

# LE CLIMAT ET LES RENDEMENTS PRODUCTIFS DU TOURNESOL EN ITALIA DU CENTRE

V. PIRANI\*

## INTRODUCTION

La connaissance du milieu de culture, en particulier des éléments climatiques (précipitations, températures, héliophanie, etc.) constitue le préambule indispensable pour l'évaluation de la potentialité productive du territoire, pour le choix des zones de culture et pour rendre plus efficace l'intervention technique et mettre en valeur les caractéristiques génétiques des espèces végétales cultivées. Toutefois, dans la pratique agricole commune, le rôle des conditions climatiques est trop souvent embragé parce que généralement on se réfère à un lieu donné et, par conséquent, à des conditions de climat déjà fixées, mais aussi parce que sur celles-ci l'intervention humaine ne peut être dans la plupart des cas qu'insuffisamment efficace, alors qu'au contraire on sait qu'elles peuvent conditionner les rendements productifs de manière plus importante que la technique agronomique.

C'est sur la base de ces considérations qu'a été menée, dans une zone de colline sèche de l'Italie du centre, une enquête sur les données météorologiques de dix ans (1968-73, 1976-79) pour vérifier leurs relations avec les exigences physiologiques particulières du tournesol.

On a cherché, en particulier, d'examiner les effets des conditions thermiques (températures moyennes, minimales, maximales et sommes thermiques), de la pluviosité (distribution, fréquence et intensité) de la "disponibilité" hydrique (évaluée comme évapotranspiration potentielle moins précipitations Etp-P) et de l'héliophanie (heures réelles de soleil enregistrées) sur les rendements productifs et sur les

---

\* Institut Expériment pour les Cultures Industrielle de Bologne, Italia.

étapes les plus caractéristiques du cycle végétatif de l'oléifère (époque: de semis, d'apparition du bouton floral, de floraison et de formation et grossissement de la "oraine").

## MATERIAUX ET METHODES

Les valeurs moyennes climatiques (températures, amplitude, précipitations (P), héliophanie, évapotranspiration potentielle (ETP) et "disponibilité" hydrique (ETP-P), relatives à la période Mars-Septembre de la décennie 1968-73, 1967-79, ont été représentées graphiquement.

Les températures moyennes journalières, après soustraction du "Zéro de végétation" qui pour le tournesol correspondrait selon quelques auteurs à 8° C (Giardini L., 1974), ont été employées pour calculer les unités ou les sommes thermiques accumulées durant le cycle végétatif de la composée.

Pour la période Mars-Septembre de chaque année, on a calculé par décade l'évapotranspiration potentielle (Etp) (qui représente la quantité d'eau dispersée dans l'atmosphère par suite des conditions climatiques prédominantes) avec la formule de Turc, et, des valeurs ainsi calculées, on a obtenu celles mensuelles.

L'emploi de la méthode de Turc, pour calculer l'ETP, semble être assez croyable pour le milieu de l'Italie du centre et méridionale si on s'en tient à ce que quelques chercheurs ont dit (Baltadori, 1967; Nicastro, 1964 et De Caro, 1975) et elle correspond à l'expression suivante:  $Etp \text{ mm/décade} = x \cdot t / (t - 15)$  (Ig 50) où: x 0,10; 0,12; 0,13, 0,14, lorsque les décades sont respectivement constituées de huit, neuf, dix et onze jours; t température moyenne relevée en °C; Ig lga (0,18 0,62 h/l); lga exprime, en petites calories par cm<sup>2</sup> et par jour, la radiation solaire théorique, obtenu par les tableau fournis par Turc, calculée pour Osimo (lat. Nord 43° 29') et h/H représente l'insolation relative, obtenue en divisant les heures d'insolation réelle (h) par la durée astronomique du jour (H).

Les rendements unitaires annuels, en grains et en huile, du tournesol, standardisés à 10% d'humidité, relatifs à la décennie considérée, ont été obtenus avec la cultivar 'Vniimk 8931' qui, par une sélection massale, a été inscrite en 1973, dans le Registre National des Variétés sous le nom de 'Uniflor 70'.

Pour chaque année de la période examinée, on a considéré les périodes de semis, de floraison et de maturation agronomique. De façon distincte, pour les sous-périodes semis-floraison et floraison-

maturation agronomique on a calculé les heures d'insolation enregistrée et les unités thermiques accumulées.

Le terrain, où a été cultivée pour la décennie considérée la variété examinée, a une composition surtout argileuse, calcaire et une réaction à tendance sub-alcaline.

