

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DO CICLO FENOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO  
DA SOMA TÉRMICA NA REGIÃO DE ANÁPOLIS-GO**

**Adriano Lima Jung**

**ANÁPOLIS-GO  
2018**

**ADRIANO LIMA JUNG**

**AVALIAÇÃO DO CICLO FENOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO  
DA SOMA TÉRMICA NA REGIÃO DE ANÁPOLIS-GO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Centro Universitário de Anápolis-  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Produção vegetal

**Orientador:** Prof. Dr. João Maurício  
Fernandes Souza

**ANÁPOLIS-GO  
2018**

Jung, Adriano Lima

Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica na região de Anápolis-GO/Adriano Lima Jung. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

27 páginas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. João Maurício Fernandes Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

1. Graus Dia. 2. Termosensíveis. 3. Zea Mays I. Adriano Lima Jung.

II. AVALIAÇÃO DO CICLO FENOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO DA SOMA TÉRMICA NA REGIÃO DE ANÁPOLIS-GO.

CDU 504

ADRIANO LIMA JUNG

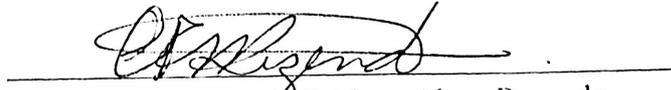
AVALIAÇÃO DO CICLO FENOLÓGICO DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO  
DA SOMA TÉRMICA NA REGIÃO DE ANÁPOLIS-GO

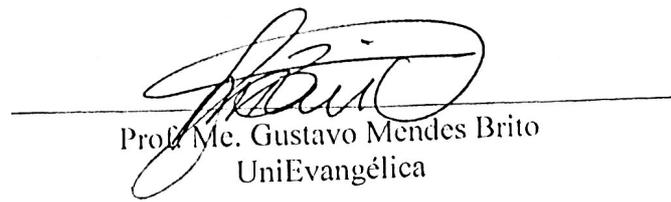
Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
Área de concentração: Produção vegetal

Aprovada em: 11/12/2018

Banca examinadora

  
Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza  
UniEvangélica  
Presidente

  
Prof.<sup>ª</sup> Dra. Cláudia Fabiana Alves Rezende  
UniEvangélica

  
Prof.<sup>ª</sup> Me. Gustavo Mendes Brito  
UniEvangélica

Dedico...

Àqueles que trabalham incessantemente e  
suam debaixo do sol quente, enfrentando todas  
as dificuldades para me proporcionar uma vida  
digna: Marlene Lima Jung e Luiz Romeo Jung.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Marlene Lima por cobrar de mim durante todos os anos escolares e acadêmicos que nunca deixasse de estudar, agradeço por sua insistência em querer me proporcionar uma vida melhor que a dela e lembrar-me todos os dias que o caminho certo a seguir é o da capacitação intelectual e profissional.

Agradeço a Luiz Romeo Jung por me proporcionar o suporte físico e financeiro necessário à realização de um curso superior e sempre me permitir tempo livre em épocas de necessidade acadêmica.

Agradeço a Kamilla Tuany Dos Santos Souza, que apesar do pouco tempo, ensinou muito sobre responsabilidades, deveres e o sentido de todo esforço.

Agradeço aos profissionais da UniEvangélica que ao longo de 5 anos tiveram a disposição e a competência necessária para me guiar pelo caminho correto em relação aos conhecimentos ofertados no curso.

Agradeço aos amigos que proporcionaram o suporte psicológico necessário para enfrentar todos os anos de estudo.

“De longe, o maior prêmio que a vida oferece é a chance de trabalhar muito e se dedicar a algo que valha a pena.”

Theodore Roosevelt

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2.1 A CULTURA DO MILHO.....	10
2.1.1 CULTURA DO MILHO NO BRASIL E NO MUNDO.....	10
2.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E BOTÂNICAS.....	11
2.1.3 FENOLOGIA.....	12
2.1.4 FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO E CLIMA.....	13
2.1.5 MODELOS DE CRESCIMENTO DAS PLANTAS.....	14
2.1.6 MÉTODO DOS GRAUS-DIA.....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## RESUMO

Gramíneas termosensíveis têm como característica, completar cada fase de seu ciclo de desenvolvimento de acordo com determinada quantidade de calor. O uso da técnica de soma térmica ou graus-dia tem se mostrado viável para dimensionar o ciclo de culturas economicamente importantes como o milho. Por meio desta técnica é possível determinar a fase do ciclo em que a planta se encontra, sendo admissível recomendar e realizar os manejos necessários na época ideal para a cultura, independente de sua variedade ou local de cultivo. Dentro desse contexto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o comportamento da cultura do milho visando estabelecer a duração provável das fases fenológicas e do ciclo total de desenvolvimento da cultivar MG711 para a região de Anápolis-GO, baseado na soma térmica acumulada. O experimento realizado na propriedade Boa Vista, localizada no município de Anápolis-GO. O milho acompanhado foi o híbrido MG711, considerado uma cultivar de ciclo precoce (860 GD) e o plantio foi realizado em período de safrinha, tendo início em meados de fevereiro. A adubação realizada foi composta por 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 19-38-00, com regulagem de espaçamento 0,5 m entre linhas e 0,3 m entre plantas e posteriormente adubação de cobertura em 09/03/2018 em estágio V4 com 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 30-00-20. O acompanhamento foi realizado por meio de um Termo-higrômetro posicionado a 100 m da lavoura, permitindo assim a aferição de temperatura incidida sobre a área do experimento diariamente. De acordo com o experimento realizado, o desenvolvimento da variedade MG711, na região de Anápolis-GO se enquadra como variedade semiprecoce/tardia, uma vez que demonstrou atraso do desenvolvimento realizando pendoamento com 944 unidades térmicas. Este resultado diverge das informações oficiais fornecidas pela MORGAN® onde esperava-se que o pendoamento viesse a ocorrer na faixa de 860 unidades térmicas, sendo considerada uma variedade precoce de ciclo médio.

Palavras-chave: Graus-dia, Termosensíveis, *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas têm um papel fundamental na história mundial pois servem como base da cadeia alimentar. O aumento da população humana em longo prazo, assim como o desenvolvimento de sociedades complexas, é diretamente relacionado à domesticação de plantas e animais (BEINART et al., 2004). O milho (*Zea mays*) está entre as plantas de maior importância comercial, originado das Américas, mas especificamente no país do México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos.

O histórico da produção do milho tem crescido anualmente (MARCHI, 2008). Segundo previsão do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) (2018), realizada em janeiro de 2018 a produção mundial de milho na safra de 2017/2018 foi em torno de 1,045 bilhões de t, resultando em uma produção 2,9% menor que o recorde registrado na safra 2016/2017.

