



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA

ISABEL IARA CAMELO MADEIRO

**POPULAÇÕES DE PLANTAS EM MILHO CULTIVADO NA
SAFRA E SAFRINHA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL**

PALMAS

2020

ISABEL IARA CAMELO MADEIRO

**POPULAÇÕES DE PLANTAS EM MILHO CULTIVADO NA
SAFRA E SAFRINHA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do programa de Pós Graduação em Agroenergia da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Agroenergia. Na área de Sistemas de Produção e Melhoramento de Culturas Visando a Produção de Biocombustíveis.

Orientador: Dr. Joênes Mucci Peluzio

PALMAS - TO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- M181p Madeiro, Isabel Iara Camelo.
 Populações de plantas em milho cultivado na safra e safrinha visando
 produção de etanol. / Isabel Iara Camelo Madeiro. – Palmas, TO, 2020.
 52 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
 – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
 Agroenergia, 2020.
 Orientador: Joênes Mucci Peluzio
1. zea mays L.. 2. densidade de semeadura. 3. teor e rendimento de
 carboidrato.. 4. períodos de semeadura.. I. Título

CDD 333.7

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

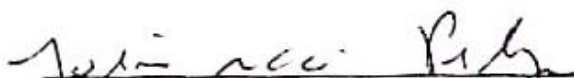
ISABEL IARA CAMELO MADEIRO

**POPULAÇÕES DE PLANTAS DE MILHO CULTIVADO NA
SAFRA E SAFRINHA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL**

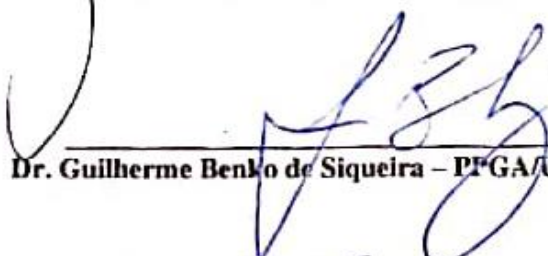
Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Agroenergia, como requisito
para obtenção do Título de Mestre em
Agroenergia e aprovada na sua forma final
pelo Orientador e pela Banca examinadora.

Data de aprovação: 23/08/2020


Banca examinadora:



Dr. Joênes Mucci Peluzio – PPGA/UFT (presidente e orientador)



Dr. Guilherme Benko de Siqueira – PPGA/UFT (examinador interno)



Dr. Weder Ferreira dos Santos – UFT/Gurupi (examinador externo)

Dedico este trabalho aos meus pais Francisco Antonio Sousa Madeiro e Maria das Graças Camelo Madeiro

Meus agradecimentos, pelo carinho, amor, apoio e atenção, que vocês sempre dedicaram a mim.

Aos meus irmãos

Paulo Henrique Camelo Madeiro, Antonia Inara Camelo Madeiro, Francisca Mônica Camelo Coelho e Cleisla Alencar Pimentel.

Minha homenagem e gratidão, por serem meu apoio, pelo incentivo e amor que vocês me transmitem.

Dedico ao meu amigo Matheus Jorge de Sousa, por sempre me apoiar, ouvir, incentivar e pela presença carinhosa em minha vida.

Dedico também aos meus sobrinhos pelo amor e leveza que vocês levam por onde passam, e a todos meus familiares e amigos por sempre me apoiarem durante todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, obrigada senhor pela misericórdia e bênçãos que me deste ao longo da vida.

Aos meus pais Francisco Antonio Sousa Madeiro e Maria das Graças Camelo Madeiro pelos ensinamentos, apoio e por serem anjos em minha vida.

Aos meus irmãos Paulo Henrique Camelo Madeiro, Antonia Inara Camelo Madeiro, Cleisla Alencar Pimentel e aos meus sobrinhos e afilhados João Vitor, Bruna Vitória e Monique, pelo amor, apoio, amizade e sorrisos em nossos momentos juntos.

Ao Matheus Jorge de Sousa pelo apoio, carinho, o ombro amigo a qualquer momento e pelo gosto em comum nos livros, o que deu início a nossa amizade.

Agradeço ao meu orientador e professor Dr. Joênes Mucci Peluzio, pela oportunidade, ensinamentos, compreensão e pela orientação durante todo o período do mestrado.

À Universidade Federal do Tocantins e ao Programa de Pós-Graduação em Agroenergia. Ao Laboratório de Solos e Aproveitamentos de Resíduos (LASOR) e Laboratório de Análise de Alimentos (LANA) pelo espaço para o desenvolvimento das análises deste trabalho e aos Técnicos de Laboratório Domingos Bonfim, Douglas Martins. Agradeço ao Evandro, Fábio e Celso pelo apoio na condução do experimento em campo.

Aos professores do Mestrado em Agroenergia, pelos conhecimentos transmitidos, aos funcionários pela colaboração prestada. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Aos amigos e colegas de mestrado Fredson, Illys, e Cibele pela amizade e ajuda seja na condução do experimento, análises no Laboratório ou durante o período do mestrado.

Enfim, a todos meus familiares e amigos que de alguma forma contribuíram para mais essa conquista.

RESUMO

No Brasil, a produção do milho está concentrada na safra de verão ou primeira safra e na safra da seca ou safrinha onde, nestas épocas, o ajuste na população plantas e a escolha do híbrido estão entre as práticas mais importantes empregadas na cultura visando um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de populações de plantas em dois híbridos de milho, nos cultivos de safra e de safrinha, visando a produção de etanol. Foram realizados dois experimentos, sendo um instalado em 14/12/2018 (cultivo de safra) e outro em 06/02/2019 (cultivo de safrinha), na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, município de Palmas, TO. O delineamento experimental utilizado, em cada experimento, foi o de blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2 x 5, representado por dois híbridos simples (2A401 PW e MG580 PW) e cinco populações de plantas (42.000, 49.500, 57.000, 64.500, e 72.000 plantas.ha⁻¹). Foram avaliadas as seguintes características: teor de carboidrato (%), e rendimento de carboidrato (kg.ha⁻¹). As populações e os períodos de semeadura (safra e safrinha) afetaram o teor e rendimento de carboidrato. Os híbridos 2A401PW e MG580PW apresentaram, respectivamente, maior teor de carboidrato quando cultivados na safrinha e na safra. O híbrido MG580 PW apresentou-se como potencialmente promissor para a produção de etanol no cultivo de safra e de safrinha. Há a necessidade de futuros estudos com outras populações de plantas visando o máximo rendimento de carboidratos, que irá refletir diretamente em uma maior produção de etanol

Palavras-chave: *Zea mays* L, densidade de semeadura, teor e rendimento de carboidrato, períodos de semeadura

ABSTRACT

In Brazil, corn production is concentrated in the summer or first harvest and in the dry or off-season harvest, where, in these seasons, the adjustment in the plant population and the choice of the hybrid are among the most important practices employed in the culture aiming at a better use of available resources. In this sense, the present work aimed to evaluate the effect of plant populations in two corn hybrids, in normal and late season crops, aiming at ethanol production. Two experiments were carried out, one installed on regular season crop (12/14/2018) and the second in the off-season crop (02/06/2019), in the experimental area of the Federal University of Tocantins, in Palmas, TO. The experimental design used in each experiment was randomized blocks (DBC), with 10 treatments and four replications. The treatments were arranged in a 2 x 5 factorial scheme, represented by two simple hybrids (2A401 PW and MG580 PW) and five plant populations (42,000, 49,500, 57,000, 64,500, and 72,000 plants.ha⁻¹). following characteristics: carbohydrate content (%), and carbohydrate yield (kg.ha⁻¹). Populations and sowing periods (harvest and off-season) affected carbohydrate content and yield. The hybrids 2A401PW and MG580PW, presented, respectively, higher carbohydrate content when cultivated in the off-season and in the harvest. The hybrid MG580 PW presented itself as potentially promising for the production of ethanol in crop and off-season cultivation. There is a need for future studies with other plant populations aiming at maximum carbohydrate yield, which will directly reflect in a greater ethanol production.

Keywords: *Zea mays* L, sowing density, carbohydrate content and yield, sowing periods

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Índices de médias de precipitação (mm) e temperatura semanais ocorridas durante a condução dos ensaios experimentais referente a safra e safrinha em 2018/19.....25
- Figura 2** - Teor de carboidrato (%) das populações de plantas (mil.ha^{-1}), para o híbrido 2A401PW e híbrido MG580PW em Palmas, TO.....34
- Figura 3** - Teor de carboidrato (%) das populações de plantas (mil.ha^{-1}) na safra e na safrinha, em Palmas, TO.....35
- Figura 4** - Rendimento de carboidrato (Kg/ha^{-1}) em função das populações de plantas (Kg.ha^{-1}), em Palmas, TO.....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala fenológica proposta por Ritchie; Hanway; Benson (1993).....	15
Tabela 2 - Composição química média do grão de milho seco indicado nas estruturas físicas específicas do grão.....	20
Tabela 3 - Resumo da análise de variância conjunta referente ao teor de carboidrato (%) e rendimento de carboidratos (Kg/ha^{-1}), de dois híbridos de milho, em dois períodos de semeadura (safra e safrinha) em Palmas –TO.....	28
Tabela 4 – Teor médio de carboidrato (%) de dois híbridos de milho, em dois períodos de semeadura (safra e safrinha), em Palmas-TO.....	31
Tabela 5 – Teor médio de Carboidrato (%) dos híbridos de milho 2A401 PW e MG580PW nas cinco populações em Palmas-TO.....	32
Tabela 6 – Teor de Carboidrato (%) das populações avaliados na safra (14/12/2018) e na safrinha (06/02/2019) em Palmas-TO.....	33
Tabela 7 - Rendimento de Carboidrato (kg. ha^{-1}) de dois híbridos de milho em dois períodos de semeadura (safra e safrinha), em Palmas-TO.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1- OBJETIVO GERAL	15
2.2- OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3.REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 -Cultura do Milho.....	14
3.1.1 - Características e Importância Socioeconômica.....	14
3.1.2 - Fenologia e Característica Edafoclimáticas.....	15
3.2 - Época de Semeadura: Cultivos de Safra e Safrinha.....	17
3.3 - População de Plantas	21
3.4 - Carboidrato nos grãos.....	20
3.5 - Etanol de Milho.....	21
4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 - Localização da Área Experimental.....	24
4.2 - Delineamento Experimental.....	24
4.3 - Característica das Cultivares.....	24
4.4 -Variáveis Analisadas Em Laboratório	24
4.5 - Análise Estatística	24
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 -Análise de Variância.....	28
5.2 - Teor de Carboidrato.....	29
5.2.1 - Comparação de média.....	29
5.2.2 - Regressão Polinomial.....	33
5.3 - Rendimento de Carboidrato.....	36
5.3.1 - Comparação de Média.....	36

5.3.2 - Regressão Polinomial.....	38
6 - CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das commodities agrícolas mais importantes no mundo, sendo a principal fonte energética para ração animal, bem como base alimentar de alguns países e, não menos importante, na produção de combustível renovável (etanol) (MONTEIRO et al. 2020).

