branco) e nas parcelas foi alocada as épocas de semeadura (1ª e 2ª época).

Na entre-safrinha foi realizada uma calagem com 2000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, seguida de subsolagem. Realizou-se a semeadura de milho 30 DAS após a calagem, visando população de 600000 plantas ha⁻¹, para uniformizar a área e suprimir possíveis plantas daninhas no período.

A dessecação do milho foi realizada aos 74 dias após semeadura e 10 dias após dessecação, com o auxílio de um triturador de palha horizontal foi realizada a fragmentação da palhada. Aos 36 dias após a dessecação foi realizada a semeadura da 1ª época da safra 2014. Foram realizadas todas as práticas usuais para controle fitossanitário.

A irrigação foi composta por cinco linhas de fitas gotejadoras entre as fileiras de plantas, com espaçamento entre emissores de 0,20 m e vazão de 7,5 L h⁻¹ m⁻¹ a 100 kPa de pressão de serviço.

O manejo de irrigação foi realizado por meio de tensiometria, com tensiômetros instalados a 0,2 m de profundidade, totalizando oito tensiômetros,

sendo, quatro na área irrigada e quatro na área não irrigada. As leituras de tensão foram realizadas nas segundas, quartas e sextas feiras.

A pressão de serviço do sistema de irrigação foi mantida por meio de registro de gaveta instalado junto a um manômetro com resolução de 5 kPa.

A lâmina de irrigação (LI) foi determinada pela diferença entre umidade volumétrica na capacidade de campo (Θ_{cc}) e a umidade volumétrica atual (Θ_a), multiplicada pela profundidade efetiva da raiz (Z) (Tabela 2).

Tabela 2. Lâmina de irrigação (mm), número de eventos de irrigação e Graus dias durante o ciclo da cultura do milho, por mês, nas suas respectivas épocas de semeadura, em cada safra.

Mês	Safr 2013						Safr 2014					
	Lamina (mm)		Eventos		Graus dias		Lamina (mm)		Eventos		Graus dias	
	fev.	mar.	fev.	mar.	fev.	mar.	mar.	abr.	mar.	abr.	mar.	abr.
Fevereiro	0	-	0	-	35	-	-	-	-	-	-	-
Março	46	0	2	0	474	62	0	-	0	-	205	-
Abril	98	67	3	3	358	358	21	0	1	0	387	326
Maio	126	131	3	4	89	339	70	0	2	0	289	289
Junho	60	58	2	2	-	201	73	139	2	5	121	298
Julho	0	227	0	8	-	-	29	0	1	0	-	125
Agosto	-	-	-	-	-	-	0	102	0	4	-	-
TOTAL	330	483	10	17	957	960	193	241	6	9	1001	1038

Os valores de tensões de água no solo durante o ciclo experimental estão na Figura 3. O tempo de irrigação (TI), em cada evento, foi obtido pela razão da lâmina irrigada (LI) e a intensidade de aplicação (IA). A IA foi determinada no local, obtendo-se o valor de $6,1 \text{ mm h}^{-1}$.

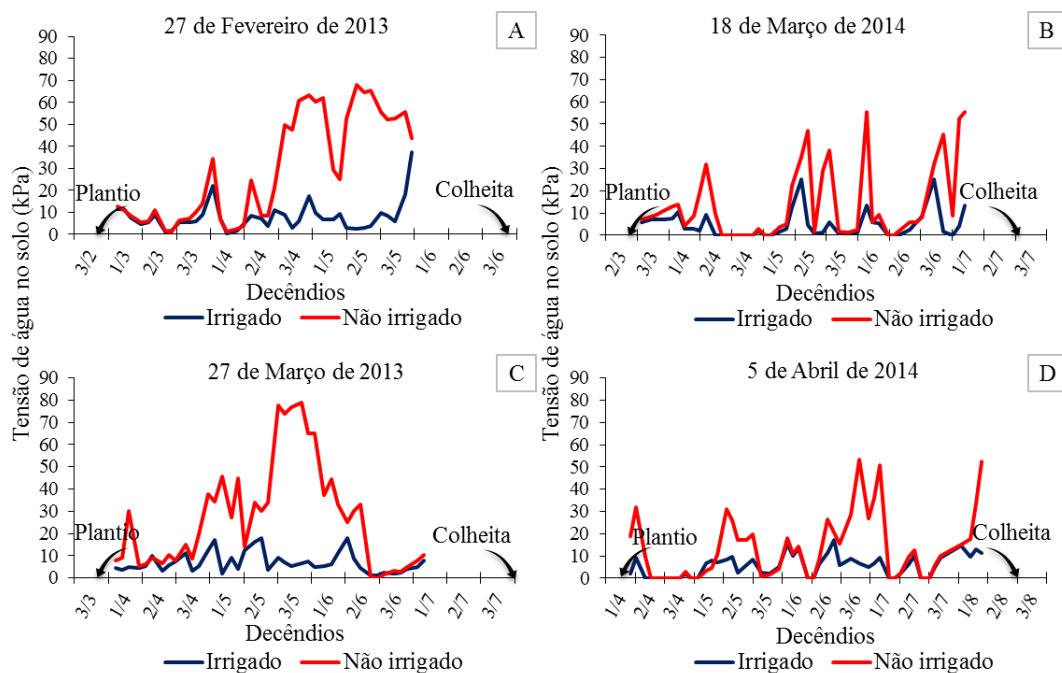


Figura3. Dados de tensões de água no solo durante o ciclo da cultura em suas respectivas épocas na safrinha 2013 (A e C) e safrinha 2014 (B e D), Dourados/MS.

