

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CULTIVARES DE MILHO VERDE IRRIGADO POR PIVÔ
CENTRAL CULTIVADO EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E NÍVEIS DE DESFOLHA EM DOMÍNIO
DE CERRADO

Mestranda: Mônica Mendes de Andrade
Orientador: Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
Coorientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CULTIVARES DE MILHO VERDE IRRIGADO POR
PIVÔ CENTRAL CULTIVADO EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E NÍVEIS DE DESFOLHA EM DOMÍNIO
DE CERRADO

Mestranda: Mônica Mendes de Andrade
Orientador: Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
Coorientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres, Área de concentração Tecnologias de Irrigação.

Ceres - GO
Fevereiro – 2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Andrade, Mônica

Híbridos de milho verde irrigado cultivado sob espaçamentos e níveis de desfolha em ambiente de domínio de cerrado / Mônica Andrade; orientador Dr. Wilian Henrique Diniz Buso; co-orientador Dr. Cleiton Mateus Sousa. -- Ceres, 2018.

50 p.

Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em Irrigação no Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Ceres, 2018.

1. milho verde. 2. irrigação no cerrado. 3. desfolha. I. Henrique Diniz Buso, Dr. Wilian, orient. II. Mateus Sousa, Dr. Cleiton, co-orient. III. Título.

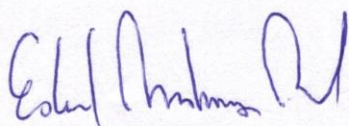
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

HÍBRIDOS DE MILHO VERDE IRRIGADO CULTIVADO
SOB ESPAÇAMENTOS E NÍVEIS DE DESFOLHA EM
AMBIENTE DE DOMÍNIO DE CERRADO

Autor: Mônica Mendes de Andrade
Orientador: Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
Coorientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração:
Irrigação

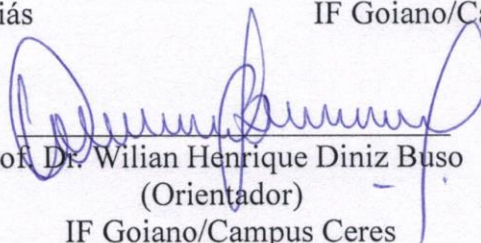
APROVADA em 26 de fevereiro de 2018.



Prof. Dr. Edward Madureira Brasil
Avaliador externo
Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Henrique F. E. de Oliveira
Avaliador interno
IF Goiano/Campus Ceres



Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso
(Orientador)
IF Goiano/Campus Ceres

A Deus, em primeiro lugar;
Aos familiares, pelo apoio e paciência;
Aos amigos e companheiros de jornada,

OFEREÇO

A meus pais, Wander e Elza, pelo apoio incondicional, e a meus
filhos Davi e Eliza, pelo amor e compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O coração do sábio adquire o conhecimento, e o ouvido dos sábios procura o saber (Provérbios 18:15).

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pois é Ele quem dá a sabedoria e a capacitação.

Aos meus pais, Wander Rodrigues Andrade e Elza Mendes de Medeiros, pelo amor e apoio incondicional em todas as decisões que tomei e por proporcionarem a base escolar e familiar para que eu superasse mais esse degrau.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso, pela orientação, companheirismo e paciência, ao meu coorientador Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa, por sempre lutar por melhorias nos projetos e acompanhar os alunos.

Aos ilustres professores do PPGIC IF Goiano Campus Ceres, que me conduziram ao caminho do conhecimento e do saber, tão importantes para a conclusão deste projeto.

Aos colegas Daniel Silva, Laidson Junior, Vinicius Almeida, Milena Costa, Lucas Mendes, Helber Garcez, Janaína Batista, Leandro Lopes, Nívea Reges e Mariella Rocha, entre outros alunos do IF Goiano Campus Ceres, que me ajudaram em várias fases da implantação e desenvolvimento do experimento, visto ser impossível executar um projeto de mestrado sem ajuda, e estes colegas foram grandes companheiros de jornada.

Aos colegas do mestrado (PPGIC), que, ao compartilhar experiências, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Aos amigos, professores e funcionários do IF Goiano - Campus Ceres que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso das atividades de pesquisa.

Muito Obrigada! .

BIOGRAFIA DA AUTORA

Nascida em Uberaba - MG em 30 de agosto de 1981. Com um ano de idade, mudou-se com sua família para Ceres - GO, onde cursou o ensino fundamental e o ensino médio. Em 2000, ingressou na Universidade Federal de Goiás – UFG, matriculando-se no curso de Agronomia. Durante a graduação foi monitora de Fitopatologia, fez estágio no laboratório de cultura de tecidos da UFG, estagiou na usina de cana-de-açúcar Cooper-Rubi e finalizou com estágio curricular obrigatório na Fazenda Moema em São Luiz do Norte – GO.

Recém-formada, trabalhou como responsável técnica da Casa do Agricultor em Ceres, posteriormente ocupou o cargo de Gerente Regional da AGRODEFESA Vale do São Patrício. Em 2011, mudou-se para Goiânia, retornando em 2016, tendo ingressado no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do IF Goiano, Campus Ceres.

ÍNDICE

Página

RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Aspectos gerais da cultura do milho	16
2.2 Desenvolvimento da planta	17
2.3 Escolha das cultivares para colheita de espigas verdes	21
2.4 Espaçamento entre plantas	22
2.5 Desfolha	24
2.6 Irrigação no milho verde	25
2.7 Manejo da irrigação	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estágios fenológicos do milho.....	20
Figura 2. Espigas de milho Ag 1051.....	24
Figura 3. Espigas de milho Ag 8677 PRO3.....	25
Figura 4. Coeficiente da cultura (Kc) em função das fases do ciclo de crescimento.....	30
Figura 5. Área experimental do pivô central no IF Goiano – Campus Ceres.....	30
Figura 6. Abertura de sulcos e plantio experimento – IF Goiano Campus Ceres, 2016.....	32
Figura 7. Primeiros ataques da lagarta do cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>) e controle químico.....	32
Figura 8. Painel de controle e Pivô Central marca Krebs – IF Goiano Campus Ceres – 2016.....	33
Figura 9. Tanque Classe A com micrômetro de gancho, utilizado para medir a evaporação da água, localizado na estação meteorológica do IF Goiano – Campus Ceres, 2016.....	33
Figura 10. Valores de temperatura máxima, média e mínima do município de Ceres – GO. Fonte: Inmet (2016).....	35
Figura 11. Precipitação pluviométrica registrada de agosto a setembro de 2016 na Estação de Itapaci – GO. Fonte: Usina de Alcool – Grupo Farias – Itapaci GO.....	35
Figura 12. Lâmina d’água aplicada nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2016 – Ceres – GO.....	36
Figura 13. Níveis de desfolha do milho verde, Ceres – GO. 2016.....	36
Figura 14. Comprimento de espigas de milho verde irrigado por aspersão, afetado pelo tipo de desfolha em níveis específicos de espaçamentos entre as linhas de semeadura. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras	

folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.....39

Figura 15. Número de fileira de grãos em espigas de milho verde irrigado por aspersão, afetado pelo tipo de desfolha e cultivar. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.....40

Figura 16. Número de grãos por fileira em espigas de milho verde irrigado por aspersão, afetado pelo tipo de desfolha e cultivar. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.....41

Figura 17. Influência dos tipos de desfolha sobre o comprimento e o número de grãos por fileira em espigas de milho verde irrigado por aspersão. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.....43

Figura 18. Incremento da quantidade de espigas > que 15 cm m⁻² pelo espaçamento entre linhas em plantas de milho verde irrigado via aspersão. Ceres, 2016.....45

Figura 19. Dinâmica da massa seca destinada ao processamento de milho verde irrigado via aspersão, influenciada pelo espaçamento entre linhas de semeadura. Ceres, 2016.....46

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Resultados da Análise de solo (0-20 cm profundidade) da área experimental. Ceres-GO,2016.....	31
Tabela 2. Valores de F para os efeitos de cultivar, desfolha, espaçamentos e suas respectivas interações sobre características agronômicas e rendimento de milho verde irrigado por aspersão. Ceres, 2016.....	38
Tabela 3. Efeito de cultivares e de espaçamentos entrelinhas sobre características agronômicas de milho verde. Ceres, 2016.....	44
Tabela 4. Características agronômicas e rendimento de massa de cultivares de milho verde irrigadas por aspersão. Ceres, 2016.....	46

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
Ca	Cálcio	cmolc kg ⁻¹
Mg	Magnésio	cmolc kg ⁻¹
Al	Alumínio	cmolc kg ⁻¹
K	Fósforo	mg dm ⁻³
P	Potássio	mg dm ³
ETo	Evapotranspiração de referência	mm
ECA	Evaporação de água livre no tanque	mm
ETc	Evapotranspiração da cultura	mm
Kp	Coefficiente do tanque	
Kc	Coefficiente da cultura	
DECP	Diâmetro da espiga com palha	mm
DESP	Diâmetro da espiga sem palha	mm
CE	Comprimento da espiga	cm
NFG	Número de fileiras de grãos	Unidade
NGF	Número de grão na fileira	Unidade
PECP	Produtividade de espigas com palha	kg ha ⁻¹
PESP	Produtividade de espigas sem palha	kg ha ⁻¹
RM	Rendimento de massa	° Brix
MS	Massa seca	%
SST	Sólidos solúveis totais	
CV	Coefficiente de variação	
DAE	Dias após a emergência	cmolc kg ⁻¹
T	Capacidade de troca de cátions	
M.O.	Matéria orgânica	
cmolc kg ⁻¹	Centimol por quilograma	
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare	
g kg ⁻¹	Grama por quilograma	
g dm ⁻³	Grama por decímetro cúbico	
mg dm ⁻³	Miligrama por decímetro cúbico	
kg	Quilograma	
M	Metros	
Mm	Milímetros	
ml	Mililitros	
L	Litros	
G	Grama	
L ha ⁻¹	Litros por hectare	
ml ha ⁻¹	Mililitros por hectare	

RESUMO

MÔNICA, ANDRADE. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, Fevereiro de 2018. **Cultivares de milho verde irrigado por pivô central cultivado em diferentes espaçamentos e níveis de desfolha em domínio de Cerrado.** Orientador: Dr. Wilian Henrique Diniz Buso. Coorientador: Dr. Cleiton Mateus Sousa.

O milho verde é bastante produzido e comercializado em Goiás , por pequenos e médios produtores, para atender a demanda das tradicionais pamonharias e consumidores finais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de dois híbridos de milho verde sob sistema irrigado, cultivados com diferentes espaçamentos e níveis de desfolha na região do Vale do São Patrício. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, em regime de irrigação por pivô central, no período de maio a setembro de 2016. Foram plantados híbridos de milho AG 1051 e AG 8677 PRO3, ambos da AGROCERES. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, quatro espaçamentos entre linhas (0,60; 0,70; 0,80 e 0,90 m), dois híbridos de milho (AG 1051 e AG 8677 PRO3) e cinco níveis de desfolha (T1: testemunha sem desfolha, T2: desfolha da folha da espiga, T3: desfolha de 2 folhas acima da espiga, T4: desfolha de 4 folhas acima da espiga e T5: desfolha de todas as folhas acima da espiga). Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. Também foram ajustadas equações de regressão em função dos espaçamentos e níveis de desfolha. O híbrido AG 1051 apresentou maior produção de espigas com palha ($9.127,40 \text{ kg ha}^{-1}$) que o AG (7.586,71 kg ha^{-1}). Conclui-se que, em espaçamentos entre linhas mais densos, independentemente do tipo de desfolha sofrido, o híbrido AG 1051 produziu espigas com maior teor de SST. E o comprimento médio das espigas de plantas de milho verde é negativamente afetado pela ocorrência de desfolha em espaçamentos superiores a 0,8 m. A cultivar AG 1051 é superior à cultivar AG 8677 PRO3 para as características agrônomicas de milho verde destinado ao processamento para pamonha.

PALAVRAS-CHAVE: Milho verde, irrigação no Cerrado, desfolha.

ABSTRACT

MÔNICA, ANDRADE (Autor). Goiano Federal Institute – Campus Ceres – GO, February - 2018. **Cultivars of green maize irrigated by central pivot cultivated at different spacings and levels of defoliation in closed domain.** Advisor: PhD Wilian Henrique Diniz Buso. Co-advisor: PhD Cleiton Mateus Sousa.

Green corn is produced and marketed in Goiás by small and medium producers to meet the demand of traditional pamonaria and end consumers. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of two hybrids of green maize under irrigated system, cultivated with different spacing and defoliation levels in the São Paulo Valley region. The experiment was carried out in the experimental area of the Goiano Federal Institute - Campus Ceres, in a central pivot irrigation system, from May to September 2016. AG 1051 and AG 8677 PRO3 maize hybrids were planted, both from AGROCERES. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, four row spacings (0.60, 0.70, 0.80 and 0.90 m), two corn hybrids (AG 1051 and AG 8677 PRO3) and five levels (T1: defoliation without leaves, T2: leaves defoliation, T3: defoliation of 2 leaves above the spike, T4: defoliation of 4 leaves above the spike and T5: defoliation of all leaves above the spike). The parameters evaluated were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test with a significance level of 5%. Regression equations were also adjusted according to the spacings and levels of defoliation. The AG 1051 hybrid showed higher production of spikes with straw (9,127.40 kg ha⁻¹) than AG (7,586.71 kg ha⁻¹). It was concluded that, at denser row spacings, regardless of the type of defoliation, the AG 1051 hybrid produced ears with a higher SST content. And the average length of the ears of green corn plants is negatively affected by the occurrence of defoliation at spacings above 0.8 m. The cultivar AG 1051 is superior to the AG 8677 PRO3 cultivar for the agronomic characteristics of green corn destined to the processing for pamonha.

KEY WORDS: Green corn, irrigation in the Cerrado, defoliation.

1. INTRODUÇÃO

A comercialização do milho verde (*Zea mays*) *in natura* é muito comum no estado de Goiás, que tem tradição no consumo de produtos fabricados da espiga verde, como pamonhas, curau, picolé, bolos, sucos, e produtos comercializados *in natura* em bandejas nos supermercados, mercearias e feiras livres (Albuquerque, 2008). O mercado é composto basicamente por dois segmentos. O primeiro segmento é representado pela Central de Abastecimento de Goiás (CEASA/GO), onde foram comercializadas no ano de 2017, aproximadamente, 758 toneladas de espigas empalhadas, mais de 87% originadas do próprio estado (CEASA/GO, 2017). O segundo segmento é o mercado de venda direta aos consumidores finais através de supermercados, feiras livres, "casas de pamonha" e quitandas, sem a intermediação do mercado atacadista. Na região do Vale de São Patrício, a produção de milho verde visa a atender o consumo interno, sendo as pamonharias as principais consumidoras, além da comercialização em feiras livres e supermercados.