No Brasil, o milho é cultivado em praticamente todo o território, sendo a produção concentrada, principalmente, nas regiões Centro-Oeste e Sul, com destaque para os estados de Mato Grosso e Paraná. Na última década (2009/10 –2019/20), pode-se observar um aumento da área cultivada e da produtividade de milho no Brasil, passando de uma área de 12.993 para 18.595 mil hectares, e de uma produtividade de 4.311 para 5.533 kg ha⁻¹. No estado do Tocantins, neste mesmo período, houve um aumento da área cultivada e da produtividade, passando de uma área de 77,7 para 282 mil hectares, e de uma produtividade de 3.422 para 5.242 kg ha⁻¹(CONAB, 2020 a).

A procura por fontes energéticas alternativas ao consumo do petróleo e a preocupação com o meio ambiente, tem despertado para o uso de novas matérias-primas na fabricação de biocombustíveis (ROSSETO, 2017). Dentre essas, para a produção de etanol, o milho (*Zea mays L.*) tem se destacado, uma vez que é uma das culturas mais produzidas no mundo, tem participação expressiva na economia e apresenta expansão de área cultivada todos os anos entre os principais países produtores (USDA, 2017).

Segundo Milanez et. al (2014), a utilização do milho no Brasil como matéria prima para a produção de etanol é viável, uma vez que a planta possui, em média, ciclo de produção de quatro meses, os grãos podem ser armazenados facilmente e o milho pode ainda ser produzido na safrinha, aumentando a disponibilidade do produto no mercado.

O etanol tem uma importância ambiental muito grande, pois além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável, gerar empregos e novas oportunidades de negócios, o etanol também reduz a emissão de gases para a atmosfera, o que é uma preocupação mundial atualmente (SEBRAE, 2020).

A produção brasileira de etanol atingiu na safra 2019/20 o volume recorde de 35,50 bilhões de litros, sendo 33,80 bilhões de litros de etanol de cana-de-açúcar e 1,70 bilhões de litros a partir do milho. Para a safra 2020/21, a estimativa da produção nacional de etanol de milho é de 2,7 bilhões de litros, que corresponde à um aumento de 61,1% em relação a safra anterior (CONAB, 2020b).

Contudo, para que uma cultura apresente alto rendimento, é imprescindível o uso de tecnologias como melhoramento de sementes, híbridos adaptados as condições climáticas da região, resistência a doenças e pragas, fertilizantes e manejo correto no plantio e colheita (KAPPES et al. 2011).

Com relação à época de plantio, o milho é cultivado em duas épocas: a safra normal e a safrinha. A primeira safra, safra normal ou plantios de verão, são realizados na época tradicional. Durante o período chuvoso, que ocorre no final de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste (VALENCIA, 2020).

Já o cultivo de safrinha ou 2^a safra de milho, refere-se ao milho de sequeiro, semeado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo, onde o investimento na lavoura tende a ser menor que o cultivo da safra, uma vez que os riscos de ocorrência de veranicos tendem a ser maiores durante o desenvolvimento das plantas (VORPAGEL, 2010).

Para Martins et al. (2010), o déficit hídrico é o fator que mais interfere no desenvolvimento das culturas agrícolas, pois ocasiona perturbações fisiológicas e morfológicas que prejudicam o desenvolvimento e rendimento da cultura do milho. A água atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos da planta, inclusive na biossíntese de óleo, proteínas (NAOE et al., 2017) e carboidratos (TOLLER et al., 2018). Por isso, a disponibilidade hídrica no solo é um fator determinante para o seu desenvolvimento (MORANDO et al., 2014).

Dentre às práticas de manejo, a população de plantas é uma das mais importantes determinantes na produção de grãos, bem como outros atributos importantes desta cultura (SANGOI, 2000). A utilização do melhor arranjo populacional incrementa o rendimento de grãos da cultura do milho, uma vez que propicia uma maior interceptação da radiação solar pelas plantas (VITORAZZI et al., 2017).

A escolha adequada da população de plantas está relacionada a diversos fatores como cultivares adaptados a região de cultivo, fertilidade do solo, manejo do solo e a competição por água, nutrientes e radiação. A população ideal seria aquela que proporciona a melhor distribuição das plantas em determinada área, diminuindo a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes (SANTOS et al., 2018).

Neste sentido, em virtude do potencial da cultura para produção de etanol, aliado à escassez de estudos sobre a influência de populações de plantas para este fim, na safra e na

safrinha, sob condições de baixa latitude, foi proposto o presente estudo na região central do Estado do Tocantins.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes populações de plantas de milho, nos cultivos de safra e de safrinha, visando a produção de etanol.

2.2 Objetivos Específicos

Estudar o efeito das populações de plantas no teor e rendimento de carboidratos;

Avaliar o comportamento dos híbridos de milho no teor e rendimento de carboidratos;

Estudar o efeito da safra e safrinha de milho no teor e rendimento de carboidratos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1- Cultura do Milho

3.1.1 Características e Importância Socioeconômica

O milho (*Zea mays L.*) é uma das plantas cultivadas mais importantes no mundo, sendo a mais cultivada nos países em desenvolvimento. Seu cultivo ocorre em locais com clima tropical, subtropical e temperado e em altitudes desde o nível do mar até altitudes superiores a 3000 metros. Devido à sua alta adaptabilidade a diversos ambientes, o milho é o cereal mais cultivado no mundo (FILGUEIRA, 2007).

O milho é utilizado como matéria prima para elaboração de muitos produtos, como etanol, óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais, mas é na indústria de ração animal que absorve a maior parte dos grãos produzidos no Brasil (SANTOS, 2015).

Os maiores produtores mundiais do grão são: os Estados Unidos com 347 milhões de toneladas, a China com 260,8 milhões de ton. e o Brasil com 101 milhões de ton. (USDA, 2020).

No Brasil, é cultivado em praticamente todo o território nacional, e essa produção se concentra principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, onde se destacam os estados de Mato Grosso e Paraná como os maiores produtores de milho (CONAB, 2018; PEREIRA, 2018).

O plantio do milho no Brasil é caracterizado pela divisão da produção em duas épocas: a safra normal e a safrinha. De acordo com Valencia (2020), a primeira safra, ou plantios de verão são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste.

A safrinha refere-se ao milho de sequeiro, semeado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo (VORPAGEL, 2010).

Na safra total 2019/2020, a área cultivada foi de 18,5 milhões de hectares, um acréscimo de 5,8% em relação a safra passada, com uma produção total de 102,5 milhões de toneladas (CONAB, 2020a), um acréscimo na produção de 193,55% e de 45,79% em área plantada em

20 anos (ARTUZO et al. 2019). Sendo a área dividida em 4,2 milhões de hectares na safra, 13,7 milhões de hectares na safrinha e 532 mil hectares na terceira safra (CONAB, 2020).

Na região norte, o Estado do Tocantins foi o maior produtor com uma área de 282,3 mil hectares plantados na safra 2019/2020, com produção de 1.479,8 mil toneladas de grãos e produtividade média de 5.242 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020a).

3.1.2 – Fenologia e Características Edafoclimáticas

A fenologia é o estudo da cronologia de eventos periódicos, como crescimento vegetativo, floração e reprodução, da vida da planta quanto a sua duração, de acordo com a reação das condições ambientais, para permitir o estabelecimento de correlações entre os eventos fisiológicos com características morfológicas apresentadas pela planta (BENGALA, 2019).

A descrição da escala fenológica da cultura do milho (tabela 1) baseia -se no padrão proposto por Ritchie (1993), que divide o desenvolvimento das plantas em estádios vegetativo (V) e reprodutivo (R). Detalhando às transformações durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas, como germinação, florescimento e maturidade fisiológica.

Tabela 1 - Escala fenológica proposta por Ritchie; Hanway; Benson (1993).

Vegetativo	Reprodutivo
VE, emergência	R1, Embonecamento
V1, 1ª folha desenvolvida	R2, Bolha d'água
V2, 2ª folha desenvolvida	R3, Leitoso
V3, 3ª folha desenvolvida	R4, Pastoso
V4, 4ª folha desenvolvida	R5, Formação de dente
V(n), nª folha desenvolvida	R6, Maturidade fisiológica
VT, pendoamento	

Fonte: produção do próprio autor

O conhecimento dos estádios fenológicos das culturas é de fundamental importância para se definir o planejamento, bem como para se conhecer os hábitos e possibilidades de

adaptação da cultura em relação ao clima, necessidades hídricas, formas de cultivo, fotoperiodicidade e outros fatores que contribuem para o aumento da produtividade (MAGALHÃES, 2002).

O milho é uma planta de ciclo vegetativo variado, evidenciando desde cultivares extremamente precoces, cuja polinização pode ocorrer 30 dias após a emergência, até mesmo aqueles cujo ciclo vital pode alcançar 300 dias. Contudo, nas condições brasileiras, a cultura do milho apresenta ciclo que varia de 110 a 180 dias de acordo com a classificação dos cultivares em superprecoce, precoce ou normal, período compreendido entre a emergência e o florescimento (FORNASIERI FILHO, 2007).

A cultura tem o crescimento e desenvolvimento limitados pela água, temperatura e radiação solar (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014). O milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação pluvial e fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (LANDAU, MAGALHÃES & GUIMARÃES, 2018).

O clima ideal para expressão do máximo potencial produtivo da cultura do milho deve associar as seguintes características: alta disponibilidades de radiação, temperaturas máximas diurna entre 25 a 30°C (faixa térmica que otimiza a atividade fotossintética da planta), temperaturas mínimas noturnas entre 15 e 18°C (faixa ideal para minimizar a atividade respiratória, sem comprometer outros processos fisiológicos importantes da planta) e distribuição pluviométrica regular, principalmente nos períodos de maior demanda hídrica da cultura (SANGOI et al., 2010).

A temperatura ao longo do ciclo da cultura exerce influência considerável nas etapas do seu desenvolvimento, provocando o encurtamento ou o prolongamento dessas, através do acúmulo de calor (SHIOGA et al. 2010). O período de florescimento e maturação é acelerado em temperaturas médias diárias de 26°C e retardado abaixo de 15,5°C (VALLONE, 2015)

Com relação ao estresse térmico, de acordo com Vieira (2013), a temperatura tem influência direta nas taxas de translocação dos solutos orgânicos, sendo a faixa ótima entre 20 a 30 °C. De modo geral, há aumento na translocação com aumentos na temperatura, que resultam em acúmulos significativos de carboidratos nos órgãos de reserva da planta, principalmente na forma de sacarose (PAULA, 2011).

A disponibilidade hídrica é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da cultura em decorrência da relevância que ela desempenha na fisiologia da planta. A água

atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos da planta, inclusive na biossíntese de óleo, proteínas (NAOE et al., 2017) e carboidratos (TOLLER et al., 2018).

O milho pode ser cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, porém a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm (SILVA et al., 2019). O volume de precipitação não é considerado como bom indicador de disponibilidade hídrica para a cultura, pois esta depende do padrão de distribuição das chuvas, tipo de solo, umidade relativa do ar, entre outros fatores que interferem na retenção de água no solo e evapotranspiração da cultura (GALON et al.2010).

Segundo Silva et al. (2006) a época mais crítica da planta à deficiência hídrica situa-se no período entre duas e três semanas em torno do espigamento, períodos estes compreendidos entre V17 e R1, na escala de Ritchie; Hanway; Benson (1993) (Tabela 1).