Para a obtenção da curva de retenção de água no solo foram realizadas seis coletas de solo com anéis indeformados de volume 98,18 cm³, na profundidade de 0,20 m (metade da profundidade efetiva da raiz). A curva de retenção foi obtida no Laboratório de relações, água, solo, planta e atmosfera (RASPA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), a partir de um extrator de Richards.

Os valores de Θ_{cc} e Θ_a foram estimados por meio da curva de retenção de água no solo (Figura 4), ajustada pela equação de van Genuchten (1980):

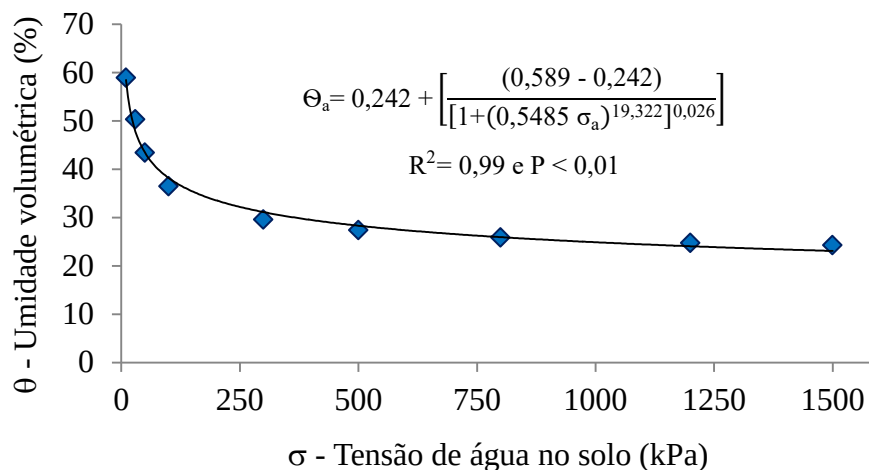


Figura 4. Curva de retenção da água no solo gerada utilizando o modelo de van Genuchten (1980).

Onde:

Θ_a = umidade volumétrica atual ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$).

σ_a = tensão atual de água no solo (kPa).

Por ocasião da colheita, foram obtidos os dados biométricos de produção: após a colheita manual de 40 espigas da área útil de cada sub-subparcela, separou-se aleatoriamente 10 espigas para biometria. O comprimento (CE) e diâmetro de espiga (DE) foram obtidos com o auxílio de um paquímetro digital, efetuando-se posteriormente, a média para cada parcela.

O estande final, a população de plantas, foi obtido pela contagem das plantas da área útil, no momento da colheita. Os valores médios obtidos foram convertidos em número de plantas ha^{-1} .

Já a produtividade de grãos (PG) e o peso de 100 grãos (P100) foram obtidos das 40 espigas coletadas. Após a pesagem da massa de grãos e o P100, determinouse a umidade e posteriormente corrigindoos para 13% de umidade. Em seguida a massa total de grãos foi multiplicada pelo estande final, resultando na produtividade de grãos em kg ha^{-1} .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Sisvar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da cultura, compreendido da sementeira a colheita, variou de 122 a 126 dias na safrinha 2013 e de 126 a 138 dias na safrinha 2014 (Figura 5). Os híbridos não diferiram entre si, apesar de um ser precoce (AS 1555) e o outro super precoce (AS 1590), isso pode estar associado à menor variação entre as exigências térmicas deles e da sua adaptabilidade ao meio de cultivo.

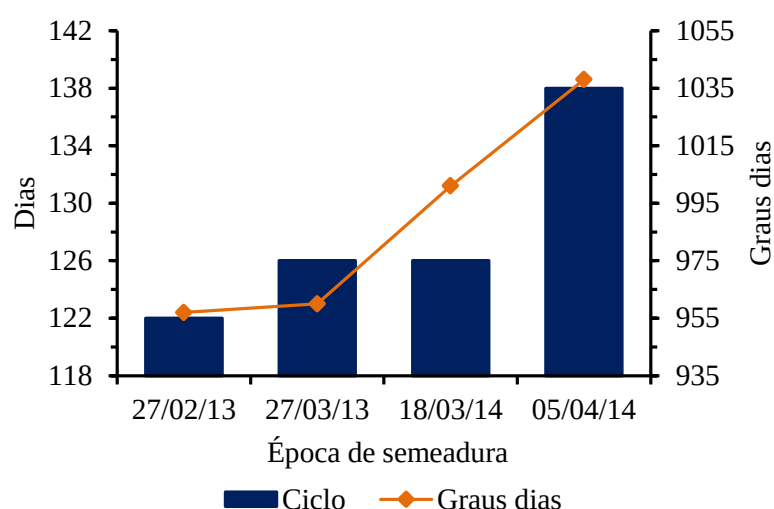


Figura 5. Ciclo da cultura compreendido entre a sementeira e a colheita, e graus dias compreendida entre a sementeira e o pleno florescimento do milho, cultivados na safrinha nas respectivas épocas dos anos 2013 e 2014, em Dourados-MS.

Nota-se que houve um alongamento de ciclo nas épocas de sementeira mais tardia, decorrente das menores temperaturas médias diárias nos meses de maio e junho (Figura 1 e 5), e do aumento nos graus dias acumulada para a indução do florescimento masculino, acarretando no alongamento do ciclo (RODRIGUES et al., 2011; BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV), para as características diâmetro de espiga (DES), comprimento de espiga (CES), massa de 100 grãos (100G), produtividade de grãos (PG), das Safrinhas 2013 e 2014 estão na Tabela 3.

Tabela 3. Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental, para as características diâmetro de espiga (DES), comprimento de espiga (CES), massa de 100 grãos (M100), produtividade de grãos (PG), das Safrinhas 2013 e 2014.

