

Durée des phases végétative et reproductrice chez le maïs. Influence du génotype et du milieu

Jean-Benoît Duburcq, Raymond Bonhomme, Maurice Derieux

▶ **To cite this version:**

Jean-Benoît Duburcq, Raymond Bonhomme, Maurice Derieux. Durée des phases végétative et reproductrice chez le maïs. Influence du génotype et du milieu. Agronomie, 1983, 3 (10), pp.941-946. hal-00884463

HAL Id: hal-00884463
https://hal.science/hal-00884463

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Agronomie, 1983, **3** (10), 941-946.

Durée des phases végétative et reproductrice chez le maïs. Influence du génotype et du milieu

Jean-Benoît DUBURCQ, Raymond BONHOMME (*) & Maurice DERIEUX

I.N.R.A., Laboratoire de Génétique et d'Amélioration des Plantes
(*) Laboratoire de Bioclimatologie, Estrées-Mons, F 80200 Péronne

RÉSUMÉ

La durée des phases de développement du maïs (semis-levée-initiation mâle-initiation femelle-floraison femelle) a été mesurée chez 6 hybrides génétiquement très différents (précocité, type physiologique) cultivés dans des conditions différentes : 3 années, semis décalés, sol couvert ou non de mulch plastique.
La vitesse de développement jusqu'à l'initiation mâle est liée davantage à la température « sol » qu'à la température « air ». Par contre, la vitesse de développement durant la phase initiation femelle-floraison est très bien corrélée à la température moyenne de l'air au cours de cette phase. Les différences concernant l'action des températures selon les génotypes et les phases ne sont pas significatives. L'effet de la précocité du génotype est très marqué sur la phase levée-initiation mâle. Le classement de précocité est établi dès ce stade. Cet effet existe aussi, mais avec une importance moindre, sur la phase initiation femelle-floraison.

Mots clés additionnels : *Température, dates de semis, mulch plastique.*

SUMMARY

Duration of the vegetative and reproductive periods in maize. Genotypic and environmental effects.

The duration of development stages in maize (sowing-emergence-male initiation-female initiation-silking) has been observed on 6 genetically different hybrids (earliness, physiological type) growing in different conditions in the same place (3 years, many dates of sowing, soil with or without plastic mulch).
' Soil ' temperature was more representative than ' air temperature ' to explain development during the vegetative period (until male initiation). Some differences were observed between stages and hybrids for the action of soil and air temperature but none were significant. The genotypic effect (earliness) was very important for the period from emergence to male initiation, the earliness scale being obtained as early as this stage. The genotypic effect of earliness was also apparent but to a lesser extent, during the period from female initiation to silking.

Additional key words : *Temperature, dates of sowing, plastic mulch.*

I. INTRODUCTION

Le cycle du maïs est constitué d'une succession de phases pendant lesquelles la plante a des activités très différentes. En particulier, l'initiation mâle (virage de l'apex) marque la fin de la différenciation des feuilles (fin de la période végétative) ; puis des bourgeons axillaires vont donner naissance à des ébauches d'épis dont les ovules se développent jusqu'à la floraison femelle. La réalisation successive de ces stades définit donc le cadre dans lequel s'exerce le développement de la plante.

Or, si de très nombreux travaux ont été consacrés à l'estimation de la date de floraison, en fonction de la température en particulier (cf. les bibliographies des articles de COELHO, 1978, ou de DERIEUX & BONHOMME, 1982), bien peu prennent en compte les importantes phases intermédiaires de différenciation des organes reproducteurs.

Nous nous proposons donc d'étudier ici la durée des différentes phases du maïs jusqu'à la floraison (semis-levée-initiation mâle-initiation femelle-floraison) et de comparer le comportement de plusieurs hybrides en fonction des variations du milieu et en particulier de la température.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Milieux

Les essais ont été réalisés en un seul lieu : Péronne (latitude 50 °N, longitude 3 °E, altitude 85 m) en 1978, 1979 et 1980. Chaque année les conditions de milieu ont été modifiées grâce à des semis décalés et/ou à l'utilisation d'un mulch plastique (en 1979 et 1980).

1. *Mulch plastique*

Le semis est fait à travers un film plastique transparent de 60 µ d'épaisseur et de 35 cm de largeur sur la ligne, qui reste en place toute la saison. Ce film plastique provoque un « effet de serre » en augmentant la température du sol (tabl. 1) et y maintient une humidité élevée dans les couches superficielles du sol.