O cultivo de milho verde tem alto potencial produtivo e mercado promissor, podendo ser cultivado durante todo o ano sob condições de irrigação (Rocha et al., 2011). Para que atinja todo seu potencial produtivo, com espigas grandes e bom empalhamento, livres de pragas e doenças que depreciam o produto, com grãos do tipo dentado, alinhamento retilíneo e, preferencialmente, na cor amarelo-creme, com endurecimento dos grãos lento, pericarpo fino e produtividade a campo acima de 12 t ha⁻¹, é necessário um bom manejo, com escolha da cultivar ideal e melhor otimização no uso da área (Paiva Junior et al., 2001). Com o intuito de maximizar o uso da área e obter melhores produtividades, o uso de espaçamentos reduzidos entre linhas tem sido uma boa opção.

Desta forma, com a presente pesquisa, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de dois híbridos para produção de milho verde sob sistema irrigado, cultivados com diferentes espaçamentos e níveis de desfolha, em domínio de Cerrado, na região do Vale do São Patrício.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes no mundo, em função de sua produtividade, composição química e valor nutritivo, desempenhando um importante papel socioeconômico pela sua aptidão agrícola e pelas diversas aplicações tanto na alimentação humana como animal. O Brasil é um dos maiores produtores, tendo representatividade em todo território nacional (Oliveira Júnior et al., 2006), sendo cultivado como produto de subsistência e como lavouras de alto nível tecnológico (Mattoso e Melo Filho, 2008).

É uma espécie pertencente à família das *Poaceae*, seu fruto é a espiga, onde se encontram as sementes. O ciclo médio de uma cultivar é muito variável, sendo influenciado pelas condições de clima, época do ano e região, variando entre 90 e 110 dias (Pereira Filho et al., 2011). O milho é classificado, segundo a duração do seu ciclo, em superprecoce, precoce e tardio. Em geral, quanto maior a precocidade de um material, menor o seu número de folhas expandidas na antese, menor a sua área foliar e mais reduzida a estatura final da planta (Almeida et al., 2000). E como estes materiais dispõem de menos tempo para se recuperar de restrições ambientais impostas ao aparato fotossintético da planta nas fases de pré-floração, floração e início de enchimento de grãos, os prejuízos impostos à fonte produtora de carboidratos podem reduzir o rendimento de grãos de materiais precoces mais drasticamente do que dos tardios (Tollenaar e Dwyer, 1999). O milho pode ser colhido com grãos secos, com espigas verdes e para silagem.

A produtividade da cultura varia de 9 a 15 toneladas de espigas verdes empalhadas por hectare. A colheita é feita quando os grãos estão com 70-80 % de umidade, ou seja, entre os estádios leitoso e pastoso, variando com a época de semeadura. No verão, a colheita é feita a partir de 90 dias após o plantio e, a partir de março, o ciclo se alonga, com a colheita sendo feita com mais de 120 dias (Pereira Filho et al., 2011).

Para a produção de espigas verdes, é altamente desejável obter elevada porcentagem de espigas comerciais e elevado peso. Espigas maiores que 15 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro são padrões para serem consideradas comerciais (Albuquerque, 2008). Outros aspectos importantes a serem considerados na escolha de

cultivares para produção de milho verde são o empalhamento das espigas e a coloração do grão, sendo a preferência por espigas bem empalhadas, de coloração verde intensa, livre de pragas e doenças. Poucas são as variedades disponíveis no mercado que atendem as exigências do mercado consumidor (Oliveira et al., 2003). O híbrido Ag 1051 se destaca como líder no mercado produtor de milho verde por apresentar todas essas características, mas, por se tratar de um material existente há mais de 10 anos no mercado, não tem nenhuma resistência ao ataque de insetos (pragas) desfolhadores. O híbrido Ag 8677 PRO3 tem a tecnologia VT PRO 3, a primeira tecnologia voltada à proteção da raiz do milho contra o ataque da *Diabrotica speciosa* (larva alfinete) e também contra as principais pragas aéreas que atacam folhas, colmo e espiga da cultura: lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), broca do colmo (*Diatraea saccharalis*), lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) e lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*).

Para aumentar a produtividade da cultura, são empregadas tecnologias baseadas no adequado fornecimento de nutrientes às plantas, ou seja, melhores condições do solo para o desenvolvimento das plantas e utilização de genótipos capazes de obter maiores tetos produtivos. Landau et al. (2012) afirmam que a temperatura ideal para o cultivo do milho está em torno de 25 e 30 °C e a necessidade hídrica demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória.

2.2 Desenvolvimento da planta

O crescimento e o desenvolvimento da planta de milho são divididos em dois grandes estágios - o vegetativo e o reprodutivo. Durante o estágio vegetativo, que apresenta um número relativo de estágios entre VE (emergência) e VT (pendoamento), ocorre o desenvolvimento vegetativo da planta. Durante o estágio reprodutivo, para milho verde, ocorre o desenvolvimento da espiga de milho (Figura 1) (Magalhães e Durães, 1999).

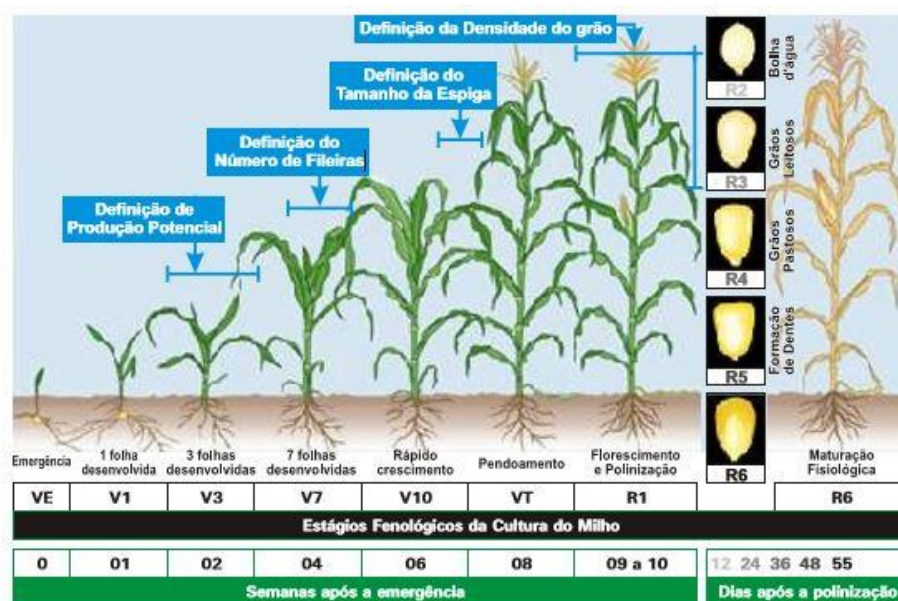


Figura 1 – Estágios fenológicos do milho.

- VE – Emergência - A emergência ocorre quando as primeiras folhas, chamadas de coleótilos, aparecem acima da superfície do solo. A semente absorve água (aproximadamente 30% de seu peso) e oxigênio para germinação. A radícula emerge rapidamente próximo à ponta da semente, dependendo das condições de temperatura e umidade do solo. O coleótilo emerge do embrião da semente e é empurrado para a superfície do solo pelo alongamento do mesocótilo. O mesocótilo encontra-se anexo à plúmula, que se abre ao mesmo tempo em que a estrutura atinge a superfície do solo.
- V1 – Primeira folha com colar visível (estrutura encontrada na base da folha) e ponta arredondada. A partir desse ponto até o florescimento (R1), os estádios vegetativos são definidos pela última folha desenvolvida com colar visível. O ponto de crescimento (meristema apical) da planta é localizado abaixo da superfície do solo até o estágio V5.
- V2 – Duas folhas desenvolvidas. As raízes nodais começam a crescer abaixo do solo e as seminais começam a senescer. Geadas não apresentam riscos de danos para as plântulas de milho, a menos que o frio seja extremo ou o plantio tenha sido muito raso.
- V3 – Três folhas desenvolvidas. Todas as folhas e espigas que a planta eventualmente irá produzir estão sendo formadas no V3. Pode-se dizer, portanto,

que o estabelecimento do número máximo de grãos ou a definição da produção potencial estão sendo definidos nesse estágio.

- V4 – Quatro folhas desenvolvidas. As raízes nodais são dominantes, ocupando maior volume de solo em comparação com as raízes seminais. As folhas ainda se desenvolvem no meristema apical (ponto de crescimento da planta).
- V5 – Cinco folhas completamente desenvolvidas. Tanto a iniciação das folhas como das espigas vai estar completa, e a iniciação do pendão já pode ser vista microscopicamente na extremidade de formação do caule, logo abaixo da superfície do solo.
- V6 – Seis folhas com colar visível. A primeira folha com ponta arredondada se apresenta em senescência, mas, mesmo assim, deve ser levada em consideração na contagem. Nesta fase, o ponto de crescimento emerge e está acima da superfície do solo. Todas as estruturas da planta já tiveram seu crescimento iniciado.
- V6 a V10 – O potencial do número de fileiras por espiga é determinado. A altura da planta aumenta conforme o alongamento do caule, e raízes nodais se desenvolvem nos nós localizados abaixo da superfície do solo.
- V8 – Inicia-se a queda das primeiras folhas.
- V9 – Nesse estágio, muitas espigas são facilmente visíveis se for feita uma dissecação da planta. Nesse estágio, ocorre alta taxa de desenvolvimento de órgãos florais. O pendão inicia um rápido desenvolvimento, e o caule continua alongando.
- V10 – A planta de milho inicia um rápido e contínuo crescimento, com acumulação de nutrientes e peso seco, que continuarão até os estágios reprodutivos. Há uma grande demanda no suprimento de água e nutrientes para satisfazer as necessidades da planta.
- V12 – Definição do tamanho da espiga, quando ocorre perda de duas a quatro folhas basais. Pode-se considerar que, nessa fase, inicia-se o período crítico para a produção, que se estende até a polinização. A planta atinge cerca de 85 a 90% da área foliar.

- V14 - Rápido crescimento, aproximadamente duas semanas antes do florescimento. Nessa fase, o milho é altamente sensível ao estresse por altas temperaturas e seca. Mais 4 ou 6 folhas devem se expandir a partir desse estágio até VT.
- V15 – Esse estágio representa a continuação do período mais importante e crucial para o desenvolvimento da planta em termos de fixação do rendimento. Desse ponto em diante, um novo estágio foliar ocorre a cada um ou dois dias. Estilos-estigmas iniciam seu crescimento nas espigas.
- V17 – As espigas atingem um crescimento tal que suas extremidades já são visíveis no caule, assim como a extremidade do pendão já pode também ser observada. Estresse de água ocorrendo no período de duas semanas antes até duas semanas após o florescimento vai causar grande redução na produção de grãos.
- V18 – É possível observar que os “cabelos” ou estilos-estigmas dos óvulos basais se alongam primeiramente em relação aos “cabelos” dos óvulos da extremidade da espiga. Raízes aéreas, oriundas dos nós acima do solo, estão em crescimento nesse estágio. Essas raízes contribuem para a absorção de água e nutrientes. Em V18, a planta do milho se encontra a uma semana do florescimento, e o desenvolvimento da espiga continua em ritmo acelerado.
- VT – Pendoamento – O potencial de grãos por fileira na espiga é definido e, conseqüentemente, o potencial do número final de grãos. O potencial do tamanho das espigas começa a ser definido. O último ramo do pendão é visível no topo da planta. O estilo-estigma (“cabelos”) do milho pode ou não ter aparecido nesta fase. A planta está próxima da sua altura máxima.
- R1 – Embonecamento e polinização – O florescimento começa quando os “cabelos” se projetam para fora da palha, e os primeiros a emergir são responsáveis pela polinização dos grãos da base da espiga. Os “cabelos” se mantêm ativos até a polinização. O pólen vai do pendão até o “cabelo” do milho, fertilizando o óvulo e, assim, produzindo o embrião. O potencial do número dos grãos é determinado nesta fase. A altura máxima da planta é atingida neste estágio. Após a fertilização, a divisão celular começa a ocorrer dentro do embrião.

- R2 – Grão bolha d’água – O “cabelo” do milho escurece e começa a secar (aproximadamente 12 dias após R1). O grão se assemelha a uma bolha com coloração branca e fluida, transparente em seu interior. Nesta fase, o grão apresenta 85% de umidade, e os embriões se desenvolvem em cada grão. A divisão celular está completa. Inicia-se o enchimento de grão.

R3 – Grão leitoso – “Cabelo” do milho seca (aproximadamente 20 dias após R1). O grão torna-se amarelado, e um fluido semelhante ao leite pode ser extraído quando ele é esmagado com os dedos. Este fluido resulta do processo de acúmulo de amido dentro do grão, sendo o momento da colheita para milho verde.

2.3 Escolha das cultivares para colheita de espigas verdes

O plantio do milho verde é uma tradição no Brasil, havendo, porém, um número reduzido de cultivares disponíveis no mercado para tal fim. Trata-se de uma atividade promissora, concentrando-se em pequenas e médias propriedades com áreas entre 1 e 10 hectares (Nascimento, 2017).

A escolha do tipo de cultivar é uma das variáveis mais importantes na determinação do rendimento final, além de ser uma importante ferramenta para a tomada de decisões no manejo. As cultivares ideais para produção de milho verde devem apresentar maior período de colheita e rendimento industrial de grãos igual ou superior a 30%, requisitos necessários para atender tanto aos interesses da indústria de envasamento quanto à produção para o consumo *in natura* e ao próprio produtor (Pereira Filho et al, 2003).

Entretanto, tem-se observado no mercado de milho verde, comercializado com e sem palha, muita desuniformidade, mostrando que o produtor ainda necessita de muitas informações a respeito de cultivares apropriadas para esse segmento de mercado, já que a maioria das cultivares são as mesmas utilizadas para milho em grão. De acordo com Cruz et al. (2014), estão disponíveis no mercado 478 cultivares de milho, 292 transgênicas e 186 convencionais, mostrando uma grande dinâmica de renovação de cultivares, sendo que 97 foram acrescentadas e 86 deixaram de ser comercializadas. Entre essas 478 cultivares de milho, somente 17 são recomendadas pelas empresas produtoras de sementes para a produção de milho verde. Enfatizando esse dado, Pereira Filho et al. (2011) afirmam haver centenas de cultivares de milho disponíveis no

mercado de sementes no Brasil, sendo apenas 15 recomendadas pelas empresas produtoras de semente como apropriadas para produção de milho verde.

O híbrido AG 1051, Figura 2, tem ciclo semiprecoce, porte alto, grão do tipo dentado amarelo, sendo recomendado para milho verde e silagem de planta inteira. Tem como vantagens flexibilidade de plantio em todas as regiões do Brasil, alto potencial de matéria seca e de proteína para silagem, tem janela de corte, permitindo maior tempo para operação de ensilagem, sendo perfeito para os mercados de milho verde e pamonha, com excelente rendimento de massa e maior tempo de durabilidade das espigas na bandeja.

