



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE MILHO EM
FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO LUMINOSA DURANTE PERÍODO
NOTURNO**

LUIZ FELIPE MENEZES DE OLIVEIRA

**Morrinhos – GO
2024**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE MILHO EM
FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO LUMINOSA DURANTE PERÍODO
NOTURNO**

LUIZ FELIPE MENEZES DE OLIVEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Clarice Aparecida Megguer

**Morrinhos – GO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

O48c Oliveira, Luiz Felipe Menezes de.
Características morfofisiológicas de plantas de milho em função da
suplementação luminosa durante período noturno. / Luiz Felipe Menezes de
Oliveira. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2024.
24 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano
Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2024.

1. *Zea mays*. 2. Fisiologia vegetal. 3. Crescimento (Plantas). I. Megguer,
Clarice Aparecida. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633.15

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local _____ / _____
Data _____

Documento assinado digitalmente



LUIZ FELIPE MENEZES DE OLIVEIRA

Data: 11/10/2024 21:12:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Documento assinado digitalmente

CLARICE APARECIDA MEGGUER

Data: 11/10/2024 19:52:28-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documento 642120

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 10 dias do mês de outubro de 2024, às 13 horas e 30 minutos, reuniu-se no Laboratório de Fisiologia Vegetal do IF Goiano-Campus Morrinhos a banca examinadora composta pela docente Dr^a Clarice Aparecida Megguer (orientadora), Dr. Emerson Trogello (membro), Esp. Geovani Nascimento (membro) e a Dr^a Lilian Lúcia Costa (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Características morfofisiológicas de plantas de milho em função da suplementação luminosa durante o período noturno” do estudante Luiz Felipe Menezes de Oliveira, matriculado no Curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Morrinhos. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do Trabalho de Curso, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Clarice Aparecida Megguer  Documento assinado digitalmente
CLARICE APARECIDA MEGGUER
Data: 11/10/2024 19:31:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora

Emerson Trogello  Documento assinado digitalmente
EMERSON TROGELLO
Data: 11/10/2024 16:29:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro

Geovani Nascimento  Documento assinado digitalmente
GEOVANI NASCIMENTO:78335531153
Data: 2024.10.11 15:46:05 - 0300

Membro

Lilian Lucia Costa  Documento assinado digitalmente
LILIAN LUCIA COSTA
Data: 11/10/2024 18:51:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro

Observação:

O estudante foi aprovado com nota **8,7**.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me apoiou e me deu força para que eu conseguisse cumprir a minha vida acadêmica até hoje.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e conseqüentemente ao meu senhor Jesus Cristo, que sempre esteve ao meu lado, me guiando e orientando, mesmo nos momentos mais difíceis tem me tutorado nessa vida terrena e sido meu bálsamo consolador.

Agradeço aos meus pais Ciles e Lydyany, a minha irmã Julia Walleska, e aos familiares que sempre mostraram positividade na minha formação, por sempre estarem ao meu lado, apoiando e aconselhando em todos os momentos da minha vida.

Também agradeço à minha orientadora Clarice Aparecida Megguer, por todo o suporte e confiança na realização deste trabalho, como a todos os meus orientadores que durante minha graduação foram, não apenas pacienciosos e confiantes na minha capacidade e potencial, mas também amigos, me proporcionando crescimento não só como profissional, mas também como pessoa.

Agradeço a todos os professores do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, pelos ensinamentos acadêmicos e profissionais.

E por fim, aos colegas que fizeram parte tanto nos momentos de estudo, quanto aqueles de descontração, ajudando a aliviar a pressão das obrigações e expectativas acadêmicas.

Sou muito grato a todos!

SUMÁRIO

RESUMO	06
ABSTRACT	07
1. INTRODUÇÃO	08
2. REVISÃO DE LITERATURA	09
3. METODOLOGIA	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS	20

RESUMO

OLIVEIRA, Luiz Felipe Menezes de. **CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE PLANTAS DE MILHO EM FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO LUMINOSA DURANTE PERÍODO NOTURNO**. 2024. 24p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, GO.

O milho é a cultura agrícola de maior produção global, sendo que 64,5% do total produzido é destinado ao consumo animal. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e está em constante busca pelo aumento de produtividade. O presente estudo foi conduzido para verificar os efeitos da suplementação luminosa durante à noite sobre as características de crescimento e desenvolvimento de plantas de milho. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, no Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos aplicando os tratamentos: T1 – 001 (controle), que não recebeu tratamento com luz; T2 – 007; T3 – 122 e T4 – 252. A proporção de luz azul foi maior em T4 do que em T3. A suplementação luminosa foi fornecida três horas após o pôr do sol, por um período de 40 minutos. Para a avaliação do desempenho agrônômico do milho, foram realizadas avaliações de: altura de plantas (AP); altura da inserção da espiga (AE); número de folhas vivas no enchimento dos grãos (NF); número de nós (NN); distância entre nós (DN); diâmetro do colmo (DC); números de grãos por espiga (G/E); peso de mil grãos (PMG); produtividade (PTV); Clorofila a (CLA) e b (CLB) quanto clorofila total (CLT). Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os tratamentos com luz tiveram maior PMG, PA, AE, e menor G/E, sendo que T2 e T4 demonstraram maiores NF e CLA e CLB, no entanto, não houve diferença no PTV, NN e ND nos tratamentos. Portanto, a suplementação de luz na cultura do milho influenciou as características estudadas, no entanto, não foi encontrada diferença na produtividade da cultura, inviabilizando o investimento na cultura suplementada com luz à noite para as condições do experimento.

Palavras-chave: *Zea mays*; espectro de luz; qualidade da luz; crescimento; fisiologia.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Luiz Felipe Menezes de. MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MAIZE PLANTS AS A FUNCTION OF LIGHT SUPPLEMENTATION DURING THE NIGHT. 2024. 24p. Final paper (Bachelor's Degree in Agronomy). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Campus Morrinhos, GO.