TABLEAU 1

Comparaison des températures : air, sol sous plastique, sol sans végétation (1980) ; température moyenne journalière $(T_X + T_N)/2$.

Comparison of temperatures : air, soil with plastic mulch, soil, without vegetation (1980) ; mean daily temperature $(T_X + T_N)/2$.

	Air	Sol sous plastique	Sol nu
10-30 avril	8,44	11,26	9,31
mai	11,37	15,20	13,06
juin	14,05	18,47	16,28
juillet	14,56	17,92	15,81
août	17,68	22,06	20,81

2. *Dates de semis*

1978 : 8 mai, 1er juin, 4 juillet, 4 août, 1er septembre,
1979 : 10 avril, 23 avril, 2 mai, 14 mai, 1er juin, 25 juin, 18 juillet,
1980 : 9 avril, 6 mai, 4 juin.

B. Génotypes

1) F7 × F2 : Hybride simple précoce à grain corné constitué de 2 lignées issues de la population « Lacaune ». Ces lignées (ou l'une d'elles), utilisées dans la plupart des hybrides précoces cultivés en Europe, ont amélioré la tolérance aux températures basses du printemps.

2) WH × WJ : Hybride simple précoce à grain denté, d'origine américaine, assez sensible aux températures basses du printemps.

3) W629A × F2 (BIP) : Hybride simple corné-denté représentatif des variétés cultivées dans le Bassin parisien.

4) LG11 : Hybride 3 voies corné-denté ; c'est l'un des plus cultivés en Europe ; il possède une bonne tolérance aux températures basses et aux conditions difficiles (régions limites, peuplements élevés).

5) W64A × F546 (I.N.R.A. 508) : Hybride simple tardif typique du Sud-Ouest de la France.

6) B73 × Mo17 : Hybride simple, typique du Corn-Belt américain, trop tardif pour être cultivé pour le grain en France.

La précocité relative de ces hybrides à la floraison est donnée dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Dates de floraison observées pour un semis de début mai en conditions normales (dates de floraison pour F7 × F2 et écarts en jours par rapport à celle-ci).

Silking dates for sowing in early May under normal conditions (silking time for F7 × F2 and days after this time).

	1978	1979	1980	Moyenne
F7 × F2	0 = 12/8	0 = 31/7	0 = 2/8	0
LG 11	+ 1	+ 2	+ 1	+ 1
BIP	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2
WH × WJ	+ 3	+ 6	+ 6	+ 5
I.N.R.A. 508	+ 16	+ 20	+ 17	+ 18
B73 × Mo17	+ 30	+ 36	+ 28	+ 31

C. Dispositif

La parcelle élémentaire, pour un génotype, une nature de sol et une date de semis, est constituée de 6 lignes de 5 m. Pour limiter la compétition entre plantes de taille différente, 2 séries de parcelles contiguës (séparées par 2 lignes de bordure) regroupent les hybrides précoces ou tardifs. De même, pour des raisons pratiques, les traitements « plastique » et « dates de semis » ne sont pas répartis au hasard mais regroupés en bandes sur le terrain.

D. Conditions de culture

Précédent : blé.
Fertilisation : Azote : 40 unités sur les pailles en automne,
130 unités au semis.
Acide phosphorique : environ 150 unités.
Potasse : environ 150 unités.
Labour en décembre-janvier.
Désherbage : atrazine (1,5 kg de matière active/ha).
Densité de peuplement : 80 000 plantes/ha. I.N.R.A. 508 et B73 × Mo17 ont été cultivés à 70 000 plantes/ha en 1978.

E. Températures

La température moyenne journalière utilisée est $t = 0,5 (t_X + t_N)$ où t_X et t_N sont respectivement les températures journalières maximale et minimale.

La température de l'air est mesurée à 2 m sous abri, la température du sol à − 10 cm, en sol nu ou couvert de plastique, mais dans tous les cas sans végétation.

F. Observations

La levée a été notée globalement en 1978 et 1979 quand on a considéré que 50 p. 100 des coléoptiles étaient visibles ; par contre, en 1980, on a compté quotidiennement le nombre de plantules visibles sur l'ensemble de l'essai.

