

DIE BEVOLKINGSDINAMIKA VAN VYF MEDIES EN VEE=
ARTSENYKUNDIG BELANGRIKE VARSWATERSLAKSPESIES
ONDER TOESTANDE VAN BEHEERDE TEMPERATUUR

KENNÉ NICOLAAS DE KOCK M.Sc.

*Slaknavorsingsgroep van die SAMNR, Instituut
vir Dierkundige Navorsing, Departement Dier=
kunde, Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O.,
Potchefstroom*

PROEFSKRIF VOORGELÊ TER VOLDOENING AAN DIE VER=
EISTES VIR DIE GRAAD DOCTOR SCIENTIAE AAN DIE
POTCHEFSTROOMSE UNIVERSITEIT VIR C.H.O.

Promotor: PROF. J.A. VAN EEDEN D.Sc. (U.S.)

Hulppromotor: MNR. C. COMBRINCK M.Sc. (P.U.)

POTCHEFSTROOM

1973

ABSTRACT

Life tables were compiled with cohorts of Biomphalaria pfeifferi (Krauss), Lymnaea natalensis Krauss, Bulinus(Physopsis)africanus (Krauss) and Bulinus(B.)tropicus (Krauss) at constant temperatures of 17°C, 20°C, 23°C, 26°C, 29°C, 32°C and room temperature. Cohorts of Bulinus(P.)globosus (Morelet) and a second group of B.(B.)tropicus were used to compile life tables at constant temperatures of 20°C, 23°C, 26°C and 29°C. The parental snails of the cohorts of each species were collected from natural habitats.

The experiments were conducted with two species simultaneously. One aquarium was used for each constant temperature and the cohorts of each species were isolated from the other by keeping them in separate perlon gauze containers in the same aquarium. Water was supplied to each aquarium from a common reservoir by means of a drip feed system and kept in recirculation. Certain physical and chemical properties of the water were monitored daily.

From the life tables the net reproduction rate (R_0), the cohort generation time (T_c), the innate capacity for increase (r_m), the capacity for increase (r_c) and the finite rate of increase (λ) were calculated.

To assess the experimental error in the calculation of r_m due to the number of snails used to compile a life table, the results of life tables compiled with eight replicate experiments with cohorts of 25 snails each of B.(B.)tropicus were subjected to

statistical analysis. From this analysis a useful method emerged to determine the above mentioned error graphically.

A useful method was developed to calculate the weekly egg production of a cohort by counting only a certain predetermined percentage of the daily egg production.

By fitting parabolic and linear regression curves on the range of r_m -values calculated for each species at the different constant temperatures, the optimum constant temperature for increase in numbers and the range of constant temperatures at which populations of each species theoretically could maintain themselves were graphically determined.

From the range of r_m -values as such it was deduced that the rate of increase of both species of Physopsis and B.(B.)tropicus may be expected to be greatly influenced by temperature whereas this does not seem to be the case with B.pfeifferi and L.natalensis. The possible rôle of temperature in the geographical distribution of these species is briefly discussed.

DIE BEVOLKINGSDINAMIKA VAN VYF MEDIES EN VEEARTSENYKUNDIG BELANG=
RIKE VARSWATERSLAKSPESIES ONDER TOESTANDE VAN BEHEERDE TEMPERATUUR

INHOUD

1. INLEIDING 1

2. APPARAATOPSTELLING EN WERKWYSE

2.1 Apparaatopstelling	7	
2.2 Die temperature waarby geëksperimenteer is		12
2.3 Die probleem van oorbevolking	13	
2.4 Die vraag na belugting van die akwariums of nie		16
2.5 Lig as reële omgewingsfaktor	18	
2.6 Die moontlike verband tussen eierproduksie en seisoene in die laboratorium	20	
2.7 Die belang van kopulasie vir normale eier= produksie	22	
2.8 Chemiese en fisiese bepalings	23	
2.8.1 Temperatuur	23	
2.8.2 Waterstofioonkonsentrasie (pH)	24	
2.8.3 Geleidingsvermoë	25	
2.8.4 Suurstof	29	
2.8.5 Ander chemiese bepalings	34	
2.9 Die water wat gebruik is	38	
2.10 Die voedsel wat gebruik is	38	
2.11 Herkoms, teling en onderhoud van die slakke		42
2.12 Massabepaling	48	
2.13 Die vermoë om te vermeerder	49	
2.14 Die bepaling van foutgrense	58	
2.14.1 Kohortgrootte	58	
2.14.2 Proporsionele eiertellingtegniek	65	

3. RESULTATE

3.1 Die vermoë van die slakke om te vermeerder by die verskillende temperature	71

vervolg

3.1.1 <u>B.pfeifferi</u>	71
3.1.2 <u>L.natalensis</u>	106
3.1.3 <u>B.(P.)africanus</u>	139
3.1.4 <u>B.(P.)globosus</u>	162
3.1.5 <u>B.(B.)tropicus</u> A	186
3.1.6 <u>B.(B.)tropicus</u> B	219

3.2 Vergelyking van die bevolkingstatistieke van die ondersoekte varswaterslakspesies by die konstante temperatuur en by kamertemperatuur 244

3.2.1 Konstante temperatuur van 17°C	244
3.2.2 Konstante temperatuur van 20°C	249
3.2.3 Konstante temperatuur van 23°C	253
3.2.4 Konstante temperatuur van 26°C	259
3.2.5 Konstante temperatuur van 29°C	265
3.2.6 Konstante temperatuur van 32°C	268
3.2.7 Kamertemperatuur	271
3.2.8 Samevatting	277

4. BESPREKING	281
5. OPSOMMING	307
6. DANKBETUIGINGS	311
7. LITERATUURVERWYSINGS	313
8. BYLAE	331

4154
1212

1. INLEIDING

Een van die benaderings tot die suksesvolle bekamping van trematoodparasiete in mens en dier moet noodwendig gesoek word in die beheer of verkieslik totale uitroeiing van die varswater=slakke wat as tussengashere van die betrokke trematoodparasiete optree want hierdeur kan die nodige verbreking in die lewens=kringloop van die parasiete bewerkstellig word.

Ekonomiese bestryding van tussengasheerslakke en 'n logiese verklaring van hul geografiese verspreiding verg ongetwyfeld 'n deeglike kennis van hulle bestaansvoorwaardes. Verskeie algemene aspekte van die demografie van varswaterslakke het reeds aandag geniet (Pilsbry & Bequaert, 1927; Porter, 1938; Olivier, 1955; Dawood & Gismann, 1956; WGO, 1956; Deschiens, 1956; Cridland, 1957a, 1957b, 1958; De Meillon, Frank & Allanson, 1958; Teesdale, 1962; Frank, 1964; Brown, 1964; Van Eeden & Brown, 1966; Stiglingh, 1966; Richards, 1967; De Kock & Van Eeden, 1969). Waardevolle inligting aangaande die ekologie van varswaterslakke het ook voortgevloei uit hidrobiologiese ondersoeke van verskeie rivierstelsels in Suid-Afrika (Harrison & Elsworth, 1956; Oliff, 1960; Allanson, 1960; Schoonbee, 1962).

Volgens Chernin & Michelson (1957a) is 'n deeglike begrip van die bevolkingsdinamika van die tussengasheerslakke een van die belangrikste voorwaardes vir suksesvolle slakbeheer. Verskeie faktore wat die bevolkingsdinamika van varswaterslakke mag beheer is dan ook ondersoek in sowel natuurlike habitatte as onder laboratoriumtoestande en aandag is geskenk aan suksesvolle teling en onderhoud van slakkulture in die laboratorium vir ek=

sperimentele doeleindes (De Witt, 1954a, 1954b; Pimentel, 1957; Chernin & Michelson, 1957a, 1957b; Wright, 1960; Hopf & Müller, 1962; McCullough, 1962; Ritchie, Radke & Ferguson, 1962; Berrie & Visser, 1963; Frank, 1963; Ritchie, Berrios-Duran & De Weese, 1973; McClelland, 1964; Ritchie, Hernandez & Rosa-Amador, 1966; Shiff, 1966; Alberts, 1966; De Witt, 1967; Jennings, De Kock & Van Eeden, 1970; Clampitt, 1970; Bruce & Radke, 1971, Davis, 1971; Ackerman, 1972).

Dit word algemeen aanvaar dat temperatuur een van die belangrikste fisiese faktore is wat die voortbestaan van varswaterorganismes beheer omdat nie slegs die geografiese verspreiding van die spesie as sodanig nie maar ook die metabolismiese prosesse van individue daardeur beïnvloed word. By die tussengasheerslakke word boonop ook die ontwikkelingskoers van die parasiet in die slak deur temperatuur geraak (Pitchford & Visser, 1965).

Die skynbare vermoë van varswaterslakke om groot daaglikse sowel as seisoenskommeling in temperatuur te kan verdra, word deur verskeie outeurs beklemtoon wo. Van Someren (1946), WGO (1956), Abdel-Malek (1956), Watson (1950, 1958) en Gaud (1956). Van Someren (1946) rapporteer bv. daaglikse temperatuurskommelings van tot 20°C in die habitatte van Biomphalaria pfeifferi Krauss en Lymnaea caillaudi (Bourgiugnat) in Kenia, terwyl Watson (1950) in Iraq gevind het dat Bulinus(Bulinus) truncatus (Audouin) temperatuurruiterstes van die water vanaf net bokant vriespunt tot 36°C kan verdra. Abdel-Malek (1956) meld dag- en nagskommeling van 20°C in die habitatte van Bulinus(Bulinus) sp. en B.pfeifferi in die Soedan. Shiff (1964a) wys egter daarop dat die

meerderheid van die outeurs watertemperatuurlesings aanhaal wat slegs op 'n diepte in 'n habitat bepaal is en wat inderwaarheid nie die werklike toestand reflekteer waaronder die slakke leef nie. Hy het bv. gevind dat die watertemperatuur in 'n gegewe habitat op 'n diepte van 25 cm normaalweg op 'n warm dag $4-5^{\circ}\text{C}$ koeler mag wees as aan die oppervlak a.g.v. termiese stratifikasie. Shiff (1964a) beweer verder dat 'n organisme wat in sy bewegings tot die boonste 5 cm van die water in 'n gegewe habitat beperk sou wees aan 'n seisoenskommeling van tot 20°C onderworpe sou wees, terwyl hierdie skommeling slegs $8,5^{\circ}\text{C}$ sou wees indien die organisme tot 25 cm diep sou kon beweeg. Mozley (1959) en Demian & Ibrahim (1972) beweer in ooreenstemming met die bevindings van Shiff (1964a) dat mikrohabitate waarheen slakke 'n toevlug kan neem altyd in natuurlike habitate bestaan. Die skynbare wye termiese verdraagsaamheid wat varswaterslakke oor die algemeen openbaar, mag derhalwe te danke wees aan die vermoë om gunstiger mikrohabitate op te soek en nie aan abnormale fisiologiese meganismes nie. Ten spyte hiervan is Shiff (1964a) die mening toegedaan dat temperatuur 'n groter rol in die geografiese verspreiding van varswaterslakke speel as wat deur sommige outeurs toegegee word.

Verskeie navorsers soos Gordon, Davey & Peaston (1934), Vaughn (1953), De Witt (1954a) en Michelson (1960) het die invloed van temperatuur op een of ander aspek van die biologie van varswaterslakke eksperimenteel ondersoek. Die meerderheid van die vroeëre temperatuurondersoeke was slegs gemik op die vasstelling van drempel- en plafonwaardes vir oorlewing en minimum- en maksimumtemperatuur waarby voortplanting kan plaasvind met oorlewing en totale eierproduksie as enigste maatstaf van

beoordeling.

'n Veel noukeuriger norm is egter dié wat deur De Witt (1954b) gebruik is. Hy het die statistiese bewerkingsmetode wat deur Dublin & Lotka (1925) gebruik is om die ingebore vermoë om te vermeerder van die menslike bevolking van die V.S.A. in 1920 te bereken, toegepas om die voortplantingsvermoë van Physa gyrina Say te bereken. Hierdie werkwyse is reeds gebruik deur Birch (1948), Leslie & Park (1949) en Evans en Smith (1952) om die natuurlike vermeerdering van insekbevolkings te bereken, terwyl Leslie & Ranson (1940) die vermeerderingsvermoë van Microtus agrestis (Mammalia) met behulp daarvan bepaal het.

Andrewartha & Birch (1954) postuleer dat die ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) 'n biometriese statistiek is wat onder optimale toestande net so kenmerkend van 'n spesie as sy morfologie is. Deur 'n eksperiment so te beplan dat al die ander faktore sover moontlik konstant gehou word en dan slegs daardie faktor wat ondersoek word te verander, kan vir dieselfde spesie 'n reeks r_m -waardes verkry word wat met mekaar vergelykbaar sou wees. Op 'n dergelike wyse kan verskillende spesies van 'n verwante diergroep met mekaar vergelyk word t.o.v. hulle onderskeie reaksies op 'n veranderlike faktor. Hierdie werkwyse is derhalwe 'n uiters waardevolle hulpmiddel vir inter- sowel as intraspesie vergelyking van die dinamika van bevolkings onder bepaalde eksperimentele toestande. Volgens Shiff (1964a) is hierdie werkwyse die sensitiëfste tegniek vir die ondersoek na die reaksie van 'n spesie op 'n stel veranderlike omgewingstoestande soos bv. temperatuur. Shiff & Husting (1966) wys dan ook op die besondere waarde van die biometriese statistiek r_m in die ontrafeling van die bestaans=

voorwaardes van varswaterslakke.

Die bogenoemde werkwyse behels kortliks die samevatting in 'n sg. lewenstabel van inligting aangaande die eierproduksie en mortaliteit van 'n groep slakke van dieselfde ouderdom en spesie wat vanaf geboorte tot sterfte onder bepaalde toestande gehou word. Vervolgens word die gegewens in die lewenstabel gebruik om d.m.v. 'n bepaalde vergelyking 'n waarde vir r_m te bereken. Hierdie vergelyking bring aspekte soos die koers waarteen nuwe nakomelinge voortgebring word, oorlewing, tydsverloop tussen opeenvolgende generasies en duur van die voortplantingsperiode in berekening.

Verskeie outeurs het van die bogenoemde werkwyse gebruikgemaak om die temperatuurvoorkeure van verskillende varswaterslakspesies eksperimenteel vas te stel. Ondersoeke wat aan my bekend is, is dié van Shiff (1962), Shiff (1964a), Sturrock (1966), Prinsloo (1966), Shiff & Garnett (1967), Prinsloo & Van Eeden (1969) en Sturrock & Sturrock (1972). Shiff (1964c) het die bevolkingsdinamika van 'n natuurlike bevolking van Bulinus(Physopsis)globosus (Morelet) in 'n tydelike habitat op 'n soortgelyke wyse bepaal. Hierdie bepaalde werkwyse is ook deur verskeie outeurs (Combrinck, 1968; Williams, 1970; Harrison, Williams & Greig, 1970 en Jennings, De Kock & Van Eeden, in druk) gebruik om die voorkeure van varswaterslakke t.o.v. ander faktore soos bv. die substratum van die habitat en chemiese samestelling van die water te bepaal.

Uit die resultate van bogenoemde ondersoeke is dit duidelik dat hoewel die meerderheid varswaterslakspesies wye grense van ver-

draagsaamheid teenoor 'n verskeidenheid van omgewingstoestande openbaar daar tog slegs beperkte grense van 'n bepaalde omgewingsfaktor is wat vir maksimale groei en voortplanting optimaal skyn te wees.

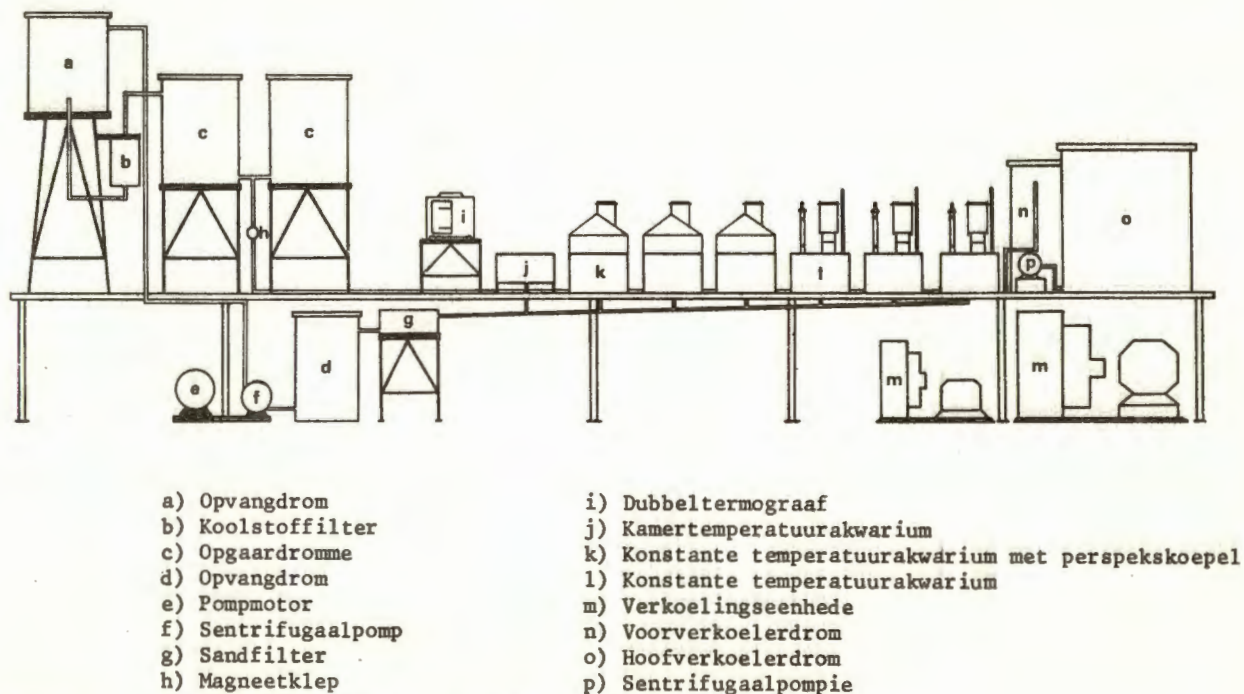
Tydens die huidige ondersoek is die reaksie van bevolkings van B.pfeifferi, Lymnaea natalensis Krauss, B.(P.)africanus (Krauss), B.(P.)globosus en B.(B.)tropicus (Krauss) op temperatuur ondersoek. Die keuse het op die betrokke spesies geval omdat B.pfeifferi sowel as beide spesies van Physopsis as tussengashere van Schistosoma optree en dus van mediese belang is, terwyl B.(B.)tropicus en L.natalensis as tussengashere van trematoodparasiete van vee optree en dus van veeartsenykundige belang is.

Die waardevolle inligting m.b.t. die bestaansvoorwaardes en bevolkingsdinamika van varswaterslakke wat aan die lig gebring is deur ander outeurs wat van die samestelling van lewenstabellen en die biometriese statistiek r_m gebruik gemaak het, het die keuse laat val op hierdie besondere werkwyse vir die beplanning van die eksperimente en verwerking van resultate. Omdat tot dusver min aandag geskenk is aan die bepaling van die foutgrense van die betrokke werkwyse en die herhaalbaarheid van resultate is besondere aandag aan hierdie aspekte geskenk.

2. APPARAATOPSTELLING EN WERKWYSE

2.1 Apparaatopstelling

'n Reeks van sewe reghoekige akwariums van 36 x 26 x 14 cm ver= vaardig uit vlekvrre staal plaatmetaal (1,0 mm dik) is gebruik. Ses van hierdie akwariums is elk in 'n waterbad van 51 x 31 x 20 cm gesuspendeer en langs mekaar geplaas op 'n staal= raamwerk van 80 cm hoog. Die sewende akwarium is sonder 'n wa= terbad in 'n staalraamwerk langs die ander akwariumeenhede op 'n tafel geplaas om maksimum kontak met die omgewingstemperatuur te verseker (Figuur 1). Die ses akwariumeenhede is elkeen afson= derlik met 'n perspekskoepel bedek om hitte-opname of -verlies en verdamping te beperk. Die akwarium sonder waterbad wat aan die lugtemperatuur blootgestel is, is nie bedek nie. Elkeen van die sewe akwariums is van twee watertoevoerbuise voorsien wat so geplaas is dat dit in teenoorstaande hoeke water teen 'n re= guleerbare volume drupsgewys in die akwariums kon inlaat. 'n Af= voerbuis waarvan die hoogte sodanig gereguleer is dat elke akwa= rium presies 12 000 cm³ water hou sodra dit begin oorloop, is in die middel van elke akwarium, tussen die twee toevoerbuise geplaas. Die twee watertoevoerbuise na elke akwarium het hulle water uit 'n gemeenskaplike toevoerpyp ontvang. Die water was afkomstig van 'n gemeenskaplike bron, nl. twee politeenopgaardromme met 'n kapasiteit van 130 000 cm³ elk wat d.m.v. 'n balanseerbuis met mekaar verbind was. Die oorloopwater van elke akwarium is d.m.v. die afvoerbuise vervoer na 'n sandfilter wat in 'n politeendrom van 70 000 cm³ dreineer het. Hiervandaan is dit d.m.v. 'n vlekvrre staal sentrifugaalpomp na 'n politeendrom met 'n inhoudsmaat van 130 000 cm³ gepomp. Uit hierdie drom het die water deur swaartekrag deur 'n koolstoffilter gevloei tot in



FIGUUR 1. Skematiese voorstelling van die eksperimentele opstelling

die opgaardromme vanwaar dit ook d.m.v. swaartekrag deur die akwariums gehersirkuleer is. Die watertoevoer uit die opgaardromme na die akwariums is beheer deur 'n magneetklep wat die sirkulasie kon afsny in geval van 'n kragonderbreking of as die sentrifugaalpomp defek sou raak. Die watertemperatuur in elke waterbad is konstant gehou deur 'n Lauda-ultratermostaat wat benewens 'n verwarmmer ook voorsien is van 'n verkoelingsspiraal. Verkoeling is bewerkstellig deur die hersirkulasie van verkoelde etileen-glikool. Die toevoer van etileenglikool na elke ultratermostaat is beheer deur 'n magneetklep. Die etileenglikool is voorverkoel deur 'n industriële verkoelingseenheid van 0,2 kW met 'n verkoelingsspiraal in 'n geïnsuleerde politeenhouer met 'n inhoudsmaat van $70\,000\text{ cm}^3$ en daarna verder verkoel deur 'n industriële eenheid van 1,5 kW met 'n verkoelingsspiraal in 'n tweede geïnsuleerde politeenhouer met 'n inhoudsmaat van $130\,000\text{ cm}^3$. Vanuit hierdie lg. politeenhouer is die verkoelde etileenglikool d.m.v. 'n sentrifugaalpomp na die ultratermostate gesirkuleer. Die aan- en afskakel van die betrokke sentrifugaalpomp is beheer deur 'n elektroniese skakelaar en 'n aflosser. Die opgaardromme, toevoerbuise en afvoerbuise is swart geverf om ligindringing sover moontlik te beperk.

In breë trekke het die apparaatopstelling van die huidige ondersoek ooreengestem met dié van Prinsloo (1966). Laasgenoemde outeur het egter akwariums van gegalvaniseerde plaatmetaal wat bedek is met 'n chemies onaktiewe verf gebruik om die kohorte in te huisves en het ook nie die akwariums bedek nie. Voorlopige eksperimente het egter getoon dat hitte-opname of -verlies van of aan die atmosfeer a.g.v. 'n onbedekte akwarium by sowel hoë

as lae konstante temperature vinniger plaasvind as die hitte-uitruiling tussen die konstante temperatuurbad en die geverfde bodem en wande van die akwarium. Gevolglik ontstaan daar ongewenste temperatuurgradiënte in die akwarium en word sodoende mikrohabitate geskep wat die resultate mag beïnvloed. Boonop was daar ook 'n duidelike dag- en nagskommeling in temperatuur waarneembaar in die akwarium wat veronderstel was om by konstante temperatuur gehou te word. Om hierdie probleem te oorbrug, is die akwariums vir die huidige ondersoek vervaardig van uiters dun vlekvrystaal plaatmetaal en is elke akwarium wat in 'n waterbad geplaas is daarbenewens ook bedek met 'n perspekskoepel wat baie swak hittegeleidend was en die invloed van omgewingstemperatuur op die akwariums in 'n groot mate beperk het. Met behulp van hierdie opstelling het die Lauda-ultratermostate die temperatuur so konstant gehou dat geen skommeling in die akwariums waarneembaar was nie.

De Witt (1954a), Chernin & Michelson (1957a & 1957b), Wright (1960), Sturrock (1965) en Shiff (1964b) het bevind dat oorbevolking in 'n akwarium 'n baie nadelige uitwerking op die lewensaktiwiteite van varswaterslakke het. Prinsloo (1966) het vir sy ondersoek gebruikgemaak van akwariums met 'n inhoudsmaat van $10\,000\text{ cm}^3$ elk en het gemiddeld 60 slakke per akwarium gehuisves. Laasgenoemde outeur het die nadelige invloed van oorbevolking sover moontlik probeer uitskakel deur die hersirkulasie van 'n groot volume water en het daarbenewens ook die water in die opgaardromme weekliks vervang. In die huidige ondersoek is tot 90 slakke per $12\,000\text{ cm}^3$ akwarium gehuisves en is $250\,000\text{ cm}^3$ water voortdurend vanaf die opgaardromme in sirkulasie gehou om in elke akwarium 'n verplasing van $2\,500\text{ cm}^3$ per

uur te bewerkstellig. Gedurende die proses van hersirkulasie is die water ook deur 'n biologiese en 'n koolstoffilter gestuur. Volgens Wright (1960) het die koolstoffilter wat hy gebruik het die nadelige stowwe wat a.g.v. oorbevolking ontstaan skynbaar uit die water verwyder. In hulle onderskeie ondersoeke na die invloed van temperatuur op die voortplantingsvermoë van verskeie varswaterslakspesies het Shiff (1964a), Sturrock (1966), Shiff & Garnett (1967) en Sturrock & Sturrock (1971) glasakwariums van wisselende grootte gebruik maar oorbevolking is vermy deur die slakke nooit teen 'n groter digtheid as twee eksemplare per 1 000 cm³ water te huisves nie. In nie een van bogenoemde outeurs se eksperimentele ondersoeke is van 'n hersirkulerende waterstelsel gebruikgemaak nie en die water is periodiek vervang of aangevul soos wat omstandighede dit vereis het. Die voordele van 'n hersirkulerende waterstelsel soos gebruik deur Prinsloo (1966) en in my eie ondersoek is in die eerste plek die moontlikheid wat dit skep om 'n redelike groot getal slakke in 'n relatief klein akwarium te huisves. Verder verhinder dit ook die ontstaan van mikrohabitate in enige besondere akwarium deur deeglike vermenging van die water. Tydens eksperimente is dit veral belangrik dat uniforme toestande sover moontlik dwarsdeur die eksperimentele opstelling heers. In 'n hersirkulerende waterstelsel kan groot hoeveelhede van die water in die opgaardromme periodiek vervang word en kan sekere chemiese aspekte van die water beheer word deur bv. die toevoeging van gedistilleerde water sonder om 'n groot skok aan die slakke in die afsonderlike akwariums toe te dien omdat die water met die veranderde samestelling drupsgewys met dié in die akwariums vermeng. Ritchie et al. (1963) het groot sukses met die teling en onderhoud van Biomphalaria glabrata (Say) (= Australorbis glabratus (Say))

in 'n waterhersirkuleringstelsel behaal. Uitstekende resultate is ook verkry tydens die eksperimentele ondersoek van Combrinck (1968) met 'n riviermodelletjie waarvan die water gehersirkuleer is.