O Brasil representa uma fatia considerável da produção mundial, no país, o cultivo do milho tem-se caracterizado pela divisão da produção em dois períodos de plantio. Os plantios de verão, realizados na época tradicional (outubro a dezembro) e o cultivo “safrinha” milho de sequeiro, plantado quase sempre após colheita da soja precoce (EMBRAPA, 2009). Segundo dados do CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (2018), a produção de milho brasileira em período de safra verão é de 25,12 milhões de t, já o milho safrinha possui estimativa de produção de 62,16 milhões de t, totalizando 87,279 milhões de t para o ano de 2018.

O milho safrinha está deixando de ser uma oportunidade de negócio para se apresentar, cada vez mais, como uma cultura essencial na vida financeira de muitas fazendas brasileiras. Desde a safra 2011/2012, a área de milho safrinha é maior do que a área de milho verão (GREMES, 2016).

Segundo Bergamaschi; Matzenauer (2014), a taxa de desenvolvimento da cultura do milho é passível de modificação por meio de diversos fatores, tais como fertilidade do solo, temperatura, conteúdo de água, fotoperíodo e radiação solar. Embora o todo influencie sobre o desenvolvimento e crescimento das plantas, a temperatura é um dos fatores dominantes.

Dos três subgrupos de plantas classificados de acordo com a enzima descarboxilativa, o milho (C4) pertence àquele que apresenta o uso da radiação solar de forma mais eficiente (HATTERSLEY, 1984). Sendo o milho uma planta de clima tropical, para expressar altas produtividades necessita de calor e umidade. Temperaturas inferiores a 10°C e superiores a

42°C causam prejuízos, sendo as temperaturas ideais entre 25°C e 30°C (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal tem sido descrito usando-se a concepção de unidades de calor, como os graus-dia, os quais assumem que o desenvolvimento é constante (em condições ideais) entre uma temperatura base e uma temperatura máxima abaixo e acima das quais a planta não se desenvolve e, se o fizer, será em taxas mínimas (STEWART et al., 1998). Sob baixa incidência de luz solar a taxa de assimilação de carbono é limitada pela própria falta de radiação. Sob alta incidência de luz solar, ocorre saturação e a baixa atividade enzimática limita a assimilação pela carboxilação, porém por ser uma planta C4, o milho praticamente não apresenta saturação devido à radiação solar (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002).

França et al. (1999) observaram que déficit hídrico diminui o desenvolvimento vegetativo do milho, conseqüentemente reduzindo o índice de área foliar e a produção de matéria seca, aumentando a necessidade de graus-dia para completar o ciclo, confirmando que a temperatura apesar de importante, não é o único fator limitante ao desenvolvimento. Segundo Gadioli et al. (2000), quando o ciclo é medido em dias, o desenvolvimento do milho demonstra inconsistência. Isso se deve ao fato de que a duração das fases de desenvolvimento da planta está associada às variações das condições ambientais e não ao número de dias. A utilização diária da temperatura média do ar é uma boa forma de estimar a quantidade de energia química metabólica produzida pelo material genético.

Wagner et al. (2011) afirmam que a disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos com temperaturas mais elevadas determinam aceleração em seu desenvolvimento. Sendo assim, o uso da soma térmica pode ser realizado como metodologia prática para previsão da duração das fases fenológicas e do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho (MAGALHAES; DURÃES, 2006).

Dentro desse contexto, o objetivo com este trabalho foi observar o comportamento da cultura do milho visando estabelecer a duração provável das fases fenológicas e do ciclo total de desenvolvimento da cultivar MG711 para a região de Anápolis-GO, baseado na soma térmica acumulada.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A CULTURA DO MILHO**

#### **2.1.1. Cultura do milho no Brasil e no mundo**

De acordo com Nunes (2007), após a segunda guerra mundial, a agricultura passou por uma série de transformações decorrentes do processo de modernização, conhecida como Revolução Verde. A modernização consistiu na utilização de insumos, máquinas e técnicas produtivas que permitiram aumentar a produtividade do trabalho e da terra. A Revolução também permitiu um pequeno aumento da oferta mundial de alimento disponível por habitante. Esse aumento ocorreu ao mesmo tempo em que a população mundial crescia. Em 1970 o mundo reunia 3,693 bilhões de pessoas e em 2005 a população mundial já era de 6,453 bilhões, aumento de 57%, enquanto isso a população rural decrescia e a área agrícola se reduzia (área colhida em 1970 foi de 695 milhões ha e em 2005 foi de 681,7 milhões ha, redução de 1,91% entre 1970 e 2005) (FAO, 2005).

O mercado mundial de milho é abastecido basicamente por três países, os Estados Unidos, a Argentina e o Brasil, com 56,52 milhões t, 27,5 milhões t e 34 milhões t exportadas em 2017 respectivamente segundo dados do USDA sobre a safra 2016/2017. A vantagem destes países é uma logística favorável, que pode ser decorrente da excelente estrutura de transporte, proximidade dos portos ou dos compradores. O Brasil eventualmente participa deste mercado, porém, a instabilidade cambial e a deficiência da estrutura de transporte até os portos têm prejudicado o país (DUARTE et al., 2007).

Os principais consumidores são a União Europeia (16,0 milhões t em 2017), México (15,5 milhões t em 2017), Japão (15,0 milhões t em 2017) Coréia do Sul (10,2 milhões t em 2017) Egito e Irã (10,0 milhões t em 2017). Outros importadores relevantes são os países do Sudeste da Ásia (9,0 milhões t em 2017) e América do Sul (4,0 milhões t em 2017) (USDA, 2018). As principais utilizações do milho no mundo são as atividades de criação de aves e suínos. A produção mundial de carne de frango foi de 88,135 milhões de t segundo USDA, (2017). A produção de carne suína foi de 109,8 milhões de t segundo dados do USDA (2016). Existem previsões de que a demanda mundial de carnes continue crescendo sem retrocesso pelos próximos 50 anos (FAO, 2017).

### 2.1.2. Características morfológicas e botânicas

Na classificação botânica, o milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Poaceae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays L.* A semente do milho que é classificada botanicamente como cariopse, apresenta três partes (Figura 01): o pericarpo, o endosperma e o embrião. O pericarpo é uma camada fina e resistente, constituindo a parte mais externa da semente. O endosperma é a parte da semente que está envolvida pelo pericarpo e a que apresenta maior volume, sendo constituída por amido e outros carboidratos. O embrião, que se encontra ao lado do endosperma, possui primórdios de todos os órgãos da planta desenvolvida, ou seja, não é mais do que a própria planta em miniatura (BARROS; CALADO, 2014).

