

## O14 TEMPERATURA-BASE E GRAUS-DIA ACUMULADOS NA EMERGÊNCIA DE CULTIVARES DE GIRASSOL, TRATADOS COM HERBICIDAS, EM CAMPINAS, SP

BASE-TEMPERATURE AND ACCUMULATED DEGREE-DAYS IN EMERGENCE OF SUN-FLOWERS CULTIVARS TREATED WITH HERBICIDES IN CAMPINAS, SP.

Angélica Praela Pantano<sup>1</sup>; Maria do Carmo S. Soares Novo<sup>1</sup>; Antonio Augusto do Lago<sup>1</sup>;  
Carlos Alberto M. Azania<sup>2</sup>; Andréa A.P. Mathias Azania<sup>2</sup>; Nilza Patrícia Ramos<sup>3</sup>;  
Robert Deuber<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico de Campinas, Caixa Postal 28 - 13012-970 - Campinas, SP.  
[angelica@iac.sp.gov.br](mailto:angelica@iac.sp.gov.br)

### Resumo

O objetivo do experimento foi determinar o efeito dos herbicidas amicarbazone (1,26 kg/ha), imazapic (122 g/ha), isoxaflutole (255 g/ha), metribuzin (1,92 kg/ha), sulfentrazone (0,8 kg/ha) e da mistura diuron + hexazinone (1,2 kg/ha), recomendados para aplicação em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar no índice de velocidade e na porcentagem de emergência das cultivares de girassol Hélio 358 e IAC-larama logo após a aplicação e aos 60, 90 e 120 dias após. Determinou-se também a duração do subperíodo semeadura-emergência, a temperatura-base e o número de graus-dia acumulados necessários para desenvolvimento inicial desta planta na região de Campinas, SP. A cultivar Hélio 358 foi mais precoce que a IAC-larama apresentando IVE e porcentagem de emergência mais elevados. Os herbicidas imazapic e metribuzin foram os produtos que mais afetaram o desenvolvimento inicial do girassol. A temperatura-base para o subperíodo para as cultivares Hélio 358 e IAC-larama na região de Campinas, SP, foi de -3,3°C. Foram necessários, em média, nove dias para completar o subperíodo semeadura-emergência havendo necessidade de um acúmulo térmico de 160 graus-dia.

### Abstract

An experiment in greenhouse in Campinas-SP was carried out in order to determine the effects of the herbicides amicarbazone (1,26 kg/ha), imazapic (122 g/ha), isoxaflutole (255 g/ha), metribuzin (1,92 kg/ha), sulfentrazone (0,8 kg/ha) and the mixture diuron+hexazinone (1,2 kg/ha) used in pre-emergence in sugarcane crops, on the speed of emergence index (SEI) and the emergence percentage of the sunflower cultivars Helio 358 and IAC-larama, at 0, 60, 90 and 120 days after application. The length of the sub-period seeding-emergence, the base temperature and the number of degree-days needed for the initial growth of this specie in this region were also determined. The cultivar Helio 358 was more precocious than IAC-larama showing higher SEI and emergence percentage. The herbicides imazaquin and metribuzin affected more the initial growth of both cultivars. The base temperature for the considered sub-period for both cultivars in the Region of Campinas was -3,3°C. A mean length of nine days was needed to fulfill the sub-period seeding-emergence and the termic accumulation needed was of 160 degree-days.

### Introdução

Com a tendência da mecanização da colheita da cana-de-açúcar, o girassol é mais uma opção nas áreas de renovação, anteriormente cultivadas com amendoim. O girassol tem sido empregado na produção de grãos para a indústria de óleo comestível e como alimento para pássaros e, atualmente, com a crescente demanda por fontes renováveis de energia, pode ser aproveitado como matéria-prima na produção de biodiesel (MAPA, 2005).

Como as plantas daninhas são um dos pontos críticos no estabelecimento da cultura da cana-de-açúcar, diversos herbicidas têm sido empregados, sendo a maioria de aplicação em pré-emergência. Alguns desses produtos apresentam período residual longo e poderiam afetar as culturas implantadas na área de renovação do canavial.

A duração do ciclo das culturas é afetada pela temperatura do ar, radiação solar, precipitação e fotoperíodo (Sentelhas et al. 1994). Como a temperatura do ar afeta diretamente

o desenvolvimento da cultura, tem sido utilizado o conceito de graus-dia para estimar a duração de um estágio de crescimento ou mesmo do ciclo de uma espécie (Sentelhas et al. 1994). Para girassol, tem sido encontrados na literatura estrangeira valores da temperatura-base variando de 7,2°C (Robinson, 1971) a -4,9°C (Goyne et al. 1977). Nas condições do Brasil, para o subperíodo floração-colheita, Massignam e Angelocci (1993) determinaram que a temperatura-base para as cultivares Cargill 33 e IAC-Anhandi era de, -7,0°C e -8,0, respectivamente.

