

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

INTERFERÊNCIA DA LUZ DIFUSA EM ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NA CULTURA DO MILHO

JANAINA BERNARDO ALVES

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Brasília-DF
Setembro/2024

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

INTERFERÊNCIA DA LUZ DIFUSA EM ESTÁDIOS FENOLÓGICOS NA CULTURA DO MILHO

Janaina Bernardo Alves
Matrícula: 19/0109203

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

_____
Professor Dr. Marcelo Fagioli
Universidade de Brasília – UnB
Orientador

_____
Engenheira Agrônoma MSc. Bárbara Soares Aires França
Doutoranda em Agronomia
Examinadora

_____
Engenheira Agrônoma MSc. Beatriz Calixto da Silva
Doutoranda em Agronomia
Examinadora

FICHA CATALOGRÁFICA

AAL474i

Alves, Janaina Bernardo.
Interferência da luz difusa em estádios fenológicos na cultura do milho / Janaina Bernardo Alves; orientador Marcelo Fagioli. -- Brasília, 2024.
29 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2024.

1. Zea mays L.. 2. fases de crescimento. 3. radiação solar. 4. nitrogênio e cobertura. 5. sombreamento. I. Fagioli, Marcelo, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, J.B.; **Interferência da luz difusa em estádios fenológicos na cultura do milho.** 2024. 29f. Monografia (Graduação - Agronomia) – Universidade de Brasília, 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Janaina Bernardo Alves
Título da Monografia de Conclusão de Curso: Interferência da luz difusa em estádios fenológicos na cultura do milho.

Grau: 3º **Ano:** 2024

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

_____

Janaina Bernardo Alves
Matrícula: 19/0109203
E-mail: janaina.bernardo2001@gmail.com

DEDICATÓRIA

À Deus, meus pais e ao Victor Guilherme, cujo o apoio foi fundamental nesse processo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, familiares e todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador, Marcelo Fagioli, que colaborou demais com esse trabalho desde a ideia, execução até suprimento de materiais.

SUMÁRIO

RESUMO iv
1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVO 2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
3.1. Importância econômica da produção de milho 3
3.2. Fenologia da planta de milho 4
3.3. Instalação da lavoura de milho 8
3.4. Aspectos climáticos importantes na produção de milho 9
3.4.1. Radiação solar 9
3.4.2. Demanda de água pela planta 10
3.4.3. Temperaturas exigidas pela cultura de milho 10
4. MATERIAL E MÉTODOS 12
4.1. Localização da área experimental 12
4.2. Condições climáticas 12
4.3. Genótipo utilizado 13
4.4. Descrição experimental 13
4.4.1. Instalação de área 13
4.4.2. Tratamentos experimentais 14
4.4.3. Avaliações experimentais 14
4.4.4. Avaliações em campo 15
4.4.5. Avaliações em Laboratório 17
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 20
6. CONCLUSÕES 27
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 28

RESUMO

O milho tem a luz solar como fator fundamental para desenvolvimento da cultura, onde 90% da matéria seca é produzida pela fotossíntese, além de ser altamente exigente em nitrogênio, o que pode limitar o desenvolvimento e causar baixa qualidade e baixo rendimento dos grãos. O trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência da luz difusa em estádios fenológicos e seu impacto nas características morfoagronômicas da planta de milho. O experimento foi montado em um delineamento em blocos causualizados com 5 repetições e 5 tratamentos: T1) testemunha; T2) V6-V9; T3) V10-VT; T4) VT-R2; e T5) R3-R6, sendo que cada um foi submetido ao sombreamento de 50% simulando a luz difusa, sendo metade com subparcelas de com 1 ou 2 adubações de cobertura. As avaliações experimentais foram: altura da planta e inserção; diâmetro da espiga e do colmo; tamanho da espiga; temperatura das folhas; clorofila; número de fileiras e grãos; teor de água; e produtividade. Interpretando os resultados estatísticos, pode-se concluir que a ocorrência da luz difusa pode interferir negativamente em algumas características morfoagronômicas da planta de milho; o sombreamento interfere na altura da inserção da espiga e no diâmetro da espiga quando ocorre de V6-VT; o teor de clorofila reduziu o impacto do sombreamento no estádio de R1-R3, junto com a aplicação de subparcelas de nitrogênio; apesar da produtividade não apresentar diferença significativa, a ocorrência da luz difusa mostra uma tendência de redução .

Palavras-chave: *Zea mays* L., fases de crescimento, radiação solar, nitrogênio e cobertura, sombreamento.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.*)* é uma cultura com larga escala de produção que desempenha um importante papel na economia, desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O Brasil na safra 2022/2023 foi o maior exportador mundial com 56 milhões de toneladas. A CONAB (2024) divulgou que a produção na safra 2023/2024 foi de 298,41 milhões de toneladas, 8,2% inferior à safra anterior em consequência da intensidade do fenômeno climático El Niño.

O milho de segunda safra ou safrinha é plantado em sequeiro com intuito de aproveitar as condições climáticas favoráveis após a colheita da primeira safra. A época de semeadura deve estar dentro da janela recomendada para região pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático, assim a cultura tende a não apresentar fatores de estresse que causam prejuízos.

Por mais que a planta de milho seja considerada fotoneutra, isto é planta de fotoperíodo neutro, a luz é fundamental na produtividade do milho safrinha, pois irá influenciar na taxa fotossintética. O milho é uma planta de metabolismo C4 o que a torna uma das espécies de maior eficiência fotossintética, e a radiação solar é a fonte principal de energia para o desenvolvimento dos processos fisiológicos que tem seu maior aproveitamento na fase de enchimento dos grãos. A luz difusa na cultura do milho ocasiona a redução do sincronismo entre emissão do pendão e da espiga, além do tamanho e peso dos grãos.

A temperatura ótima no desempenho da cultura varia de 10 a 30° C conforme o estádio fenológico que encontra. A planta exige um acúmulo de energia (graus dias) necessária para as etapas de crescimento e desenvolvimento. A energia é obtida pela soma térmica que a planta necessita do seu plantio até o florescimento, calculado pelas temperaturas máximas e mínimas diárias. As cultivares precoces apresentam uma exigência térmica de 890 a 1200 GD.

O milho é uma cultura bastante exigente em água, nos estádios fenológicos iniciais em clima quente e seco, normalmente, é necessário 2,5 mm/dia e entre o espigamento e maturação pode ser entre 5 a 7,5 mm/dia. Porém, caso ocorra temperatura elevada e umidade do ar muito baixa, o consumo/dia pode chegar a 10 mm.

O presente trabalho avaliou o desempenho do híbrido de milho na segunda safra sob influência do sombreamento de 50% nos estádios fenológicos de V6-V9; V10-VT; VT-R1; e R3-R6 e analisou os efeitos estruturais da planta e produtividade.

2. OBJETIVO

Avaliar a ocorrência da luz difusa em estádios fenológicos e seu impacto nas características morfoagronômicas da planta de milho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Importância econômica da produção de milho

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grãos como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60% a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (EMBRAPA, 2021).

Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões de baixa renda. Em algumas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação. Por exemplo, no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semi-Árido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico para sua culinária (EMBRAPA, 2021).

A importância do milho ainda está relacionada ao aspecto social, grande parte dos produtores não são altamente tecnificados e não possui grandes extensões de terras, mas dependem dessa produção para viver. Isto pode ser constatado pela quantidade de produtores que consomem o milho na propriedade. Segundo dados do IBGE, 59,84% dos estabelecimentos que produzem milho consomem a produção na propriedade. Apesar desse alto percentual de estabelecimentos que consomem o grão internamente, estes representam apenas 24,93% da produção nacional de milho. Pode-se, portanto, afirmar que há uma clara dualidade na produção do cereal no Brasil. De um lado, uma grande parcela de pequenos produtores que não se preocupam com a produção comercial e com altos índices de produtividade. De outro, uma pequena parcela de grandes produtores, com alto índice de produtividade, usando mais terra, mais capital e mais tecnologia na produção de milho (EMBRAPA, 2021).