FV	GL	Safrinha 2013				GL	Safrinha 2014			
		QM					QM			
		DES	CES	M100	PG		DES	CES	M100	PG
Bloco	3	0,03 ^{NS}	2,64 ^{NS}	1,05 ^{NS}	95558,96 ^{NS}	7	0,18 ^{NS}	1,05 ^{NS}	3,68 ^{NS}	421560,17 ^{NS}
Sistema (S)	1	0,65*	22,40*	55,59*	37436556,89*	1	0,57 ^{NS}	9,71*	73,63 ^{NS}	7844361,26*
Erro 1	3	0,02	0,92	1,03	70397,8	7	0,2	1,09	4,9	206168,65
Época (E)	1	2,1*	115,08*	289,62*	150942037,55*	1	2,72*	78,61*	301*	33609270,79*
S x E	1	0,04 ^{NS}	3,34 ^{NS}	35,97*	4585269,43*	1	0,1 ^{NS}	1,19 ^{NS}	1,28 ^{NS}	948970,94 ^{NS}
Erro 2	6	0,02	2,03	0,6	138650,84	14	0,17	1,41	3,11	391268,26
Híbrido (H)	1	0,02 ^{NS}	6,33*	4,89 ^{NS}	17475,34 ^{NS}	1	0 ^{NS}	1,74 ^{NS}	26*	147343,33 ^{NS}
S x H	1	0 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,28 ^{NS}	35227,89 ^{NS}	1	0,13 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,07 ^{NS}	381,16 ^{NS}
E x H	1	0 ^{NS}	1,64*	0 ^{NS}	742774,38*	1	0,2 ^{NS}	1,12 ^{NS}	11,74*	7328,31 ^{NS}
S x E x H	1	0,05*	0,1 ^{NS}	0,63 ^{NS}	20,11 ^{NS}	1	0,21 ^{NS}	0,3 ^{NS}	2,42 ^{NS}	1876061,36*
Erro 3	12	0	0,21	1,89	62831,86	28	0,15	0,63	1,32	158199,74
CV S (%)		3,22	6,68	4,37	4,77		10,37	7,89	9,5	11,63
CV E (%)		3,45	9,92	3,34	6,96		9,49	9,08	7,56	16,02
CV H (%)		1,93	3,21	5,92	4,51		9,12	6,07	4,93	10,19
Média Geral		4,35	14,37	23,24	5562,56		4,31	13,07	23,31	3904,67

*P<0,05; NS: Não Significativo pelo teste Tukey ; FV: Fator de Variação; GL: Grau de Liberdade; QM: Quadrado Médio; S: Sistema; E: Época; H: Híbrido; CV: Coeficiente de Variação.

Para a maioria das variáveis avaliadas os coeficientes de variação (CV%) indicaram elevada precisão experimental, ficando abaixo de 10%. As variáveis apresentaram um CV% classificado entre médio e alto, conforme Gomes (1985). A significância do teste F demonstra que houve efeito significativo para todas as fontes de variação.

Como pode ser observar na Tabela 4, a ausência da irrigação acarretou em menor diâmetro de espiga (DE), 7%, na 1ª época da safrinha 2013, já na 2ª época apenas com o híbrido AS 1590 obtiveram espigas de menor diâmetro, com média de 7% menor que o irrigado. Na safrinha 2014, na 2ª época, apenas o híbrido AS 1555 demonstrou seu potencial quando irrigado, com DE 11% maior que em sequeiro (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados médios para Diâmetro de espiga (cm) e Comprimento de espiga (cm) de milho em diferentes épocas nas safrinhas de 2013 e 2014

Sist.	Safrinha 2013				Safrinha 2014			
	Diâmetro de espiga (cm)							
	27/fev		27/mar		18/mar		05/abr	
	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555
I	4,71 a A 1	4,86 a A 1	4,22 a A 2	4,19 a A 2	4,53 a A 1	4,61 a A 1	4,19 a A 1	4,28 a A 1
NI	4,44 B a 1	4,42 b A 1	3,94 b A 2	4,04 a A 2	4,40 a A 1	4,53 a A 1	4,13 a A 1	3,81 b A 2
	CV %	Sistema 3,22	Época 3,45	Genótipo 1,93	CV %	Sistema 10,37	Época 9,49	Genótipo 9,12
Sist.	Comprimento de espiga (cm)							
	27/fev		27/mar		18/mar		05/abr	
	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555
	I	17,36 a A 1	16,21 a A 1	13,87 a A 2	13,40 a A 2	14,73 a A 1	14,67 a A 1	12,37 a A 2
NI	16,52 a A 1	14,99 a A 1	11,52 b A 2	11,11 b A 2	13,69 a A 1	13,61 a A 1	12,15 a A 2	11,27 a A 2
	CV %	Sistema 6,68	Época 9,92	Genótipo 3,21	CV %	Sistema 7,98	Época 9,08	Genótipo 6,07

* Sist. (sistema), I (irrigado) e NI (não irrigado). As médias seguidas pela mesma letra e/ou numero, minúsculas nas colunas, maiúsculas nas linhas e números que comparam as épocas de semeadura, em cada safrinha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Valores superiores foram observados por HERNÁNDEZ et al. (2009), em estudo sobre o rendimento do milho doce sob diferentes tensões semeado em abril no México, correspondendo a 26% com a menor tensão.

O DE foi influenciado quanto à época de semeadura, diferindo a 1ª época da 2ª época em 11%, independente da irrigação e do híbrido testado, safrinha 2013. Já na safrinha 2014 o DE se diferiu apenas em sequeiro no híbrido AS 1555, apresentando DE 16% a mais que a 2ª época (Tabela 4). O que corroborando com os resultados obtidos por NASCIMENTO et al. (2011), em estudo com três híbridos de milho cultivado em quatro épocas de semeadura, onde obtiveram um decréscimo de 16% em DE, independente do híbridos.

