



Soma térmica para estabelecimento de novas cultivares de cana-de-açúcar

Fábio Miguel Knapp^(*), Braulio Otomar Caron¹, Jaqueline Sgarbossa¹, Marcelo Damaceno da Silva¹, Ana Julia Olibone¹, Liliane Bárbara Tibolla¹ e Velci Queiroz de Souza²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais, Linha 7 de Setembro s/n, Rodovia BR 386, km 40, CEP 98400-000 Frederico Westphalen, RS. E-mails: fabio.knapp@hotmail.com, otomarcaron@yahoo.com.br, sgarbossajs@yahoo.com, marcelodamaceno01@gmail.com, ana.julia.olibone@gmail.com e lilitibolla@hotmail.com

²Universidade Federal do Pampa. Rua 21 de Abril, 80, CEP 96450-000 Dom Pedrito, RS. E-mail: velciq@gmail.com

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 8 de março de 2019

Aceito em 11 de março de 2020

Termos para indexação:

Saccharum sp.

graus-dia

filocrono

Sul do Brasil

RESUMO

O objetivo desse estudo foi determinar a soma térmica necessária do plantio à emergência de toletes de cana-de-açúcar e o filocrono de mudas da emergência até a emissão da quarta folha de genótipos de cana-de-açúcar desenvolvidos para o cultivo na região Sul do Brasil. Um experimento em casa de vegetação, com 15 genótipos foi conduzido em Frederico Westphalen, RS. Os genótipos de cana-de-açúcar utilizados foram UFSM XIKA FW, UFSM LUCI FW, UFSM PRETA FW, UFSM DINA FW, UFSM MARI FW, RB855156, RB966928, RB946903, RB925345, RB965902, RB867515, RB925268, RB935744, RB845210, IAC87-3396. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 repetições. Calculou-se a soma térmica necessária do plantio a emergência e a soma térmica da emergência até a emissão da quarta folha e seu respectivo filocrono ($^{\circ}\text{C}$ folha⁻¹). A soma térmica, bem como o filocrono, mostrou grande variação entre os genótipos. Os genótipos UFSM FW obtiveram os melhores desempenhos e a cultivar UFSM LUCI FW foi a com menores taxas de soma térmica e filocrono necessário para emissão de folhas, evidenciando crescimento e desenvolvimento superiores aos outros genótipos nas condições climáticas da região Sul do Brasil.

© 2020 SBAGro. Todos os direitos reservados.

Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é cultivada em todo o território brasileiro. É considerada uma planta com adaptação ao clima tropical e subtropical e cultivada entre

as latitudes de 35° S e N (Caputo et al., 2008; Brunini, 2010). Segundo Brunini (2010), com a finalidade de expandir as fronteiras agrícolas para a cultura da cana-de-açúcar, é necessário realizar a caracterização das exigências agroclimáticas da cultura, bem como as condições das regiões

com potencial produtivo em todo território brasileiro, além das regiões tradicionais de cultivo, como a região centro sul do País.

O conhecimento da variabilidade das condições meteorológicas durante o período de crescimento da cana-de-açúcar é de fundamental importância para estimativas de produtividade (Moraes et al., 2014).

As atividades metabólicas e fisiológicas da planta são reguladas pela temperatura. A exigência de temperatura/energia para determinada atividade é variada entre espécies e, dentro de cada espécie, dependendo do estágio fenológico de desenvolvimento da planta, há diferença nas exigências térmicas (Lopes & Lima, 2015; Taiz et al., 2017).

Segundo Matsuoka & Santos (2015), a temperatura é um dos principais fatores que influenciam diretamente nos processos fisiológicos de fotossíntese, crescimento, floração, balanço hídrico, respiração e absorção de minerais. Para Marin et al. (2008), a temperatura da região Sul, por ter grande variação, afeta a cultura de cana-de-açúcar de forma mais acentuada do que na região Sudeste, onde a cana-de-açúcar experimenta uma faixa pequena de variação de temperatura.

A determinação da soma térmica (graus-dia acumulada) é fundamental para avaliar a duração do ciclo fenológico da planta, levando em consideração que o tempo cronológico pode oscilar devido a variações meteorológicas (Oliveira et al., 2012). Para Teruel et al. (1997), o desenvolvimento da cana-de-açúcar pode ser estimado utilizando-se do somatório de graus-dia.