3.2 - Época de Semeadura: Cultivos de Safra e Safrinha

A expressão do potencial produtivo de grãos depende intrinsecamente dos fatores genéticos e fatores edafoclimáticos. A junção destes fatores pode limitar ou favorecer o potencial de produção de uma determinada cultura, podendo elevar a produtividade sem aumentar os custos de produção (COSTA et al. 2019).

As condições e variações ambientais decorrentes de cada região determinam a escolha da época de semeadura do milho, uma vez que semeaduras em épocas não adequadas podem ocasionar redução na estatura e na área foliar das plantas de milho, determinando menor eficiência na utilização da radiação solar (FRANCISCO, 2009).

A época de semeadura promove alteração no ciclo da cultura e modifica aspectos fisiológicos e morfológicos que podem afetar os componentes de produção (PINOTTI, et al. 2014), sendo, assim, um dos fatores determinantes para a exploração do potencial produtivo na cultura do milho (CUNHA et al. 2019).

No Brasil, o milho é cultivado em todas as regiões, sendo semeado em duas épocas: a safra normal e a safrinha. A primeira safra, safra normal ou plantios de verão, são realizados na época tradicional. Durante o período chuvoso, que ocorre no final de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste (VALENCIA, 2020). Nessa época, as condições climáticas (temperatura, luminosidade e umidade), são as melhores para o

desenvolvimento das culturas. Por isso, em geral, há um maior investimento na lavoura, em virtude de um maior potencial produtivo da cultura e de um maior retorno financeiro (CONTINI et al. 2019).

Já o cultivo de safrinha ou 2ª safra de milho, refere-se ao milho de sequeiro, semeado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo, onde o investimento na lavoura tende a ser menor que o cultivo da safra, uma vez que os riscos de ocorrência de veranicos tendem a ser maiores durante o desenvolvimento das plantas (VORPAGEL, 2010). No estado do Tocantins, o plantio de safrinha é caracterizado por um curto período de tempo entre a colheita da soja e o plantio do milho, de modo a aproveitar, ao máximo, o final do período chuvoso na região (SIMON et al. 2016).

O cultivo do milho safrinha permite o uso mais racional dos fatores de produção como a terra, as máquinas e equipamentos, bem como a otimização dos recursos humanos na propriedade rural, em um período ocioso do ano, onde o preço do grão geralmente é maior do que no período de safra de verão e, frequentemente, menor é o custo de produção (EMBRAPA, 2015)

Vale a pena ressaltar que o nível tecnológico usado nas principais regiões produtoras de milho safrinha é semelhante ao utilizado na primeira safra, com o uso de cultivares mais precoces de milho, devido à probabilidade déficit hídrico e geadas no final do ciclo da cultura (FARINELLI et al., 2023). Aliadas ao ciclo, características fundamentais a serem também consideradas são: estabilidade produtiva, resistência às principais doenças prevalentes na região, elevada tolerância ao acamamento e ao quebramento de plantas, bom empalhamento, sincronismo entre o florescimento masculino e o feminino e baixo índice de grãos ardidos (EMBRAPA, 2015)

Nos últimos anos, tem-se observado decréscimo nas áreas plantadas da primeira safra, mas compensado pelo aumento do plantio no período da safrinha e no aumento do rendimento de grãos das lavouras de milho, tanto na primeira safra quanto na safrinha. Apesar das condições desfavoráveis de clima, os sistemas de produção da safrinha têm sido aprimorados e adaptados a essas condições, o que tem contribuído para elevar os rendimentos das lavouras também nessa época (EMBRAPA, 2015).

3.3- População de Plantas

A escolha adequada da população de plantas está relacionada a diversos fatores como híbridos adaptados a região de cultivo, fertilidade do solo, manejo do solo e a competição por água, nutrientes e radiação. A densidade ideal seria aquela que proporciona a melhor distribuição das plantas em determinada área, diminuindo a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes (SANTOS et al., 2018).

Segundo Brachtvogel et al. (2009), alterações na população de plantas é um dos fatores que apresenta maior interferência na produção do milho, pois pequenas alterações na população implicam em modificações relativamente grandes no rendimento de grãos. Essa resposta está associada ao fato de que o milho é uma espécie que não possui mecanismo de compensação de espaços tão eficiente, comparado a outras espécies da mesma família, pois raramente perfilha efetivamente e apresenta capacidade limitada de expansão foliar e prolificidade, ou seja, produzir mais de uma espiga por planta.

A melhor exploração do potencial produtivo, através do aumento da densidade populacional, pode ser enfatizada pelo desenvolvimento de cultivares com menor porte, folhas menores e mais eretas, fazendo com que a cultura tenha melhores condições de apresentar uma produtividade satisfatória, mesmo em condições de elevada densidade populacional (ALMEIDA, et al. 2000).

Visando o incremento do rendimento de grãos, existe uma tendência de reduzir o espaçamento e aumentar a população de plantas por área. Com a redução do espaçamento entre linhas tem-se incremento na produtividade de grãos (NASCIMENTO et al., 2012; GILO et al., 2011). Além disso, a redução no espaçamento entre linhas e o incremento na densidade de plantas são alternativas de manejo que propiciam o fechamento mais rápido dos espaços disponíveis deixados pelas culturas, de forma a aumentar o período de interceptação da radiação incidente (ARGENTA et al., 2001).

As maiores produtividades têm relação direta com o incremento no manejo das lavouras, pelo controle mais eficiente dos fatores de produção. Alterações da densidade de cultivo têm demonstrado resultado direto no rendimento de grãos (SANGOI et al. 2011).

Sangoi et al. (2019) avaliando a resposta do milho ao efeito da densidade de plantas, sob diferentes espaçamentos, concluem que esse manejo populacional de plantas é uma estratégia eficiente para o incremento na produtividade de grãos.

Silva et al. (2014) verificou um acréscimo de 17,2% na produtividade de grãos, com a redução do espaçamento entre linhas, e um incremento de 13,6% na maior densidade avaliada em relação a menor densidade.

3.4 - Carboidrato nos Grãos

O milho é tradicionalmente usado como alimento humano ou ração animal (JIN et al. 2018). Os grãos de milho apresentam, em média, de 250 a 300 mg e a composição em base seca é de 6-12% de proteínas, 3-6% de óleo, 2-4% de fibra, 61-78% de amido e 1-4% minerais. Além disso, é também fonte de óleo e fibras e fornece pequenas quantidades de vitaminas E, B1, B2 e ácido pantotênico, além de alguns minerais, como o fósforo e o potássio ((MATOS et al. 2012).

Segundo Rostagno et al. (2000), por conter entre 70 e 80% de amido na matéria seca, o milho é considerado em cereal energético. Entretanto, esse cereal é também considerado fonte de proteína, pois o nutriente representa cerca de 10% do grão (FUFA et al. 2003).

O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta, as quais diferem em composição química (tabela 2). As composições podem variar de acordo com a com a influência de fatores genéticos, condições climáticas e fertilização (NAVARRO, 2016).

Tabela 2 - Composição química média do grão de milho seco indicado nas estruturas físicas específicas do grão

Componentes do Grão	Endosperma (%)	Embrião ou germe (%)	Pericarpo (%)	Pedicelo ou ponta (%)	Grão Inteiro (%)
Amido	86,40	8,20	7,30	5,30	71,50
Proteína	9,40	18,80	3,70	9,30	10,30
Óleo	0,80	34,50	1,00	3,80	4,80
Açúcar	0,64	10,80	0,34	1,54	1,97
Cinza	0,31	10,10	0,84	1,56	1,44
Grão Inteiro	81,90	11,90	5,30	0,80	99,9

Fonte: Adaptado de Carvalho e Nakagawa, 2000.

Os carboidratos são os constituintes bioquímicos mais abundantes nos vegetais, chegando a representar 50 a 80% do seu peso seco total. Eles são importantes fontes de energia e compõem a parte estrutural das células (KAYS,1991). Os cereais e outras gramíneas são especialmente ricos em carboidratos e armazenam menores quantidades de óleos e proteínas (BUCKERIDGE et al. 2004; CARVALHO; dNAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Os carboidratos são encontrados como constituintes estruturais (celulose e outros polissacarídeos de parede); reserva de energia, na forma de polímeros (como o amido); constituintes de vários metabólitos (como ácidos nucléicos e coenzimas) e numerosos glicosídeos; e como precursores requeridos para a síntese de outros metabólitos (formados a partir de dióxido de carbono e água), sendo o ponto de partida para a formação de todos os componentes orgânicos na natureza (BRUNETON, 1999 citado por MAYUMI SASAKI; 2008).

Os carboidratos são sintetizados nas folhas através da fotossíntese e translocados para tecidos na forma de sacarose, a fim de sustentar o metabolismo e crescimento ou para serem armazenados como sacarose ou amido. Por conta disso, as plantas estão continuamente ajustando seu crescimento e desenvolvimento para otimizar a atividade fotossintética frente a competição por luz (TAIZ et al., 2017).

3.5 - Etanol de Milho

A procura por fontes energéticas alternativas ao consumo do petróleo e a preocupação com o meio ambiente tem despertado para o uso de novas matérias-primas na fabricação de biocombustíveis (ROSSSETO, 2017).

O etanol tem uma importância ambiental muito relevante, pois além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável, gerar empregos e novas oportunidades de negócios, o etanol também reduz a emissão de gases para a atmosfera, o que é uma preocupação mundial atualmente (SEBRAE, 2020).

Na produção de etanol várias são as matérias-primas utilizadas, as mesmas podem ser divididas em três categorias: amiláceas, lignocelulósicos e sacaríneas. Sendo assim, dentre as matérias-primas amiláceas, o milho (*Zea mays L.*) tem destaque, pois é uma das culturas mais produzidas no mundo, tem participação expressiva na economia e apresenta expansão de área cultivada todos os anos entre os principais países produtores (USDA, 2017).

Os Estados Unidos produzem etanol predominantemente a partir do milho, com um rendimento médio de 3.500 L por hectares de álcool de milho, isso devido as suas ótimas condições climáticas para produção. (BORTOLETTO e ALCARDE, 2015).

No Brasil, o etanol a partir do milho teve seu início do Estado do Mato Grosso em meados do ano de 2012 (FERNANDES, 2019). Na safra 2019/20 o volume recorde de 35,50 bilhões de litros, sendo 33,80 bilhões de litros de etanol de cana-de-açúcar, e 1,70 bilhões de litros a partir do milho, na safra 2020/21 a estimativa da produção nacional de etanol de milho é de 2,7 bilhões de litros um aumento de 61,1% em relação a safra anterior (CONAB, 2020).

De acordo com Fernandes (2019), os processos de produção de etanol tanto pela cana-de-açúcar como pelo milho são semelhantes entre si, havendo a principal diferença nas etapas iniciais. Segundo Sobrinho (2012), as destilarias/usinas flex no Mato Grosso utilizam boa parte dos equipamentos existentes como caldeiras (geração de energia térmica), colunas de fermentação, destilação e tanques para o estoque do etanol, sendo feitas algumas adaptações indispensáveis para o processamento do milho, possibilitando a utilização do milho e da cana-de-açúcar.

O milho dispõe de vantagens para produção de etanol, de acordo com Milanez et al (2014), por possuir o ciclo de produção de em média 4 meses, a facilidade de armazenamento e a produção de milho safrinha.