O comprimento de espiga (CE) foi influenciado ausência da irrigação na 2ª época de semeadura safrinha 2013, independente do híbrido, proporcionando um decréscimo 17%(Tabela 4), inferior aos resultados obtidos por HERNÁNDEZ et al. (2009), onde observaram um decréscimo de 21% em CE sob menor umidade de solo.

Em ambas as safrinhas as 1ª épocas de semeadura apresentaram maior CE, independente da irrigação e do híbrido estudado, com medias de 23 e 15% nas respectivas safrinhas 2013 e 2014 (Tabela 4). Tais resultados são inferiores aos observados por NASCIMENTO et al. (2011), onde obtiveram um decréscimo 35% em CE em semeaduras no decorrer do ano em ambas as safras.

Para o parâmetro massa de 100 grãos (M100) a não irrigação proporcionou redução no peso de grãos na 1ª época safrinha 2013, independente dos híbridos testados, com decréscimo médio de 17%. Na safrinha 2014, na 1ª época, apenas o híbrido AS 1590 demonstrou menor M100, 8% e na 2ª época penas o híbrido AS 1555 demonstrou menor M100, correspondendo a 12% menos que o irriado (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados médios para massa de 100 grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de milho em diferentes épocas nas safrinhas de 2013 e 2014

	Safrinha 2013				Safrinha 2014			
	Massa de 100 grãos (g)							
Sist.	27/fev		27/mar		18/mar		05/abr	
	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555
I	28,01 a A 1	29,24 a A 1	20,13 a A 2	20,84 a A 2	26,37 a A 1	26,46 a A 1	21,07 a B 2	23,66 a A 2
NI	23,72 b A 1	24,02 b A 1	19,53 a A 2	20,42 a A 2	24,18 b A 1	24,92 a A 1	19,10 a A 2	20,77 b A 2
	CV %	Sistema 4,37	Época 3,34	Genótipo 5,92	CV %	Sistema 9,50	Época 7,56	Genótipo 4,93
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)							
Sist.	27/fev		27/mar		18/mar		05/abr	
	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555	AS 1590	AS 1555
I	9051 a A 1	9338 a A 1	4257 a A 2	3931 a A 2	5211 a A 1	4991 a A 1	3197 a A 2	3619 a A 2
NI	6066 b A 1	6482 b A 1	2783 b A 2	2593 b A 2	3930 b A 1	4385 b A 1	3088 a A 2	2815 b A 2
	CV %	Sistema 4,77	Época 6,69	Genótipo 4,51	CV %	Sistema 11,63	Época 16,02	Genótipo 10,19

* Sist. (sistema), I (irrigado) e NI (não irrigado). As médias seguidas pela mesma letra e/ou numero, minúsculas nas colunas, maiúsculas nas linhas e números que comparam as épocas de semeadura, em cada safrinha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à época de semeadura, em ambas as safrinhas as 1ª épocas apresentaram maior M100, independente da irrigação e do híbrido estudado, com medias de 23 e 17% nas respectivas safrinhas, 2013 e 2014 (Tabela 5), o que corroborando com os resultados obtidos por NASCIMENTO et al. (2011), onde observaram um decréscimo de 32% ao avaliarem a massa de 1000 grãos.

Para o parâmetro produtividade de grãos (PG), a ausência da irrigação acarretou em menor PG, independente do híbrido e da época de semeadura na safrinha 2013, com um percentual médio de 33% a menos que o irrigado, correspondente a 32% na 1ª época e 34% na 2ª época (Tabela 5). Os valores de PG obtidos em sequeiro na 1ª época, safrinha 2013 são 2% a mais que os obtidos por FLORES et al. (2013), no mesmo estado e safrinha, com média de 6160 kg ha⁻¹.

Na safrinha 2014, na 1ª época, o sequeiro proporcionou uma PG18%, menor que o irrigado, independente do híbrido. Já na 2ª época apenas o híbrido AS 1555 demonstrou decréscimo na PG, correspondendo a 22% a menos (Tabela 5).

Tais valores são inferiores aos encontrados por Pegorare et al. (2009), em modelo linear para o milho híbrido triplo de ciclo precoce, no mesmo município, onde obteve 61% (2750 kg ha⁻¹) a menos que o irrigado, valor normal segundo os autores para a região de Dourados, MS, e próximos dos obtidos no presente estudo nas épocas tardias dasafrinha 2014 em sequeiro. Já LIU et al. (2012), em estudo sobre o desempenho do modelo Hybrid-Maize, em Shaanxi - China, avaliando o impacto das variáveis meteorológicas com irrigação e chuva, observaram um maior incremento na PG quando não se em restrição hídrica, correspondente a 81%.

Vários autores afirmam que, a menor disponibilidade hídrica esta correlacionada com a redução do tamanho das espigas e da má formação de grãos por espiga, acarretando na menor produtividade da cultura (COSTA et al., 2008; HERNÁNDEZ et al., 2009; Wu et al., 2011; CHUN et al., 2011; SILVA et al., 2012), decorrente da redução na produção e translocação de fotoassimilados com a redução da transpiração estomática.

Já Heinemann et al. (2009), em estudo sobre a deficiência hídrica no Estado de Goiás, observaram um decréscimo de 89%, quando a restrições hídrica ocorreu na fase reprodutiva e terminal, obtendo uma PG média de 7141 kg ha⁻¹. Vale ressaltar que independente do período de restrição hídrica, os autores observaram uma redução média de 42% na PG, o que demonstra que a disponibilidade hídrica

tem maior efeito sob a cultura do milho na segunda safrinha em semeaduras compreendidos entre 20 de janeiro a 1 de março, corroborando com o presente estudo, em que se obteve uma maior PG nas épocas de semeadura de 27 de fevereiro e 18 de março.