2.2 Die temperature waarby geëksperimenteer is

Die temperature en die spesies wat ondersoek is deur outeurs in eksperimente soortgelyk aan die huidige, word in tabel 1 weer=gegees. Uit die resultate van ander outeurs is dit duidelik dat die optimumtemperatuur vir sowel groeikoers as voortplanting van die meerderheid spesies êrens tussen 20°C en 30°C lê.

TABEL 1 Slakspesies waarvoor en die temperature waarby lewenstabiele in vorige ondersoeke saamgestel is

Outeur	Spesie	Temperatuur
Shiff (1964a)	<u>B.(P.)globosus</u>	18°C, 22,5°C, 25°C, 27°C
Sturrock (1966)	<u>B.pfeifferi</u>	19°C, 25°C, 30°C, 35°C
Prinsloo (1966)	<u>B.(B.) tropicus</u> <u>L.natalensis</u>	15°C, 18°C, 21°C, 25°C, 27°C, 30°C, kamertempera= tuur
Shiff & Garnett (1967)	<u>B.pfeifferi</u>	18°C, 25°C, 27°C, kamer= temperatuur
Sturrock & Stur= rock (1972)	<u>B.glabrata</u>	20°C, 25°C, 30°C, 35°C

Die ses konstante temperature waarby in die huidige ondersoek ge=eksperimenteer is, nl. 17°C, 20°C, 23°C, 26°C, 29°C en 32°C is sodanig gekies dat dit 'n wyer span as die bg. twee waardes ver=teenwoordig het en met presies drie grade Celsius van die een

temperatuur na die daaropvolgende toegeneem het. Daarbenewens is ook 'n akwarium by kamertemperatuur opgestel.

2.3 Die probleem van oorbevolking

Die kwessie van oorbevolking en die invloed daarvan op resultate is reeds oppervlakkig aangeraak. Omdat dit egter 'n wesenlike probleem is waarmee navorsers veral by slakbevolkings in die laboratorium te kampe het, verdien hierdie aspek meer aandag. Verskeie outeurs het al die uitwerking van oorbevolking op slakke ondersoek. De Witt (1954a) het gevind dat bevolkingsdigtheid 'n duidelike invloed het op die eierproduksie en grootte van P.gyrina en rapporteer dat namate die getal slakke wat gemeenskaplik grootgemaak word, vermeerder word, beide die skulpgrootte en die gemiddelde getal eiers per slak afneem. In ooreenstemming daarmee het Chernin & Michelson (1957a) gevind dat die eierproduksie van groepe van 25, 50 en 150 eksemplare van B.glabrata wat in gelyke volumes water grootgemaak is 'n negatiewe verband met slakdigtheid getoon het. Namate bevolkingsdigtheid toegeneem het, het die gemiddelde getal eierpakkies per slak, die gemiddelde getal eiers per slak en die gemiddelde getal eiers per pakkie verminder. Die eksemplare in die numeries kleiner bevolkings het boonop 'n vinniger groei koers getoon. In 'n opvolgeksperiment het Chernin & Michelson (1957b) vasgestel dat 'n 50% vermindering in die volume water waarin 'n gegewe getal slakke gehuisves is, die resultate minder nadelig beïnvloed het as 'n verdubbeling van die getal slakke in die oorspronklike volume water. Uit hierdie resultate kom dit derhalwe voor asof oorbevolking wat ontstaan het deur die lewensruimte van die slakke te verminder nie so 'n ongunstige uitwerking gehad het as daar=

die gevalle waar oorbevolking ontstaan het a.g.v. 'n vermeerdering in die getal slakke nie. Aangesien Chernin & Michelson (1957b) geen noemenswaardige verskil in die chemiese samestelling van water afkomstig uit 'n oorbevolkte akwarium en dié afkomstig uit 'n minder digbevolkte akwarium kon aanwys nie, is hulle van mening dat die nadelige uitwerking van oorbevolking mag ontstaan a.g.v. die verhoogde fisiese kontak tussen die slakke en die toenemende gemeenskaplike inmenging in mekaar se normale lewensaktiwiteite. Wright (1960) wat die probleem van oorbevolking by Bulinus(Bulinus)forskali (Ehrenberg) eksperimenteel ondersoek het, kom tot die slotsom dat die getuigenis wat uit sy eie ondersoek en dié van ander outeurs beskikbaar is sterk ten gunste van die bestaan van 'n feromoon is wat verantwoordelik is vir die inhibering van groei en eierproduksie by varswaterslakke. Hy het verder bevind dat nadelige stowwe uit die water van oorbevolkte akwariums deur geaktiveerde koolstof opgeneem kan word. Berrie & Visser (1963) het inderwaarheid ook daarin geslaag om 'n toksien te isoleer tydens 'n ondersoek na die inhibering van groei by 'n natuurlike bevolking van Biomphalaria sudanica (Martens). Hulle kon eksperimenteel aantoon dat die toksien wat deur hulle geïsoleer is 'n inhiberende uitwerking op die groei-koers van B.sudanica het in konsentrasies waarin dit in die natuur voorkom en dat dit letaal word as die konsentrasie verhoog word. Die bevinding van Berrie & Visser (1963) dat belugting van die eksperimentele akwariums die effek van hierdie toksien deur oksidasie vernietig, is van besondere betekenis. Alhoewel 'n toksien geïsoleer is wat inhibering van groei in 'n oorbevolkte habitat veroorsaak, wys Berrie (1968) daarop dat faktore soos kompetisie vir voedsel en die wedersydse inmenging met mekaar se lewensaktiwiteite waarskynlik daartoe bydra om toestande

van oorbevolking ongunstig te maak en derhalwe nie geïgnoreer moet word nie. 'n Soortgelyke chemiese stof is deur Levy, Tunis & Isseroff (1973) geïsoleer uit water afkomstig van kulture van die varswaterslak Fossaria cubensis en hulle kon eksperimenteel aantoon dat die stof wat waarskynlik 'n proteïen is en waarskynlik deur F. cubensis geproduseer is, die groeiakoers en eierproduksie van die betrokke spesie kan inhibeer. Sturrock & Sturrock (1970) het die invloed van watervolume, wateroppervlak en waterdiepte op B. glabrata eksperimenteel getoets en gevind dat die groeiakoers direk eweredig was met volume van die water. Hulle kon egter geen duidelike verband met die oppervlak of diepte van die water waarneem nie. Die invloed van wisselende watervolumes was meer waarneembaar op die eierproduksie as die invloed van verskillende oppervlakke. Wanneer eksperimente in 'n hersirkulerende waterstelsel uitgevoer word, is dit derhalwe van groot belang dat die watertoevoerbuise beheer moet kan word sodat gelyke volumes water per tydseenheid in elke akwarium ingelaat word.

Tydens die huidige ondersoek is gevind dat vier kohorte van 50 eksimplare elk van B.(B.)tropicus elkeen afsonderlik 'n groter totale eierproduksie per slak gelewer het as twee kohorte van 35 eksimplare elk van dieselfde spesie onder identiese lewensomstandighede. Hierdie resultate weerspreek die bevinding van Chernin & Michelson (1957b) dat 'n vermeerdering van die getal slakke nadelig is vir eierproduksie al word die volume water daarby aangepas. Die teorie van Chernin & Michelson (1957a) dat die ongunstige gevolge van oorbevolking te wyte kan wees aan die wetersydse inmenging van die slakke met mekaar se normale lewensaktiwiteite word eweneens deur hierdie resultate weerspreek. Die houer waar in die vier replikate van 50 slakke elk tydens die

huidige ondersoek gehuisves is, was presies net so groot as dié waarin die twee replikate van 35 slakke elk gehuisves is en tog het die groter getal slakke in dieselfde grootte houer 'n groter gemiddelde getal eiers per slak gelê. Hierdie resultate dui daarop dat die getal slakke wat in 'n gegewe houer gehuisves word nie so belangrik is nie, mits 'n voldoende volume water in hersirkulasie gehou word, die toeganklikheid tot voedsel nie belemmer word nie, die akwariums voortdurend belug word en feses en voedselreste daaglik verwyder word.

2.4 Die vraag na belugting van die akwariums of nie

Oor die wenslikheid van belugting van die akwariums waarin slakke gehuisves word, bestaan daar heelwat meningsverskil in die literatuur. Frank (1963) het gevind dat belugting in die akwariums waarin hy B.pfeifferi aangehou het, veroorsaak het dat die slakke in groot getalle uit die water kruip. Hierteenoor het Standen (1948) gevind dat B.(B.)truncatus en Planorbis boissyi Potiez & Michaud uit akwariums kruip en doodgaan van uitdroging as daar nie voldoende belug word nie. Frank (1963) beweer verder dat belugting van die akwariums waarin eksemplare van B.pfeifferi gehuisves is en waarvan die water gereeld een keer per week vervang is, groei vertraag en eierproduksie belemmer het. Daarenteen het daardie slakke wat hy aangehou het in akwariums waarvan die water nie dikwels vervang is nie, volgens sy waarnemings, beter gevaar wanneer die akwariums belug is omdat belugting behulpzaam is met die oksidasie van skadelike metaboliete. In ooreenstemming hiermee rapporteer Berrie & Visser (1963) dat die ongunstige uitwerking van die feromoon wat deur hulle uit 'n oorbevolkte habitat geïsoleer is deur belugting van die water vernie=

tig word. Om die ophoping van metaboliese afvalprodukte te verhinder het De Witt (1954a) akwariums waarin P.gyrina aangehou is, belug.

Dit blyk egter dat belugting van die water waarin slakke geteel word nie net van belang is vir die oksidasie van metaboliese afvalprodukte nie maar dat dit ook 'n belangrike faktor is by die uitbroeiing van eiers. Noland & Carriker (1946) het waargeneem dat onvoldoende belugte eierpakkies van Lymnaea stagnalis appressa Say nie uitgebroei het nie. McCraw (1952) het in ooreenstemming hiermee bevind dat die hoeveelheid suurstof wat beskikbaar is vir slakembrios een van die belangriker faktore is wat die uitbroei-persentasie van slakeiers bepaal. Hy het bevind dat 56,9% van 'n gegewe getal eiers van Lymnaea palustris Müller nie uitgebroei het nie omdat te min suurstof aan die embrios beskikbaar was. Vaughn (1953) rapporteer ook dat die uitbroeipersentasie van die eiers van L.stagnalis appressa laag was in sekere van sy eksperimente a.g.v. onvoldoende belugting. Swart & Reinecke (1962) het groot sukses behaal met die uitbroeiing van eiers van B.(B.)tropicus deur gebruik te maak van 'n belugtingstegniek wat deur hulself spesifiek hiervoor ontwikkel is.

Tydens die huidige ondersoek is slegs die water in die twee opgaardomme aanvanklik belug en nie in elke akwarium afsonderlik nie. Namate die slakke in die eerste eksperiment egter in groo- te toegeneem het, was dit aan die opgeloste suurstoflesings wat daaglik geneem is duidelik dat elke akwarium afsonderlik belug sou moes word want die persentasieversadiging van die water met suurstof het drasties begin daal. Nadat 'n belugtingsteentjie in elke akwarium geplaas en elke akwarium afsonderlik belug is, het

die persentasieversadiging van die water hoog gebly. Die hoë uitbroeipersentasie van die eiers wat oor die algemeen tydens die huidige ondersoek aangeteken is, is waarskynlik deels te danke aan die belugting van die akwariums. Daarbenewens is gunstige toestande vir eierproduksie geskep want besliste getuienis is gevind dat eierproduksie nadelig getref word wanneer die opgeloste suurstof in die water te laag daal. Die verhoogde oksidasie van die metaboliese afvalprodukte a.g.v. belugting van die water het waarskynlik ook daartoe bygedra dat geen probleme a.g.v. oorbevolking ondervind is nie.

2.5 Lig as 'n reëlende omgewingsfaktor

In die literatuur bestaan daar heelwat meningsverskil oor die juiste behoefte wat varswaterslakke aan skaduwee of sonlig het. Die WGO (1956) vermeld slakkolonies wat leef en voortplant in permanente duisternis in toegeboude kanale solank voedsel en suurstof van buite af ingebring word deur die water. Outeurs soos Van Someren (1946), Deschiens (1956) en Abdel-Malek (1956) beweer ook dat sonlig slegs belangrik is in soverre dit plantegroei onderhou wat voedsel en suurstof aan die slakke verskaf. In teenstelling daarmee rapporteer Boycott (1936) dat slakke afwesig is in habitatte wat van sonlig afgesny is en het Teesdale (1954) Lymnaea natalensis caillaudi Bourguignat en B.(B.)tropicus slegs aangetref in habitatte wat blootgestel was aan direkte sonlig. Pimentel & White (1959) verklaar dat B.glabrata meer in sonnige gedeeltes van 'n stroom voorkom as in daardie gedeeltes met swaar skaduwees. Combrinck (1968) wys egter daarop dat die bevindings van outeurs soos Boycott (1936), Teesdale (1954), Abdel-Malek (1956) en Pimentel & White (1959) waarskynlik ver-

wys na habitatte wat aan sonlig blootgestel is en nie na slakke nie. As 'n habitat in die sonlig is, is dit nog glad nie te sê dat die slakke in die habitatte ook blootgestel is nie want waterplante, klippe en die kante van die habitat mag heelwat skaduwee aan die slakke verskaf. Combrinck (1968) kon tydens sy ondersoek geen aanduiding van besondere voorkeure vir 6f sonlig 6f skaduwee by L.natalensis of B.(B.)tropicus vasstel nie, maar kom tot die slotsom dat, waar daar 'n keuse bestaan, beide spesies lig verkies bo absolute duisternis.

Dit is egter moontlik dat eierproduksie, in teenstelling met die blote voortbestaan van die slakke nie so onafhanklik van lig is as wat die voorgaande aanhalings suggereer nie. Gaud (1956) het gevind dat alhoewel die eierproduksiekoers van B.(B.)truncatus by 'n gegewe temperatuur nie deur lig beïnvloed word nie, dit wel in sowel lig as duisternis deur 'n verandering in temperatuur beïnvloed word. De Witt (1967) het kohorte van Physa pomilia Conrad in algehele duisternis in die laboratorium geteel en beweer dat hierdie groep meer eiers per slak gelê het as 'n kontrolekohort wat onder dieselfde omstandighede maar in gewone daglig geteel is. Die groter eierproduksie van die kohort in algehele duisternis word deur hom in verband gebring met sy bevinding dat die meeste eiers van varswaterslakke tydens die nagperiodes gelê word. Roney (1943) het, met absolute donkerte as kontrole, die invloed van verskillende ligkleure op die uitbroeiproses van eiers van Helisoma trivolvis pseudotrivolvis (Baker) eksperimenteel ondersoek en bevind dat die uitbroeityd onder alle toestande van gekleurde lig vertraag is. Tussen wit lig en donkerte was daar geen verskil t.o.v. die uitbroeityd of die ontwikkeling van die embryos nie. Rooi, geel, blou en groen lig, in

daardie volgorde, het die uitbroeityd in toenemende mate verleng. Die hoogste embrionale mortaliteit is onder groen lig aangetref.

Die apparaatopstelling vir my ondersoek is so gedoen dat al die akwariums sterk daglig ontvang het, maar van direkte sonlig afgeskerm is. Snags was al die akwariums aan die natuurlike duisternis onderworpe. Dit is gevind dat direkte sonlig op die opgaardromme en watertoevoerbuise algegroei sodanig gestimuleer het dat die toevoerbuise gereeld verstop het. As selfs die algehele afwesigheid van lig geen invloed op ontwikkeling en eierproduksie by varswaterslakke het soos wat sommige outeurs skyn te beweer nie, sou die afskerming van direkte sonlig van die akwariums waarskynlik nie 'n ongunstige uitwerking op my resultate gehad het nie. Dit het trouens eerder die groei van alge wat, volgens Chernin & Michelson (1957a) en Wright (1960), die resultate kon beïnvloed het, beperk.

2.6 Die maandelike verband tussen eierproduksie en seisoene in die laboratorium

Volgens Deschiens (1956) is die invloed van seisoene op die grootte en digtheid van varswaterslakbevolkings in natuurlike habitatte verwant aan die grootte van die meteorologiese, hidrografiese en klimatologiese verskille tussen seisoene. Verskeie outeurs so. Abdel-Malek (1956), Gaud (1956), WGO (1956) en Stiglingh (1966) rapporteer seisoenskommeling in bevolkingsdigthede van verskeie varswaterslakspesies in natuurlike habitatte. In die loop van die huidige ondersoek is die verskillende eksperimente om onvermydelike redes tydens verskillende seisoene begin. Die vraag kan dus gestel word of eierproduksie in die labo-

ratorium nie moontlik beheer mag word deur 'n interne ritme wat op sy beurt deur o.a. die relatiewe lengte van die dag- en nag=periode van verskillende seisoene onderhou mag word nie. Die bestaan van so 'n interne ritme word egter deur die bevindings van verskeie outeurs ontken. Gordon et al. (1934) het tydens 'n ondersoek in Sierra Leone bv. bevind dat eierproduksie by B.pfeifferi en B.(P.)globosus in die laboratorium gedurende alle seisoene plaasvind en volgehou word mits die temperatuur tussen 20°C en 33°C gehou word. In ooreenstemming daarmee het De Witt (1954a) by P.gyrina gevind dat slakke in die laboratorium geen seisoenperiodisiteit t.o.v. eierproduksie vertoon nie, dat eierlegging begin sodra die slakke 'n bepaalde morfologiese en fisiologiese stadium van ontwikkeling bereik en dat dit daarna deurlopend volgehou word. Dieselfde outeur rapporteer in 1967 dat eierproduksie by P.pomilia en Lymnaea columella Say, nadat geslagsrypheid bereik is, slegs van gunstige temperatuur afhanglik is en dat dit begin en voortduur ongeag die lengte van die dagperiode sodra 'n gunstige temperatuur ondervind word. Hierdie bevindinge is bevestig deur die werk van Forbes & Crampton (1942) met L.palustris en Gaud (1956) met B.(B.)truncatus en Planorbis metidjensis Forbes waarvolgens die seisoensritme van eierproduksie onder laboratoriumtoestande heeltemal verdwyn. Hulle stel dit ook dat temperatuur en slakgrootte belangrike faktore is. In die lig van die voorgaande bevindinge was daar dus geen geldige rede waarom verskillende eksperimente op presies dieselfde tyd van die jaar begin moes word om die resultate op 'n vergelykbare basis te kry nie.

2.7 Die belang van kopulasie vir normale eierproduksie

Gedurende die loop van die huidige ondersoek is kopulasie male sonder tal waargeneem by al die kohorte van B.(B.)tropicus, maar is hoegenaamd nie waargeneem by enige kohort van enigeen van die ander ondersoekte spesies nie. Die bevinding van Ackerman (1972) dat B.(B.)tropicus dikwels tydens haar eksperimentele ondersoek in kopulasie gesien is terwyl die proses in geen geval by L.natalensis waargeneem is nie, steun dus die waarnemings van my ondersoek.

Oor die noodsaaklikheid van kopulasie en die wenslikheid daarvan vir normale eierproduksie bestaan daar heelwat meningsverskil in die literatuur. Dit is eksperimenteel bevind deur Noland & Carriker (1946) met L.stagnalis appressa en deur Winsor & Winsor (1935) met L.columella dat geïsoleerde, nie kopulerende slakke meer eiers gelê het as pare, of groepe slakke. In ooreenstemming daarmee het Forbes & Crampton (1942) bevind dat selfbevrugting nie 'n nadelige uitwerking op produktiwiteit of lewensvatbaarheid van L.palustris het nie. De Witt (1954a) het bevind dat oorlewing by groepe van P.gyrina wat gemeenskaplik grootgemaak is ongeveer 8% beter was as by slakke wat in isolasie grootgemaak is, dog die geïsoleerde slakke het 3,3 maal meer eiers per slak gelê. Die bevinding van De Witt (1967) dat pare slakke van P.pomilia en L.columella meer eiers per slak gelê het as geïsoleerde eksemplare, weerspreek die bevindings van bg. outeurs. In ooreenstemming met die bevinding van De Witt (1967) rapporteer Ritchie et al. (1966) dat die eierproduksie per slak van groepe van twee slakke elk van B.glabrata hoër was as by geïsoleerde eksemplare en dat groepe van vyf slakke

elk nog 'n hoër eierproduksie gelewer het. Daarenteen kon Pimentel (1957) geen noemenswaardige verskil vind in die eierproduksie van 100 geïsoleerde eksemplare van B. glabrata en 100 eksemplare wat in pare gehou is nie. Volgens Bondesen (1950) en Duncan (1959) is kopulasie belangrik vir voortplanting direk deur bevrugting of indirek as afsetmeganisme vir eierproduksie, terwyl De Witt (1967) waarnemings gemaak het by Helisoma duryi Weatherby wat suggereer dat kopulasie as 'n stimulus tot groter eierproduksie mag dien.

Tydens die huidige ondersoek is tot 630 slakke gelyktydig gehuisves in die eksperimentele akwariums en al sou dit as wenslik beskou word, was isolasie van die slakke prakties onuitvoerbaar. Die slakke in al die kohorte het dus geleentheid tot kopulasie gehad. Die eierproduksie wat onder hierdie omstandighede verkry is, was oor die algemeen besonder bevredigend.

2.8 Chemiese en fisiese bepalinge

2.8.1 Temperatuur

Die temperatuur van die water in die akwarium wat by kamertemperatuur gehou is, is met 'n Adolf Thies-dubbeltermograaf geregistreer. Die een sensor is geplaas in die akwarium by kamertemperatuur en die ander een in een van die konstantetemperatuurakwariums om die tydsduur en uitwerking van maandelikse kragonderbrekings aan te dui. Die weeklikse gemiddelde minimum- en gemiddelde maksimumtemperatuur wat geregistreer is tydens die eerste en tweede eksperiment by kamertemperatuur is onderskeidelik weergegee in figure 10 en 35.

2.8.2 Waterstofioonkonsentrasie (pH)

Bepalings is daagliks op 'n vasgestelde tyd in elke akwarium gedoen met 'n Polymetronelektrode-pH-meter en soms is ook gebruikgemaak van 'n Lovibond-kleurvergelyker.

Die waterstofioonkonsentrasie van die water in die akwariums het tydens al drie eksperimente wat gedurende die huidige ondersoek uitgevoer is deurgaans geskommel tussen 8,1 en 8,3. Die geringe skommeling was waarskynlik gedeeltelik te danke aan die teenwoordigheid van voldoende bikarbonaat in die water wat die pH kon buffer (Tabel 2). Die pH van die verouderde water wat in die hersirkuleringstelsel gebruik is en wat van die riviermodelletjie wat deur Combrinck (1968) in sy ondersoek gebruik is, afkomstig was, het geskommel tussen 8,2 en 8,6 terwyl die pH van die gedistilleerde water wat gereeld bygevoeg is meestal in die omgewing van 6,0 was.

Na 'n uitgebreide ondersoek na die verspreiding van varswaterslakke in Engeland, kom Boycott (1936) tot die slotsom dat pH nie 'n belangrike rol speel nie. Abdel-Malek (1956) verklaar in ooreenstemming hiermee dat pH selde 'n beperkende faktor in die verspreiding van die tussengashere van Schistosoma in Egipte en die Soedan is. Volgens Deschiens (1956) kan verskeie Bulininae en Planorbinae in die laboratorium geteel word by pH-waardes van tussen 4 en 10. Schutte & Frank (1964) het egter gevind dat baie min varswaterslakhabitate in die Suid-Oostelike Transvaal en Noordelike Swaziland 'n pH van laer as 6,7 of hoër as 8,4 het. Combrinck (1968) rapporteer 'n duidelike 24 uurskommeling in die riviermodelletjie waarmee geëksperimenteer is.

met hoogste waardes tydens die dagligperiode. Soortgelyke skommelings is ook deur Boycott (1936) in natuurlike habitatte waar geneem. Hierdie skommeling word deur laasgenoemde outeur verklaar in terme van 'n parallelisme tussen kalsiumkonsentrasie en pH. Deur die fotosintese van plante word CO_2 gedurende die dag uit die water onttrek. Die water word derhalwe alkalies en die kalsium word uit die oplossing uitgepresipiteer in die vorm van CaCO_3 .

As gevolg van die afwesigheid van hoër plante in en die afskerming van direkte sonlig van die eksperimentele opstelling tydens die huidige ondersoek is geen noemenswaardige dag-nagskommeling in pH-waardes waarneembaar nie. Prinsloo (1966) wat geëksperimenteer het in 'n hersirkulerende waterstelsel wat baie ooreengestem het met die opstelling wat tans gebruik is, rapporteer slegs 'n gemiddelde pH-waarde van 8,4 en maak ook geen melding van enige dag-nagskommeling in pH-waardes nie.

