

# INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA PHOTOPÉRIODE SUR LA PHÉNOLOGIE ET LES CARACTÉRISTIQUES DU RENDEMENT DU TOURNESOL (*Helianthus annuus* L.)

**Rosalena Tuttobene**, *Università di Catania, Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee*

*Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italie*

*Fax: +39.095.234449; e-mail: [abbatev@mbbox.fagr.unict.it](mailto:abbatev@mbbox.fagr.unict.it)*

**Umberto Anastasi**, *Università di Reggio Calabria, Dipartimento di Agrochimica e Agrobiologia*

*Piazza S. Francesco di Sales, 4, 89061, Gallina (RC), Italie*

*Fax: +39.0965.689030; e-mail: [anastasi@unirc.it](mailto:anastasi@unirc.it)*

**Orazio Sortino**, *Università di Catania, Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee*

*Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italie*

*Fax: +39.095.234449; e-mail: [abbatev@mbbox.fagr.unict.it](mailto:abbatev@mbbox.fagr.unict.it)*

**Michelangelo Cammarata**, *Università di Catania, Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee*

*Via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italie*

*Fax: +39.095.234449; e-mail: [abbatev@mbbox.fagr.unict.it](mailto:abbatev@mbbox.fagr.unict.it)*

## Résumé

L'objectif de cette recherche était d'étudier au champ le comportement phénologique et productif de 12 génotypes de tournesol, en relation avec la température et la photopériode, dans l'optique de formuler des modèles prévisionnels simples, à utiliser soit pour la programmation de la culture soit pour l'amélioration génétique. Des essais avec des semis échelonnés entre les mois de Septembre et Mai, ont été réalisés dans le sud est de la Sicile pendant quatre ans. Parmi les résultats les plus significatifs, on a observé une relation entre la durée "semis-levée" et la température minimale de la même période. La durée "levée-bouton floral" a été influencée par la photopériode à la levée ainsi que par la température maximale de la période. La durée "début floraison-maturité" a été influencée par la température maximale. Le rendement en grain, dont les composantes les plus importantes ont été la surface utile du capitule ainsi que le nombre de grains, a été principalement influencé par la température moyenne de la phase finale du cycle.

## Summary

This research was performed to study in the field the phenological and productive behaviour of 12 sunflower genotypes in relation to temperature and photoperiod, in order to develop a simple prediction models useful to program the crop as well as to breeding programs. Trials with sowing dates ranging from September and May were carried out south-eastern Sicily for four years. The results showed a relationship between the duration of the phase "sowing-emergence" and minimum temperature during the same interval. The duration of the phase "emergence-bud visible" was influenced by both photoperiod at emergence and maximum temperature of the interval. The duration of the phase "onset of flowering-physiological maturity" was affected by maximum temperature of the interval. The grain yield and also the major yield components, productive head area and number of achenes per capitulum, were mainly affected by mean temperature of the final phase of the crop cycle.

## Introduction

La connaissance des effets du climat sur le développement ainsi que sur les caractéristiques productives du tournesol est indispensable pour formuler des modèles de simulation simples, utiles soit pour la programmation de la culture soit pour l'amélioration génétique. En particulier ces études pourraient être utiles pour dégager les géotypes de tournesol susceptibles d'être cultivés en semis d'hiver. Des études ont démontré qu'il est possible semer le tournesol précocement durant la période hivernale dans certains environnements Méditerranéens climatiquement favorables (Gimeno et al., 1989) et que les géotypes réagissent de façon variable à les différentes périodes de semis hivernale et printanière (Boujghagh, 1994). Des essais conduits en environnement contrôlé ainsi qu'en chambre de culture ont démontré que la température et la photopériode peuvent influencer le développement du tournesol (Anderson et al., 1978; Marc et Palmer, 1981; Goyne et Hammer, 1982) et que les géotypes réagissent de façon variable (Goyne et Schneiter, 1987, 1988). Des essais conduits au champ ont permis soit de classer des géotypes sur la base de leur réponse à la température et à la photopériode (Goyne et al., 1989) soit de formuler des modèles de simulation (Hammer et al., 1982).