Corn is the agricultural crop with the highest global production, with 64.5% of the total produced being destined for animal consumption. Brazil is the third largest producer in the world and is in constant search for increased productivity. The present study was conducted to verify the effects of light supplementation at night on the growth and development characteristics of maize plants. The research was conducted in a greenhouse, at the Federal Institute of Goiano - Morrinhos Campus, applying the following treatments: T1 – 001 (control), which did not receive treatment with light; T2 – 007; T3 – 122 and T4 – 252. The proportion of blue light was higher at T4 than at T3. Light supplementation was provided three hours after sunset, for a period of 40 minutes. To evaluate the agronomic performance of maize, evaluations were carried out: stem diameter (DC); plant height (AP); spike insertion height (AE); number of live leaves in grain filling (NF); number of grains per ear (G/E); number of nodes (NN); distance between us (DN); weight of a thousand grains (PMG); productivity (PTV); Chlorophyll a (CLA) and b (CLB) and total chlorophyll (CLT). The parameters evaluated were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared to the Scott-Knott test, at 5% probability. The treatments with light had higher PMG, BP, AE, and lower G/E, and T2 and T4 showed higher NF and CLA and CLB, however, there was no difference in PTV, NN and ND in the treatments. Therefore, light supplementation in the corn crop influenced the characteristics studied, however, no difference was found in crop yield, making it unfeasible to invest in the crop supplemented with light at night for the conditions of the experiment.

Keywords: *Zea mays*; light spectrum; light quality; growing; physiology.

1. INTRODUÇÃO

O milho é a cultura mais produzida no mundo, com o Brasil no terceiro lugar no ranking de produção mundial, atrás apenas da China e dos Estados Unidos que lidera em produção (SYNGENTA, 2022). É uma boa alternativa para substituir os combustíveis fósseis. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a produção de etanol de milho disparou quase 800% nos últimos cinco anos, passando de 520 milhões de litros, na safra 2017/18, para 4,5 bilhões na safra 2022/23. E a perspectiva é alcançar 10 bilhões de litros até 2030” (ZOCCHIO, 2023).

O cultivo do milho de segunda safra é realizado após a cultura de verão (normalmente a soja), compreendendo o período de fevereiro a julho, alcançando cerca de 80% da área plantada deste grão (CONAB, 2022). Neste período de cultivo, no milho de segunda safra, a combinação das baixas temperaturas do ar, baixa disponibilidade de água, baixa umidade relativa do ar e os baixos níveis de irradiação solar reduz o desenvolvimento e a produtividade da cultura, coincidindo com a redução do fotoperíodo, mesmo algumas cultivares tendo pouca ou nenhuma sensibilidade ao fotoperíodo, quando este é maior, a etapa vegetativa da planta se estende, possibilitando um maior número de folhas no momento da floração (SOUZA; BARBOS, 2015; CRUZ, et al., 2006).

A luz natural varia tanto diariamente quanto em relação as estações do ano, tendo sua intensidade diretamente relacionada com a latitude da área de cultivo. Em regiões agrícolas de maiores latitudes (por exemplo, Estados Unidos e Europa), avaliando esta limitação e as soluções aplicáveis, está sendo proposta e praticada a suplementação luminosa do cultivo agrícola por meio da instalação de painéis de iluminação artificial de alta eficiência (Light Emitting Diode) (LEMES; GROSSI, 2022). Os fatores que estão mais ligados à redução da produtividade da cultura do milho são os fatores abióticos como a disponibilidade hídrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e irradiação solar (SOUZA; BARBOSA, 2015).

A radiação solar é um dos componentes de extrema importância na cultura do milho, pois é uma planta do grupo C4, portanto altamente eficiente na utilização da luz, e sem a radiação solar a planta não consegue expressar seu potencial produtivo, interferindo em até 60% da produtividade e tamanho dos grãos (CRUZ, et al., 2006).

Cada organismo possui um relógio biológico, chamados de relógios circadianos ou ritmo circadianos, pois possuem duração de aproximadamente 24 horas (diário), estes

estão no organismo dos seres vivos que regulam os ritmos circadianos, e são regidos por moléculas específicas designados por proteínas, que interagem com as células do corpo, estando localizadas em quase todos os tecidos e órgãos dos seres vivos, mas estes são redefinidos conforme o organismo recebe estímulos (mudança de luz, de temperatura) do exterior, sendo o fotoperíodo o maior influenciador, pois a luz é uma das fontes principais de ativação dos relógios (RODRIGUES, 2020)

Realizou-se um experimento em casa de vegetação com diferentes espectros de luz em suplementação luminosa artificial visando quebrar o ciclo circadiano das plantas e avaliar os efeitos morfológicos e fisiológicos na cultura do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O milho é a cultura mais produzida no mundo, com o Brasil no terceiro lugar no ranking de produção mundial, atrás apenas da China e dos Estados Unidos que lidera em produção (SYNGENTA, 2022). A maior parte da produção de milho é destinada a produção animal, no mundo e no Brasil, com cerca de 64,5% da produção para este fim, majoritariamente para a produção de aves e suínos (MENEGALDO, 2011; SYNGENTA, 2022).

Atualmente, o Brasil aumentou a produção de etanol a partir do milho, se mostrando uma boa alternativa para substituir os combustíveis fósseis. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a produção de etanol de milho disparou quase 800% nos últimos cinco anos, passando de 520 milhões de litros, na safra 2017/18, para 4,5 bilhões na safra 2022/23. E a perspectiva é alcançar 10 bilhões de litros até 2030 (ZOCCHIO, 2023).