Segundo Caetano & Casaroli (2017), o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar é positivamente correlacionado com a soma térmica acumulada em graus dias. Desta maneira, o autor sugere que os estudos a respeito do crescimento da cana-de-açúcar devem levar em consideração um conjunto de variáveis meteorológicas, incluindo a soma térmica acumulada.

O intervalo entre o aparecimento sucessivo de folhas em cana-de-açúcar é altamente sensível a temperatura do ar e este intervalo é chamado de filocrono (Campbell et al., 1998; Bandeira et al., 2018). Segundo Bandeira et al. (2018), para descrever melhor o tempo fisiológico da planta, o filocrono é expresso em tempo térmico e pode ser calculado pelo acúmulo diário da diferença entre a temperatura média do ar e a temperatura basal inferior. Por se tratar do tempo térmico necessário para o aparecimento de folhas sucessivas em uma planta, o filocrono é amplamente utilizado para caracterizar o crescimento e desenvolvimento da planta (Mendonça et al., 2012).

Atualmente, a Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen, aderiu ao programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar desenvolvendo cultivares com a sigla UFSM, buscando como principal característica das novas cultivares, a tolerância a baixas

temperaturas, que é o principal fator que limita o desenvolvimento da cultura no Rio Grande do Sul.

Os genótipos UFSM FW foram as primeiras cultivares de cana-de-açúcar protegidas no ministério da agricultura, proveniente de indução de mutação, no qual as novas cultivares foram comprovadas a partir de caracteres morfológicos, claramente distinguíveis da cultivar da qual se originou, de acordo com a lei nº 9.456/97 de proteção de cultivares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos relacionados ao desenvolvimento inicial das mudas de cana-de-açúcar desenvolvidas pelos laboratórios de Agroclimatologia e Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Santa Maria, quantificando a soma térmica necessária para a emergência dos toletes e a soma térmica necessária para atingir quatro folhas expandidas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus de Frederico Westphalen, localizado nas coordenadas geográficas 27°39'56" S - 53°42'94" W. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical (Alvares et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições. Foram analisados cinco genótipos de cana-de-açúcar desenvolvidas pela UFSM, primeiras cultivares de cana-de-açúcar desenvolvidas a partir de mutação e selecionadas a partir da tolerância a baixas temperaturas, nove genótipos da Ridesa (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro) recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul (Silva et al., 2012) e um genótipo do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas - Centro de Cana) por ser material progenitor dos genótipos UFSM FW, totalizando 15 genótipos da cana-de-açúcar e 60 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental composta por nove plantas. Os materiais utilizados foram UFSM XIKA FW, UFSM LUCI FW, UFSM PRETA FW, UFSM DINA FW, UFSM MARI FW, RB855156, RB966928, RB946903, RB925345, RB965902, RB867515, RB925268, RB935744, RB845210, IAC87-3396.

O experimento foi implantado no dia 08 de junho de 2018. Cada unidade experimental foi composta por 9 mini toletes, que foram plantados em tubetes de 250 cm³, a uma profundidade de 4 cm. Foi utilizado substrato comercial formulado com casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem e bioestabilizados, com adição de 0,50% de corretivos de acidez, 0,50% de fosfato natural e 0,60% de fertilizante mineral N-P-K.

Os mini toletes foram extraídos de colmos sadios com 10 meses de idade e cortados a 4 cm de comprimento. Cada mini tolete ficou com uma gema. Foram utilizados

apenas gemas do terço médio do colmo para padronizar o experimento. Após o corte, foi realizado o tratamento com fungicida para eliminar eventuais fungos patogênicos seguindo a metodologia proposta por Landell et al. (2012).

Os dados de temperatura instantânea, máxima e mínima foram coletados diariamente, dentro da estufa, às 9h, 15h e 21h, com auxílio de termo-higrômetro.

A temperatura média diária foi calculada pelo método do INMET, através da seguinte fórmula:

$$T_{\text{méd}} = \frac{T_{9h} + T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}} + 2.T_{21h}}{5}$$

Onde: $T_{\text{méd}}$ é a temperatura média do dia, T_{9h} é a temperatura correspondente às 9h, $T_{\text{máx}}$ é temperatura máxima do dia, $T_{\text{mín}}$ é temperatura mínima do dia, e T_{21h} é a temperatura correspondente às 21h.