L'apport d'éléments fertilisants, a été exécuté, pour chaque année, avec 100-120 kg/ha de N et 100-120 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Le semis a été réalisé en place à une densité de 4-5 plantes par  $m^2$ . Les valeurs relatives à la "disponibilité" hydrique (Etp-P), d'une manière distincte par décades et par mois et en diverses combinaisons entre elles, ont constitué les variables indépendantes d'une série de régressions multiples dans lesquelles les rendements unitaires du tournesol ont assumé la fonction de variable dépendante.

Néanmoins, dans quelques équations des régressions étudiées, ont également été assumés, comme variables dépendantes, d'autres paramètres comme, par exemple, la longueur du cycle végétatif et la période de semis.

D'une manière analogue, entre les variables indépendantes auprès des valeurs (Etp-P) ont été également incluses d'autres grandeurs comme les sommes thermiques, l'héliophanie, etc.

Dans cet exposé, on a seulement rapporté les régressions qui à l'analyse de la variance ont eu un résultat statistiquement significatif. Toutefois, sur la liste du tableau il y a, aussi, pour l'importance de l'information eue, l'équation 21 que l'analyse statistique a relevé à la limite de la significativité.

## DISCUSSION DES RESULTATS

Le cours moyen, relevé pour chaque décade, des conditions thermiques, dans la décennie examinée, (fig. 1) a fait noter une température moyenne d'environ  $11^{\circ}C$  coïncidant avec la période moyenne de semis qui a été le 16 avril. Cette moyenne valeur thermique observée, résulte supérieure à celle qui est normalement admise ( $8-10^{\circ}C$ ) pour obtenir dans les champs des naissances régulières et uniformes (Bonciarelli, 1973). Toutefois, celle-ci est inférieure par rapport à la situation thermique considérée optimale ( $15^{\circ}C$ ) pour les exigences de la germination (Shcherbakova, 1976).

La situation thermique, vérifiée durant la période moyenne de floraison, qui pour la cultivar examinée a été le 7 juillet (tab. 1), s'est révélée supérieure à la valeur de  $18-20^{\circ}C$  considérée optimale (Benvenuti et autres, 1978).

D'une manière analogue, les phases successives de l'anthèse, c'est-à-dire la formation de la graine, la synthèse de l'huile et le remplissage des graines, se sont réalisées dans des conditions d'excès thermique par rapport aux 18-22°C retenues optimales (Vranceanu, 1974).

Pour les sommes thermiques, accumulées durant le cycle végétatif du tournesol (tab. 1), on a relevé une valeur moyenne de 1700°C environ qui est légèrement supérieure aux 1600-2800°C, valeur minimum considérée nécessaire pour le développement de la composée (Vranceanu, 1974).

La majeure accumulation d'unités thermiques a été obtenue durant la sous période floraison-maturation agronomique.

Le cours de l'insolation enregistrée (fig. 1) a été, en moyenne, de presque six heures par rapport à la date moyenne de semis. Le nombre majeur d'heures d'héliophanie (valeur moyenne aux alentours de 10) a été vérifié durant la première, la deuxième et la troisième décade de juillet; au contraire, en août la durée d'illumination est descendue progressivement s'ajustant, en moyenne, au-dessus de six heures durant la dernière décade.

Les heures d'insolation cumulées, dans la période du cycle de culture, ont atteint la valeur de 1300 avec des grandeurs majeures dans la sous-période semis-floraison (tab. 1).

Dans la moyenne de la décennie considérée, la sous-période semis-anthèse a eu une majeure durée par rapport à celle de floraison-maturation agronomique et le cycle végétatif s'est réalisé après 150 jours.

Le cours de la pluviosité (fig. 2), pour la décennie considérée, a fait relever des minimum durant le mois de mai où en moyenne 40 mm environ de pluie sont tombés.

Successivement, on a observé des valeurs croissantes et le mois d'août, avec environ 80 mm de pluie, a été le mois le plus pluvieux qu'a également fait enregistrer la décade avec des précipitations plus abondantes (la troisième avec 45 mm environ). La première décade de juillet, ou normalement la cultivar considérée a fleuri, a fait relever en moyenne une pluviosité d'environ 25 mm qui se sont révélés supérieurs à ceux enregistrés durant les deux décades successives.