Como se pode notar, a importância do milho não está apenas na produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (EMBRAPA, 2021).

3.2. Fenologia da planta de milho

Fenologia é o estudo do sincronismo e duração dos eventos periódicos da vida da planta em função da sua reação às condições de ambiente, de forma a permitir o estabelecimento de correlações entre os eventos fisiológicos da vida vegetal com as características morfológicas apresentadas pela planta no momento da avaliação (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2002).

Normalmente, as escalas fenológicas de culturas são constituídas por conjuntos de números e letras, associados aos estágios do desenvolvimento das plantas. Esse sistema padroniza as terminologias utilizadas facilitando a identificação dos estágios e a comunicação entre pesquisadores, técnicos, engenheiros agrônomos, estudantes e agricultores em seus mais variados locais de produção. (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2006).

a) Estádio V0 (semeadura/emergência)

A radícula, primeira estrutura a salientar-se da semente em germinação, é representada pela raiz primária que se alonga rapidamente, seguida das raízes seminais, emergidas do nó cotiledonar. A germinação das sementes implica na disponibilidade de oxigênio, água, temperatura adequada e giberelina (sintetizada, inicialmente, pelo embrião). Em condições favoráveis, a emergência das plântulas de milho ocorrerá entre 6 a 10 dias após a semeadura (FANCELLI, 2013; BORÉM et al., 2017).

b) Estádio V1 (primeira folha totalmente expandida)

Neste estágio ocorre também o surgimento das raízes nodais. Nos estágios iniciais podemos visualizar duas folhas enroladas formando o "cartucho", que são um conjunto de tecidos foliares em desenvolvimento (não apresentam o colar visível) (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2006).

c) Estádio V2 (segunda folha completamente expandida)

Ou seja, com colar visível. A iniciação das folhas continua internamente e a expansão do sistema radicular continua (RIBEIRO et al., 2020, BORÉM et al., 2017).

d) Estádio V3 (terceira folha com o colar visível)

As raízes seminais e nodais podem apresentar o mesmo comprimento se não houver limitações físicas, químicas e de umidade do solo. Desenrolando os tecidos foliares em desenvolvimento (cartucho) e abaixo da superfície do solo, já pode ser visto o ponto de crescimento (RIBEIRO et al., 2020; FANCELLI, 2013).

e) Estádio V4 (planta com 4 folhas totalmente desdobradas)

O estádio V_4, em condições normais, coincide com a segunda semana após a emergência da planta, onde o meristema apical inicia seu aparecimento acima da superfície do solo. No estádio de quatro folhas (V_4) tem início o processo de diferenciação floral, o qual origina os primórdios da panícula e da espiga, que se estende até a 6ª folha, culminando na definição do potencial de produção (FANCELLI, 2013; RIBEIRO et al., 2020).

f) Estádio V6 (sexta folha com o colar visível)

Desenrolando os tecidos foliares que formam o cartucho, com bastante cuidado, pode-se visualizar o pendão nos estágios iniciais, porém sua diferenciação ocorreu em V4. Conforme retiramos as folhas da planta, podemos ver também a inflorescência feminina (espiga) se formando em alguns nós do colmo, pois também iniciou a diferenciação no estágio V4, um pouco após a diferenciação do pendão (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2002).

g) Estádio V8 (planta com 8 folhas)

Este estádio coincide, frequentemente, com a quarta ou quinta semanas após a emergência, sendo caracterizado pelo crescimento do colmo (em diâmetro), pela aceleração do processo de formação da inflorescência masculina e pela presença de 8 folhas desdobradas (indicativa deste estádio) (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2006).

Para o milho, o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente na formação dos grãos (nos 15/20 dias seguintes ao florescimento) principalmente em condições de emergência (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2002).

h) Estádio V9 (nona folha com o colar visível)

O pendão é facilmente identificado ao desenrolar os tecidos do cartucho. O desenvolvimento das espigas ocorre a partir de cada nó ao longo do colmo, podendo ser visualizadas ao retirar as folhas e a bainha da planta. Porém, apenas uma espiga por planta irá completar o crescimento, a qual está posicionada no terço médio do colmo. Esta, exerce dominância apical sobre as demais espigas e se a retirarmos, consequentemente, a que está logo abaixo dela, no nó oposto irá se desenvolver (RIBEIRO et al., 2020; BORÉM et al., 2017).

i) Estádio V12 (planta com 12 folhas)

O estádio V12, normalmente, coincide com a sétima/oitava semana após a emergência, sendo caracterizado pela presença de 80%-90% da área foliar e pela confirmação do tamanho e do número de espigas da planta. Ainda nesse período, além da alta taxa de crescimento evidenciada pela planta, além do pendão e espiga, pode ocorrer também a perda de duas a quatro folhas mais velhas, bem como o início de desenvolvimento das raízes adventícias aéreas ("esporões"), a partir do primeiro nó da planta localizado rente ao solo. Aproximadamente, sete a oito semanas após a emergência, o pendão atinge o seu desenvolvimento máximo, ao mesmo tempo em que se inicia o crescimento dos estilos-estigma, comumente conhecidos como "cabelo" do milho, que mais tarde propiciarão a fecundação dos óvulos pelos grãos de pólen (FANCELLI, 2013; BORÉM et al., 2017).

j) Estádio VT (emissão do pendão)

Esta etapa de desenvolvimento da planta, normalmente, coincide com 8ª/9ª e até a 10ª semana após a emergência e, caracteriza-se pelo aparecimento parcial do pendão ou "flecha" e pelo crescimento acentuado dos estilos-estigma da espiga (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2002).

As plantas em VT já chegaram ao seu tamanho máximo e possuem todas as suas folhas com os colares formados, ou seja, já atingiram sua altura final e o número final de folhas (Vn) e, consequentemente a máxima área foliar (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2006).

k) Estádio R1 (florescimento e polinização)

Durante a 9ª/11ª semana após a emergência das plantas, inicia-se normalmente o florescimento, cessando a elongação do colmo e dos internódios. Nesse estádio, as espigas expõem seus estilos-estigma que continuam a crescer até que os mesmos sejam polinizados, dando sequência ao processo de fecundação do óvulo. O "cabelo" do milho aparece durante período aproximado de 3 a 5 dias, sendo receptivos imediatamente após a sua emissão, podendo assim permanecer por até 14 dias, desde que mantidas as condições favoráveis à sua viabilidade (Temperatura entre 16 e 35C e URar>60%) (FANCELLI, 2013; BORÉM et al., 2017).

l) Estádio R2 (grãos bolhas)

O referido estádio, normalmente, ocorre 12 a 20 dias após o início da polinização, sendo caracterizado pelo início do processo de acúmulo do amido no

endosperma dos grãos, contribuindo assim para o incremento de seu peso seco (FANCELLI, 2013). Os grãos da espiga assemelham-se a bolhas. Na parte interna do grão há um líquido claro. Os estilo-estigmas apresentam coloração marrom, pois começam a secar (RIBEIRO et al., 2020; BORÉM et al., 2017).

m) Estádio R3 (grãos leitosos)

Neste estádio, 18 a 30 dias após a emissão dos estilos-estigma, as sementes continuam se desenvolvendo rapidamente, embora suas estruturas embriogênicas encontrem-se já totalmente diferenciadas. A deposição de amido é bastante acentuada, caracterizando, desta feita, um período exclusivamente destinado ao ganho de peso por parte do grão (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2002). Presença de um líquido branco no interior dos grãos. Este líquido pode ser visto quando os grãos são levemente pressionados. (RIBEIRO et al., 2020; FANCELLI, 2013).