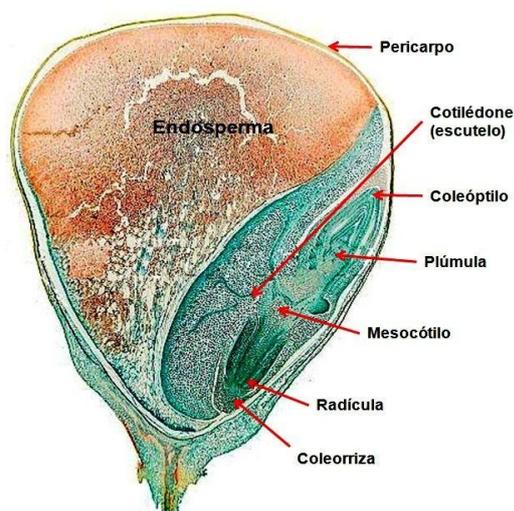


FIGURA 01 - Esquema de corte transversal da semente de milho.  
FONTE: Agrolink, 2016

O sistema radicular seminal apresenta raízes oriundas diretamente da semente e tem seu crescimento na fase VE (emergência). O crescimento dessas raízes conhecidas como temporárias diminui após o estágio VE e é praticamente inexistente no estágio V3 (fase vegetativa). O sistema radicular definitivo do milho se origina a quatro cm de profundidade e tem o nome de raízes fasciculadas. As raízes definitivas crescem até o estágio R3 (fase reprodutiva), após este estágio muito pouco crescimento ocorre. Existem também as raízes adventícias que partem dos primeiros nós do colmo e quando atingem o solo ramificam-se intensamente, tendo como objetivo, promover sustentação (MAGALHÃES; DURÃES, 2002).

As plantas do milho são consideradas de folha estreita. As folhas estão dispostas alternadamente e inseridas nos nós, estas são constituídas de uma bainha invaginante, pilosa de cor verde clara e limbo-verde escuro, estreito e de forma lanceolada, possuindo bordos

serrilhados com uma nervura central vigorosa. O meristema, também chamado de ponto de crescimento, fica abaixo ou na superfície do solo até o estágio de desenvolvimento V10. A fotossíntese inicia a função de acumulação de matéria seca quando esta atinge o estágio V2. O milho é uma planta monoica, ou seja, possui os órgãos masculinos e femininos na mesma planta em inflorescências diferentes, estando os masculinos agrupados na panícula, situados no topo do colmo e os femininos em espigas axilares. Os órgãos masculinos aparecem antes dos femininos sendo assim uma espécie protândrica (BARROS; CALADO, 2014).

### 2.1.3. Fenologia

Heinemann et al. (2009) comentam que programas de melhoramento vegetal, com o objetivo de desenvolver híbridos e variedades cultivadas mais adaptadas a um determinado ambiente, requerem informações sob a probabilidade de ocorrência das intempéries climáticas da área em função da fase fenológica da cultura (Tabela 01). Os estágios vegetativos são caracterizados pela presença de uma aba ou “colar” foliar nas folhas novas. A folha do milho tem três partes principais: limbo, bainha e colar (OWENS et al., 2014).

TABELA 01 - Escala fenológica do milho segundo Hanway (1963), adaptada por Fancelli (1986)

Estádios	Descrição dos estágios	Tempo Decorrido (dias/semanas)
0	Emergência das Plântulas	0 (estádio inicial da planta)
1	Quatro Folhas Desdobradas	2 Semanas após emergência
2	Oito Folhas Desdobradas	4 Semanas após emergência
3	Doze Folhas Desdobradas	6 Semanas após emergência
4	Pendoamento	8 Semanas após emergência
5	Florescimento (espigamento)	9 a 10 Semanas após emergência
6	Grãos Leitosos	12 dias após a polinização
7	Grãos Pastosos	24 dias após a polinização
8	Grãos Farináceos	36 dias após a polinização
9	Grãos Duros	48 dias após a polinização
10	Maturação Fisiológica	55 dias após a polinização

Fonte: Fancelli, 1986

O limbo é a parte plana da folha que capta a luz solar, a bainha é a parte que enrola ao redor do caule, e o colar é a linha de demarcação entre o limbo e a bainha, normalmente com

uma curvatura distinta. Os estágios reprodutivos são caracterizados pelo surgimento e desenvolvimento de grãos na espiga, exceto para o primeiro estágio reprodutivo (R1), que é identificado exclusivamente pela emergência de cabelos de milho, o embonecamento. (OWENS et al., 2014).

#### **2.1.4. Fisiologia da produção e clima**

O Estado de Goiás se localiza na região Central do país e possui média anual pluviométrica de 1577 mm e temperatura média na casa dos 24.9 °C (CLIMATE-DATA.ORG, 2018). A região se caracteriza como tropical e predomina a produção em sequeiro, para a cultura do milho implantada na safra normal com ênfase na safrinha, é comum sofrer períodos de estresse por deficiência hídrica intermitente ou terminal, que reduzem o rendimento de grãos (HEINEMANN et al., 2009).

Em condições normais, a semente de milho germina em cinco a seis dias, numa temperatura de 25 a 30°C, sendo que a 10°C praticamente não germina (MAGALHÃES; DURÃES, 1995). Segundo Arias (1996), a recomendação de cultivares baseada nas médias de produtividades gerais, não é aconselhável, pois, verifica-se que alguns materiais podem ser muito produtivos em determinados ambientes e pouco produtivos em outros, provocando incertezas na generalização das recomendações.

Para Sangoi; Silva (2006), o arranjo de plantas e a densidade populacional permitem ajustar a cultura à disponibilidade de radiação solar da região ou da época de cultivo, portanto são considerados fatores essenciais para aperfeiçoar a exploração do ambiente pelo milho. Abordando o cultivo de safrinha, em razão da pouca quantidade de chuvas, acompanhada de distribuição irregular, deve-se dar preferência por materiais que associem boas produtividades e precocidade (CARDOSO et al., 2004). O hábito de crescimento do sistema radicular do milho é superficial, a maior parte das raízes encontra-se nos primeiros 30 cm do solo. Explica-se então a característica do milho ter uma reduzida tolerância à seca (MAGALHÃES; DURÃES, 1995).

O ponto de crescimento que se encontra abaixo da superfície do solo, é bastante afetado pela temperatura do solo nesses estádios iniciais do crescimento vegetativo. Assim, temperaturas baixas podem aumentar o tempo decorrente entre um estágio e outro, alongando, assim, o ciclo da cultura, podendo aumentar o número total de folhas, atrasar a formação do pendão e diminuir a disponibilidade de nutrientes para a planta. Uma chuva de granizo ou

forte incidência de vento, nesse estágio vai ter muito pouco ou nenhum efeito na produção final de grãos, uma vez que o ponto de crescimento estará protegido no solo (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

### **2.1.5. Modelos de crescimento das plantas**

Almeida et al. (1998) afirmam que o estudo do comportamento das plantas em comunidade e dos fatores que afetam o rendimento das culturas tem sido objetivo de muitos trabalhos. Neste sentido, a seleção de características que conjuntamente propiciem melhoria no desempenho das plantas em comunidade poderá melhorar a expressão da capacidade produtiva das culturas. Estas características devem propiciar máxima capacidade de interceptação da radiação solar, eficiente conversão da energia luminosa em energia química, utilização adequada da energia química na formação de compostos orgânicos e, finalmente, direcionamento destes compostos para os órgãos da planta de interesse econômico como grãos e matéria seca usada em silagem.