Die geringe skommeling in pH-waardes tydens hierdie ondersoek en die pH-waardes as sodanig, val heeltemal binne die grense wat deur verskeie outeurs vir varswaterslakhabitatte in die natuur aangegee word. Alhoewel die optimum-pH-waardes van die verskillende spesies waarmee geëksperimenteer is tot nog toe nie presies vasgestel is nie, is dit redelik om te aanvaar dat die pH van die water in die hersirkuleringsstelsel nie ongunstig vir die slakke was nie.

2.8.3 Geleidingsvermoë

'n WTW-elektrode-geleidingsvermoëmeter is gebruik om daaglik op

'n bepaalde tyd lesings in elke akwarium te neem. Die lesings is volgens voorskrif in die IBP-handleiding nr. 8 vir temperatuur van die water gekompenseer.

Die geleidingsvermoë in die hersirkuleringsstelsel is deurgaans redelik konstant gehou deur gebruik te maak van of gedistilleerde water ($3 \mu\text{S}$), of verouderde boorgatwater ($500 \mu\text{S}$), of 'n mengsel van albei om waterverlies aan te vul. Omdat voldoende hoeveelhede gedistilleerde water nie deurgaans beskikbaar was nie, het daar tog van dag tot dag skommelings voorgekom.

Figure B1 - 7 in die bylae illustreer die daaglikse metings van die geleidingsvermoë in al die afsonderlike akwariums tydens die eksperiment wat uitgevoer is met B.(B.)tropicus en B.(P.)africanus. Alhoewel daar geen noemenswaardige verskille in geleidingsvermoëlesings tussen die verskillende akwariums op dieselfde dag was nie, was daar wel van dag tot dag verskille in dieselfde akwarium waarneembaar. As tabelle B1 tot B7 in die bylae met mekaar vergelyk word, is 'n duidelike tendens waarneembaar waarvolgens die geleidingsvermoë tydens dieselfde twee-weekperiode ietwat toeneem het vanaf die laer na die hoër konstante temperatuur. Hierdie toename was baie gering ($10 - 20 \mu\text{S}$ vanaf $17^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$) en mag toe te skryf wees aan die meter waarmee lesings geneem is of die tabel waarvolgens lesings vir temperatuur aangepas is. Die geleidingsvermoëlesings tydens die ander eksperimente word weergegee in tabelle B8 tot B18 in die bylae van die proefskrif. Geen noemenswaardige dag-nagskommeling in geleidingsvermoë is waargeneem nie en dit bevestig die bevindings van Combrinck (1968).

Verskeie outeurs wo. Gordon et al. (1934), Cridland (1958), Webbe & Msangi (1958), Berrie (1964), Lynch (1965) en Pretorius & Van Eeden (1969) rapporteer 'n ooreenkoms tussen die voort=plantingspieke van verskeie varswaterslakke en reënval wat o.a. met 'n verlaging in geleidingsvermoë verband mag hou. In oor=eenstemming hiermee het Combrinck (1968) gevind dat 'n skielike verlaging in geleidingsvermoë van 100 μ S voldoende was om sowel L.natalensis as B.(B.)tropicus tot verhoogde eierproduksie te stimuleer. In 'n eksperimentele ondersoek het Ackerman (1972) egter gevind dat 'n verlaging in geleidingsvermoë tot op 'n sekere vlak slegs die eierproduksie van L.natalensis gestimuleer het, terwyl dit op B.(B.)tropicus net die teenoorgestelde uit=werking gehad het. Pimentel & White (1959) het daarenteen by B.glabrata 'n verhoging in eierproduksie gevind by sowel 'n skielike verlaging as 'n skielike verhoging in geleidingsvermoë. Laasgenoemde outeurs beweer dat die osmoreguleringsstelsel van varswaterslakke swak aangepas is vir 'n skielike groot veran=dering in geleidingsvermoë. Hulle het bv. gevind dat eksemplare van B.glabrata by 'n geleidingsvermoë van 50 μ S so uitermatig opgeswel het as gevolg van hidrolise dat hulle uiteindelik ge=bars het.

Die pogings tydens die huidige ondersoek om die geleidingsvermoë so konstant as moontlik te hou, was derhalwe daarop gemik om die moontlike voor-, of nadelige uitwerking wat 'n skielike groot verandering in geleidingsvermoë op die eierproduksie mag hê, uit te skakel.

Die geleidingsvermoë in die oorsprongshabitatte van die paren=taalslakke wat gebruik is vir die produksie van eiers om die on=

derskeie kohorte mee te begin, was soos volg: B.pfeifferi, 120 μ S; L.natalensis en B.(P.)africanus, 400 μ S; B.(P.)globosus, 100 μ S; B.(B.)tropicus A (kyk p.42), 375 μ S; B.(B.)tropicus B (kyk p.42), 450 μ S.

Volgens verskeie outeurs besit varswaterslakke wye grense van verdraagsaamheid t.o.v. die geleidingsvermoë van die water in natuurlike habitatte. Pimentel & White (1959) rapporteer bv. grense van 149 - 1 820 μ S in die habitatte van B.glabrata in Puerto Rico, terwyl Schutte & Frank (1964) waardes van tussen 24 en 1 500 μ S aangee vir verskeie varswaterslakspesies. De Kock & Van Eeden (1969) rapporteer waardes van 110 - 830 μ S in die habitatte van verskeie varswaterslakspesies wo. L.natalensis, B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus. Min inligting is egter beskikbaar oor optimale geleidingsvermoëwaardes van varswaterslakke. Derhalwe is 'n eksperiment onderneem waarvolgens lewenstabbele van kohorte van 20 eksemplare elk van B.pfeifferi onder identiese omstandighede opgestel is met slegs geleidingsvermoë van die water as veranderlike faktor. Die volgende geleidingsvermoëwaardes is ondersoek: 50, 100, 250, 300, 350, 400, 500, 750 en 1 000 μ S. Die volledige resultate van hierdie ondersoek word weergegee in Jennings et al. (in druk). Kortliks kom dit egter daarop neer dat 'n bepaalde voortplantingskoers (kyk p.103) van groter as een bereik is by al die geleidingsvermoëwaardes behalwe 50 en 1 000 μ S. Alhoewel die hoogste bepaalde voortplantingskoers by 350 μ S bereik is, was die bepaalde voortplantingskoers by 300 en 400 μ S ook hoog. Die geleidingsvermoë was tydens die huidige ondersoek effens hoër as die gunstigste waarde wat in die voorgaande ondersoek vir B.pfeifferi bepaal is, maar het meestal in die gunstige waardegebied van tussen 300 en 400 μ S geval.

2.8.4 Suurstof

Opgeloste suurstof (O.S.) is daagliks in elke akwarium bepaal met 'n WTW-elektrodesuurstofmeter. Berekenings van die persentasie opgeloste suurstof in die water is gedoen volgens die werkwyse aangedui in die IBP-handleiding nr. 8. Die biochemiese suurstofaanvraag (B.S.A.) is daagliks vir elke akwarium bereken. Die bepaling is gedoen deur watermonsters vyf dae in die donker by 20°C te inkubeer en vervolgens te bepaal hoeveel suurstof tydens die inkubasieperiode d.m.v. oksidasieprosesse verbruik is.

Aanvanklik is slegs die water in die twee opgaardromme van die hersirkulerende waterstelsel belug. Daarbenewens is die water van elke toevoerbuis vir 'n afstand van ongeveer 2,5 cm deur die lug laat val voordat dit in die akwariums drup omdat dit volgens Swart & Reinecke (1962) daartoe sou bydra om die water met suurstof te verryk. Hierdie werkwyse het lesings van 80- tot 100%-versadiging van die water met suurstof tot gevolg gehad gedurende die eerste twee tweewekperiodes van die eksperiment. Tabelle B8 tot B14 in die bylae toon egter dat die minimumwaardes tydens die derde tweewekperiode drasties begin verminder het veral by die hoër konstante temperature. Verskeie van die kohorte van B. pfeifferi en L. natalensis het reeds teen die einde van die tweede tweewekperiode begin eiers lê en namate eierproduksie toegeneem het, het sowel die suurstof- as voedselverbruik van die slakke baie toegeneem. Die suurstofverbruik het klaarblyklik sō gestyg dat die persentasieversadiging van die water met suurstof in die konstantetemperatuurakwariums by 26°C en 29°C tot 28% gedaal het. Hierdie daling het 'n duidelik waar-

neembare afname in die eierproduksie van die kohorte van L.natalensis gehad alhoewel geen noemenswaardige invloed deur die eierproduksie van B.pfeifferi gereflekteer is nie. Deur dadelik 'n belugtingstelsel met 'n belugtingsteentjie in elke akwarium te installeer, is die persentasieversadiging van die water met suurstof herstel tot min of meer op die vlak waar dit aanvanklik was. Die eierproduksie van die kohorte van L.natalensis het daarna byna onmiddellik tot op die gewone vlak herstel.

Frank (1964) is van mening dat 'n 55%-versadiging van die water met suurstof heeltemal voldoende is vir die normale lewensaktiwiteite van beide B.(P.)africanus en B.pfeifferi maar dat 'n 30%-versadiging ongunstige toestande vir voortbestaan verteenwoordig. Van Someren (1946) het egter bevind dat L.caillaudi reeds tekens van ongemak vertoon by waardes laer as 75 - 80% en dat hierdie spesie by 'n waarde van 10% doodgaan. Abdel-Malek (1956) wys daarop dat slakke meer afhanklik is van suurstof wat in die water opgelos is as van atmosferiese suurstof. Ter bevestiging hiervan het Alberts (1966) eksperimenteel aangetoon dat pulmonêre respirasie by B.(P.)africanus, B.(B.)tropicus en L.natalensis hoegenaamd nie so 'n belangrike rol speel as huidrespirasie nie. Deschiens (1956) beweer dat die tussengashere van Schistosoma in staat is om al die nodige suurstof in water deur die integument op te neem selfs teen 'n baie lae druk. In ooreenstemming hiermee het Van Aardt (1972) eksperimenteel bevind dat die hemoglobien van B.(B.)tropicus in staat is om sy suurstofkapasiteit te versadig in water met slegs 1%-versadiging. Alberts (1966) het egter gevind dat huidrespirasie by die drie spesies wat deur hom ondersoek is met verhoging in temperatuur vanaf 15°C tot 25°C tot met soveel as 288% toeneem en dat die

suurstof in die water so verminder as daar nie belug word nie dat hewige mortaliteit by die slakke intree as hulle verhinder word om die wateroppervlak te bereik. As die water egter belug word, is dit nie vir die slakke by 25°C nodig om na die oppervlak te beweeg om lug vir pulmonêre respirasie in te neem nie want die opgeloste suurstof in die water voldoen dan aan die verhoogde aanvraag vir huidrespirasie. Die implikasie hiervan is dat die slakke in 'n ondersoek soos die huidige by die hoër konstante temperature verplig sou wees om gereeld na die wateroppervlak te beweeg om lug in te neem as die water in die akwariums nie belug word nie. Dit sou 'n gereelde onderbreking van hul voortplantings- en voedingsaktiwiteite beteken. Daarenteen sou dit by die laer konstante temperature in die lig van die bevindings van Alberts (1966) minder dikwels of selfs glad nie nodig wees om na die wateroppervlak te beweeg nie omdat die persentasieverhouding van die water by die laer temperature normaalweg hoër is.

Tydens die huidige ondersoek is gepoog om die persentasieverhouding van die water in al die akwariums so hoog as moontlik te hou om die slakke by al die konstante temperature in staat te stel om maksimaal van huidrespirasie gebruik te maak en daar geen ongemak verduur hoef te word of onnodige tyd en energie verspil sou word in pogings om van huidrespirasie na pulmonêre respirasie oor te skakel nie.

In habitatte in die Mooirivier is dit gevind dat alge en egte waterplante selfs superversadigde toestande kan laat ontstaan (De Kock & Van Eeden, 1969) terwyl dit in die laboratorium waar geneem is dat 'n beperkte hoeveelheid filamentalge in 'n fles met

500 cm³ water voldoende was om die water tot 100% en selfs hoër met suurstof te versadig. Omdat geen algegroeie of hoër plante tydens die huidige ondersoek in die akwariums toegelaat is nie, was dit dus nodig om die water te belug.

Figure B8 - 14 in die bylae toon die daaglikse persentasieversadigingswaardes met suurstof in die akwariums by die verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur vir die eksperiment wat met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A uitgevoer is. Die waardes vir die ander twee eksperimente word in tabelle B8 tot B18 in die bylae weergegee. Nadat daartoe oorgesien is om elke akwarium afsonderlik te belug, het die persentasieversadiging van die water met suurstof hoog gebly en slegs noemenswaardig gedaal as daar een of ander tydelike defek in die belugtingstelsel ontstaan het.

Die biochemiese suurstofaanvraag van die water in die akwariums het geskommel tussen 0 - 7,6 kg/m³ wat daarop dui dat daar beslis soms verryking van die water in die akwariums plaasgevind het. Prinsloo (1966) wat 'n ondersoek in 'n soortgelyke waterhershokkeringsstelsel gedoen het, het 'n hoogste waarde van 11,6 kg/m³ tydens sy ondersoek gerapporteer. Dit is opvallend dat die B.SA.-waarde in die akwarium van 'n gegewe kohort die hoogte begin inskiet het sodra eierproduksie goed op dreef gekom het (Figure 54 tot 60). Hierdie verband is egter nie verbasend nie want namate die eierproduksie van 'n gegewe kohort gestyg het, is dit telkens waargeneem dat die voedselinname dienoreenkomstig gestyg het en gevolglik moes die uitskeiding van metaboliese afvalprodukte ook toeneem. Juis die verhoogde uitskeiding van afvalprodukte het aanleiding gegee tot die styging in B.SA.-waar-

des. Namate eierproduksie begin afneem het en mortaliteit begin intree het, het die B.SA.-waardes weer kleiner geword. Alhoewel figure 54 tot 60 net betrekking het op die eksperiment wat met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A uitgevoer is, was die tendens gedurende die ander twee eksperimente dieselfde soos afgelei kan word uit 'n vergelyking van die gegewens in tabelle B8 tot B18 in die bylae met die ooreenstemmende lewenstabelle.

Volgens Abdel-Malek (1956) is 'n matige graad van organiese verryking voordelig vir die Planorbidae maar oormatige organiese verryking van die water is baie nadelig. Hierdie bewering word gestaaf deur eksperimentele bevindings van Frank (1963) met B.pfeifferi. Die verdraagsaamheid van varswaterslakke t.o.v. besoedeling verskil klaarblyklik aansienlik van spesie tot spesie. De Meillon et al. (1958) het bevind dat rioolafloop van 'n hoë graad besonder effektief ontslae geraak het van kolonies van B.(P.)africanus in 'n rivier maar dat B.(B.)tropicus bly voortbestaan het. Schoonbee (1962) het die relatiewe bestandheid van enkele varswaterslakspesies teen besoedeling soos volg aangegee: Physa acuta Draparnaud > B.(B.)tropicus > L.natalensis > B.(P.)africanus. In ooreenstemming hiermee het De Kock & Van Eeden (1969) gevind dat B.(B.)tropicus en L.columella beperk was tot daardie dele van die Mooirivier wat die meeste organies verryk was terwyl L.natalensis en B.(P.)africanus in die minder verrykte dele van die betrokke rivier voorgekom het. Ten spyte van die koolstof- en biologiese filter, die daaglikse verwydering van feses en voedselreste en die daaglikse vervanging van ongeveer 20% van die totale watervolume in elke akwarium het verryking van die water in al die akwariums soms voorgekom en dit kon moontlik die resultate beïnvloed het.

Die B.S.A.-waardes van die water in die opgaardromme was egter nooit hoër as $2,0 \text{ kg/m}^3$ nie wat aandui dat die waterstelsel in sy geheel nooit organies verryk was nie.

2.8.5 Ander chemiese bepalings

Die volgende chemiese eienskappe van die water in die opgaardromme is tien keer tydens die ondersoek bepaal: kalsiumhardheid, totale hardheid, karbonaataalkaliniteit en bikarbonaataalkaliniteit. Die volgende ione is kwantitatief bepaal: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- + NO_2^- en NH_4^+ . Alle konsentrasies is uitgedruk in kg/m^3 (= mg/l).

Die „tydelike" hardheid van water word gemeet in terme van karbonate en bikarbonate van kalsium en magnesium, terwyl „permanente" hardheid veroorsaak word deur die chloriede en sulfate van kalsium en magnesium. Aangesien die bikarbonate en karbonate van veral kalsium 'n belangrike rol in die varswaterslakhabitat speel (Frank, 1963 & 1964; Schutte & Frank, 1964; Harrison, 1968; Harrison *et al.*, 1970; en Williams, 1970a) sal net die aspek van tydelike hardheid van nader beskou word. Williams (1970a) het die water van habitate in Rhodesië volgens die hoeveelheid kalsiumkarbonaat wat dit bevat geklassifiseer in sagte, mediumhard en harde watertipes. Hiervolgens bevat sagte watertipes $< 5 \text{ kg/m}^3 \text{ Ca}^{++}$ en $> 20 \text{ kg/m}^3 \text{ HCO}_3^-$, mediumharde watertipes $5 - 40 \text{ kg/m}^3 \text{ Ca}^{++}$ en $20 - 200 \text{ kg/m}^3 \text{ HCO}_3^-$ en hardewater $> 40 \text{ kg/m}^3 \text{ Ca}^{++}$ en $> 200 \text{ kg/m}^3 \text{ HCO}_3^-$. Vergeleke hiermee kan die water in die hersirkuleringsstelsel tydens die huidige ondersoek hoofsaaklik as mediumharde water geklassifiseer word (Tabel 2).

TABEL 2 Maksimum-, gemiddelde- en minimumwaardes van 10 volledige waterontledings aangegee in kg/m³ (= mg/l)

	Min.	$\bar{x}$	Maks.
Kalsiumhardheid as CaCO ₃	21,3	63,0	126,0
Totale hardheid as CaCO ₃	121,0	206,0	309,0
Karbonaataalkaliniteit (CO ₃)	36,0	43,0	48,0
Bikarbonaataalkaliniteit (HCO ₃)	79,0	88,0	93,0
Ca ²⁺	5,8	22,2	50,0
Mg ²⁺	13,0	23,8	33,6
K ⁺	0,4	14,3	55,0
Na ⁺	3,0	8,0	15,6
Cl ⁻	15,0	24,8	30,0
SO ₄ ²⁻	0,1	0,3	0,5
PO ₄ ³⁻	0,3	1,1	3,6
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻	0,2	1,9	4,8
NH ₄ ⁺	0,1	0,2	0,3

Volgens die indeling van Schutte & Frank (1964) wat die Ca⁺⁺-inhoud van die water as kriterium gebruik het, moet die water wat tydens die huidige ondersoek gebruik is egter as hard geklassifiseer word. Laasgenoemde outeurs onderverdeel harde water nog verder in harde en baie harde water op grond van alkaliniteit en rapporteer dat beide B.pfeifferi en L.natalensis meer dikwels in baie harde water aangetref is terwyl Physopsis sagte water verkies het. Beide die indeling van die watertipes en die bevindings van Schutte & Frank (1964) stem ooreen met dié van Boycott (1936). Williams (1970a) het gevind dat L.natalensis meer volop was in sagte en mediumharde water terwyl B.pfeifferi in ooreenstemming

met die bevindings van Schutte & Frank (1964) hoofsaaklik in mediumharde- en hardewatertipes voorgekom het. In teenstelling met die bevindings van Schutte & Frank (1964) kon Williams (1970a) geen voorkeure by B.(P.)globosus vasstel nie. Die aangeleentheid van waterhardheid is vervolgens eksperimenteel ondersoek deur Williams (1970b) waarvolgens lewenstabelle met kohorte van B.(P.)globosus en B.pfeifferi saamgestel is met waterhardheid as veranderlike faktor. Die resultate hiervan het eerstens getoon dat die mediumharde watertipes vir beide spesies meer aanvaarbaar is en tweedens dat B.(P.)globosus 'n wyer omvang van verdraagsaamheid t.o.v. die verskillende watertipes het. Harrison et al. (1970) wat 'n soortgelyke eksperimentele ondersoek uitgevoer het met kohorte van B.pfeifferi en verskillende konsentrasies van kalsiumbikarbonaat as veranderlike faktor, rapporteer in ooreenstemming met Williams (1970b) dat die beste resultate bereik is in die mediumharde watertipes. Alhoewel die ondersoeke van Williams (1970b) en Harrison et al. (1970) dui op die bestaan van definitiewe gunstige grade van waterhardheid, het beide outeurs 'n bepaalde voortplantingskoers van groter as een gekry by al die verskillende waardes van waterhardheid wat ondersoek is. Hulle eksperimentele spesies het dus beslis wye grense van verdraagsaamheid t.o.v. waterhardheid besit. Dit is reeds vermeld dat die water in die akwariums tydens die huidige ondersoek volgens die indeling van Williams (1970a) hoofsaaklik as mediumhard geklassifiseer kan word. Dit val derhalwe in die kategorie wat deur beide Williams (1970b) en Harrison et al. (1970) as gunstig bevind is. Gevolglik kan aanvaar word dat die hardheid van die water tydens die huidige ondersoek nie 'n nadelige invloed op die resultate gehad het nie.

Die konsentrasies van die katione en anione wat tydens die huidige ondersoek kwantitatief bepaal is, het beslis gevarieer en kalium het die neiging getoon om in die waterhershirkuleringsstelsel te akkumuleer. Die patente visvoedsel wat in groot hoeveelhede aan die slakke toegedien is, was waarskynlik vir die akkumulering verantwoordelik aangesien dit geringe hoeveelhede kalium bevat. Alhoewel die nitrate en nitriete ook 'n neiging getoon het om te akkumuleer, was dit minder opvallend as in die geval van kalium en waarskynlik te wyte aan die stikstofverbindinge wat deur die slakke uitgeskei is. Abdel-Malek (1956) dui die eksperimentele grense van verdraagsaamheid en letale dosisse van anione en katione van bepaalde tussengashere van Schistosoma aan, terwyl Deschiens (1956) minimumwaardes van natriumchloried en kalsiumfosfaat aandui wat deur B. glabrata benodig word as ander elektroliete grootliks afwesig is. Volgens lg. outeur is die ione van swaarmetale soos koper en sink selfs in lae konsentrasies vir varswaterslakke beperkend. Die ioonkonsentrasies van die water wat tydens die huidige ondersoek gebruik is, het in geen geval enigsins die plafonwaardes soos deur Abdel-Malek (1956) aangegee, benader nie. Daarmee word egter geensins te kenne gegee dat toestande t.o.v. ioonkonsentrasie vir al die spesies waarmee geëksperimenteer is ewe gunstig was nie.

Harrison, Nduku & Hooper (1966) het in Rhodesië gevind dat 'n hoë magnesium : kalsiumverhouding (12 : 4) 'n nadelige uitwerking op die eierproduksiekoers van B. pfeifferi het en dat 'n verhouding van 19 : 7 eierproduksie geheel en al inhibeer. Tydens die huidige ondersoek het die magnesium : kalsiumverhouding egter nooit 2 : 5 oorskry nie.

2.9 Die water wat gebruik is

Vir al die eksperimente is boorgatwater gebruik wat verouder is in die eksperimentele riviermodel wat deur Combrinck (1968) gebruik is vir 'n ondersoek na die substratumvoorkeure van L.natalensis en B.(B.)tropicus. Die verouderde water is geneem uit die opgaartenk van die riviermodel en eers deur die sand- en koolstoffilter van die hersirkuleerstelsel laat vloei voordat dit in die opgaardromme ingelaat is. Die geleidingsvermoë van die water is deur die toevoeging van gedistilleerde water gereguleer tussen waardes van 350 μS tot 450 μS daar dit min of meer in ooreenstemming is met die geleidingsvermoë van die water in natuurlike habitatte van varswaterslakke in die omgewing van Potchefstroom (De Kock & Van Eeden, 1969).

2.10 Die voedsel wat gebruik is

Twee gepatenteerde tropiese vis voedselsoorte, nl. „Tetramin Staple Food”, 'n hoë proteïndieet en „Tetramin Conditioning Food”, 'n meer vegetariese dieet, is in verskillende verhoudings saam met voorafgekookte gedroogde slaai as voedsel vir die slakke gebruik. Vir pasuitgebroeide slakkies is 'n samestelling van drie dele per massa „Tetramin Conditioning Food”, twee dele per massa „Tetramin Staple Food” en een deel per massa voorafgekookte, gedroogde slaai in 'n stamper en vysel verpoeier. Op 'n ouderdom van twee weke van elke groep slakke is oorgeslaan na 'n samestelling van twee dele per massa „Tetramin Conditioning Food” en een deel per massa „Tetramin Staple Food” sonder om dit te verpoeier en daar is terselfdertyd weggedoen met die gebruik van slaai. Die idee om die betrokke tropiese vis voedselsoorte vir die onderhoud en teling van varswaterslakke te gebruik, het

ontstaan toe ek waargeneem het dat die varswaterslakke Helisoma sp. en Melanoides sp. gulsig op die betrokke visvoedsel voed en dit selfs verkies bo die alge wat aan die wande van die akwariums gegroei het. Die betrokke slakke het boonop vinnig in getalle toegeneem.

Die voedselsoorte wat deur verskeie outeurs gebruik is vir die teling en onderhoud van varswaterslakke in die laboratorium word in tabel 3 weergegee. Dit is duidelik uit die gegewens in die betrokke tabel dat slaai in een of ander vorm van aanbieding die mees algemeen gebruikte voedselsoort is en daarom is dit ook in die huidige ondersoek in die dieet van die pasuitgebroeide slakkies ingesluit. McClelland (1964) het egter gevind dat veral Bulinus(Physopsis)nasutus(Martens) nie suksesvol op slaai alleen grootgemaak kan word nie waarskynlik omdat die radulae van die pasuitgebroeide slakkies nie die epidermis van slaai stukkend kan rasper nie. Na aanleiding hiervan is die gekookte gedroogde slaai en die patente visvoedsel vir die klein slakkies verpoeier sodat dit makliker ingeneem kon word. Die mengsel van die twee patente visvoedselsoorte en slaai is gemaak omdat Frank (1963) in 'n eksperimentele ondersoek na 'n geskikte voedselsoort vir die onderhoud en teel van B.pfeifferi gevind het dat 'n mengsel van enige twee van die voedselsoorte wat geëvalueer is betekenisvol beter was as enige van die voedselsoorte as sodanig.