L'initiation mâle et l'initiation femelle du bourgeon apical et du 1er bourgeon axillaire correspondent aux stades de transition (ou stade B) des échelles de développement (BONNETT, 1953 ; GAY & MENETRIER, 1977). Pour ces observations destructrices, on a observé, suivant les essais, 10 plantes dans une répétition, ou 4 plantes dans chacune des 3 répétitions, avec des prélèvements tous les 2 ou 3 jours. Le stade est considéré comme réalisé quand 50 p. 100 des plantes ont atteint ce stade.

La floraison femelle est considérée comme atteinte dès que des soies sont visibles sur 50 p. 100 de l'ensemble des plantes de la variété et du traitement considérés.

La comparaison des durées de phase entre génotypes, basée sur les sommes de température, ne peut se faire que sur des données homogènes. Nous avons choisi la série la

plus représentative sur l'ensemble « semis-floraison », qui est aussi le plus proche de la pratique : semis en terrain nu, température air. On travaille alors sur 15 combinaisons année × date de semis × nature du sol.

Le nombre d'observations est variable suivant les génotypes et les stades pour plusieurs raisons :

— en semis tardifs, seuls les génotypes précoces atteignent la floraison,

— le semis du 25 juin 1979 a subi une attaque de pucerons et a été éliminé en cours de végétation,

— quelques observations n'ont pas pu être réalisées correctement (stade dépassé lors de l'intervention),

ce nombre sera donc précisé pour chaque résultat. Par contre, les calculs statistiques ne portent que sur les essais communs, avec une valeur moyenne par traitement pour les corrélations et 3 répétitions par traitement pour les analyses de variance.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. Site d'action de la température

Il est possible de caractériser l'intensité de la liaison entre durée d'une phase et température par le coefficient de corrélation entre la vitesse de développement (inverse de la durée) et la température moyenne de la période considérée.

Le tableau 3 donne la valeur des coefficients de corrélation pour les différents stades en utilisant les températures de l'air ou du sol. Il apparaît que la température du sol est une variable plus pertinente pour les premiers stades (semis, levée, initiation mâle) alors que la température air intervient surtout pour la période initiation femelle-floraison. Cela confirme donc les mesures de certains auteurs (DUNCAN *et al.*, 1973) qui ont montré que la température de l'apex est, au moins jusqu'à l'initiation mâle, plus proche de la température du sol que de celle de l'air.

Il faut insister sur les très fortes corrélations qui existent entre la température du sol et la vitesse de développement au cours de la phase semis-levée ainsi que celles qui sont obtenues entre la température de l'air et la vitesse de développement au cours de la phase initiation femelle-floraison. L'importance de la température de l'air pendant la phase semis-levée est sans doute induite par les assez fortes corrélations entre la température de l'air et celle du sol pour cette période.

B. Recherche de différences dans l'action de la température

Nous avons calculé, conformément à DURAND *et al.* (1982), s'il existe, pour les différentes phases et les différents génotypes, des températures seuils T3 variables. En effet, cette valeur T3, qui est le coefficient de régression entre les sommes de température (au-dessus de 0 °C) et la durée des différents traitements, est essentiellement une caractéristique physiologique sans doute proche du seuil de la loi d'action de la température.

La figure 1 montre les valeurs de T3 (et leur intervalle de confiance à 95 p. 100) obtenues pour les différents stades de chaque génotype. Bien que les différences soient rarement significatives, il faut cependant remarquer les seuils relativement bas de la phase semis-levée et, à l'inverse, ceux assez élevés de la période initiation mâle-initiation femelle. Dans tous les cas, les différences génotypiques restent faibles : seul l'hybride I.N.R.A. 508 semble avoir un comportement légèrement différent pour la phase de différenciation des organes floraux femelles.

C. Comparaison génotypique des durées des différentes phases

La figure 1 montre aussi les températures seuils T1, utilisables pour l'estimation des dates de réalisation de stades : ce sont les abscisses à l'origine de l'inverse de la durée du stade en fonction de la température moyenne (DURAND *et al.*, 1982). Compte tenu du grand intervalle de confiance qui leur est affecté (abscisses à l'origine des courbes représentatives de l'intervalle d'estimation à 95 p. 100), il n'y a pas de différences significatives selon les génotypes ou les phases. Aussi avons-nous choisi, pour ces comparaisons de durée, une évaluation des sommes de température avec un seuil de 6 °C (BLOC & GOUET, 1978 ; DERIEUX & BONHOMME, 1982) et des durées en jours normalisés à 16 °C (nommés par la suite « jours moyens »), obtenus en divisant la somme des températures de la période par le poids d'une journée dont la température moyenne est 16 °C.