Atualmente na cultura do milho, o conceito de cultivar moderna (ideotipo) é ter um grande número de folhas acima da espiga, com lâminas eretas e pendentes na região mediana, aumentando a eficiência na interceptação da energia radiante. Ressalta-se que as folhas acima da espiga são responsáveis por cerca de 50 a 80% da matéria seca acumulada nos grãos. (MAGALHÃES; DURÃES, 1995).

As características morfológicas e fisiológicas descritas para o milho por Mock; Pearce (1975) foram a orientação vertical das folhas acima da espiga (folhas abaixo da espiga devem ser orientadas horizontalmente), com densidades de plantio que proporcionem um IAF maior ou igual a quatro; taxas de fotossíntese altas e eficientes por meio da seleção de genótipos; alta eficiência na conversão de fotoassimilados em grão; consistência e rápida abertura floral feminina e coincidência entre antese e estigma receptivo; presença de prolificidade nas plantas de milho para aumento do dreno de fotoassimilados e redução da esterilidade das plantas.

Outras características tão importantes quanto as citadas são, a redução no tamanho do pendão do milho para não sombrear as folhas inferiores e para reduzir a competição por fotoassimilados em relação as outras partes da planta assim como a tolerância ao frio durante a germinação de sementes e crescimento das plântulas (para áreas onde o plantio antecipado requer plantio em solos frios e encharcados); plantas insensíveis ao fotoperíodo para que o plantio antecipado não interfira no atraso do florescimento; maior período de enchimento de

grãos (quanto maior esse período melhor para o incremento em produtividade); e atraso na senescência das folhas (a permanência de tecido verde fotossintetizante nas fases de maturação fisiológica promovem maior enchimento do grão).

Mock; Pearce (1975) afirmam que através dos métodos de melhoramento, torna-se possível selecionar e modificar estas características. Ressaltam, porém, a importância do estudo da variabilidade genética, correlações entre caracteres e herdabilidade de cada característica.

#### **2.1.6. Método dos graus-dia**

Sendo a planta de milho termosensível, ou seja, para completar cada fase de seu ciclo de desenvolvimento a planta necessita de determinada quantidade de calor, têm-se avaliado diversas alternativas para dimensionar com mais precisão a duração do ciclo da planta de milho, independentemente da região de cultivo. Normalmente, os métodos mais utilizados tem sido o de graus-dia (GD) (XAVIER et al., 1999).

Sabe-se que a fenologia do milho é regulada pelo regime térmico, o que possibilita o emprego de modelos de crescimento baseados no modelo de soma térmica. Diversos trabalhos demonstram que os genótipos de milho cultivados nas diferentes regiões do Brasil necessitam determinada quantidade de energia para cumprir suas etapas fenológicas e o próprio ciclo. Portanto, o desenvolvimento da planta do milho depende basicamente das condições térmicas (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002).

A utilização do método de graus-dia, baseada no acúmulo energético acima de determinada temperatura-base, é de ampla utilização em modelos que descrevem o desenvolvimento fenológico e o crescimento da planta de milho. É possível estimar a ocorrência de fases da cultura para diferentes genótipos, regiões e épocas de cultivo dentro de um mesmo grupo de maturação utilizando apenas a temperatura do ar como variável. Embora a radiação solar e a água também influenciem a fenologia do milho, a soma de graus-dia (temperatura do ar) tem relação linear com o desenvolvimento das plantas de milho (COELHO; DALE, 1980).

Wagner et al. (2011) afirmam que a disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico das plantas, de tal forma que locais ou períodos com temperaturas mais elevadas determinam aceleração em seu desenvolvimento. Sendo assim, o uso da soma térmica pode ser realizado como metodologia prática para previsão da duração

das fases fenológicas e do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O método de GD segundo diversos trabalhos realizados (GILMORE; ROGERS, 1958; CROSS; ZUBER, 1972; CARDOSO; MUNDSTOCK, 1979), têm-se mostrado mais vantajoso e adequado quando os genótipos são cultivados em ambientes contrastantes. Visando estabelecer critérios para caracterizar genótipos de milho segundo grupos de precocidade Ritchie et al. (2003), descreveram a duração do estágio de desenvolvimento do milho (Tabela 02):

TABELA 02 - Classificação do estágio de desenvolvimento do milho segundo Ritchie et al. (2003)

<b>Ciclo</b>	<b>Duração</b>
Hiperprecoce	< 790 GD
Precoce	> 790 e < 830 GD
Precoce/Intermediario	> 830 e < 889 GD
Semiprecoce/Tardio	> 890 GD

Fonte: Ritchie et al, 2003

O desenvolvimento do milho está relacionado com a temperatura. Por este motivo o método de graus-dia baseia-se no crescimento e desenvolvimento das plantas, com acúmulo de temperatura acima de certo valor base (10 °C para o milho). Na clássica equação de cálculo da soma térmica, são acumulados os valores de temperatura média diária do ar acima de uma temperatura base (T<sub>b</sub>), considerada a temperatura abaixo da qual não ocorre desenvolvimento ou este é tão lento que para fins de simulação do desenvolvimento vegetal pode ser considerado desprezível (McMASTER; WILHELM, 1997). Recentes estudos têm mostrado que a temperatura base pode variar dependendo da cultivar e local (WARRINGTON; KANEMASU, 1983; BONHOMME et al., 1994; BRUNINI, 1995; BARBANO, 2001).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento de campo foi realizada durante o ano de 2018 na área da fazenda Boa Vista, localizada no município de Anápolis GO, cuja latitude corresponde a -16°13'02.7"S, 49°01'41.5"W e altitude 1.070 m. O solo da propriedade classifica-se como um latossolo vermelho distrófico de textura média-leve e a propriedade já se encontra a cerca de 15 anos em sistema de plantio direto. O clima da região é classificado como tropical com estação seca, segundo Köppen, sendo denominado tropical de savana e caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. A média pluviométrica anual é de 1.450 mm, com maior concentração das chuvas de novembro a março. Temperatura média anual, 22°C, variando ao longo do ano de 5°C em média, atendendo assim as exigências da cultura do milho (MAGALHÃES; DURÃES, 1995).