O híbrido AG 8677 PRO3, Figura 3, tem ciclo precoce, porte médio, grão do tipo amarelo alaranjado, sendo recomendado para a produção de grão. Tem como vantagens alto potencial produtivo, boa qualidade de grãos, sanidade foliar, boa tolerância ao pulgão e tolerância às doenças foliares.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2: Espigas de milho Ag 1051



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3: Espigas de milho Ag 8677 PRO 3

2.4 Espaçamento entre plantas

O somatório da melhoria genética (45,75%) com a melhoria nas condições ambientais (52,25%) é responsável por determinar o potencial genético da planta, que nada mais é que a utilização de técnicas de manejo culturais mais adequadas à planta,

em cada ambiente de cultivo (Duvick, 1992). No caso específico da exploração de milho verde para consumo *in natura*, existem poucas informações, especialmente no que concerne ao manejo da lavoura. Uma forma de aumentar o rendimento da cultura é a redução no espaçamento, por propiciar uma distribuição melhor de plantas na área, aumentando a eficiência na utilização de luz solar, água e nutriente, melhor controle de plantas daninhas em função do mais rápido fechamento dos espaços disponíveis e redução da erosão pela cobertura antecipada da superfície do solo.

Farinelli et al. (2003) afirmam que cultivares específicas para produção de milho verde, aliadas à adequada densidade populacional e à adubação equilibrada, são ações recomendadas para um bom desempenho da cultura. E Alvarez et al. (2006) afirmam ser necessário avaliar novas cultivares de milho, em espaçamento reduzido entre as linhas e com diferentes densidades de plantas, uma vez que as novas cultivares disponíveis no mercado são mais produtivas, têm porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta em relação aos materiais mais antigos, o que favorece a adoção de um arranjo de plantas que permita distribuir de maneira mais equidistante as plantas na área, proporcionando aumentos da produtividade.

Para conseguir atingir o potencial máximo de produção do milho, vários fatores estão relacionados, como a disponibilidade hídrica, boas condições de fertilidade do solo, ciclo da cultivar, espaçamento, época de semeadura e população variando entre 30.000 a 90.000 plantas ha^{-1} (Sangoi, 2000). A cultura é muito sensível à variação na densidade de plantas e, para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. A redução de espaçamento de 0,9 para 0,45 m, mantendo a população de plantas, favorece a produção de silagem de milho safrinha (GUARESCHI et al., 2008).

Nos últimos anos, o arranjo espacial de plantas na área de cultivo ganhou importância, tendendo à redução do espaçamento entre fileiras. Várias pesquisas com cultivares modernas indicam redução do espaçamento entre fileiras, hoje, de 0,4 a 0,6 m, e aumento da população de plantas, ficando entre 60 a 75 mil plantas ha^{-1} (Kappes et al., 2011; Farinelli et al., 2012).

A semeadura em espaçamento reduzido apresenta como vantagens melhoria no aproveitamento da água, nutrientes e radiação solar pela planta, redução na competição de plantas daninhas e maior controle de erosão. Entretanto, produtores que têm produtividade maior e usam híbridos mais modernos e de alto potencial produtivo se

beneficiam mais desse manejo, pois esses materiais permitem o plantio em densidades elevadas, visto essa tecnologia depender fundamentalmente do nível tecnológico (Cruz, 2011).

Segundo Argenta et al. (2001), a escolha do melhor arranjo de plantas é influenciada pela época de semeadura, comprimento do período de crescimento, forma de uso do milho pelo produtor, nível tecnológico e pelo híbrido. O arranjo de plantas pode ser manipulado por mudanças no espaçamento entre linhas, distribuição de plantas na linha, densidade de plantas e pela variabilidade entre plantas (emergência desuniforme).

2.5 Desfolha

Outra forma de manejo para melhorar os ganhos em produtividade é tentar minimizar os estresses. Segundo Da Matta e Ramalho (2006), todo fator externo que exerce influência desvantajosa para o crescimento e desenvolvimento da planta, reduzindo seu desempenho vegetal, é definido como estresse. Na maioria dos casos, é medido em relação à sobrevivência, produtividade agrícola, acúmulo de biomassa ou ao processo primário de assimilação, relacionados ao crescimento e desenvolvimento da planta (Gondim, 2006).

As características fisiológicas do milho são alteradas pela perda da área foliar, causada por doenças, insetos, geadas, granizo, vento e déficit hídrico, interferindo diretamente na produtividade. Estudar os estresses causados na cultura do milho tem a finalidade de entender as alterações morfológicas que ocorrem e que, em geral, são responsáveis pela perda de rendimento da cultura. Aliada à pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e limitada capacidade efetiva de compensação de espaços, faz com que o seu cultivo necessite ser planejado e criteriosamente manejado para poder manifestar sua capacidade produtiva (Andrade, 1998).

Pereira et al. (2011) afirmam que a manutenção da integridade foliar é importante, pois a folha é o principal órgão responsável pela fotossíntese; além disso, a cultura apresenta baixa capacidade de compensar as perdas foliares, já que sua prolificidade, capacidade efetiva de compensação de espaços e plasticidade foliar são reduzidas.

De acordo com Daros et al. (2000), a desfolha altera a relação fonte-dreno, provocando estresses que reduzem a produtividade e, conseqüentemente, afeta o rendimento econômico. As injúrias foliares provocam alteração na relação fonte-dreno

das plantas, provocando mudanças nas características agronômicas que afetam a produção e a qualidade fisiológica das sementes. Segundo Gondim (2006), durante o estresse, ocorrem a fotossíntese, a formação e remobilização de reservas e o estabelecimento de grãos viáveis bem como variações no comportamento das relações fonte-dreno, prejudicando o desenvolvimento dos grãos, alterado pelo balanço entre a capacidade da planta de suprir fotoassimilados (fonte) para os grãos e do seu próprio potencial de utilização de substratos disponíveis.

Para Pereira et al. (2012), os efeitos provocados pelos estresses na cultura do milho, responsáveis pela perda de rendimento, são estudados com a finalidade de entender as alterações morfológicas que ocorrem nas plantas.

A desfolha provoca grande perda na produtividade da cultura quando ocorre próximo à época de florescimento, principalmente pela redução do comprimento de espigas, peso de espigas e peso de grãos (Fancelli, 1988). O florescimento é o período mais crítico no ciclo vital do milho, correspondendo a duas semanas antes da antese e se prolongando por duas a três semanas após. Quando o estresse ocorre antes do florescimento, ele provoca retração no desenvolvimento da espiga, enquanto anormalidades durante e após a polinização poderão resultar no abortamento e na redução do número e peso de grãos (Daynard & Duncan, 1969).

A massa de grãos e o período para o seu enchimento diminuem quando há remoção de folha após a polinização. A formação do grão é afetada pela retirada das folhas acima da espiga aos 12 e 24 dias após 50% da emissão do estilos-estigmas, segundo Jones e Simmons (1983), reduzindo o desenvolvimento do grão e a duração do período de enchimento, principalmente na primeira época de desfolha. Já na remoção das folhas superiores de plantas em floração, ficou evidente para a maioria dos resultados mostra significativa queda da produção, comprovando a importância das folhas do ápice da planta no rendimento final. O número, o tamanho e o peso de espigas, além do número e peso de grãos, são os componentes da produção mais afetados pela desfolha nesse período.

2.6 Irrigação no milho verde

A irrigação é uma alternativa, porque possibilita o plantio durante todo o ano (Nascimento, 2017). Figueiredo et al. (2008) consideram que o manejo adequado da irrigação supõe o uso criterioso do recurso hídrico disponível para atingir um

determinado objetivo, como alcançar alta produtividade das culturas com o uso eficiente da água, da energia e de outros fatores de produção. O cultivo do milho nas primeiras fases de desenvolvimento é limitado pela deficiência hídrica (Brito et al., 2013).

O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, e a quantidade de água consumida por uma planta de milho durante seu ciclo gira em torno de 600 mm. De acordo com Magalhães et al. (1995), dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. O efeito da falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, nesta fase, a presença da água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico; c) enchimento de grãos, quando ocorre aumento na deposição de matéria seca, que está intimamente relacionado à fotossíntese, sendo que o estresse vai resultar em menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos.

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

Um dos principais fatores limitantes à produtividade de grãos e espigas para o consumo verde em ambientes tropicais e subtropicais é o estresse hídrico (Fornasier Filho, 2007). Bergamaschi et al. (2004) constataram que os componentes da produção mais afetados pelo déficit hídrico são o número de grãos por espiga e espigas por planta quando o déficit ocorre na fase de pendoamento até a fase do início do enchimento dos grãos. Oktem (2008) também revela aumento progressivo de produtividade de espigas verdes em função da irrigação.

2.7 Manejo da irrigação

Todas as plantas necessitam de uma quantidade de água adequada no solo para que suas necessidades fisiológicas sejam atendidas, sendo um dos principais fatores da produção na agricultura. O milho é uma cultura que demanda muita água, sendo muito eficiente em seu uso, ou seja, apresenta grande acúmulo de matéria seca por unidade de água absorvida (Reichardt, 1987).

De toda água consumida no mundo, 70% é destinada à irrigação, sendo fundamental evitar ao máximo o desperdício desse recurso natural. As pesquisas sobre agricultura irrigada mostram a necessidade de estudar os aspectos relacionados ao fornecimento adequado de água às plantas, principalmente em regiões onde há irregularidade na distribuição das chuvas, e a irrigação se torna fator imprescindível (Martins et al., 2003).

O manejo da irrigação na cultura do milho consiste em estabelecer o momento correto de aplicar água e sua respectiva lâmina (quando e quanto aplicar). Para isso, existem vários métodos, destacando-se, entre eles, o do Tanque Classe A, pela sua facilidade de operação, custo relativamente baixo e, principalmente, pela possibilidade de sua instalação próximo à cultura a ser irrigada, além dos resultados satisfatórios para a estimativa da demanda hídrica das culturas. Esse método permite que o equipamento meça a evaporação de uma superfície de água livre, associada aos efeitos integrados dos fatores climáticos, uma vez que a evaporação da água é influenciada por fatores do ambiente como temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, precipitação, nebulosidade, insolação, localização geográfica e período do dia (Peixoto et al., 1997).

A Evapotranspiração de referência (ETo) para a área onde o tanque está instalado é calculada pelo ajuste adequado de uma correção, da evaporação da água livre no tanque (ECA), por um coeficiente denominado de Kp (coeficiente de tanque), cuja determinação é baseada nas informações da velocidade do vento, umidade relativa, extensão e condição da área de bordadura ao redor do tanque. A evaporação da água livre no tanque (ECA) e a evapotranspiração da cultura (ETc) são semelhantes apenas em seus aspectos físicos, e para converter ECA em ETc , devem ser considerados o coeficiente do Tanque Classe A (Kp) e o coeficiente da cultura (Kc) (Manos et al., 2012). Para cada fase fenológica do milho, existe um consumo de água e, assim, um valor de coeficiente (Kc) (Figura 4).

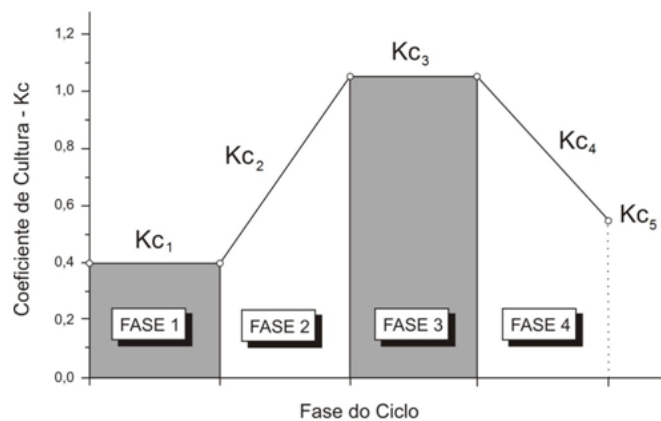


Figura 4: Coeficientes da cultura (k_c) em função das fases do ciclo de crescimento.

De acordo com o método da FAO para a estimativa de valores de coeficiente de cultura K_c (Doorenbos e Pruitt, 1977; Allen et al., 1998), a cultura de ciclo anual é dividida em quatro fases do ciclo fenológico (Figura 4). A fase 3 é a que apresenta os maiores valores do K_c , pois corresponde ao estágio de florescimento até o início do enchimento de grãos. Nesse trabalho, não foi considerada a fase 4 por se tratar de milho colhido verde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Figura 5, município de Ceres-GO, com latitude 15°20'46" S e longitude 49°35'50" O, altitude média de 561 metros, em regime de irrigação por pivô central no período de maio a setembro de 2016.



Fonte: Google Earth (2016).

Figura 5: Área experimental do pivô centra no IF Goiano – Campus Ceres

O clima é caracterizado como Aw, segundo classificação de Koppen-Geiger, clima tropical com estação seca no inverno (Cardoso e Marcuzzo, 2014), com precipitação média anual de 1.575 mm. O solo da área experimental é Latossolo Vermelho eutroférico típico, com textura franco-argilosa (EMBRAPA, 2013).

A análise físico-química de solo foi feita no Laboratório de solos do IF Goiano – Campus Ceres e seus resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da Análise de solo (0-20 cm profundidade) da área experimental. Ceres-GO, 2016.

Areia	Silte	Argila	pH	M.O	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P	V	m
	gKg ⁻¹		em H ₂ O	gdm ⁻³			Cmol ⁻¹ dm ⁻³				mgdm ⁻³		%	
482	40	478	5,62	22	3,85	1,94	0,00	3,80	0,56	10,15	220	50	62,57	0,00

SB-Soma de bases (SB=Ca+Mg+K); T - capacidade de troca de cátions (t = CTC efetiva = SB+Al); T - Capacidade total de troca de cátions(T = CTC total = SB+H+Al); V - Saturação de bases (V = 100 SB/T); m - Saturação por alumínio (m = 100 Al/t); M.O. (Método colorimétrico); P, K (Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al (KCl 1 mol/L); H+Al (Tampão SMP a pH 7,5).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados e parcelas subdividas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram, nas parcelas, de quatro espaçamentos entre linhas (0,60; 0,70; 0,80 e 0,90 m) e duas cultivares de milho (AG 1051 e AG 8677 PRO3), e nas subparcelas, de cinco níveis de desfolha: T1: sem desfolha (testemunha), T2: desfolha da folha da inserção da espiga, T3: desfolha de 2

folhas acima da espiga, porém mantendo a da inserção da espiga, T4: desfolha de 4 folhas acima da espiga e T5: desfolha de todas as folhas acima da espiga. A desfolha foi feita no estágio R1, com aproximadamente 60 dias após a emergência. A desfolha foi feita em duas plantas por linha por níveis de desfolha, de forma manual. Foram utilizadas 10 plantas por linhas.