TABLEAU 3

Coefficient de corrélation entre l'inverse de la durée de la phase et la température moyenne « air » ou « sol » de la phase (N = 12 ; 1 valeur moyenne par traitement).

Correlation coefficient between the inverse of the duration of each stage and the mean " air " or " soil " temperature of the stage (N = 12 ; one mean value for each treatment).

Variété	F7 × F2		WH × WJ		BIP		LG 11		I.N.R.A. 508	
Variable	θ air	θ sol	θ air	θ sol	θ air	θ sol	θ air	θ sol	θ air	θ sol
Phases										
Semis-levée	0,79	0,92	0,78	0,92	0,79	0,92	0,78	0,92	0,78	0,92
Levée-I.M.	0,09	0,71	0,35	0,75	0,10	0,75	0,09	0,82	0,48	0,80
I.M.-I.F.	0,46	0,74	0,18	0,73	0,51	0,64	0,34	0,66	0,88	0,80
I.F.-Floraison	0,92	0,57	0,82	0,66	0,85	0,53	0,89	0,53	0,48	0,42

I.M. : Initiation mâle (male initiation).
I.F. : Initiation femelle (female initiation).

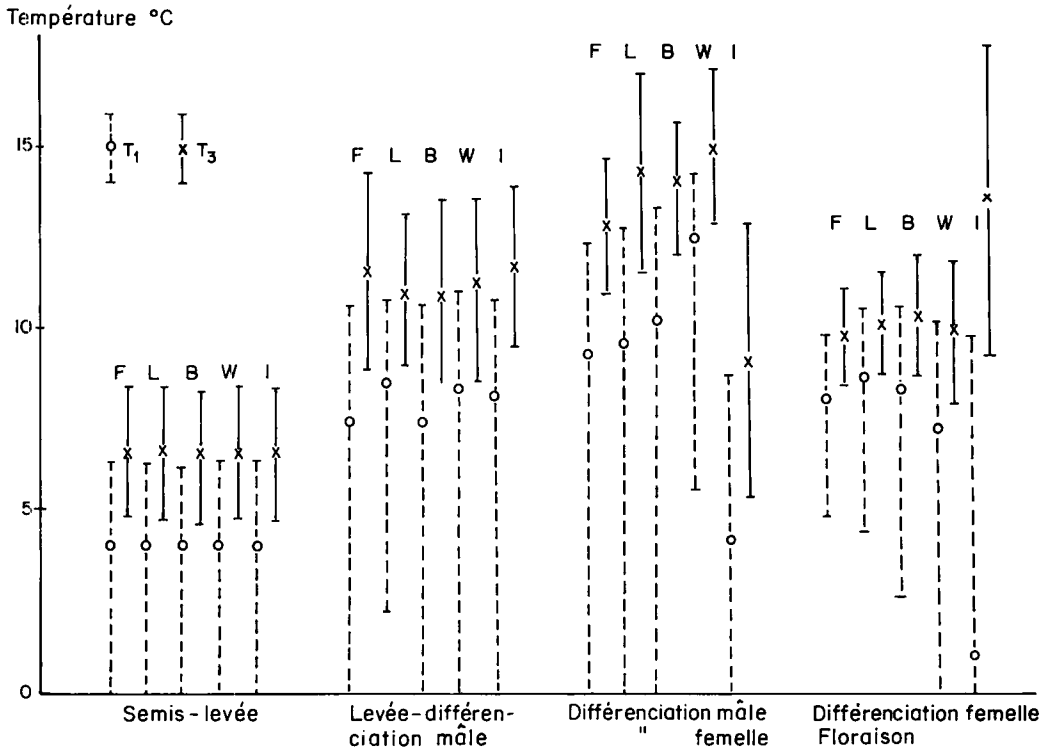


Figure 1

Seuils T1 et T3 (DURAND et al., 1982) calculés pour chaque hybride et chaque phase (avec l'intervalle de confiance ; N = 12).
T1 and T3 thresholds (DURAND et al., 1982) calculated for each stage and each hybrid (with confidence limits ; N = 12).
F = F7 × F2 ; L = LG11 ; B = BIP ; W = WH × W3 ; I = I.N.R.A. 508

