

" Cette communication ne peut être citée sans l'autorisation préalable de l'auteur "

Conseil International pour
l'Exploration de la Mer

C.M. 1977/L:13
Comité du Plancton

"Variations saisonnières de la taille des générations successives de copépodes: effets combinés de la température et de la taille comme facteurs de prédiction"

par M. Wagensberg* et M. Alcaraz*

Parmi les facteurs considérés comme responsables de la variation de la taille des individus dans les populations naturelles de copépodes, on a prêté une attention préférente à la température. Ce facteur présente généralement une corrélation négative avec la taille des organismes, qui peut s'exprimer aussi avec une série de fonctions qui s'adaptent plus ou moins aux données expérimentales.

Les modèles plus utilisés sont la simple équation de régression linéaire et, surtout, un modèle exponentiel, l'équation de BELEHRADEK,

$$L = a (T + \alpha)^b$$

dont L représente la taille, T la température en degrés centigrades, et a , b et α sont des constantes; a dépend des unités de L , b dénote le degré de curvilinearité, et α est une correction d'échelle, qu'on assimile au "zéro physiologique". Cette fonction a été aussi utilisée pour la description de la relation entre la température et quelques aspects physiologiques (McLAREN, 1963, 1965); cependant, il faut se montrer un peu

* Instituto de Investigaciones Pesqueras. Laboratorio de Barcelona. Espagne.

circonspect, tant en ce qui concerne à l'interprétation des constantes de l'équation de BELEHRADEK ou quelque autre fonction mathématique descriptive de la relation entre la température et la taille.

Le caractère fortement héritable de la taille (McLAREN, 1976 a et b), ajouté à l'effet variable des températures selon le moment du développement des organismes, détermine, comme on a pu constater dans la bibliographie existante que, dans la succession été-hiver, les individus montrent une taille inférieure à celle de la succession hiver-été, pour la même température moyenne au cours du développement des organismes.

La variation au long de l'année de la taille de trois espèces de copépodes pélagiques de la Ria de Vigo (Espagne), Acartia margalefi, A. clausi et A. discaudata, a été étudiée en relation avec la température, au moyen de trois classes de modèles: l'équation de régression linéaire entre la température et la taille, étudiant préalablement la fonction de corrélation croisée entre les deux séries, afin de détecter des possibles décalages dans la corrélation température-taille; dans le cas de A. margalefi et A. discaudata, la corrélation maximale se trouve entre les deux séries isochrones, c'est à dire, entre la température et la taille au moment de l'échantillonnage, mais pour A. clausi il y a un décalage de 45 jours entre les deux séries, c'est à dire que la corrélation maximale s'observe entre la température et la taille qui correspond 45 jours après. Les équations de régression, la valeur du coefficient de corrélation et la déviation entre les valeurs expérimentales et les obtenus par moyen des équations, $\sum (L-L')^2$, se montrent dans la table I. Les coefficients des équations de BELEHRADEK ont été calculés avec un ordinateur IBM 1130; le programme calculait, par des valeurs successifs de α compris entre +13 et -12, les constantes

\underline{a} et \underline{b} , et aussi $\sum (L-L')^2$. Les résultats obtenus ont confirmé la difficulté qui présente l'interprétation dans le sens physiologique des constantes, surtout de α . Dans le cas de A. margalefi, à mesure que α augmente, et \underline{b} s'approche à l'unité, on observe un abaissement des différences entre les tailles observées et les calculées; cependant, dans le cas de A. discaudata et A. clausi, les équations optimales correspondent à des valeurs de α de -13 et -12 respectivement. Dans la table II on montre les valeurs de \underline{a} , \underline{b} , les équations correspondantes et $\sum (L-L')^2$ pour plusieurs valeurs de α .

Le troisième modèle proposé prend en considération l'effet de la température sur la taille mais aussi le degré fortement héritable de ce caractère. Il se réduit à une équation de régression multiple, calculée au moyen d'un programme qui rejette les variables redondantes ou qui n'expliquent qu'un petit pourcentage de la variance totale. Les séries de variables indépendantes utilisées pour l'estimation de L_i (taille au moment de prendre les échantillons) furent: pour la température, celle du moment de l'observation, de 15, 30 et 45 jours précédents (T_i , T_{i-15} , T_{i-30} , et T_{i-45}), et pour la taille, celle de 15, 30 et 45 précédents (L_{i-15} , L_{i-30} , et L_{i-45}). La valeur de F pour rejeter une variable était $F=2$. Dans la table III on montre les équations de régression obtenues, avec la valeur de $\sum (L-L')^2$.