O objetivo do experimento foi determinar o efeito dos herbicidas amicarbazone, imazapic, isoxaflutole, metribuzin, sulfentrazone e da mistura diuron + hexazinone, recomendados para aplicação em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar, no índice de velocidade e na porcentagem de emergência das cultivares de girassol Hélio 358 e IAC-Iarama logo após a aplicação e aos 60, 90 e 120 dias após. Determinou-se também a duração do subperíodo semeadura-emergência, a temperatura-base e o número de graus-dia acumulados necessários para desenvolvimento inicial de duas cultivares de girassol na região de Campinas, SP.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado em vasos plásticos em 23/03/07, na casa-de-vegetação do Centro de Ecofisiologia e Biofísica do Instituto Agrônomo em Campinas, SP. Os vasos foram dispostos em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 7 x 3, sendo o primeiro fator constituído pelas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) IAC-Iarama e Hélio 358 e o segundo fator pelos tratamentos testemunha e os herbicidas amicarbazone (1,26 kg/ha), imazapic (122 g/ha), isoxaflutole (255 g/ha), metribuzin (1,92 kg/ha), sulfentrazone (0,8 kg/ha) e a mistura diuron + hexazinone (1,2 kg/ha), com três repetições. Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência com pulverizador costal pressurizado a 2,1 kgf/cm<sup>2</sup>, munido de barra com quatro bicos do tipo TT 110.02 VS, distanciados entre si em 0,50m e a 0,50m de altura dos vasos, com volume de calda correspondente a 330 L/ha. Logo após a aplicação dos herbicidas e aos 60, 90 e 120 dias após, em cada vaso, foram semeadas cinco sementes de girassol. Diariamente, até dez dias após a semeadura, foi avaliada a emergência das plântulas. Calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) pelo método descrito por Maguire (1962) e a porcentagem final de emergência de plântulas (Brasil, 1992).

Para determinar a temperatura-base ( $T_b$ ), foram utilizados os métodos propostos por Brunini et al. (1976) e por Gbur et al. (1979) onde:

$DR = a + b \cdot T_{média}$  .....sendo DR (desenvolvimento relativo)

$DR = 100/n$  .....onde : n é a duração do subperíodo ou ciclo em dias.

Quando DR = 0,  $T_{média}$  é igual a temperatura base, tem-se que:

$$T_b = \frac{-a}{b}$$

Sendo a e b, respectivamente, o coeficiente linear e o ângulo da regressão linear simples.

Para determinação do número de graus-dia (GD) para o subperíodo semeadura-emergência, utilizou-se a equação de Arnold (1959):

$$GD = \sum_{n=1}^n (T_{média} - T_b)$$

Os dados de IVE e porcentagem de emergência foram submetidos à análise de variância empregando-se o teste F sendo os dados em porcentagem transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$  para análise estatística. Em caso de significância, a diferença entre cultivares e herbicidas foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Em todas as épocas de avaliação, a cultivar Hélio 358 apresentou maiores índices de velocidade de emergência que a IAC-Iarama, indicando que este genótipo apresenta maior rusticidade e está mais bem adaptado aos diferentes herbicidas comumente empregados na cultura da cana-de-açúcar (Tabela 1). O mesmo foi observado para a porcentagem de

emergência das duas cultivares de girassol. Logo após a aplicação dos produtos, verificou-se que o controle apresentou IVE mais elevado apenas quando comparado com o tratamento em que foi aplicado sulfentrazone (Tabela 2). Nessa avaliação, maiores IVE foram observados nos tratamentos com amicarbazone e com a mistura de diuron + hexazinone, mas estes não diferiram do controle. Aos 60 dias, verificou-se que apenas quando foi aplicado isoxaflutole, houve aumento no índice de velocidade de emergência de plantas de girassol. Entretanto, aos 90 dias após a aplicação, foi observado que nos tratamentos com diuron + hexazinone e com imazapic, houve redução no IVE. Aos 120 dias, não foi observado redução no IVE nos tratamentos com herbicidas. Em relação ao efeito de tratamentos com herbicidas, verificou-se que nas quatro épocas de avaliação, não houve diferença na porcentagem de emergência (Tabela 2). Entretanto, cabe ressaltar que a porcentagem de emergência foi avaliada, dez dias após a semeadura. Esses herbicidas permitem a emergência, mas alguns dias após as plantas começam a apresentar os respectivos sintomas e morrem.

Tabela 1. Diferença entre as cultivares Hélio 358 e IAC-larama quanto ao índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência. Campinas, SP, 2007.

Cultivares	IVE			
	0 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Híbrido	1,60 a <sup>1</sup>	0,80 a	0,95 a	1,08 a
larama	1,11 b	0,61 b	0,78 b	0,82 b
	Porcentagem de emergência <sup>2</sup>			
Híbrido	99,8 a	99,81 a	97,30 a	99,95 a
larama	84,0 b	82,27 b	82,92 b	89,02 b

1. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem si pelo teste de Duncan a 5%. 2. Dados transformados em arco seno raiz quadrada de  $x/100$  para a análise estatística, mas são apresentados os dados originais.

Tabela 2. Efeito dos tratamentos com os diferentes herbicidas no índice de velocidade de emergência (IVE) e na porcentagem de emergência das cultivares de girassol Hélio 358 e IAC-larama. Campinas, SP, 2007.