La photopériode influence le développement seulement durant la période "levée-bouton floral" (Robinson, 1971). Les deux essais conduits par Goyne et Schneiter (1987, 1988) en conditions d'environnement contrôlé ainsi que en chambre de culture ont montré que des photopériodes à la levée de 11-13 heure font diminuer le taux de développement dans la plupart des géotypes. Dans les essais au champ menés par Goyne et al. (1989) aucune influence de la photopériode n'a pas été observée entre 14,5 et 16,2 heures.

Des études conduites soit en conditions contrôlées soit au champ ont démontré que les durées des périodes "semis-levée", "bouton floral-floraison" et "floraison-maturité" sont influencées principalement par la température et que le comportement des géotypes peut être variable (Goyne et al., 1982; Goyne et al., 1989; Hammer et al., 1982).

L'objectif de cette recherche consiste à étudier au champ les effets de la température et de la photopériode sur la durée de certaines périodes du cycle cultural ainsi que sur la production du tournesol en vue de dégager les géotype à prendre en compte dans une optique soit de programmation de la culture (semis d'hiver ou de printemps) soit de sélection.

## Matériel et méthodes

Les essais ont été conduits à Pozzallo (RG) dans le sud-est de la Sicilie, sud d'Italie (36°44' latitude N., 10 m altitude), sur un sol brun argilo-calcaire, "calcixerollic xerochrepts" (USDA-Soil Taxonomy). Durant quatre ans (1993-1996) neuf dates de semis ont été réalisées dans la période entre les mois de Septembre et de Mai; 12 géotypes parmi lesquels 9 à haute teneur en acid oléique et 3 (Florom 350, Gloriasol, Select) "standard", ont été étudiés dans un bloc randomisé à 3 répétitions. Chaque parcelle était constituée de 6 lignes de 3 mètres avec un écartement de 0,70 m entre deux lignes (12,6 m<sup>2</sup>); la densité de peuplement était de 6,0 plantes m<sup>-2</sup>.

La préparation du sol consiste à un labour profond suivi par un hersage dix jours avant le semis pour les semis d'hiver (Septembre-Janvier); le sol est resté propre jusqu'au le semis pour les semis de printemps (Février-Mai). Au moment du premier labour une fumure minérale de fond a été effectuée avec 100 unités ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 80 unités ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; l'azote a été apporté sous forme d'urée à une dose de 70 unités ha<sup>-1</sup> en couverture au stade 4 feuilles. Il y a eu de 2 à 4 irrigations dans les semis d'hiver tandis que de 8 à 11 irrigations dans les suivants; le volume a varié entre 70 et 140 mm ha<sup>-1</sup> dans la première période, entre 280 et 400 mm ha<sup>-1</sup>

dans la deuxième. Le désherbage a été effectué avant la levée avec metabromuron et prometrina à une dose de 1+2 Kg ha<sup>-1</sup>.

Les différents stades de développement du tournesol ont été notés (Schneiter et Miller, 1981) : levée (VE), apparition du bouton floral (R1), début floraison (R5.1), maturité physiologique (R9); un stade phénologique est considéré comme atteint lorsque c'est le cas pour 50% des plantes; la durée entre chaque stade a été calculée.

Les caractères suivants ont été observés: diamètre du capitule ainsi que de son diamètre central stérile, poids de 1000 grains, rendement en grain sec en t ha<sup>-1</sup>.

Les relations entre les caractéristiques biologiques (durées entre les stades notés) ainsi que productives (rendement en grains et ses composantes) et les paramètres météorologiques (température journalière moyenne, maximale et minimale, photopériode selon Keisling, 1982) ont été étudiées au moyen de l'analyse de régression simple (7 ddl).

## Résultats

Tableau 1. Dates de semis et paramètres météorologiques relevés dans chaque cycle

Essai n.	Date de semis	Température moyenne (°C)	Précipitations totales (mm)	Photopériode moyenne (h.)
1	24.09.1994	16,5	127	11,7
2	19.10.1994	14,3	127	11,8
3	23.11.1994	14,5	98	12,6
4	27.12.1994	14,9	82	13,2
5	20.01.1995	16,0	82	13,4
6	24.02.1995	18,6	38	13,9
7	19.04.1993	20,3	26	14,7
8	30.04.1994	22,9	25	14,9
9	04.05.1996	20,1	20	14,8

La température moyenne relevée pendant chaque cycle cultural a variée entre 14,3 et 16,5 °C pour les semis d'hiver, entre 18,6 et 22,9 °C pour les semis suivants (Tab. 1). La pluviométrie totale a variée entre 82 et 127 mm pour les semis d'hiver, entre 20 mm et 38 mm pour ceux-là de printemps. Ces données

montrent un climat de type semi-aride avec un hiver doux; les disponibilités hydriques ont été dans les années de l'expérimentation peu satisfaisantes, même dans la période hivernale et par conséquent il y a eu des irrigations dans cette période. La photopériode moyenne a montré un champ de variation compris entre 11,7 et 14,8 heures.