Le cours moyen de l'évapotranspiration potentielle, Etp, (fig. 2), a mis en évidence un cours croissant avec un maximum au cours de la troisième décade de juillet (52 mm environ) qui a été caractérisée aussi par une différence positive de Etp-P équivalent à 32 mm environ. Toutefois, la "carence" hydrique la plus accentuée a été

vérifiée durant la deuxième décade de juillet avec 38 mm environ.

En outre, on a relevé sur le terrain une "disponibilité" hydrique croissante à partir de la deuxième décade d'août pour les deux effets de la diminution de l'évapotranspiration et de la pluviosité croissante, de sorte qu'on atteint 5 mm environ d'eau utilisable durant la dernière décade.

La production moyenne en grains de la période considérée (tab. 1) a été de plus de 26 a/ha avec un rendement en huile de 42% environ.

L'analyse des équations de régression multiple (tab. 2) a permis d'obtenir quelques informations d'un certain intérêt pratique.

En particulier, en examinant l'équation 1 on peut vérifier que comme conséquence de semis anticipés, par rapport à la date moyenne observée (16 avril), on a anticipation de la floraison et augmentation des heures d'insolation et des sommes thermiques cumulées dans la sous-période semis-anthèse. Semis anticipé, précipitations plus abondantes durant le juillet (par rapport à la moyenne enregistrée durant la décennie), nombre majeur d'heures d'insolation et valeurs d'unités thermiques accumulées plus élevées (pendant tout le cycle biologique) produisent des effets de prolongement dans la période végétative de la culture. En particulier, parmi les facteurs considérés, les sommes thermiques sont celles qui influent le plus sur la détermination de majeure durée du cycle biologique en se basant sur l'examen des coefficients standardisés (équation 2).

Le prolongement du cycle biologique, la majeure "disponibilité" hydrique durant le juillet (Etp-P) et la diminution des sommes thermiques dans la sous-période floraison-maturation agronomique, peuvent déterminer des accroissements sur la production de graines (équation 3). Des effets analogues sont déterminés par les mêmes facteurs sur le rendement unitaire en huile (équation 4), avec la seule différence que dans ce dernier cas le coefficient standardisé des sommes thermiques, de la période floraison-maturation agronomique, est inférieur par rapport à celui qui est observé dans l'équation qui a considéré comme variable dépendante, la production en graines.

D'une manière limitée aux sous-périodes semis-floraison et anthèse-maturation agronomique, des accroissements majeurs, sur les rendements finaux en graines et en huile du tournesol, peuvent être obtenus en prolongeant les deux sous-périodes mais l'effet de la majeure durée de la sous-période floraison-maturation agronomique est décidément plus important au but productif par rapport à celle de la première sous-période (équation 5-6).

Par conséquent, les cultivars à cycle précoce-tardif pourraient revêtir un plus grand intérêt du fait qu'avec la anticipation de la floraison, la phase de remplissage des graines commence plus tôt, les réserves hydriques encore disponibles sur le terrain sont plus importantes et il y a moins de risques pour les plantes de subir des réductions graves de la capacité assimilatrice (Monotti, 1980).

La production en graines est influencée, de manière positive, par une plus grande accumulation de sommes thermiques durant la première sous-période végétative, semis-anthèse; néanmoins, l'effet produit par ce facteur n'est que une tendance favorable car le coefficient standardisé est très bas (équation 7).

Les accroissements d'heures d'insolation, pour la sous-période, floraison-maturation agronomique, déterminent la diminution de la production en graines et en huile (équation 8 et 9).

En outre, dans les mêmes équations, on peut apprécier le différent effet déterminé par les sommes thermiques accumulées dans la même sous-période: celles-ci agissent d'une manière positive sur les rendements en huile et d'une manière négative sur ceux en graines.

En ce qui concerne les exigences hydriques du tournesol on a relevé (équations 10 et 11) qu'une évapotranspiration potentielle élevée accompagnée de précipitations rares, comme moyenne, durant le juin, est favorable à l'augmentation des rendements unitaires en graines et en huile. En juillet et en août (même sous forme plus contenue par rapport au mois précédent) on devrait vérifier des conditions opposées: "disponibilité" hydrique adéquate, et c'est-à-dire différences négatives entre Etp-P, que l'on peut obtenir avec de basses valeurs d'évapotranspiration et d'abondantes précipitations.