Avec le modèle de régression multiple on améliore notamment l'approximation aux données expérimentales, mais il nous semble tout à fait insuffisant, car on pourrait toujours améliorer cette approximation par l'accroissement du nombre de termes dans le modèle, ce qui n'aurait pas de sens biologique, et l'expression que l'on obtiendrait ne servirait pas à l'interprétation du phénomène. Néanmoins le rôle des températures pendant les différentes étapes du développement des individus, avec la taille des générations

précédentes, peut jouer un rôle important pour la prédiction des variations saisonnières de la taille des copépodes qui restent dans le plancton pendant toute l'année et qui se reproduisent sans interruption.

Abstract:

The relationship between temperature and length in Copepods is studied by means of the classic models, linear regression and BELEHRADEK's equation; the heritability of length and the effect of temperatures in the early life is also taken into account in a third model, a multiple linear regression one.

Remerciements:

Nous sommes très reconnaissants à M. MANRIQUEZ, qui a mis au point le programme de regression multiple.

Bibliographie

- 1976
ALCARAZ, M.- Description of Acartia margalefi, a new species of pelagic copepod, and its relationship with A. clausi. Inv. Pesq. 40 (1):59-74.
- ALCARAZ, M., 1977.- Ecología, competencia y segregación en especies congénéricas de copépodos (Acartia). Tesis Doctoral, Univ. Barcelona.
- DEEVEY, G.B., 1960.- Relative effects of temperature and food on seasonal variation in length of marine copepods in some eastern and western European waters. Bull. Bingham. Oceanogr. Coll. 17(2): 55-86.
- HEIP, C., 1974.- A comparison between models describing the influence of temperature on the development rate of copepods. Biol. Jb. Dodonaea, 42: 121-125
- McLAREN, I.A., 1963.- Effects of temperature on growth of zooplankton, and the adaptative value of vertical migration. J. Fish.

Res. Bd. Canada, 20(3): 685-727.

McLAREN, I.A., 1965.- Some relationship between temperature and egg size, body size, development rate, and fecundity, of the copepod Pseudocalanus. Limnol. Oceanogr., 10: 528-538.

----- 1976.- Ecological and genetical strategies in Pseudocalanus production. ICES, C.M. 1976/L:5, Plankton committee.

----- 1976.- Inheritance of demographic and production parameters in the marine copepod Eurytemora herdmanni. Biol. Bull. 151: 210-224.

TABLE I

Relation temperature-taille; modèle de regression linéaire

Espèce	Equation	r	$\sum (L-L')^2$
<u>A. margalefi</u>	$L = -0.0117 T + 0.7436$	- 0.854	0.0030
<u>A. clausi</u>	$L = -0.0210 T + 1.2121$	- 0.687	0.0261
<u>A. discaudata</u>	$L = -0.0174 T + 1.0058$	- 0.769	0.0126

TABLE II

Relation temperature-taille; modèle exponentiel (BELEHRADEK).

Espèce	α	a	b	Equation	$\sum (L-L')^2$
<u>A. margalefi</u>	0	1,251	-0.294	$L = 1.251(T+0)$ -0.292	0.0031
"	+12	3.336	-0.537	$L = 3.336(T+12)$ -0.537	0.0031
<u>A. clausi</u>	0	2.119	-0.332	$L = 2.119(T+0)$ -0.332	0.0263
"	-13	0.907	-0.031	$L = 0.907(T-13)$ -0.031	0.0259
"	+12	6.697	-0.610	$L = 6.697(T+12)$ -0.610	0.0263
<u>A. discaudata</u>	0	1.834	-0.333	$L = 1.834(T+0)$ -0.333	0.0123
"	-12	0.775	-0.045	$L = 0.775(T-12)$ -0.045	0.0109

TABLE III

Regression multiple; variables indépendentes, les temperatures et les tailles anterieures.

Espèce	Equation	$\sum (L-L')^2$
<u>A. margalefi</u>	$L_i = -0.0065T_i + 0.771L_{i-15} - 0.442L_{i-30} + 0.478$	0.0018
<u>A. clausi</u>	$L_i = 0.0192T_i - 0.0393T_{i-15} + 0.0146T_{i-30} + 1.052L_{i-15} - 0.348L_{i-30} + 0.349$	0.0089
<u>A. discaudata</u>	$L_i = -0.0075T_i + 1.0905L_{i-15} - 0.5025L_{i-30} + 0.4215$	0.0040