No processo produtivo são obtidos coprodutos, como: proteínas, minerais, gorduras e

fibras, e que caso seja realizada a moagem a seco, obtém-se sob a forma de grãos molhados de destilaria (WDG) ou grãos secos destilados com solúveis (DDGS), enquanto que no processo de moagem úmida forma-se a farinha de glúten de milho, e estes coprodutos são utilizados amplamente na alimentação animal, substituindo o farelo de milho (DICKEY et al. 2002; GU et al. 2015).

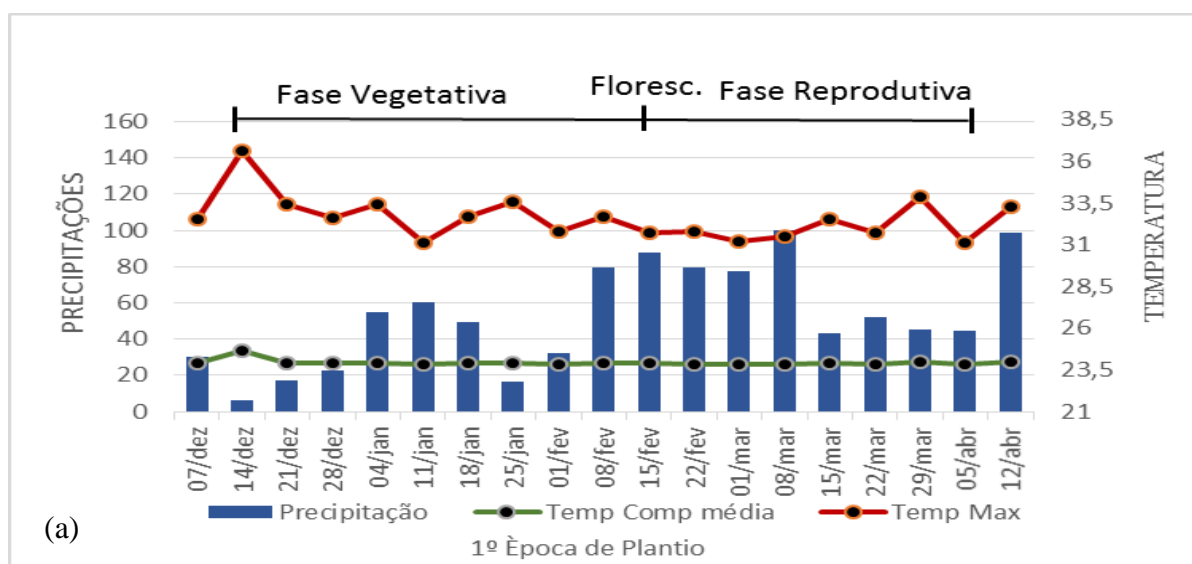
Segundo Cruz (2020), o mercado de coprodutos do etanol de milho apresenta em mercado promissor, o DDGS e o WDG têm ganhado espaço no mercado como complemento ou substituição do farelo de soja e de outras fontes de proteínas, para a alimentação animal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2018/19, foram realizados dois experimentos com diferentes populações de milho, sendo um instalado em 14 de dezembro de 2018 (cultivo de safra) e outro em 06 de fevereiro de 2019 (cultivo de safrinha), na Estação Experimental do Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W), em solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

A análise do solo coletada na profundidade de 0-20cm, revelou as seguintes características: pH 5,17; P- 16,92 mg/dm³; K- 0,21 cmol/dm³; Ca- 2,61 cmol/dm³; H + Al- 2,40 cmol/dm³; Mg-0,33 cmol/dm³ e matéria orgânica- 16,73 g/dm³; 62,35% de areia; 24,91% de argila e 12,74% de silte.

O clima na região é classificado como tropical úmido, apresentando duas estações bem definidas: verão quente e úmido e inverno ameno e seco, o que contribui para as altas temperaturas na região, conforme classificação (classificação climática de Koppen-Geiger: AW), (SEPLAN, 2012). Os dados meteorológicos (Figura 01) foram obtidos através do site do INMET com base na estação meteorológica localizada na mesma cidade de condução do experimento.



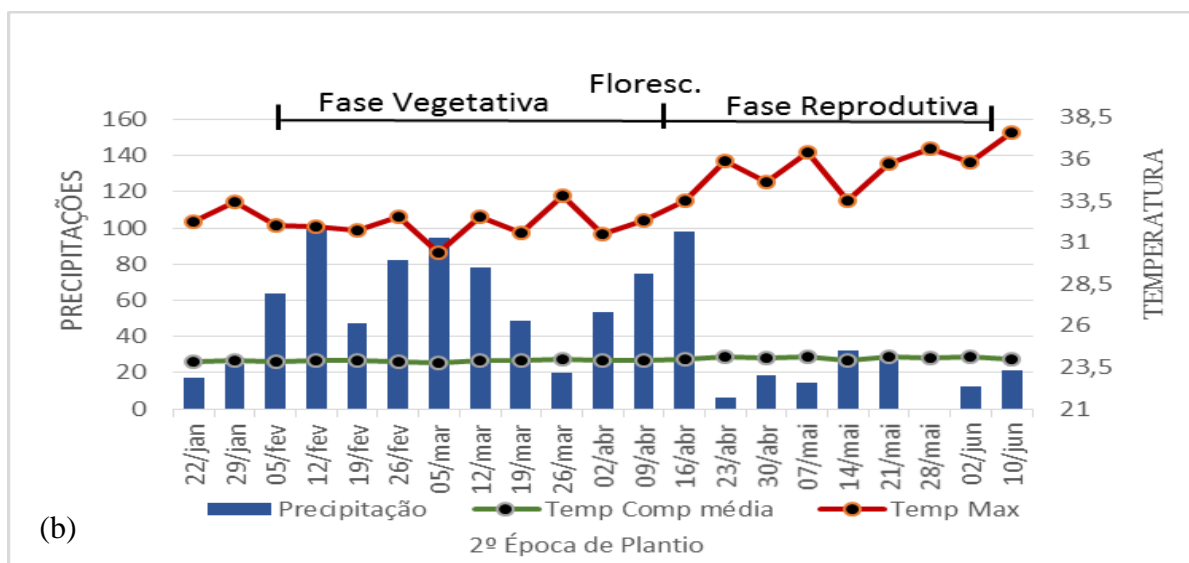


Figura 1- Índices de médias de precipitação (mm) e temperatura semanais ocorridas durante a condução dos ensaios experimentais referente à safra (a) e safrinha (b) em 2018/19. Fonte: INMET.

Na safra e na safrinha, o delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 10 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2 x 5, representado por dois híbridos simples (2A401 PW e MG580 PW) e cinco populações de plantas (42.000, 49.500, 57.000, 64.500, e 72.000 plantas.ha⁻¹). A parcela experimental foi composta de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, com 0,45 m de espaçamento. A área útil de cada parcela foi representada pelas duas fileiras centrais, constituindo uma área de 4,5 m².

Os híbridos de milho utilizados foram milho utilizados foram o híbrido simples superprecoce 2A401PW e híbrido simples precoce MG580PW, ambos transgênicos. Os dois híbridos apresentam alta exigência tecnológica, sendo recomendados para uso de Grãos/Silagem (2A401PW) e Grãos (MG580PW). Os ciclos dos híbridos são, em média, de 120 dias para o superprecoce e entre 120 a 130 dias o precoce (PRESTES JUNIOR, 2020).

O preparo do solo foi realizado através de gradagem niveladora convencional, seguida de sulcamento. A adubação de pré-plantio foi realizada manualmente, conforme exigências da cultura e após prévia análise do solo, utilizando 500 kg ha⁻¹ da formulação 05-25-15 no sulco de semeadura. Em cobertura, foi realizada adubação com sulfato de amônia em duas doses de 150 kg ha⁻¹, sendo uma aplicada no estágio V4 (quatro folhas completamente desenvolvidas) e outra no estágio V6 (seis folhas completamente desenvolvida).

A semeadura foi realizada manualmente e a densidade de semeadura foi realizada com intuito de se obter 50% a mais de sementes em relação à população desejada em cada

tratamento. Aos 10 dias após a semeadura, foi realizado desbaste das plantas deixando o número de plantas por metro linear indicado para cada população.

Os tratos culturais, como o controle de plantas daninhas, foram realizados através da aplicação de herbicida Glifosato, imediatamente após a semeadura, na dose recomendada pelo fabricante para cultura do milho e, posteriormente, foram realizadas capinas quando necessárias. Não se fez necessário o controle de doenças e pragas durante a condução dos experimentos.

A colheita foi realizada quando os grãos atingiram a maturidade fisiológica (plantas em estágio R6), sendo colhidas todas as espigas das duas fileiras centrais da área útil de cada parcela experimental. Em seguida, os grãos, de cada tratamento, foram moídos e acondicionados em sacos de papel, sendo levados para o Laboratório de solos e Aproveitamento de Resíduos (LASOR) da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, onde foram imediatamente realizadas as análises do teor de carboidrato (%) e rendimento de carboidrato ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Para se obter o teor de carboidrato (%), em cada amostra, foram inicialmente quantificados: a) o teor de proteína segundo o método de Kjeldhal, sendo convertida a percentagem de N em percentagem de proteína através de um fator igual a 6,25 para cereais e oleaginosas; b) o teor de lipídeos pelo método de Bligh-Dyer (1959); c) o teor de fibras (método enzimático gravimétrico – onde foram calculados os valores para Fdn (fibra em detergente neutro, constituída por celulose, hemicelulose e lignina, através do tratamento da amostra com solução detergente em pH neutro e posterior filtração); d) O teor de umidade foi determinado pelo método da secagem com circulação de ar (AOAC, 1997); e) as cinzas obtida a partir do princípio da incineração (AOAC, 1997). Em seguida, por diferença entre 100% em relação aos valores do teor de cinzas, umidade, fibras, lipídeos e proteína, foi obtido o teor de carboidrato (%) (IAL, 2008).

O rendimento de carboidrato ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foi obtido através do produto entre o teor de carboidrato (%) e a produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), essa última oriunda dos dados obtidos em cada parcela e, posteriormente, transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ressalta-se que o rendimento de carboidrato, no presente estudo, foi utilizado diretamente como estimador do potencial de cada híbrido para a produção de etanol.

Para cada característica, foi realizada análise de variância da safra e da safrinha e, em seguida, foi realizada a análise conjunta. As médias dos híbridos e dos períodos de semeadura (safra e safrinha) foram comparadas pelo critério de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de significância. Para as populações de plantas, foram realizadas análises de regressão, através do

uso de polinômios ortogonais e, quando estabelecida a relação funcional entre as populações e a variável dependente, foi obtida a equação de regressão.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011) e os gráficos pelo programa Origin Pro 8.0.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- Análise de Variância

A análise de variância conjunta para teor de carboidratos (TC) (%) e rendimento de carboidratos (RC) (kg ha^{-1}) encontra-se na (tabela 3)

Para o teor de carboidratos (TC), houve efeito significativo para período de semeadura, híbrido, e para as interações período x híbrido, período x população e híbrido x população. Para o rendimento de carboidratos (RC), efeitos significativos foram obtidos apenas para população e para a interação período x híbrido. A significância das interações duplas indica que os efeitos dos fatores isolados não explicam toda a variação encontrada, sendo assim realizados os desdobramentos.

