



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



Duração do ciclo da cultura em função das unidades térmicas acumuladas em diferentes épocas de semeadura

Pedro Luã Vieira de Souza Sarmiento¹; José Leonaldo de Souza²; Arthur Luan Dias Cantarelli³; Lekson Rodrigues Santos⁴; Iêdo Teodoro⁵; Ricardo Araújo Ferreira Júnior⁶

¹Eng. Agrônomo, Doutorando, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS), CECA-UFAL, Rio Largo-AL, Fone:(82)8804-7370, pedro.agronomia_ufal@hotmail.com

²Meteorologista, Prof. Associado, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar, CECA-UFAL, Rio Largo-AL, jls@ccen.ufal.br

³Aluno de graduação, Laboratório de Irrigação e Drenagem, CECA-UFAL, Rio Largo-AL, aldcantarelli@hotmail.com

⁴Aluno de graduação, Laboratório de Irrigação e Drenagem, CECA-UFAL, Rio Largo-AL, lkrsantos1983@gmail.com

⁵Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Laboratório de Irrigação e Drenagem, CECA-UFAL, Rio Largo-AL, iedoteodoro@ig.com.br,

⁶Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Laboratório de Irrigação e Drenagem, CECA-UFAL, Rio Largo-AL, ricardo_ceca@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a duração do ciclo de produção do milho através dos estádios fenológicos da cultura sob diferentes quantidades de unidades térmicas acumuladas e seu efeito na produção de matéria seca total. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), numa área de 2.736 m². O delineamento experimental foi blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (4×4), composta por quatro épocas de semeadura: E1 (28/06/13), E2(08/07/13), E3 (18/07/13) e E4 (28/07/13) e quatro densidades de plantio de milho (plantas por hectare) D1 (125.000); D2 (87.500);D3 (50.000) e D4 (37.500), com quatro repetições. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas por um termohigrômetro (HMP45C, Campbell Scientific, Logan, Utah) instalado a 2,0 m acima da superfície do solo. Os estádios fenológicos foram observados em função da época de semeio uma vez por dia. Para facilitar a identificação na fase vegetativa foram marcadas as folhas com o barbante de algodão observando-se da emergência (VE) até a maturidade fisiológica (R6). As unidades térmicas acumuladas foram definidas como o somatório da temperatura média subtraindo a temperatura base (10 °C) do milho. Na E4 a cultura completou o ciclo com apenas 108 dias após a semeadura (DAS) e 1546 graus-dia (GD), enquanto que na E1 necessitou de 117 DAS e 1639 GD. As épocas E2 (116 DAS e 1638 GD) e E3 (112 DAS e 1591 GD) apresentaram valores gradativamente decrescentes. A temperatura média do ar para as épocas foram 22,0, 24,0, 24,1 e 24,2 °C, respectivamente. A matéria seca não apresentou diferença significativa pelo teste F (p<0,05) para épocas de semeadura. O aumento da temperatura no decorrer das épocas reduziu o ciclo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: energia térmica, graus-dia acumulado

Duration of the cycle depending on the accumulated thermal units in different sowing times

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the duration of the maize production cycle through the growing stages under different amounts of accumulated thermal units and its effect on plant dry matter. The experiment was conducted at the Centro de Ciências Agrárias (CECA) of the Federal University of Alagoas (UFAL), an area of 2,736 m². The experimental design was randomized blocks in subdivided plot scheme (4 × 4), consists of four sowing dates: [E1 (June 28), E2 (July 08), E3 (July 18) and E4 (July 28), 2013] and four maize planting density: D1 (125,000); D2 (87,500); D3 (50,000) and D4 (37,500 plants per hectare), with four replications. The temperature and relative humidity were recorded by a thermohygrometer (HMP45C, Campbell Scientific, Logan, Utah) installed 2.0 m above the soil surface. The phenological stages were observed depending on the seeding season once a day. To

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

facilitate the identification phase in the vegetative leaves were labeled with the cotton string by observing the emergence (VE) to physiological maturity (R6). The accumulated thermal units were defined as the sum of the average temperature minus the base temperature (10°C) maize. In the E4 culture completed cycle with only 108 days after sowing (DAS) and 1546 degree-day (GD), while in E1 required 1639 GD and 117 DAS. The sowing E2 (116 DAS and 1638 GD) and E3 (112 DAS and 1591 DG) showed values gradually decreasing. The average air temperature for the sowing were 22.0, 24.0, 24.1 and 24.2°C , respectively. The dry matter showed no significant difference by F test ($p < 0.05$) for sowing dates. The temperature rise during times of reduced crop cycle.