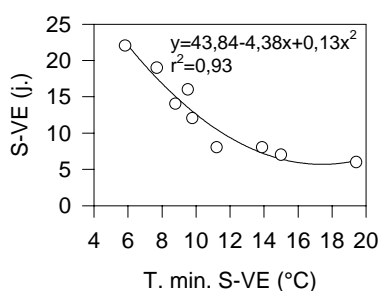


Figure 2. Relation entre la durée de la phase "semis-levée" et la température minimale relevée pendant la phase

(cv=2,2%) a été atteinte dans le 8<sup>ème</sup> essai (Fig. 1). La phase "semis-levée" a montré une durée croissante du 1<sup>er</sup> essai (6 jours) jusqu'au le 4<sup>ème</sup> (22 jours), décroissante par la suite avec une valeur égale à 8 jours au dernier essai, sans aucune différence parmi les génotypes. L'augmentation ainsi que la diminution de la durée du cycle après le 3<sup>ème</sup> essai a été due principalement à la durée de la phase "levée-bouton floral"; cette phase a atteint sa valeur maximale égale à 101 jours (cv=11,6%) dans le 3<sup>ème</sup> essai, sa valeur minimale égale à 36 jours (cv=1,4%) dans le dernier essai. La phase "début floraison-maturité physiologique" a variée entre 95 (cv=7,7%) et 34 jours (cv=5,5%) (1<sup>er</sup>-8<sup>ème</sup> essais). La durée de la phase "semis-levée" a variée en fonction de la température minimale avec une relation de type quadratique: la

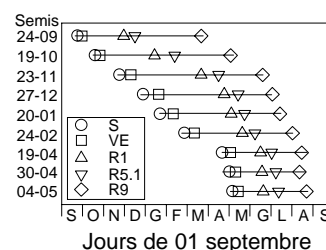


Figure 1. Durées des cycles culturaux en fonction de la date du semis (moyennes des génotypes)

durée de cette phase a montré des valeurs décroissantes de 22 jusqu'à 8 jours avec l'augmentation des températures minimales de 5,8 jusqu'à 11,2 °C; aucune variation n'a pas été observée avec des températures croissantes jusqu'à 19,4 °C (Fig. 2).

Figure 3. Relations entre la durée de la phase "levée-bouton floral" et la température maximale relevée pendant la phase