Tabela 3- Resumo da análise de variância conjunta referente ao teor de carboidrato (%) e rendimento de carboidratos (Kg/ha^{-1}), de dois híbridos de milho, em dois períodos de semeadura (safra e safrinha) em Palmas –TO.

FV	GL	QM	
		Teor de Carboidrato	Rendimento de Carboidrato
		(TC) (%)	(RC) (Kg/ha^{-1})
Bloco/Período	4	0,610ns	122119,83ns
Safra	1	61,955*	3516241,05*
Híbrido	1	9,865*	1445726,54*
População	4	2,613ns	9272063,18*
Período x Híbrido	1	69,101*	2697063,18*
Período x População	4	9,033*	326862,27ns
Híbrido x População	4	3,146*	229270,53ns
Período x Híbrido x População	4	1,613ns	484382,59ns
Erro	36	0,997	207126,52
Média		71,70	4840,21
CV %		1,39	9,40

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo; pelo teste F.

CV%: Coeficiente de Variação.

Os coeficientes de variação (CV) obtidos foram 1,39% para carboidrato e 9,4% para o rendimento de carboidratos, respectivamente, sendo classificados como baixos, indicando uma boa precisão na condução dos ensaios. O maior CV para o rendimento de carboidrato foi oriundo da produtividade de grãos, que é uma característica muito influenciada pelo ambiente. Segundo classificação proposta por Pimentel- Gomes (2009), o CV é classificado como baixo quando menor do que 10%; médio quando de 10 a 20 %; alto, de 20 a 30%.

5.2 - Teor de Carboidrato

5.2.1 – Comparação de Média

Os teores médios de carboidratos (TC) (%), dos dois híbridos de milho, nos dois períodos de semeadura (safra e safrinha), são apresentados na tabela 4.

Quando comparados os híbridos, em cada período de semeadura, o híbrido superprecoce 2A401 PW obteve maior teor de carboidratos (71,35 %) na safrinha (06/02), enquanto o híbrido precoce MG 580PW apresentou o maior teor (74,19%) na safra (14/12). Entre os períodos, enquanto MG580PW apresentou um maior teor na safra (14/12), não houve diferença significativa para 2A401 PW.

No período de safra (14/12) (Figura 1a), houve uma melhor distribuição de chuvas e a ocorrência de temperaturas mais amenas, em relação à safrinha (06/02) (Figura 1b), nos estádios de R1 (embonecamento) até R6 (maturação fisiológica), que pode ter resultado em um menor processo de senescência das folhas no híbrido precoce MG 580PW, que por apresentar ciclo maior que o híbrido superprecoce 2A401PW, pode ter resultado em um maior acúmulo de matéria seca nos grãos e, conseqüentemente, um maior teor de carboidrato nos grãos, em relação ao híbrido superprecoce 2A401 PW.

Com relação à safrinha (06/02) (Figura 1b), foi observada a presença de temperaturas mais altas e um período de maior irregularidade na disponibilidade hídrica durante a fase de florescimento e enchimento dos grãos, reduzindo o acúmulo de matéria seca nos grãos e, por fim, a translocação de assimilados para os grãos, prejudicando, principalmente, o teor de carboidrato do híbrido de maior ciclo que foi MG580 PW.

Na semeadura realizada na safra, as condições climáticas (temperatura e umidade), são as melhores para o desenvolvimento das culturas. Por outro lado, o cultivo de safrinha ou 2ª safra de milho, que precede a soja precoce, é caracterizada por safra de risco, uma vez que nesse cultivo há uma maior possibilidade de as condições climáticas serem desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento normal das plantas (ANSELMÍ, 2016; ZOZ et al. 2018).

Por outro lado, o cultivo de safrinha ou 2ª safra de milho, que precede a soja precoce, é caracterizada por safra de risco, uma vez que nesse cultivo há uma maior possibilidade de as condições climáticas serem desfavoráveis ao crescimento e desenvolvimento normal das plantas (ANSELMÍ, 2016; ZOZ et al. 2018).

Segundo Durães et al. (1995), para o cultivo do milho de safrinha, deve-se dar preferência a genótipos de ciclo mais curto, ou seja, que tenham larga capacidade de dreno e que acumulem rapidamente matéria seca em seus órgãos, continuando ainda a acumular, paralelamente ao enchimento de grãos, matéria seca total. Segundo os mesmos autores, a redistribuição de assimilados após o início do período de enchimento de grãos seria uma característica desejável.

De acordo com Naoe et al. (2017), a maioria dos estudos apontam a disponibilidade hídrica e as altas temperaturas como os principais responsáveis em alterar a qualidade química e fisiológica dos grãos.

Sob baixa disponibilidade de água (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; NASCIMENTO, 2012; MOURA et al. 2016) e temperaturas altas (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004) na cultura do milho, os estômatos são fechados, reduzindo a transpiração, a fotossíntese, a produção e a translocação de fotoassimilados para os grãos.

De acordo com Magalhães et al. (2002) dois dias de déficit hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. A água atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos da planta, inclusive na biossíntese de óleo, proteínas (NAOE et al., 2017) e carboidratos (TOLLER et al., 2018). Por isso, a disponibilidade hídrica no solo é um fator determinante para o seu desenvolvimento (MORANDO et al., 2014).

Para Martins et al. (2010), o déficit hídrico é o fator que mais interfere no desenvolvimento das culturas agrícolas, pois ocasiona perturbações fisiológicas e morfológicas que prejudicam o desenvolvimento e rendimento da cultura do milho.

Segundo Vieira (2013), a temperatura tem influência nas taxas de translocação dos solutos orgânicos, sendo a faixa ótima entre 20 e 30 °C. De modo geral, há aumento na translocação

com aumentos na temperatura, que resultam em acúmulos significativos de carboidratos nos órgãos de reserva da planta, principalmente na forma de sacarose (PAULA, 2011).

Tabela 4 – Teor médio de carboidrato (%) de dois híbridos de milho, em dois períodos de semeadura (safra e safrinha), em Palmas-TO.

Híbridos	Períodos de semeadura	
	Safra (14/12/2018)	Safrinha (06/02/2019)
2A401 PW	71,24Ab	71,35Aa
MG580 PW	74,19Aa	70,02Bb
C. V(%)	1,39	

1- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Os teores médios de carboidratos (TC) (%), dos dois híbridos de milho, nas cinco populações de plantas, são apresentados na tabela 5.

O híbrido MG580PW apresentou maior teor de carboidrato nos grãos (%) nas populações de 49500 plantas.ha⁻¹ (73,06%) e 64500 plantas.ha⁻¹ (71,9%). Para as demais populações, não foram detectadas diferenças significativas entre os híbridos.

Has et al., (2010) e Kabir et al. (2019), também verificaram respostas diferenciadas dos genótipos avaliados para a produção de carboidratos.

Aliu et al., (2011), realizaram um estudo visando estimar a divergência genética e a correlação entre as características proteína, óleo e carboidratos com a produção de grãos, em 20 populações de milho. Nesse estudo, verificaram haver divergência genética entre as populações para as características estudadas, bem como a existência de correlação positiva entre carboidrato e produção de grãos.

Sangoi et al., 2001, trabalhando com três híbridos com ciclos contrastantes em exigência calórica para florescimento, em quatro populações de plantas, verificaram que o híbrido superprecoce P32R21 apresentou menor área foliar e um maior rendimento, devido à sua maior capacidade em remobilizar as reservas do colmo para atender à demanda exercida pelos grãos.

Segundo Marchi (2008) a capacidade e integridade do acúmulo de reservas pelo colmo é de suma importância, uma vez que, em diversas situações, o colmo será uma fonte de fotoassimilados que serão translocados para os grãos na fase de enchimento.

Segundo Monsanto (2006), a escolha de híbridos específicos e população de plantas deverá sempre ser baseada em dados da região de cultivo, bem como da experiência do pesquisador.

Tabela 5 – Teor médio de Carboidrato (%) dos híbridos de milho 2A401 PW e MG580PW nas cinco populações em Palmas-TO.

População	2A401 PW	MG580PW
42000	70,70 A	71,67 A
49500	70,97 B	73,06 A
57000	72,21 A	71,73 A
64500	70,50 B	71,90 A
72000	72,09 A	72,17 A
C. V(%)	1,39	

1- Médias dos híbridos, dentro da mesma população, seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

O estudo comparativo entre os períodos de semeadura, nas cinco populações de plantas, é apresentado na tabela 6. Com exceção das menores populações (42.000 e 49.000 plantas.ha⁻¹), onde não foram detectadas diferenças entre as safras, para as demais populações, foram obtidos os maiores teores médios de carboidratos nos grãos no período de safra (14/12).

Na semeadura realizada em 14/12 (período de safra), houve uma melhor distribuição de chuvas e a ocorrência de temperaturas mais amenas (Figura 1a), em relação à semeadura realizada em 06/02 (período de safrinha) (Figura 1b), nos estádios de R1 (embonecamento) até R6 (maturação fisiológica), que propiciou um melhor desenvolvimento das plantas, mesmo sob altas populações. Assim, nesta condição, o maior teor de carboidratos nos grãos pode ter ocorrido em virtude de uma maior eficiência da interceptação da radiação solar (CUNHA NETO, 2017) e um melhor aproveitamento da água e nutrientes pelas plantas (MOLIN, 2000).

Resende et al. (2003) verificaram em seu estudo que o comportamento dos híbridos de milho, em diferentes densidades e espaçamentos, não é coincidente, em diferentes condições

climáticas. Portanto, destacasse a importância de avaliações de populações de plantas em diferentes condições climáticas.

Tabela 6 – Teor de Carboidrato (%) das populações avaliados na safra (14/12/2018) e na safrinha (06/02/2019) em Palmas-TO.

População	Safra	Safrinha
42000	71,50A	70,87 A
49500	72,28A	71,74 A
57000	72,82A	71,12B
64500	73,59A	68,82B
72000	73,40A	70,87B
C.V(%)		1,39

1- Médias entre os períodos de semeadura (safra e safrinha), seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

5.2.2 – Regressão Polinomial

Foi observada relação funcional entre as populações de plantas e os híbridos, sendo assim, ajustados modelos de regressão, que foi o cúbico para os dois híbridos (figura 2a para o híbrido 2A401 PW e figura 2b para o híbrido MG580PW).

A resposta diferencial dos híbridos com relação ao incremento da população pode ter sido oriunda das características morfológicas, fisiológicas e fenológicas inerentes a cada genótipo, tais como o menor número de folhas, folhas mais eretas e de menor área foliar no florescimento, que reduziu o nível de interferência de uma planta sobre a outra, permitindo a utilização de um maior número de indivíduos por área (SANGOI et al., 2001).

Híbridos mais precoces (ciclo mais curto) requerem maior densidade de semeadura de plantas em relação aos de ciclo normal, em virtude de sua menor estatura, menor área foliar e menor sombreamento do dossel da cultura (SANGOI et al., 2001; TOLLENAAR et al., 1997; MANTOVANI et al. 2015).

A interação verificada entre híbridos com ciclos distintos e a população de plantas também foram observados por Sangoi (2000) e Sangoi et al., 2001, que verificaram uma relação inversa entre a exigência calórica do genótipo para florescer e número de indivíduos requeridos para maximizar a exploração do ambiente.