A soma térmica diária foi determinada considerando a temperatura basal inferior (T_b) de 10 °C para a cultura da cana-de-açúcar, valor utilizado por (Sinclair et al., 2004; Smit & Singels, 2006; Streck et al., 2010; Castro-Nava et al., 2016; Morais et al., 2018), sendo os Graus Dia (GD_i) obtidos pelas seguintes equações (Nova et al., 1972; Pereira et al., 2007).

Para dias em que a temperatura mínima foi superior a T_b .

$$GD_i = T_{\text{méd}_i} - T_b$$

Onde $T_{\text{méd}_i}$ representa a temperatura média do dia. Nos dias em que a T_b foi maior ou igual a Temperatura mínima ($T_{\text{mín}}$):

$$GD_i = \frac{(T_{\text{máx}_i} - T_b)^2}{2(T_{\text{máx}_i} - T_{\text{mín}_i})}$$

Onde $T_{\text{máx}_i}$ e $T_{\text{mín}_i}$ representam a temperatura máxima e mínima do dia, respectivamente.

O acúmulo do GD_i da data do plantio até a emergência resultou na Soma de Graus Dia (ΣGD), que é a constante térmica necessária para a planta realizar o processo de crescimento e/ou desenvolvimento.

Diariamente foram feitas contagens de emergência de plantas. Foi considerada emergida a planta visível sob a superfície do substrato. A data de emergência de cada unidade experimental foi considerada quando 50% das plantas estavam visíveis acima da superfície do substrato. Diariamente foi realizada a contagem de plantas visíveis em cada unidade experimental, até a estabilização da emergência. Na sequência, realizou-se o cálculo retroativo para determinar a data em que 50% das plantas estavam emersas seguindo a metodologia utilizada por Hanauer et al. (2014) e

Castro-Nava et al. (2016).

Após a emergência das plantas, uma planta por unidade experimental foi marcada e acompanhada diariamente na emissão de suas folhas até emitir quatro folhas, que precisavam estar totalmente expandidas. Em seguida, foi calculada a soma térmica necessária da data da emergência até a data do aparecimento da quarta folha. Na sequência, adotou-se como o filocrono da fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar o valor médio da soma térmica necessária para a emissão das quatro folhas, no qual a planta se encontra em tamanho para ser transplantada.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo programa GENES, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott, a um nível de 5% de probabilidade de erro (Cruz, 2013).

Resultados e discussão

Foi constatado diferença significativa entre os genótipos para a soma térmica do plantio até a emergência, e a soma térmica da emergência até o aparecimento da quarta folha expandida, com o coeficiente de variação menores que 10 %, demonstrando pouca variação dentro dos tratamentos (Tabela 1).

Os valores da soma térmica do plantio a emergência variaram de 145,52 graus-dia a 292,31 graus-dia (Tabela 2). Pode ser observado que os genótipos UFSM necessitam de menor soma térmica acumulada do plantio até a emergência, desta forma as mesmas possuem melhor aclimação a regiões com temperaturas mais frias, como o caso da região no qual o estudo foi realizado, sendo que a soma térmica acumulada se correlaciona positivamente com a produtividade da cana-de-açúcar (Caetano & Casaroli, 2017).

Os genótipos UFSM necessitam de menor soma térmica e, conseqüente, menor acúmulo de energia térmica para emissão de folhas consecutivas durante o estabelecimento da cultura, mostrando, assim, a superioridade destas sobre os demais genótipos analisados.

A germinação de plantas daninhas é inibida sob o dossel vegetativo das plantas de cultivo. Desta forma, a emergência e emissão de folhas mais rápida antecipa o fechamento do dossel vegetativo da cultura, diminui a emergência de plantas daninhas e aumenta a produtividade da cana-de-açúcar pela diminuição da competição entre as plantas daninhas e a cultura (Giroto et al., 2011; Batlla & Benech-Arnold, 2014).

O filocrono variou de 59,03 a 117,87 °C dia folha⁻¹ (Tabela 2), com os valores mais baixos de filocrono encontrados para os genótipos provenientes do programa de melhoramento da UFSM FW, que tem como propósito o melhoramento e seleção de genótipos mais tolerantes ao frio. Segundo Hermes et al. (2001), a soma térmica necessária para

Tabela 1. Análise de variância para a soma térmica do plantio a emergência dos toletes (STE) e soma térmica da emergência até emissão da quarta folha (ST4f) e filocrono. Frederico Westphalen, RS, 2018.