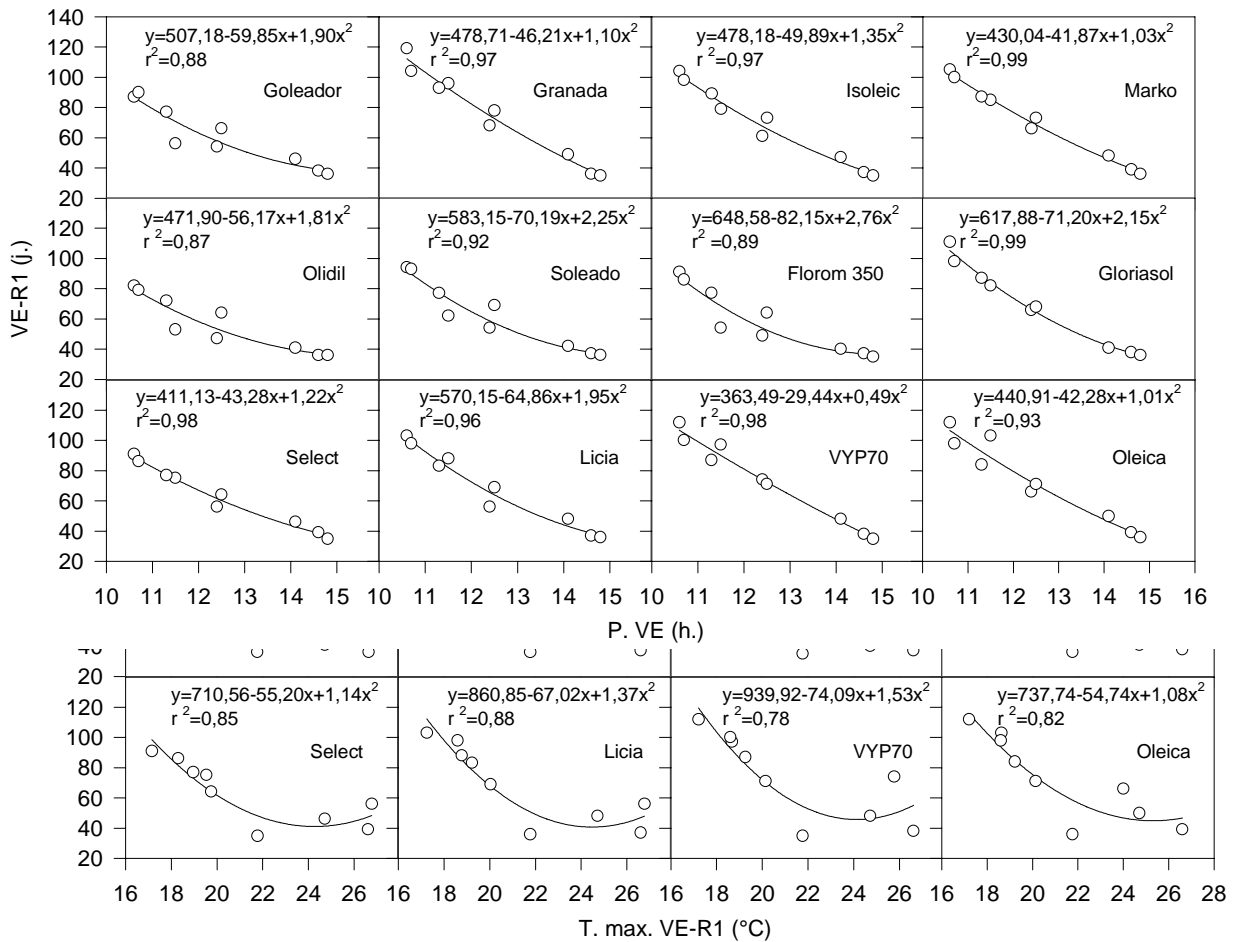


Figure 4. Relations entre la durée de la phase "levée-bouton floral" et la photopériode à la levée

La durée de la phase "levée-bouton floral" a été influencée par la température maximale relevée pendant la phase ainsi que par la photopériode à la levée, avec des relations de type quadratique pour tous les deux paramètres (Fig. 3 et 4).