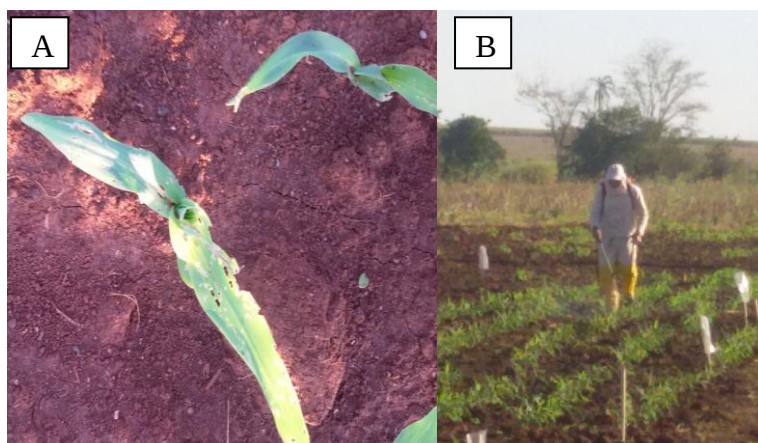
Cada repetição foi constituída de seis linhas de cinco metros, o espaçamento variando de 0,6 m a 0,9 m, mantendo um stand de 45.000 plantas ha^{-1} .

O experimento foi instalado no mês de maio de 2016. O preparo de solo foi feito com uma gradagem pesada, subsolagem e um nivelamento no dia anterior à instalação do experimento. Na adubação de semeadura, foram utilizados 400 kg ha^{-1} de 16 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O . As sementes foram tratadas com Tiametoxan + Fludioxonil na dose de 200 mL de cada produto para 100 kg de sementes. Foi feita abertura das linhas nos diferentes espaçamentos em 31/05/2016, Figura 6-A, e posterior semeadura manual no dia 01/06/2016, sendo distribuídas cinco sementes por metro linear (Figura 6-B). A emergência das plantas ocorreu no dia 06/06/2016 e no dia 18/06/2016 foi feito o desbaste visando a atingir uma população final de 45.000 plantas ha^{-1} .



Figura 6: Abertura de sulcos e plantio experimento – IF Goiano Campus Ceres, 2016

No mesmo dia do desbaste, foi feito o manejo para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), Figura 7-A, utilizando um pulverizador costal de 20 L, Figura 7-B, contendo 0,50 mL ha^{-1} de Clorpirifós + 50 mL ha^{-1} de Triflumurom. Para o controle de plantas infestantes, foram utilizados 2,5 L ha^{-1} de Atrazina + 10 mL ha^{-1} de adjuvante.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 7: Primeiros ataques da lagarta do cartucho (*Spodtera frugiperda*) e controle químico.

A adubação nitrogenada em cobertura foi feita no dia 19/06/2016, com 150 kg ha^{-1} de N (ureia), e as plantas estavam com 3 folhas desenvolvidas (estágio V3). No dia 03/07/2016, foi feita outra aplicação para lagarta do cartucho, com 150 mL ha^{-1} de Teflubenzurom + 100 mL ha^{-1} de Flubendiamida e 300 mL ha^{-1} do fungicida Difenconazol para prevenção contra ferrugem, e no dia 18/07/2016, foi feita mais uma pulverização para a lagarta do cartucho, com 500 mL ha^{-1} de Clorfenapir + 50 mL ha^{-1} de Triflumuron.

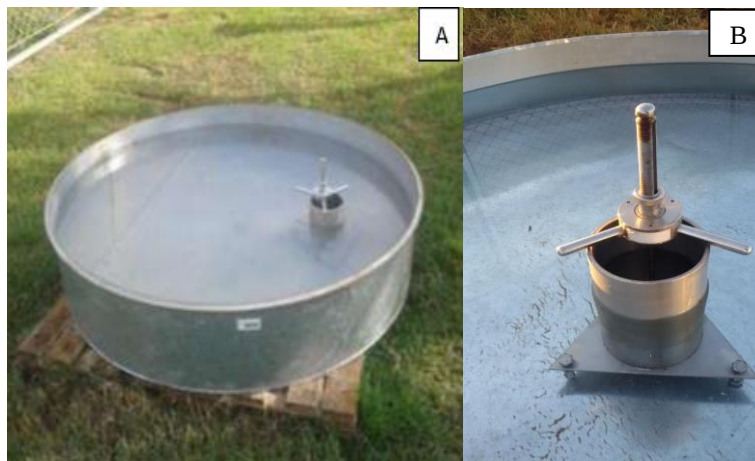
O experimento foi conduzido sob um sistema de pivô central da marca Krebs, modelo 3001- Analógico, Figura 8-A, com seleção digital da lâmina. O equipamento irriga uma área de 5,36 ha, cujos emissores, igualmente espaçados entre si, são distribuídos em duas torres (Figura 8-B).



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 8: Painel de controle e Pivô Central marca Krebs – IF Goiano Campus Ceres – 2016.

As irrigações foram feitas com turno de rega fixo de dois dias, de acordo com reposição hídrica da evaporação do tanque Classe A (Figura 9-A). As leituras foram feitas diariamente com o auxílio de um micrômetro de gancho (Figura 9-B). A diferenciação das lâminas se deu a partir dos 20 dias após a emergência (DAE), no dia 25/06/2016.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 9: Tanque Classe A com micrômetro de gancho, utilizado para medir a evaporação da água, localizado na estação meteorológica do IF Goiano – Campus Ceres, 2016.

A evapotranspiração da cultura foi obtida pela evaporação do tanque Classe A, conferida diariamente às 7 h da manhã. Todos os dados foram coletados pela estação meteorológica do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e lançados na equação 1.

$$1- ET_c = K_p \cdot ECA \cdot K_c$$

Em que:

ET_c – evapotranspiração da cultura, em mm d^{-1} ;

K_p – coeficiente do tanque, adimensional;

ECA – evaporação do tanque Classe A; e

K_c – coeficiente da cultura, adimensional.

Para o cálculo da lâmina bruta (mm dia^{-1}) a ser aplicada na cultura, foram utilizadas as equações 2 e 3. Pela relação entre a irrigação real necessária (IRN) e a eficiência de aplicação, cujo valor geralmente é estimado em 90% (Mantovani et al., 2009), é encontrada a irrigação total necessária (ITN).

$$2. IRN = ET_c \cdot TR$$

$$3. ITN = IRN/0,9$$

Em que TR –Turno de rega = 2 dias.

O valor de K_p é tabelado e varia de acordo com a velocidade do vento a 2,0 m da superfície, umidade relativa do ar e tamanho da bordadura (grama ou solo nu), de acordo com a metodologia de Marouelli et al. (1996).

De acordo com Marouelli et al. (1996), seguindo essa metodologia, os valores de K_c correspondem a 0,30-0,50 para a fase de desenvolvimento I; 0,70-0,90 para a fase II; 1,05-1,20 para a fase III; e 0,95-1,10 para a fase IV, para condições edafoclimáticas da região de cerrados do Brasil Central. As irrigações foram feitas às 7:30 h da manhã.

A Figura 10 apresenta a dinâmica da temperatura média do ar durante o período experimental. A precipitação pluviométrica dos meses de junho a setembro está descrita na Figura 11. Podemos observar que, nos meses de agosto e setembro, ocorreram chuvas esporádicas: no dia 16/08/2016, a precipitação foi de 42 mm; no dia 01/09/2016, de 20 de mm; no dia 02/09/2016, de 2mm; no 16/09/2016, de 10 mm; e no dia 25/09/2016, de 25 mm. As lâminas da água aplicadas após as chuvas foram calculadas para evitar déficit ou excesso. A Figura 12 mostra as lâminas utilizadas na irrigação.

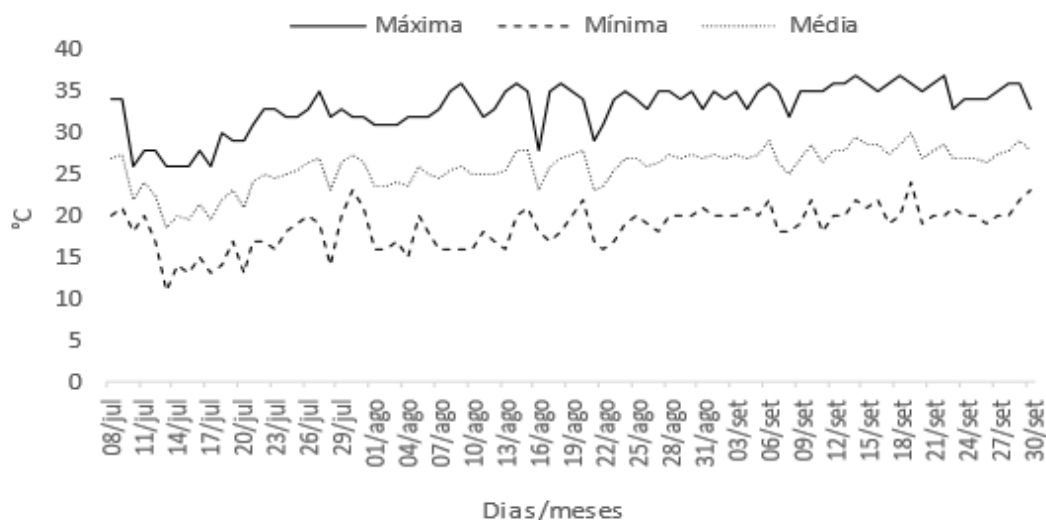


Figura 10. Valores de temperatura máxima, média e mínima do município de Ceres – GO. Fonte: INMET (2016).

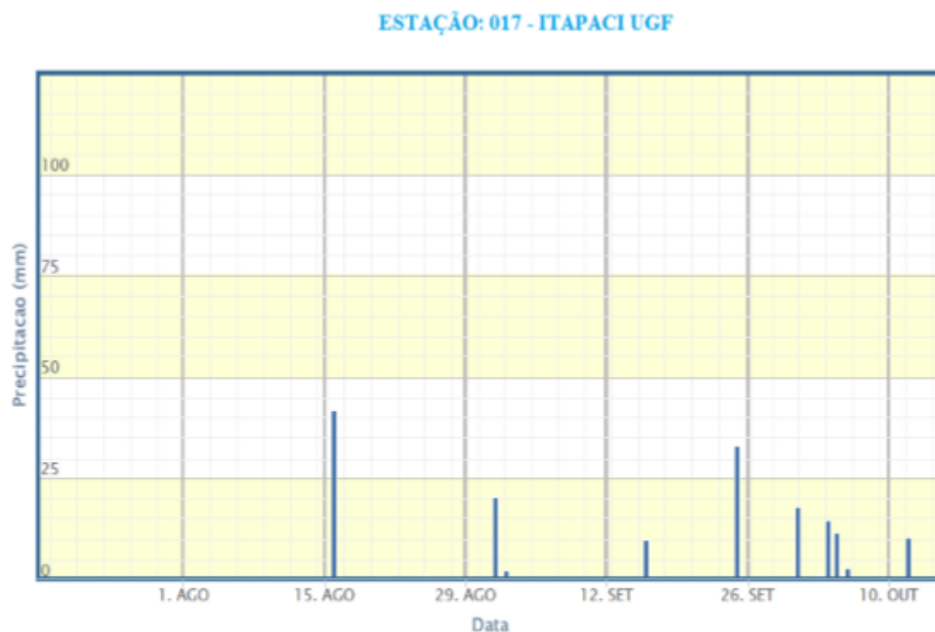


Figura 11. Precipitação Pluviométrica registrada de agosto a setembro de 2016 na Estação de Itapaci – GO. Usina Grupo Farias. Itapaci – GO. Fonte: Usina de Álcool – Grupo Farias - Itapaci – GO.

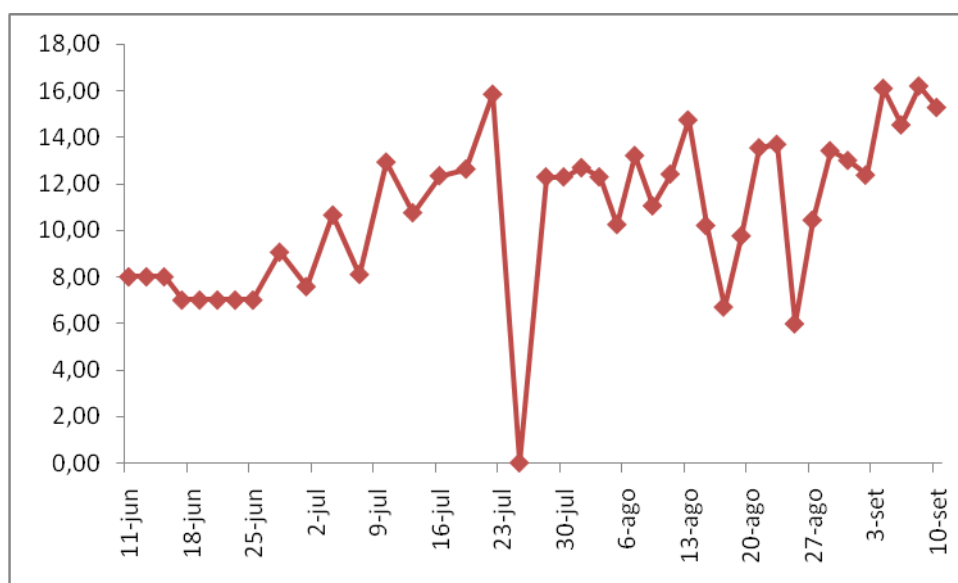


Figura 12. Lâmina d'água aplicada nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2016. Ceres – GO.

Foram utilizados 354,02 mm de água para irrigar a cultivar AG 8677 PRO3 durante todo o ciclo da cultura e 395,52 mm para a cultivar AG 1051.

A desfolha foi feita no estágio R1 (10/08/2016), aproximadamente 60 DAE, deixando duas plantas/linha sem desfolha (testemunha), duas com desfolha da folha da inserção da espiga, duas com desfolha de 2 folhas acima da espiga e

retirando a folha da inserção da espiga, duas com desfolha de 4 folhas acima da espiga e retirada da folha da inserção da espiga e duas com desfolha de todas as folhas acima da espiga, incluindo a da inserção da espiga.