n) Estádio R4 (grãos pastosos)

Este período coincide, normalmente, com o período compreendido entre 35 e 40 dias após o início da polinização, sendo caracterizado pelo aparecimento da concavidade na parte superior do grão, comumente designada de "dente" (válido para genótipos de grãos moles ou dentados). Nesta etapa, os grãos se encontram em fase de transição, do estado pastoso para o farináceo, tornando-se cada vez mais endurecidos. Para genótipos portadores de grãos duros, em virtude da não formação do "dente", os estádios R4 e R5 tornar-se-ão de difícil constatação em condições de campo, podendo apenas ser relacionados ao aumento gradativo da dureza dos grãos (FANCELLI, 2013; RIBEIRO et al., 2020).

o) Estádio R5 (grãos farináceos-duros)

Neste estádio, 42 a 55 dias após a emissão dos estilos-estigma, todos os grãos encontram-se "dentados", além de se constatar acelerada perda de água em toda a planta. O período de transição entre os estádios R4 e R5 coincide com o momento ideal de corte do milho para silagem, pois as plantas apresentam entre 30 e 35% de matéria seca, os grãos encontram-se no início do estado farináceo-duro e a "linha-de-leite" já ultrapassou a metade do grão (FANCELLI, 2013; EMBRAPA, 2002).

p) Estádio R6 (maturidade fisiológica)

Na última etapa de desenvolvimento, aproximadamente, 45 a 60 dias após início da polinização, evidencia-se a paralisação total de acúmulo de matéria seca nos grãos, coincidindo com o processo de senescência natural das folhas das plantas, as quais gradativamente começam a perder a sua coloração verde característica. Este

estádio, comumente designado por ponto de maturidade fisiológica, é caracterizado pela manifestação do máximo peso da matéria seca dos grãos e máximo vigor das sementes, sendo facilmente reconhecido pela presença da "camada negra", formada no ponto de inserção do grão com o sabugo. A partir deste momento, rompe-se o elo de ligação entre a planta-mãe e o fruto, passando o mesmo a apresentar vida independente, necessitando para tanto, de energia prontamente disponível, resultante da queima gradativa de suas reservas, objetivando a manutenção de seus processos vitais (FANCELLI, 2013; BORÉM et al., 2017).

Conclui-se, portanto, que o ponto de maturidade fisiológica caracteriza o momento ideal para a colheita, em função da máxima produção (máxima massa da matéria seca) e máximo vigor das sementes concentradas neste estádio (FANCELLI, 2013; RIBEIRO et al., 2020).

3.3. Instalação da lavoura de milho

A época preferencial de semeadura do milho para cada ambiente de produção é aquela que faz coincidir a fase de maior índice de área foliar com os dias mais longos do ano (maior disponibilidade de radiação solar), desde que não ocorra limitação hídrica. Assim, a época de semeadura deve ser definida de forma que a maior quantidade de radiação solar incidente coincida com a fase crítica para a cultura (fase VT-R5). Em lavouras onde não há possibilidade de irrigação, a escolha da época de semeadura adequada visando atingir altas produtividades, deve também considerar a quantidade e distribuição das chuvas durante o ciclo de desenvolvimento das plantas de milho (RIBEIRO et al., 2020; BORÉM et al., 2017).

O Brasil possui condições de clima e solo para o cultivo de milho em todas as regiões. A produção ocorre em diferentes épocas, frente às condições climáticas das regiões, o que permite a produção de duas safras, denominadas de primeira e segunda safra. Na maioria das regiões produtoras, a primeira safra é semeada entre os meses de setembro e dezembro, enquanto a segunda safra é semeada de janeiro a abril, quase sempre depois da cultura da soja, principalmente na região Centro-Oeste (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2008).

Diversos trabalhos têm mostrado tendência de maiores produções de grãos em espaçamentos mais estreitos (45 e 50 cm), principalmente com os híbridos atuais, que são de porte mais baixo e arquitetura mais ereta. Essa redução no espaçamento resulta também em maior peso de grãos por espiga. Esse comportamento se deve as

variedades de milhos atuais terem características de porte mais baixo, melhor arquitetura foliar e menor massa vegetal, o que permite cultivos mais adensados em espaçamentos mais fechados. Devido a essas características, esses materiais exercem menores índices de sombreamento e captam melhor a luz solar. (EMBRAPA, 2010; EMBRAPA, 2008)

3.4. Aspectos climáticos importantes na produção de milho

3.4.1. Radiação solar

A radiação solar é a fonte de energia para todos os processos físicos, químicos e biológicos relacionados ao desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017). A superfície terrestre também emite radiação, mas na forma de ondas longas, o que gera perda de energia. O balanço entre a radiação solar e terrestre resulta no saldo de radiação, o qual representa a quantidade de energia que pode ser utilizada para a realização dos processos na superfície, como a fotossíntese, a evapotranspiração e o aquecimento do ar e do solo. O milho é uma das plantas de maior eficiência fotossintética, sendo capaz de produzir mais que outras espécies com a mesma disponibilidade de radiação solar, devido ao seu metabolismo fotossintético C_4. Além disso, o melhoramento genético vem selecionando plantas com folhas mais eretas em sua arquitetura. Esta característica morfológica possibilita maior entrada de radiação solar no dossel, alcançando o terço inferior, reduzindo assim, o auto sombreamento e aumentando a eficiência no uso de radiação solar (RIBEIRO et al., 2020, EMBRAPA, 2002).

No Brasil, as regiões Sul e Centro-Oeste apresentam elevada irradiância durante os meses de novembro a fevereiro, a qual pode ser representada pelo brilho solar máximo, sendo essa, a principal variável para definição dos elevados potenciais produtivos dessas regiões. A oscilação deste fator ao longo do ano está associada à latitude, de acordo com duração do dia, e ocorrência de dias nublados (RIBEIRO et at., 2020, BORÉM et al., 2017).

Em anos ou épocas do ano com baixa incidência de radiação solar, devido à alta nebulosidade, a radiação é um fator limitante para altas produtividades. Dependendo da fase de desenvolvimento da cultura com restrição de radiação solar, a perda de produtividade pode ser de até 50% (RIBEIRO et al., 2020; FANCELLI, 2013).

3.4.2. Demanda de água pela planta

O consumo de água necessário para o desenvolvimento e crescimento da planta de milho é dependente do estágio de desenvolvimento. Em média o consumo de uma cultivar com duração de 120 dias é de 439-534 mm, sendo que na fase do pendoamento ao enchimento dos grãos (VT-R3) ocorre a maior demanda de água durante todo o ciclo da cultura (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2006).

O milho é uma cultura caracterizada pela sua sensibilidade ao déficit hídrico e as fases de maior exigência são a emergência, o florescimento (fase extremamente sensível) e a formação de grãos (BERGAMASCHI et al., 2006; EMBRAPA, 2008).

O déficit hídrico promove também alterações morfológicas na cultura do milho, como o enrolamento foliar, senescência prematura das folhas e diminuição do crescimento da planta em altura e biomassa. Se o déficit hídrico ocorrer na fase mais crítica da cultura, ou seja, entre a pré-floração e o início do enchimento de grãos, a produtividade pode ser reduzida drasticamente, pois a formação do grão e seu enchimento podem não ocorrer. Uma forma de visualizar esses efeitos a campo é através da verificação da presença de espigas de tamanho menor que o normal, podendo haver falhas no enchimento de grãos, principalmente na parte superior da espiga (ponta), visto que o enchimento de grão inicia na base da espiga (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2002).