La première indication de "souffrance" hydrique a été rencontrée dans la production en graines dans la première décade de juin, équation 12, 'en correspondance de la période où normalement la cultivar examinée distingue les structures florales. Durant les deux décades successives du mois et dans la troisième de mai, la situation climatique, favorable aux buts productifs, du tournesol, devrait être celle caractérisée par de rares précipitations et par des valeurs d'évapotranspiration potentielle plus élevées (équation 13, 14, 15, 16 et 17).

La plus grande incidence du "déficit" hydrique a été relevée en juillet qui semble être le mois le plus important pour conditionner les rendements du tournesol.

En particulier, on note (équations 18 et 19 que des états de "carence" hydrique, qui se vérifient dans la deuxième décade du

mois, influent négativement sur les productions de façon plus accentuée par rapport à la première et à la troisième décade considérées dans leur ensemble: cela parce que la plante, dans le lieu considéré, se trouve en pleine phase de formation de la graine et d'accumulation d'huile.

D'autres états de "carence" hydrique ont été également relevés, d'une manière limitée aux rendements en graines seulement, dans la troisième et dans la première décade de juillet (équation 20 et 21).

Dans ce dernier cas la situation de "souffrance" hydrique a été relevée à la limite de la signification vu que l' $F$  calculé est à 3,57 contre celui tabulaire qui est égal à 3,63.

Durant le août on a observé une "insuffisance" hydrique dans la deuxième décade seulement où la plante est en pleine activité métabolique et nécessite des quantités d'eau considérables pour accomplir la phase de "remplissage" des graines. Les deux autres décades devraient être, au contraire, caractérisées par de rares précipitations et par de hautes valeurs de l'évapotranspiration (équations 22-23-24 et 25).

## CONCLUSIONS

Les conditions climatiques vérifiées dans la décennie, (1968-'73, 1976-'79) sur le miliey examiné, n'ont pas été complètement favorables aux exigences physiologiques du tournesol. En particulier, la température moyenne observée en correspondance de la période de semis ( $11^{\circ}\text{C}$ ) a été inférieure par rapport à la valeur retenue optimale pour la germination de la graine dans le champs ( $15^{\circ}\text{C}$ ). La situation thermique aussi, eue au moment de la floraison et dans les phases successives de formation et de remplissage desgraines a été excessive par rapport aux indices considérés optimaux ( $18-22^{\circ}\text{C}$ ). Les heures d'insolation et les unités de chaleur accumulées, en moyenne, durant le cycle végétatif du tournesol ont atteint respectivement la valeur de 1300 h et  $1700^{\circ}\text{C}$ .

En ce qui concerne la distribution de pluies on a relevé que le mois d'août résulte comme étant le plus pluvieux et que dans la première décade de juillet, période où normalement la cultivar considérée se trouve en anthèse, 25 mm environ de pluie sont tombés et que dans les deux décades successives les valeurs enregistrées se sont révélées inférieures. L'évapotranspiration potentielle (Etp) a atteint des indices plus élevés dans la troisième décade de juillet, toutefois l'"insuffisance" hydrique la plus accentuée a été notée dans

la deuxième décade du même mois avec une différence positive entre évapotranspiration potentielle et précipitation (Etp-P) égale à 38 mm environ.

Des conditions de "disponibilité" hydrique meilleures ont été relevées à partir de la deuxième décade d'août pour les effets unis de diminution de l'évapotranspiration et de précipitations plus abondantes. Le cycle biologique de la variété considérée a eu en moyenne une durée de 150 jours environ du semis à la maturation agronomique.

L'étude des équations de régression multiple a permis de relever qu'il est possible d'anticiper la période de floraison par l'intermédiaire de semis précoces, qui déterminent aussi des effets de prolongement dans le cycle de culture, déterminés aussi par plus abondantes précipitations dans juillet.

Les rendements unitaires du tournesol engraines et en huile, sont favorablement influencés par une plus grande durée du cycle biologique, par une "disponibilité" hydrique plus élevée durant le juillet et par de plus basses valeurs d'unités de chaleur accumulées dans la sous-période floraison-maturation agronomique. Néanmoins, les sommes thermiques agissent négativement et d'une manière plus marquée sur la production unitaire engraines, plutôt que sur celle en huile.

Les rendements finaux dans le tournesol résultent améliorés en prolongeant les deux sous-périodes végétatives: semis-floraison et anthèse-maturation agronomique, mais les effets sont décidément plus favorable avec une plus grande durée de la seconde, le plus grand nombre d'heures d'insolation accumulées dans la sous-période floraison-maturation agronomique, par rapport aux valeurs moyennes observées, agissent négativement sur les rendements finaux en graines du tournesol.