O híbrido de milho utilizado no experimento foi o MG711 (milho precoce com ciclo médio de 145 dias ou 860 GD) que contém a tecnologia BT (resistência aos principais tipos de lagartas infestantes da cultura). A semeadura iniciou-se no dia 19/02/2018 e foi conduzida em condições naturais de clima, sem fornecimento de irrigação ou proteção contra intempéries climáticas.

O tratamento de semente realizado de forma industrial foi composto por Vitavax® (Carboxina 200 g L<sup>-1</sup> + Tiram 200 g L<sup>-1</sup>) na proporção de 250 ml 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e o tratamento realizado na propriedade foi composto pelo produto CropStar® (Imidacloprido 150 g L<sup>-1</sup> + Tiodicarbe 450 g L<sup>-1</sup>) na recomendação de 300 ml 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. A adubação de sulco realizada mecanicamente e composta por 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 19-38-00, com regulagem de espaçamento 0,5 m entre linhas e 0,3 m entre plantas com 99% de taxa de germinação, totalizando 66.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Durante a fase V3 foi realizada aplicação única Aclamado® (Atrazina 500 g L<sup>-1</sup>) na recomendação de 2 L ha<sup>-1</sup> para controle de soja tiguera e Baris® (Glifosato 480 g L<sup>-1</sup>) na recomendação de 3 L ha<sup>-1</sup> para controle de plantas infestantes diversas, na calda de pulverização também foi adicionado 0,5 L de óleo mineral para melhorar as características da aplicação.

A adubação de cobertura foi realizada em 09/03/2018 em estágio V4 com 200 kg ha<sup>-1</sup> NPK 30-00-20. Nenhuma aplicação foi realizada para controle de lagartas, porém realizou-se três aplicações para o controle de cigarrinha *Dalbulus maidis*, com Granary® (Imidacloprido 700 g kg<sup>-1</sup>) na recomendação de 200 g ha<sup>-1</sup> realizadas em fase V4, V8 e V12. A aplicação de

fungicida foi realizada de forma única na fase de floração da cultura com Nativo® (Tebuconazol 200 g L<sup>-1</sup> + Trifloxistrobina 100 g L<sup>-1</sup>) na recomendação de 800 ml ha<sup>-1</sup> e Unizeb Gold® (Mancozebe 750 g kg<sup>-1</sup>) na recomendação de 1,5 kg ha<sup>-1</sup>.

A temperatura basal (temperatura mínima a partir da qual a planta apresenta desenvolvimento) equivale a 10°C para a cultura do milho. (McMASTER; WILHELM, 1997; BARBANO, 2001) e, portanto foi utilizada como  $T_b$  na Equação 01. Os dados de temperatura máxima e mínima do ar foram obtidos por meio do aparelho Termo-higrômetro J. Prolab posicionado à aproximadamente 100 m da área de condução do experimento, os dados de pluviometria foram obtidos a partir da estação pluviométrica posicionada na UniEvangélica e os valores diários organizados em tabela utilizando o software Excel.

O cálculo da soma térmica em GD foi realizado a partir da temperatura média do ar subtraída da temperatura base, conforme a equação 01.

$$UTD = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{T_{m\acute{a}x} + T_{M\grave{i}n}}{2} - T_{basal} \right] \quad (01)$$

Em que:

UTD = Unidade térmica diária (°C);

T<sub>máx</sub> = Temperatura máxima do dia considerado (°C);

T<sub>mín</sub> = Temperatura mínima do dia considerado (°C);

T<sub>basal</sub> = Temperatura base inferior.

O acompanhamento da temperatura e das fases de desenvolvimento foi realizado por meio de visitas diárias a propriedade para observar o andamento do experimento da fase inicial (germinação 24/02/2018) ao período de pendramento (24/04/2018), período composto por 60 dias, totalizando 60 visitas a propriedade com intuito de avaliação da UTD. Realizou-se também, visitas com o propósito de manejar as aplicações necessárias ao pleno desenvolvimento da cultivar.

Os dados foram avaliados de forma descritiva e a duração de fases fenológicas confirmadas de forma visual com visitas diárias ao campo para confirmação do estágio fenológico da cultura (quantidade de folhas completamente abertas). Os dados de temperatura máxima e mínima coletados diariamente foram organizados em formato de planilha e tabulados no software Excel. O cálculo da UTD foi realizado a partir do método residual de Arnold (1959) descrito na Equação 01. Os resultados finais foram apresentados em forma de gráficos.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o desenvolvimento da cultivar MG711, na região de Anápolis-GO se enquadra como variedade semiprecoce/tardia, uma vez que a cultivar apresentou atraso do desenvolvimento realizando pendoamento com 944 unidades térmicas (Figura 02) não podendo ser considerada uma variedade precoce de ciclo médio como descrito pela empresa fornecedora (MORGAN™, 2018). De acordo com a informação disponível oficialmente, esta variedade pendoa com 860 unidades térmicas, divergindo dos dados obtidos.

A Figura 02 ilustra o desenvolvimento da cultivar em relação à unidade térmica diária (UTD). De acordo com os resultados, 50% da população de plantas atingiu o pendoamento por volta de V15 dentro do período de tempo de 60 dias (944 unidades térmicas).