In die natuur is pasuitgebroeide slakkies van die meerderheid varswaterslakspesies geheel en al afhanklik van die beskikbaarheid van mikroflora as voedsel en dit geld in 'n groot mate ook vir die groter slakke want hoër plante word in die natuur slegs as

TABEL 3 Voedselsoorte wat deur vorige outeurs gebruik is vir die teling en onderhoud van varswaterslakke in die laboratorium

Outeur	Voedsel
Colton & Pennypacker (1934)	gedroogde populierblare
Roney (1943)	vars slaai
Noland & Carriker (1946)	blaarslaai en graankos
Cowper (1946)	gekookte en ongekookte slaai
Standen (1951)	kalsiumalgi-naatmengsel, slaai-blare en alge
Pimentel (1957)	vars slaai, patente hondekos en suurdeeg
Wright (1960)	algi-naat en droë slaai
Claugher (1960)	gedroogde slaai
Swart & Reinecke (1962)	gekookte slaai
Frank (1963)	gedehidrateerde slaai en lusern
Shiff (1964a)	fekaalmateriaal van slakke, gekookte slaai, geelwortelskyfies en alge
McClelland (1964)	beesmisekstrak en gekookte slaai
Prinsloo (1966)	Fekaalmateriaal van slakke, gekookte slaai en alge

voedsel benut wanneer dit in 'n gevorderde stadium van ontbinding is (WGO, 1956 en Frank, 1962). Die mate waarin hoër plante in die laboratorium as voedsel benut kan word, is volgens Storey (1970) afhanklik van die beskikbaarheid van sanddeeltjies in die koumaag van slakke. Volgens laasgenoemde outeur is Lymnaea pereger (Müller) nie instaat om in die laboratorium te bly leef op 'n dieet van hoër plante as daar geen sanddeeltjies in die koumaag

aanwesig is nie. As daar egter wel sanddeeltjies in die koumaag van die betrokke slak aanwesig is, kan dit selfs papier as voedsel benut. Die noodsaaklikheid van sanddeeltjies in die koumaag van slakke vir die opbreek van plantweefsel is reeds waargeneem deur Colton & Pennypacker (1934) by L.columella en Noland & Carriker (1946) by L.stagnalis appressa. Colton & Pennypacker (1934) kon eksperimenteel aantoon dat L.columella te midde van beskikbare voedsel doodgaan van die honger as daar nie sanddeeltjies in die koumaag beskikbaar is nie.

Onderwyl my ondersoek aan die gang was, is 'n eksperimentele ondersoek onderneem om die geskiktheid van vyf verskillende voedselsoorte, nl. „Tetramin Staple Food“, „Tetramin Conditioning Food“, alginaat (Standen, 1951), gekookte gedroogde slaai, en 'n 1 : 1 samestelling van verpoeierde, gekookte, gedroogde slaai en verpoeierde „Tetramin Staple Food“ as voedsel vir varswater-slakke te evalueer (Jennings et al., 1970). Die beste resultate is met „Tetramin Conditioning Food“ verkry. Dit is verder bevind dat die kombinasie van „Tetramin Staple Food“ en gekookte, gedroogde slaai merkwaardig beter was as voedsel vir slakke as, of die slaai, of die „Tetramin Staple Food“ as sodanig. Hierdie bevinding ondersteun dus die waarnemings van Frank (1963) dat 'n kombinasie van enige twee van die voedselsoorte wat deur hom ge-evalueer is, beter is as enige een as sodanig.

In my ondersoek was 'n standhoudende groot voorraad van 'n hoë kwaliteit voedsel vir 'n aaneenlopende tydperk van tot nege maande noodsaaklik. Daarom is die gebruik van alge hoegenaamd nie eens oorweeg nie. Die gaashouers en akwariums waarin die slakke gehuisves is, is gevolglik gereeld skoongemaak om enige

algegroeï te voorkom want Prinsloo (1966) het gevind dat alge slegs by sekere temperature in sy eksperimentele akwariums gegroei het. Dit sou myns insiens die resultate beïnvloed het as slegs sekere van die kohorte alge tot hulle beskikking gehad het en ander nie. Die moontlikheid dat alge die resultate van soortgelyke eksperimente kan beïnvloed is reeds geopper deur Chernin & Michelson (1957a) en Wright (1960). Die voedsel wat gedurende my ondersoek gebruik is, het uitstekend aan die behoeftes beantwoord en het, te oordeel aan die eierproduksie en groeikoers van die slakke, heeltemal bevredigende resultate gelewer.

2.11 Herkoms, teling en onderhoud van die slakke

Die parentaalslakke van al die spesies wat in die eksperimente gebruik is, is afkomstig uit natuurlike habitate. B.(P.)africanus en L.natalensis is in die Taaiboschspruit op die plaas Leeuwfontein 157, distrik Ventersdorp, ruitverwysing 26.26 Ad, versamel. Die eksemplare van B.(P.)globosus is in 'n spruitjie op die plaas Goede Hoop 172 in die Nelspruitdistrik met ruitverwysing 25.31 Ac, versamel terwyl B.pfeifferi uit die Gladdespruit op die plaas Kees Zyn Doorns 28 in die Carolinadistrik met ruitverwysing 25.30 Dc afkomstig is. Twee afsonderlike eksperimente is met B.(B.)tropicus beplan. Die eerste eksperiment is uitgevoer met eiers van die slakke afkomstig uit 'n permanente habitat in 'n spruit op die plaas Naauwpoort 385-IQ en vir die doel van onderskeid in die res van die proefskrif word na hulle nakomelinge as B.(B.)tropicus A verwys. Die tweede eksperiment met die betrokke spesie is uitgevoer met die nakomelinge van eksemplare wat uit 'n tydelike habitat afkomstig is en na hierdie slakke

sal voortaan verwys word as B.(B.)tropicus B. Hierdie tydelike habitat is geleë op die plaas Oudedorp 376-IQ. Albei die plase waarop die eksimplare vir die twee eksperimente met B.(B.)tropicus versamel is, is geleë in die Potchefstroomdistrik met ruitverwysing 26.26 Ad.

Die parentaalslakke is so spoedig moontlik nadat hulle versamel is na die laboratorium vervoer en in akwariums gehuisves by 'n konstante temperatuur van 25°C. Voldoende voedsel is daagliks voorsien in die vorm van „Tetramin Conditioning Food" en „Tetramin Staple Food" in die verhouding van 2 : 1 en voedselreste en feses is daagliks verwyder. Die parentaalslakke is net in die laboratorium aangehou totdat voldoende eiers tydens een etmaal gelê is om 'n eksperiment mee te begin. Omdat die ruimte in die eksperimentele akwariums sowel as die getal akwariums beperk was, is slegs met twee spesies gelyktydig geëksperimenteer. Die eerste eksperiment is uitgevoer met B.pfeifferi en L.natalensis, die tweede eksperiment met B.(B.)tropicus A en B.(P.)africanus en die derde en laaste eksperiment met B.(B.)tropicus B en B.(P.)globosus.

'n Bepaalde getal eiers van die twee spesies wat gekies is om gelyktydig mee te eksperimenteer is vir elke spesie afsonderlik in 'n perspeksring met 'n kunsvleselgaasbodem geplaas in elk van die ses konstante temperatuurakwariums en in die akwarium by kamertemperatuur. Die perspeksringe het 'n deursnee van 95 mm en 'n hoogte van 50 mm gehad en twee daarvan is m.b.v. aluminiumstafies in teenoorgestelde hoeke in elke akwarium gesuspendeer sodat die watertoeverbuis daarin kon drup (Plaat IA).

PLAAT IA



PLAAT IB



PLAAT IA. Akwariumeenheid met perspeksringgaashouers
waarin die klein slakkies geteel is

PLAAT IB. Akwariumeenheid met reghoekige perspeksgaashouers
waarin die groter slakke gehuisves is

Die kunsveselgaasbodem van die perspeksringe is vervaardig van perlondraad met 'n deursnee van $40\ \mu$ en 'n maasgrootte van $45\ \mu$. Die deurlaatbaarheid van die gaas was 28%. Alhoewel die kunsveselgaas heeltemal waterdeurlaatbaar was, het dit nogtans die pasuitgebroeide slakkies en verpoeierde voedsel wat toegedien is, teruggehou. Hierdie houters is daaglik vervang met identiese, skoongemaakte houters omdat gevind is dat die fyn kunsveselgaas na 'n paar dae begin verstop en derhalwe minder deurlaatbaar vir water word. Die eierpakkies, en later die klein slakkies, is gedurende die skoonmaakproses versigtig met 'n klein kwassie van een bakkie na 'n ander oorgeplaas. Twee weke na die uitbroeiing van 'n bepaalde groep slakkies is hulle in 'n groter perspekshouer van $25\text{ cm} \times 11\text{ cm} \times 7\text{ cm}$ oorgeplaas. Die houters het bestaan uit 'n perspeksraamwerk waarvan die bodem sowel as die twee lang sye met kunsveselgaas bedek was. Hierdie kunsveselgaas was net soos dié van die kleiner perspekshouters vervaardig van perlondraad, dog die deursnee van die draad ($200\ \mu$), die maasgrootte van die gaas ($375\ \mu$) en die deurlaatbaarheid van die gaas (43%) was aansienlik groter as die kunsveselgaas van die kleiner perspekshouters. Die groot perspekshouters is tweetwee langs mekaar in elke akwarium geplaas sodat die twee toevoerbuis van elke akwarium elkeen in 'n houer kon drup (Plaat IB). Die slakke is vir die duur van die eksperiment in die groter houters gehuisves waardeur roetineversorging, kontrole oor en waarneming van die slakke baie vergemaklik is. Die slakke is daaglik tydens die skoonmaakproses van een houer na 'n ander identiese skoon houer oorgeplaas. Die eierpakkies kon dan gerieflik verwyder word sonder om die slakke te steur, 'n taak wat andersins baie tydrowend sou wees as die eiers direk op die wande en bodems van die akwariums gelê sou word.

Prinsloo (1966) het gevind dat die eierpakkies van B.(B.)tropicus in die laboratorium deur L.natalensis gevreet word en het der=halwe in sy eksperimentele opstelling m.b.v. 'n geperforeerde perspeksplaat elke akwarium in twee gelyke helftes verdeel en die betrokke twee spesies sodoende geskei. 'n Dergelike probleem is tydens die huidige ondersoek voorkom deur die twee spesies waarmee gelyktydig geëksperimenteer is in afsonderlike houters in dieselfde akwarium te huisves.

Voedsel is twee keer per dag in elke akwarium toegedien, die eerste keer direk nadat die slakke soggens in 'n skoon houer oorgeplaas is en dan weer in die namiddag om 17h00. Voldoende voedsel is toegedien om te verseker dat daar soggens nog beskikbaar sou wees teen die tyd dat die houters vervang en skoongemaak sou word. Daar is egter gewaak daarteen om nie die water in die akwariums onnodig te besoedel deur die toediening van te groot hoeveelhede voedsel wat nie benut sou word nie.

Benewens die daaglikse verwydering van feses en voedselreste uit die akwariums is al die fyn stofdeeltjies wat deur die gaas=houters na die bodems van die akwariums afsak m.b.v. 'n water=suigpomp verwyder. As gevolg van die skoonmaakproses is daaglik ongeveer $2\,000\text{ cm}^3$ water uit elke akwarium verwyder. Die water=vlak in elke akwarium is binne die bestek van 'n uur deur die normale indrup van die water deur die toevoerbuise herstel. Die volume water in die hersirkuleringstelsel is konstant gehou deur die waterverlies a.g.v. verdamping en die skoonmaakproses in die opgaardromme aan te vul met 'n mengsel van gedistilleerde water en verouderde boorgatwater. Die volume gedistilleerde water in die mengsel is deur die geleidingsvermoë van die water in die

hersirkuleringsstelsel bepaal. Die wande en bodems van die vlek-vrye staal akwariums is gereeld met 'n harde spons skoongevee om enige moontlike neerslae of algegroei te voorkom.

Die getal eiers wat van elke spesie in elke akwarium geplaas is, is aangeteken en die uitbroeipersentasie bereken. Daaglikse rekord is gehou van die mortaliteit en eierproduksie van elke kohort. Die gegewens ingewin tydens elke 14-dagperiode is saamgevoeg en gebruik om 'n lewensstabel vir elke kohort saam te stel.

2.12 Massabepaling

Die massa van elke kohort is tweeweklik op die volgende wyse bepaal: 25 cm^3 water is met 'n pipet geneem uit die akwarium wat die slakke waarvan die massa bepaal moes word, gehuisves het en geplaas in 'n skoon, droë digsluitende perspekshouertjie met 'n inhoudsmaat van 75 cm^3 . Die massa van die houertjie met water is vervolgens noukeurig tot die vyfde desimaal bepaal. Al die slakke van die kohort waarvan die massa bepaal moes word, is versigtig met 'n pinset op filtreerpapier geplaas en daar gelaat totdat die sigbare water van die skulpe afgedroog het. Die slakke is daarna versigtig met 'n pinset in die houertjie met water geplaas en die massa van die houertjie met water en slakke is vervolgens bepaal. Uit die verskil tussen die tweede en die eerste massabepalings is die gemiddelde massa per slak bereken. Hierdie werkwyse is gevolg omdat dit die slakke so min as moontlik versteur het. Individuele massabepalings van elke slak soos gedoen deur Prinsloo (1966), Combrinck (1968) en Prinsloo & Van Eeden (1969) sou te tydrowend wees met die getal slakke waarmee ek gewerk het.

2.13 Die vermoë om te vermeerder

Volgens Andrewartha & Birch (1954) kan verwag word dat enige dier wat in 'n bepaalde omgewing leef 'n bepaalde groeikoers sal handhaaf, 'n bepaalde lewensduur sal hê en oorsprong sal gee aan 'n bepaalde getal nakomelinge versprei oor 'n bepaalde tydperk van die dier se bestaan. Verskeie outeurs het reeds in die verlede aandag gegee aan die konsep van die vermoë van diere om te vermeerder maar geen algemene ooreenstemming bestaan oor die definisies wat daarop betrekking het nie (Birch, 1948). Chapman (1931) het na hierdie vermoë verwys as die „biotiese potensiaal“, terwyl Stanley (1946) dit die „omgewingsindeks“ van 'n dier genoem het. Volgens Birch (1948) bied 'n indeks vir die moontlike vermeerderingskoers van 'n dier onder verskillende fisiese toestande terselfdertyd 'n maatstaf vir die vergelyking van die geskiktheid van verskillende omgewings vir 'n bepaalde dier. Die ontwikkeling van hierdie spesifieke onderafdeling van bevolkingstatistiek is te danke aan A.J. Lotka en 'n numeriese voorbeeld van sy werkwyse is te vinde in Dublin & Lotka (1925). Die parameter wat Lotka ontwikkel het, is onder andere genoem die werklike, of inherente, of intrinsieke koers van natuurlike vermeerdering. Andrewartha & Birch (1954) noem dié bevolkingstatistiek die ingebore vermeerderingskoers en definieer dit as die maksimale vermeerderingskoers wat eksperimenteel bereik kan word deur 'n bevolking onderworpe aan enige besondere kombinasie van temperatuur, vogtigheid, kwaliteit van voedsel, terwyl kwantiteit van die voedsel, ruimte en ander diere van dieselfde soort optimaal gehou word en ander organismes van verskillende soorte uit die eksperiment uitgesluit word. Die ingebore vermoë om te vermeerder kan bereken word uit die vergelyking

$$\int_0^{\infty} e^{-rx} l_x m_x dx = 1 \quad (1)$$

(Dublin & Lotka, 1925)

In die vergelyking is

l_x = die lewenstabel of ouderdomskedule van oorlewing. Vir enige besondere ouderdomsgroep met ouderdomsmiddelpunt x , is l_x daardie proporsie individue wat aan die begin van die tydsinterval lewend is

m_x = ouderdomskedule van vroulike geboortes (of eiers wat vroulik sal wees) en

$0 - \infty$ = die lewensduur van die voortplantingstadium.

Die waardes van l_x en m_x word gemeet volgens gerieflik gekose tydsintervalle wat oor die lewensduur van 'n bevolking versprei is en wat die ooreenstemmende ouderdomsgroepe beskryf. Die presiese oplossing van vergelyking (1) is egter baie omslagtig en volgens Andrewartha & Birch (1954) is verskeie benaderings toelaatbaar. Volgens Birch (1948) kan die oplossing van vergelyking (1), sonder om 'n noemenswaardige fout te begaan, baie vereenvoudig word deur gebruik te maak van sommering in plaas van die integraal. Die vergelyking lyk dan soos volg:

$$\sum e^{-rx} l_x m_x = 1 \quad (2).$$

Hier word x geneem as die middelpunt van elke ouderdomsgroep en die sommering word gedoen vir al die ouderdomsgroepe waar $m_x > 0$. Die hele werkwyse word nog verder vereenvoudig deur gebruik te maak van viersyfertabelle van e . As gevolg van die kon-

struksie van die matematiese tabelle vir magte van e , kan die vergelyking die gerieflikste opgelos word as beide kante met e^k vermenigvuldig word. Beide Birch (1948) en Watson (1964) het in die vergelykings wat hulle gebruik het van e^7 gebruikgemaak en hierdie bepaalde werkwyse word ook in Southwood (1966) aanbeveel. Die vergelyking sien dan soos volg daaruit:

$$e^7 \sum e^{-r_m x} l_{x m x} = e^7 \quad (r = r_m)$$

$$\sum e^{7-r_m x} l_{x m x} = 1096,6 \quad (3)$$

Andrewartha & Birch (1954) beskryf twee metodes om r_m te bereken waarvan die een 'n benadering en die ander baie noukeuriger is. Laughlin (1965) stel voor dat die bevolkingstatistiek wat volgens die benaderde metode bereken word, onderskei moet word as die vermoë om te vermeerder (r_c) teenoor die noukeurige metode (vergelyking 1) wat bekend staan as die ingebore vermoë om te vermeerder (r_m). Die vergelyking vir die berekening van r_c is soos volg:

$$r_c = \frac{\log e R_o}{T_c} \quad (4)$$

Die term V_x is in navolging van Laughlin (1965) en Combrinck (1968) ingevoer as afkorting vir $l_{x m x}$.

$$R_o = \sum l_{x m x} = \sum V_x \quad (5)$$

$$T_c = \frac{\sum V_x x}{\sum V_x} \quad (6)$$

R_0 word gedefinieer as die nettovoortplantingskoers en dui aan die aantal kere wat 'n bevolking per generasie sal vermenigvuldig (Birch, 1948; Andrewartha & Birch, 1954 en Southwood, 1966).

Laughlin (1965) noem V_x die „eierkromme" maar volgens Combrinck (1968) sou „proporsionele eierkromme" meer toepaslik wees. T_c kan gedefinieer word as die kohortgenerasieduur d.w.s. die gemiddelde ouderdom van moeders in 'n kohort ten tye van die geboorte van vroulike nakomelinge (Laughlin, 1965). 'n Kohort verwys hier na 'n groep diere van dieselfde soort wat ewe oud is. Die bepaalde vermeerderingskoers (λ) is die natuurlike anti-logaritme van r_m en beteken die aantal kere wat 'n bevolking per tydseenheid vermenigvuldig (Birch, 1948), of soos Combrinck (1968) dit stel: „die aantal individue wat bygevoeg word by die bevolking per kop per tydseenheid". De Witt (1954b), Shiff (1964a), Prinsloo (1966) en Sturrock (1966) het r_m in hul onderskeie temperatuurondersoeke op varswaterslakke in die laboratorium volgens vergelyking (2) bereken. Shiff & Husting (1966), Combrinck (1968) en Williams (1970b) het egter vergelyking (4) gebruik om die vermoë tot vermeerdering (r_c) te bereken, terwyl Shiff & Garnett (1967), Harrison et al. (1970) en Sturrock & Sturrock (1972) nie die vergelyking vermeld waarvolgens hulle resultate verwerk is nie.

Birch (1948) vermeld vergelyking (4) as 'n moontlike wyse waarop die vermoë van 'n dier om te vermeerder (r_c) bereken kan word maar verklaar terstond dat hierdie werkwyse lei tot 'n onderskatting van r_m a.g.v. die benaderde skatting van die waarde van T . Volgens Laughlin (1965) is r_m groter as r_c behalwe wanneer

bevolkingsgetalle staties is ($R_0 = 1$) en hy gaan verder om te wys dat hoe langer die voortplantingsfase van 'n dier is en hoe groter die waarde van R_0 is, des te groter word die waarde van r_c 'n onderskating van die waarde van r_m . Ter illustrasie van hierdie verskynsel word 'n lewenstabel van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 26°C vir elke ouderdomsmiddelpunt kumulatief ontleed vanaf die eerste V_x inskrywing tot by die laaste (Tabel 4.). Met $R_0 = 16,9556$ benader die waarde van r_c dié van r_m noukeurig, dog namate die waarde van R_0 bokant hierdie waarde toeneem, word die waarde van r_c progressief kleiner terwyl die waarde van r_m toeneem totdat dit stabiliseer op die vyfde V_x inskrywing in die lewenstabel. Bogenoemde voorbeeld toon dat die gebruik van vergelyking (4) vir die bepaling van r_c -waardes vir die intra- sowel as interspesie vergelyking t.o.v. temperatuur beslis sou gelei het tot 'n versluiering van die werklike verskille tussen kohorte deurdat daardie spesies of temperature waar lae R_0 -waardes bereik sou word, begunstig sou word ten koste van spesies of temperature waar hoë R_0 -waardes bereik sou word. Alhoewel r_c vir alle kohorte van elke spesie tydens die huidige ondersoek ook bereken is, is die r_m -waardes volgens vergelyking (3) bereken en alle besprekings is daarop gebaseer. In navolging van al die reeds genoemde outeurs wat r_m - of r_c -waardes by varswaterslakke bepaal het, is vir die samestelling van lewenstabellen tydsintervalle van twee weke gekies. Aan die begin van die veertiendagperiode van elke kohort is die getal slakke wat nog lewend was, vasgestel. Die getal eiers wat per kohort per tydsinterval geproduseer is, is ook vasgestel. Al die vrugbare eiers is in berekening gebring want by selfbevruggende hermafroditiese diere soos die ondersoekte varswaterslakke, word al die nakomelinge in ag geneem.

TABEL 4 Ontleding van die lewenstabel van 'n kohort van *B. pfeifferi* by 26°C om die invloed van die toevoeging van die eierproduksie van elke opeenvolgende ouderdomsgroep op die finale r_m -waarde te bepaal en die mate waarin r_c 'n onderskatting van r_m is namate R_0 vergroot

Middel= puntou= derdom x	% van die to= tale ge= tal eiers *	Eier= pro= duk= sie	Totale getal slakke	Oorle= wing l_x	Vrug= baar= heid m_x	$(\frac{l_x m_x}{v_x})$	Kumula= tiewe R_0	r_c	r_m	%-bydrae tot fi= nale r_m - waarde
0,5	-	-	45	1,0000	-	-	-	-	-	-
1,5	0,6289	763	45	1,0000	16,9556	16,9556	16,9556	1,8871	1,8871	79,5439
2,5	5,8552	7 104	45	1,0000	157,8667	157,8667	174,8223	2,1489	2,3202	18,2558
3,5	13,0217	15 799	45	1,0000	351,0889	351,0889	525,9112	1,9982	2,3672	1,9811
4,5	15,9221	19 318	45	1,0000	429,2889	429,2889	955,2001	1,8305	2,3719	0,1981
5,5	16,0210	19 438	45	1,0000	431,9556	431,9556	1387,1557	1,6849	2,3724	0,0211
6,5	15,6782	19 022	45	1,0000	422,7111	422,7111	1809,8668	1,5597	2,3724	0,0000
7,5	16,3079	19 786	45	1,0000	439,6889	439,6889	2249,5557	1,4467	2,3724	0,0000
8,5	13,5064	16 387	44	0,9778	372,4318	364,1638	2613,7195	1,3623	2,3724	0,0000
9,5	3,0587	3 711	43	0,9556	86,3023	82,4705	2696,1900	1,3412	2,3724	0,0000
Totale eierproduksie = 121 328										

* persentasie van die eierproduksie wat elke ouderdomsgroep tot die totale getal eiers (121 328) bygedra het

Uit hierdie basiese gegewens is l_x , m_x en V_x vir al die opeenvolgende tweewEEKperiodes bereken en in lewenstabelle saamgevat.

Andrewartha & Birch (1954) wys daarop dat r_m 'n statistiek is wat 'n opsomming gee van daardie fisiologiese eienskappe van 'n dier wat in verband staan met sy vermoë om te vermeerder d.w.s. eienskappe wat waarlik ingebore is en wat r_m netso kenmerkend van 'n spesie maak soos sy morfologie gegee dat alle omgewingstoestande dieselfde is. Smith (1954) wys daarop dat alhoewel r_m karakteristiek is van elke spesie dit positiewe of negatiewe waardes mag aanneem afhangende van omgewingsfaktore. So bv. dui 'n r_m -waarde van 0 aan dat 'n bevolking in ekologiese ewewig is en word 'n hoë r_m -waarde en 'n kort gemiddelde generasieduur geassosieer met kleiner organismes en kan die waarde van r_m geneem word as 'n indeks van die ongunstigheid van die omgewing. Volgens Shiff & Husting (1966) lê die bruikbaarheid van r_m nie in bepaalde maksimumwaardes wat vir 'n betrokke spesie deur 'n navorser verkry word nie maar wel in die reeks van waardes verkry onder bepaalde eksperimentele toestande. As r_m oor 'n wye reeks waardes van 'n bepaalde omgewingsfaktor nie veel skommel nie, is dit volgens lg. outeurs geregverdig om te aanvaar dat so 'n faktor relatief onbelangrik is in die beheer van die vermeerderingskoers van die betrokke spesie. Die omvang van die waardes van 'n omgewingsfaktor waarby 'n dier kan vermeerder, word uiters noukeurig gedefinieer deur daardie omvang in waardes waar r_m 'n waarde van nul oorskry (Birch, 1948).