3.4.3. Temperaturas exigidas pela cultura de milho

As temperaturas do ar, da água e/ou do solo têm efeito direto nas reações metabólicas das plantas, sendo um fator determinante no crescimento e no desenvolvimento vegetal. Apesar de não fornecer energia de forma direta, como a radiação solar, possui a capacidade de acelerar (altas temperaturas) ou desacelerar (baixas temperaturas) as reações e atividades biofísicas e bioquímicas das plantas (RIBEIRO et al., 2020; BORÉM et al., 2017).

Nos Estados do Mato Grosso e Goiás, onde a temperatura média mensal de agosto a fevereiro tem menor variação, o ciclo total é semelhante em todos os meses. No Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, a semeadura em agosto e setembro resulta em alongamento do ciclo, em função da ocorrência de temperaturas médias mais baixas nestes meses, quando comparadas ao MT e GO, fazendo com que a planta necessite de mais dias para acumular unidades de calor. Vale ressaltar que, semeaduras nesses meses, por apresentarem um baixo acúmulo de chuva para estas regiões, podem causar danos às plantas por déficit hídrico na fase inicial do desenvolvimento da cultura. O mesmo ocorre com a semeadura em fevereiro nestes

locais, onde há um alongamento da fase reprodutiva, que inicia no mês de junho, junto com temperaturas do ar mais amenas (RIBEIRO et al., 2020).

Em geral, quando a temperatura permanece abaixo de 10 °C por longos períodos, o crescimento da planta é quase nulo, assim como, quando ocorrem dias sucessivos com temperaturas acima de 34 °C. A ocorrência de temperaturas elevadas durante a fase de polinização resulta na perda de viabilidade do pólen e redução da taxa de fertilização dos óvulos, ocasionando falhas na espiga (RIBEIRO et al., 2020; EMBRAPA, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

O experimento em campo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL), localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita que faz parte da região administrativa do Park Way, situada a uma altitude de 1.100 m, entre as coordenadas 15º56’ S e 47º58’ W Gr, no Distrito Federal.

4.2. Condições climáticas

As temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) (Figura 1) durante o período do experimento foram registradas pela Estação Meteorológica Automática do Laboratório de Agroclimatologia localizada na FAL, altitude de 1.080 m, entre as coordenadas 15º56’ S e 47º56’ W Gr.

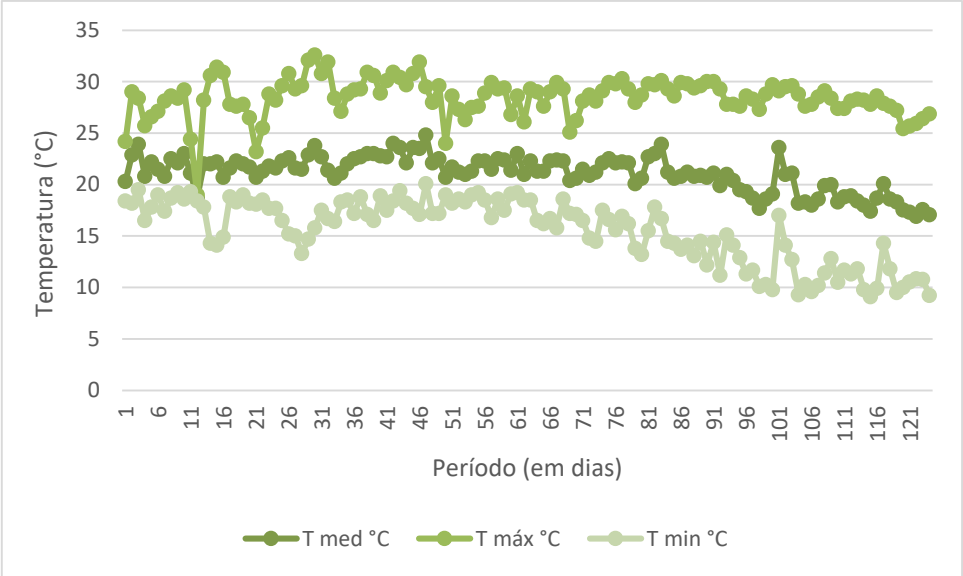


Figura 1. Temperaturas durante o período experimental (AGROCLIMA,2024).

A precipitação diária durante o período do experimento também foi registrada pela Estação Meteorológica Automática do Laboratório de Agroclimatologia da fazenda, e esses dados geraram o gráfico pluviométrico do período (Figura 2).

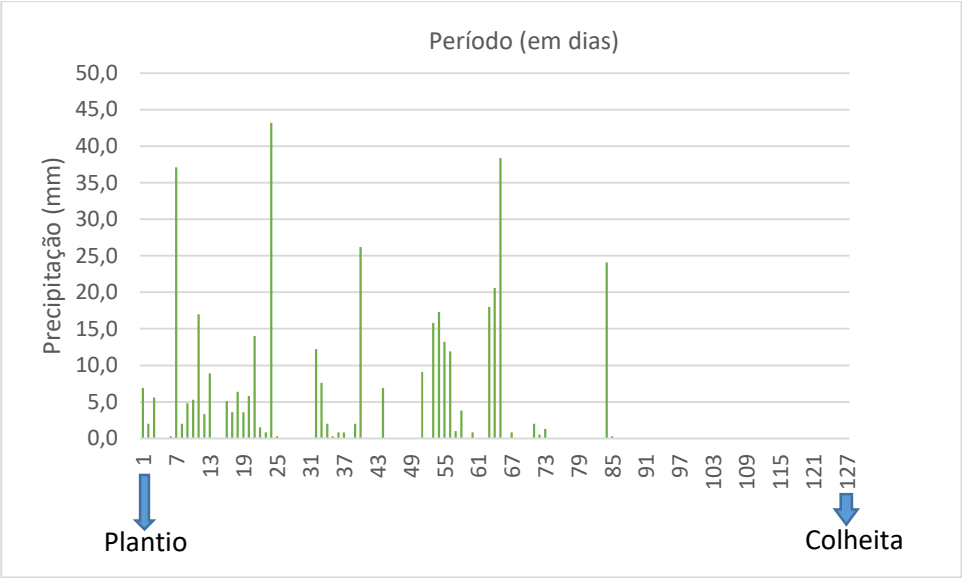


Figura 2. Precipitação durante o período experimental (AGROCLIMA,2024).

4.3. Genótipo utilizado

O FEROZ VIP3 (SYN8A98 TLTG VIPTERA) é um material de ciclo precoce, de grão duro e alaranjado, com colmo/raiz excelente e finalidade para grão e silagem (SYNGENTA, 2024)

4.4. Descrição experimental

4.4.1. Instalação de área

O experimento foi executado dentro de uma área de 1 hectare, sendo definida com 225 m^2 a área total, que foi disposta em blocos causalizados com 5 parcelas subdivididas em 5 repetições, composta por 6 fileiras. O plantio foi realizado em 31/01/2024 com adubação de semeadura com 300 kg/ha de 4-16-30 e após emergência o levantamento de populações feita a cada 4 metros em 10 repetições, resultando em 63.000 plantas no hectare.

Após 28 dias da emergência, no dia 04/03/2024, foi feita a 1ª cobertura mecanizada com 6 sacos de 20-05-20 e ½ saco de ureia, totalizando em 142,5 kg de N/ha; 30 kg de P/ha; e 120 kg de K/ha. E no dia 14/03/2023 as 3 primeiras linhas foram adubadas manualmente com 21g de N cada, razão essa dada com a pretensão de gerar uma diferença de 60 kg/ha de N. Logo, as 3 primeiras linhas de cada parcela contendo 202,5 kg de N/ha e as 3 linhas subsequente contendo 142,5 kg de N/ha.