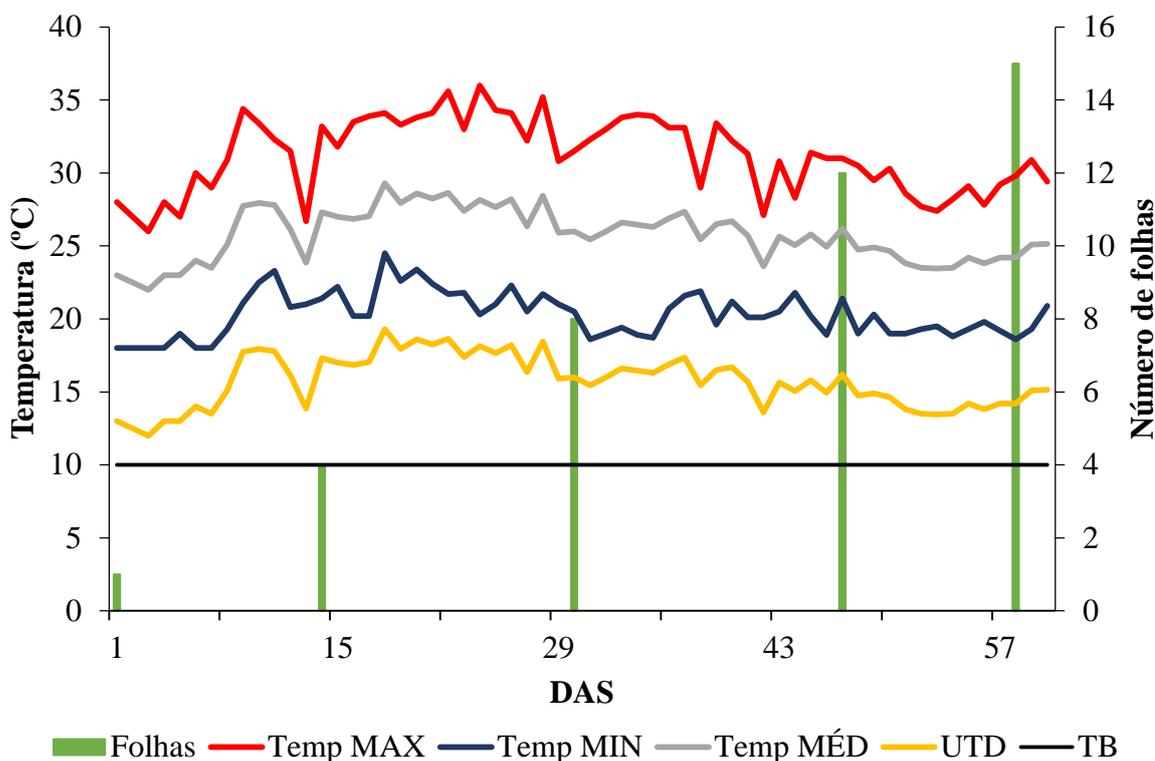


FIGURA 02 – Desenvolvimento do milho (germinação ao pendoamento) de acordo com a soma térmica segundo experimento realizado na Fazenda Boa Vista (2018)

Bergamaschi; Matzenauer (2014) observaram que as variáveis (temperatura, disponibilidade de água, fertilidade do solo, radiação solar e fotoperíodo) influenciam o desenvolvimento e crescimento das plantas. Assim é possível esclarecer quais fatores foram responsáveis pelo desvio dos dados (alteração na taxa de desenvolvimento da cultura do milho).

A classificação pela precocidade de genótipos por meio de denominações do tipo tardio, superprecoce, precoce ou intermediário, é inconsistente para uso em grande escala. Ela depende de características genéticas, porém as interações genótipo-ambiente se modificam sempre que as condições do meio se alteram. Funções lineares são de simples aplicação, sobretudo ao serem inseridas em modelos complexos, como são os modelos determinísticos ou analíticos. A função principal destes modelos é simular os principais processos que ocorrem ao longo do ciclo das culturas, que resultam na produção de grãos, frutos e biomassa.

De acordo com Bonhomme (2000), no campo, os processos biológicos dos vegetais não seguem funções lineares. A resposta às condições do ambiente e a própria evolução dos fenômenos climáticos são, tipicamente, não lineares. Os modelos lineares representam simplificações dos processos biológicos, isto se traduz em falhas na interpretação e nas aplicações dos princípios que regem as relações clima-planta, como o próprio uso de graus-dia para a simulação do desenvolvimento das plantas.

O método linear de GD leva em consideração apenas a UTD para estimar o desenvolvimento da cultura, porém outros fatores têm influência sobre o mesmo. A Figura 03 ilustra a taxa pluviométrica, umidade média e temperatura média obtidas durante o período de 19/02/2018 a 24/07/2018.

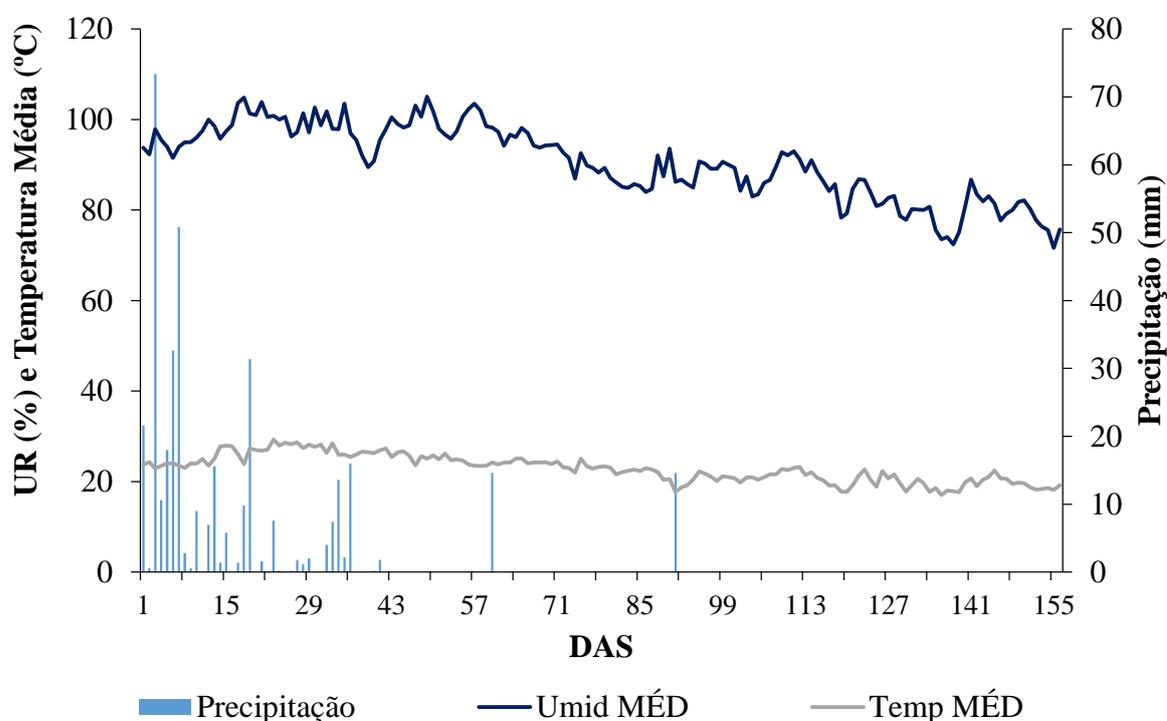


FIGURA 03 – Acompanhamento climático do período de desenvolvimento da cultivar MG711 no município de Anápolis-GO

De acordo com Gilmore; Rogers (1958), o número de unidades de calor para o pendoamento, acima de 10°C (designadas pelo autor como “graus efetivos”), permaneceu praticamente constante em diferentes épocas, enquanto os dias do calendário variaram amplamente. A temperatura do ar possui relação linear com o desenvolvimento das plantas de milho, porém a incidência de radiação solar e disponibilidade de água também influenciam a fenologia do milho (COELHO; DALE, 1980).

De acordo com a Figura 03, a pluviosidade se mostrou frequente da semeadura ao trigésimo sétimo dia de desenvolvimento da cultura, correspondendo ao início da fase vegetativa onde o milho ainda se encontrava entre a fase V8 e V9. A partir deste período houve redução na taxa pluviométrica, apenas 2 novos eventos chuvosos vieram a ocorrer espaçados por intervalos de 23 dias e 30 dias respectivamente. A partir de 20 de maio (cerca de 90 dias após o plantio) não ocorreram novos eventos pluviométricos, estes dados condizem com a umidade relativa do ar que apresentou queda após o trigésimo sétimo dia do experimento.