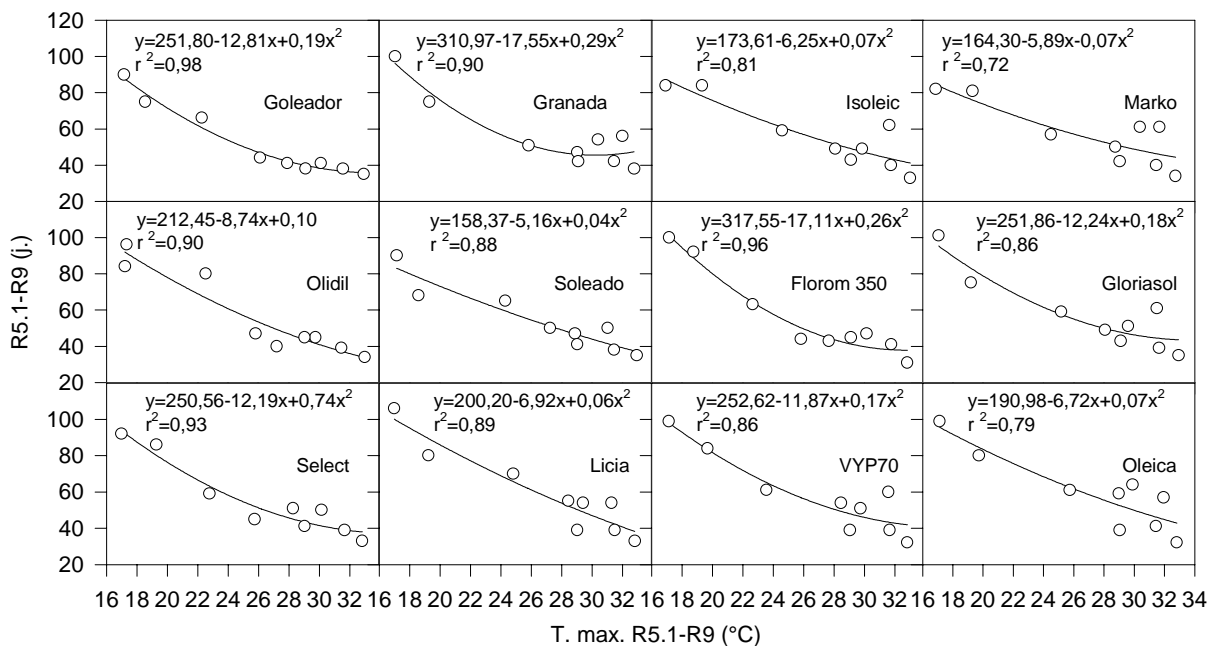


Figure 5. Relations entre la durée de la phase "début floraison-maturité" et la température maximale relevée pendant la phase

L'examen des coefficients de détermination a permis d'observer que la photopériode est le paramètre le plus important pour la plupart des génotypes étudiés. La durée de la phase a montrée des valeurs décroissantes avec l'augmentation de la photopériode de 10,6 jusqu'à 12,5 heures; la diminution de la phase a variée entre 41 (Soleado) et 75 (Granada) jours.

La durée de la phase finale du cycle "début floraison-maturité" a été influencée par la température maximale avec une relation de type quadratique (Fig. 5): la phase a diminuée à mesure que la température augmentait; de toute façon cette réduction a été négligeable avec des températures maximales supérieures à 25 °C.

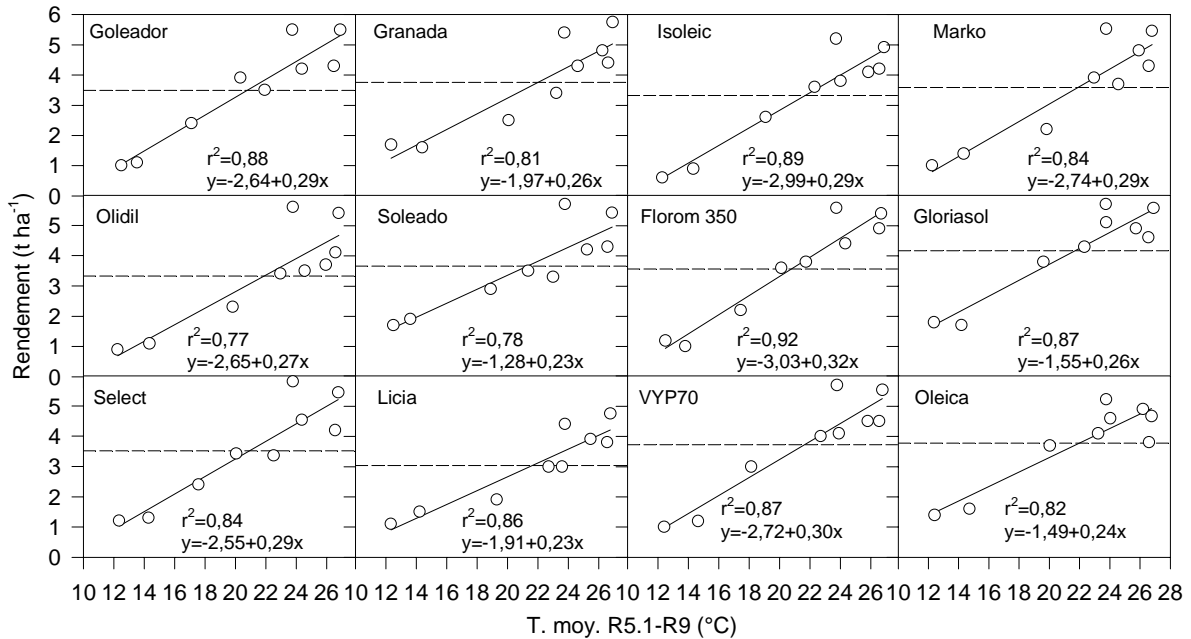


Figure 6. Relations entre le rendement en grain et la température moyenne relevée pendant la phase "début floraison-maturité" (le rendement moyen est tracé en trait pontillé)

Le rendement en grain sec a varié, dans la moyenne des génotypes, entre 1,2 t ha<sup>-1</sup> (semis de Septembre) et 5,4 t ha<sup>-1</sup> (1<sup>er</sup> semis d'Avril). Une relation entre le rendement et la température moyenne de la phase "début floraison-maturité" a été observée pour tous les génotypes avec un coefficient «b» compris entre 0,23 (Licia, Soleado) et 0,32 (Florom 350) (Fig. 6).