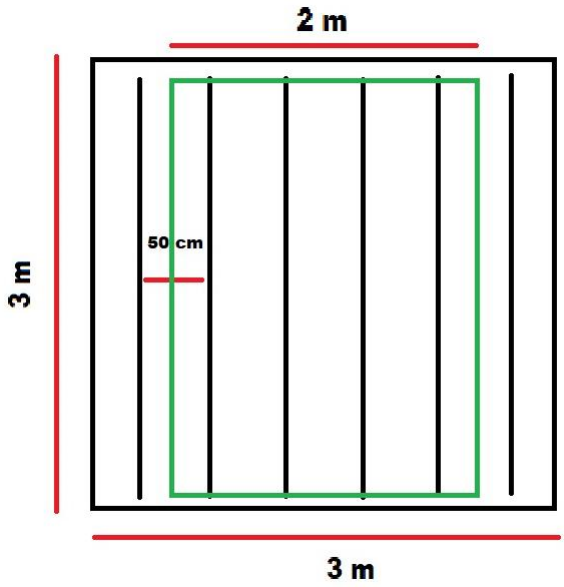


Figura 3. Croqui da subparcela.

4.4.2. Tratamentos experimentais

O sombreamento de 50% foi obtido empregando o material de tela trançada chamado sombrite com 50% de passagem de luz, colocado sobre cada parcela nos seguintes estágios fisiológicos, respectivamente, V6-V9; V10-VT; VT-R2; e R3-R6. Respeitando o mínimo de 2 dias após colocado o sombrite para ser feita a primeira avaliação da parcela e a segunda ao final do estágio fenológico do tratamento.

4.4.3. Avaliações experimentais

Os dados coletados nas duas avaliações realizadas em cada tratamento foram de clorofila, temperatura e altura das plantas com auxílio do clorofilômetro, termômetro e trena, respectivamente, sendo cada amostra com 10 plantas por repetição.

Ao final do experimento, em R6, foram feitas avaliações de todos os 5 tratamentos e colhido os dados de clorofila; diâmetro da base do colmo com paquímetro; altura da inserção da espiga; e número de espigas por plantas. As espigas das parcelas foram colhidas no dia 05/06/2024, concluindo 127 dias de ciclo. A cada subparcela foram retiradas 5 espigas com adubação de 202,5 kg de N/ha e 5 espigas com adubação de 142,5 kg de N/ha.

Após despalha, secagem natural e debulha no dia 17/06/2024 foi iniciado as análises laboratoriais com mensuração do diâmetro e tamanho da espiga; número de fileiras e grãos por espigas; peso de 100 sementes; e teor de água dos grãos.

Os tratamentos em campo tiveram diferentes níveis de altura, em relação ao sombrite, conforme o crescimento e desenvolvimento da cultura. E as avaliações de clorofila foram sempre feitas na folha mediana; a de temperatura foi feita na última folha aberta ao longo do estágio vegetativo e no estágio reprodutivo na folha mediana; e por fim a altura foi feita da base do colmo a última folha, tanto no vegetativo como no reprodutivo.

4.4.4. Avaliações em campo

Os 5 tratamentos definidos no experimento foram T1) Testemunha; T2) V6-V9; T3) V10-VT; T4) VT-R2; e T5) R3-R6. A testemunha não foi submetida ao sombreamento do sombrite em nenhuma das suas fases fenológicas e nem da segunda parcela de adubação de cobertura, adubação manual descrita anteriormente.

Sobre a segunda parcela foi iniciado o segundo tratamento que foi submetido ao sombreamento no dia 07/03/2024, colocado inicialmente na altura de 90 cm, altura a qual a planta se encontrava em V6 (6 folhas totalmente expandidas), e conforme seu crescimento o sombrite também era reposicionado. No dia 25/03/2024 a planta já se encontrava em V9 (9 folhas completamente expandidas), então foi feita a última avaliação e retirado o sombreamento da parcela (Figura 3).

No dia 29/03/2024 a terceira parcela foi submetida ao terceiro tratamento, colocado o sombrite inicialmente na altura de 170 cm, altura a qual a planta se encontrava em V10 (10 folhas totalmente expandidas), e conforme seu crescimento o sombrite também era reposicionado. No dia 09/04/2024 a planta já se encontrava em VT (pendoamento), então foi feita a última avaliação e retirado o sombreamento da parcela (Figura 4).

Posteriormente, no mesmo dia, a quarta parcela foi submetida ao quarto tratamento, colocado o sombrite na altura de 210 cm, altura a qual a planta se encontrava em VT (pendoamento), e conforme seu crescimento o sombrite era reposicionado. No dia 25/04/2024 a planta já se encontrava em R2 (polinização), então foi feita a última avaliação e retirado o sombreamento da parcela (Figura 5).

E por fim, no dia 30/04/2024 a quinta, e última parcela, foi submetida ao quinto tratamento, colocado o sombrite na altura de 225 cm, altura a qual a planta se encontrava em R3 (grão leitoso), e conforme seu crescimento o sombrite também era reposicionado. No dia 16/05/2024 a planta já se encontrava em R6 (grãos maduros fisiologicamente), então foi feita a última avaliação e retirado o sombreamento da parcela (Figura 6).



Figura 4. Início do tratamento 2 (V6-V9).



Figura 5. Início do tratamento 3 (V10-VT).



Figura 6. Início do tratamento 4 (VT-R2).



Figura 7. Início do tratamento 5 (R3-R6).

Os tratamentos, em todas suas fases de avaliação, utilizaram do termômetro modelo HC 260, na função superfície, e modelo Extech IR100 THERMOMETER IR MICRO; e o clorofilômetro modelo HAD-YL6.

4.4.5. Avaliações em Laboratório

As espigas retiradas em campo foram devidamente identificadas para transporte conforme o seu tratamento e adubação, armazenadas em sacos de ráfia. Ao chegarem no Laboratório de Fitotecnia de Grandes Culturas foram despalhadas e colocadas sobre a bancada para secagem (Figura 7).



Figura 8. Milhos despalhados para secagem.

Após secos, antes da debulha, foi feita a mensuração das 10 espigas por repetição, sendo 5 com a 1ª e 2ª parcela de adubação (do lado esquerdo) e 5 apenas com a 1ª parcela de adubação (do lado direito). Sendo que no Tratamento 1, a

testemunha, foram 10 espigas por repetição com apenas a 1ª parcela de adubação. Ao longo dos 5 tratamentos e das 5 repetições foram coletados os dados de diâmetro, tamanho, número de fileiras e número de grãos por fileiras de cada espiga. Com o dado de número de fileiras e número de grão por fileiras foi possível mensurar o número de grãos por espiga, e o restante dos dados foram tabulados para análises posteriores.

Após a debulha os grãos foram armazenados em sacos de plásticos transparentes e identificados conforme o tratamento, repetição e adubação (Figura 8). Diante desse volume de grãos foram selecionados de modo aleatório 400 grãos divididos em 4 repetições que foram pesados e tabulados para análises posteriores. E por fim, feita a mensuração do teor de água em 5 repetições de 200g cada, retirada aleatoriamente do volume total dos grãos, dados esses que foram tabulados para análises posteriores.



Figura 9. Grãos separados para análises.

A produtividade por hectare, que consta na análise estatística da Tabela 3, foi obtida em duas etapas. Primeiramente se calculou o número de sementes por hectares e consecutivamente foi possível calcular a produtividade. As duas fórmulas utilizadas foram:

$$\frac{\boldsymbol{n.\,de\ sementes}}{\boldsymbol{ha}} = n.\,de\ sementes\ \times população\ do\ ha\ \times espigas\ por\ planta$$

$$\frac{\boldsymbol{produtividade}}{\boldsymbol{ha}} = \frac{(peso\ de\ 100\ sementes\ \times n.\,de\ sementes\ por\ ha)}{10000}$$

Os equipamentos utilizados em todos os tratamentos na etapa laboratorial foram uma balança de precisão com 2 casas decimais de modelo S2202H e um medidor de análise de teor de água nos grãos de modelo LiebeWHygzx6unrt1-12.