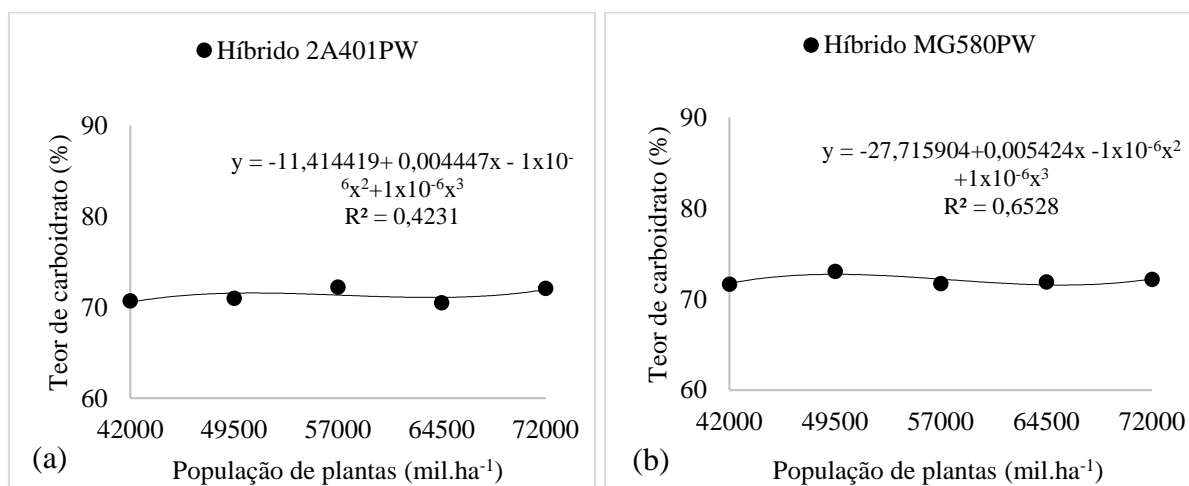


Figura 2. Teor de carboidrato (%) das populações de plantas (mil.ha⁻¹), para o híbrido 2A401PW (figura 2a) e híbrido MG580PW (figura 2b) em Palmas, TO.

Kabir et al. (2019), estudando o efeito de genótipos na composição química dos grãos e no rendimento biológico do milho, observaram diferença no teor de carboidrato entre os genótipos avaliados.

Foi observada relação funcional entre as populações de plantas e as safras, sendo assim, ajustados modelos de regressão, que foi linear para a safra (figura 3a), e cúbico para a safrinha (Figura 3b).

Para a safra (14/12), houve incremento crescente no teor de carboidrato nos grãos (%) com o aumento na população de plantas (Figura 3a). Na safra, em virtude de as condições climáticas, tais como chuva e temperatura (Figura 1) terem sido favoráveis ao desenvolvimento das plantas nos estádios de R1 (embonecamento) até R6 (maturação fisiológica), provavelmente, não houve limitação de água, luz e nutrientes entre as plantas, mesmo sob altas populações, as quais podem ter resultado em uma maior interceptação de luz (AFFÉRI et al. 2008; FLÉNET et al. 1996), melhor utilização de água e nutrientes favorecendo o ótimo desenvolvimento da cultura (ALMEIDA JÚNIOR et al. 2017) e, por fim, o incremento de carboidrato nos grãos.

Segundo Sangoi (2000) e Sangoi et al. (2001), quanto mais favoráveis forem as condições edafoclimáticas de uma região, maior será a população necessária para maximizar o rendimento das plantas.

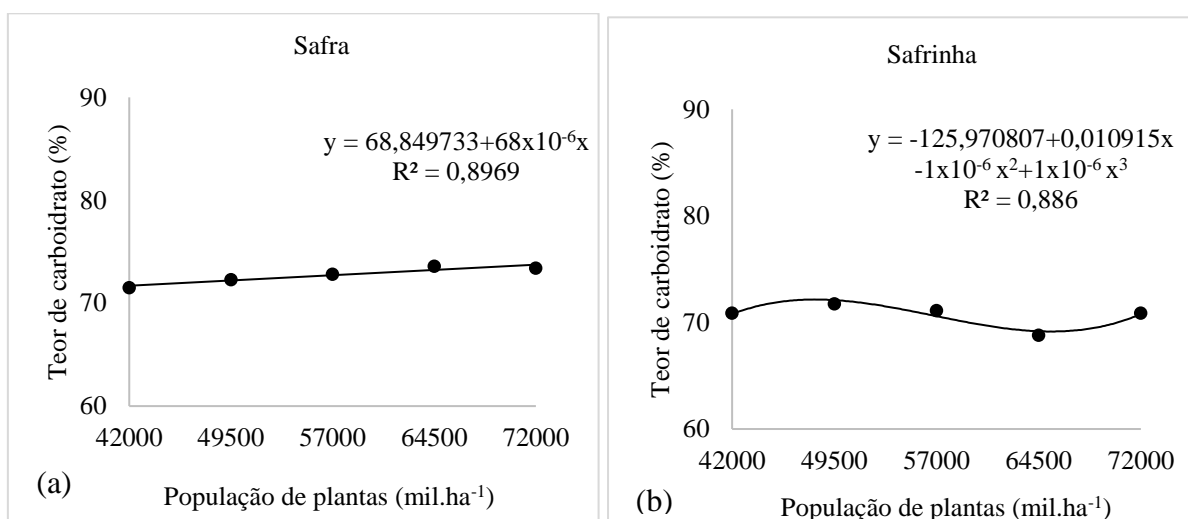


Figura 3. Teor de carboidrato (%) das populações de plantas (mil.ha⁻¹) na safra (figura 3a) e na safrinha (figura 3b), em Palmas, TO.

Com relação à safrinha (06/02/2019), ocorreu inicialmente incremento de carboidrato até a população de 49500 plantas.ha⁻¹, com uma tendência de decréscimo a partir daí. Possivelmente, a partir de 49.500 plantas.ha⁻¹, a queda no teor de carboidrato pode ser explicado pelo aumento da competição entre plantas por água, luz e nutrientes, uma vez que nesta época foi observada a ocorrência de temperaturas mais altas e menor distribuição de chuvas (Figura 1) durante o período de enchimento dos grãos.

O rendimento de uma lavoura aumenta quando se eleva a população de plantas, até atingir uma população ideal, que é determinada pela cultivar e pelas condições climáticas (LEITE, 2015). A partir desta população ideal, há uma maior competição entre plantas por luz, água, CO₂ e nutrientes, prejudicando assim o rendimento final (SANTOS NETO, 2019).

A depender do híbrido, da densidade populacional e do ambiente produtivo, a planta pode aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais disponíveis para expressão do máximo potencial produtivo (RODRIGUES et al., 2016). Entretanto, se houver um excessivo adensamento de plantas poderá ocorrer uma maior competição por fotoassimilados, principalmente na fase de enchimento dos grãos, afetando negativamente esse potencial. Segundo Sher et al. (2018), a fase de enchimento dos grãos é onde ocorre a maior translocação de carboidratos para o grão.

5.3 - Rendimento de Carboidrato

5.3.1 - Comparação de Média

As médias do rendimento de carboidrato dos híbridos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), nos dois períodos de semeadura, são apresentados na (Tabela 7).

Quando comparados os híbridos, em cada período de semeadura, o híbrido precoce MG 580PW obteve o maior rendimento de carboidrato ($5449,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na safra (14/12), não sendo detectadas diferenças para a safrinha (06/02). Entre as safras, enquanto o híbrido superprecoce MG580PW apresentou um maior teor na safra, não houve diferença significativa para 2A401 PW.

Os valores de rendimento de carboidrato devem refletir os valores de produtividade de grãos, uma vez que foram obtidos a partir do produto entre teor de carboidrato e produtividade de grãos. Assim, o maior rendimento de carboidrato do híbrido MG580 PW na safra, foi oriundo de seu maior teor de carboidrato (Tabela 4) e, também, da sua maior produtividade de grãos nesse período.

Na safra, a melhor distribuição de chuvas e a ocorrência de temperaturas mais amenas, em relação à semeadura realizada em 06/02 (safrinha) (Figura 1), nos estádios de R1 (embonecamento) até R6 (maturação fisiológica), pode ter resultado em um menor processo de senescência das folhas no híbrido precoce MG 580PW, que resultou em um maior acúmulo de matéria seca nos grãos e, conseqüentemente, um maior teor de carboidrato nos grãos. Além disso, na safra, as condições climáticas favoráveis durante a fase de enchimento de grãos pode ter resultado em um maior pegamento das flores, refletindo no aumento do número de grãos por espiga (HOSHANG, 2012) e, assim, em uma maior produtividade de grãos.

Has et al., (2010) e Kabir et al. (2019), também verificaram respostas diferenciadas dos genótipos avaliados para a produção de carboidratos.

Quando comparadas as safras essa cultura apresenta um período crítico, que vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos (MORIZET & TOGOLA, 1984). De acordo com Oliveira (2015), nessa fase fenológica o milho é sensível ao déficit hídrico, demonstrando sensibilidade nos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos. Por outro lado, temperaturas altas limitam o desenvolvimento da espiga e a translocação de carboidratos para os grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

Segundo Costa et al. (2019), o potencial produtivo de grãos depende dos fatores genéticos e fatores edafoclimáticos, favorecendo ou limitando o potencial de produção, podendo elevar a produtividade sem aumentar os custos de produção.

Costa et al. (2017), cita a importância da escolha do híbrido adequado e da época de semeadura, garantindo alocar o ciclo de desenvolvimento do milho durante períodos onde possa haver disponibilidade de água nas fases mais críticas de desenvolvimento da planta, no florescimento e enchimento de grãos. Segundo Cruz & Pereira Filho (2008), o cultivar é responsável por 50% do rendimento final da cultura.

Tabela 7 – Rendimento de Carboidrato ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de dois híbridos de milho em dois períodos de semeadura (safra e safrinha), em Palmas-TO.

Híbridos	Períodos de semeadura	
	Safra (14/12/2018)	Safrinha (04/02/2019)
2A401 PW	4715,0Ab	4654,9Aa
MG580 PW	5449,5Aa	4541,3Ba
C.V(%)	9,40	

1- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

5.3.2 – Regressão Polinomial

A regressão polinomial de rendimento de carboidratos (Kg/ha^{-1}), em função das cinco populações avaliadas, apresentou um modelo linear de resposta (figura 4).

Neste caso, pode-se inferir que, de modo geral, o incremento populacional resultou em incrementos contínuos no rendimento de carboidratos, em virtude de as condições climáticas (Figura 1) terem sido favoráveis para maximizar o rendimento de grãos e o teor de carboidratos.

Segundo SANGOI, 2000; SANGOI et al., 2001, quanto mais favoráveis forem as condições edafoclimáticas de uma região, maior será a população necessária para maximizar o rendimento de grãos (SANGOI, 2000; SANGOI et al., 2001).