Quanto à época de semeadura, obteve-se maior PG nas 1ª épocas de ambas as safrinhas, independente da irrigação e do híbrido estudado (Tabela 5). O que corroborando com os resultados obtidos por NASCIMENTO et al. (2011), onde observaram um decréscimo em PG, conforme o atraso da época de semeadura, obtendo uma variação de 65% na PG, sendo superior aos obtidos no presente estudo, 56% e 31% nas respectivas safrinhas 2013 e 2014.

Segundo Flores et al. (2013), a boa produtividades do milho safrinha no estado do Mato Grosso do Sul pode esta relacionada com as semeadura antecipada e as chuvas ocorrida durante o período de cultivo, o que é consolidado por CRUZ et al. (2010), SHIOGA e GERAGE (2010) e ZUCARELI et al. (2013), os quais relatam que, na safrinha os meses com menor oferta térmica (maio, junho e julho) acarretam no alongamento do ciclo da cultura, afetam o florescimento e o enchimento de grãos, resultando na má formação de espigas e com isso, baixo peso de grãos, sendo também atestado no presente estudo.

Os valores de fotoperíodo e radiação global durante todo o ciclo da cultura safrinha 2013 e 2014 estão esboçados na Figura 6 e foram coletados de uma estação agrometeorológica automática localizada na unidade da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS (GUIA CLIMA, 2016).

O fotoperíodo na 1ª e 2ª época (27/fev e 27/mar) da safrinha 2013 tiveram uma media de 11:25 e 11:06h dia⁻¹, respectivamente, variando de 12,7 á 10,8h dia⁻¹ de fevereiro a junho. Já na safrinha 2014 as medias obtidas foram de 11:11 e 11:03h dia⁻¹ em suas respectivas 1ª e 2ª época (18/mar e 5/abr), variando de 12,11 á 11,28h dia⁻¹ de março a agosto, tendo seu menor fotoperíodo no mês Junho, o que demonstra que nessa safrinha em virtude das época de semeadura o fotoperíodo fez com que as plantas vegetasse por um maior período, prolongado assim seu ciclo e afetando a produtividade, principalmente da 2ª época semeada em 5 de abril (Figura 5 e 6).