Com o compilado de dados, devidamente tabulados, foram inseridos no AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos utilizando o experimento fatorial com 2 fatores, relacionando a fenologia e a adubação nas 11 avaliações propostas (BARBOSA; MALDONADO, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados demonstraram que a maioria das variáveis tiveram diferença mínima significativa, ao nível de 5% no teste de Tukey, no fator fenologia, o diâmetro do colmo e o tamanho da espiga foram os únicos que não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. E no fator adubação não houve diferença entre as variáveis (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios dos efeitos simples de altura de planta, altura da inserção de espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do colmo, tamanho das espigas e temperatura das folhas.

Fenologia[1]	Altura Inserção (cm)	Diâmetro Espiga (mm)	Diâmetro Colmo (mm)	Tamanho Espigas (cm)	Temperatura Folhas (°C)
T1. Testemunha	117,10 a[3]	47,78 a	18,97 a	13,30 a	29,44 a
T2. V6-V9	100,88 c	44,44 b	17,93 a	12,48 a	29,90 a
T3. V10-VT	99,04 c	45,30 b	19,18 a	12,57 a	29,24 a
T4. VT-R2	105,16 bc	45,87 ab	19,76 a	12,18 a	29,18 a
T5. R3-R6	110,28 ab	46,37 ab	19,39 a	12,17 a	25,39 b
Teste F	12,82**	5,52**	1,36ns	1,39ns	15,30**
DMS(Tukey 5%)	8,33	2,15	2,41	1,58	1,89
1 Parcela	105,16 a	46,12 a	19,31 a	12,54 a	28,73 a
2 Parcelas	107,82 a	45,79 a	18,78 a	12,54 a	28,53 a
Teste F	2,11ns	0,49ns	1,01ns	0,00ns	0,24ns
DMS (Tukey 5%)	3,72	0,96	1,07	0,71	0,85
Teste F (AxB)	1,15ns	0,55ns	0,83ns	0,87ns	0,09ns
CV(%)	6,09	3,65	9,84	9,84	5,17

1. Estágios fenológicos da planta de milho.
2. Momento da adubação de cobertura 1ª parcela e 2ª parcela.
3. letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.
ns; **: valores não significativo; significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

Os tratamentos com a menor altura da inserção foram o T2 e T3, tendo uma diferença de 16,22 cm e 18,06 cm, respectivamente, se comparado ao Tratamento 1 que foi o de maior altura. Os tratamentos com o menor diâmetro da espiga foram o T2 e T3, tendo uma diferença de 3,34 mm e 2,48 mm, respectivamente, se comparado ao Tratamento 1 que foi o de maior diâmetro.

De acordo com Bello et al. (2010) e Souza et al. (2014), a inserção das espigas é uma variável que apresentou uma maior correlação com a produtividade e considerada um parâmetro agronômico importante em híbridos de alto rendimento. (KOPPER et al., 2017). Concordando, assim, com esse trabalho, onde o Tratamento

1 obteve a maior produtividade e também a maior inserção das espigas quando comparada aos demais tratamentos.

A Embrapa (2012) aponta que um maior diâmetro e a maior altura de inserção da espiga podem caracterizar uma maior produção de biomassa. Entretanto, segundo Calonego et al. (2011), em uma população de 75 mil plantas por hectare ocorreu um maior crescimento em altura da planta, e consequentemente um aumento na altura da inserção de espigas, e uma redução no diâmetro do colmo. Esse resultado também encontrado por Barbosa (1995) e Von Pinho et al. (2008), corroborando com o encontrado no Tratamento 1. Porém, Fornasieri Filho (2007) cita que essas alterações fisiológicas e morfológicas da planta variam em função da cultivar que são responsáveis pelo aumento de plantas acamadas e quebradas, o que pode reduzir o rendimento de grãos (CALONEGO et al., 2011).

Na temperatura das folhas, T5 foi o tratamento de menor temperatura das folhas com diferença de 4,51 °C se comparado ao T2 que foi o de maior temperatura.

As clorofilas apresentam picos de absorção de radiação nas faixas do azul (aproximadamente 450 nm) e do vermelho (650 nm) (SALISBURY; ROSS, 1992). Nesta porção do espectro ocorre excitação das moléculas de clorofila, dando início ao fluxo de energia necessário para a fotossíntese, sendo, por isso, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A quantidade de radiação interceptada é um importante fator determinante da produtividade final de uma cultura. Contudo, deve-se considerar que a conversão da radiação interceptada em matéria seca depende da atividade fotossintética, que é função da radiação solar, temperatura do ar e da fração de carbono líquido fixado pela fotossíntese (GALLAGHER; BISCOE, 1978). Neste trabalho, o levantamento do teor de clorofila acompanhou perfeitamente o estágio das plantas (Tabela 2).

Tabela 2.Valores médios do teor de clorofila.

Clorofila					
Adubação de Cobertura[2]	Fenologia[1]				
	T1.Test.	T2.R6-R9	T3.V12-V16	T4.R1-R3	T5.R3-R6
1 Parcela	40,18 Ab[3]	43,71 Aab	40,98 Aab	45,60 Aa	34,95 Ac
2 Parcelas	40,18 Aab	42,31 Aab	44,16 Aa	41,93 Bab	37,93 Ab
Teste F (Fen. X Ad.)					2,65**
DMS (5%) – Fenologia dentro de Adubação de Cobertura					5,15
DMS (5%) – Adubação de Cobertura dentro de Fenologia					3,64
CV (%)					6,88

1.Estágios Fenológicos da planta de milho.
2. Momento da Adubação de Cobertura 1ª Parcela e 2ª Parcela.
3. Média seguida pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha.
**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

A Tabela 2 demonstrou que a clorofila teve diferença mínima significativa, ao nível de 1% do teste F, tanto no fator fenologia quanto no fator adubação. O Tratamento 4 obteve um teor de clorofila significativamente superior em com apenas uma parcela de adubação, ao invés de duas parcelas. Com apenas uma parcela o T4 também obteve o maior desempenho com diferença de 10,65 SPAD em relação ao T5, com menor teor de clorofila. E com duas parcelas o maior desempenho foi do tratamento T3 com diferença de 6,23 SPAD em relação ao T5, com menor teor de clorofila (Tabela 2).

Corroborando com a pesquisa, segundo a EMBRAPA (2020) durante o estádio de R3 (grão leitoso) a redução da intensidade luminosa acarreta a redução da fotossíntese, aumento do nível de estresse da planta, implicando a redução da taxa de acúmulo de matéria seca do grão, e, consequentemente, redução também na produção final de grãos, além de favorecer a incidência de doenças do colmo.

A produtividade não apresentou diferença mínima significativa entre os tratamentos, mas o T5 que compreende o estádio R3, teve a penúltima menor produtividade, provavelmente influenciada por esse sombreamento.

A Tabela 3 demonstrou que não houve diferença significativa de produtividade entre os 5 tratamentos do experimento, tanto com relação ao fator adubação e tanto com relação ao fator fenologia. Ao nível de 5% do teste de Tukey, o número de fileiras, grãos, pesos de 100 grãos, umidade e produtividade, não houve diferença mínima significativa.

Tabela 3. Valores médios do número de fileiras, número de grãos, peso de 100 grãos, teor de água e da produtividade.