Die waarde van r_m word in 'n baie groter mate bepaal deur die koers van eierproduksie tydens die eerste paar weke van geslags-

rypheid as deur die totale getal eiers wat dwarsdeur die lewensduur van 'n kohort gelê word. Ter illustrasie van laasgenoemde bevinding gee Birch (1948) 'n lewenstabel waarin die bydrae van die eierproduksie van elke ouderdomsgroep tot die finale waarde van r_m bereken word. Dit blyk hieruit dat die eerste ouderdomsgroep 56% en die eerste twee ouderdomsgroepe gesamentlik 85% tot die finale r_m -waarde bydra, ten spyte daarvan dat slegs 27% van die totale getal eiers deur die eerste twee ouderdomsgroepe gesamentlik gelê is. Volgens lg. outeur is die akkurate bepaling van die middelpuntouderdom van die eerste ouderdomskategorie van 'n kohort waartydens eiers gelê word van die grootste belang en hy wys daarop dat 'n fout van 'n halwe periode in die reeds genoemde voorbeeld van 'n lewenstabel 'n fout van 8% in die berekening van r_m veroorsaak. Omdat die betrokke lewenstabel van Birch (1948) saamgestel is op basis van die eierproduksie en oorlewing van 'n kohort van die insek Calandra oryzae is sy bevindings getoets aan die hand van 'n lewenstabel saamgestel op basis van die eierproduksie en oorlewing van 'n kohort van die varswaterslak B. pfeifferi. In tabel 4 is o.a. die persentasiebydrae van die eierproduksie van elke ouderdomsgroep tot die finale r_m -waarde afsonderlik bereken. Alhoewel die totale getal eiers wat deur die eerste ouderdomsgroep in 'n 14-dagperiode gelê is maar 763 was en dit slegs 0,6289% uitgemaak het van die totale getal eiers (121 328) wat tydens die lewensduur van die kohort gelê is, het dit 79,5% tot die finale r_m -waarde bygedra. Die eerste drie periodes van eierproduksie het gesamentlik 99,8% tot die finale r_m -waarde bygedra ten spyte daarvan dat hierdie getal eiers slegs 29,5% uitgemaak het van die totale getal eiers wat deur die kohort gelê is. In hierdie besondere geval sou 'n fout van meer as 18% in die berekening van r_m begaan

word as die ouderdomsgroep waartydens eierproduksie 'n aanvang geneem het met 'n halwe periode verkeerd bereken sou word. Al= hoewel die persentasies nie ooreenstem nie, word die bevindings van Birch (1948) ootenseglik bevestig deur die ontleding van die gegewens in tabel 4 en die belangrikheid van die eerste paar periodes van eierproduksie en die korrekte bepaling van die eerste periode van eierproduksie is nogeens beklemtoon. Dit is dus nie verbasend dat Cole (1954) beweer dat die treffendste waarheid wat uit 'n ondersoek na die vermoë van diere om te vermeerder aan die lig kom die bevinding is dat die ouderdom waarop voortplanting begin een van die mees betekenisvolle eienskappe van 'n spesie is nie. In 'n eksperimentele ondersoek kom De Witt (1954b) ook tot die slotsom dat die grootste persentasie van die finale r_m -waarde by P.gyrina bepaal word deur die vroeëre gedeelte van die voortplantingsperiode. Harrison et al. (1970) bevind in ooreenstemming met bg. outeurs dat 'n hoë eierproduksie, veral uiters belangrik tydens die vroeë voortplantingsperiode, 'n hoë oorlewingskoers en 'n kort generasietyd die drie belangrikste faktore is wat tot 'n hoë r_m -waarde bydra.

Die ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) en die nettovoortplantingskoers (R_0) hou verband met mekaar d.m.v. die gemiddelde kohortgenerasieduur (T_c). As die waarde van r_m kleiner word terwyl R_0 konstant bly, word T_c ooreenstemmend groter. By 'n optimale temperatuur sal 'n bevolking met 'n hoë r_m -waarde 'n ge= we R_0 -waarde gou bereik en T_c sal kort wees, terwyl dit vir die= selfde bevolking onder suboptimale toestande van temperatuur langer sal neem om dieselfde R_0 -waarde te bereik en T_c sal der= halwe baie langer wees wat beteken dat die bevolking kwesbaar deur veranderings in die omgewing sal wees. Volgens Shiff (1964a)

begunstig seleksie daardie eksemplare in 'n bevolking wat die meeste nakomelinge nalaat en is 'n hoë r_m -waarde voordelig vir spesies wat leef in omgewings waar gunstige en ongunstige toestande mekaar afwissel en waar dit vir die spesies noodsaaklik is om van die uitwerking van gereelde katastrofes te herstel.

2.14 Die bepaling van foutgrense

2.14.1 Kohortgrootte

'n Uiteraard belangrike aspek waaroor in 'n ondersoek van hierdie aard uitspraak gegee moet word, is die minimum getal slakke wat per kohort gebruik moet word om betroubare resultate te kan verwag. Tydens 'n ondersoek na die invloed van wateroplosbare stowwe op die eierproduksie van L.natalensis en B.(B.)tropicus het Ackerman (1972) statisties vasgestel dat 'n minimum getal van 20 slakke per spesie toelaatbaar was. In die verlede het verskeie outeurs gebruikgemaak van kohorte van een tot 'n paar honderd slakke elk om die invloed van ekologiese faktore te ondersoek. Shiff (1964a) het kohortgroottes van B.(P.)globosus van 34 tot 48 gebruik vir die samestelling van lewensabelle by verskillende konstante temperature terwyl Sturrock (1966) kohorte van 91 tot 111 eksemplare van B.pfeifferi vir dieselfde doel gebruik het en Prinsloo (1966) met kohorte van tussen 30 en 35 eksemplare per spesie van L.natalensis en B.(B.)tropicus geëksperimenteer het.

Omdat 'n waterhersirkuleringsstelsel in die huidige ondersoek gebruik is en twee verskillende spesies tegelykertyd in elke akwarium gehuisves is, was dit met die oog op voorkoming van moontlike besoedeling van die water belangrik dat die getal slakke per kohort

beperk moes word. Daarbenewens maak die tyd wat deur die roetine= versorging van die slakke en veral die verwydering van die eier= pakkies en telling van die eiers in beslag geneem word dit gebiedend noodsaaklik dat onnodig groot getalle slakke per kohort vermy moet word.

Om te bepaal hoe groot die eksperimentele fout is wat begaan mag word in die berekening van r_m -waardes wanneer met verskil= lende getalle slakke per kohort geëksperimenteer word, is lewens= tabelle van agt replikate van 25 slakke per kohort onder iden= tiese toestande saamgestel. Die eiers waarmee die eksperiment begin is, is tydens dieselfde etmaal gelê deur die 50 eksemplare van B.(B.)tropicus wat versamel is in 'n spruitjie op die plaas Oudedorp waarvan die ligging nader omskryf word op p. 43 Hierdie slakke het ook gedien as die parentaalslakke van B.(B.)tropicus B. Die werkwyse wat gedurende die replikaatekspe= rimente gevolg is en die apparaatopstelling wat gebruik is, was presies dieselfde soos beskryf vir die eksperimente by konstante temperatuur, behalwe dat vier kohorte van 25 slakke elk in af= sonderlike gaashouers in een akwarium gehuisves is en 'n water= toevoerbuiss vir elke kohort voorsien is. Om die agt kohorte te huisves is van twee akwariums gebruikgemaak en albei is vir die duur van die eksperiment by 'n konstante temperatuur van 26°C gehou. Die kohorte is met nommers 1 tot 8 geïdentifiseer en in die bespreking word na hulle verwys as R1 tot R8. Die vier replikate in een akwarium is weekliks verwissel met die vier replikate in die ander akwarium om sodoende te verseker dat al agt replikate aan dieselfde toestande onderworpe was. Die eiers is daaglik verwyder en getel en die mortaliteit is daaglik aan=

geteken. Die eksperiment is volgehou totdat die laaste slak van elke replikaat dood is. Die gegewens is verwerk in agt lewenstabelle en R_o , r_m , r_c , T_c en λ is vir al agt replikate afsonderlik bereken (Tabel 5).

TABEL 5 Bevolkingstatistiek van agt replikaateksperimente met *B.(B.)tropicus* B by 26°C gebaseer op lewenstabelle B31-B38 in die bylae

Replikaat nr.	λ	r_m	r_c	R_o	T_c
1	37,9874	3,6373	2,6168	1 487,5200	2,7915
2	37,2862	3,6186	2,5953	1 312,6400	2,7665
3	37,4630	3,6234	2,5621	1 373,6000	2,8200
4	37,9916	3,6374	2,5819	1 415,8800	2,8101
5	38,3034	3,6455	2,5266	1 598,6800	2,9197
6	38,9942	3,6634	2,5898	1 334,6400	2,7787
7	39,0341	3,6644	2,6095	1 251,8400	2,7332
8	38,2177	3,6433	2,5443	1 429,6400	2,8554

Soos verwag is, was daar verskille tussen die bevolkingstatistieke van die agt replikate ten spyte daarvan dat dit onder dieselfde toestande verkry is. Dit volg logies dat in vergelykings tussen die bevolkingstatistieke van verskillende eksperimente die verskille groter moet wees as die variasie wat in tabel 5 aangedui word voordat 'n werklike verskil aanvaar kan word.

Ewekansige kombinasies van die agt replikate van 25 slakke elk is gemaak om vier lewenstabelle van kohorte van 50 slakke elk, twee

lewenstabelle elk van kohorte van 75 en 100 slakke en een lewenstabel elk van kohorte van 125, 150, 175 en 200 slakke saam te stel. As een replikaat reeds gebruik is in 'n kombinasie van bv. een kohort van 50 slakke, is daardie spesifieke replikaat nie weer gebruik in 'n kombinasie met 'n ander replikaat vir 'n tweede kohort van 50 slakke nie. Die ewekansige kombinasies van replikate om groter kohorte daar te stel, kan derhalwe beskou word as werklike eksperimente wat met daardie spesifieke getal slakke uitgevoer is alhoewel die slakke van die gekombineerde kohorte in afsonderlike gaashouers en nie noodwendig in dieselfde akwarium gehuisves is nie. Replikate 1-4 was deurgaans saam in een akwarium terwyl replikate 5-8 saam in die ander akwarium gehuisves is maar soos reeds vermeld is die kohorte weekliks van akwarium verwissel. Shiff (1964a) wat met kohorte van 34-48 slakke geëksperimenteer het, het nooit meer as ses groot slakke per akwarium aangehou nie wat beteken dat die slakke van 'n enkele kohort in verskeie akwariums gehuisves is. Die bevolkingstatistieke en verwerkings van die gekombineerde lewenstabelle is in tabel 6 saamgevat. Die standaardafwykings (S) en rekenkundige gemiddeldes ($\bar{x}$) van die agt kohorte van 25 slakke elk is bereken en dieselfde is gedoen vir die vier kohorte van 50 slakke elk en die twee kohorte elk van 75 en 100 slakke (Tabel 6).

Dit is voor die hand liggend dat die kohort bestaande uit 200 slakke 'n beter benadering van r_m behoort te gee as daardie kohorte met minder as 200 eksemplare. Hierdie swakker benaderings van r_m skommel tussen bepaalde grense soos getoon word deur die standaardafwykings (Tabel 6). So bv. skommel die r_m -waarde van 'n kohort van 100 slakke tussen $\bar{x}_{m100} - t_{(P=0,05)}^S$

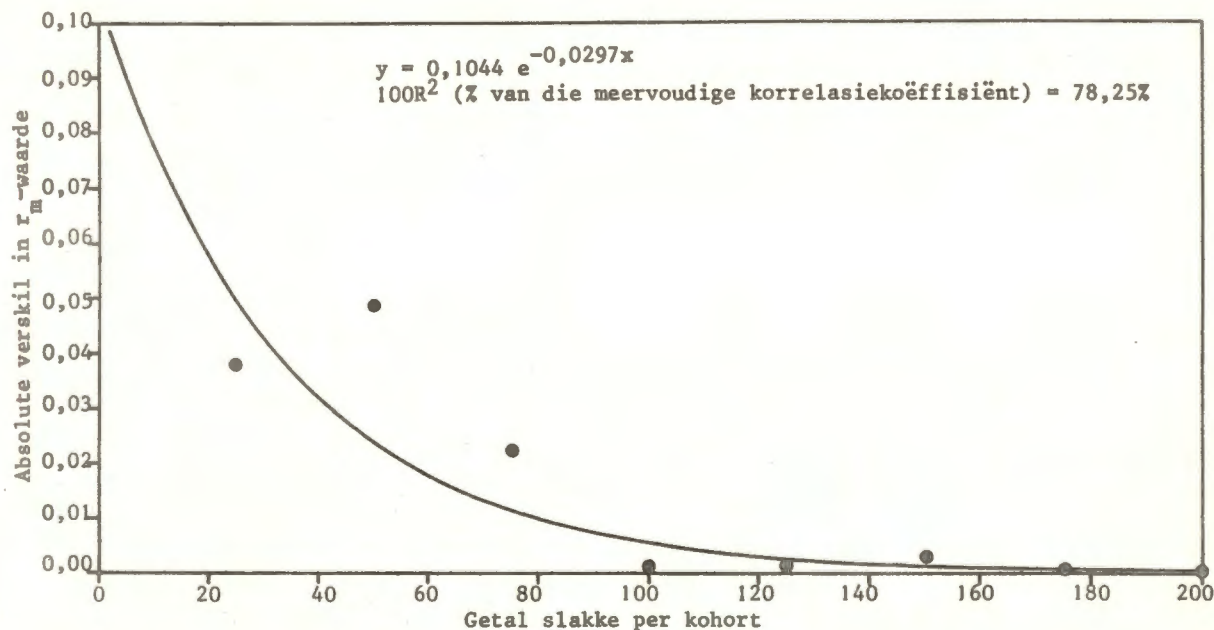
[illegible]

en $\bar{x}_{m100} + t_{(P=0,05)}^S$ d.w.s. tussen 3,640583 en 3,643017.

Hiervolgens kan r_{m100} met soveel as 0,001217 verskil van die beste benadering van r_m (r_{m200}). Die absolute verskil tussen die beste benadering van r_m en die boonste grens van die reeks r_{mx} -waardes is volgens die bogenoemde voorbeeld bereken en word in figuur 2 weergegee. Vervolgens is die bespassende kromme deur hierdie koördinaatpunte getrek. Hieruit blyk dat as r_m bv. met 'n kohortgrootte van 20 slakke bepaal sou word 'n waarde verkry sou word wat tot naasteby 0,058 kan verskil van die beste benadering van r_m . Tydens die huidige ondersoek is met nie minder nie as 35 slakke per kohort geëksperimenteer wat beteken dat 'n verskil van minder as 0,037 in die r_m -waardes van kohorte wat met mekaar vergelyk word nie as beduidend beskou kan word nie.

Dit is belangrik om daarop te let dat die fout wat begaan sou word deur met bv. 'n kohort van slegs 10 slakke te eksperimenteer en r_m volgens vergelyking (3) te bereken aansienlik kleiner sou wees as wanneer met bv. 45 slakke per kohort geëksperimenteer word en die r_c volgens vergelyking (4) te bereken sodra R_o groter as 100 is. Volgens figuur 2 sal die vasstelling van r_m met 'n kohortgrootte van 10 slakke met nie meer as 0,08 van die beste benaderde r_m -waarde verskil nie terwyl r_c in die geval van 'n werklik bepaalde R_o van 174,8223 reeds met 0,1713 verskil het van die r_m -waarde en in die geval van 'n R_o -waarde van 2 696,19 met soveel as 1,0312 verskil het van die bepaalde r_m -waarde (Tabel 4).

Met figuur 2 as leidraad kan 'n navorser dus vooraf die kohortgrootte bepaal wat vir sy besondere ondersoek die meeste voordele



FIGUUR 2. Die absolute verschil by *B.(B.)tropicus* tussen die beste benadering van $r_m(200)$ en die boonste grens (95%) van r_m -waardes bereken volgens die vergelyking

$$|r_{m_{200}} - (\bar{x}r_{m_x} + tS)|$$

le sou inhoud. Eksperimentele omstandighede sal meestal die aantal slakke waarmee gewerk kan word, bepaal. Die moontlike fout wat a.g.v. die kohortgrootte in die bepaling van r_m begaan mag word, is dan afleesbaar van figuur 2.

2.14.2 Proporsionele eiertellingtegniek

Om een lewenstabel saam te stel mag dit nodig wees om tot 100 000 eiers in 60 000 eierpakkies te tel. In gevalle waar tot 16 kohorte tegelykertyd eiers produseer soos gedurende die huidige ondersoek, word die eksperiment onhanteerbaar. Om die werkklas te verlig is 'n werkwyse ontwikkel waarvolgens slegs 'n bepaalde breukdeel van die eierproduksie getel hoef te word om dan met die nodige berekenings 'n benaderde produksiewaarde te verkry. Die prosedure was om alle eierpakkies van 'n kohort vir sewe dae op te hoop en dan na dié periode al die eierpakkies, asook die eiers in 'n breukdeel van die pakkies te tel. Die gedeelte van die pakkies wat getel moes word, is volgens 'n vergelyking wat later gegee sal word, bereken. Vir die formulering van hierdie vergelyking is gebruik gemaak van gegewens van die eierproduksie van 'n kohort van 45 slakke wat vir vyf maande by 'n konstante temperatuur van 26°C gehou is. Daaglikse noukeurige tellings van die eierpakkies en eiers is vir nege tweeweekperiodes gemaak. Die bepaling van die gedeelte van die opgehoopte getal eierpakkies wat getel moes word, is verkry deur manipulasie van die totale getal eierpakkies wat opgehoop is in die sewe-dagperiode m.b.v. die vergelyking

$$pr = \frac{1}{\frac{N-1}{\left(\frac{1,96}{\delta}\right)^2} + 1}$$

waar

pr = gedeelte wat getel moet word

N = totale getal eierpakkies vir sewe dae

$\bar{\mu}$ = werklike gemiddelde getal eiers per pakkie

δ = werklike standaardafwyking is.

Hierdie vergelyking is gebaseer op voorafvasgestelde gemiddeldes ($\bar{\mu}$) en variansies (δ^2) van die getal eiers per pakkie en pakkies per slak (en derhalwe eiers per slak) van alle pakkies van alle slakke vir die sewe-dag-periode. Die voorwaardes gestel vir die gedeelte van die pakkies is sodanig vasgelê dat die benaderde eierproduksie 19 uit 20 keer (95%) binne $\pm 1,96 \times$ standaardafwyking van die werklike gemiddelde ($\bar{\mu}$) sal wees. Om hierdie voorwaarde te bevredig, is dit beredeneer dat die absolute verskil tussen die benaderde gemiddelde getal eiers per slak ($\frac{N\bar{x}}{A}$) en die werklike getal eiers per slak ($\frac{N\bar{\mu}}{A}$) in 95% van die gevalle minder as of gelyk aan 5% van die werklike getal eiers per slak moet wees, m.a.w.

$$P\left(\left|\frac{N\bar{x}}{A} - \frac{N\bar{\mu}}{A}\right| \leq 0,05 \frac{N\bar{\mu}}{A}\right) = 0,95$$

waar

P = waarskynlikheidsimbool

N = totale getal pakkies in die sewe dae

A = getal slakke wat hierdie eierpakkies gelê het

$\bar{x}$ = gemiddelde getal eiers per pakkie vir getelde pakkies

$\bar{\mu}$ = die werklike gemiddelde getal eiers per pakkie is

Met kansellering van $\frac{N}{A}$ vereenvoudig die waarskynlikheidsongelykheid na

$$P(|\bar{x} - \bar{\mu}| \leq 0,05 \bar{\mu}) = 0,95$$

$$\therefore P(0,95 \bar{\mu} < \bar{x} \leq 1,05 \bar{\mu}) = 0,95$$

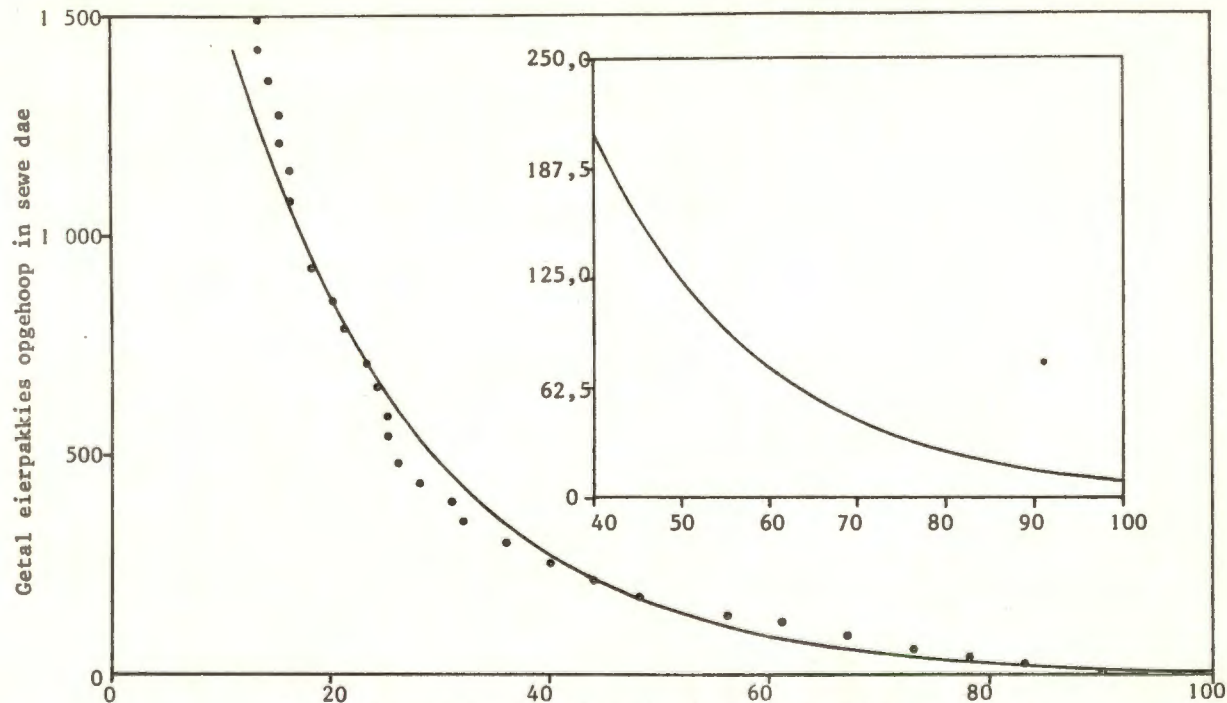
$$\therefore P(0,95 \times \text{gemiddelde getal eiers per pakkie vir alle pakkies} < \text{gemiddelde getal eiers per pakkie vir die getelde pakkies} \leq 1,05 \times \text{gemiddelde getal eiers per pakkie vir alle pakkies}) = 0,95.$$

Omdat die parameters $\bar{\mu}$ en δ gewoonlik nie bekend is nie, word die statistieke $\bar{x}$ en S gebruik. Vervanging, in die vergelyking waarvolgens pr bereken word, van 62 verskillende rekenkundige gemiddeldes ($\bar{x}$'s) en standaardafwykings (S 's) wat bereken is van pakkietellings wat gewissel het vanaf ses tot 7 046 en van die gepaardgaande eiertellings wat gewissel het vanaf 764 tot 120 676, lewer die resultaat wat in figuur 3 weer=

gegegee word. Die bespassende kromme is deur hierdie koördinaat=punte getrek en die kromme is in die daaropvolgende eksperimente gebruik om die gedeelte van die pakkies wat getel moes word, af te lees. So bv. sou dit met 'n totaal van 1 000 eierpakkies wat tydens sewe dae opgehoop is slegs nodig wees om 180 eierpakkies te tel. Die totale getal eiers in die 180 eierpakkies gedeel deur 180 en vermenigvuldig met 1 000 gee dan die benaderde totale eierproduksie vir die sewe dae. Die totale eierproduksie is dus

$$\frac{\text{totale getal eiers in 180 eierpakkies}}{180 \text{ eierpakkies}} \times 1\,000.$$

Vir die inskrywing in 'n lewenstabel word die som van die eier=produksie van twee opeenvolgende sewe-dag-periodes gebruik. Om=



FIGUUR 3. Persentasie van die getal eierpakkies van B.pfeifferi wat vir sewe dae opgehoop is en wat getel moet word om aan 'n foutgrens van $2p < 0,05$ te voldoen uitgesit teen die getal opgehoopte eierpakkies. Die inlas is 'n vergrootte weergawe van daardie gedeelte vanaf 0-250 op die y-as en 40-100 op die x-as

dat die benadering van die parameters $\bar{\mu}$ en S deur die statistieke $\bar{x}$ en S minder noukeurig is wanneer die opgehoopte getal eierpakkies minder as 100 per sewe-dag-periode is, is alle eiers daaglikse getal in daardie gevalle waar die daaglikse eierproduksie van 'n kohort nog nie 20 pakkies per dag bereik het nie (d.w.s. $20 \times 7 = 140$ pakkies/7 dae) of waar eierproduksie al reeds tot minder as 20 pakkies per dag afgeneem het.

In die huidige ondersoek is die eiers van al die kohorte van B.pfeifferi, L.natalensis, B.(P.)africanus en B.(P.)globosus in elk geval daaglikse noukeurig getal en is die bogenoemde werkwyse van verminderde eiertelling slegs by die kohorte van B.(B.)tropicus gebruik omdat die spesie by uitstek 'n groot eierproduksievermoë besit. Hierdie bepaalde werkwyse is in elke geval egter eers na die eerste veertiendagperiode van eierproduksie gevolg omdat gevind is dat 'n noukeurige telling van die eiers, juis tydens hierdie eerste periode, van groot belang is by die berekening van r_m .