Les composantes du rendement les plus importantes ont été la surface utile du capitule ainsi que le nombre des grains (Tab. 2); toutes les deux composantes ont été corrélées de façon significative aux températures moyennes relevée dans les deux phases finales du cycle.

Tableau 2. Matrice des corrélations linéaires entre certaines variables météorologiques et productives dans la moyenne des génotypes (7 ddl - r<sub>0,05</sub>=0,67, r<sub>0,01</sub>=0,80).

t° R1-R5.1= température moyenne de la période "bouton floral-début floraison"; t° R5.1-R9= température moyenne de la période "début floraison-maturité"; rdt=rendement (t ha<sup>-1</sup>); scap=surface utile du capitule (cm<sup>2</sup>); ngcap=nombre de grains par capitule; pg=poids moyen du grain (mg)

	t° R5.1-R9	rdt	scap	ngcap	pg
t° R1-R5.1	0,87	0,91	0,84	0,88	0,54
t° R5.1-R9		0,94	0,95	0,98	0,76
rdt			0,96	0,97	0,79
scap				0,97	0,76
ngcap					0,76

## Conclusion

Cette étude porte sur les relations entre des variables météorologiques et la phénologie ainsi que la production du tournesol au champ. Dans les conditions de notre recherche il apparaît que c'est principalement la photopériode à la levée qui influence la durée du cycle à travers la variation de la phase "levée-bouton floral". Le régime thermique a influencé la durée des phases initiale et finale du cycle ainsi que les caractéristiques de la production.

## Références

- Anderson W. K., Smith R. C. G., McWilliam J. R., 1978. A systems approach to the adaptation of sunflower to new environments. I. Phenology and development. *Field Crops Res.* 1: 141-152.
- Boujghagh M., 1994. Variabilité génétique des cultivars de tournesol en semis d'hiver dans la région du Sais-Fes. *Helia*, 17, 20: 67-80.
- Gimeno V., Fernandez-Martinez J.M., Fereres E., 1989. Winter planting as a means of drought escape in sunflower. *Field Crops Res.* 22: 307-316.
- Goyne P. J., Hammer G. L. and Woodruff D.R. 1982. Phenology of sunflower cultivars. I Classifications of responses. *Aust. J. Agric. Res.* 33: 243-250.
- Goyne P. J., Hammer G. L., 1982. Phenology of sunflower cultivars. II Controlled environment studies of temperature and photoperiod effects. *Aust. J. Agric. Res.* 33: 251-261.
- Goyne P. J., Schneiter A. A., 1987. Photoperiod influence on development in sunflower genotypes. *Agron. J.* 79: 704-709.
- Goyne P. J., Schneiter A. A., 1988. Temperature and photoperiod interactions with the phenological development of sunflower. *Agron. J.* 80: 777-784.
- Goyne P. J., Schneiter A. A., Cleary K. C., Creelman R. A., Stegmeier W. D., Wooding F. J., 1989. Sunflower genotype response to photoperiod and temperature in field environments. *Agron. J.* 81: 826-831.
- Hammer G. L., Goyne P. J., Woodruff D. R., 1982. Phenology of sunflower cultivars. III. Models for prediction in field environments *Aust. J. Agric. Res.* 33: 263-274.
- Keisling T. C., 1982. Calculation of the length of day. *Agron. J.* 74: 758-759.
- Marc J. And Palmer J.H. 1981. Photoperiodic sensitivity of inflorescence initiation and development in sunflower. *Field Crops Res.* 4: 155-164.
- Robinson R. G., 1971. Sunflower phenology-year, variety and date of planting effects on day and growing degree-day summations. *Crop Sci.* 11, 635-638.
- Schneiter A. A., Miller J.F., 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science.* 21: 901-903.