A procura por esse cereal, seja para alimentação de animais, humana entre outros, se mostra promissora, como é com a maioria dos alimentos e commodities devido ao crescimento da população mundial, que segundo estimativa da ONU (Organização das Nações Unidas), em 2050 a população mundial chegará a 9,7 bilhões de pessoas (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019).

O cultivo do milho de segunda safra é realizado após a cultura de verão (normalmente a soja), compreendendo o período de fevereiro a julho, alcançando cerca de 80% da área plantada desde grão (CONAB, 2022). As plantas de milho estão expostas a diversos fatores bióticos e abióticos que podem causar perturbações no estado fisiológico normal das plantas, podendo ocasionar situações de estresse. O estresse é uma condição de perturbação do desenvolvimento das plantas causado pelo ambiente de

produção, que resulta em redução da produtividade, e os fatores que estão mais ligados à redução da produtividade da cultura do milho são os fatores abióticos como a disponibilidade hídrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e irradiação solar (SOUZA; BARBOSA, 2015).

Neste período de cultivo, no milho de segunda safra, a combinação das baixas temperaturas do ar, baixa disponibilidade de água, baixa umidade relativa do ar e os baixos níveis de irradiação solar reduz o desenvolvimento e a produtividade da cultura, coincidindo com a redução do fotoperíodo, mesmo algumas cultivares tendo pouca ou nenhuma sensibilidade ao fotoperíodo, quando este é maior, a etapa vegetativa da planta se estende, possibilitando um maior número de folhas no momento da floração (SOUZA et al., 2006).

A radiação solar é um dos componentes de extrema importância quando se refere às plantas de milho, pois sendo uma planta do grupo C4, é altamente eficiente na utilização da luz, e sem a radiação solar, a planta não consegue expressar seu potencial produtivo, por inibição da fotossíntese que faz a fixação de CO₂, que compõe 90% da matéria seca da planta de milho, interferindo em até 60% da produtividade e tamanho dos grãos com cerca de 35% de diminuição da intensidade luminosa no enchimento de grãos (CRUZ et al., 2006).

Dentro da classificação das plantas C4, o milho é a planta com mais eficiência da utilização da radiação solar, com valor médio de 64,5 a 69 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, enquanto outras C4 apresentam valores em torno de 52,6 a 60,4 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014). Na fotossíntese, sob alta radiação ocorre saturação, e a assimilação é limitada pela carboxilação, devido à baixa atividade enzimática. Por ser uma planta C4, o milho praticamente não satura por radiação solar, pois o mecanismo de concentração de CO₂ provoca a saturação do mesmo no sítio da Rubisco, não permitindo limitação da carboxilação. (BRAGA et al. 2020).

A eficiência da interceptação luminosa do milho é maior do que 90% com índice de área foliar (IAF) em torno de 5 a 6 metros quadrados (m²) de folha/m² de área cultivada. No milho a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) é a porção da radiação solar global (Rs) contida entre os comprimentos de onda de 300 e 700 nm (nanômetros) (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Pesquisas têm demonstrado que a quantidade de radiação nas faixas do vermelho extremo (Ve) e vermelho (V) pode regular a distribuição dos fotoassimilados e o padrão de crescimento externado pelas plantas por meio dos fitocromos. O aumento da relação

Ve/V suprime o desenvolvimento de perfilhos em trigo, estimulando a dominância apical (SANGOI et al, 2002).

O intenso adensamento ou a baixa radiação solar aumenta a relação Ve/V, desencadeando eventos fisiológicos que levam a planta a priorizar a alocação de fotoassimilados para o caule principal, resultando na supressão do desenvolvimento de ramificações laterais. Dessa maneira, a melhoria na qualidade da luz, obtida com o ideotipo característico dos híbridos modernos de milho, pode propiciar condições endógenas para um desenvolvimento alométrico mais equilibrado entre as inflorescências da planta, minimizando a esterilidade feminina e propiciando melhores condições para o desenvolvimento de maior número de espiguetas funcionais na espiga (SANGOI et al., 2002).

A luz natural varia tanto diariamente quanto em relação as estações do ano, e sua intensidade está diretamente relacionada com a latitude da área de cultivo. Em regiões agrícolas de maiores latitudes (por exemplo, Estados Unidos e Europa), ao avaliar esta limitação e as soluções aplicáveis, propôs-se o uso da suplementação luminosa do cultivo agrícola por meio da instalação de painéis de iluminação artificial de alta eficiência (Light Emitting Diode). com uso em campo nas grandes culturas, juntamente com irrigação por aspersão com pivô central, como demonstrado por Lemes (2020), uma tecnologia que desperta interesse em profissionais e produtores devido aos benefícios (LEMES; GROSSI, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, no Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos Goiás, situado a 885 metros de altitude, 17°49'19" de latitude Sul e 49°12'11" de longitude Oeste, com a cultura do milho. A classificação climática do município, de acordo com Köppen (1948) enquadra-se no tipo AW, tropical semiúmido, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual de 23,3°C e precipitação média anual de 1346 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e 20 repetições, cada repetição representada por uma planta. Os tratamentos de suplementação luminosa foram: T1 – controle, que não recebeu tratamento com luz; T2 – branco; T3 – mistura de azul e vermelho, e T4 – Mistura de azul e vermelho com maior quantidade de azul que T3.

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de treze litros de solo e os vasos foram dispostos conforme representado no croqui da área (Figura 1).