Fenologia[1]	N° de fileiras	N° de grãos	Peso 100 grãos (g)	Teor Água (%)	Produtividade (kg/ha)
T1. Testemunha	14,88 a[3]	460,52 a	29,95 a	24,17 a	9.590,27a
T2. V6-V9	14,78 a	428,40 a	26,39 a	23,93 a	8.322,11a
T3. V10-VT	14,64 a	425,76 a	30,08 a	23,14 a	8.469,97 a
T4. VT-R2	14,62 a	409,87 a	30,80 a	24,39 a	8.116,47 a
T5. R3-R6	14,42 a	423,70 a	29,16 a	23,76 a	8.220,40 a
Teste F	0,77ns	1,84ns	2,11ns	1,76ns	1,25ns
DMS(Tukey 5%)	0,81	55,93	4,79	1,46	2.178,90
Ad. De Cobertura[2]					
1 Parcela	14,64 a	423,17 a	29,36 a	23,88 a	8.328,17 a
2 Parcelas	14,70 a	436,13 a	29,19 a	23,87 a	8.759,53 a
Teste F	0,13ns	1,11ns	0,03ns	0,00ns	0,81ns
DMS (Tukey 5%)	0,36	24,99	2,14	0,65	973, 52
Teste F (AxB)	0,64ns	1,20ns	1,32ns	0,55ns	1,79ns
CV(%)	4,31	10,14	12,76	4,76	19,86

1. Estágios fenológicos da planta de milho.
2. Momento da adubação de cobertura 1ª parcela e 2ª parcela.
3. letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.
Ns: valores não significativo.

As variáveis analisadas que não apresentaram a diferença esperada podem estar diretamente relacionadas a ecofisiologia do milho que é capaz de relacionar a cultura, principalmente com as condições climáticas que diretamente influenciam a produtividade.

Os dados de produtividade obtida na testemunha são corroborados com Ribeiro et al. (2020) que para segunda safra de milho no Brasil a média do potencial de produtividade quando limitado pela água é de 9,3 ton/ha, enquanto a média do potencial máximo de produtividade sem restrição hídrica da segunda safra no Brasil gira em torno de 13,4 ton/ha. Porém, segundo a Agro Bayer (2024) e Conab (2024) a produtividade média no Distrito Federal para o milho segunda safra está estimada em 6000 kg/ha, em comparação com a produtividade alcançada nesse experimento, em todos os tratamentos, a média foi superior.

O consumo de água pelo milho durante os estádios vegetativos VE a V8 não excede 3,0 mm/dia (FANCELLI, 2015). Entre V8 até R4 (grão pastoso/farináceo), o consumo aumenta até 5,5 mm/dia, diminuindo progressivamente até a maturidade fisiológica (EMBRAPA, 2023). O estresse de água ocorrendo no período de duas semanas antes até duas semanas após o florescimento irá causar grande redução na produção de grãos. Porém, a maior redução na produção poderá ocorrer com déficit

hídrico na emissão dos estilos-estigmas (início de R1) (EMBRAPA, 2002; SOUZA et al., 2015). Os dados climáticos obtidos na Estação Meteorológica Automática do Laboratório de Agroclimatologia confirmam que ao final do Tratamento 2 ocorreu falta de água.

Na Figura 10, no período entre duas semanas antes e duas semanas após o florescimento, principalmente entre os dias 67 até o dia 79, observa-se uma precipitação praticamente nula que causa uma grande redução na produção de grãos. A redução mais significativa na produção é na emissão dos estilos-estigmas que ocorrem no início de R1, estágio também compreendido nesse intervalo, ocasionada pela baixa polinização e baixa granação da espiga, pois sobre efeito da seca os "cabelos" e os grãos de pólen tendem à dissecação. Sem contar que em VT o estresse hídrico pode afetar o sincronismo pendão-espiga.

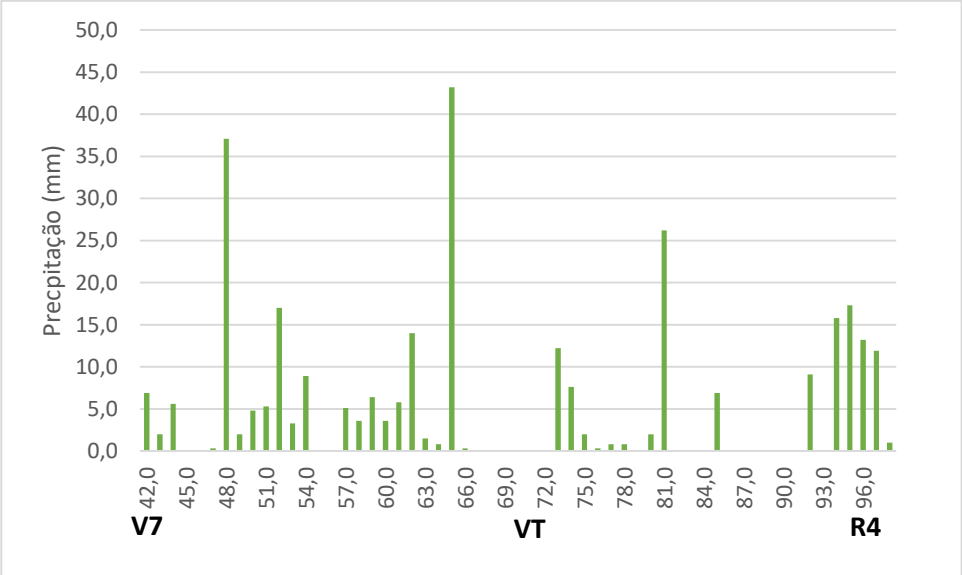


Figura 10. Precipitação dos estádios entre V7 e R4.

De acordo com Ribeiro et al. (2020) e Fancelli (2015), o consumo de água é dependente do estádio de desenvolvimento. Segundo os autores, para uma cultivar com ciclo de 120 dias, o consumo de água pode variar entre 400 mm e 600 mm, especialmente entre os estádios VT (todos os ramos do pendão são visíveis e o estilo-estigma ainda não está emergido) e R3 (grão leitoso) (MAGALHÃES et al., 2020).

Segundo os autores, Andrade et al. (2008), em condições de safrinha, quando a temperatura é elevada, a disponibilidade hídrica é baixa, e, associada à alta evaporação de água pelo solo, pode agravar, ainda mais, a aquisição de água pela planta. De acordo com Ribeiro et al. (2020), a ETc para uma cultivar de 120 dias de ciclo pode variar entre 439 mm e 534 mm (EMBRAPA, 2023). E durante todo o ciclo

experimental da semeadura a colheita foram 415,20 mm, resultado esse abaixo do mínimo, segundo os autores, considerando que o experimento foi de segunda safra (safrinha). Entretanto, a Figura 9 de precipitação demostrou que as chuvas foram bem distribuídas até VT.

Como consequência do déficit hídrico, as plantas fecham os estômatos e permanecem mais tempo respirando quando, na verdade, deveriam estar fotossintetizando. O dióxido de carbono (CO2) necessário para a fotossíntese entra na planta através dos estômatos. Por isso, longos períodos de estômato fechado afetam a fotossíntese e, consequentemente, a produtividade. Nessa condição, as plantas cessam os mecanismos de resfriamento e aumentam a temperatura da folha, aumentando a taxa respiratória, e consequentemente ocorre maior consumo de reservas, impactando na menor produção de matéria seca pela planta. (EMBRAPA,2023)

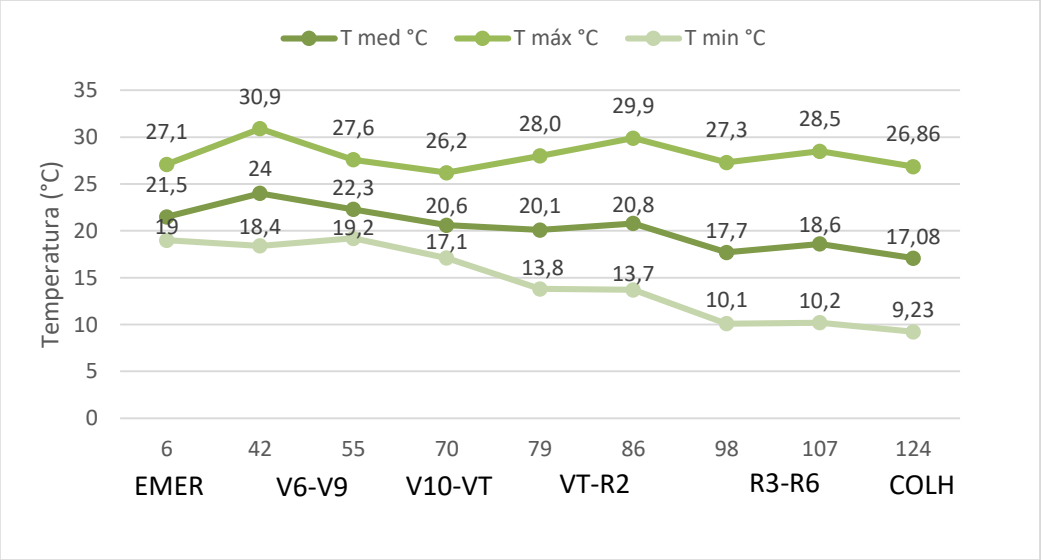


Figura 11.Temperaturas entre os tratamentos.