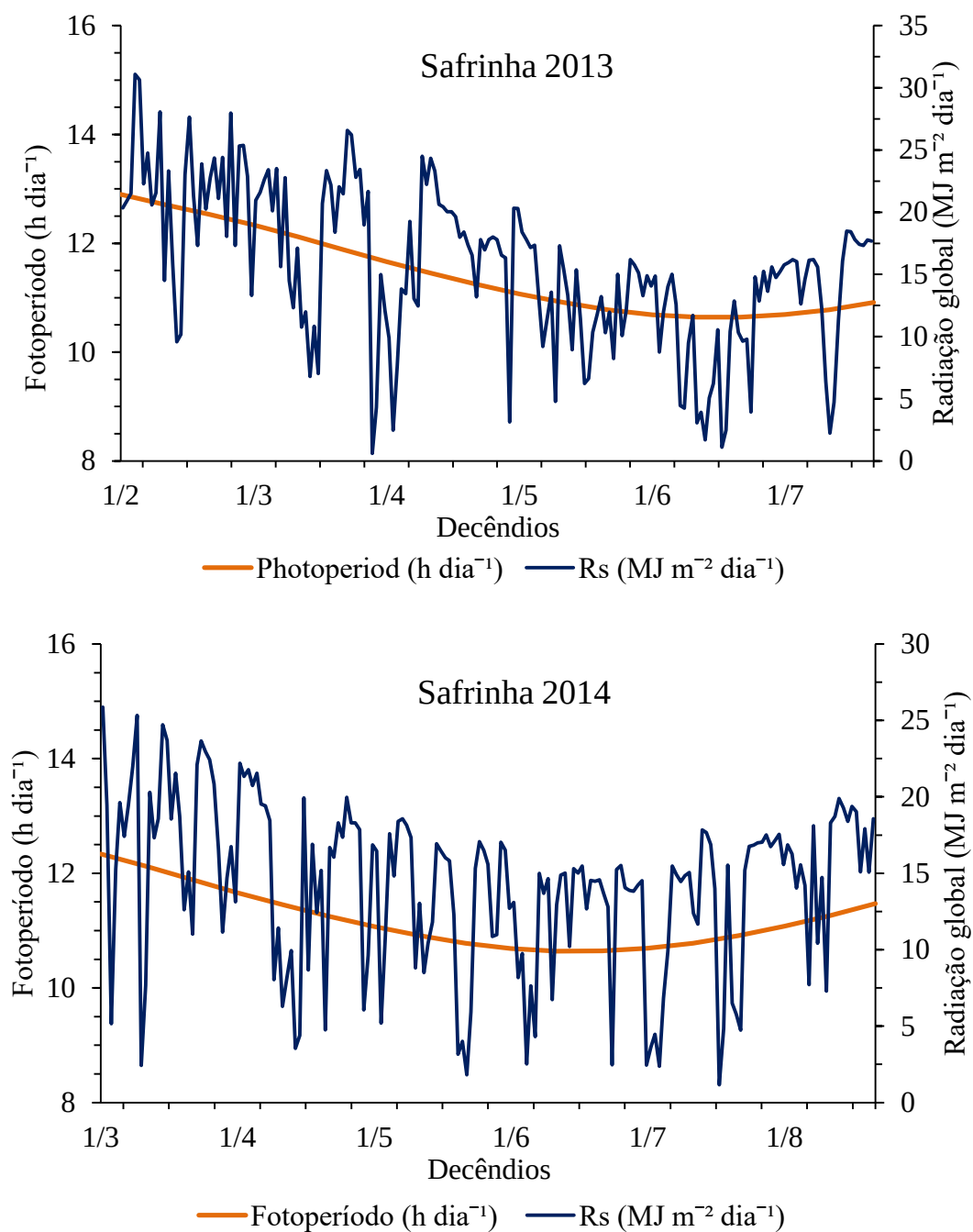


Figura 6. Dados de fotoperíodo (h dia⁻¹) e radiação global (MJ m⁻² dia⁻¹) durante o período de condução do experimento, na safrinha 2013 (1^a e 2^a época de semeadura: 27/fev e 27/mar) e safrinha 2014 (1^a e 2^a época de semeadura: 18/mar e 05/abr).

Para radiação solar, a safrinha 2013 foi a que teve maior índice de radiação global em todo o ciclo da cultura tendo um acumulado de 1776 MJ m⁻² dia⁻¹ na semeadura de 27/fev e 1690 MJ m⁻² dia⁻¹ na de 27/mar, onde os valores mensais de caíram de 605 MJ m⁻² dia⁻¹ em fevereiro para 433 MJ m⁻² dia⁻¹ em julho, com

destaque para o mês de junho, o qual apresentou o menor índice de radiação solar global $296\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ (Figura 6).

Apesar de se ter um menor índice de radiação global safrinha 2014, 1688 e $1772\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ nas respectivas semeaduras de 18/mar e 5/abr, os valores acumulados mensais também de caíram, de 553 para $509\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ de março á agosto, onde o mês de julho teve o menor saldo de radiação ($353\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) (Figura 6).

Pode-se observar que a produtividade obtida na safrinha 2013 foi superior a safrinha 2014, esse resultado pode estar associado, não só com as condições hídricas, mais tambem com a temperatura e intensidade luminosa.

Estudos realizados por HASHEMI et al. (2005), e TOLLENAAR et al. (2006), sobre a diminuição da incidência de radiação na cultura do milho em estádios vegetativo, constataram que quando o estresse hídrico ocorre próximo e durante o florescimento, maior é a redução de espigas por planta, e com isso menor a produtividade.

As semeadura realizadas nas primeiras épocas de ambas as safrinhas (27/fev e 18/mar) se diferirão produtivamente das demais independente da suplementação hídrica, a semeadura de 27/fev proporcionou uma media de 7734kg ha^{-1} , já a de 27/mar teve uma queda de 56% (3391kg ha^{-1}) com saldos acumulados de radiação global de 1776 e $1690\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ respectivamente. Já na safrinha 2014 a semeadura de 18/mar teve uma media de 4629kg ha^{-1} e um saldo de radiação global de $1688\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, enquanto que na de 5/abr obteve-se uma redução de 32,60% (3120kg ha^{-1}) e um saldo de $1772\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$.

Nota-se que nessa época o saldo de radiação é maior mais não corresponde em produtividade, porém, se observamos na Figura 6, os valores de radiação global no decorrer do ciclo da safrinhas/ano foi menores que os da 1ª época, sendo superior apenas no final do ciclo. A disponibilidade de radiação e o tempo de duração esta relacionadas diretamente com a duração de horas luz, ou seja, o fotoperíodo diário ocorrido durante o cultivo.

Rodrigues et al. (2011), relatam que o período de maior aproveitamento da radiação é no pré-florescimento e no enchimento de grãos, sendo portanto os períodos mais críticos para a cultura. Isso se confirma, pois apenas a semeadura de 27/fev, safrinha 2013, apresentou o maior saldo de radiação global $1776\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, tendo também no período reprodutivo o maior índice acumulado $724\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$

(Figura 6), certamente a radiação influencia na produtividade do milho safrinha em especial nas primeiras épocas, onde o fotoperíodo era maior.

Para Bevilacqua (2012), a fixação de CO_2 fornece cerca de 90% da matéria seca da planta, fazendo com que a radiação solar seja essencial para o desenvolvimento do milho, a ausência dela faz com que o processo fotossintético seja inibido resultando na redução da produtividade, a redução de 30 a 40% da radiação por um longo período pode acarretar no atraso na maturação e redução da produção.

Tal afirmativa corrobora como presente estudo, uma vez que as plantas da 2ª época de ambas as safrinhas diferiram seus ciclos (Figura 5), quanto mais tardio a semeadura maior o tempo da cultura no campo, decorrente do acúmulo de graus dias necessário para a indução do florescimento, uma vez que a radiação influencia na temperatura.

Quando se compara as épocas de semeadura (27/fev, 18/mar, 27/mar e 5/abr), independente do ano em questão, é possível observar uma redução linear na produtividade do milho independente da irrigação (Figura 7).

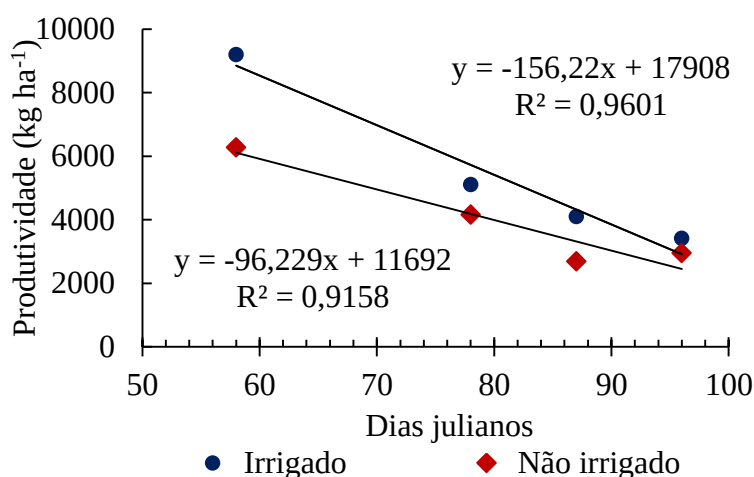


Figura 7. Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) nas épocas, representadas em dias julianos (27/fev: 58dia; 18/mar: 78dia; 27/mar: 87dia e 5/abr: 96dia), Dourados/MS.