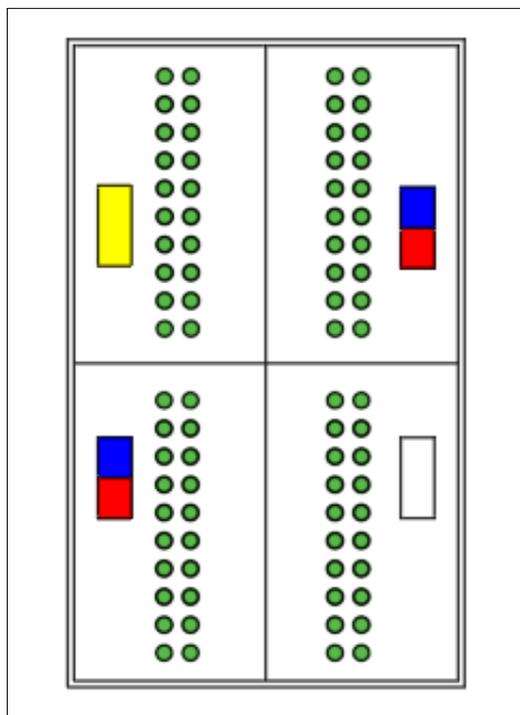


Figura 1. Croqui da estufa onde o experimento foi conduzido, ilustrando a distribuição das plantas em cada quadrante e seus respectivos tratamentos.

As plantas foram semeadas e cultivadas em vasos contendo Latossolo Vermelho-Amarelo, com irrigação por gotejamento. Inicialmente, utilizou-se 5 sementes por vaso e, após a emergência, realizou-se o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por vaso. A adubação de plantio e cobertura foi feita com base na análise de solo e nas recomendações do livro Cerrado: Correção do Solo e Adubação (2004). Os tratamentos foram aplicados desde o início do desenvolvimento vegetativo das plantas, no estágio V4, quando estas apresentavam 4 folhas completamente expandidas (PAIVA, 2020).

A suplementação luminosa foi realizada três horas após o pôr do sol para a quebra do ciclo circadiano, com a duração de 40 minutos por aplicação dos tratamentos, sendo este valor estimado a partir do tempo em que a mesma incidiria sobre a planta se estivesse sendo iluminada enquanto ocorresse a irrigação em pivô central, e pelo mesmo motivo foi feita a aplicação da suplementação a cada 3 dias, ou seja, as luzes não eram ligadas por dois dias entre os dias de suplementação, para simular um turno de rega de 3 dias.

O controle de pragas e doenças ocorreram conforme as necessidades da cultura, com uso de produtos biológicos e agrotóxicos registrados para a cultura. Realizou-se a capina manual nos vasos, pois as plantas daninhas alteram a qualidade da luz e consequente interferem no desenvolvimento inicial das culturas (MEROTTO, 2002).

Avaliou-se os seguintes parâmetros do desempenho agrônômico do milho: altura de plantas (AP); altura da inserção da espiga (AE); número de folhas vivas no enchimento dos grãos (NF); número de nós (NN); distância entre nós (DN); diâmetro do colmo (DC); números de grãos por espiga (G/E); peso de mil grãos (PMG); produtividade (PTV); clorofila a (CLA) e clorofila b (CLB) e clorofila total (CLT). As sementes do mesmo tratamento foram pesadas em balança para determinar a massa total, e assim determinar a produtividade (sacas/ha) extrapolando a produção das plantas analisadas para uma população comercial de 60.000 plantas/ha.

Para avaliar AP, AE e DN, utilizou-se uma trena de aço (Lufkin[®], graduada em mm, m, e pol, fabricada em Sorocaba - São Paulo), colocando a ponta da trena (marco zero) no solo juntamente com o colo da planta, foi visualizado a medida que se encontrava no centro do nó da planta e, assim, determinando-se a altura destes nós, que são caracterizados por um adensamento no tecido vegetal, o qual origina as folhas e tecidos reprodutivos.

Para se fazer a distância entre os nós (DN), já determinando em consequência, foram anotadas as alturas de cada um, e subtraídos pelo valor do nó anterior, a quantidade de medidas já determinou o número de nós (NN). Na AE foi feita a determinação da altura do nó da axila que a espiga estava inserida. Na AP foi medida a altura da inflorescência masculina, ou seja, o ápice do pendão.

Para avaliar o NF considerou-se as folhas fotosinteticamente ativas, ou seja, as folhas com mais de 60% de coloração verde, influenciando na capacidade produtiva do milho.

Para determinar o diâmetro do colmo das plantas, utilizou-se um paquímetro digital (modelo PD 150, da marca Vonder[®], Curitiba-Paraná), medindo-se a base de cada uma das plantas, na parte central do entrenó, imediatamente acima das raízes terciárias.

Utilizando uma balança analítica (modelo ATX224, Filipinas, com precisão de quatro casas decimais), foram pesados a massa total de grãos de cada tratamento, e separando-se uma pequena quantidade das sementes, pesando antes e depois de secagem em estufa por 72 horas a uma temperatura de 65 °C. Utilizou-se a equação para cálculo da

umidade em base seca, e o resultado obtido na relação entre massa de água e a massa seca da amostra, encontrou-se a umidade da amostra.

Após a determinação da umidade da massa total de grãos, estimou-se a produtividade dos tratamentos considerando-se uma população de 60.000 (sessenta mil) plantas/ha. Com as quantidades numéricas conhecidas, as sementes foram pesadas para determinar o PMS, se pesando mil sementes, o que equivale a pesagem e extrapolação da média de dez pesagens de cem sementes. Sabendo-se o PMS e o peso total de cada tratamento, a divisão destes valores e posteriormente com o número de espigas colhidas, descobre-se o número médio de grãos por espiga.

Para determinar as clorofilas a e b e clorofila total, utilizou-se um clorofilometro, marca Falker, modelo CFL- 2060, unidade de medida - índice de clorofila Falker (icf), fabricado em 04/2023, pela empresa Falker automação agrícola LTDA, em Porto Alegre- RS. Este equipamento de fácil manuseio faz aferição dos valores de clorofila de maneira não destrutiva (PEREIRA et al., 2021). Nas medições foram realizadas três medições, pois o equipamento exige esta quantidade para fazer uma média que melhor representa a planta, sendo essas feitas em pontos diferentes da folha da inserção da espiga, pois esta é a maior responsável (fonte) do enchimento dos grãos, pois está mais perto do dreno (espiga) (PEREIRA et al., 2012).