FV	GL	Quadrado médio		
		STE	ST4f	Filocrono
Blocos	3	292,303	1651,234	103,202
Genótipos	14	6604,338**	24741,055**	1546,316**
Resíduo	42	123,349	836,457	52,278
CV (%)		6,05	8,61	8,61

** significativo a 5% pelo teste f

a emissão de folhas sucessivas é um parâmetro importante a ser analisado, sendo utilizado em modelos de simulação de culturas.

Para os genótipos UFSM o valor médio de filocrono foi de 65 °C dia folha⁻¹, Hoffman et al., (2018) avaliaram 14 genótipos em 4 anos de cultivo na África do Sul, em ambiente com temperatura controlada e estabeleceram um valor de filocrono médio de 70 °C dia folha⁻¹. Em experimento conduzido no México com 3 genótipos, sob altas temperaturas, as folhas levaram em média 75 °C dia folha⁻¹ no momento da emergência (Castro-Nava et al., 2016). Já Hanauer et al. (2014) encontraram filocrono de 103,9 a 113,5 °C dia folha⁻¹ para 3 genótipos em um ciclo de cana-planta e cana-soca, cultivados em Santa Maria/RS. (Sinclair et al., 2004) encontraram uma variação de 87-118 dia folha⁻¹ para 4 genótipos cultivados nos Estados Unidos.

No presente estudo, o genótipo que necessitou de maior acúmulo térmico para emissão de folhas foi a cultivar RB867515, com um valor de filocrono médio de 117,87 dia folha⁻¹. Porém, Marin et al. (2015) encontraram um filocrono médio de 89 dia folha⁻¹ para a mesma cultivar, mas para a região sudeste, onde a amplitude térmica é menor e a temperatura média do ar se mantém mais elevada.

Segundo Barbieri et al. (2015) e Silva et al. (2015), a cana-de-açúcar tem um crescimento prejudicado na fase de emergência e estabelecimento da cultura, que pode ser nulo quando a temperatura média do ar é inferior a 15 °C. Para que as plantas tenham um crescimento e desenvolvimento adequado, necessitam de temperaturas médias acima de 18 °C. A temperatura entre 18 °C e 31 °C é ideal para o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar (Marin et al., 2009; Barbieri et al., 2015).

No presente estudo, durante o período experimental, a temperatura mínima atingida foi de 1,2 °C, a temperatura máxima foi de 42,1 °C e a temperatura média de 17,8 °C (Figura 1), com amplitude térmica de 35,1 °C. Esta variação na temperatura interfere no crescimento e desenvolvimento da planta (Taiz et al., 2017), afeta a emissão de folhas e eleva a necessidade térmica para atividades metabólicas e fisiológicas da planta.

Tabela 2. Soma Térmica acumulada do plantio até a emergência (STE), Soma térmica acumulada da emergência até o aparecimento da quarta folha (ST4f), para 15 variedades de cana-de-açúcar. Frederico Westphalen, RS, 2018.

Genótipos	STE (°C)	ST4f (°C)	Filocrono (°C)
UFSM LUCI FW	145,52 a	236,14 a	59,03 a
UFSM DINA FW	147,75 a	251,52 a	62,88 a
RB965902	155,28 a	464,26 e	116,07 e
RB925268	156,15 a	349,68 c	87,42 c
RB867515	160,72 a	471,48 e	117,87 e
UFSM MARI FW	163,12 a	244,43 a	61,11 a
IAC87-3396	164,97 a	258,08 a	64,52 a
UFSM PRETA FW	166,33 a	285,61 b	71,40 b
UFSM XIKA FW	182,38 b	285,95 b	71,49 b
RB935744	187,01 b	425,88 d	106,47 d
RB965345	188,40 b	321,90 c	80,47 c
RB946903	188,40 b	404,32 d	101,08 d
RB855156	202,89 b	319,52 c	79,88 c
RB845210	254,21 c	377,98 d	94,49 d
RB966928	292,31 d	339,36 c	84,84 c
CV (%)	6,05	8,61	8,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott e Knott.