França et al. (1999) observaram que o déficit hídrico diminuiu o desenvolvimento vegetativo do milho, reduzindo o índice de área foliar e a produção de matéria seca, aumentando a necessidade de graus-dia para completar o ciclo. Bergamaschi et al. (2001), define que para a cultura do milho (variedades de ciclo médio) são necessários aproximadamente 650 mm de água para obtenção do rendimento máximo. Segundo dados de precipitação do município obtidos pela estação pluviométrica da UniEvangélica, no período de VE a R6 a taxa pluviométrica correspondeu a apenas 381,4 mm, a metade do valor considerado como ideal. A umidade relativa do ar apresentou queda de 25% entre o início e fim das avaliações, isto se deve ao período de estiagem da estação chuvosa. O valor da água disponível no solo antes da semeadura não foi considerado.

Sob condições de “safrinha”, Camargo et al. (1993) e Brunini (1997) relataram que a exploração comercial das lavouras de milho pode sofrer restrições ao desenvolvimento vegetal em função da região geográfica e época de semeadura. Essas restrições baseiam-se na acentuada restrição térmica ou déficit hídrico durante subperíodos críticos da cultura (GOMES, 1995). As oscilações meteorológicas ao longo do ciclo da cultura e as variações interanuais podem diminuir a produção ou até mesmo inibir o desenvolvimento da planta (BRUNINI, 1997).

Segundo Chang (1974), a espécie *Zea mays* pode ser considerada fotoneutra (sem resposta ao fotoperíodo) ou de resposta a dias curtos. Birch Vos; Van der Putten (2003)

testaram genótipos de diferentes ciclos em maior latitude (na Holanda), incluindo um genótipo adaptado ao subtropical australiano, e confirmaram que o milho tem pequena ou nenhuma resposta ao fotoperíodo. Sendo assim o fotoperíodo da região de Anápolis-GO foi desconsiderado.

Para Sangoi; Silva (2006), a densidade e o arranjo de plantas são considerados fatores fundamentais para aperfeiçoar a exploração do ambiente pelo milho, já que permitem ajustar a cultura à disponibilidade de radiação solar da região ou da época de cultivo. Para Sans e Santana (2008), uma produção sustentável exige a análise das necessidades das culturas e um balanço com as ofertas ambientais. Neste contexto, verifica-se que a planta necessita captar energia da radiação solar, além de água e nutrientes, para manter o seu crescimento. Esses fatores são definidos basicamente por clima e solo; e são referidos como os mais importantes para o desenvolvimento das culturas e para a definição de sistemas de produção. A regulação do equipamento utilizado para plantio foi realizada precisamente de acordo com as recomendações do representante Morgan presente na área, além disso, não foi possível notar sinais de competição entre as plantas do talhão, portanto considera-se que não ocorreu superpopulação de plantas.

A cultivar MG711 apresentou desenvolvimento uniforme, a média de emissão de novas folhas foi de uma a cada 4 dias. O período de tempo esperado para pendoamento teoricamente correspondia a 54 dias (período de tempo necessário para obtenção de 860 UTD) porém, observou-se que na região de Anápolis o desenvolvimento pode ter sido prejudicado devido à escassez de recursos hídricos necessários para o pleno desenvolvimento. O déficit causa redução do índice de área foliar e conseqüentemente reduz a produção de matéria seca, gerando maior necessidade de exposição a luz solar. Todos estes fatores causaram a ampliação do ciclo para 60 dias e levaram a cultivar a atingir a fase reprodutiva com 944 UTD.

O método de Graus Dia (GD) apesar de prático, simples e mais preciso que o método de Dias do Calendário (DDC) ainda é um método vago, com exatidão duvidosa, pois apresenta um método linear de estimar o desenvolvimento da cultura. Em geral, os processos biológicos não seguem funções lineares. As condições do ambiente e a própria evolução dos fenômenos no tempo são, tipicamente, não lineares. Assim sendo, os modelos lineares representam simplificações dos processos biológicos, pois não levam em consideração as diversas intempéries que tem influência sobre desenvolvimento da cultura e podem causar variações que são interpretadas como desvios ou erros.

## **5. CONCLUSÃO**

O experimento demonstrou que para a região de Anápolis deve-se considerar alongamento do ciclo na cultura do milho devido a diversos fatores, principalmente o déficit hídrico quando cultivado entre os meses de fevereiro a julho. O alongamento estimado do ciclo corresponde a seis dias (84 UTD) levando ao alongamento da fase vegetativa e atraso da fase reprodutiva. O desenvolvimento da cultivar MG711, na região de Anápolis-GO se enquadra como variedade semiprecoce/tardia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. DE L.; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOIL. **Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais**. Cienc. Rural vol.28 no. 2 Santa Maria Abril/Junho 1998.
- ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a1993/94**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 1996.
- ARNOLD, C. Y. **A determinação e significância da temperatura base em um sistema linear de unidade de calor**. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 74, n.1 p. 430-445, 1959.
- BARBANO, M. T.; DUARTE, A. P.; BRUNINI, O.; RECO, P. C.; ZAGATTO, M. E. A. G. P.; DIAS, R. A. K. **Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 261-268, 2001.
- BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora. 2014.
- BEINART, W.; MIDLETON, K. **Transferências de plantas em uma perspectiva histórica**. Artigo de revisão. (vol. 10, n. 1, 2004).
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014.
- BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; ROSA, L.M.G.; BERGONCI, J.I.; ARAGONÉS, R.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; LANGENSIEPEN, M. **Estimando a necessidade de água do milho usando dados agrometeorológicos**. Revista Argentina de Agrometeorología, v.1, p.23-27, 2001.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H. **Ecofisiologia do milho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. Anais... Florianópolis, SC: ABMS/EMBRAPA/EPAGRI, 2002.
- BIRCH, C. J.; VOS, J.; VAN DER PUTTEN, P E. L. **Desenvolvimento de plantas e produção de área foliar em cultivares contrastantes de milho cultivadas em ambiente de temperatura fria no campo**. European Journal of Agronomy, Montpellier, vol.19, p.173-188, 2003.
- BOJANIC, A. Representante FAO no Brasil. **7 anos da visão 2050**. SÃO PAULO - SP, BRASIL. NOVEMBRO. 2017.
- BONHOMME, R. **Bases e limites para o uso de unidades de "graus-dias"**. European Journal of Agronomy, Montpellier, v.13, p.1-10, 2000.

BONHOMME, R.; DERIEUX, M.; EDMAEADS, G. O. **Floração de diversas cultivares de milho em relação à temperatura e fotoperíodo em ensaios de campo de multilocalização.** Crop Science, Madison, v. 34, p. 156-164, 1994.