Todas os parâmetros de desempenho agrônômico foram avaliadas no mesmo dia, para evitar qualquer tipo de variação caso a coleta de dados fosse em dias diferentes, não apenas por diferenciação das características morfofisiológicas da própria planta com idades diferentes, mas também por componente abióticos, como umidade do ar, intensidade da luz solar, temperatura entre outros fatores.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas (AP) foi maior naquelas plantas que receberam suplementação luminosa (Figura 2A). Comportamento semelhante foi observado para a variável altura de inserção de espiga (AIE) (Figura 2B). O aumento de altura de plantas e de inserção da espiga pode causar um maior tombamento das plantas de milho em condições com ventos,

devendo-se escolher cultivares que não apresentam esse problema em ambientes que se aplique a suplementação de luz.

Isso pode ser explicado pelos efeitos da luz no desenvolvimento e crescimento das plantas, pois o espectro de luz azul está envolvido em processos fisiológicos como o fototropismo, morfogênese, abertura de estômatos e funcionamento fotossintético das folhas, podendo o fototropismo ser o causador do aumento da altura das plantas, e da inserção de espiga (PÉREZ, 2003; AKER et al., 2016).

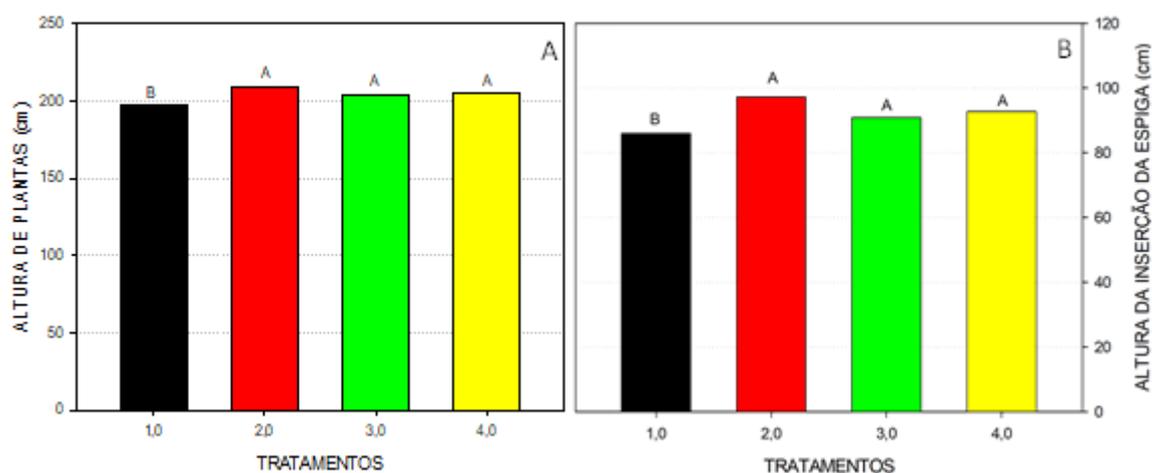


Figura 2. Análise estatística da altura de plantas (A) e altura da inserção da espiga (B) suplementadas com luz no período noturno. Sendo 1 – Controle, 2 – Branco, 3 – Mistura de azul e vermelho e 4 – Mistura de azul e vermelho com maior quantidade de azul que T3. Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Morrinhos, GO (2024).

As plantas submetidas aos tratamentos T2 (branco) e T4 (mistura de Azul e vermelho com maior quantidade de Azul que T3) tiveram um incremento no número de folhas vivas durante o enchimento de grãos (Figura 3). Resultados semelhantes foram verificados em plantas que receberam um maior fotoperíodo (SOUZA; BARBOSA, 2025; CRUZ et al. (2006).

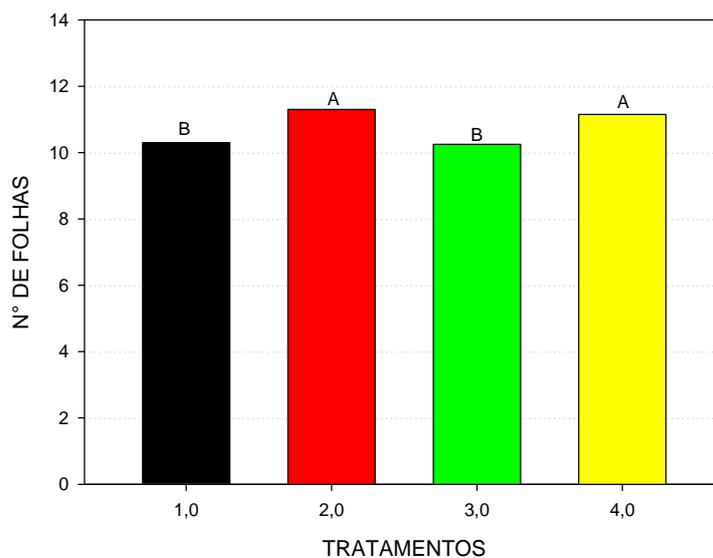


Figura 3. Número de folhas vivas das plantas de milho em estágio de enchimento de grãos, em suplementação noturna com diferentes espectros de luz. Sendo 1 – Controle, 2 – Branco , 3 – Mistura de azul e vermelho e 4 – Mistura de azul e vermelho com maior quantidade de azul que T3. Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Morrinhos, GO (2024).

Não foram verificadas diferenças significativas para as variáveis número de nós, distância entre nós e diâmetro do colmo (Figura 4).