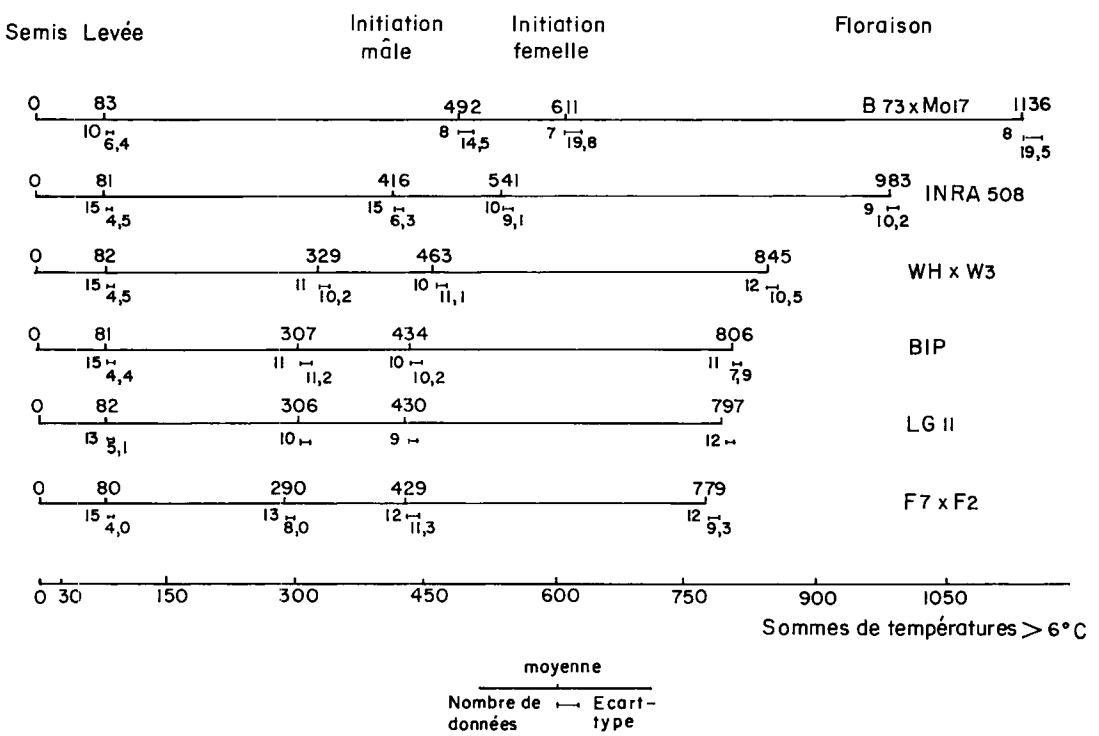


Figure 2

Sommes de température nécessaires à la réalisation des différents stades.
Heat unit requirements from sowing to each stage.

TABLEAU 4

Durée en jours moyens (à 16 °C avec un seuil de 6°) pour chaque phase de 5 hybrides dans 7 essais communs (3 répétitions par traitement). Duration in days (with a theoretical daily temperature of 16 °C and a threshold of 6 °C for heat unit computation) for each stage of five hybrids in 7 common trials (3 replications for each treatment).

	Semis-levée Sowing emergence	Levée-initiation mâle Emergence-male initiation	Initiation mâle Initiation femelle Male initiation female initiation	Initiation femelle floraison Female initiation silking
F7 × F2	8,0	20,3	13,4	34,9
LG 11	8,1	21,6	13,0	36,0
BIP	8,1	22,6	12,0	36,7
WH × WJ	8,2	24,9	12,1	38,2
I.N.R.A. 508	8,1	33,7	12,2	42,0

TABLEAU 5

Origine de la variation pour la durée de chaque phase (cf. tabl. 4).
Source of variation for the duration of each stage (cf. table 4).