Shioga e Gerage (2010), em estudo de épocas de semeadura safrinha, no estado do Paraná, também observaram um efeito linear na PG, com uma redução média de $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Sendo atestado no presente estudo, em que se obteve uma

variação média de $126 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, 5% a mais que o obtido por SHIOGA e GERAGE (2010) (Figura 7).

Cruz et al. (2010), em levantamento de dados na região Centro-Sul do Brasil, observaram rendimentos médios de 5000 a 7000 kg ha^{-1} , em semeadura dentro da época recomendada pelo zoneamento agrícola de risco climático, corroborando com a média nacional, 5716 kg ha^{-1} , e abaixo da média obtida nas datas de semeadura fora do zoneamento agrícola de risco climático (3733 kg ha^{-1}), tais resultados são decorrentes da menor duração dos dias em maio e junho (Tabela 2) e as precipitações reduzidas e irregulares a partir de maio (CRUZ et al., 2010).

Porém, observa-se que, após a data limite para a semeadura do milho segunda safrinha, a irrigação não garante uma boa produtividade devida à menor oferta de radiação, que por sua vez influenciam as temperaturas, conforme se atrasa a semeadura em direção à estação de inverno (Figura 1), resultando em uma menor oferta térmica nos meses de maio, junho e julho, ocasionando o alongamento do ciclo (Figura 5) afetando assim o florescimento e o enchimento de grãos (SHIOGA e GERAGE, 2010).

Assis et al. (2006), em estudo metodológico de estimativa de produtividade, relatam que a combinação de valores adequados de temperatura e radiação solar potencializa a obtenção de elevados valores de produtividade. O período de maior aproveitamento desses fatores é no pré-florescimento e no enchimento de grãos, sendo, portanto os períodos mais críticos para a cultura, uma vez que a redução expressiva desse fator limita as atividades fotossintéticas e a translocação de carboidratos das folhas e colmo para os grãos, resultando em baixo potencial de rendimento de grãos em semeaduras tardias (NASCIMENTO et al., 2011; RODRIGUES et al., 2011; BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

A energia luminosa na forma de radiação solar é convertida em energia química pelos cloroplastos e utilizada pela planta para a realização da fotossíntese bioquímica, tornando então a radiação solar a fonte de energia para os processos fisiológicos da planta (TAIZ e ZEIGER, 2009). O fotoperíodo proporcionou melhor desenvolvimento de plantas e produtividade na semeadura de 27/fev (Figura 7), esse maior período luminoso potencializou o desenvolvimento da cultura do milho em função dela ser uma planta C4, tendo assim outra via de incorporação do gás carbônico, sendo mais eficiente na conversão de energia solar em material vegetal,

resultando em maior produtividade de grãos (TAIZ e ZEIGER, 2009; MARTINOTTO et al., 2006).

Pode-se afirmar então que, a data de semeadura pode influenciar a produtividade mesmo quando não se tem restrição hídrica, basicamente devido a variações de temperatura e da radiação solar incidente (SHIOGA e GERAGE, 2010), uma vez que a quantidade de radiação incidente disponível varia de acordo com sua latitude e altitude e com a época de semeadura da cultura (ALVES et al., 2011; FORSTHOFER et al, 2006).

5. CONCLUSÕES

A semeadura tardia, na safrinha, diminuiu a produtividade de grãos de milho, independente da irrigação e dos híbridos estudados.

A menor radiação disponível e a redução das temperaturas, na fase reprodutiva do milho semeado após o zoneamento agrícola de risco climático reduzem significativamente a produtividade, independentemente da adoção da irrigação, correspondendo a uma média de 3733 kg ha⁻¹, 35% menos que a produtividade média nacional.

Com base nos resultados deste trabalho recomenda-se a irrigação complementar no milho segunda safrinha, semeado apenas no período recomendado pelo zoneamento agrícola de risco climático, independente do ciclo do híbrido utilizado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, V.B.; CECCON, G.; LEITE, L.F. Morfologia e produtividade de híbridos de milho Safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p.152-163, 2013.
- ASSIS, J.P.; DOURADO NETO, D.; REICHARDT, K.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÈRE, R. A. G. Dados climáticos simulados e produtividade potencial do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.731-737, 2006.
- BACKES, R.L.; SOUZA, A.M.; BALBINOT JÚNIOR, A.A.; GALOTTI, G.J.M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agrária**, v.9, p.41-48, 2008.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.
- CHRISTOFIDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.pt.genderandwater.org/page/2762>>. Acesso em: 28 mar. 2014.
- CHUN, J.A.; WANG, Q.; TIMLIN, D.; FLEISHER, D.; REDDY, V.R. Effect of elevated carbon dioxide and water stress on gas exchange and water use efficiency in corn. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, v.151, n.3, p.378–384, 2011.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safrinha brasileira de grãos**, v.3 - Safrinha 2015/16, n.10 - Décimo levantamento, julho 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- COSTA, J.R.; PINHO, J.L.N.; PARRY, M.M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.443–450, 2008.
- CRUZ, J.C.; SILVA, G.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; MAGALHÃES, P.C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.2, p.177-188, 2010.
- DUTRA, C.C.; PRADO, E.A.F.; PAIM, L.R.; SCALON, S.P.Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.2657-2668, 2012.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, DF : Embrapa, 2013. 353 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 4ª ed. Piracicaba: Livrocere, 2004, 360p.