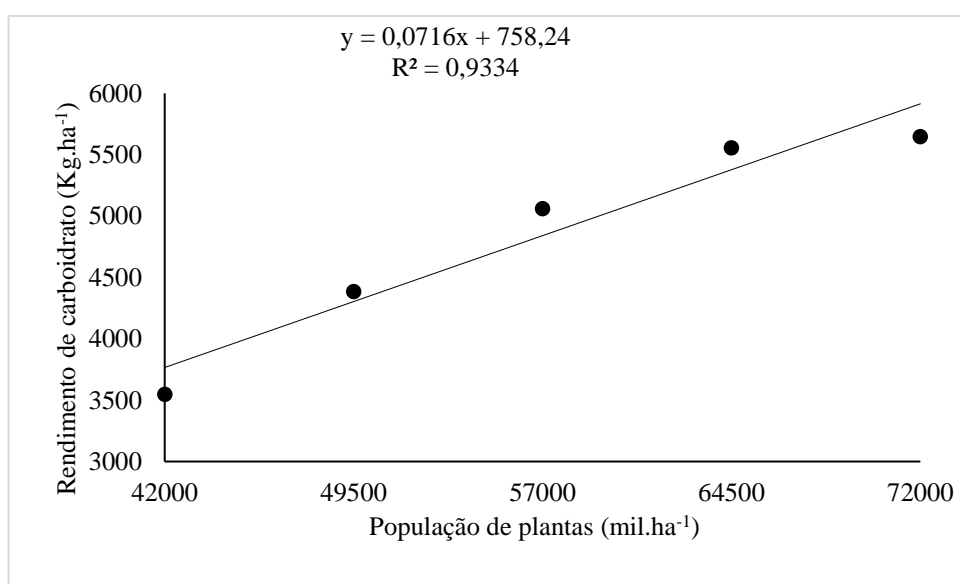


Figura 4. Rendimento de carboidrato (Kg/ha^{-1}) em função das populações de plantas (Kg/ha^{-1}), em Palmas, TO. *significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Com o acréscimo na população de plantas, foi otimizada tanto a eficiência da interceptação de luz (ZOZ et al., 2018; MOLIN, 2000), como o aproveitamento de água e nutrientes, resultando em aumento da matéria seca e produção de grãos Molin (2000). Além disso, segundo Sartori (2019), o incremento na população de plantas resulta em um índice de área foliar adequado, em uma maior capacidade de assimilar gás carbônico (CO_2) e de sintetizar

carboidratos durante a fotossíntese, levando à um maior acúmulo de massa seca na fase de enchimento dos grãos e, por fim, em um no conteúdo de carboidrato.

Esses resultados estão em concordância com aqueles obtidos por Ferreira (2012), que avaliando populações de plantas de milho na região de cerrado, observou um aumento no rendimento de grãos nas maiores densidades populacionais.

Balbinot JR. et al. (2005), afirma que a população de plantas deve ser estabelecida de acordo com as características morfofisiológicas dos genótipos, época de semeadura e nível de manejo adotado na lavoura.

Assim, as populações utilizadas no presente estudo não foram suficientes para a identificação do máximo rendimento de carboidratos. Neste caso, há a necessidade de que sejam realizados estudos com populações acima da utilizada, visando identificar o máximo rendimento de carboidratos para fins de produção de etanol.

6 – CONCLUSÕES

As populações e os períodos de semeadura (safra e safrinha) afetaram o teor e rendimento de carboidrato

Os híbridos 2A401PW e MG580PW, apresentaram, respectivamente, maior teor de carboidrato quando cultivados na safrinha e na safra

O híbrido MG580 PW apresenta-se como potencialmente promissor para a produção de etanol no cultivo de safra e de safrinha

Há a necessidade de futuros estudos com outras populações de plantas visando o máximo rendimento de carboidratos, que irá refletir diretamente em uma maior produção de etanol

REFERÊNCIAS

- AFFÉRI, F. S.; MARTINS, E. P.; PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, H. V. M. Espaçamento e densidade de semeadura para a cultura do milho, em plantio tardio, no Estado de Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 128-133, jun., 2008.
- ALIU, S.; RUSINOVCI, I.; FETAHU1., S.; ROZMAN, L. Genetic Diversity and Correlation for Grain Yield and Quality Traits in Local Maize (*Zea mays* L.) **Notulae Scientia Biologicae**, 4(3):126-130.2012.
- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JR.A.; 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**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.
- ALMEIDA JÚNIOR, J.J. PEROZINE, A. C.; SANTOS, G. A.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A. Atributos do Solo em Modalidade de Semeadura na Consorciação de Milho com Forrageiras. **Nucleus**, v.14, n.1, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1679>>. Acesso em: 01 set 2020.
- ANSEMI, A.A. **População variada de híbridos de milho: uma estratégia de gestão das variabilidades espacial e temporal das lavouras**. Piracicaba, Tese (Doutorado) --Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 97 p. 2016.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. D.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A. NETO, V. B. **Resposta de híbridos simples de milho a redução do espaçamento entre linhas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D; OLIVEIRA, L. de.; SOUZA, A. R. L. de. O Potencial Produtivo Brasileiro: Uma Análise Histórica da Produção de Milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR). 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (Arlington, Estados Unidos). Official methods of analysis. Washington, DC, 1975. 1094p.
- BALBINOT JR., A. A.; BACKES, R.L.; ALVES, A. C.; OGLIARI, J. B.; FONSECA, J. A. da. Contribuição de Componentes de Rendimento da Produtividade de Grãos em Variedades de Polinização Aberta de Milho. **Revista brasileira Agrocência**, Pelotas, v.11, n. 2, p. 161-166, abr-jun, 2005.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 84 p. il 2014.

BENGALA, P.S.P. **Influência dos cultivos de 1ª e 2ª safras no crescimento e na produtividade de silagem de milho e sorgo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2019.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Dominante nos EUA, etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente. **Revista Visão Agrícola**, nº13, 2015.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. da S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.

BUCKERIDGE, M.S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A.G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap.2, p. 31-50, 2004.

BRUNETON, J. **Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants**. 2ª ed. Andover, Intercept, 1119p. 1999.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 590p. 2012.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos**. Monitoramento agrícola- Safra 2017/18, v. 5, n. 7, p. 1–139, 2018.

CONAB –Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. 2020a. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 06 jan 2020.

CONAB | **Acompanhamento Da Safra Brasileira De Cana-De-Açúcar** | v. 7 - Safra 2020/21, n.2 - Segundo levantamento, agosto de 2020b.

CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI,E.; MIRANDA, R.A.de.; SILVA,A.F. da.; SILVA,D.D.da.; MACHADO,J.R.A.; COTA, L.V.; COSTA,R.V. da.; MENDES, S.M. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (Nt2). **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Embrapa – Empresa de Pesquisa agropecuária, fevereiro, 2019.

COSTA, R. V. da.; SIMON, J.; SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; ALMEIDA, R. E. M. de; CAMPOS, L. J. M. Cultivares de milho afetadas pela época de semeadura na safrinha em Tocantins. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 469-480, 2017.

COSTA, R. V. da.; CAMPOS, L.J.M.; ALMEIDA, R.E.M.; PEREIRA, L.A.O.A.; COTA, L. V.; SILVA, D.D.da.; BERNARDES, F.P.; AMORIM, F.R.de. **Comportamento de híbridos**

de milho na safrinha em Tocantins. Sete Lagoas, Minas Gerais. CIRCULAR TÉCNICA 258. 2019.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Cultivo do Milho.** Sistemas de Produção. Embrapa Milho e Sorgo, 2ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 4^a edição Set./2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491823/4/Cultivares.pdf>>. Acesso em: 02 ago 2020.

CRUZ, D. M. **Coprodutos do etanol de milho têm mercado aquecido.** Energia que fala com você. 2020. Disponível em : <<https://www.energiaquefalacomvoce.com.br/2020/05/29/coprodutos-do-etanol-de-milho-tem-mercado-aquecido/>>. Acesso em: 13 set 2020.

CUNHA NETO, V.F.da. **Desenvolvimento e Produtividade de Cultivares de Milho (Zea Mays) Em Ambiente de Várzea e Estufa de Cultivo.** Santarém, Pará, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Oeste do Pará. 67 p. 2017.

CUNHA, B.A da.; NEGREIROS, M. M. de.; ALVES, K. A.; TORRES, J.P. Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 45, n. 4, p. 424-427, 2019.

DICKEY, L.C., PARRIS, N., CRAIG, J.C., KURANTZ, M.J. Separation of maize particles from alcohol extracts with minimal losses. **Industrial Crops and Products.** v.16, p.145–154, Sep. 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669002000390?np=y>. Acesso em: 03/06/2015.

DURÃES, F.O.M., MAGALHÃES, RC.; COSTA, ; J.D. FANCELLI, A.L. Fatores Ecofisiológicos que Afetam o Comportamento do Milho em Semeadura Tardia (Safrinha) no Brasil Central. **Scientiae Agricola**, Piracicaba, 52(3), pag 491-501, 1995.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho: Sistemas de produção.** 9^a edição, Volume 1, Nov-2015.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

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

FERNANDES, R. **Avaliação da Produção de Etanol Empregando Milho como Matéria-Prima.** Uberlândia, Minas Gerais. 2019. Disponível em: <[https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27653/1/Avalia%
c3%a7%c3%a3oProdu%c3%a7%c3%a3oEtanol.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27653/1/Avalia%c3%a7%c3%a3oProdu%c3%a7%c3%a3oEtanol.pdf)>. Acesso em: 10 set 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FERREIRA, J.P. **Características agronômicas do milho sob diferentes arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado** / João Paulo Ferreira Ilha Solteira : [s.n.], 2012 86 f. : il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2012.

FILGUEIRA, T. R. S. **A origem do milho: identificação de Saccharum como um dos parentais alotetraploides**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 64 p. 2007.

FLÉNET, F.; KINIRY, J.R.; BOARD, J.E.; WESTGATE, M.E.; REICOSKY, D.C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal, Funep. 576p. 2007.

FRANCISCO, E. R. **Desempenho Agronômico de Cultivares de Soja em Diferentes Épocas de Semeadura no Cerrado do Distrito Federal**. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

FUFA, H., G. AKALU, A. WONDIMU, S. TAFESSE, T. GEBRE, K. SCHLOSSER, H. NOETZOLD & T. HENLE. **Assessment of protein nutritional quality and effects of traditional processes: a comparison between Ethiopian quality protein maize and five Ethiopian adapted normal maize cultivars**. *Nahrung*, 47 (4): 269-273. 2003.

GALON, L.; TIRONI, S.P.; ROCHA, A.A.da.; SOARES, E.R.; CONCENÇO.; ALBERTO, C.M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropical Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 4, N. 3, p. 18, 2010.

GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A.; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. S. Comportamento de híbridos de milho no Cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 908-914, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/12124>>. Acesso em: 23 maio 2019.

GU, J., XIN, Z., MENG, X., SUN, S., QIAO, Q., DENG, H. **Studies on biodiesel production from DDGS-extracted corn oil at the catalysis of Novozym 435/super absorbent polymer**. **Fuel**. v. 146, p. 33–40, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236114012897>. Acesso em: 05 Set 2020.

HAS, V.; HAS, I.; PAMFIL, D.; COPANDEAN, A. Characterization of „Turda” Maize Germplasm for the Chemical Composition of The Grain. **Romanian Agricultural Research**, NO. 27, 2010.

HOSHANG, R. Effect of Plant Density and Nitrogen Rates on Morphological Characteristics Grain Maize. **Journal of Basic and Applied Scientific Research**. 2(5)4680-4683, 2012.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análises de alimentos**. 4^a ed., Digital, São Paulo, 1020 p., 2008

JIN, Q. et al. Integrated processing of plant-derived waste to produce value-added products based on the biorefinery concept. **Trends in Food Science & Technology**, v.74, p.119-131, 2018.