	Carré moyen (× 100)			F		ppds
	Génotype	Milieu	Résiduel	Génotype	Milieu	Variétés
Semis-levée	0,04	24,64	0,04	1	555 (***)	
Levée-initiation mâle	201,20	72,87	4,42	45,5 (***)	16,5 (***)	2,2
Initiation mâle-Initiation femelle	2,18	30,28	3,38	1	7,7 (***)	
Initiation femelle floraison	53,90	7,18	6,20	8,7 (***)	1,2	2,6
Degrés de liberté	4	6	24			

Les données de la figure 2 (sommes de températures nécessaires pour chaque hybride à partir du semis pour réaliser chaque stade) et des tableaux 4 et 5 (durée en jours moyens de chaque phase pour les 5 hybrides précoces dans les 7 essais communs) montrent que :

- le classement de précocité des hybrides est acquis dès l'initiation mâle et que les écarts s'accentuent durant la phase allant de l'initiation femelle à la floraison,
- l'influence du génotype est prépondérante sur la durée des phases levée-initiation mâle et initiation femelle-floraison,
- le génotype n'a pas d'influence sur la durée des phases semis-levée et initiation mâle-initiation femelle, durée qui varie essentiellement en fonction du milieu.

Il est remarquable de constater que la position de l'initiation mâle et de l'initiation femelle est assez stable par rapport à l'ensemble de la période semis-floraison (tabl. 6). Toutefois, l'initiation mâle se produit relativement plus tôt chez les hybrides précoces.

TABLEAU 6

Durée nécessaire (en p. 100 de la durée semis-floraison) pour obtenir l'initiation mâle et l'initiation femelle.
Duration (as % of sowing-silking period) for male and female initiation.

	Initiation mâle Male initiation	Initiation femelle Female initiation
F7 × F2	37	54
LG 11	38	55
BIP	38	55
WH × WJ	39	54
I.N.R.A. 508	42	54
B73 × Mo17	43	55

IV. CONCLUSION

Le cycle de développement, assimilé à la précocité, est souvent caractérisé par la durée de la phase semis-floraison. De nombreux auteurs ont relié la durée de cette phase à la température et au nombre de feuilles. Certains auteurs ont étudié des périodes plus limitées : par exemple HOUGH (1972) montre que quand la température augmente la durée de la phase semis-levée est réduite. COLIGADO & BROWN (1975) font la même observation pour la période levée-initiation mâle. Les travaux qui font intervenir une variabilité génétique étendue sont rares ; GAY & MENETRIER (1977) proposent de relier l'inititation mâle au stade où 50 p. 100 des feuilles sont visibles mais AITKEN (1976) montre, sur une gamme variétale plus large, que, contrairement à ce qui se passe chez le blé, la relation nombre total de feuilles-nombre de feuilles à l'initiation mâle n'est pas linéaire. La période comprise entre l'initiation femelle et la floraison a été très peu étudiée ; elle correspond pourtant à la mise en place de l'épi et détermine le potentiel de production en grains.

Ce travail devra donc être poursuivi en essayant de préciser la loi d'action de la température sur une gamme génotypique plus étendue et en insistant sur ces importantes phases de différenciation des organes de stockage.

Reçu le 15 novembre 1982.
Accepté le 10 juin 1983.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aitken Y., 1976. Non-destructive method for estimation of tassel initiation in maize. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.,* **42,** 65-66.

Bloc D., Gouet J. P., 1978. Influence des sommes de température sur la floraison et la maturité du maïs. *Ann. Amélior. Plantes,* **28,** 89-111.

Bonnett O. I., 1953. Developmental morphology of the vegetative and floral shoots of maize. *Ill. Agric. Exp. Stn. Bull.,* **568,** 47 p.

Coelho D. T., 1978. *The consideration of temperature in corn* (Zea mays *L.*) *growth and development models.* Purdue University, Ph. D. Thesis, 70 p.

Coligado M. C., Brown D. M., 1975. Response of corn (*Zea mays* L.) in the pretassel period to temperature and photoperiod. *Agric. Meteorol.,* **14,** 357-367.

Derieux M., Bonhomme R., 1982. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results of the European FAO sub-network. I. Sowing-silking period. *Maydica,* XXVII, 59-77.

Duncan W. G., Davis D. R., Chapman W. A., 1973. Developmental temperatures in corn. *Soil Crop Sci. Soc. Pla. Proc.,* **32,** 59-63.

Durand R., Bonhomme R., Derieux M., 1982. Seuil optimal des sommes de températures. Application au maïs (*Zea mays* L.). *Agronomie,* **2,** 589-597.

Gay J.-P., Menetrier M. A., 1977. *Développement et croissance chez le maïs. Aspects pratiques.* AGPM-ITCF, Paris, France, 58 p.

Hough M. N., 1972. Weather factors affecting the development of maize from sowing to flowering. *J. agric. Sci.,* **78,** 325-331.