FLORES, A.J.M.; SANTOS, P.R.; RICHETTI, A.; CECCON, G. Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul, em 2013. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12, 2013, Dourados. MS. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 2013. p.1-13.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273p.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A.A. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.399-407, 2006.

FREITAS, L.F; RESENDE, R.; MANTOVANI, E.C.; FRIZZONE, J.A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. **Acta Scientiarum Agronomia**, Maringá, v.26, p.503-511, 2004.

GUIA CLIMA. **Estação da Embrapa Agropecuária Oeste - Dourados/MS - Desde 01/06/1979**. [22°16'30"S, 54°49'00"W, 408m]. Disponível em: < http://www.cpa.embrapa.br/clima/?lc=site/banco-dados/base_dados >. Acesso em: 05 fev. 2016.

HASHEMI, A. M.; HERBERT, S. J.; PUTNAM, D. H. Yield response of corn to crowding stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, p. 839-846, 2005.

HEINEMANN, A.B.; ANDRADE, C.L.T.; GOMIDE, R.L.; AMORIM, A.O.; PAZ, R.L. de. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safrinha normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.4, p.1026-1033, 2009.

HERNÁNDEZ, B.R.; ÁVILA, E.C.; OLÁN, J.J.O.; LÓPEZ, J.F.J.; NAVARRO, L.A.A.; LÓPEZ, E.G. Soil moisture tension and phosphate fertilization on yield components of A-7573 sweet corn (*Zea mays* L.) hybrid, in Campeche, Mexico. **Agricultural Water Management**, Bushland, v.96, n.9, p.1285-1292, 2009.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A.C.; ARF, M.V.; FERRIRA, J.P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v.70 n.2, p.334-343, 2011.

LIU, Y.; YANG, S.J.; LI, S.Q.; CHEN, X.P.; CHEN F. Growth and development of maize (*Zea mays* L) in response to different field water management practices: resource capture and use efficiency. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.150, p.606-613, 2010a.

LIU, Y.; LI, S.Q.; CHEN, F.; YANG, S.J.; CHEN X.P. Soil water dynamics and water use efficiency in spring maize (*Zea mays* L) fields subjected to different water management practices on the Loess Plateau, China. **Agricultural Water Management**, v.97, p.769–775, 2010b.

LIU, Y.; YANG, S.; LI, S.; CHEN, F. Application of the Hybrid-Maize model for limits to maize productivity analysis in a semiarid environment. **Scientia Agrícola**, v.69, n.5, p.300-307, September/October. 2012.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano nacional de agroenergia: 2006-2011**. Brasília, DF, 2005. Disponível em <<http://www.biodiesel.gov.br/index.html>> Acesso em 28 mar. 2014.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agronegócio em números**. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/> > Acesso em 27 mar. 2016a.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **PORT-N-236-MILHO-2-SAFRINHA-MS**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 14 mar. 2016b.

MARTINOTTO, C. OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R. O balanço de carbono nas plantas. In: PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras, 2006, v. 1, p. 50-70.

NASCIMENTO, F.M.; BICUDO, S.J.; RODRIGUES, J.G.L.; FURTADO, M.B.; CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Ceres**, v.58, n.2, p.193-201, mar/abr, 2011.

PEGORARE, A.B.; FEDATTO, E.; PEREIRA, S.B.; SOUZA, L.C.F.; FIETZ, C.R.; Irrigação suplementar no ciclo do milho "safrinha" sob plantio direto. Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.262–271, 2009.

GOMES, F. P. Curso de Estatística Experimental, São Paulo: ESALQ/USP, 1985, 467p.

RENATO, N.S.; SILVA, J.B.L.; SEDIYAMA, G.C.; PEREIRA, E.G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.4, p.382-388, 2013.

RODRIGUES, L.R.; SILVA, P.R.F.; FERREIRA, P.R. (Org.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safrinhas 2011/2012 e 2012/2013**. 1. ed. Porto Alegre: Fepagro, 2011. 140 p.

SANGOI L.; ALMEIDA M.L.; LECH V.A.; GRACIETTI L.C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.271-276, 2001.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages, SC. Graphel, 96p., 2007.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.181, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.023>

SHIOGA, P.S.; GERAGE, A.C. Influência da época de plantio no desempenho do milho safrinha no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.236-253, 2010.

SILVA, M.R.R.; VANZELA, L.S.; VAZQUEZ, G.H.; SANCHES, A.C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho. **Irriga**, Botucatu, p.170-180, 2012. (Edição Especial)

SILVA, A.R.A.; BEZERRA, F.M.L.; LACERDA, C.F.; PEREIRA, J.V.; FREITA, C.A.S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.86-93, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TOLLENAAR, M.; DENN, W.; ECHART, L.; LIU, W. D. Effect of crowding stress on dry matter accumulation and harvest index in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, p. 930-937, 2006.

VAN GENUCHTEN, M. TH. A Closed Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, n.5, p.892-898, 1980.

WU, Y.; HUANG, M.; WARRINGTON, D.N. Growth and transpiration of maize and winter wheat in response to water deficits in pots and plots. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v.71, n.1, p.65–71, 2011.

ZUCARELI, C.; OLIVEIRA, M.A.; SPOLAOR, L.T.; FERREIRA, A. S. Desempenho agronômico de genótipos de milho de segunda safrinha na região norte do Paraná. **Scientia Agrária Paranaensis**, v.12, n.3, p.227-235, jul./set. 2013.