Conclusões

Os genótipos de cana-de-açúcar da UFSM possuem menor exigência de energia térmica para emissão sucessiva das folhas do que os genótipos da Ridesa indicados para cultivo no Rio Grande do Sul.

Os genótipos de cana-de-açúcar da UFSM demonstraram superioridade agrônômica para a região Sul do Brasil por ter o seu crescimento e desenvolvimento menos afetado pelas baixas temperaturas.

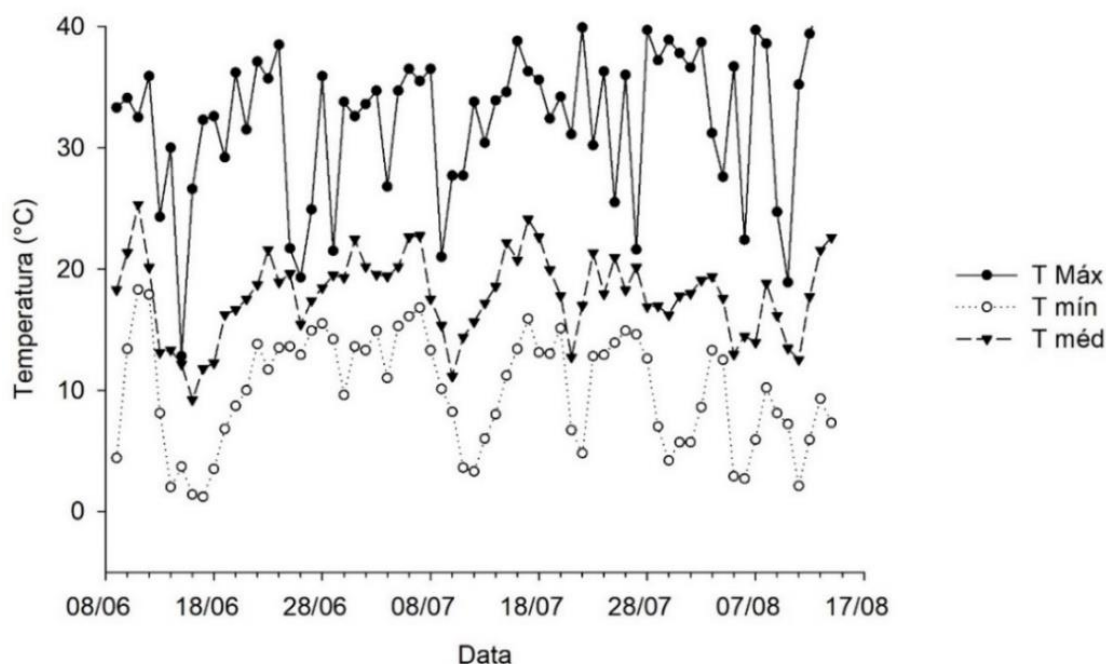
Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.
- BANDEIRA, A.H.; MEDEIROS, S.L.P.; EMYGDIO, B.M.; BIONDO, J.C.; LEAL, L.T. Morfologia foliar de sorgo sacarino cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas e épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.17, p.63-75, 2018.
- BARBIERI, V.; SILVA, F.C.D.; CASTRO, A.D.; GODOY, A.P.D. Modelos matemático-fisiológicos para estimativa da produtividade da cana-de-açúcar. In: SILVA, F.C.D.; ALVES, B.J.R.; FREITAS, P.L.D. (Ed.). **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.436-489.

Figura 1. Temperatura máxima (---) Temperatura Mínima (-o-) Temperatura média (-▼-), para o período experimental de 08 de junho a 17 de agosto de 2018, Frederico Westphalen, RS, 2018.



BATLLA, D.; BENECH-ARNOLD, R.L. Weed seed germination and the light environment: Implications for weed management. **Weed Biology and Management**, v.14, p.77-87, 2014.

BRUNINI, O. Ambiente climáticos e exploração agrícola da cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOSS, A.C.M.; LANDEL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas, SP: IAC, 2010. p.205.

CAETANO, J.M.; CASAROLI, D. Sugarcane yield estimation for climatic conditions in the center of state of Goiás. **Revista Ceres**, v.64, p. 298-306, 2017.

CAMPBELL, J.A.; ROBERTSON, M.J.; GROF, C.P.L. Temperature effects on node appearance in sugarcane. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.25, p.815-818, 1998.