Para o milho, independentemente da época de semeadura, a temperatura é tão importante quanto o fotoperíodo (MAGALHÃES; DURÃES, 2008). A temperatura ótima de crescimento do milho é de uma típica planta C4 (25 °C a 28 °C durante o dia e 18 °C a 19 °C à noite) (EMBRAPA, 2023).

A época de semeadura mais adequada é aquela que faz coincidir o período de floração com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar. Isto, considerando satisfeitas as necessidades de água pela planta (EMBRAPA, 2008).

Nesse experimento a temperatura variou dentro do exigido pela planta, mas ao longo do enchimento dos grãos as temperaturas não foram tão elevadas, observado principalmente pela diminuição gradual da temperatura média (Figura 11).

O estresse para temperatura mais baixa e hídrico independente do período de sombreamento aponta uma tendência, a partir de VT-R2, corrobora com Wijewardana et al (2016), segundo o autor estresse pelo frio causa danos às plantas por alterações na estrutura da membrana e diminuição do fluxo protoplasmático, vazamento de eletrólitos e plasmólise, que leva a danos celulares. Com a redução da temperatura abaixo de 12 °C na fase de florescimento e enchimento de grãos, por exemplo, haverá comprometimento da produção, diminuindo a massa de grãos (EMBRAPA, 2023; SOUZA et al., 2015).

A Figura 12 demostra que durante todo o intervalo de R3-R6 que ocorreu o enchimento dos grãos as temperaturas mínimas foram em sua totalidade abaixo de 12 °C.

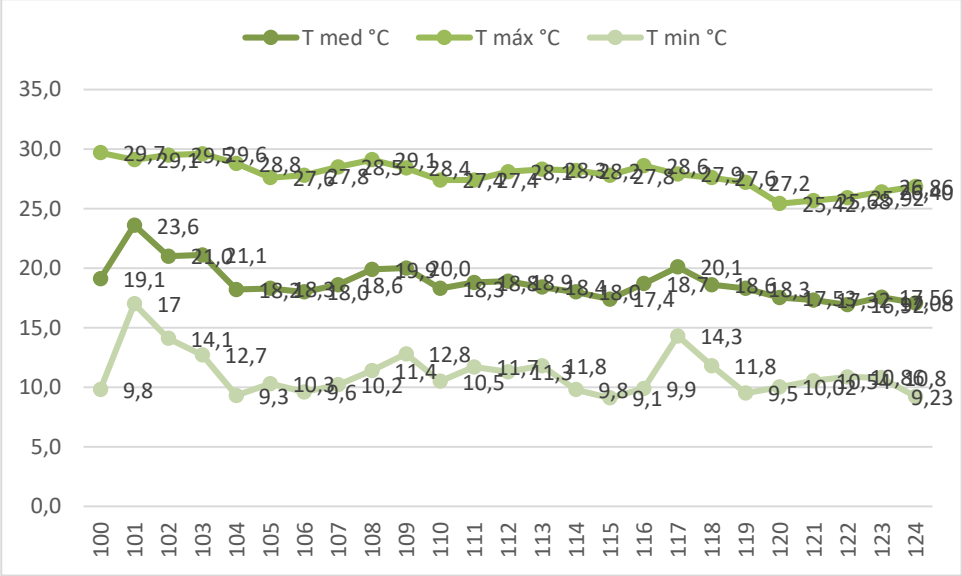


Figura 12. Temperatura entre os estádios de R3 e R6.

6. CONCLUSÕES

O sombreamento apresentou diferenças significativas entre o fator fenologia e adubação em cobertura apenas no teor de clorofila da folha de milho. Dentro da fenologia houve diferenças significativas na altura da planta; altura da inserção da espiga; e diâmetro da espiga.

1. A ocorrência de luz difusa (sombreamento) pode interferir negativamente em algumas características morfoagronômicas da planta de milho.
2. O sombreamento interfere na altura da inserção da espiga e no diâmetro da espiga quando ocorre de V6-VT.
3. O teor de clorofila reduziu o impacto do sombreamento no estádio de R1-R3 junto com a aplicação de nitrogênio em duas parcelas.
4. Apesar da produtividade não apresentar diferença significativa, a ocorrência da luz difusa mostra uma tendência de redução.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGRO BAYER. Colheita do milho segunda safra 2024. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/colheita-do-milho-segunda-safra-2024> Acesso em: 29 Ago.2024

AGROCLIMA. Estação meteorológica automática do laboratório de agroclimatologia na FAL/UnB. Disponível em: <https://fal.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=715>. Acesso em: 10 Jun. 2024.

BARBOSA, J.C; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agronômica R AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p.

BORÉM, A. et al. **Milho do plantio à colheita**. 2.ed. Viçosa: Editora da UFV, 2017. 382p.

CALONEGO, J.C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos:** safra 2023/24 - décimo segundo levantamento em setembro. Brasília: CONAB, 2024. 117p. v.11.

CONAB. Levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas#:~:text=Conab%20%2D%20%C3%9Altimo%20levantamento%20da%20safra,298%2C41%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas> Acesso em: 14 Set. 2024.

EMBRAPA. **Avaliação de genótipos de milho com dupla aptidão para produção de minimilho e biomassa para adubação verde**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2012. 24p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

EMBRAPA. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular técnica, 76).

EMBRAPA. **Ecofisiologia do milho segunda safra para alta produtividade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 23p. (Documento, 273).

EMBRAPA. **Fisiologia do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23p. (Circular Técnica, 22).

EMBRAPA. Importância socioeconômica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20econ%C3%B4mica%20do%20milho,cerca%20de%2070%25%20no%20mundo>. Acesso em 06 Ago.2024.

EMBRAPA. **Cultivo do milho**. 4.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 6p. (Sistemas de produção 2).

EMBRAPA. **Cultivo do milho.** 6.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10p. (Sistemas de produção 2).

FRANCELLI, A.F. **Milho estratégias de manejo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2013.180p.

KOPPER, C.V. Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, p.1-6, 2017.

KUNZ, J.H. **Distribuição da radiação solar na cultura do milho em função de manejo de solo, arranjo de plantas e condição hídrica**. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRS, Porto Alegre, 2006.

MALDANER, L.J. et al. Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). **Revista brasileira de energias renováveis**, v.3, p.13-23, 2014.

RIBEIRO, B.S.M.R. et al. **Ecofisiologia do milho visando altas produtividades**. Santa Maria, 2020. 228p.

SEGATTO, C. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com o rendimento da cultura do milho em diferentes níveis de suprimento de nitrogênio. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, n.2, p.253-259, 2017.

SOUZA, G.M. et al. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão Agrícola**, n.13, p.30-34, 2015.