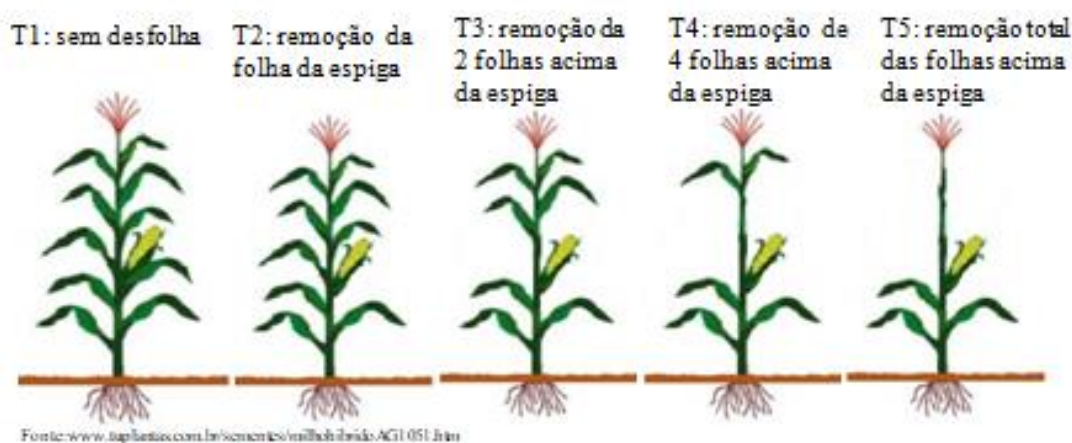


Figura 13. Níveis de desfolha milho verde. Ceres – GO. 2016.

As avaliações foram feitas no estágio R3, momento ideal de colheita para milho verde, com aproximadamente 90 dias após a semeadura para o híbrido AG 8677 PRO 3 e 100 dias para o AG 1051. As variáveis analisadas foram: produtividade total da espiga com palha (kg ha^{-1}); produtividade total da espiga sem palha (kg ha^{-1}); massa média da espiga (g); rendimento de massa (kg); diâmetro da espiga de milho com palha (mm); diâmetro da espiga sem palha (mm); comprimento da espiga sem palha (mm), número de grãos por fileira ($\text{grãos fileira}^{-1}$); número de fileiras de grãos ($\text{fileira grãos}^{-1}$); sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), massa fresca (g) e massa seca (g) para a desfolha e para as características agrônômicas foram utilizadas: e altura de planta, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, quantidade de espigas comerciais e não comerciais.

A produtividade total da espiga com e sem palha foi medida com o auxílio de uma balança digital modelo Toledo Prix 3, em que foram pesadas todas as espigas da área útil de cada parcela, primeiramente com palha e depois sem palha, tendo os resultados sido transformados em quilogramas por hectare.

O rendimento da massa foi medido utilizando todas as espigas da área útil de cada parcela, que foram raladas num ralador industrial elétrico marca Arbel, modelo RLM 120. Na sequência, a massa foi pesada em uma balança analítica digital, modelo Toledo Prix 3, e expressa em quilograma.

Os diâmetros e o comprimento das espigas foram medidos em cinco espigas, coletadas ao acaso. O diâmetro foi medido no terço médio da espiga, utilizando um paquímetro digital, e o comprimento, medido com o auxílio de uma régua graduada.

O número de grãos por fileira (grãos fileira⁻¹) e o número de fileiras de grãos (fileira grãos⁻¹) foram determinados, contando os grãos na fileiras e o número de fileiras nas mesmas cinco espigas em que foi feita a medição do diâmetro e do comprimento. Na sequência, foi feita a determinação da massa fresca de 100 gramas de milho-verde fresco ralado (g), ralando os milhos em um ralador industrial. Logo após, foi coletada uma alíquota de 100 mg da massa fresca e pesada em balança analítica modelo Toledo Prix 3, em seguida, foi levada para secar em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 24 horas quando apresentou peso constante, expresso em gramas. A massa seca de 100 gramas de milho verde ralado foi determinada com o auxílio de uma balança digital.

O teor de sólidos solúveis totais foi medido após a moagem do milho, de onde foi retirada uma alíquota de 3 gramas e feita a medição por refratometria, de acordo com a ISO 2173 (1978), utilizando um refratômetro digital marca Reichert Analytical Instruments, com compensação de temperatura automática a 25°C, tendo os resultados sido expressos em °Brix.

Todos os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%, para comparar os híbridos e os níveis de desfolha. Também foram ajustadas equações de regressão em função dos espaçamentos. As análises estatísticas foram feitas no software R (R Development Core Team, 2014), com os pacotes easyanova (ARNHOLD, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o efeito dos fatores cultivar, desfolha e espaçamento bem como suas respectivas interações sobre as características agronômicas de milho verde. A interação cultivar x desfolha x espaçamento influenciou apenas as variáveis número de grãos na fileira (NFG), teor de sólidos solúveis totais (SST) e diâmetro da espiga sem palha (DESP). A ação pareada (interação de dois fatores) alterou o comprimento da espiga e o número de fileira de grãos na espiga. A produtividade de espigas com palha diferiu apenas entre as cultivares, enquanto o rendimento de massa e a massa seca não variaram em razão dos fatores estudados.

A remoção de todas as folhas acima da espiga (TFAE) ocasionou redução significativa no NGF das espigas da cultivar AG 1051 (Figuras 1 A, B, C e D). Essa redução foi ainda potencializada pelo incremento no espaçamento entre as linhas de semeadura ($>0,70\text{m}$). Para a cultivar AG 8677 PRO 3, não foi observada alteração significativa no NGF por ocasião do espaçamento de semeadura e da aplicação da desfolha (Figuras 1 A, B, C e D).

Este cenário de respostas evidencia que o NGF em espigas da cultivar AG 1051 poderá se equiparar à AG 8677 PRO 3 em duas situações: quando os níveis de desfolha forem leves (eficiência no controle de agentes redutores de área foliar), ou ainda, quando for utilizado menor espaçamento na linha de semeadura ($0,60\text{ m}$), conhecido como espaçamento reduzido, tendência no cenário atual de produção de grãos. Além de melhorias nas características morfológicas das espigas a serem comercializadas, a semeadura em espaçamento reduzido, que varia de $0,40$ a $0,60$, oferece vantagens, como melhor plantabilidade, melhoria no aproveitamento de água, nutrientes e radiação solar pela planta (MODOLO et al., 2010), melhor controle de plantas daninhas e maior controle de erosão (DIAS, 2017). Essa técnica representa ainda uma grande vantagem para o produtor por ser o mesmo espaçamento utilizado nas culturas da soja e feijão. Essa é uma tendência que ocorre em todo o Brasil, tanto na primeira como na segunda safra, e, assim, o produtor não necessita alterar a distância entre as hastes sulcadoras da semeadora no momento do plantio de ambas as culturas (CRUZ, 2011).

Tabela 2. Resumo do quadrado de análise de variância com os valores de Quadrados Médios para os efeitos de espaçamento, cultivar e desfolha e as interações espaçamento x cultivar, espaçamento x desfolha, cultivar x desfolha e cultivar x desfolha x espaçamento, para produtividade de milho verde com e sem palha, comprimento da espiga, diâmetro da espiga com e sem palha, número de fileiras na espiga, número de grãos na fileira, rendimento de massa, massa seca e teor de sólidos solúveis totais, junho a setembro de 2016, Ceres, GO.

Fonte de variação	GL	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Comprimento de espiga (cm)	Diâmetro de espiga (mm)		Número de Fileira na espiga	Número de Grãos na fileira	Rendimento de massa (kg ha ⁻¹)	Massa Seca (%)	Sólidos solúveis totais (° BRIX)
		Com palha	Sem palha		Com palha	Sem palha					
Espaçamento	3	3185584,45 ^{ns}	493176,09 ^{ns}	0,64 ^{ns}	50,94 ^{ns}	12,9 ^{ns}	1,60 ^{ns}	17,29 ^{ns}	172,32 ^{ns}	10,73 ^{ns}	2112,67*
Bloco	3	2139861,79 ^{ns}	1276378,59 ^{ns}	2,51 ^{ns}	40,81 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,81 ^{ns}	7,13 ^{ns}	275,50 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,97 ^{ns}
Erro 1	9	8302578,75 ^{ns}	626328,28 ^{ns}	1,57 ^{ns}	55,97 ^{ns}	18,64 ^{ns}	1,38 ^{ns}	7,32 ^{ns}	341,20 ^{ns}	5,93 ^{ns}	8,60
Cultivar	1	94948718,90*	5396738,90 ^{ns}	19,70*	160,48 ^{ns}	588,97*	11,55*	148,14*	126,57 ^{ns}	0,40 ^{ns}	7178,38*
Espaçamento*Cultivar	3	4742408,67 ^{ns}	668962,96 ^{ns}	3,15 ^{ns}	40,59 ^{ns}	3,46 ^{ns}	1,78 ^{ns}	20,32 ^{ns}	273,79 ^{ns}	4,54 ^{ns}	1658,53*
Erro 2	9	7540173,28 ^{ns}	2781023,90 ^{ns}	1,45 ^{ns}	54,03 ^{ns}	11,56 ^{ns}	1,23 ^{ns}	7,94 ^{ns}	237,88 ^{ns}	6,51 ^{ns}	5,15
Desfolha	4	8146894,17 ^{ns}	1908100,54 ^{ns}	8,25*	62,40 ^{ns}	3,59 ^{ns}	1,67 ^{ns}	61,04*	254,02 ^{ns}	5,34 ^{ns}	48,56*
Espaç*Desfolha	12	5671169,78 ^{ns}	1190197,96 ^{ns}	5,28*	43,43 ^{ns}	20,52*	1,13 ^{ns}	23,91 ^{ns}	249,40 ^{ns}	3,78 ^{ns}	23,14*
Cultivar*Desfolha	4	2212536,75 ^{ns}	1214481,09 ^{ns}	2,40 ^{ns}	62,49 ^{ns}	14,53 ^{ns}	3,83*	32,38 ^{ns}	275,62 ^{ns}	3,98 ^{ns}	42,02*
Espaç*Cultivar*Desfolha	12	2455163,92 ^{ns}	641910,23 ^{ns}	2,89 ^{ns}	54,16 ^{ns}	21,16*	1,01 ^{ns}	28,70*	250,69 ^{ns}	6,23 ^{ns}	25,64*
Resíduo	99	3732610,84 ^{ns}	923482,45 ^{ns}	2,19 ^{ns}	29,89 ^{ns}	7,86 ^{ns}	1,39 ^{ns}	14,12 ^{ns}	262,40 ^{ns}	4,94 ^{ns}	8,59
CV parcela (%)	-	34,48	17,98	7,61	13,57	9,40	7,53	8,27	62,06	14,86	10,87
CV subparcela (%)	-	32,86	37,89	7,31	13,33	7,40	7,11	8,61	51,86	15,57	8,41
CV sub - subparcela (%)	-	23,12	21,83	8,98	9,91	6,11	7,56	11,48	54,42	13,56	10,86

^{ns} não significativo, * significativo até 5%, pelo teste F.

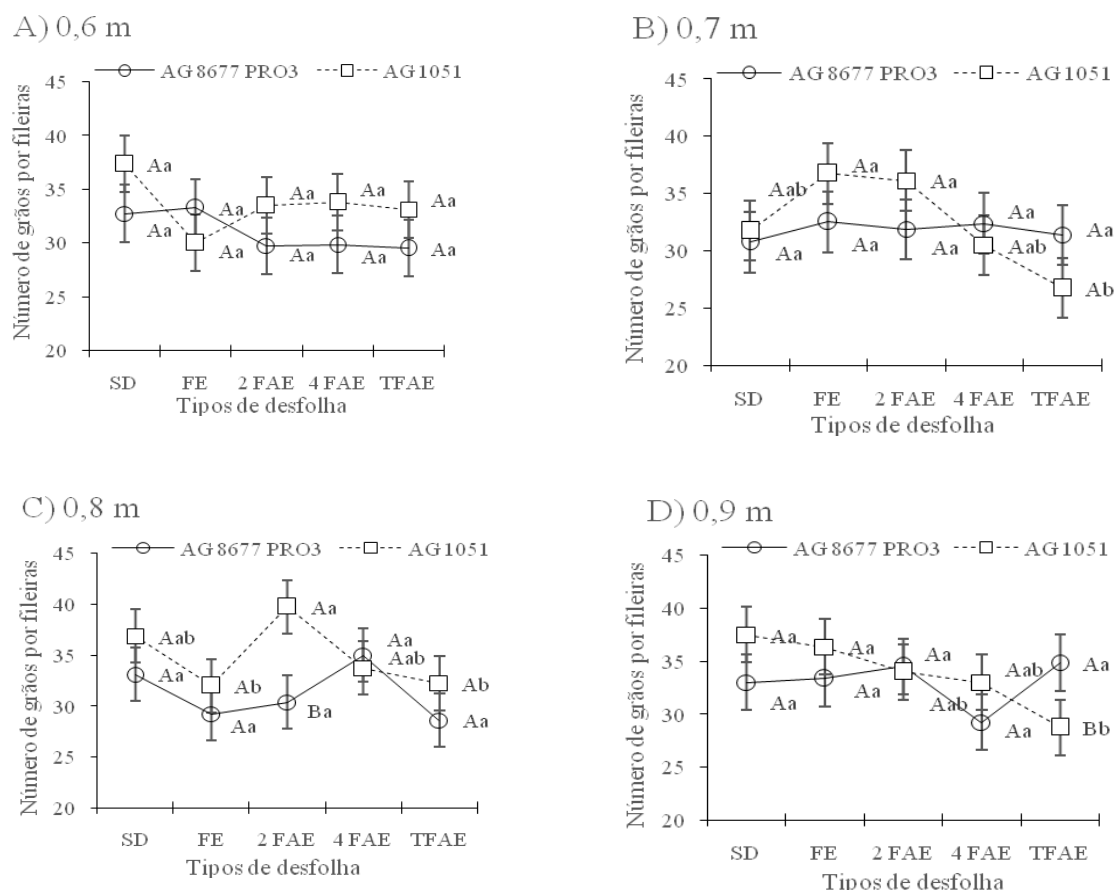


Figura 1. Número de grãos por fileira em espigas de cultivares de milho, cultivado sob quatro níveis de espaçamentos (0,6 (a); 0,7 (b); 0,8 (c) e 0,9 m (d)) e cinco tipos de desfolha (SD = sem desfolha; FE = desfolha da folha da espiga; 2FAE = desfolha de 2 folhas acima da espiga; 4FAE = desfolha de 4 folhas acima da espiga e; TFAE = desfolha de todas as folhas acima da espiga) em área de pivô central. Ceres, 2016. *Letras maiúsculas comparam cultivares em cada nível de desfolha para cada nível de espaçamento, enquanto letras minúsculas comparam tipos de desfolha em cada cultivar para cada nível de espaçamento ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O número de fileiras de grãos (NFG) foi influenciado por ocasião da interação cultivar x desfolha, Figura 2, sendo a cultivar AG 1051 mais tolerante à desfolha que a AG 8677 PRO 3. A causa disso decorre de a contribuição das folhas nos diferentes terços da planta proporcionar diferentes respostas, sendo que a remoção das folhas acima da espiga compromete significativamente o rendimento de grãos (LIMA et al., 2010). Embora a definição do caráter NFG aconteça no período vegetativo da cultura (ALVIM et al., 2011), quando neste estudo os níveis de desfolha ainda não haviam sido aplicados, a viabilidade das fileiras formadas é dependente da condição de área foliar na planta após o florescimento, podendo ser reduzida em plantas com menor disponibilidade de área foliar após a floração e

não garantir a expressão do NFG potencial definido na fase vegetativa. A desfolha, além de proporcionar deficiência como fonte de fotoassimilados, faz com que os estigmas fiquem expostos após a desfolha, ocorrendo intensa desidratação dessas estruturas reprodutivas, o que compromete a germinação dos grãos de pólen, que, por sua vez, pode influenciar o NFG (VARGAS, 2010).