BRUNINI, O., BORTOLETTO, N., MARTINS, A. L. M. **Determinação das exigências térmicas e hídricas de cultivares de milho.** In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3., 1995, Assis. Resumos Campinas: IAC/CDV, 1995. p.141-145.

BRUNINI, O. **Probabilidade de Cultivo do milho “safrinha” no Estado de São Paulo.** In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 4, Assis, 1997. Anais, Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997, p. 37-55.

CAMARGO, M. B. P.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. **Probabilidade de ocorrência de temperaturas absolutas mensais e anual no Estado de São Paulo.** Bragantia, Campinas, v. 52, n. 2, p. 161-168, 1993.

CARDOSO, G. C. ; GARCIA, R. ; SOUZA, A. L. DE; PEREIRA, O. G. ; ANDRADE, C. M. S. DE; PIRES, A. J. V. ; BERNARDINO, F. S. **Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz.** Rev. Bras. Zootec., 33. 2004.

CARDOSO, M. J.; MUNDSTOCK, C. M. **Comparação de treze métodos de cálculo de unidades térmicas de desenvolvimento de milho (Zea mays L.).** Ciência e Cultura, São Paulo, v.31, n.1 1,p.1278-83,1979.

CHANG, J. H. **Clima e agricultura: um levantamento ecológico.** 3. ed. Chicago: Aldine Publishing Company, 1974. 301 p.

COELHO, D. T.; DALE, R. F. **Uma variável de crescimento baseada na energia e temperature. Função para predizer o crescimento e desenvolvimento do milho: plantio para silagem.** Agronomy Journal, Madison, v. 72, p. 503-510, 1980.

CROSS, H. Z.; ZUBER, M. S. **Previsão de datas de floração em milho com base em diferentes métodos de estimativa de unidades térmicas.** Agronomy Journal, Madison, v.64, p.351-55, 1972.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, I. A. F.; DUARTE, A. P. **Milho Safrinha.** Embrapa. 2009.  
Disponível em:  
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>. Acesso em: 25/04/2018.

DUARTE, J. DE O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Cultivo do Milho.** Sistemas de Produção, 1 ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 3<sup>a</sup> edição Nov./2007.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Tecnologia da produção de milho.** ESALQ/USP, Departamento de agricultura, Piracicaba. 2000.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Statistical Databases. Agriculture. 2005.

FRANÇA, S.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L. M. G. **Modelagem do crescimento de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 59-66, 1999.

GADIOLI, J. L.; DOURADO, D. N.; GARCÍA, A. G.; VALLE, M. B. **Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 377-383, 2000.

GILMORE JUNIOR., E.C.; ROGERS, J.S. **Unidades de calor como um método de medir a maturidade no milho**. Agronomy Journal, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

GREMES, A. I. **Planejamento da Safrinha**. BioGene 2016. Disponível em: <http://www.biogene.com.br/media-center/artigos/26/planejamento-da-safrinha-a-importancia-da-revisao-de-todos-os-passos-para-uma-boa-segunda-safra>. Acesso em: 2018.

GOMES, J. **Estudo de risco para o milho “safrinha”**. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA” 3., Assis, SP. 1995. Resumos. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1995, p. 111-113.

GUTH, T. L. F, et al. CONAB. V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 6 - Sexto levantamento | MARÇO, 2018.

HATTERSLEY, P.W. **Caracterização da anatomia foliar do tipo C4 em gramíneas (Poaceae)**. Mesophyll: bundles sheath area ratios. Annual of Botany, Londres, v. 53, n.2, p.163-179, 1984.

HEINEMANN, A. B.; TEIXEIRA, C. DE L. DE A.; GOMIDE, R. L.; AMORIM, A. DE O.; LOPES, R. DA P. **Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho**. Ciênc. agrotec, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, jul./ago. 2009.

Informativo DEAGRO Departamento do Agronegócio. (FIESP Janeiro 2018). **Safra Mundial de Milho 2017/18 - 9º Levantamento do USDA**. Acesso em 10 de Março de 2018.

CLIMATE DATA ORG. 2018. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/goias-879942/>. Acessado: em 23/05/2018.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Cultivo do milho, germinação e emergência**. Comunicado Técnico. Embrapa. Dezembro 2002.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Fisiologia da planta de milho**. Circular Técnica Embrapa Milho e Sorgo. Março, 1995.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Folhetos. Embrapa Milho e Sorgo Circular Técnica, 76. 10 p. 2006.

MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná.** Dissertação. Paraná, Dezembro. 2008.

MALIK, K. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2014** Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). 2014.

McMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. **Graus-dias crescentes: uma equação, duas interpretações.** Agricultural and Forest Meteorology, v.87, n.4, p.291-300, 1997.

MOCK, J.J.; PEARCE, R.B. **Um ideotipo do milho.** Euphytica, v.24, p.613-623, 1975.

MORGAN, 2018. Disponível em: <http://morgansementes.com.br/produtos/milho/9>. Acessado em: 15/09/2018.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.

NUNES, S. P. **O Desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a idéia de Desenvolvimento Rural** Dissertação de mestrado. Departamento de Estudos Sócios Econômicos rurais. Numero 157. 2007.

OWENS, F.; MAHANNA, B.; SEGLAR, B.; DENNIS, S.; NEWELL, R. IN: JOHNSTON, I. A. (Ed.), **Silage Zone Manual.** Du Pont Pioneer. Johnston, IA. 2014. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/41/fenologia-do-milho>. Acessado em 21/05/2018.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **Como a planta de milho se desenvolve.** Arquivo do Agrônomo, n° 15, n.103, p.1-20, set. 2003.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. **Densidade e arranjo populacional em milho.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2006.

SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P. **Clima e Solo.** In: CRUZ, J.C.; VERSANI, R.P.; FERREIRA, M.T.R. **Cultivo do milho.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

STEWART, D.W.; DWYER, L.M.; CARRIGAN, L.L. **Resposta fenológica da temperatura do milho.** Agronomy Journal v.90, p. 73-79, 1998.

WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; SANTOS, A. L.; SUCHORONCZEK, A. **Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, sul do Brasil** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.135-149, 2011.

WARRINGTON, L. J.; KANEMASU, E. T. **Resposta do crescimento de milho à temperatura e fotoperíodo.** Agroomy Journal, Madison, V. 75, p. 762-766. 1983.

XAVIER, M. D. DE O.; FORNASIERI, D. F.; SANTOS, M. X. **Comparação do Método de Graus-Dia e do Número de Dias de Calendário para Estimativa do Ciclo do Milho Safrinha (Emergência ao Florescimento Masculino), no Estado do Mato Grosso do Sul.** XVIII Reunião latino Americana de *Maiz*. 1999.