Dans le milieu examiné la cultivar aurait des exigences hydriques particulières non seulement en juillet mais aussi en août, alors qu'au contraire le juin devrait être caractérisé par de rares précipitations et par de hautes valeurs d'évapotranspiration potentielle, c'est-à-dire par une situation climatique chaude et sèche. Toutefois, la enquête, effectuée au niveau des décades, a fait noter la première situation de "souffrance" hydrique dans la première décade de juin en correspondance avec la phase de différenciation de la structure florale.

Des trois décades de juillet l'état de "déficit" hydrique, que l'on rencontre dans la deuxième, produit des effets négatifs plus importants sur les rendements finaux du tournesol par rapport à ceux qui sont causés par les états de carence rencontrés dans les deux autres décades.



Cela, parce que la plante, dans le lieu considéré, est cueillie en pleine phase de formation de la graine. La situation de "carence" hydrique de la troisième décade de Juillet a seulement des réflexes négatifs sur la production en graines et celle que l'on observe dans la première décade a été relevée par l'analyse statistique à la limite de la signification.

La dernière situation d'"insuffisance" hydrique a été trouvée dans la deuxième décade d'août en correspondance avec la phase de remplissage de la graine.

## BIBLIOGRAPHIE

- GIARDINI, L. (1974). *Agronomia Generale*. Istituto di Agronomia e Colture erbacee dell'Università di Padova, pag. 441, tab. 48.
- BONCIARELLI, F. (1973). *Cultivazioni erbacee*. Appunti dalle lezioni dell'Istituto di Agronomia generale e Colture erbacee dell'Università di Perugia, pag. 243.
- SCHIRBAKOVA, L. M. (1976). C. R. 7 Înt. Sunf. Conf. Abs., prp. 82.
- BENVENUTI, A.; PAOLINI, R. e VANNOZZI, G. P. (1978). Analisi delle esigenze del girasole ai fini di una più rispondente tecnica di coltivazione. Conv. aspetti genetici, agronomici e patologici del girasole e sulle caratteristiche industriali, alimentari e commerciali del prodotto, Pisa, dicembre 1978.
- MONOTTI, M. (1980). Girasole: ambiente di coltivazione e scelta varietal. *L'Informatore Agrario*, 17, 10352-10357.
- VRANCEANU, A. V. (1974). Floarea. Soarelui, 133 Bucuresti.

TABLEAU 2

*Equations significatives et coefficients standardisés de regressions multiples des variables considérées. (Unités de mesure des variables: époque de semis et floraison, durée du cycle et des sous-période biologiques - (d); insolation - (h); sommes thermiques - (°C); évapotranspiration potentielle (Etp-P) - (mm); production en graines et en huile - (g/ha).*