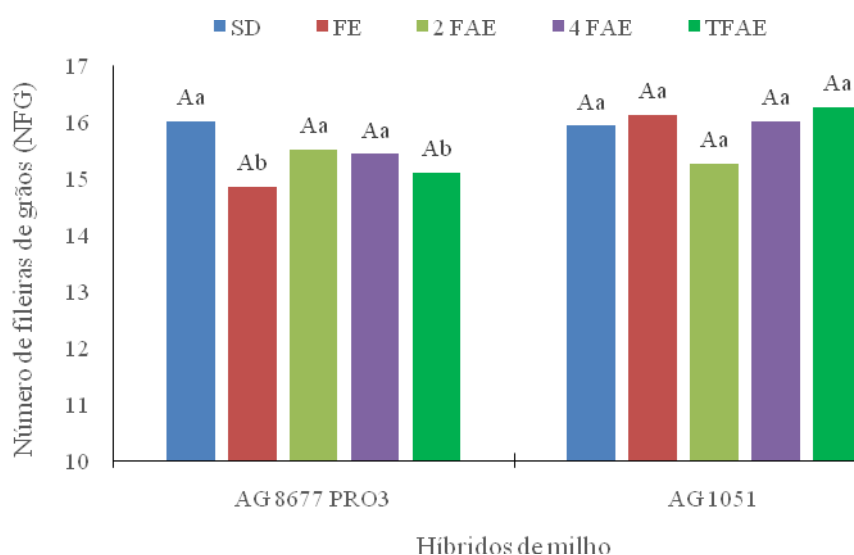


Figura 2. Número de fileira de grãos em espigas de milho verde irrigado por aspersão, afetado pelo tipo de desfolha e cultivar. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.

* Letras maiúsculas comparam tipos de desfolha em cada cultivar e letras minúsculas comparam cultivares em cada tipo de desfolha ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A capacidade de uma cultivar tolerar maiores níveis de desfolha é uma característica favorável, permitindo sua utilização com maior sucesso em áreas onde a incidência dos ataques de pragas e doenças que acometem a área foliar tem sido problema recorrente, principalmente após o florescimento. Neste sentido, é importante a busca de alternativas que minimizem esse tipo de estresse, bem como a identificação dentro do cenário comercial de materiais que apresentem maior tolerância aos efeitos prejudiciais ocasionados pela desfolha, como observado para a cultivar AG 1051.

Observou-se que o diâmetro das espigas da cultivar AG 8677 PRO 3 não sofreu variação pela ocorrência de desfolha e pela mudança do arranjo espacial de plantas na

lavouira (Figura 3A). Para a cultivar AG 1051, o diâmetro das espigas decaiu linearmente na ausência de desfolha, ou ainda, quando ela atingiu todas as folhas acima da espiga (Figura 3B).

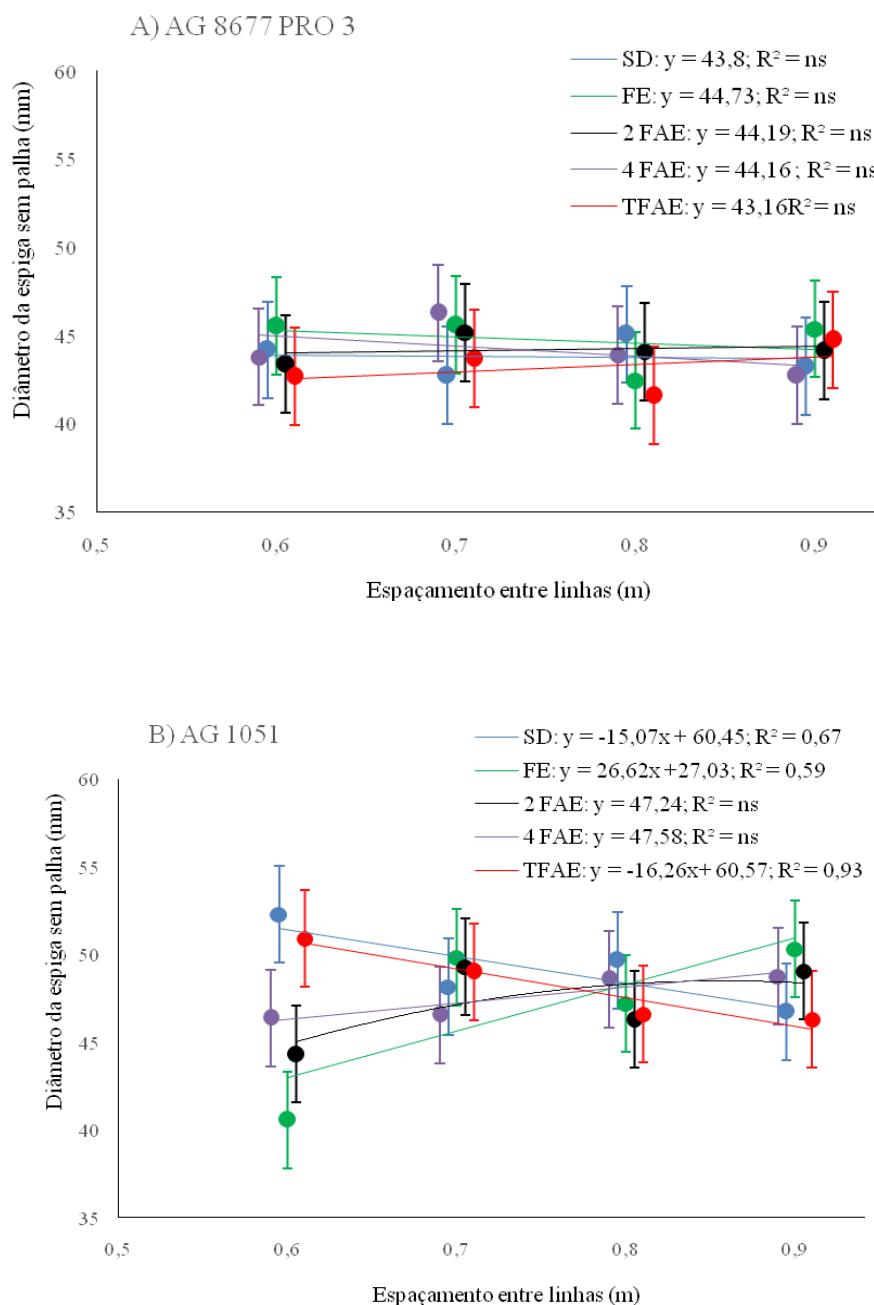


Figura 3. Diâmetro da espiga sem palha (DESP) de cultivares de milho, cultivadas sob quatro níveis de espaçamentos (0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 m) e cinco tipos de desfolha (SD = sem desfolha; FE = desfolha da folha da espiga; 2FAE = desfolha de 2 folhas acima da espiga; 4FAE = desfolha de 4 folhas acima da espiga e; TFAE = desfolha de todas as folhas acima da espiga) em área de pivô central. Ceres, 2016.

O diâmetro da espiga é uma característica que pode ser aumentada de duas formas: pelo investimento da planta em maior formação de fileira de grãos ou pelo aumento da espessura do sabugo. Neste estudo, observou-se que, embora o NFG tenha diferido por ocasião da interação cultivar x desfolha, Figura 2, sendo a cultivar AG 1051 mais tolerante à desfolha que a AG 8677 PRO 3, o NFG não mostrou ser fator preponderante para a ocorrência de incrementos em diâmetro das espigas, uma vez que ele pode ser reduzido de acordo com o arranjo de plantas para a cultivar AG 1051 (Figura 3B).

A redução no diâmetro da espiga da cultivar AG 1051 por acréscimo no espaçamento, Figura 3B, pode ser explicada pelo aumento da competição das plantas nas linhas de semeadura, interferindo na quantidade e qualidade da luz incidente sobre as folhas, atenuando a competição intraespecífica por água e nutrientes (KAPPES et al., 2011), penalizado o enchimento de grãos e, conseqüentemente, o diâmetro da espiga, visto pouco adiantar investir em NFG se não ocorrer disponibilidade de assimilados para o enchimento destas fileiras.

Deste modo, fica evidente que o espaçamento entre linhas é fator determinante para que espigas de maior diâmetro sejam obtidas na cultivar AG 1051. Contudo vale ressaltar que esse investimento em espessura deve vir acompanhado de aumento no rendimento de massa, fato não observado neste estudo (Tabela 2). Assim, pode-se recomendar, para ambas as cultivares, redução do espaçamento da semeadura entre linhas (0,60 m), garantindo, dessa forma, espigas comerciais de maior diâmetro, sem prejuízo no rendimento de massa por unidade de área, em virtude de sua distribuição mais equidistante (ARGENTA, 2001). Além disso, a utilização de espaçamentos menores permitirá uma melhor distribuição espacial das plantas, cobertura mais rápida do solo, abafamento das plantas daninhas e melhor utilização da radiação solar, água e nutrientes para cultivos exclusivos de milho, observando-se que a população final de plantas ha^{-1} seja mantida, ajustando o número de sementes por metro por ocasião da semeadura, de acordo com o espaçamento desejado (FLESCH & VIEIRA, 2004).

O teor de SST mostrou tendência significativa de aumento linear, aumentando de 9,0° para 32° para a cultivar AG 8677 PRO 3, com o aumento do espaçamento, independentemente do tipo de desfolha aplicado (Figura 4A). Para a cultivar AG 1051, o teor de SST de espigas de plantas desfolhadas severamente (4 FAE e TFAE) não variou em razão dos níveis de espaçamento adotados (Figura 4B).

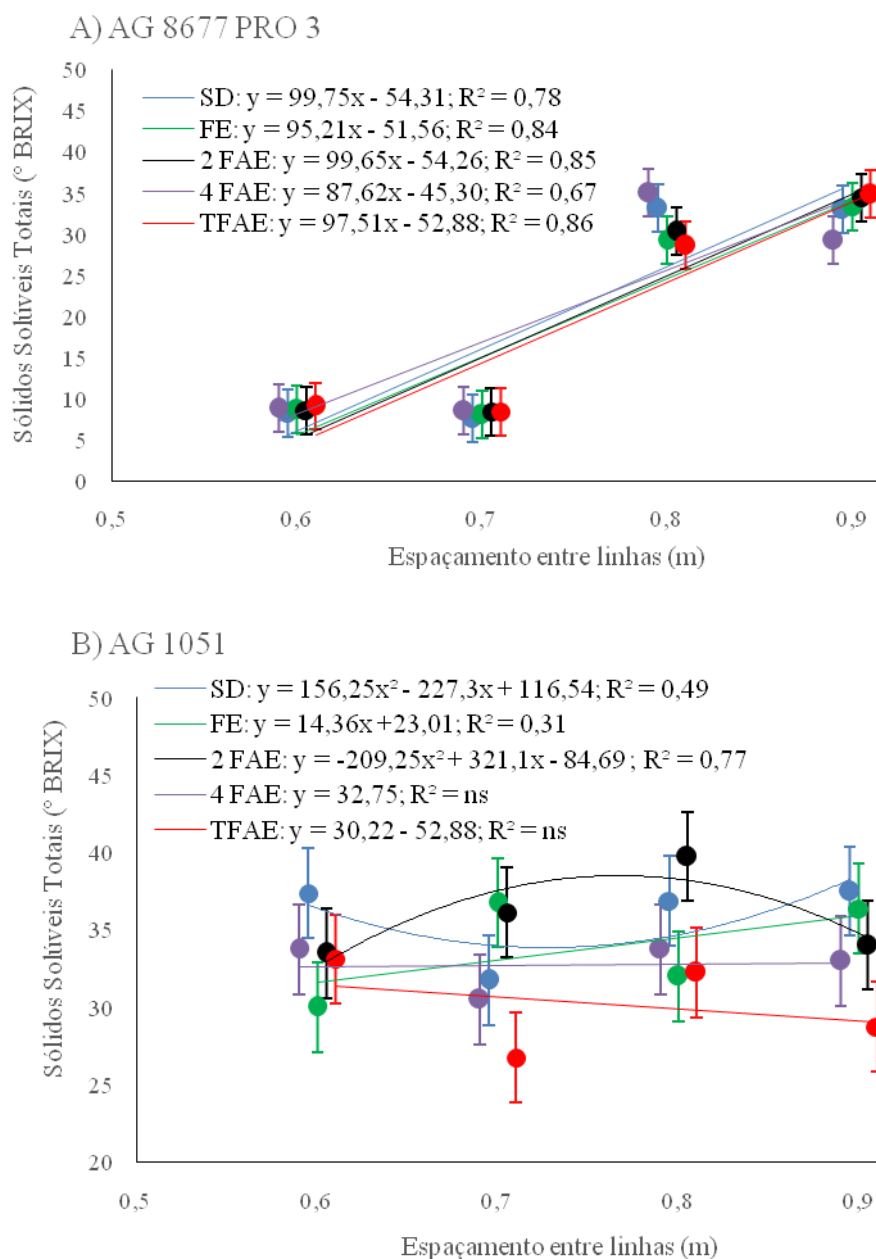


Figura 4. Teor de sólido solúveis totais (SST) em grãos frescos de espigas de cultivares de milho, cultivado sob quatro níveis de espaçamentos (0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 m) e cinco tipos de desfolha (SD = sem desfolha; FE = desfolha da folha da espiga; 2FAE = desfolha de 2 folhas acima da espiga; 4FAE = desfolha de 4 folhas acima da espiga e; TFAE = desfolha de todas as folhas acima da espiga) em área de pivô central. Ceres, 2016.

Outra constatação importante observada é que, na ausência de desfolha, ou ainda sob desfolhas leves (FE e 2 FAE), a cultivar AG 1051 mostrou plasticidade no acúmulo de SST em razão da variação do espaçamento entre linhas, Figura 4B, reagindo de forma linear para desfolhas ocorrendo na folha da espiga e de forma quadrática na ausência de desfolha

ou na remoção de 2 folhas acima da espiga. Isso permite sugerir que o espaçamento entre linhas exerce maior influência na interação Cultivar x Desfolha x Espaçamento.