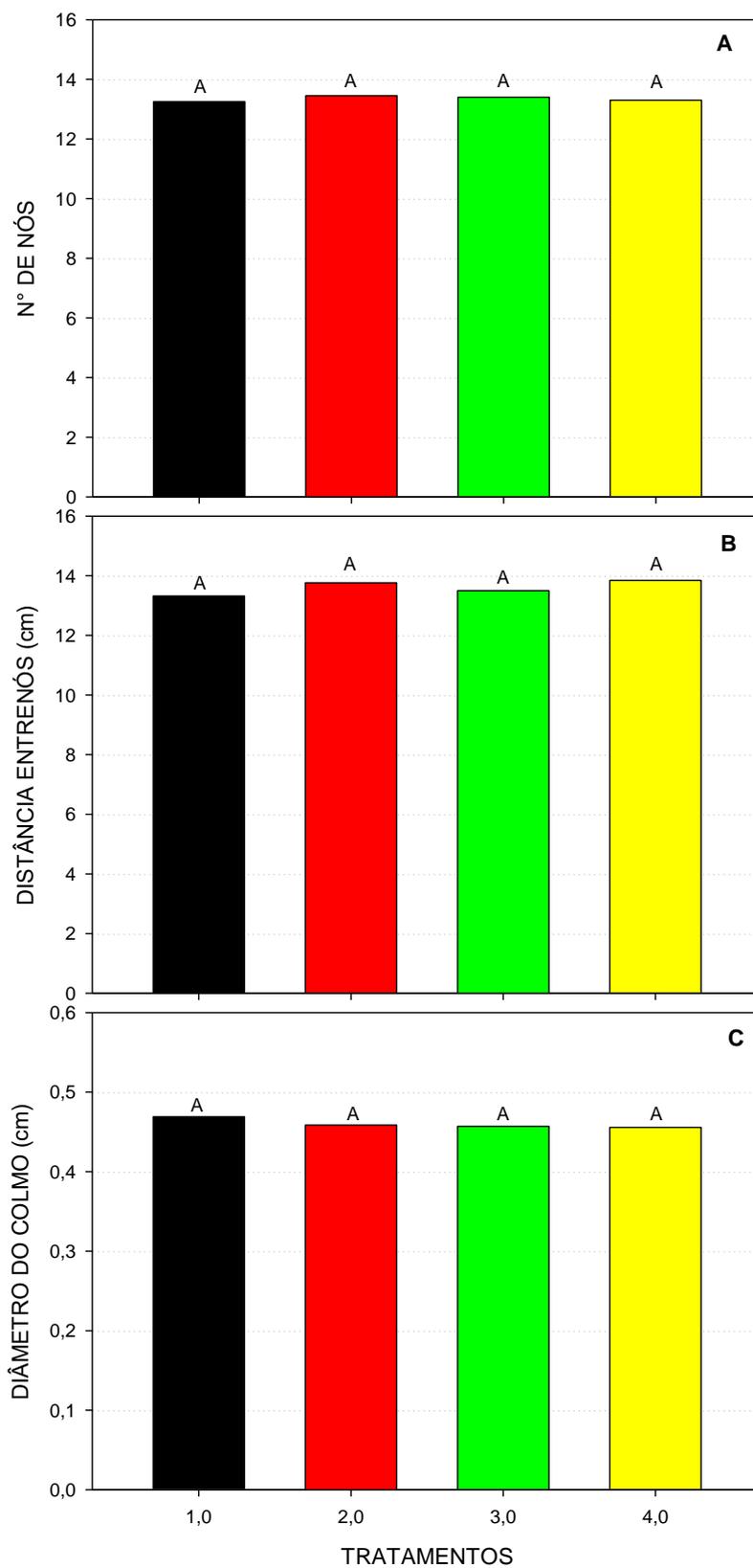


Figura 4. Número de nós (A), distância entrenós (B), diâmetro do colmo (C) de plantas de milho submetidas a suplementação luminosa durante o período noturno. Sendo 1 – Controle, 2 – Branco, 3 – Mistura de azul e vermelho e 4 – Mistura

de azul e vermelho com maior quantidade de azul que T3. Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Morrinhos (2024).

As plantas submetidas a suplementação luminosa tiveram uma redução no número de grãos por espiga (Tabela 1) e aumento significativo no peso de mil grãos (Tabela 1), dessa maneira, não se pode afirmar que a suplementação de luz causou abortamento dos grãos de milho.

Tabela 1. Valores médio de produtividade (sacas/ha), peso de mil grãos (PMG, g) e número de grãos por espiga (N/E) na cultura de milho em resposta a suplementação de luz noturna. Morrinhos, GO (2024).

TRATAMENTO	PRODUTIVIDADE (sc/ha)	PMG (g)	N/E
1	64,93	267,10	251,46
2	66,97	297,12	233,16
3	65,25	306,34	220,34
4	66,59	307,05	224,34

*Dados representam análise descritiva dos tratamentos.

O aumento da densidade dos grãos pode ser explicado pelo mesmo motivo do aumento da altura das plantas, pois a produção de auxinas, que são responsáveis não apenas pelo fototropismo, mas também pela expansão celular dos frutos, ao ser influenciada pela luz azul nos criptocromos, e pela luz vermelha nos fitocromos, causam aumento não apenas da altura mas também podem influenciar no acúmulo de matéria seca dos frutos, acrescentando peso ao grão, explicando a diferença do PMG nos tratamentos com luz (VIEIRA et al., 2010; SANTOS, 2020).

Sendo uma planta com metabolismo C4, o milho apresenta grande eficiência na utilização de luz, por outro lado, a redução de luz na cultura, de 30% a 40%, retarda sua maturação. A maior sensibilidade é no período próximo à fase reprodutiva, ou seja, naquele correspondente à emissão da 12/14ª folha até grãos leitosos. Nessa fase, a redução da disponibilidade de radiação luminosa pode provocar abortamento de grãos, mesmo após fertilizados, reduzindo drasticamente o número e a densidade dos grãos (massa específica) (FANCELLI, 2017 apud CARVALHO, 2023).