N°	Variable dépendante	Variables indépendantes	Equations multiples et coefficients standardisés
1	époque de semis (y)	époque flor. (x <sub>1</sub> ), insol. semis-flor. (x <sub>2</sub> et Σ therm. semis-flor. (x <sub>3</sub> )	$y = 95,95 + 1,40x_1 - 0,11x_2 - 0,03x_3$ $b'x_1 = 0,85 \quad b'x_2 = -0,57 \quad b'x_3 = -0,18$
2	durée du cycle (y)	époque semis (x <sub>1</sub> ), insol. tot. (x <sub>2</sub> ), Σ therm. tot. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P)	$y = 6,69 - 0,50x_1 + 0,01x_2 + 0,09x_3 - 0,14x_4$
		juillet (x <sub>4</sub> )	$b'x_1 = -0,47 \quad b'x_2 = 0,11 \quad b'x_3 = 0,65$ $b'x_4 = -0,29$
3	rendement graines (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>3</sub> )	$y = 7,13 + 0,43x_1 - 0,04x_2 - 0,12x_3$ $b'x_1 = 0,77 \quad b'x_2 = 0,62 \quad b'x_3 = -0,45$
4	rendement huile (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>3</sub> )	$y = -0,87 + 0,26x_1 - 0,01x_2 - 0,06x_3$ $b'x_1 = 0,73 \quad b'x_2 = -0,47 \quad b'x_3 = -0,45$
5	rendement graines (y)	durée semis-flor. (x <sub>1</sub> ) et flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>4</sub> )	$y = 7,10 + 0,39x_1 + 0,90x_2 - 0,07x_3 - 0,09x_4$ $b'x_1 = 0,49 \quad b'x_2 = 1,21 \quad b'x_3 = -1,16$ $b'x_4 = -0,32$
6	rendement huile (y)	durée semis-flor. (x <sub>1</sub> ) et flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>4</sub> )	$y = -0,88 + 0,18x_1 + 0,48x_2 - 0,04x_3 - 0,04x_4$ $b'x_1 = 0,45 \quad b'x_2 = 1,3 \quad b'x_3 = -1,13$ $b'x_4 = -0,29$
7	rendement graines (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ) Σ therm. semis-flor. (x <sub>2</sub> ) et flor.-matur. agron. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>4</sub> )	$y = 3,46 + 0,41x_1 + 0,01x_2 - 0,04x_3 - 0,13x_4$ $b'x_1 = 0,73 \quad b'x_2 = 0,07 \quad b'x_3 = -0,56$ $b'x_4 = -0,49$
8	rendement graines (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ), insol. flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>4</sub> )	$y = 12,00 + 0,40x_1 - 0,06x_2 - 0,00x_3 - 0,10x_4$ $b'x_1 = 0,71 \quad b'x_2 = -0,57 \quad b'x_3 = -0,05$ $b'x_4 = -0,38$
9	rendement huile (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ), insol. flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ), Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>3</sub> ) et (Etp-P) juillet (x <sub>4</sub> )	$y = 2,44 + 0,18x_1 - 0,04x_2 + 0,01x_3 - 0,05x_4$ $b'x_1 = 0,65 \quad b'x_2 = -0,79 \quad b'x_3 = 0,31$ $b'x_4 = 0,35$
10	rendement graines (y)	durée cycle biol. (x <sub>1</sub> ) Σ therm. flor.-matur. agron. (x <sub>2</sub> ) et	$y = 18,78 + 0,45x_1 - 0,06x_2 + 0,13x_3 - 0,11x_4 - 0,02x_5$

(Etp-P)

juin ( $x_1$ ), juillet ( $x_4$ ) et août ( $x_5$ )  $b'x_1=0,80$   $b'x_2=-1,01$   $b'x_3=0,56$   
 $b'x_4=-0,42$   $b'x_5=-0,21$

- 11 rendement huile (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = 5,32 + 0,21x_1 - 0,03x_2 + 0,07x_3 -$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ) et  $-0,04x_4 - 0,02 x_5$   
juin( $x_1$ ), juillet ( $x_4$ ) et août ( $x_5$ )  $b'x_1=0,75$   $b'x_2=-0,91$   $b'x_3=0,60$   
 $b'x_4=0,33$   $b'x_5=-0,34$
- 12 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = -3,23 + 0,49x_1 - 0,04x_2 - 0,08x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $-0,05x_4$   
juillet( $x_3$ ) et (Etp-P) 1 déc.  $b'x_1=0,88$   $b'x_2=-0,65$   $b'x_3=-0,31$   
juin( $x_4$ )  $b'x_4=-0,17$
- 13 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ )  $\Sigma$  therm.  $y = 11,83 + 0,74x_1 - 0,08x_2 - 0,25x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $+0,01 x_4$   
juillet ( $x_3$ ) et (Etp-P) 2 déc.  $b'x_1 = 1,21$   $b'x_2=-1,30$   $b'x_3=-$   
juin ( $x_4$ )  $-0,92$   $b'x_4=0,02$
- 14 rendement huile (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = -1,64 + 0,23x_1 - 0,02x_2 - 0,04x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $+0,04x_4$   
juillet ( $x_3$ ) et (Etp-P) 2 déc.  $b'x_1 = 0,84$   $b'x_2=0,69$   $b'x_3=-0,33$   
juin ( $x_4$ )  $b'x_4=0,31$
- 15 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = -4,07 + 0,50x_1 - 0,04x_2 - 0,11x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $+0,14x_4$   
juillet ( $x_3$ ) et (Etp-P) 3 déc.  $b'x_1=0,89$   $b'x_2=-0,70$   $b'x_3=-0,41$   
juin ( $x_4$ )  $b'x_4=0,37$
- 16 rendement huile (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = -6,22 + 0,23x_1 - 0,02x_2 -$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $-0,05x_3 + 0,07x_4$   
juillet( $x_3$ ) et (Etp-P) 3 déc.  $b'x_1=0,85$   $b'x_2=-0,55$   
juin ( $x_4$ )  $b'x_3=-0,41$   $b'x_4=0,36$
- 17 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = 6,02 + 0,41x_1 - 0,04x_2 - 0,11x_3 +$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $+0,03 x_4$   
juillet ( $x_3$ ) et (Etp-P) 3 déc.  $b'x_1=0,73$   $b'x_2=-0,58$   
mai ( $x_4$ )  $b'x_3=-0,39$   $b'x_4=0,10$
- 18 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = 20,56 + 0,36x_1 - 0,04x_2 - 0,23x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $-0,12 x_4$   
2 déc. ( $x_3$ ) et 1 plus 3 déc.  $b'x_1=0,65$   $b'x_2=-0,59$   $b'x_3=-0,58$   
( $x_4$ ) juillet  $b'x_4)=-0,51$
- 19 rendement huile (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = 5,78 + 0,17x_1 - 0,01x_2 - 0,11x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $-0,06 x_4$   
2 déc. ( $x_3$ ) et 1 plus 3 déc.  $b'x_1=0,61$   $b'x_2=-0,45$   
( $x_4$ ) juillet  $b'x_3=-0,58$   $b'x_4=-0,51$
- 20 rendement graines (y) durée cycle biol. ( $x_1$ ),  $\Sigma$  therm.  $y = 2,98 + 0,44x_1 - 0,03x_2 - 0,09x_3$   
flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P)  $-0,17 x_4$   
3 déc. ( $x_3$ ) et 1 plus 2 déc.  $b'x_1 = 0,78$   $b'x_2=-0,53$   
 $b'x_3=-0,37$   $b'x_4=-0,54$