Diante destes resultados, pode-se pontuar que se a desfolha não for problema próprio das lavouras, ambas as cultivares poderão vir a ser utilizadas, mas arrançadas espacialmente de forma diferente nas linhas de plantio. Em espaçamentos entre linhas mais denso, independentemente do tipo de desfolha sofrido, a cultivar AG 1051 deve ser preferida à cultivar AG 8677 PRO 3, por produzir espigas com maior teor de SST. Resultados similares aos deste estudo foram encontrados por May et al. (2012) em plantas de sorgo, nas quais a redução no espaçamento entre linhas proporcionou maiores incrementos na produção e ainda elevou o Brix do caldo. Este fato pode estar associado a uma competição intraespecífica entre plantas, que ocorre nos maiores espaçamentos, o que reduz a produção de fotoassimilados pelas folhas e, conseqüentemente, afeta o armazenamento dos açúcares no colmo (PINOTTI, 2013) e sua redistribuição para as espigas por ocasião da maturidade fisiológica. Essa competição pode ainda comprometer a mobilização dos açúcares e alterar a partição de fotoassimilados entre as diferentes partes da planta (BLUM et al., 2003), influenciando a produtividade e a qualidade dos grãos produzidos.

Já em propriedades que apresentam problemas para o controle de agentes redutores da área foliar, pragas e/ou doenças, e que disponham de maquinários com espaçamento maior nos carrinhos de distribuição de adubos e sementes, a cultivar AG 8677 PRO 3 poderá vir a ser uma alternativa, uma vez que mostra reação linear no acúmulo de SST em razão de maiores espaçamentos entre linhas, independentemente do nível de desfolha ocorrendo nas plantas.

A análise da interação desfolha x espaçamento permitiu identificar que os tipos de desfolha empregados não alteraram o comprimento de espigas quando a semeadura é feita em linhas mais adensadas ($<0,70$ m). Contudo, quando o espaçamento entre linhas é aumentando, a efetuação da desfolha, seja esta leve (apenas na folha da espiga = FE), moderada (2 folhas acima da espiga = 2FAE e 4 folhas acima da espiga = 4FAE) ou severa (todas as folhas acima da espiga = TFAE), reduz o comprimento das espigas (Figura 5). Isso é justificado pela diferente forma com que a força de competição entre as plantas se expressou em decorrência do arranjo da população de 45.000 plantas ha^{-1} de milho verde, em distintos espaçamentos.

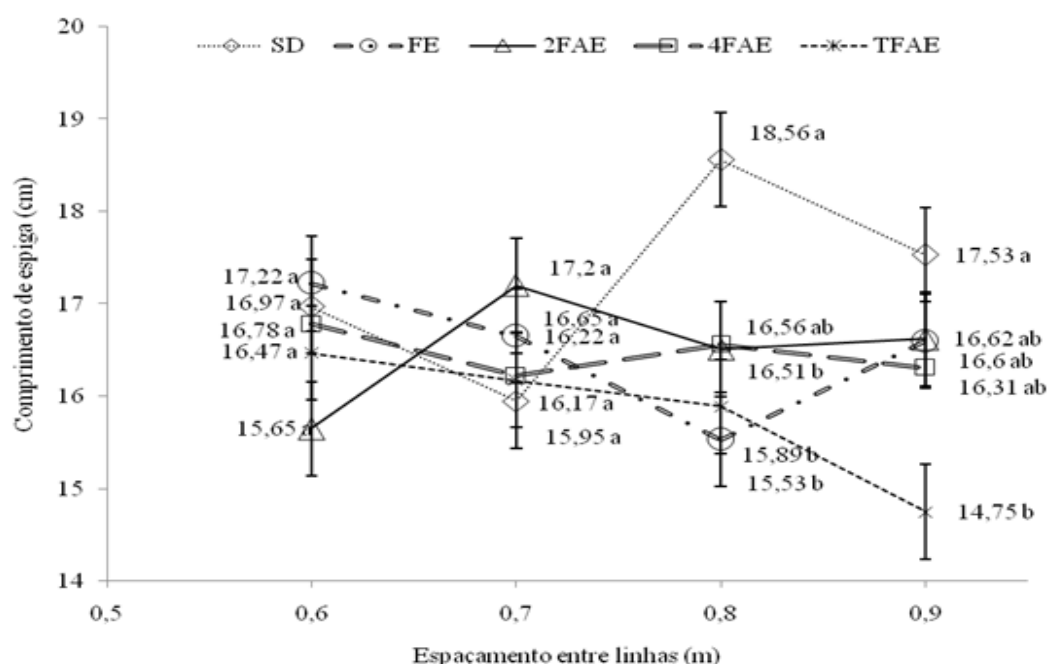


Figura 5. Comprimento de espigas de milho verde, irrigado por aspersão, afetado pelo tipo de desfolha em níveis específicos de espaçamentos entrelinhas de semeadura. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.

Nos espaçamentos entre linhas maiores (0,8 e 0,9 m), ocorreu incremento da força de competição das plantas nas linhas de semeadura, que, por estarem mais espaçadas, necessitaram comportar maior quantidade de plantas por metro linear para possibilitar o arranjo da mesma população arranjada com menor densidade de plantas por linha de semeadura em espaçamentos inferiores. Essa maior proximidade entre plantas na linha interfere na quantidade e qualidade da luz incidente sobre as folhas, atenuando a competição intraespecífica por água e nutrientes (DOURADO-NETO et al., 2003; PENARIOL et al., 2003; KAPPES et al., 2011) quando o espaçamento entre as linhas de semeadura é aumentado. Assim, fica evidente que, em condições de maior competição entre plantas na mesma linha (espaçamentos maiores) e menor aporte de assimilados, decorrente da ação da desfolha, as plantas sofrerão limitações nutricionais que poderão promover menores taxas de crescimento, afetando os órgãos de interesse comercial, como observado para o comprimento da espiga.

A aplicação de desfolha severa reduziu significativamente o comprimento médio da espiga, Figura 6A, e o número de grãos por fileira na espiga (Figura 6B). Essa resposta era esperada e confirma os princípios da distribuição de energia nos tecidos vegetais, em que a

remoção abrupta de órgãos que são fonte de energia (folhas) resulta em menor produção e estoque de carboidratos em órgãos consumidores (espigas e grãos).

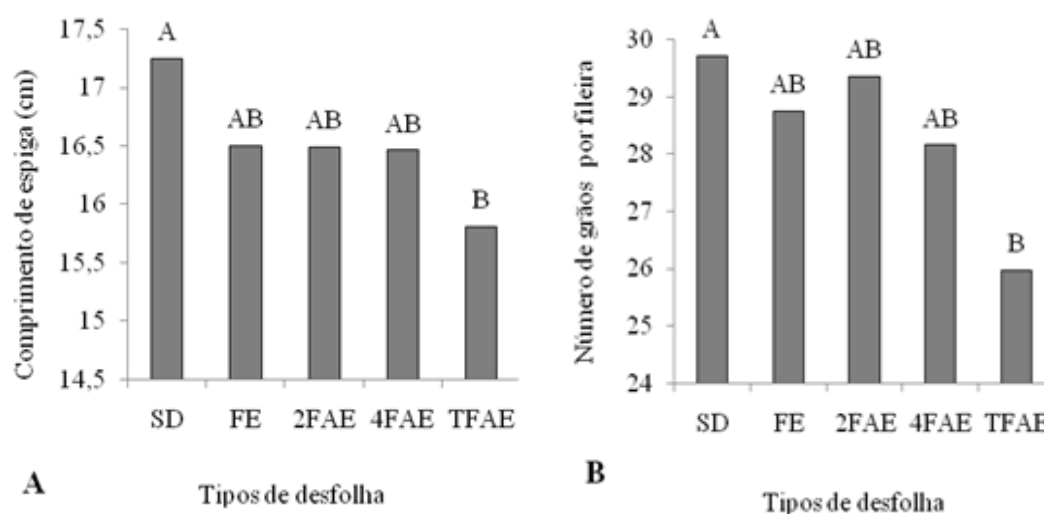


Figura 6. Influência dos tipos de desfolha sobre o comprimento (A) e o número de grãos por fileira (B) em espigas de milho verde irrigado por aspersão. SD: sem desfolha; FE: desfolha da folha da espiga; 2FAE: desfolha das 2 primeiras folhas acima da espiga; 4FAE: desfolha das 4 primeiras folhas acima da espiga; TFAE: desfolha de todas as folhas acima da espiga.

A definição do CE depende das taxas fotossintéticas das plantas, ou seja, os fotoassimilados são mobilizados para a formação de estruturas com maiores proporções (SOUZA et al., 2015). Dessa forma, a redução do número de folhas da planta reduz a fonte, que acaba comprometendo o dreno (espiga), interferindo negativamente na relação fonte-dreno. Além disso, o momento em que a desfolha é feita é determinante para que a condição de estresse seja superada e os impactos no crescimento e desenvolvimento das plantas sejam minimizados. De acordo com Hallauer et al. (2010), o caráter comprimento da espiga é influenciado por condições ambientais que ocorrem, principalmente, depois do florescimento. Dessa forma, a desfolha acarreta maior influência no caráter quando feita após o florescimento, confirmando os achados deste estudo.

A altura de inserção da espiga (m), o diâmetro do colmo (mm) e a quantidade de espigas comerciais por hectare (espigas > 15 cm) diferiram entre as cultivares, Tabela 3, tendo os maiores valores sido observados para a cultivar AG 1051.

Tabela 3. Efeito de cultivares e de espaçamentos entrelinhas sobre características agronômicas de milho verde. Ceres, 2016.

Parâmetros	Cultivar		Espaçamento entrelinhas (m)				Equação de Regressão; R ²	CV (%)
	AG 1051	AG 8677	0.6	0.7	0.8	0.9		
Altura (m)	2,67 a ⁽¹⁾	2,61 a	2,65	2,66	2,55	2,70	Y=2,64; ns ⁽²⁾	6,30
Altura de inserção da espiga (m)	1,64 a	1,49 b	1,56	1,54	1,57	1,61	Y=1,57; ns	6,39
Diâmetro do colmo (mm)	30,58 a	27,44 b	28,95	30,17	28,27	28,65	Y=29,01; ns	5,45
Quantidade de espigas > que 15 cm. ha ⁻¹	30500 a	22900 b	16200	28500	30400	31800	Y= - 15,87+45,5x- 27,08x ² ; 0,96	17,6
Quantidade de espigas < que 15 cm. ha ⁻¹	9600 a	11100 a	11000	8900	11900	9600	Y=1,04; ns	46,8

(1) Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem ao nível de 5% de probabilidade.

(2) ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Do ponto de vista fitotécnico, buscam-se cultivares que apresentem menor altura de inserção das espigas, uma vez que esta característica predispõe a planta ao acamamento. Apesar de predispor a planta ao acamamento, algumas vantagens podem ser vislumbradas pela maior altura de inserção da espiga, como, por exemplo, redução de espigas danificadas pela plataforma de corte e das perdas na colheita mecanizada (CAMPOS et al., 2010), o que já é realidade em poucas áreas de produção intensiva de milho verde. Aliado à menor altura de inserção da espiga, é desejável que a planta produza colmos fortes, de maior diâmetro, melhorando sua capacidade para resistir a ventos, doenças e, até mesmo, a chuvas fortes. O investimento no diâmetro do colmo reflete o acúmulo de reservas como consequência de saldos fotossintéticos positivos. Tais reservas são remobilizadas na fase de enchimento de grãos através do transporte do colmo para os grãos, sendo todo o fluxo de fotoassimilados dentro da planta direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos (TURAZZI et al., 2016). Portanto, a cultivar AG 1051, mesmo apresentando maior altura de inserção da espiga, se sobressai em relação à cultivar AG 8766 PRO3, pelo fato de seus colmos serem mais espessos, podendo atuar como fonte para remobilização de nutrientes e

contribuir para o enchimento de grãos. A quantidade de espigas não comerciais (espigas < 15 cm) e a altura de plantas não foram alteradas pelas cultivares e espaçamentos testados. A magnitude destas variáveis apresentou baixa variabilidade, sendo esta possivelmente a razão pela qual diferenças significativas não foram detectadas.

As cultivares analisadas apresentaram a mesma tendência de produção de espigas comerciais por unidade de área, Figura 15, em razão do espaçamento entrelinhas. O ajuste médio mostrou que a produção de espigas comerciais foi máxima no espaçamento de 0,84 m entrelinhas (Figura 7).

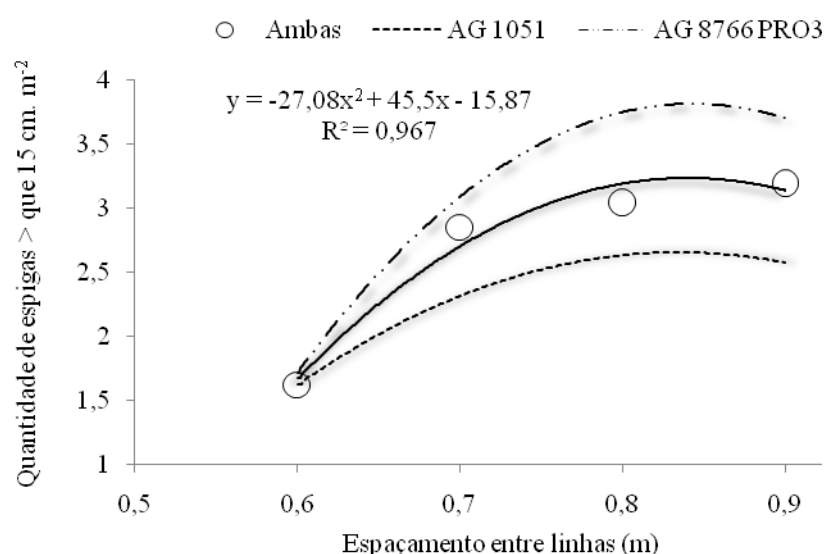


Figura 7. Incremento da quantidade de espigas > que 15 cm. m⁻² pelo espaçamento entrelinhas em plantas de milho verde irrigado via aspersão. Ceres, 2016.

A influência do espaçamento entrelinhas na produção de espigas comerciais de milho verde se contrapõe à observada no plantio de milho destinado à produção de grãos, em que ocorre grande tendência de redução no espaçamento entre as linhas. Essa tendência não se aplica à produção de milho verde pelo fato de sua colheita ser geralmente manual, requerendo maior espaço entre as fileiras para a movimentação dos colhedores durante a operação da colheita (PEREIRA-FILHO et al., 2017). Ainda de acordo com estes autores, estudos têm demonstrado que o melhor espaçamento para o cultivo do milho verde é de 0,80 m entrelinhas por permitir maior produtividade de espigas comerciais, o que confirma nossos resultados.