Deur die werklike getal eiers van elke tweeweekperiode in tabel 4 deurgaans met 5% te verminder en vervolgens die werklike getal eiers van elke tweeweekperiode deurgaans met 5% te vermeerder, is twee lewensabelle saamgestel waarvan die een deurgaans op 'n onderskatting van 5% en die ander deurgaans op 'n oorskatting van 5% van die werklike getal eiers in tabel 4 gebaseer is. Die bevolkingstatistieke van hierdie oorskatte en onderskatte eierproduksie sowel as dié van die werklike eierproduksie word in tabel 7 weergegee. As die uiterste fout met die benadering van die eierproduksie begaan sou word, sou die bevolkingstatistieke tussen die grenswaardes in tabel 7 kon lê. Die verskil tussen die

TABEL 7 Verskille tussen die werklike eierproduksie van en 'n 5% onder- en oorskatting daarvan soos ge-reflekteer in die bevolkingstatistieke

Bevolking= statistiek	5%-onderskatting van eierproduksie	Werklike eier= produksie	5%-oorskatting van eierproduksie	%-verskil
R_o	2 562,2166	2 696,1900	2 830,1388	9,9371
T_c	5,8886	5,8900	5,8913	0,0458
r_m	2,3600	2,3724	2,3844	1,0285
λ	10,5914	10,7234	10,8522	2,4321

oorskatte en onderskatte waardes van r_m is bv. 0,0244. Hierdie verskil is slegs 1% van die werklike r_m -waarde. Gevolglik ver-oorsaak daardie gevalle (d.i. die 19 uit die 20) wat met 5% ver-skil [$P(|\bar{x} - \bar{\mu}| \leq 0,05 \bar{\mu}) = 0,95$] slegs 'n 1% fout by die bere-kening van r_m in dié besondere geval. Soortgelyke %-foute by die ander bevolkingstatistieke word in tabel 7 weergegee.

Omdat van die werkwyse van proporsionele eiertelling gebruikge-maak is in die eksperimente met B.(B.)tropicus, dra die betrokke r_m -waardes 'n noukeurigheidsgrens van $r_m \pm 1\%$. Hierdie grense is egter nouer as die noukeurigheidsgrense wat bepaal is vir die kohortgroottes waarmee gedurende die huidige ondersoek geëkspe-rimenteer is. Daarom het die metode van benaderde eierproduksie-bepaling geen noemenswaardige verskil op die r_m -waardes gemaak nie en is dit dus 'n aanvaarbare werkverligtingsprosedure.

3. RESULTATE

3.1 Die vermoë van die slakke om te vermeerder by die verskillende temperature

Die lewenstabelle van elke spesie by al die verskillende temperature word eers afsonderlik bespreek en met mekaar vergelyk. Vervolgens word oorgegaan tot 'n interspesievergelyking met die verskillende temperature as uitgangspunt.

3.1.1 B.pfeifferi

Die eiers waarmee die verskillende kohorte van B.pfeifferi begin is, is tydens dieselfde etmaal deur dieselfde groep parentaal=slakke gelê. Kohorte van 45 slakke is aangehou by al die gekose temperature behalwe 32°C waar, omdat die uitbroeipersentasie so swak was, al die slakkies wat uitgebroei het vir die samestelling van 'n lewenstabel gebruik is. Die ander spesie wat tegelykertyd in dieselfde akwariums aangehou is, was L.natalensis.

3.1.1.1 Lewenstabel by 17°C

Die oorlewing was besonder goed by 17°C en tot en met die begin van die negende tweewEEKperiode het geen mortaliteit ingetree nie (Tabel 8). Eierproduksie het begin 60 dae nadat die slakke begin uitbroei het en is volgehou vir 'n periode van 12 tweewEEKperiodes. Die vrugbaarheidskromme (m_x) het 'n hoogste waarde bereik tydens die elfde tweewEEKperiode (Figuur 4).

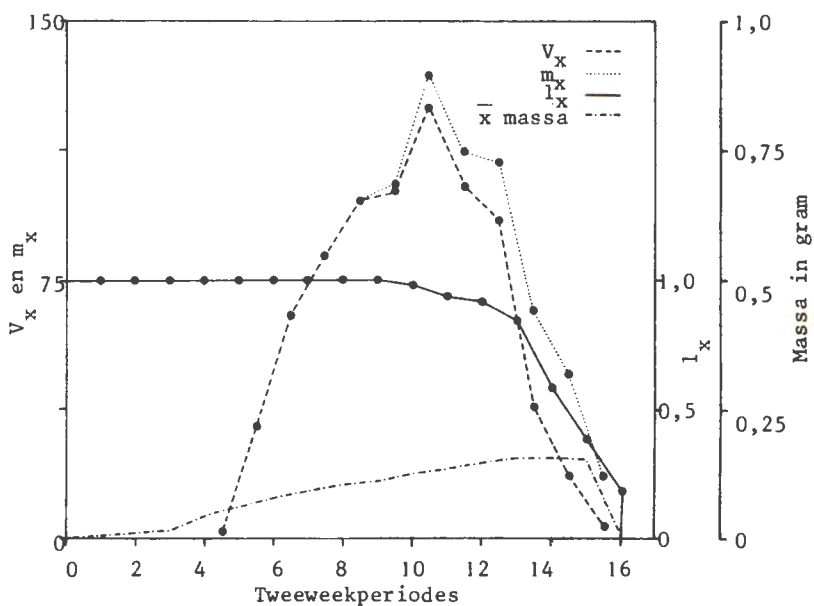
TABEL 8 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi
by 'n konstante temperatuur van 17°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5		45	1,0000		
3,5		45	1,0000		
4,5	63	45	1,0000	1,4000	1,4000
5,5	1 458	45	1,0000	32,4000	32,4000
6,5	2 896	45	1,0000	64,3556	64,3556
7,5	3 682	45	1,0000	81,8222	81,8222
8,5	4 409	45	1,0000	97,9778	97,9778
9,5	4 520	44	0,9778	102,7273	100,4468
10,5	5 640	42	0,9333	134,2857	125,3288
11,5	4 595	41	0,9111	112,0732	102,1099
12,5	4 151	38	0,8444	109,2368	92,2396
13,5	1 710	26	0,5778	65,7692	38,0014
14,5	801	17	0,3778	47,1176	17,8010
15,5	142	8	0,1778	17,7500	3,1560

$$R_0 = \sum V_x = 757,0391$$

3.1.1.2 Lewenstabel by 20°C

Alhoewel oorlewing by 20°C ook goed was, het mortaliteit een tweeweekperiode vroeër begin intree as by 17°C en daarbenewens het die hele kohort vyf tweeweekperiodes vroeër doodgegaan



FIGUUR 4. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kocht van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 17°C

(Tabelle 9 en 8). Eierproduksie het twee tweeweekperiodes vroeër begin, dog is nie solank volgehou as by 17°C nie. Daar is nogtans meer eiers in totaal gelê as by 17°C. Die m_x -kromme het 'n hoogste waarde vier tweeweekperiodes vroeër as by 17°C bereik (Figure 5 en 4).

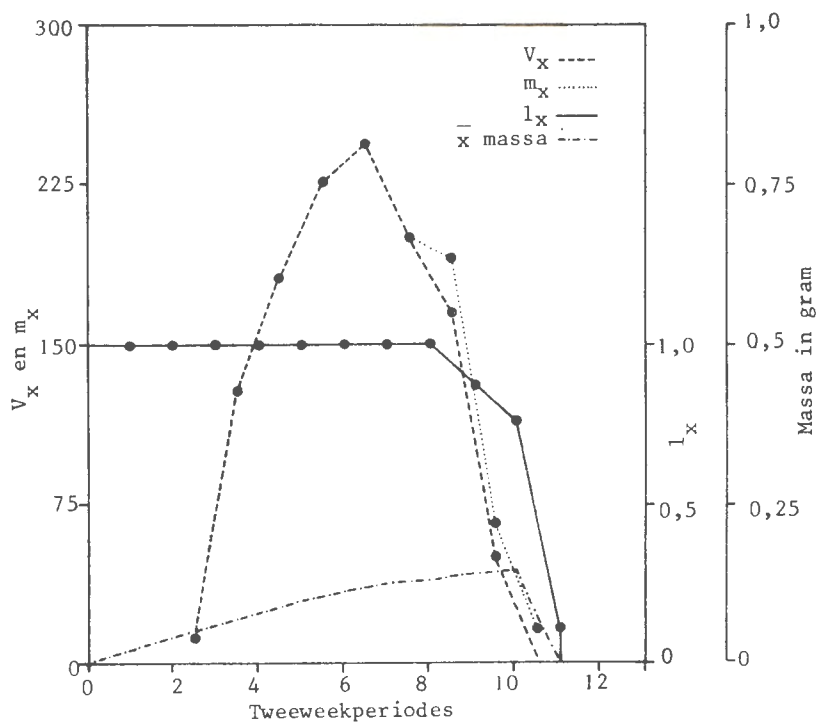
TABEL 9 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 20°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5	523	45	1,0000	11,6222	11,6222
3,5	5 758	45	1,0000	127,9556	127,9556
4,5	8 164	45	1,0000	181,4222	181,4222
5,5	10 190	45	1,0000	226,4444	226,4444
6,5	10 994	45	1,0000	244,3111	244,3111
7,5	9 027	45	1,0000	200,6000	200,6000
8,5	7 451	39	0,8667	191,0513	165,5842
9,5	2 230	34	0,7556	65,5882	49,5584
10,5	80	5	0,1111	16,0000	1,7776

$$R_0 = \sum V_x = 1\ 209,2757$$

3.1.1.3 Lewenstabel by 23°C

Eierproduksie het een tweeweekperiode vroeër begin as by 20°C, maar is nie solank volgehou nie (Tabelle 10 en 9). Alhoewel die



FIGUUR 5. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 20°C

totale eierproduksie nie veel hoër as by 20°C was nie, was die hoogste produksie per slak per tweewekperiode (m_x) heelwat hoër, terwyl die m_x -kromme 'n hoogste waarde bereik het een tweewekperiode vroeër as by 20°C (Figure 6 en 5). Mortaliteit het een tweewekperiode vroeër begin intree as by 20°C.

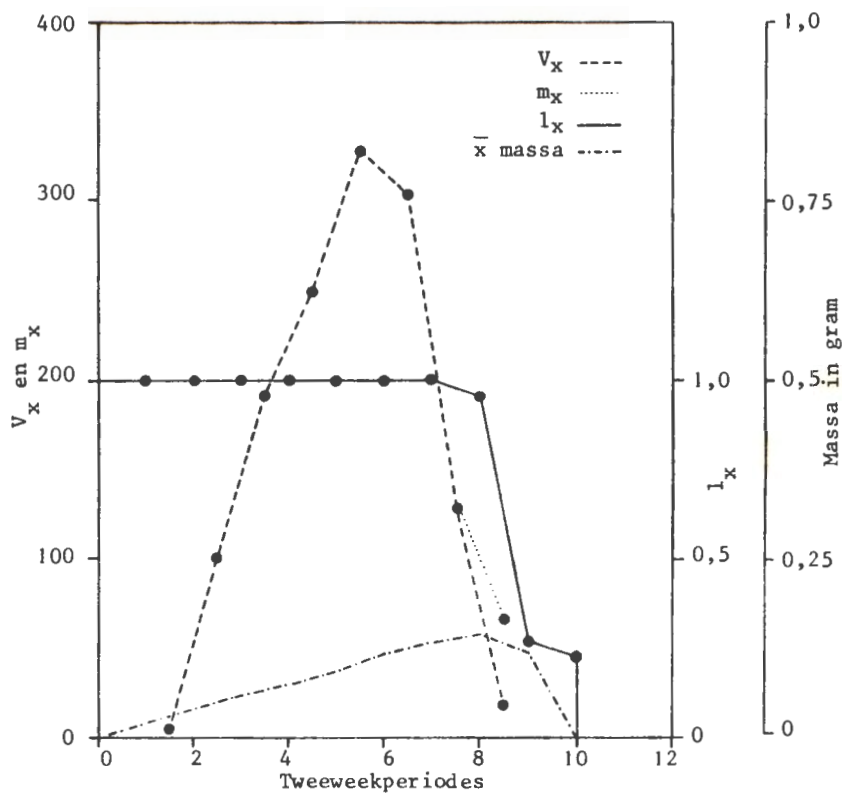
TABEL 10 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 23°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	($l_x m_x$) V_x
0,5		45	1,0000		
1,5	120	45	1,0000	2,6667	2,6667
2,5	4 502	45	1,0000	100,0444	100,0444
3,5	8 614	45	1,0000	191,4222	191,4222
4,5	11 224	45	1,0000	249,4222	249,4222
5,5	14 789	45	1,0000	328,6444	328,6444
6,5	13 693	45	1,0000	304,2889	304,2889
7,5	5 709	43	0,9556	132,7674	126,8725
8,5	784	12	0,2667	65,3333	17,4244
9,5	-	1	0,2222	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 1\ 320,7857$$

3.1.1.4 Lewenstabel by 26°C

Die kohort by 26°C het 100%-oorlewing vir een tweewekperiode langer as by 23°C gehandhaaf. Die eierproduksie per tweewekperiode was daarbenewens nie net veel hoër nie dog is vir 'n langer



FIGUUR 6. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per tweeweekperiode van die koothort van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 23°C

tydperk volgehou (Tabelle 11 en 10). In teenstelling met daardie konstante temperature wat reeds bespreek is, is die hoogste eierproduksie gehandhaaf vir vier tweeweekperiodes. Die m_x -kromme toon derhalwe nie 'n piek soos by die laer konstante temperature nie (Figuur 7). Alhoewel hierdie kohort die tiende tweeweekperiode binnegegaan het met slegs twee eksemplare minder as die oorspronklike getal, is die hele kohort gedurende hierdie periode dood.

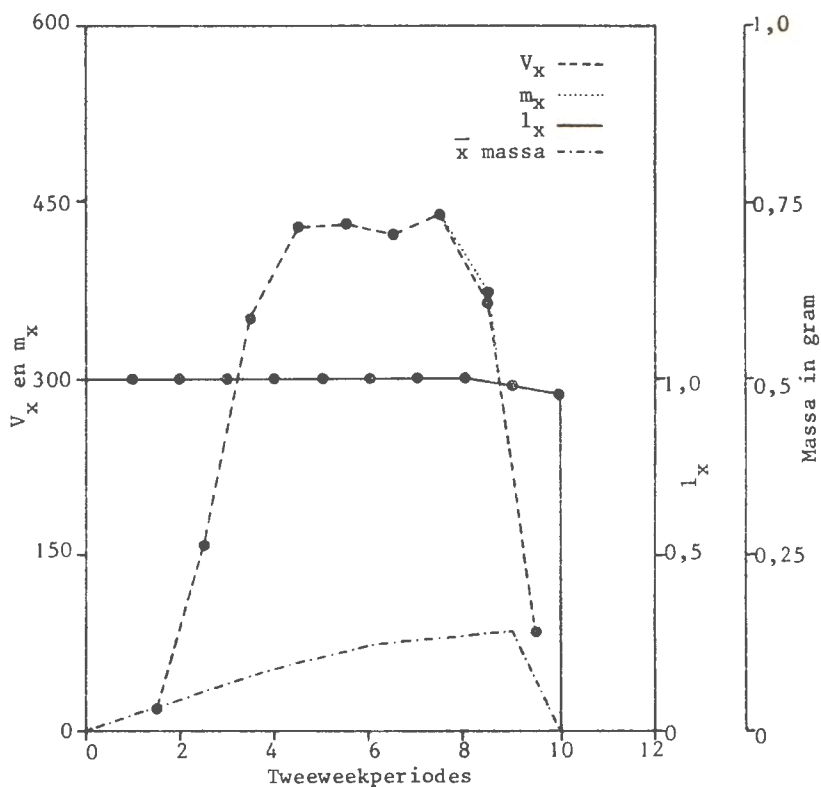
TABEL 11 Lewenstabel van die kohort van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		45	1,0000		
1,5	763	45	1,0000	16,9556	16,9556
2,5	7 104	45	1,0000	157,8667	157,8667
3,5	15 799	45	1,0000	351,0889	351,0889
4,5	19 318	45	1,0000	429,2889	429,2889
5,5	19 438	45	1,0000	431,9556	431,9556
6,5	19 022	45	1,0000	422,7111	422,7111
7,5	19 786	45	1,0000	439,6889	439,6889
8,5	16 387	44	0,9778	372,4318	364,1638
9,5	3 711	43	0,9556	86,3023	82,4705

$$R_0 = \Sigma V_x = 2\ 696,1900$$

3.1.1.5 Lewenstabel by 29°C

Oorlewing was swakker as by 26°C terwyl eierproduksie per slak



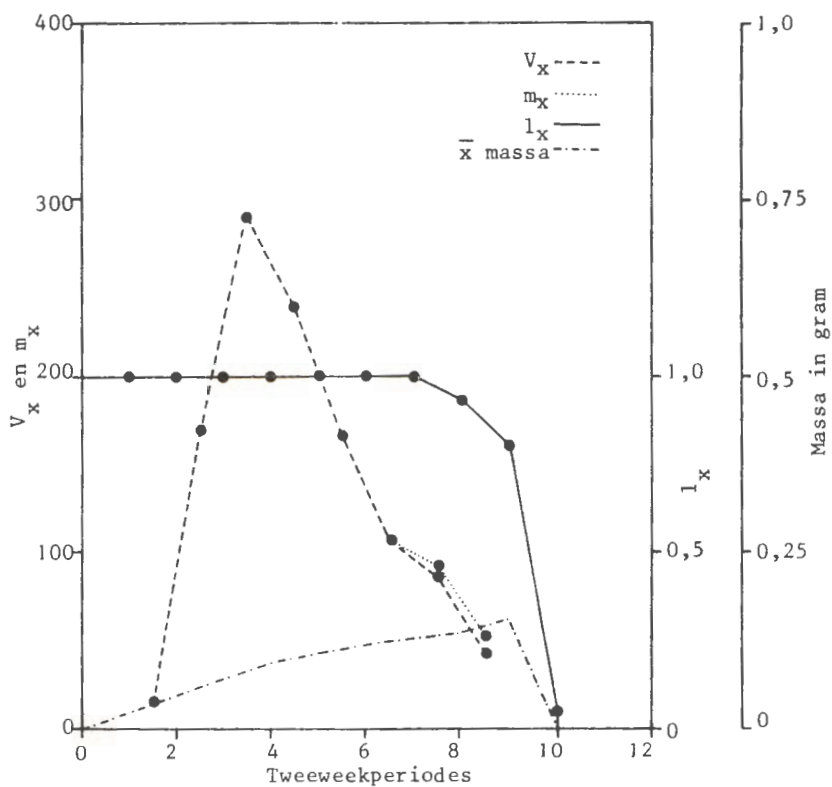
FIGUUR 7. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per tweeweekeperiode van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 26°C

per tydseenheid sowel as totale eierproduksie ook aansienlik laer was (Tabelle 12 en 11). Anders as by 26°C maar net soos by die laer konstante temperature het die vrugbaarheidskromme 'n piek getoon en dit wel gedurende die vierde tweewekperiode - dit is vroeër as by enige van die vorige temperature (Figuur 8). In teenstelling met die laer konstante temperature het eierproduksie by hierdie kohort doodgeloop voordat totale mortaliteit ingetree het.

TABEL 12 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 29°C

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{v_x})$
0,5		45	1,0000		
1,5	726	45	1,0000	16,1333	16,1333
2,5	7 600	45	1,0000	168,8889	168,8889
3,5	13 098	45	1,0000	290,8667	290,8667
4,5	10 833	45	1,0000	240,7333	240,7333
5,5	7 463	45	1,0000	165,8444	165,8444
6,5	4 762	45	1,0000	105,8222	105,8222
7,5	3 832	42	0,9333	91,2381	85,1525
8,5	1 862	36	0,8000	51,7222	41,3778
9,5	-	2	0,0444	-	-

$$R_0 = \sum v_x = 1\ 114,8191$$



FIGUUR 8. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van B. pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 29°C

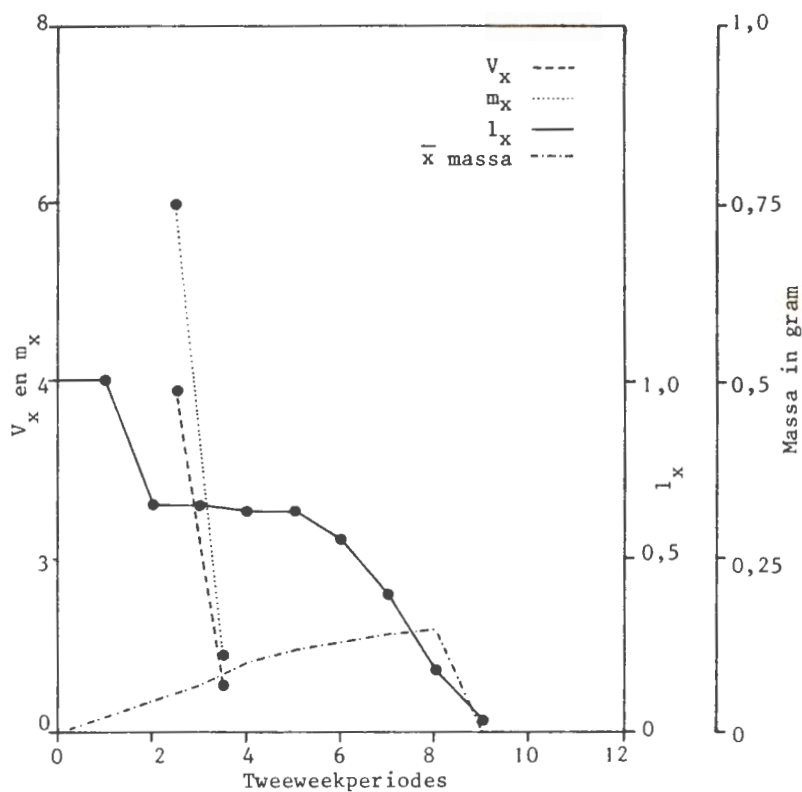
3.1.1.6 Lewenstabel by 32°C

Eierproduksie het nie net een tweeweekperiode later begin as by 29°C nie, maar was boonop besonder laag en het oor slegs twee tweeweekperiodes gestrek (Tabel 13). Die m_x -kromme het gedurende die derde tweeweekperiode met sy hoogste waarde begin en onmiddellik skerp gedaal (Figuur 9). Alhoewel oorlewing baie swakker as by enige van die laer konstante temperature was, het eksemplare van die kohort nogtans vir vyf tweeweekperiodes nadat eierproduksie opgehou het, bly voortleef en steeds in massa toegeneem. Dit is ook die enigste van die ondersoekte temperature waarby 'n opvallende jeugmortaliteit aangeteken is.

TABEL 13 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 32°C

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		51	1,0000		
1,5		33	0,6471		
2,5	198	33	0,6471	6,0000	3,8826
3,5	28	32	0,6275	0,8750	0,5490
4,5	-	32	0,6275	-	-
5,5	-	28	0,5490	-	-
6,5	-	20	0,3922	-	-
7,5	-	9	0,1765	-	-
8,5	-	2	0,0392	-	-

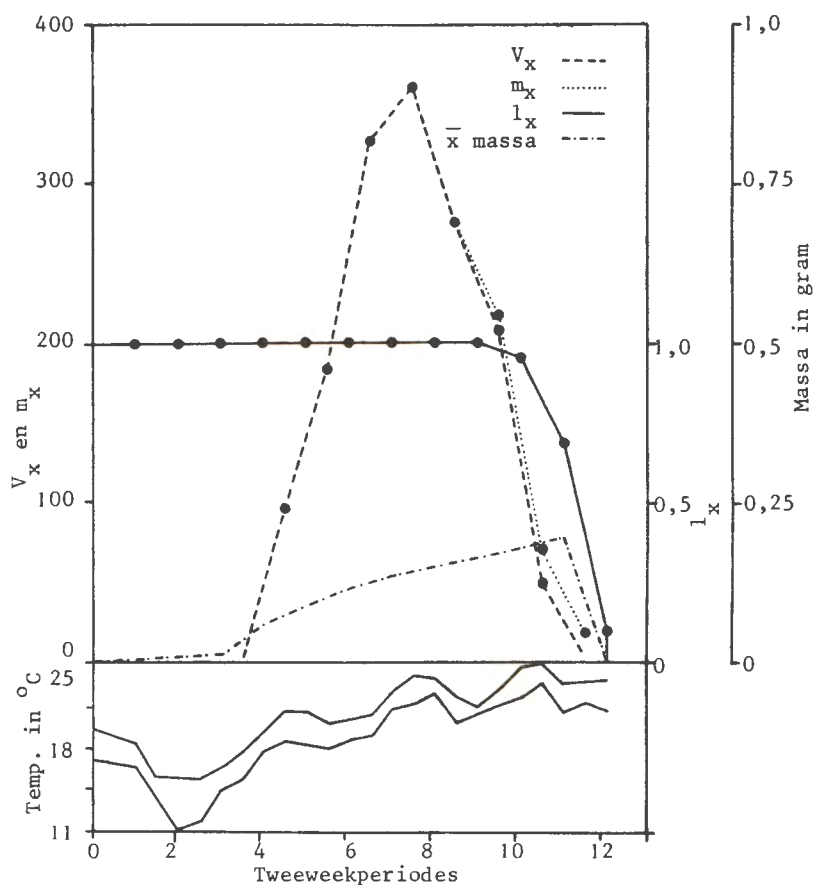
$$R_0 = \sum V_x = 4,4316$$



FIGUUR 9. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van B.pfeifferi by 'n konstante temperatuur van 32°C

3.1.1.7 Lewenstabel by kamertemperatuur

Die eksperiment is teen die begin van die winter (Junie) aan die gang gesit en die kamertemperatuur wat toe reeds relatief laag was het tydens die daaropvolgende tweeweekperiode nog verder gedaal (Figuur 10). Die uitbroeityd van die eiers en die tydverloop voor eierproduksie was gevolglik langer as by al die konstante temperature uitgesonderd 17°C (Tabel 15). Hierdie aanvanklike terugslag veroorsaak deur die aanvanklik lae kamertemperatuur is egter namate die omgewingstemperatuur verhoog het met die aanvang van die daaropvolgende lente (Sept.-Okt.) in so 'n mate oorkom dat die tweede meeste eiers per slak per tydseenheid naas die kohort by 26°C aangeteken is (Tabel 14). Daarbenewens was oorlewing ook besonder goed waarskynlik a.g.v. die aanvanklik lae omgewingstemperatuur.