Há um indicativo da produtividade ser superior nos tratamentos 2 e 4 (Tabela 1), podendo ser justificado pelos maiores teores de clorofila nestes tratamentos (Figura 5), pois a molécula de clorofila é responsável pela captação da energia luminosa e pode

refletir no aumento de carboidratos, como consequência, maior enchimento de grãos, mas novos estudos podem ser feitos para comprovar os indicativos de aumento de produtividade. (STREIT, et al., 2005; DA SILVA, et al. 2020).

Os teores de clorofila total não diferiram entre os tratamentos e os valores de clorofila *a* e *b* foram superiores em plantas submetidas aos tratamentos T2 e T4 (Figura 5). Responsáveis pela absorção de luz para quebra da molécula de água e assim, possibilitar a formação de ATP e NADPH na fotossíntese, as clorofilas possuem um trabalho muito importante, pois elas fazem a conversão dessa energia luminosa em energia química, sendo relacionadas a eficiência fotossintética, e proporcionar adaptabilidade as plantas em diferentes ambientes (DA SILVA et al., 2020).

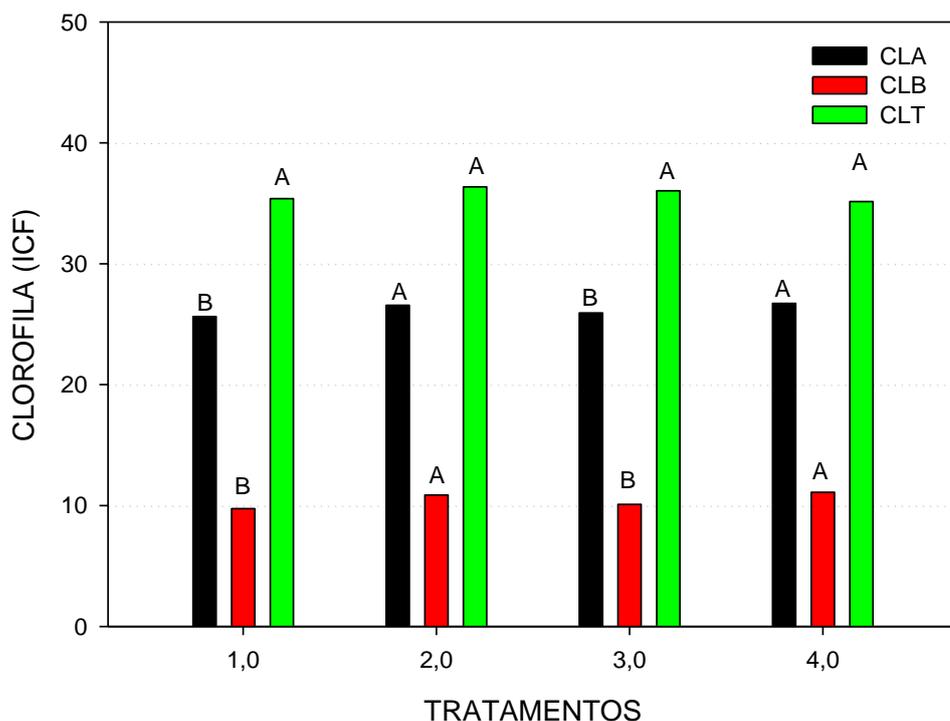


Figura 5. Teores médios de clorofila *a* (CLA), clorofila *b* (CLB) e clorofila total (CLT) de plantas de milho submetidas a suplementação luminosa durante o período noturno. Sendo 1 – Controle, 2 – Branco, 3 – Mistura de azul e vermelho e 4 – Mistura de azul e vermelho com maior quantidade de azul que T3. Médias seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Morrinhos (2024).

Estudos realizados com *Vaccinium corymbosum*, a luz monocromática azul estimulou altos níveis de clorofilas nas folhas, enquanto o cultivo sob LED vermelho inibiu o acúmulo de clorofila (HUNG et al., 2016 Apud LAZZARINI et al., 2017). Esse resultado corrobora com o encontrado neste trabalho no tratamento T3 (mistura de luz vermelha e azul) o qual não houve aumento dos teores de clorofila, pois mesmo com a mistura de luz azul e vermelha, o baixo teor de luz azul não teve maior influência do que a luz vermelha, que possui maior porcentagem na mistura desses espectros. O T4 teve maior concentração de luz azul, e isso foi suficiente para suprimir a luz vermelha e assim proporcionar maior concentração de clorofilas, explicação que se aplica a luz branca, por ser uma mistura de todos os espectros de luz.

Com as bandas de luz mais curtas, ou com maior frequência, as plantas precisam de maior defesa para dissipação da energia que a planta recebe. Para evitar danos, as plantas dissipam o excesso de energia em forma de calor e de fluorescência, com a clorofila “a” é utilizada durante a fase fotoquímica (primeiro estágio da fotossíntese), e a “b” é responsável pela absorção de luz, transferindo a energia para o centro de reação e assim, quebrar as moléculas de água, sendo que a concentração dessas, e o balanço entre elas, são reflexos de estados de estresses ambientais, trabalhando como recursos fisiológicos atenuantes do estresse (TAIZ; ZEIGER, 2013; STREIT et al., 2005 Apud AKER et al., 2016).

Os tratamentos T2 e T4 apresentaram aumento nas clorofilas a e b, mas as clorofilas totais não apresentaram diferenças estatísticas, geralmente, esta observação está associada a uma limitada capacidade de síntese e maior degradação de clorofilas totais, clorofila a e b, indicando que sob estresse as plantas parecem necessitar de rotas alternativas de dissipação de energia para evitar problemas de fotoinibição e fotoxidação (MORO et al.; 2015).