KEY WORDS: thermal energy, accumulated degree-days

INTRODUÇÃO

O milho é o segundo cereal mais plantado no Brasil, com grande diversificação no manejo, que vai da agricultura familiar até as lavouras com altos níveis tecnológicos. A região Centro-Sul responde por 88% da produção brasileira, enquanto o Norte/Nordeste pelos 12% restantes. No Nordeste brasileiro a produtividade média ($2,6\text{ t ha}^{-1}$) esta 49% inferior à nacional ($5,1\text{ t ha}^{-1}$), além disso, alguns estados do Nordeste Brasileiro não chegam a produzir $0,5\text{ t ha}^{-1}$ como, por exemplo, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba. Alagoas possui rendimento médio de $0,9\text{ t ha}^{-1}$, enquanto o estado vizinho, Sergipe, produz $4,7\text{ t ha}^{-1}$ (CONAB, 2014; FIESP, 2014). De acordo com Carvalho et al., (2004), no Brasil, o milho pode alcançar elevados rendimentos agrícolas (10 t ha^{-1}), em condições experimentais e por agricultores que utilizam altos níveis tecnológicos.

O plantio nas épocas de maior radiação solar poderia elevar a produção no nordeste brasileiro, porem esse manejo torna-se impossível sem adoção de irrigação, pois na região dos tabuleiros costeiros de Alagoas a cultura passa por estresse hídrico acentuado na estação seca (outubro a março), quando chove apenas 30 % da média (1800 mm).

O crescimento e desenvolvimento da cultura também dependem da temperatura do ar (Ferreira Júnior et al., 2014a). De acordo com França et al. (1999) a temperatura do ar entre 20 e 27°C não provoca limitação térmica para o desenvolvimento do milho. Kiniry (1991) corrobora com esse autor e afirma que o máximo crescimento e desenvolvimento do milho ocorrem entre 26 e 34°C . A constante térmica do milho é definida pelo o somatório da diferença diária entre a temperatura média do ar e a temperatura base (10°C) da sementeira até a maturidade fisiológica (Belato; Matzenauer, 1986; Lozada; Angelocci, 1999).

O presente trabalho objetivou-se avaliar a duração do ciclo de produção do milho através dos estádios fenológicos da cultura sob diferentes quantidades de unidades térmicas acumuladas e seu efeito na produção de matéria seca total.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), numa área de 2.736 m^2 . O clima da região é caracterizado, pela classificação de Thornthwaite & Mather, como úmido, megatérmico (quente), com deficiência de água moderada no verão e grande excesso de água no inverno. A precipitação pluvial média anual é 1.818 mm , com mínima (41 mm) em janeiro e máxima (294 mm) em julho. A temperatura do ar varia de $19,3^{\circ}\text{C}$ em agosto a $31,7^{\circ}\text{C}$ em janeiro, com média anual de $25,4^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar média mensal acima de 70% (Souza et al., 2005).

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

O campo experimental foi composto por épocas de semeadura: E1 (28/06/13), E2(08/07/13), E3 (18/07/13) e E4 (28/07/13) e quatro densidades de plantio de milho: D1 - 125.000; D2 - 87.500; D3 - 50.000 e D4 - 37.500 plantas por hectare. O delineamento experimental foi blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (4×4), e quatro repetições.

O manejo da área foi em condições ótimas, livre de pragas e doença e com irrigação plena na época de déficit hídrico. A recomendação de adubação de fundação consistiu em 30, 80 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, e K₂O respectivamente, adicionado 120 Kg de N na adubação de cobertura. A variedade utilizada foi a AL Bandeirantes desenvolvidas pelo Departamento de Sementes, Mudanças e Matrizes da CATI.