21 rendement graines (y)	durée cycle biol. ( $x_1$ ), $\Sigma$ therm. flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P) 1 déc. ( $x_3$ ) et 2 plus 3 déc. ( $x_4$ ) juillet	$y = 7,95 + 0,43x_1 - 0,04x_2 - 0,12x_3 - 0,13x_4$ $b'x_1 = 0,76 \quad b'x_2 = 0,62 \quad b'x_3 = -0,36 \quad b'x_4 = -0,51$
22 rendement graines (y)	durée cycle biol. ( $x_1$ ), $\Sigma$ therm. flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P) juillet ( $x_3$ ) (Etp-P) 1 ( $x_4$ ) et 2 ( $x_5$ ) déc. août.	$y = -11,26 + 0,5x_1 - 0,04x_2 - 0,07x_3 + 0,06x_4 - 0,03x_5$ $b'x_1 = 0,83 \quad b'x_2 = -0,47 \quad b'x_3 = -0,19 \quad b'x_4 = 0,21 \quad b'x_5 = -0,53$
24 rendement graines (y)	durée cycle biol. ( $x_1$ ), $\Sigma$ therm. flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P) juillet ( $x_3$ ) et (Etp-P) 3 déc. ( $x_4$ ) août	$y = 6,83 + 0,39x_1 - 0,03x_2 - 0,17x_3 + 0,08x_4$ $b'x_1 = 0,69 \quad b'x_2 = -0,43 \quad b'x_3 = -0,61 \quad b'x_4 = 0,46$
25 rendement huile (y)	durée cycle biol. ( $x_1$ ), $\Sigma$ therm. flor.-matur. agron. ( $x_2$ ), (Etp-P) juillet ( $x_3$ ) (Etp-P) 3 déc. ( $x_4$ ) août	$y = -1,01 + 0,18x_1 - 0,01x_2 - 0,08x_3 + 0,05x_4$ $b'x_1 = 0,64 \quad b'x_2 = -0,26 \quad b'x_3 = -0,63 \quad b'x_4 = 0,52$