FIGUUR 10. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *B. pfeifferi* by kamertemperatuur teenoor weeklikse gemiddelde minimum- en maksimum=temperature in die akwarium

TABEL 14 Lewenstabel van die kohort van B.pfeifferi by kamertemperatuur

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5		45	1,0000		
3,5	6	45	1,0000	0,1333	0,1333
4,5	4 300	45	1,0000	95,5556	95,5556
5,5	8 269	45	1,0000	183,7556	183,7556
6,5	14 709	45	1,0000	326,8667	326,8667
7,5	16 257	45	1,0000	361,2667	361,2667
8,5	12 424	45	1,0000	276,0889	276,0889
9,5	9 368	43	0,9556	217,8605	208,1875
10,5	2 139	31	0,6889	69,0000	47,5341
11,5	66	4	0,0889	16,5000	1,4669

$$R_o = \Sigma V_x = 1\ 500,8553$$

Aan die hand van 'n vergelykende ontleding van die statistieke wat tydens die voorgaande eksperiment aangeteken of bereken is, moet die volgende bevindinge beklemtoon word.

Ten opsigte van die *uitbroeipersentasie* van die eiers was daar met uitsondering van 32°C nie veel tussen die verskillende temperature te kies nie. Die beste resultate is nogtans by 26°C en

29°C bereik waar onderskeidelik 96% en 95% van die eiers uitgebroei het vergeleke met 75% by 32°C wat die swakste van die reeks was.

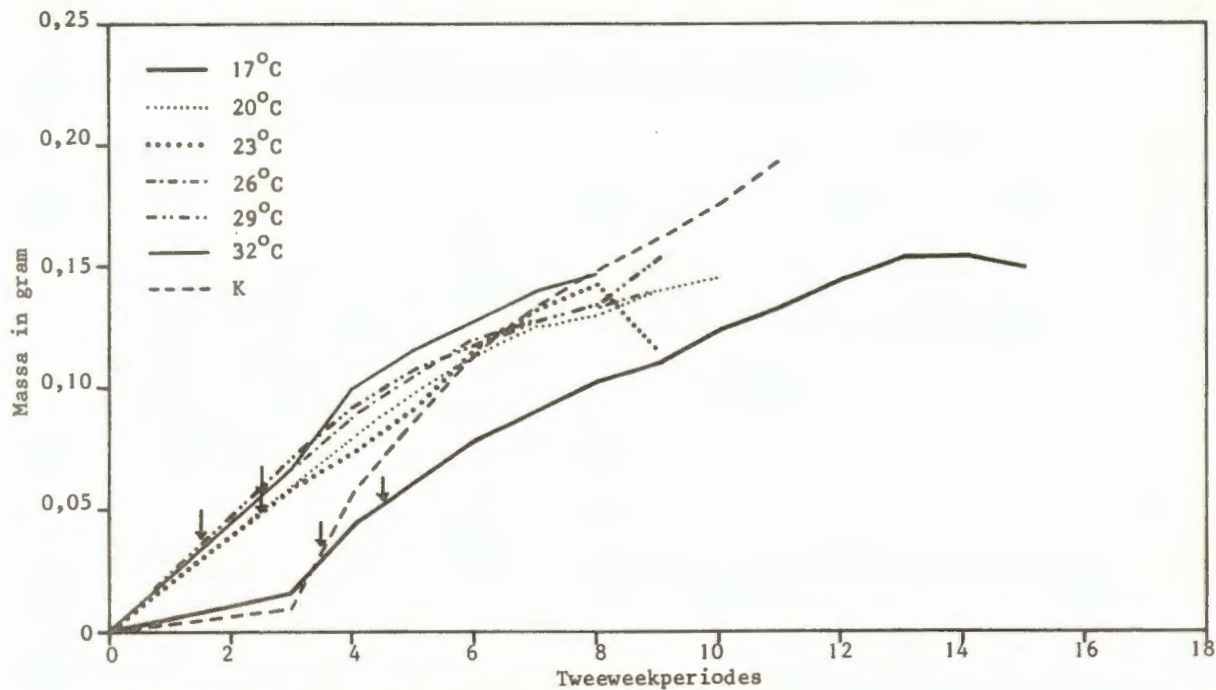
Die gegewens in tabel 15 dui 'n omgekeerd eweredige verband tussen *uitbroeityd* en temperatuur aan, want waar die eiers by 17°C 13 dae geneem het om uit te broei, het dit by 32°C slegs ses dae geneem, d.w.s. minder as helfte van die tyd. Hierdie tendens geld egter nie vir die *tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het nie*. Wat hierdie aspek aanbetref was daar nie veel verskil tussen die kohorte by 23°C, 26°C en 29°C nie. Vergeleke met hierdie temperature het die verlaging vanaf 23°C na 20°C en die verhoging vanaf 29°C na 32°C egter in beide gevalle 'n verlenging van 12 dae tot gevolg gehad (Tabel 15). Die daling van drie grade Celsius vanaf 20°C na 17°C het die tydsverloop met 'n verdere 25 dae verleng. Die hoogste uitbroeipersentasie van eiers sowel as die kortste tydsverloop voor eierproduksie, het voorgekom by 26°C terwyl die korstste uitbroeityd by 32°C aangeteken is.

Alhoewel klein verskille in die *massatoename* tussen die kohorte by 23°C - 32°C waarneembaar was, was die patroon deurgaans dieselfde (Figuur 11). Die lae omgewingstemperatuur wat aanvanklik geheers het, word duidelik gereflekteer deur die geringe massatoename wat die kohort by kamertemperatuur tydens die eerste drie tweewekperiodes getoon het. Nadat die kamertemperatuur begin styg het, het massatoename per tweewekperiode verbeter en is dit vir die duur van die eksperiment volgehou sodat die hoogste gemiddelde massa per slak by kamertemperatuur bereik is.

TABEL 15 Bevolkingstatistieke van die kohorte van B.pfeifferi
by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur

	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
Uitbroeityd*	13	12	10	8	7	6	13
Uitbroei= persentasie	92	91	93	96	95	75	93
Tyd tot eier= produksie	60	35	23	22	23	35	55
λ	2,2859	4,7533	7,4408	10,7234	10,6521	1,7741	3,2377
r_m	0,8268	1,5588	2,0070	2,3724	2,3658	0,5733	1,1749
r_c	0,6721	1,1401	1,3693	1,3412	1,5224	0,5674	0,9875
R_o	757,0391	1 209,2757	1 320,7857	2 696,1900	1 114,8191	4,4317	1 500,8553
T_c	9,8632	6,2254	5,2481	5,8900	4,6089	2,6239	7,4063

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

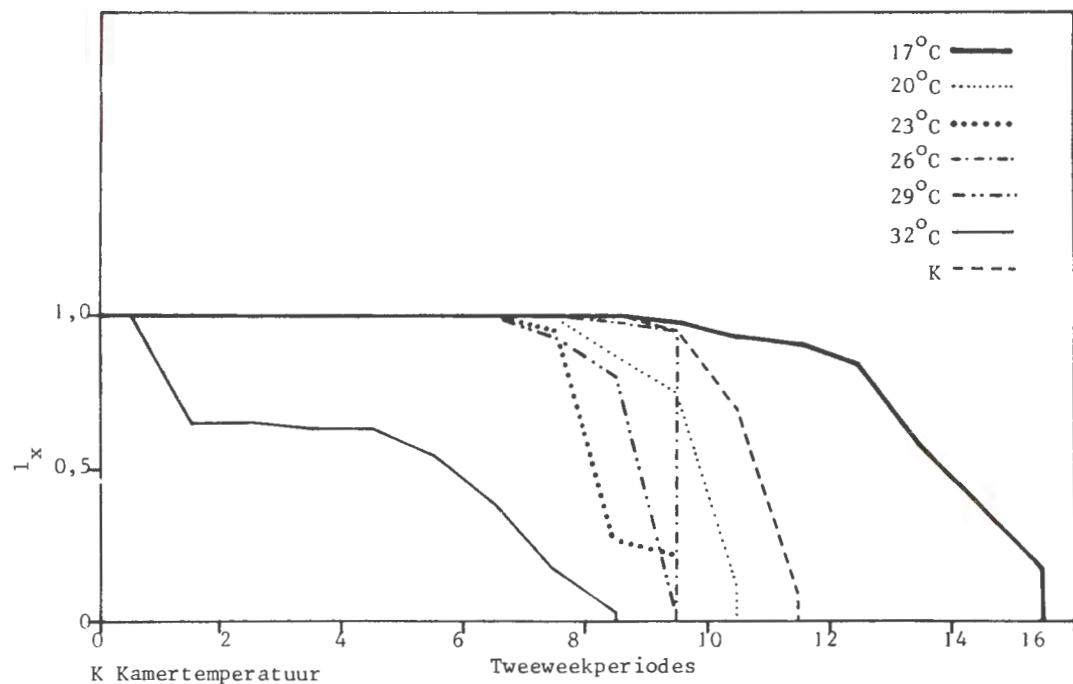


† Aanvangs van eierproduksie
K Kamertemperatuur

FIGUUR 11. Gemiddelde massa per slak per tweewekperiode van kohorte van *B. pfeifferi* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B51 in die bylae

Oorlewing was by hierdie kohort ook besonder goed. Die massatoename van die kohort by 17°C was swakker as dié by enige van die ander temperature maar omdat hierdie kohort die beste oorlewing getoon het en die ander kohorte t.o.v. lewensduur ver oortref het, is die tweede hoogste gemiddelde massa per slak per kohort hier bereik. Die skerp daling in gemiddelde massa per slak wat die kohort by 23°C tydens die negende tweeweekperiode vertoon het, word toegeskryf aan die afsterwe van daardie eksemplare waarvan die individuele massas heelwat bo die gemiddelde van die kohort was. Sou kleiner eksemplare van 'n kohort doodgaan, mag dit aanleiding gee tot 'n skerp styging in gemiddelde massa per slak wat verkeerdelik geïnterpreteer mag word as 'n toename in groeikoers. Om hierdie redes word afleidings wat van die massa-toenamekrommes gemaak word minder betroubaar namate die kohort deur mortaliteit toenemend uitgedun word. Dit is dan ook die vernaamste oorweging vir die insluiting van die massatoenamekrommes in die grafiese voorstelling van die lewenstabelle so dat dit in die lig van die ooreenstemmende oorlewingskrommes geïnterpreteer kan word. Geen eierproduksie het by enige van die kohorte plaasgevind voordat 'n minimum gemiddelde massa per slak van 0,04 g oorskry is nie.

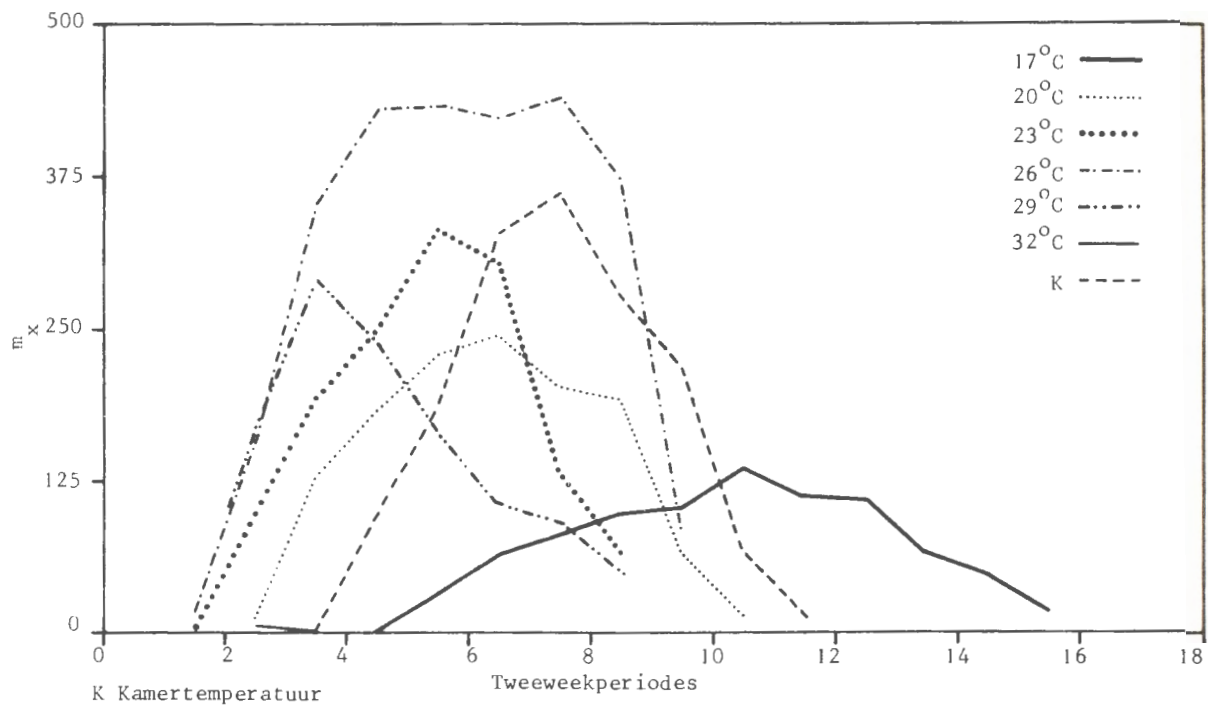
Alhoewel daar geen opvallende verskille tussen die oorlewingskrommes (l_x) by 20°C tot 29°C was nie, is dit duidelik dat die verhoging in temperatuur van 29°C tot 32°C die kanse op oorlewing drasties laat afneem het (Figuur 12). Hierteenoor het die verlaging in temperatuur van 20°C tot 17°C die kanse op oorlewing aansienlik verbeter. Dit is opvallend dat al die eksemplare in die kohorte by 20°C tot by 29°C en by kamertemperatuur



FIGUUR 12. Die l_x -krommes van kohorte van *B. pfeifferi* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

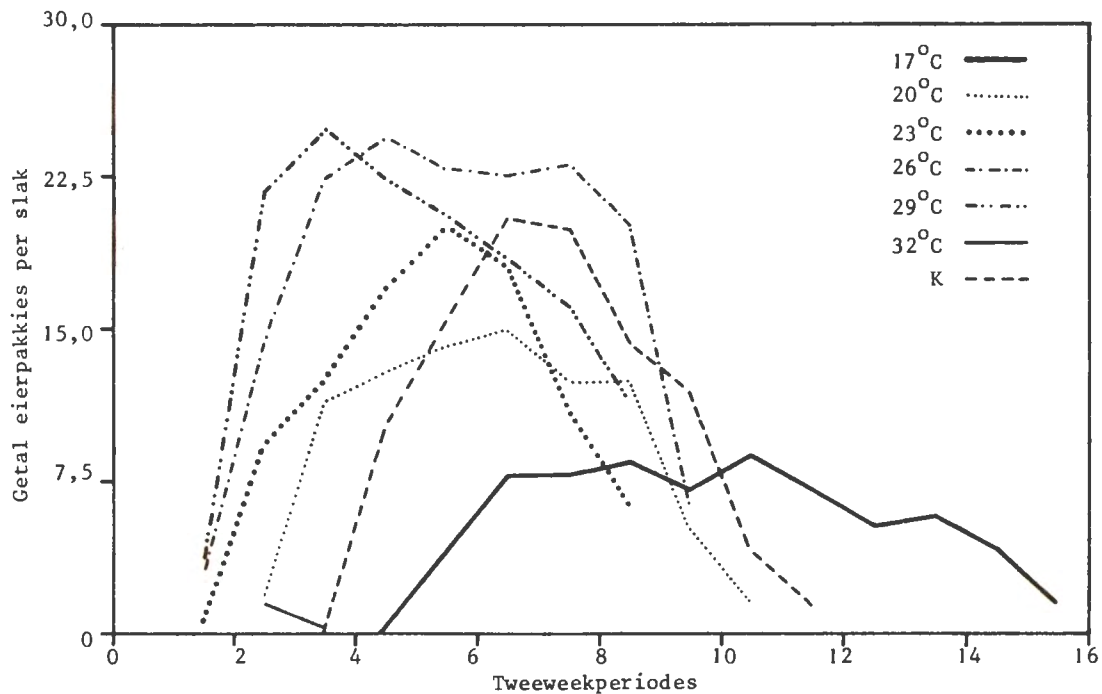
binne vier tweewekperiodes nadat mortaliteit begin intree het, dood is, terwyl die mortaliteitsperiode by 32°C en 17°C onderskeidelik nege en agt tweewekperiodes was.

Die voortplantingskoers (m_x) vir al die kohorte van B.pfeifferi is grafies in figuur 13 voorgestel. Die kohorte by 29°C, 26°C en 23°C het al drie tydens die tweede tweewekperiode begin eiers lê. Waar die m_x -waardes egter by 26°C vanaf die begin van eierproduksie gedurende die tweede tweewekperiode skerp gestyg het tot 'n hoogste waarde gedurende die vyfde tweewekperiode en hierdie waarde vir vier tweewekperiodes daarna gehandhaaf is, het hierdie waardes by 29°C gedurende die 2e tot 4e tweewekperiodes teen dieselfde helling gestyg as by 26°C maar daarna dadelik begin daal sonder om naby die hoogste waarde vir 26°C te kom. Die kohort by 23°C het die derde grootste styging in m_x -waardes getoon en selfs 'n hoër hoogste waarde as die kohort by 29°C bereik maar vanweë die minder steil helling van die kromme het dit twee tweewekperiodes langer geneem. Die kohort by kamertemperatuur wat die tweede hoogste m_x -waarde bereik het, het a.g.v. die aanvanklik lae omgewingstemperatuur nog twee tweewekperiodes langer geneem om sy hoogste waarde te bereik as die kohort by 23°C, terwyl die kohort by 20°C hiervoor nog een tweewekperiode langer as die een by 23°C geneem het. Alhoewel die hoogste m_x -waarde van die kohort by 17°C baie laer was as by al die ander kohorte behalwe 32°C, is eierproduksie hier vir 12 tweewekperiodes volgehou wat baie langer was as by enige van die ander temperature. Die kohorte wat naaste hieraan gekom het, was dié by kamertemperatuur, 20°C en 26°C by al drie waarvan eierproduksie vir nege tweewekperiodes volgehou is.



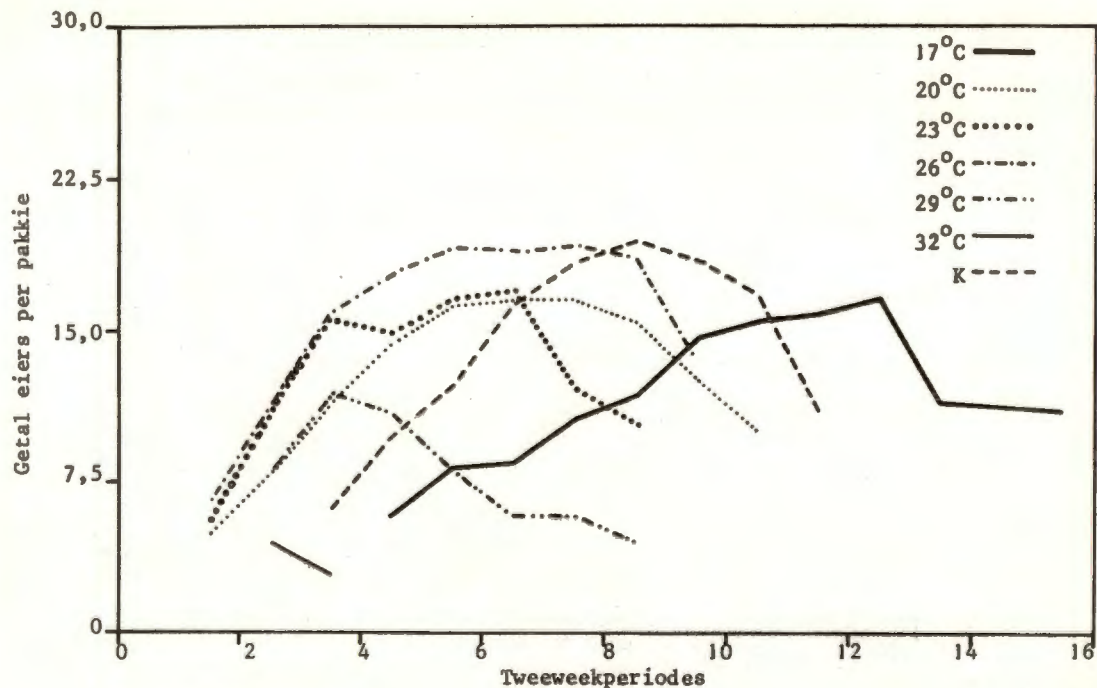
FIGUUR 13. Die m_x -krommes van kohorte van B. pfeifferi by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

Wanneer die eierproduksie in terme van getal eierpakkies van die verskillende kohorte van B.pfeifferi noukeuriger ontleed word, blyk dit dat daar met die uitsondering van die een by 32°C, 'n eweredige verband bestaan het tussen die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode en temperatuur (Figuur 14). Dit is egter ook duidelik dat die gaping tussen die hoogste waardes per kohort van die opeenvolgende konstante temperature in figuur 14 met dalende temperatuur groter geword het. As die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweewEEKperiode per kohort in oënskou geneem word (Figuur 15), blyk dit dat die hoogste waardes van die verskillende kohorte veel nader aan mekaar lê as in figuur 14. Hieruit kan afgelei word dat temperatuur die gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode baie meer beïnvloed as die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweewEEKperiode. Hierdie bevinding word nog verder gesteun deur die merkwaardige ooreenkoms tussen die krommes in figuur 14 en die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 13. As in aanmerking geneem word dat die produk van die gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode en die gemiddelde getal eiers per pakkie van dieselfde kohort vir dieselfde tweewEEKperiode die m_x -waarde vir die betrokke tweewEEKperiode daarstel, dui die groot ooreenkoms tussen die krommes in figuur 14 en die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 13 onbetwisbaar op die groter invloed van temperatuur op die gemiddelde getal pakkies per slak eerder as op die gemiddelde getal eiers per pakkie. Dit is opvallend dat die meerderheid kohorte die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak een tweewEEKperiode vroeër bereik het as die hoogste gemiddelde getal eiers per pakkie. Oor die algemeen is 'n hoë gemiddelde getal eiers per pakkie oor 'n langer periode gehandhaaf as 'n hoë getal pakkies per slak.



K Kamertemperatuur

FIGUUR 14. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee weekperiode van kohorte van B.pfeifferi by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B20 in die bylae



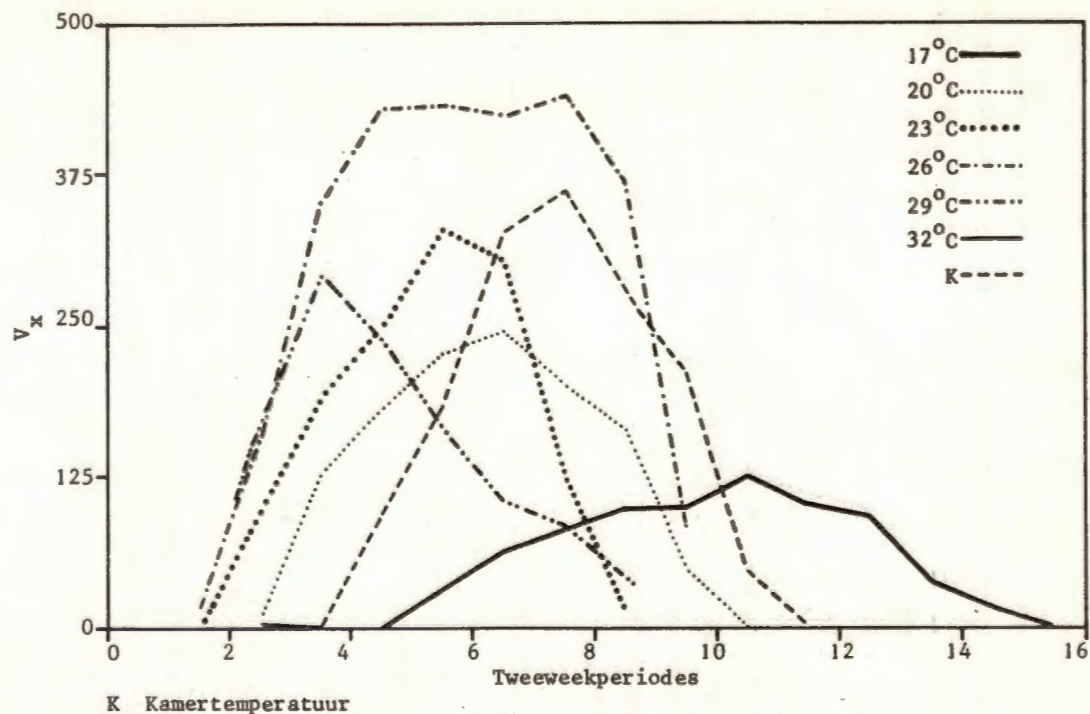
K Kamertemperatuur

FIGUUR 15. Die gemiddelde getal eiers per pakkie per twee weekperiode van kohorte van B. pfeifferi by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B19 in die bylae

Die *proporsionele eierkromme* (V_x) kom in wese daarop neer dat die eierproduksie van elke kohort per tweeweekeperiode met die ooreenstemmende sterftesyfer gepenaliseer word want die oorlewingsyfer (l_x) is die komplement van die sterftesyfer. Dit volg dus dat die V_x -waardes van 'n kohort dieselfde as die m_x -waardes sal bly solank as wat daar nog geen mortaliteit ingetree het nie. Hierdie aspek word dan ook duidelik in figure 4 tot 10 geïllustreer. Oorlewing was goed by al die kohorte van B. pfeifferi behalwe by 32°C. Derhalwe is daar nie juis noemenswaardige verskille tussen die V_x -krommes in figuur 16 en die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 13 nie. 'n Afsonderlike bespreking van die V_x -krommes in figuur 16 is in hierdie besondere geval nie geregverdig nie daar dit geen verdere lig op die ondersoek sou werp nie.