Os estádios fenológicos foram observados em função da época de semeio uma vez por dia e classificados de acordo Ritche et al. (1993), em que os estádios são separados em vegetativo (VE, emergência; V1, 1^a folha expandida; V2, 2^a folha expandida, Vn, enésima folha expandida e VT, pendoamento) e reprodutivo (R1, florescimento; R2, grão leitoso, R3, grão pastoso; R4, grão farináceo; R5, grão farináceo duro e R6, Maturidade fisiológica). Para facilitar a identificação na fase vegetativa foram marcadas as folhas com o barbante de algodão observando-se da emergência (VE) até a maturidade fisiológica (R6). Todas as variáveis foram analisadas em função dos graus-dia acumulados (GD), determinados a partir da Equação 1. A temperatura-base utilizada foi 10 °C conforme a metodologia de Belato e Matzenauer (1986). A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas por um termohigrômetro (HMP45C, Campbell Scientific, Logan, Utah) instalado a 2,0 m acima da superfície do solo.

$$GDA = \sum_{i=1}^n (T_{m,i} - T_b) \quad (1)$$

em que,

GDA - graus-dia acumulados (GD);

T_m - temperatura do ar média diária do dia i (°C);

T_b - temperatura basal (°C).

A matéria seca total foi determinada no momento da colheita e logo em seguida separada em: folhas, colmos, pendões e espigas. Depois de separado, o material vegetal foi identificado e levado a estufa a 65 °C com ventilação forçada até que a massa de todas as partes da planta apresentasse valor constante, conforme metodologia de (Pereira; Machado, 1987; Benincasa, 1988). Os dados de produção de matéria seca total foram submetidos a análise de variância, a 5% de probabilidade e posteriormente para o tratamento qualitativo foi realizado comparação de média pelo teste de Tukey (p≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A época de semeadura 1 (E1) apresentou temperatura média do ar (T_m) variando de 22,1 a 26,6 °C, nos dias 07/10/2013 (51 DAS) e 18/08/2013 (101 DAS) com média de 22,0 °C durante o ciclo da cultura. Na E2 o dia que apresentou maior (28/10/2013 - 112 DAS) e a menor energia térmica do ar (18/08/2013 - 41 DAS), obtiveram 26,2 e 22,0 °C respectivamente, com média de 24,0 °C. A temperatura da E3 variou de 22,1 a 26,2 °C nos dias 18/08/2013 (31 DAS) e 28/10/2013 (301 DAS) na mesma ordem, com média 24,1 °C. Na E4 a magnitude da T_m foi a mais elevada, com média de 24,2 °C variando de 22,0 a 26,2 °C nos dias 28/10/2013 (91 DAS) e 18/08/2013 (20 DAS).

Os estádios fenológicos em função dos dias após a semeadura (DAS) e em função dos graus-dia acumulados consta na Tabela 3. A soma térmica até o final do estádio vegetativo (V) variou entre 783 a 852 GD para as E3 e E1, na mesma ordem, que ocorreu aos 57 e 62 DAS, respectivamente. A E4

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

acumulou menos graus-dia para alcançar aos estádios mais importantes da fase vegetativa (V3, V6, V12).

Ao final do estágio reprodutivo R6 as plantas acumularam de 1546 a 1639 GD nas E4 e E1, na mesma ordem, durante o período de 108 e 117 DAS. A E2 acumulou (1638 °GD/ 116 DAS) praticamente a mesma quantidade de graus-dia da E1, no período menor de tempo durante o ciclo da cultura. A duração do ciclo vegetativo da cultura é influenciada principalmente pela temperatura do ar e o fotoperíodo. A semeadura mais tardia (E4) apresentou a maior temperatura média do ar aliada alta eficiência fotossintética da planta o que exerceu influencia na velocidade das reações química da fotossíntese e acelerou o metabolismo da planta o que provocou encurtamento do ciclo da cultura. Os estádios vegetativos e reprodutivos da cultura nas épocas de semeadura foram afetados pelo aumento da temperatura no decorrer do experimento fazendo com que a mudança do estágio ocorresse no período menor de tempo. Porém a matéria seca total do milho não apresentou diferença significativo significativa pelo teste F para épocas de semeadura.

Lyra et al. (2010), na pesquisa realizada na mesma região deste estudo também observaram acúmulo diferente de graus-dia para a cultura completar o ciclo em diferentes épocas de semeadura, a constante térmica do milho variou entre 1500 a 1600 GD.