5. CONCLUSÃO

A suplementação de luz na cultura do milho interfere nos parâmetros agrônômicos avaliados, mas não é decisiva a viabilidade dessa prática no período noturno.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKER, A. M. et al. Plantas de cobertura sobre atributos agronômicos do milho na região sudoeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 531-542, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p531-542>.

ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, p. 158-167, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. **Porto Alegre: Emater/RS-Ascar**, v. 84, p. 85, 2014. Disponível em O-Milho-e-o-Clima-Maize-and-Climate.pdf (researchgate.net). Acesso em: 27 de outubro de 2024.

BRAGA, F. M. et al. **Crescimento de plantas C3 e C4 em resposta a diferentes concentrações de CO₂ e arranjos competitivos**. 2020. Disponível em: Repositório Institucional da UFMG: Crescimento de plantas C3 e C4 em resposta a diferentes concentrações de CO₂ e arranjos competitivos. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

CARVALHO, P. A. **Suplementação artificial de luz na cultura do milho**. 2023. Disponível em: SUPLEMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE LUZ NA CULTURA DO MILHO (ufv.br). Acesso em 27 de outubro de 2024.

CONAB. **Estimativa aponta recorde para milho 2ª safra com produção superior a 87 milhões de toneladas**. In: CONAB (Brasil). Companhia Nacional de Abastecimento. Estimativa aponta recorde para milho 2ª safra com produção superior a 87 milhões de toneladas. Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4718-estimativa-aponta-recorde-para-milho207-2-safra-com-producao-superior-a-87-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica, 87). Disponível em: Circ87.p65 (embrapa.br). Acesso em: 27 de outubro de 2024.

DA SILVA, C. B. et al. Milho verde em região semiárida: Práticas relacionadas a produção agrícola. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41078-41088, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-591>.

DE SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2004. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355>. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

KÖPPEN, W. Climatologia. México. **Fundo de Cultura Econômica**, v. 9, 1948.

LAZZARINI, L. E. S. et al. Uso de diodos emissores de luz (LED) na fisiologia de plantas cultivadas: revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n1p137-144>.

LEMES, E. M. et al. **Irrigação de luz**. 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/irrigacao-de-luz-o-proximo-grande-salto-da-producao-agricola/>. Acesso em: 20 de setembro de 2024.

LEMES, E. M.; GROSSI, G. A. **Irrigação de luz: melhorando a rentabilidade da atividade agrícola**. 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/irrigacao-de-luz-melhorando-a-rentabilidade-da-atividade-agricola/>. Acesso em: 16 de maio 2023.

MENEGALDO, J. G. A importância do milho na vida das pessoas. 2011. Disponível em: [Importanciamilho.pdf \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 27 de outubro de 2024.

MEROTTO JR., A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.1, p.9-16, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582002000100002>.

MORO, A. L.; BROETTO, F.; MORO, E. E. Relação hídrica e teor de clorofila em dois cultivares de arroz submetido à deficiência hídrica e adubação silicatada. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 570-586, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n3p570>.

ONU BR. **População Mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-deve-chegar-97-bilh%C3%B5es-de-pessoas-em-2050-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>. Acesso em: 16 de maio de 2023.

PAIVA, M. J. A. **Ação e modo de aplicação dos ácidos húmicos e fúlvicos sobre características morfológicas e fisiológicas do milho**. 2020. Disponível em: [AÇÃO E](#)

MODO DE APLICAÇÃO DOS ÁCIDOS HÚMICOS E FÚLVICOS SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS DE MILHO (ufv.br). Acesso em: 27 de outubro de 2024.

PEREIRA, C. S. et al. Caracteres de produção e índice ClorofiloG® de treze híbridos de milho no norte de Mato Grosso. **Agrarian**, v. 14, n. 52, p. 233-240, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i52.10333>.

PEREIRA, M. J. R. et al. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, v. 59, p. 200-205, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200008>.

PÉREZ, J. C. R. El fototropismo en plantas. **Acta Universitaria**, v. 13, n. 2, p. 47-52, 2003. DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2003.269>.

RODRIGUES, B. F. S. **Modelação matemática do ritmo circadiano da *Arabidopsis thaliana*: relógios biológicos e ciclos circadianos**. Universidade de Coimbra, 2020. Disponível em: Modelação matemática do ritmo circadiano da *Arabidopsis thaliana* | Estudo Geral (uc.pt). Acesso em: 9 de outubro de 2024.

SANGOI, L. et al. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v. 61, p. 101-110, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052002000200003>.

SANTOS, J. C. **Interação dos fitocromos A, B1 e B2 de tomateiro com a auxina durante a síndrome de evitação à sombra**. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/193166>. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

STREIT, Nivia Maria et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, p. 748-755, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>.

SYNGENTA. **Milho: maior cultura agrícola produzida no mundo**. 2022. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/milho-maior-cultura-agricola-produzida-no-mundo/#:~:text=O%20milho%20C3%A9%20a%20cultura,milh%C3%B5es%20de%20toneladas%20do%20gr%C3%A3o>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

VIEIRA, E.L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. 2010. São Luís: EDUFMA, 230 p. Disponível em: Manual de Fisiologia Vegetal - Google Livros. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

ZOCCHIO, G. **Produção de etanol de milho dispara mesmo com temor de proteção ambiental frágil**. 2023. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2023/03/producao-de-etanol-de-milho-dispara-mesmo-com-temor-de-protecao-ambiental-fragil/#:~:text=Segundo%20a%20Confedera%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20da,bilh%C3%B5es%20de%20litros%20at%C3%A9%202030>. Acesso em: 09 de maio de 2023.