---

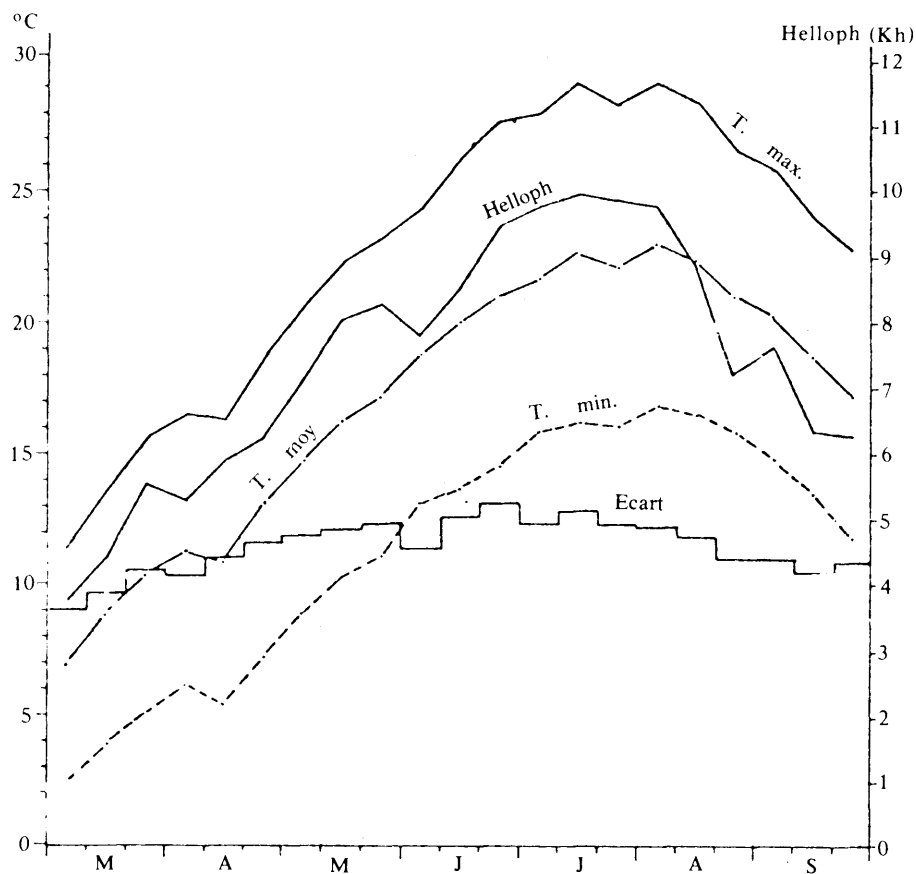


Fig. 1.— Evolution moyenne décennale des températures, de leurs écarts et de l'héliophanie durant le période mars-septembre de la decennie 1968-'73, 1976-'79. - Osimo (AN).

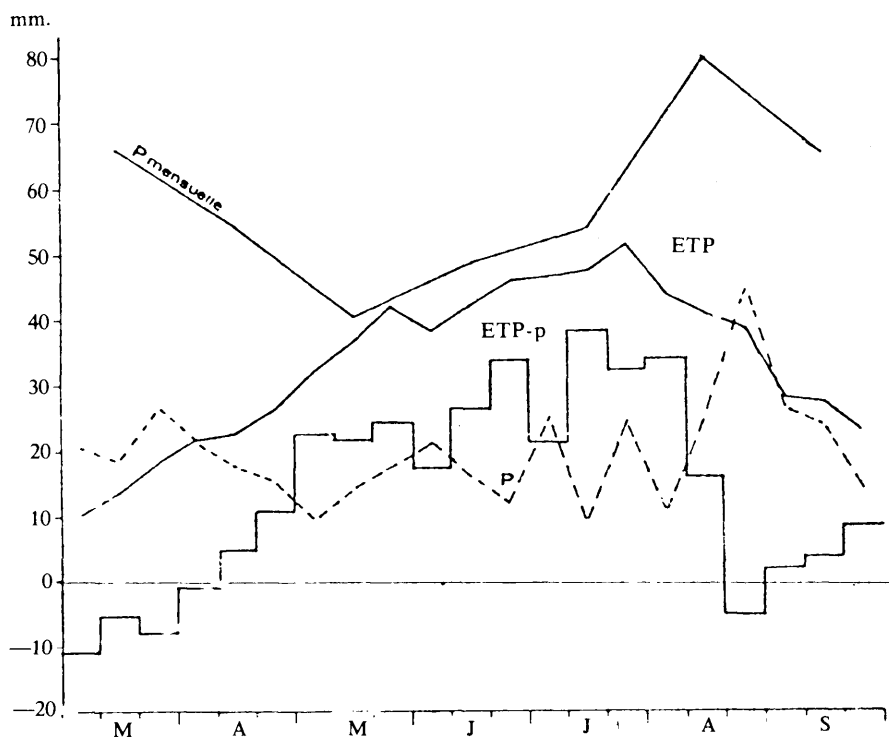


Fig. 2.— Evolution moyenne décennale de l'évapotranspiration potentielle (Etp) selon Turc, des précipitations (P) et de leurs différences (Etp-p) durant la période mars-septembre de la décennie 1968-'73, 1976-'79. - Osimo (AN).