Tabela 1. Estádios fenológicos em função dos graus-dia acumulado (GD, GD) e dias após a semeadura (DAS) para as épocas de semeadura (E1 28/06/2013, E2 08/07/2013, E3 18/07/2013 e E4 29/07/2014).

GRAUS-DIA E DIAS APÓS A SEMEADURA (DAS)				
ÉPOCAS	E1	E2	E3	E4
SEMEADURA	28/06/2013	08/07/2013	18/07/2013	29/07/2013
ESTÁDIO	GD/DAS	GD/DAS	GD/DAS	GD/DAS
VE	69/4	108/7	97/6	106/7
V3	229/16	220/15	191/13	187/13
V6	396/28	393/28	378/27	345/25
V9	636/46	594/43	580/42	512/37
V12	742/54	717/52	678/49	646/47
V18	822/60	800/58	770/56	780/57
VT	852/62	828/60	783/57	804/58
R1	881/64	856/62	797/58	819/59
R2	1029/75	1020/74	913/66	981/70
R3	1069/78	1106/80	970/70	1112/79
R4	1155/84	1299/93	1293/92	1173/83
R5	1329/96	1429/102	1458/103	1424/100
R6	1639/117	1638/116	1591/112	1546/108

Wagner et al. (2011) mostraram a duração do ciclo da cultura do milho, em Guarapuava-PR, com uma serie histórica de dados, utilizando período pré definido por Gadioli (2000), verificaram que o ciclo total estimado variou entre 114 a 121 dias, a duração total das fases fenológicas do período vegetativo (V) variou entre 53 a 60 dias, com seqüencial encurtamento para as semeaduras mais tardias. O encurtamento do período foi da ordem de 8 dias entre datas extremas, os resultados apresentados foram semelhante a essa pesquisa. Brunini et al. (2006) corroboram com essas pesquisas e afirma que o acúmulo elevado de unidades térmica diária acelerou o desenvolvimento fenológico de plantas de milho.

ONCLUSÕES

O semeio em 28 de julho de 2013 (E4) apresentou a menor exigência de graus-dia durante o ciclo, enquanto na época 2 (08/07/2013) apresentou a maior exigência térmica para mudança de estágio fenológico. A época 1 apresentou maior duração do ciclo da cultura, enquanto que a época 4 apresentou menor quantidade de dias para alcançar a maturidade fisiológica da planta. A diferença de 93 graus-dia



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

entre as épocas de semeadura não provocou efeito significativo na matéria seca total do milho durante as épocas analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2014. [http:// www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). 30/12/2014.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Informativo de agro safra mundial de milho 2014/2015: 8º levantamento do USDA. São Paulo: Fiesp. 1p. Disponível em: http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/12/boletim_safra-undialilho_dezembro2014.pdf, 2014.

Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Funep, 1988.

Berlato, M.A.; Matzenauer, R. Teste de um modelo de estimativa do espigamento do milho com base na temperatura do ar. **Agronomia Sulriogradense**, v.22, p. 243-259, 1986.

Brunini, O. et al. Características macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **Infobibos, Campinas**, v. 1, 2006.

Ferreira Júnior, R. A. et al. R. A. Eficiência do uso da radiação em cultivos de milho em Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, V. 18, n. 3, p. 322-328, 2014a.

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.

Kiniry, J. R. Maize physics development American. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. Modeling plant and soil systems. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1991. P. 55-71. (Agronomy Monographs, 31).

Lyra, G. B. et al. Modelo de crescimento logístico e exponencial para o milho BR 106, em três épocas de plantio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 03, 2010.

Lozada, B.I.; Angelocci, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para a estimativa do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.31- 36, 1999.

Pereira, A. R.; Machado, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. IAC, 33p., (boletim técnico, 114), 1987.

Ritchie, S.W.; Hanway, J.J.; Benson, G.O. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 26p. (Special report, 48), 1993.

Souza, J. L.; NICÁCIO, R. M.; MOURA, M. A. L.. Global solar radiation measurements in Maceió, Brazil. **Renewable Energy**, v. 30, n. 8, p. 1203-1220, 2005.

WAGNER, M. V. et al. 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**, v. 4, n. 1, p. 135-149, 2011.