KABIR, S.H., DAS, A.K., RAHMAN, M.S., SINGH, S.K., MORSHED, M. AND MARMA, A.S.H. Effect of genotype on proximate composition and biological yield of maize (*Zea mays* L.). **Archives of Agriculture and Environmental Science**, 4(2): 185-189, 2019.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.da. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A.C. de.; ARF, M.V.; FERREIRA, J.P. Arranjo de Plantas para Diferentes Híbridos de Milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41, n. 3, p. 348-359. 2011.

KAYS, E. J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: **VanNostrand Reinhold**, 532 p. 1991.

LEITE, L. F. **Desempenho de híbridos de milho safrinha em épocas de semeadura e populações de plantas**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 30 f. 2015.

MAGALHÃES, P.C.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, Circular Técnica, 22. 2002.

MANTOVANI, E. C.; PEREIRA FILHO, I.A.; VIANA, J.H.M.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. de.; OLIVEIRA, M.F.de.; GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; MATRANGOLO, W.J.R. CRUZ, J.C. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 9^a edição Nov/2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-1&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=1309&p_p_mode=view#topodapagina>. Acesso em: 05 set 2020.

MARCHI, S.L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na região oeste do Paraná**. Marechal Cândido Rondon, 2008. 58p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p. 2005.

MARTINS, J.D.; CARLESSO, R.; KNIES, A.E.; OLIVEIRA, Z.B.; BROETTO, T.; RODRIGUES, G.J. Potencial hídrico foliar em milho submetido ao déficit hídrico. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 324-334, jul./set.2010.

MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F. DOS; MELO, M. F. DE; LANA, M. M. **Milho verde**. 2006. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/milho_verde.htm> . Acesso em: 10 mai de 2020.

MAYUMI SASAKI; **Lipídios, Carboidratos E Proteínas De Sementes De Leguminosas Do Cerrado**; vii, 75p.Universidade de São Paulo; 2008.

MILANEZ, A.Y., NYKO, D., VALENTE, M.S., XAVIER, C.E.O., KULAY, L.A., DONKE, C.G., MATSUURA, M.I.S.F., RAMOS, N.P., MORANDI, M.A.B., BONOMI, A., CAPITANI, D.H.D., CHAGAS, M.F., CAVALETT, O., GOUVEIA, V.R.L. **A Produção De Etanol Pela Integração Do Milho-Safrinha Às Usinas De Cana-De-Açúcar: Avaliação Ambiental, Econômica E Sugestões De Política**. Revista do BNDES, n. 41, p. 147-207, Rio de Janeiro, jun,2014.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro, Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, p.1-2. 2000.

MONSANTO, R., 2009. Evaluation of Corn Plant Density and Row Spacing. **Monsanto Technology Development. National Research Summary**. pp: 1-6.

MORANDO, R.; SILVA, A.O. de CARVALHO, L.C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit Hídrico: Efeito sobre Cultura da Soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.114-129, 2014.

MOURA, A. R. de., NOGUEIRA, R. J. M. C., da SILVA, J. A. A.; de LIMA, T. V. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 345-354, 2016.

MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE, 1984, Versailles. **Anais...**Paris: INRA, p.351-360. 1984.

MONTEIRO, A. B.; STÖCKER, C.M. Espaçamento Entrelinhas de Semeadura e Produtividade da Cultura do Milho Irrigado por Aspersão. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.4. 111-121. 2020.

NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; Sousa, J. P. Estresse ambiental na cultura da soja. **Revista Integralização Universitária**. Palmas, V.12 nº 16, junho, 2017.

NASCIMENTO, F. N.; **Características agrônômicas do milho verde sob diferentes regimes hídricos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

NAVARRO, S. L. B. **Extração alcoólica de óleos de gérmen de milho e de torta de macadâmia e aproveitamento do material desengordurado na produção de concentrado proteico**. Tese (Doutorado -Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2016.

OLIVEIRA, L. E. M. de. **Fatores que afetam a composição química das sementes**. Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras. 2015. Disponível em: <<http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-da-germinacao/mobilizacao-de-reservas/fatores-que-afetam-a-composicao-quimica-das-sementes/>>. Acesso em: 09 set 2020.

PAULA, S. A. **Influência da temperatura de cultivo e doses de fósforo no solo na composição bioquímica de sementes de soja**. Tese. Viçosa, UFV, 2011.

PEREIRA, V. R. F.; CHIODEROLI, C. A.; ALBIERO, D.; SILVA, A. O.; NASCIMENTO, E. M. S.; SANTOS, P. R. A. Desempenho agrônômico da cultura do milho sob diferentes arranjos espaciais no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.12, nº.5, p. 2976 –2983, 2018.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 451 p. 2009.

PINOTTI, E.B.; BICUDO, S.J.; GODOY, L.J.G.de; BUENO, C.E.M.S. Características Agrônômicas de Cultivares de Milho em Função de Populações de Plantas e Épocas de Semeadura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia –FAEF -Garça/SP -v.25 -n.1 - p.17-33-jun. 2014**.

PRESTES JUNIOR, J.V. **Sucessão soja-milho safrinha em função do arranjo épocas de semeadura e ciclos de maturação da soja**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, Paraná. 60p. 2020.

RESENDE, S. G.; PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 34-42, 2003.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. (Special Report, 48). 26p. 1993.

- RODRIGUES, R. A. L., BORGHI, E., PEREIRA FILHO, I. A., & GONTIJO NETO, M. M. (2016). Características agronômicas de híbridos experimentais e comerciais de milho em diferentes densidades populacionais. In **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.
- ROSSETO, R.E.; MADALENA, L.C. de. S.; OLIVEIRA, A.F. de.; CHANG, P.; PRIMIERI, B. F.; FRIGO, E. P.; SANTOS, R.F. Panorama do etanol brasileiro. Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura **Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 13-22, 2017.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. Tabelas brasileiras para aves e suínos. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 141p. 2000.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, v.30, p.17-21, 2000.
- SANGOI, L; ALMEIDA, M.L; LECH, V.A; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZ, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos Contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.271-276, abr./jun. 2001.
- SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 64p. 2010.
- SANGOI, L., SCHMITT, A., DURLI, M. M., LEOLATO, L. S., COELHO, A. E., KUNESKI, H. F., & VANDER DE LIZ, OLIVEIRA Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**,18(1), 47-60. 2019.
- SANTOS, S.de.C. **Características Nutricionais e Físicas do Milho com Diferentes Texturas e tempos de Armazenamento**. Tese (Doutorado Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015.
- SANTOS, A. L. F.; MECCHI, I. A.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Eficiência fotossintética e produtiva de milho safrinha em função de épocas de semeadura e populações de plantas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 4, p.52-60, out./dez. 2018. ISSN 2358-6303.
- SANTOS NETO, J.F.dos. **Desempenho agrônomo de híbridos de milho em resposta a diferentes densidades populacionais**. Monografia (Graduação) - UFPB/CCA. Areia, 2019. 35 f.

SARTORI, V. C.; TRÊS, E.G.; TOLEDO, T. L. de.; FABBRIS.; TIRONI, S. P. Produtividade de Milho Aduado com Diferentes Fontes de Nitrogênio e Épocas de Aplicação. MISOSUL 2019: produção de silagem e grãos em sistema conservacionista: **anais [da] I Reunião Técnica Sul-Brasileira de Pesquisa de Milho e Sorgo**, Chapecó, 12 a 14 de agosto de 2019 / editores técnicos Adriana Paula D'Agostini Contreiras-Rodrigues, Felipe Bermudez. – Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2019.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SEBRAE. **O etanol como alternativa energética e aumento da eficiência produtiva**.2020 Disponível em: < <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-etanol,ac3d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 01 Ago. 2020.

SEPLAN – Secretária da Fazenda e Planejamento. **Zoneamento**. 2012. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/>>; Acesso em: 21 de maio de 2020.

SHER, A.; KHAN, A.; ASHRAF, U.; LIU, H.H.; LI, J.C. Characterization of the Effect of Increased Plant Density on Canopy Morphology and Stalk Lodging Risk **Frontiers in Plant Science**. 11 September 2018.

SHIOGA, P.S.; GERAGE, A.C. Influência da Época de Plantio no Desempenho do Milho Safrinha no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3,p. 236-253,2010.

SIMON, J.; COSTA, R.V. da.; ALMEIDA, R.E.M. de.; CAMPOS, L.J.M.; LAGO, B.C.; FERREIRA, L.L.; LOPES, É, R.; DINIZ FILHO, R. **Época de plantio e cultivares de milho safrinha no Tocantins**. 8p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2358-6273; 14). Embrapa Pesca e Aquicultura Palmas, TO. 2016.

SILVA, P.R.F. da et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 63p.2006.

SILVA, A. F., SCHONINGER, E. L., CAIONE, G., KUFFEL, C., & DE CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.

SILVA, H. D. de. L. **Resposta do milho ao uso de fitorreguladores, S e Zn**. Areia Universidade Federal da Paraíba. 2019.

SOBRINHO, P. **Processo (simplificado) de produção de etanol de milho – Destilaria/Usina Flex – Abordagem descritiva de um novo potencial**. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento/ Superintendência regional de Mato Grosso, Cuiabá/MT, Mar. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REINA, E.; LIMA, M. D.; HACKENHAAR, C.; HACKENHAAR, N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, jun. 2018.

TOLLENAAR, M.; AGUILERA, A.; NISSANKA, S.P. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. **Agronomy Journal**, v.89, p.239-246, 1997.).

USDA -UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1º levantamento USDA da safra 2017/18. Maio 2017. Disponível em: <www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=230971>. Acesso em: 19 ago 2020.

VALENCIA, L.V.A. **Comportamento Espectral das Culturas de Milho, Arroz e soja, Usando Imagens dos Satélites Sentinel-2, Cbers-4e Landsat-8**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Aplicações Geoespaciais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo p.116. 2020.

VIEIRA, F. C. F.; SANTOS JUNIOR, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O.; DIAS, A. C. C.; HAMAWAKI, O. T.; BONETTI, A. M. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por Polietileno Glicol - PEG 6000. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 543-552, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15085>>. Acesso em: 14 set 2020.

VALLONE, B.A. **Utilização de Silo Bolsa no Armazenamento de Milho**. Tese (Especialista Em Agronegócio - MBA em Gestão do Agronegócio). Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 42p. Curitiba, 2015.

VORPAGEL. A.G. **Inoculação de Azospirillum, Isolado e Associado a Bioestimulante, em Milho, no Noroeste do RS**. Ijuí - RS Julho – 2010.

VITORAZZI, C.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; CANDIDO, L. S.; FREITAS, I. L. D. E. J. SILVA, T. R. D. A. C. Arranjo Populacional Para a Variedade Uenf-14 De Milho Pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 401, 2017.

ZOZ, T.; LANA, M. do. C. STEINER, F.; ZOZ, A. ZOZ, J.; ZUFFO, A.M. Densidade Populacional, Espaçamento e Adubação Nitrogenada na Semeadura de Milho de Segunda Safra. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, Paraná v. 12 n. 1, p. 103-125,. 2018.