CAPUTO, M.M.; BEAUCLAIR, E.G.F.; SILVA, M.A.; PIEDADE, S.M.S. Respostas de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v.67, p.15-23, 2008.

CASTRO-NAVA, S.; HUERTA, A.J.; PLÁCIDO-DE LA CRUZ, J.M.; MIRELES-RODRÍGUEZ, E. Leaf Growth and Canopy Development of Three Sugarcane Genotypes under High Temperature Rainfed Conditions in Northeastern Mexico. **International Journal of Agronomy**, v.2016, p.1-7, 2016.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, p.271-276, 2013.

GIOTTO, M.; ARALDI, R.; VELINI, E.D.; GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; JASPER, S.P.; TRINDADE, L.M.B. Eficiência fotossintética da cana-de-açúcar submetida à aplicação de atrazine e tebuthiuron em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, p.134-142, 2011.

HANAUER, J.G.; STRECK, N.A.; LANGER, J.R.; KRÄULICH, B.; UHLMANN, L.O. Desenvolvimento e crescimento foliar e produtividade de cana-de-açúcar em cultivo de cana-planta e de cana-soca. **Bioscience Journal**, v.30, p.1077-1086, 2014.

HERMES, C.C.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; CARON, B.O.; POMMER, S.F.; BIANCHI, C. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.269-275, 2001.

HOFFMAN, N.; SINGELS, A.; PATTON, A.; RAMBURAN, S. Predicting genotypic differences in irrigated sugarcane yield using the Canegro model and independent trait parameter estimates. **European Journal of Agronomy**, v.96, p.13-21, 2018.

LANDELL, M.G.D.A.; CAMPANA, M.P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.D.; DINARDO-MIRANDA, L.L.; SCARPARI, M.S.; GARCIA, J.C.; BIDÓIA, M.A.P.; SILVA, D.N.D.; MENDONÇA, J.R.D.; KANTHACK, R.A.D.; CAMPOS, M.F.D.; BRANCALIANO, S.R.; PETRI, R.H.; MIGUEL, P.E.M. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas, SP: Documentos IAC, 2012. 16p. (Documentos IAC. 109).

LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. **Fisiologia da Produção**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 492p.

MARIN, F.R.; LOPES-ASSAD, M.L.; ASSAD, E.D.; VIAN, C.E.; SANTOS, M.C. Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1449-1455, 2008.

MARIN, F.R.; PELLEGRINO, G.Q.; ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; JUNIOR, J.Z. Cana-de-açúcar. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p.530.

MARIN, F.R.; THORBURN, P.J.; NASSIF, D.S.P.; COSTA, L.G. Sugarcane model intercomparison: Structural differences and uncertainties under current and potential future climates. **Environmental Modelling & Software**, v.72, p.372-386, 2015.

MATSUOKA, S.; SANTOS, E.G.D.D. Ecofisiologia da brotação e desenvolvimento da cana-de-açúcar. In: SILVA, F.C.D.; ALVES, B.J.R.; FREITAS, P.L. (Ed.). **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.586.

MENDONÇA, H.F.C.; CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; COSTA, R.C.D.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.34, p.15-23, 2012.

MORAES, R.A.; ROCHA, J.V.; LAMPARELLI, R.A.C. Determination of total accumulated rainfall, global radiation, evapotranspiration and degree-days originated from the ECMWF Model to sugarcane crop. *Engenharia Agrícola*, v.34, p.322-331, 2014.

MORAIS, K.P.; MEDEIROS, S.L.P.; SILVA, S.D.D.A.; BOELTER, J.H.; BIONDO, J.C.; DIAS, F.S. Dinâmica da parte aérea em cana-de-açúcar. *Stab*, v.36, p.35-37, 2018.

NOVA, N.A.V.; PEDRO, M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. **Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima.** Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1972.

OLIVEIRA, A.S.D.; NETO, A.J.S.; RIBEIRO, A.; RASCON, N.J.L.; RODY, Y.P.; ALMEIDA, A.Q.D. Determinação do tempo térmico para o desenvolvimento de mudas de eucalipto na fase de enraizamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1223-1228, 2012.

SILVA, F.C.; MUTTON, M.J.R.; CESAR, M.A.A.; JUNIOR, G.R.M.; MUTTON, M.A.; STUPITLLO, J.P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. In: SILVA, F.C.; ALVES, B.J.R.; FREITAS, P.L. (Ed.). **Sistema de Produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada a produção de energia e alimentos.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.288-359.