A interação entre cultivar x espaçamento entrelinhas para a massa seca das espigas revelou que a cultivar AG 1051 foi negativamente afetada por incrementos no espaçamento das linhas de semeadura. Para a cultivar AG 8677 PRO 3, não ocorreu variação significativa (Figura 8).

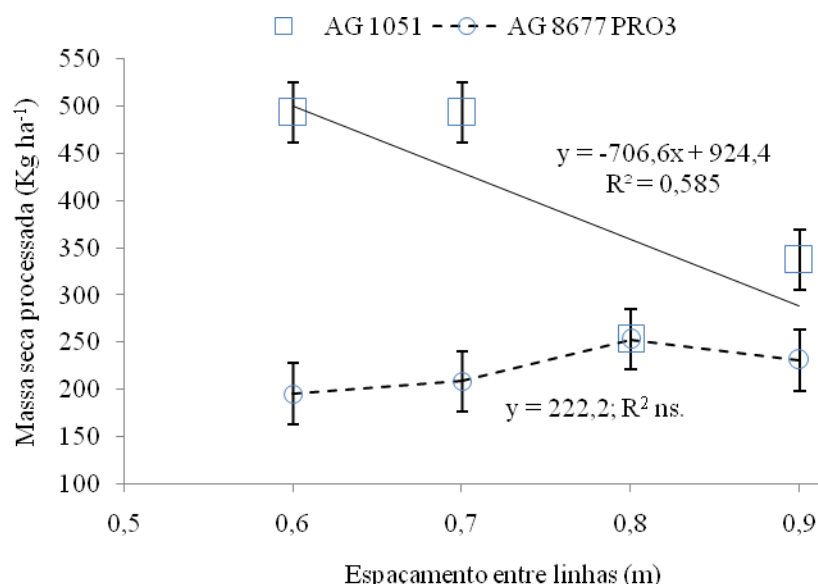


Figura 8. Dinâmica da massa seca destinada ao processamento de milho verde irrigado via aspersão, influenciada pelo espaçamento entrelinhas de semeadura. Ceres, 2016.

Esperava-se que a maior produção de espigas comerciais por unidade de área em razão de espaçamento próximos a 0,84 m entre as linhas de semeadura, Figura 7, pudesse se refletir em um maior rendimento de massa seca, entretanto esse comportamento não foi verificado para a cultivar AG 1051 (Figura 8). Isso evidencia que a contribuição de maiores espaçamentos para incrementos na produção de espigas comerciais nesta cultivar está possivelmente relacionada com o aumento da massa acumulada no sabugo e/ou na palha, conforme a espiga aumenta de tamanho, biomassas estas que não são aproveitadas pela indústria e, portanto, não apresentam relevância comercial. Assim torna-se necessário definir estratégias diferentes para as cultivares, sendo preferível para o produtor reduzir o espaçamento da semeadura entrelinhas para a cultivar AG 1051, obtendo dessa forma menores quantidades de espigas comerciais, mas com maior produção de massa por unidade de área. Para a cultivar AG 8766 PRO3, pode-se flexibilizar a faixa de espaçamento entrelinhas, visto que essa estratégia maximiza a produção de espigas comerciais sem prejuízo na produção de massa seca.

A produtividade de espigas com e sem palhas, o teor de sólidos solúveis totais e as características agrônômicas referentes ao rendimento de grãos das espigas foram maiores na cultivar AG 1051 em relação à cultivar 8766 PRO3 (Tabela 4). Estes resultados confirmam aqueles encontrados por Alves et al. (2004), que verificaram superioridade para a cultivar AG 1051 para estas mesmas características, quando comparada a outras 19 cultivares de milho verde. De acordo com Penariol et al. (2003) e Magalhães & Durães (2006), o rendimento final será reflexo do número de grãos em desenvolvimento na espiga ($NGF \times NFG$) e do tamanho final que eles poderão alcançar (eficiência do genótipo no enchimento). Isso explica a maior produtividade de grãos nas espigas da cultivar AG 1051 ($15,91 NFG \times 33,55 NGF = 533,78$) em comparação com a cultivar AG 8766 PRO3 ($15,37 NFG \times 31,02 NGF = 476,77$).

Tabela 4. Comparação entre as médias dos híbridos para as características produtividade de espigas com palha (PECP, kg ha^{-1}), diâmetro de espiga sem palha (DECP, mm), comprimento da espiga (CE, cm), número de fileiras de grãos na espiga (NFG), número de grãos na fileira (NGF) e teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), junho a setembro de 2016, Ceres – GO.

Híbridos	PECP (kg ha^{-1})	PESP (kg ha^{-1})	DESP (mm)	CE (cm)
AG 8677 PRO3	7586,71 b	4217, 62 b	44,01 b	16,85 a
AG 1051	9127,40 a	4584,9 a	47,85 a	16,15 b
CV%	34,48	37,89	9,40	7,61

*Letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste T a 5% de probabilidade.

O somatório destes fatores permite, numa análise geral dos resultados obtidos, apontar a cultivar AG 1051 como mais promissora para produção de milho verde, uma vez que ela mostrou capacidade de produzir maior número de fileira de grãos que a cultivar AG 8766 PRO3 em condição de desfolha severa, resultando em maior produtividade de espiga com ou sem palha, aliada ao maior acúmulo de SST, desde que cultivada em arranjos espaciais mais adensados entre linhas.

Podemos ainda pontuar que a redução do espaçamento entre linhas, associada ao uso da cultivar AG 1051, possibilita a ocorrência de melhorias ambientais e econômicas simultâneas, pois, com o sombreamento antecipado da superfície do solo obtido com este arranjo de plantas, reduz-se a quantidade de água perdida por evaporação no início do ciclo do milho. Isto, em associação com a melhor exploração do solo pelo sistema radicular, decorrente da distribuição mais equidistante das plantas, aumenta a eficiência de absorção e uso da água (RODRIGUES & SILVA, 2011). Situações de escoamento superficial e erosão, decorrentes de precipitações pluviais intensas, podem ser minimizadas em áreas cultivadas sob espaçamento reduzido, graças à cobertura antecipada da superfície do solo, o

que melhora o aproveitamento dos nutrientes e reduz a possibilidade de efeitos salinos fitotóxicos à semente, principalmente nas formulações com alto teor de potássio nas primeiras fases do desenvolvimento da lavoura (RODRIGUES & SILVA, 2011).

5. CONCLUSÕES

1 – Maior produtividade de espigas de milho verde é obtida com a semeadura da cultivar AG 1051.

2 – Em espaçamentos entre linhas mais denso, independentemente do tipo de desfolha sofrido, a cultivar AG 1051 deve ser preferida à cultivar AG 8677 PRO 3, por produzir espigas com maior teor de SST. Contudo, em propriedades que disponham de maquinários com espaçamento maior nos carrinhos de distribuição de adubos e sementes, a cultivar AG 8677 PRO 3 poderá vir a ser uma alternativa, uma vez que mostra reação linear no acúmulo de SST em razão de maiores espaçamentos entre linhas.

3 – O comprimento médio das espigas de plantas de milho verde é negativamente afetado pela ocorrência de desfolha em espaçamentos superiores a 0,8 m.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. **Journal of Bioscience**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 69-76, 2008.
- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **Rome: FAO**. 300p. 1998.
- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO, A. J.; SANGOI, L.; ENDER. M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: Uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v.30, p.23-29, 2000.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 30, n. 3, p.402-408, maio/jun. 2006.
- ALVES, S. M. F.; SILVA, A. E.; SERAPHIN, J. C.; VERA, R.; SOUZA, E. R. B.; ROLIM, H. M. V.; XIMENES, P. A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, p. 39-43, 2004.
- ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. G. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 413-418, 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J.; MELO, F .B.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do milho no Piauí**. 2 ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.68-100. 1998.
- ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY-NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 01, p. 71-78, 2001.
- ARGENTA, G; SILVA, P. R. F; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado da arte. **Ciência Rural**, v.31, p.1075-1084, 2001.
- ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.50, n.6, p.488-492, 2013.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGOCI, J. I.; BIACHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HELCKLER, B. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

BLUM, L.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C. V. T.; ARIOLI, C. J.; GUIMARÃES, L. S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, 2003.

BRITO, M. E. B.; FILHO, G. D. de A.; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S. de; COSTA, F. B. da; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.

CAMPOS, M. C. C.; SILVA, V. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agrônômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. **Revista Academia: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 77-84, 2010.

CEASA. Centrais de abastecimento do Estado de Goiás. Análise Conjuntural Índice 2016. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2017-11/boletim-outubro-2017.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

CRUZ J. C.; ALVARENGA, R. C.; VIANA J. H. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; SANTANA, D. P. Plantio Direto. Brasília, DF, **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2011.

CRUZ, J. C.; SILVA, G.H; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; MAGALHÃES, P.C. Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade: Safras 2008 e 2009, 10p. (**Circular Técnica, 160**), 2014.

CRUZ, J.C. Densidade e espaçamento de plantio. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível
DAMATTA, F. M. & RAMALHO, J. D. C., Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal Plant Physiology**, 18:55-81. 2006.

DAROS E, RONZELLI JÚNIOR P, COSTA JA & KOEHLER HS (2000) Estresses por sombreamento e desfolhamento no rendimento e seus componentes da variedade de feijão “carioca”. **Scientia Agraria**, 1:55-61. 2000.

DAYNARD TB & DUNCAN WG. The black layer and grain maturity in corn. **Crop Science**, 9:831-834. 1969.

DIAS, F. S. **Influência do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o desempenho de híbridos de milho**. 2017. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. **Roma: FAO**. 194 p. 1977.

DOURADO-NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

DUVICK, D.N. Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. **Maydica, Bergamo**, v.37, n.1, p.69-79, 1992. em: <https://www.youtube.com/watch>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos...[et al.]. – 3 ed. ver. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 286 p. 2013.

FANCELLI AL, Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e sementes de milho (*Zea mays* L.). Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 172p. 1988.

FARINELLI R, PENARIOL, F. G. & FORNASIERI FILHO. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, 40:21-27. 2012.

FARINELLI, R. PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos da safra e safrinha. **Bragantia, Campinas**, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

FIGUEIREDO, M. G. de; FRIZZONE, A. J.; PITELLI, M. M.; REZENDE, R. Lâmina ótima de irrigação do feijoeiro, com restrição de água, em função do nível de aversão ao risco do produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-87, 2008.

FLESCH, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.25-31, jan-fev, 2004.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 276 p. 2007.
GONDIM TCO. Efeito de desfolha nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 71p. 2006.

HALLAUER, A. R.; CARENA, J. M.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer, 2010. 500 p.

JONES RJ & SIMMONS SR. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. **Crop Sciences**, 1:129. 1983.

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

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

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do milho**. 8^a ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPS, 2012.

LIMA, T. G.; PINHO, R. G. V.; PEREIRA, J. L. A. R.; BRITO, A. H.; PINHO, E. V. R. V. Consequências da remoção do limbo foliar em diferentes estádios reprodutivos da cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 563-570, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 76).

MAGALHÃES, P.C., DURÃES, F.O.M., OLIVEIRA, A.C., GAMA, E.E.G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agricola**, v.56, n. 1, p. 77-82, 1999.

MANOS, M. G. L.; OLIVEIRA, M. G. C.; MARTINS, C. R. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Nordeste Brasileira 2012-2014. **17ª Reunião da Comissão Técnica Norte/Nordeste Brasileira de Feijão – CNTNBF**, 2012.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. Manejo da irrigação em hortaliças. Brasília: **Embrapa-SPI/Embrapa-CNPB**. 72p. 1996.

MARTINS, P.E.; COSTA, A.J.A. Comportamento de um milho híbrido hiperprecoce em dois espaçamentos e diferentes populações de plantas. **Cultura Agronômica**, v.12, p.77-88, 2003.

MATTOSO, M. J.; MELO FILHO, G. A. de. Coeficientes técnicos. 4 ed. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA-FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p. 278-290, 2012.

MODELO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 435-441, jul-set, 2010.

NASCIMENTO, F. N. do, BASTOS, E. A., CARDOSO, M. J., JÚNIOR, A. S. de A., RAMOS, H. M. Desempenho da produtividade de espigas de milho verde sob diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.16, n.1, p. 94-108, 2017.

OKTEM, A. Effects of deficit irrigation on some yield characteristics of sweet corn. Bangladesh **Journal Botany**, v. 37, n. 2, p. 127-131, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; CHIQUIERE, T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.159-165, 2006.

OLIVEIRA, T. K. D.; CARVALHO, G. J. D.; MORAES, R. N. D. S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agronômicas e de produção de fitomassa de milho verde

em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciênc. agrotec.**, v.27, n.1, p.223-227. 2003.

PEIXOTO, C.M.; SILVA, P.R.F.; REZER, F.; CARMONA, R.C. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, n.1, p.63-71, 1997.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI-FILHO, D.; LUCIANA COICEV, L.; LUCIANO BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v. 02, n. 02, p. 52-60, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A., CRUZ, J. C., SILVA, A. R., COSTA, R. V., CRUZ, I. Milho Verde. **Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica**. 2011.

PEREIRA, M. J. R.; BONAN, E. C. B.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R. DE L.; GIACOMO, K. dos S.; LIMA, M. F. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. *Revista Ceres*, v. 59, p. 200-205, 2012.

PINOTTI, E. B. **Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu-SP.

REICHARDT, K. Relações solo-água-planta para algumas culturas. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: **Manole**, p.157-71. 1987.

ROCHA D. R.; FORNASIER FILHO D.; BARBOSA J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.392-397, 2011.

RODRIGUES, L. R.; SILVA, P. R. F. **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2011/2012 e 2012/2013**. – Porto Alegre: Fepagro, 2011. 140 p.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Evolução da resistência a doenças de híbridos de milho de diferentes épocas em três populações de planta. **Ciência Rural**, v.30, p.17-21, 2000.

SOUZA, V. Q.; CARVALHO, I. R.; FOLLMANN, D. N.; NARDINO, M.; BELLÉ, R.; BARETA, D.; SCHMIDT, D. Desfolhamento artificial e seus efeitos nos caracteres morfológicos e produtivos em híbridos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 61-74, 2015.

TOLLENAAR, M.; DWYER, L.M. Physiology of maize. In: SMITH, D.L.; HAMEL, C. (Ed.) *Crop yield, physiology and processes*. Berlin: Springer-Verlag, cap.5, p.169-201, 1999.

TURAZZI, E.; FELDMANN, N. A.; MUHL, F. R.; RHODEN, A. C.; BALBINOT, M.; ANSOLIN, L.; PAVAN, D. Desempenho de híbridos de milho em diferentes espaçamentos de semeadura. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, v. 1, p. 1-12, 2016.

VARGAS, V. P. **Manejo da adubação nitrogenada na recuperação de estresses em milho**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.