Tratamentos	IVE			
	0 dias	60 dias	90 dias	120 dias
Controle	1,42 ab <sup>1</sup>	0,68 bc	0,94 ab	0,82 b
Amicarbazone	1,53 a	0,73 ab	0,96 a	1,16 a
Diuron+ hexazinone	1,57 a	0,65 c	0,72 d	0,95 b
Imazapic	1,36 ab	0,65 c	0,78 cd	1,00 ab
Isoxaflutole	1,25 bc	0,79 a	0,86 abc	0,92 b
Metribuzin	1,28 bc	0,74 ab	0,84 bc	0,89 b
Sulfentrazone	1,09 c	0,70 bc	0,93 ab	0,92 a
	Porcentagem de emergência <sup>2</sup>			
Controle	93,0 ab	88,50 ab	92,95 ab	90,95 b
Amicarbazone	96,4 ab	96,38 a	94,72 ab	100,00 a
Diuron + hexazinone	100,0 a	92,95 ab	73,80 b	96,38 ab
Imazapic	97,6 ab	94,88 ab	83,64 ab	98,70 ab
Isoxaflutole	89,0 b	99,40 a	96,38 a	93,30 ab
Metribuzin	93,0 ab	99,40 a	97,63 a	97,63 ab
Sulfentrazone	86,8 b	78,12 b	92,95 ab	94,72 ab

1. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem si pelo teste de Duncan a 5%. 2. Dados transformados em arco seno raiz quadrada de  $x/100$  para a análise estatística, mas são apresentados os dados originais.

Tabela 3. Duração do subperíodo entre a semeadura e a emergência total das plantas de girassol, datas de semeadura, desenvolvimento relativo (DR), temperatura média (°C) e graus-dia acumulados (GDA) em cada época de avaliação. Campinas, SP, 2007

Épocas de avaliação	Data de semeadura	Duração do Subperíodo	DR	T média	GDA
		(dias)		(°C)	
0 dias	23/03/2007	6	16,7	25,7	154,3
60 dias	23/05/2007	10	10,0	16,0	159,0
90 dias	18/06/2007	9	11,1	20,0	180,0
120 dias	20/07/2007	11	9,1	16,3	140,0
Médias		9	-	-	160

Verificou-se que o tempo necessário para que as cultivares de girassol emergissem variou de seis a onze dias, em função da temperatura média da época de avaliação (Tabela 3). Em Campinas, historicamente, o mês de junho apresenta temperaturas inferiores a de maio. Entretanto, em 2007, as temperaturas de junho foram superiores às observadas em maio o que acarretou redução na duração do subperíodo dessa avaliação. Com a DR calculada para cada época, estimou-se que a temperatura-base para o subperíodo semeadura-emergência foi de -3,3°C (Tabela 3). Na região de Campinas, a temperatura mínima histórica dos meses mais frios, raramente atinge valores tão baixos, permitindo assim que seja cultivado girassol nesta região, em áreas de renovação de canavial, mesmo no inverno. Para cálculos de GDA, são necessárias várias épocas de avaliação, pois os valores variam de acordo com as condições climáticas, principalmente temperatura. Nesse estudo, os valores de GDA variaram de 154 a 180. Determinou-se que, para que as cultivares de girassol emergissem completamente, foram necessários, em média, nove dias e que houvesse um acúmulo médio de 160 GD (Tabela 3).

### Conclusões

A cultivar Hélio 358 é mais precoce que a IAC-larama apresentando IVE e porcentagem de emergência mais elevados. Os herbicidas imazapic e metribuzin foram os produtos que mais afetaram o desenvolvimento inicial do girassol. A temperatura-base para o subperíodo até a emergência para as cultivares Hélio 358 e IAC-larama na região de Campinas, SP, é de -3,3°C. São necessários, em média, nove dias para completar o subperíodo semeadura-emergência e um acúmulo térmico de 160 graus-dia.

### Referências

- ARNOLD, c.y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceeding American Society for Horticultural Science**, v.74, p.430-45, 1959.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRUNINI, O.; LISBÃO, R.S.; BERNARDI, J.B.; FORNASIER, J.B.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Temperatura-base para alface cultivar "White Boston" em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, v.35, p.213-219, 1976.
- GOYNE, P.J.; WOODRUFF, D.R.; CHUR-CHETT, J.D. Prediction of flowering in sunflowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.17, p.475-81, 1977.
- GBUR, E.E.; THOMAS, G.L.; MILLER, F.R. Use of segmented regression in determination of the base-temperature in heat accumulation models. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p. 949-956, 1979.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MASSIGNAM, A.M.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração de subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.71-79, 1993.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasília. 2005.118p.
- ROBINSON, R.G. Sunflower phenology-year, variety, and date of planting effects on day and growing degree-days summation. **Crop Science**, v.11, p.635-38, 1971.
- SENTELHAS, P.C.; NOGUEIRA, S.S.S.; PEDRO JUNIOR, M.J.; SANTOS, R.R. Temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.43-49, 1994.