SILVA, S.D.D.A.; GOMES, C.B.; UENO, B.; NAVA, D.E.; ALMEIDA, I.R.D.; THEISEN, G.; DUTRA, L.F.; VERISSIMO, M.A.A.; PANZIERA, W.; DAROS, E.; OLIVEIRA, R.A.D.; FILHO, J.C.B. **Recomendação de variedades de cana-de-açúcar para o estado do Rio Grande do Sul.** Pelotas, RS: Embrapa, 2012. (Embrapa

SINCLAIR, T.R.; GILBERT, R.A.; PERDOMO, R.E.; SHINE, J.M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. *Field Crops Research*, v.88, p.171-178, 2004.

SMIT, M.A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. *Field Crops Research*, v.98, p.91-97, 2006.

STRECK, N.A.; HANAUER, J.G.; GABRIEL, L.F.; BUSKE, T.C.; LANGNER, J.A. Leaf development and growth of selected sugarcane clones in a subtropical environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.1049-1057, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TERUEL, D.A.; BARBIERI, V.; FERRARO JR., L.A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. *Scientia Agricola*, v.54, p.39-44, 1997.

REFERENCIAÇÃO

KNAPP, F. M.; CARON, B. O.; SGARBOSSA, J.; SILVA, M. D.; OLIBONE, A. J.; TIBOLLA, L. B.; SOUZA, V. Q. Soma térmica para estabelecimento de novas cultivares de cana-de-açúcar. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.27, n.2, p.409-415, dez 2019.



Thermal sum for the establishment of new sugarcane cultivars

Fábio Miguel Knapp^{1(*)}, Braulio Otomar Caron¹, Jaqueline Sgarbossa¹, Marcelo Damaceno da Silva¹, Ana Julia Olibone¹, Liliane Bárbara Tibolla¹ and Velci Queiroz de Souza²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Agrônomicas e Ambientais. Linha 7 de Setembro s/n, Rodovia BR 386, km 40, CEP 98400-000 Frederico Westphalen, RS, Brazil. E-mails: fabio.knapp@hotmail.com, otomarcaron@yahoo.com.br, sgarbossajs@yahoo.com, marcelodamaceno01@gmail.com, ana.julia.olibone@gmail.com and lilitibolla@hotmail.com

²Universidade Federal do Pampa. Rua 21 de Abril, 80, CEP 96450-000 Dom Pedrito, RS, Brazil. E-mail: velciq@gmail.com

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8 March 2019

Accepted 11 March 2020

Index terms:

Saccharum sp.
growing degree-day
phyllochron
Southern Brazil

ABSTRACT

The present study had as objective to determine the necessary thermal sum, from the planting of the emergence of sugarcane, and the phyllochron of seedlings from the emergency to the emission of the fourth leaf, of sugarcane genotypes developed for cultivation in the southern region of Brazil. A greenhouse experiment with 15 genotypes was conducted in Frederico Westphalen, RS, Brazil. The sugarcane genotypes used were, UFSM XIKA FW, UFSM LUCI FW, UFSM PRETA FW, UFSM DINA FW, UFSM MARI FW, RB855156, RB966928, RB946903, RB925345, RB965902, RB867515, RB925268, RB935744, RB845210, IAC87-3396. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, it was calculated the necessary thermal sum of the planting up until the emergency, and the thermal sum of the emergency to emission of the fourth leaf, and the thermal sum of the emergency until emission of the fourth leaf, and its respective phyllochron ($^{\circ}\text{C sheet}^{-1}$). The thermal sum as well as the phyllochron, showed great variation among the genotypes, with the UWM FW genotypes obtaining the best performances, being UFSM LUCI FW to cultivate with the lowest rates of thermal sum and phyllochron necessary for leaf emission, evidencing higher growth and development than other genotypes in the climatic conditions of Southern Brazil.

© 2020 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

KNAPP, F. M.; CARON, B. O.; SGARBOSSA, J.; SILVA, M. D.; OLIBONE, A. J.; TIBOLLA, L. B.; SOUZA, V. Q. Soma térmica para estabelecimento de novas cultivares de cana-de-açúcar. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.27, n.2, p.409-415, dez 2019.