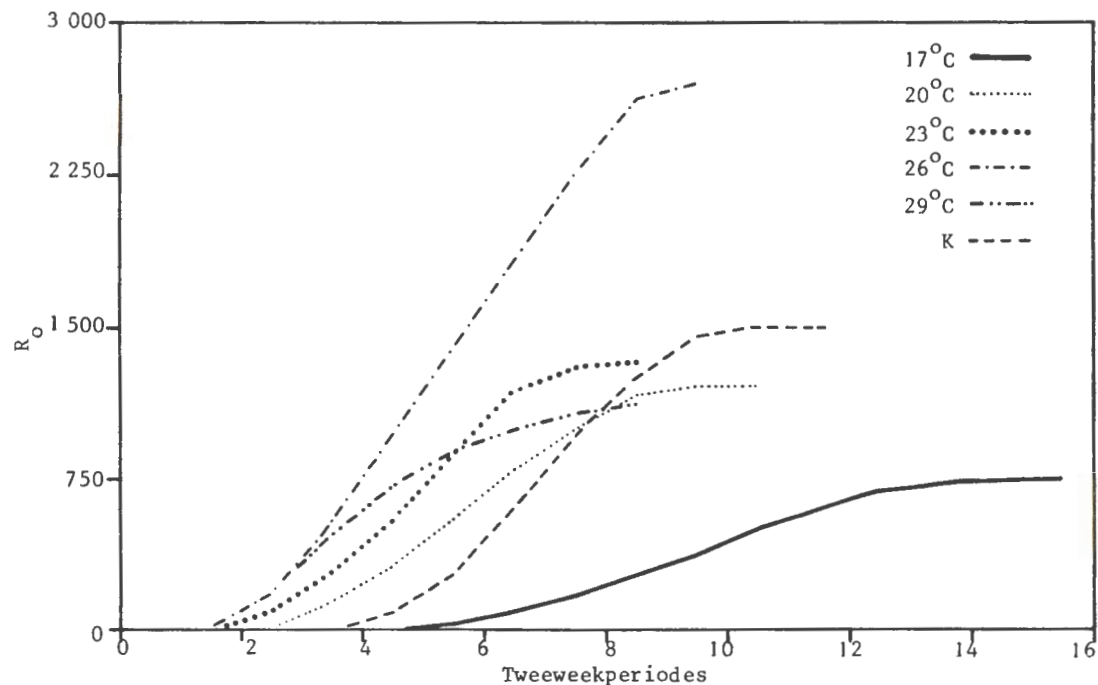
Die *nettovoortplantingsyfer* (R_0) is 'n gerieflike manier om die V_x -waardes vir die opeenvolgende veertiendagperiodes saam te vat. Dit verteenwoordig die totale oppervlak ($R_0 = \sum V_x$) onder die V_x -kromme.

Die R_0 -waardes van die verskillende kohorte is in tabel 15 uiteengesit en die toename in R_0 -waarde per tweeweekeperiode, gebaseer op die V_x -waardes in die betrokke lewenstabelle, is grafies in figuur 17 voorgestel. Daar was nie groot verskille tussen die totale R_0 -waardes van die kohorte by 20°C, 23°C, 29°C en kamertemperatuur nie. Daarteenoor het die kohorte by 26°C en 17°C onderskeidelik veel hoër en veel laer totale R_0 -waardes opgelewer. Die R_0 -krommes in figuur 17 lei tot die afleiding dat die kohort by 26°C in staat was om die meeste nakomelinge in die kortste tydsbestek voort te bring. 'n Verhoging sowel as 'n



K Kamertemperatuur

FIGUUR 16. Die V_x -krommes van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur



K Kamertemperatuur

FIGUUR 17. Die toename in R_0 -waarde per tweeweekperiode van kohorte van B.pfeifferi by verskillende konstante temperature en by kamer=temperatuur

verlaging in temperatuur van drie grade Celsius vanaf 26°C het 'n drastiese afname in die nettovoortplantingsyfer tot gevolg gehad.

In die berekening van R_0 is gebruikgemaak van die oorlewingsyfer (l_x) en die eierproduksie (m_x), maar die tyd wat die slakke geneem het om wasdom te bereik is nie in berekening gebring nie. Om hierdie leemte te vul, is die *gemiddelde kohort-generasieduur* (T_c) bereken. Volgens definisie is T_c die gemiddelde getal tweeweekperiodes wat verloop vanaf die uitbroeiing van 'n ouderdomsgroep tot en met daardie tydstip wat met die gemiddelde waarde van hul V_x -kromme ooreenstem (Laughlin, 1965). Dit volg dus dat die kohort met die kleinste T_c -waarde beter sal kan sorg vir die voortbestaan van die spesie omdat die minste tyd tussen hul datum van uitbroeiing en hul voortplantingsperiode verlore gaan. Dat T_c -waardes drasties beïnvloed word deur temperatuur word duidelik weerspieël deur die gegewens in tabel 15. Die vermindering in T_c -waarde met stygende temperatuur vanaf 9,86 tweeweekperiodes by 17°C tot 2,62 tweeweekperiodes by 32°C dui op 'n omgekeerd eweredige verband tussen die waarde van T_c en temperatuur. Die feit dat 'n laer T_c -waarde deur die kohorte by 29°C en 32°C bereik is as deur die een by 26°C wat die hoogste R_0 -waarde getoon het, kompliseer 'n opweging van die kohorte teen mekaar. Die samestelling van 'n suksesvolgorde op grond van een bevolkingstatistiek sou dus weersprek word deur dié van 'n ander bevolkingstatistiek in die bogenoemde voorbeeld. Dit is derhalwe voor die hand liggend dat beide nettovoortplantingsyfer en gemiddelde kohortgenerasieduur betrek moet word by 'n bepaling van die mate van sukses wat die kohorte by die verskillende temperature be-

haal het. Op grond hiervan is die ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) bereken wat die enigste gebalanseerde maatstaf van bevolkingsgroei is en die bevolkingstatistieke l_x , m_x , V_x ($l_x m_x$) en T_c in berekening bring. Die finale beslissing moet derhalwe op r_m gegrond wees.

Die ingebore vermeerderingsvermoë (r_m) en die bepaalde voortplantingskoers (λ) van die onderskeie kohorte van B. pfeifferi is in tabel 15 weergegee. Volgens r_m -waarde het die kohort by 26°C die beste gevaar maar slegs 'n uiters geringe voorsprong bo die kohort by 29°C gehad. Die grootste fout wat t.o.v. die kohortgrootte in die berekening van r_m begaan mag word wanneer met kohorte van 45 slakke geëksperimenteer word soos in die betrokke geval, is 0,0275 in werklike r_m -waarde (Figuur 2, p.64). As hierdie fout in berekening gebring word, is dit duidelik dat dit nie geregverdig sou wees om t.o.v. r_m -waardes enige verskil tussen die kohorte by 26°C en 29°C te aanvaar nie ten spyte daarvan dat die R_0 -waarde van die kohort by 26°C meer as 1 500 groter as dié van die kohort by 29°C is. In die ontleding van die gegewens in tabel 4 op p. 54 is daarop gewys dat die eerste twee tweewekperiodes van eierproduksie reeds 97,8% tot die finale r_m -waarde bydra. 'n Vergelyking van die eierproduksie in die lewenstabelle vir 29°C en 26°C (Tabelle 12 en 11) toon dat die kohort by 26°C meer eiers tydens die eerste tweewekperiode van eierproduksie gelê het as die kohort by 29°C, terwyl die posisie tydens die tweede tweewekperiode van eierproduksie presies die teenoorgestelde hiervan was en daarom die geringe verskil in r_m -waardes. Die omstandigheid dat die kohort by 26°C vanaf die derde tweewekperiode van eierproduksie deurgaans baie meer eiers gelê het as die kohort

by 29°C het slegs sy R_o -waarde verhoog en nie veel aan sy r_m -waarde verander nie. Die laer T_c -waarde van die kohort by 29°C het ook bygedra tot 'n r_m -waarde wat nie noemenswaardig van dié van die een by 26°C verskil het nie. In hierdie besondere geval het oorlewing nie 'n beslissende rol gespeel nie omdat dit by albei die betrokke kohorte ewe goed was op die stadium toe dit vir die berekening van r_m van belang sou wees. Ten spyte daarvan dat sy T_c -waarde gunstiger as by enige ander kohort was, het die kohort by 32°C a.g.v. 'n uiters lae eierproduksie en 'n swak oorlewingskoers die laagste r_m -waarde bereik. Vanaf 17°C tot by 23°C het r_m in ooreenstemming met m_x , V_x , R_o en T_c toenemend gunstiger waardes aangeneem. Alhoewel die tweede grootste R_o -waarde by kamertemperatuur bereik is, was die T_c -waarde hier relatief groter vanweë die aanvanklik lae kamertemperatuur. Gevolglik het die r_m -waarde van die betrokke kohort, net soos sy T_c -waarde, tussen dié van die kohorte by 17°C en 20°C geval. Alhoewel daar volgens r_m -waarde nie tussen 26°C en 29°C as optimumtemperatuur vir vermeerdering in getal per tydseenheid te kies is nie, lê die werklike optimumtemperatuur waarskynlik, te oordeel aan die hoë R_o -waarde wat by 26°C bereik is, êrens tussen 26°C en 29°C . Die beste oorlewingstemperatuur was egter beslis 17°C .

Die belangrikste bydrae tot die verskille in r_m -waardes van die verskillende kohorte is ongetwyfeld gelewer deur m_x en T_c want tot op daardie ouderdomsgroep waar r_m noemenswaardig deur oorlewing beïnvloed kon word, was die l_x -waardes by al die kohorte behalwe die een by 32°C dieselfde. Uit die r_m -waardes kan verder afgelei word dat B.pfeifferi in staat was om voort te bestaan en in getalle toe te neem by al die temperature waaraan

dit gedurende die loop van die huidige ondersoek onderwerp is. Die r_m -waardes van al die kohorte was groter as nul. Derhalwe was die bepaalde voortplantingskoerswaardes groter as een want λ = natuurlike antilogaritme van r_m . Soos reeds vroeër vermeld is, is die eienskappe van λ sodanig dat 'n bevolking groei as $\lambda > 1$, staties is as $\lambda = 1$ en aan die uitsterf is as $\lambda < 1$. Die waarde van λ gee die gemiddelde vermeerderingskoers per slak per tweeweekperiode. Tydens die huidige ondersoek sou 'n vergelyking van die kohorte t.o.v. λ -waardes tot presies dieselfde gevolgtrekkings lei as wat m.b.v. r_m -waardes bereik sou word.

Die bevolkingstatistieke van kohorte van B.pfeifferi volgens Sturrock (1966) en Shiff & Garnett (1967) wat eweneens die invloed van temperatuur op die ingebore vermoë van die betrokke spesie om te vermeerder, eksperimenteel ondersoek het, is in tabelle 16 en 17 weergegee. 'n Vergelyking van hierdie gegewens met my eie soos in tabel 18 weergegee, toon dat selfs die kohort by 17°C 'n hoër R_0 -waarde bereik het as die hoogste waarde by enige temperatuur wat deur die aangehaalde outeurs bereken is en dat slegs Sturrock se kohort by 25°C 'n hoër r_m -waarde bereik het as my kohort by 17°C. Wanneer die bepaalde voortplantingskoers (λ) as maatstaf van vergelyking gebruik word, tree die verskil in resultate nog duideliker na vore. Die hoogste λ -waarde volgens die ondersoek van Sturrock (1966) was 2,365 wat beteken dat elke eksemplaar in daardie kohort gemiddeld 2,365 nakomelinge per tweeweekperiode kan voortbring. Vergeleke hiermee was die hoogste λ -waarde wat tydens my eie ondersoek vasgestel is 10,723. Alhoewel die uitbroeitye deur my aangeteken baie min verskil van dié wat deur Sturrock weergegee word, was die tydsverloop wat die eierproduksie voorafgegaan het

TABEL 16 Bevolkingstatistieke van kohorte van B.pfeifferi by verskillende konstante temperature volgens Sturrock (1966)

Temperatuur	$R(\lambda)$	$r(r_m)$	R_o	T
19°C	1,281	0,2476	13,1379	10,04
25°C	2,365	0,8608	182,1366	6,05
30°C	1,650	0,5008	10,0387	4,61

R = bepaalde voortplantingskoers

r = intrinsieke koers van natuurlike vermeerdering

T = gemiddelde generasieduur in tweewekperiodes

R_o = Netto voortplantingskoers gemeet oor 15 tweewekperiodes

TABEL 17 Bevolkingstatistieke van kohorte van B.pfeifferi by verskillende konstante temperature volgens Shiff & Garnett (1967)

Temperatuur	$R(\lambda)$	r_m	R_o
18 $\pm$ 0,1°C	1,268	0,2374	36,9008
25 $\pm$ 0,5°C	1,616	0,4798	111,4278
27 $\pm$ 0,1°C	1,549	0,4376	166,7312
Seisoenka= mertemperatuur	1,591	0,4643	423,1688

TABEL 18 Bevolkingstatistieke van kohorte van B.pfeifferi by verskillende konstante temperature en kamertemperatuur tydens die huidige ondersoek

Temperatuur	λ	r_m	r_c	R_o	T_c
17°C	2,2859	0,8268	0,6721	757,0391	9,8632
20°C	4,7533	1,5588	1,1401	1 209,2757	6,2254
23°C	7,4408	2,0070	1,3693	1 320,7857	5,2481
26°C	10,7234	2,3724	1,3412	2 696,1900	5,8900
29°C	10,6521	2,3658	1,5224	1 114,8191	4,6089
32°C	1,7741	0,5733	0,5674	4,4317	2,6239
Kamertemp.	3,2377	1,1749	0,9875	1 500,8553	7,4063

oor die algemeen by al my kohorte baie korter as by dié van Sturrock. Sy kohort by 25°C het bv. 40 dae geneem voordat die eerste eiers geproduseer is vergeleke met my waardes van 23 en 22 dae by 23°C en 26°C onderskeidelik. By die laer konstante temperature was hierdie verskil nog meer opvallend want waar daar by my kohort by 17°C slegs 60 dae verloop het, het Sturrock se kohort by 19°C langer as 'n 100 dae geneem om tot eierproduksie oor te gaan. Tydens die ondersoek van Shiff & Garnett (1967) het die onderskeie kohorte selfs nog langer geneem om tot eierproduksie oor te gaan as dié van Sturrock (1966).

Die kardinale belangrikheid vir 'n hoë r_m -waarde van vroeë eierproduksie in die lewensiklus van 'n kohort is reeds bespreek (p. 55). Die hoogste m_x -waarde wat tydens die eksperimente van Sturrock (1966) en Shiff & Garnett (1967) onderskeidelik bereik is, was ± 140 by 25°C en 109 by kamertemperatuur. Daarteenoor kon ek reeds by die kohort by 17°C 'n m_x -waarde van 125 aanteken terwyl 'n hoogste m_x -waarde vir alle kohorte van 440 deur die kohort by 26°C bereik is. Die oorlewingsyfers (l_x) wat deur Sturrock (1966) en Shiff & Garnett (1967) bereken is, het heelwat gouer begin daal as tydens die huidige ondersoek. In teenstelling daarmee het my kohorte gouer uitgesterf, waarskynlik a.g.v. die groter hoeveelheid energie wat vir die veel hoër eierproduksie verbruik is, 'n afleiding wat in ooreenstemming is met die bevinding van De Witt (1954a) vir P. gyrfina. Die hoër r_m -waardes wat tydens die huidige ondersoek verkry is, is dus toe te skryf aan die korter tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het, 'n veel hoër eierproduksie en 'n beter oorlewingsyfer op daardie stadium waar dit vir die bereiking van 'n hoë r_m -waarde van belang was.

Sowel Sturrock (1966) as Shiff & Garnett (1967) het op grond van r_m -waarde tot die slotsom gekom dat 'n konstante temperatuur van 25°C vir B.pfeifferi optimaal is, terwyl die r_m -waardes wat tydens die huidige ondersoek bereik is, suggereer dat die optimum konstante temperatuur êrens tussen 26°C en 29°C lê. Die r_m -waardes wat deur bogenoemde outeurs bereken is, toon 'n baie groter afname by konstante temperatuur laer as 25°C as by konstante temperatuur hoër as 25°C . Sturrock (1966) rapporteer bv. 'n laer r_m -waarde by 19°C as by 30°C , waarteenoor die r_m -waarde wat deur my kohort by 17°C bereik is, hoër as dié van die kohort by 32°C was.

Die veel hoër eierproduksie per slak per tydseenheid en die veel korter tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het by die kohorte van B.pfeifferi tydens my ondersoek in vergelyking met dié van bg. outeurs is moontlik te verklaar aan die hand van die hoë kwaliteit voedsel wat aan die slakke beskikbaar gestel is en die omstandigheid dat my kohorte in 'n hersirkuleringsstelsel gehuisves is waarvan die water deeglik belug is in sowel die opgaardromme as die afsonderlike akwariums. Boonop is 'n groot volume water elke dag vervang a.g.v. die skoonmaakprosedure. Hierteenoor is die kohorte van bg. outeurs in akwariums gehuisves waarvan die water slegs van tyd tot tyd vervang is soos wat omstandighede vereis het en geen melding word van belugting gemaak nie.

3.1.2 L.natalensis

Vir die samestelling van lewenstabiele is geëksperimenteer met

kohorte van 45 slakke by elke temperatuur behalwe 32°C waar daar a.g.v. 'n swak uitbroeipersentasie van die eiers slegs 33 slakke beskikbaar was. Die eiers wat gebruik is om die verskillende kohorte tot stand te bring, is tydens dieselfde etmaal gelê deur dieselfde groep parentaalslakke wat versamel is in die habitat waarvan die lokaliteit op p. 42 omskryf is.

3.1.2.1 Lewenstabel by 17°C

Die uitbroeipersentasie van die eiers was goed en die eerste eiers is 54 dae na uitbroeiing gelê. Mortaliteit het eers gedurende die negende tweeweekperiode begin intree en oorlewing was dus besonder goed. Eierproduksie was in geen stadium hoog nie maar het geleidelik toegeneem tot gedurende die 10de tweeweekperiode waar die hoogste m_x -waardes verkry is (Figuur 18). Omdat die m_x -waardes tydens vier tweeweekperiodes tussen 15 en 18 eiers per slak per tweeweekperiode geskammel het (Tabel 19), toon die kromme nie 'n baie skerp piek nie.

3.1.2.2 Lewenstabel by 20°C

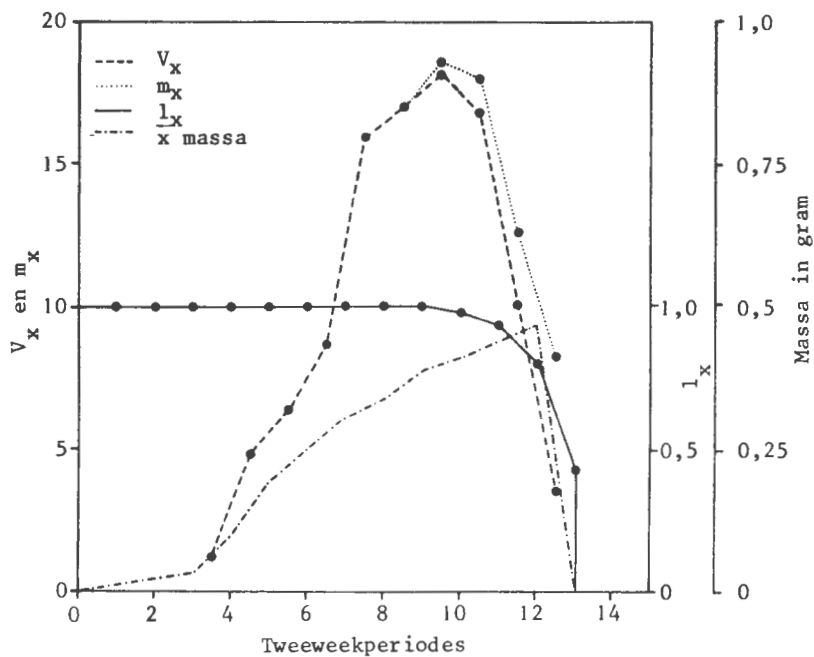
Alhoewel mortaliteit by hierdie kohort een tweeweekperiode vroeër as by 17°C begin intree het, was oorlewing goed en is die eerste eiers na 37 dae, d.w.s. 17 dae vroeër as by 17°C , gelê (Tabel 26). Eierproduksie het vinnig gestyg en 'n hoogste m_x -waarde is tydens die vyfde tweeweekperiode bereik (Tabel 20). Hierdie waarde was nie net baie hoër nie, maar is boonop vyf tweeweekperiodes vroeër bereik as by 17°C . Net soos by 17°C toon die m_x -kromme nie 'n skerp piek nie omdat m_x -waardes ty-

dens drie agtereenvolgende tweeweekperiodes nadat die hoogste waarde bereik is relatief hoog gebly het (Figuur 19).

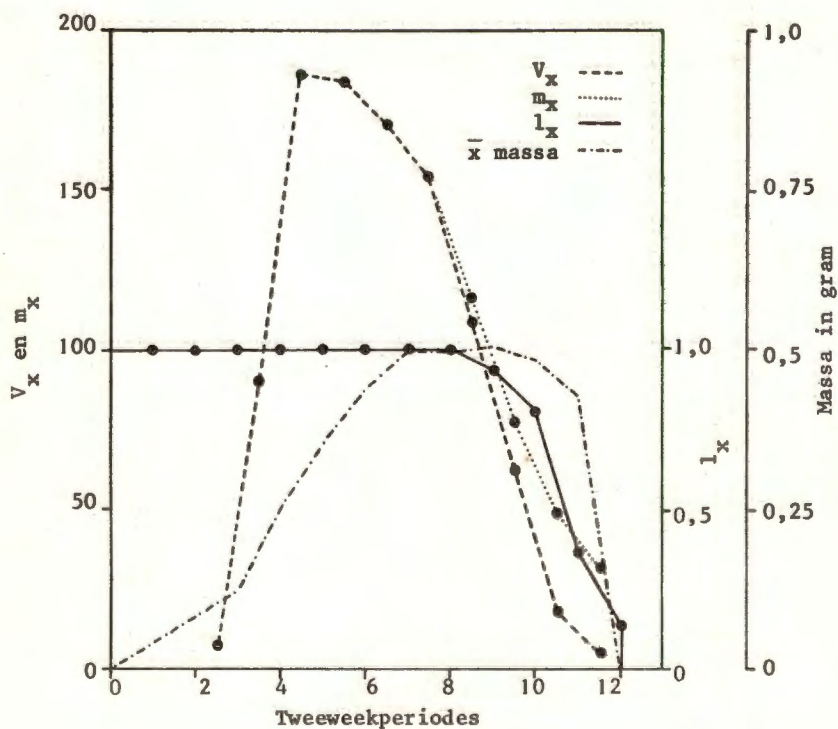
TABEL 19 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis by 'n konstante temperatuur van 17°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5		45	1,0000		
3,5	54	45	1,0000	1,2000	1,2000
4,5	216	45	1,0000	4,8000	4,8000
5,5	285	45	1,0000	6,3333	6,3333
6,5	390	45	1,0000	8,6667	8,6667
7,5	719	45	1,0000	15,9778	15,9778
8,5	765	45	1,0000	17,0000	17,0000
9,5	818	44	0,9778	18,5909	18,1782
10,5	757	42	0,9333	18,0238	16,8216
11,5	453	36	0,8000	12,5833	10,0666
12,5	156	19	0,4222	8,2105	3,4665

$$R_0 = \Sigma V_x = 102,5107$$



FIGUUR 18. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van L. natalensis by 'n konstante temperatuur van 17°C



FIGUUR 19. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van L.natalensis by 'n konstante temperatuur van 20°C

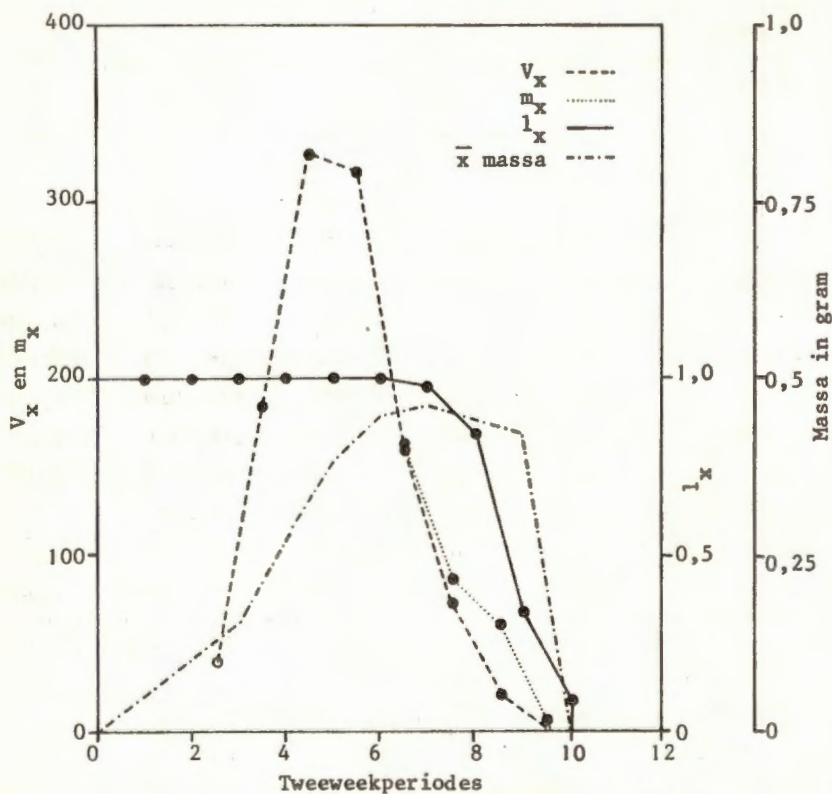
TABEL 20 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis
by 'n konstante temperatuur van 20°C

Middel= puntuu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5	295	45	1,0000	6,5556	6,5556
3,5	4 047	45	1,0000	89,9333	89,9333
4,5	8 391	45	1,0000	186,4667	186,4667
5,5	8 288	45	1,0000	184,1778	184,1778
6,5	7 690	45	1,0000	170,8889	170,8889
7,5	6 937	45	1,0000	154,1556	154,1556
8,5	4 874	42	0,9333	116,0476	108,3072
9,5	2 760	36	0,8000	76,6667	61,3334
10,5	762	16	0,3556	47,6250	16,9355
11,5	183	6	0,1333	30,5000	4,0657

$$R_0 = \Sigma V_x = 982,8197$$

3.1.2.3 Lewenstabel by 23°C

Eierproduksie het nie net vier dae vroeër as by 20°C begin nie, maar het ook 'n skerper styging getoon. Alhoewel die hoogste m_x -waarde tydens dieselfde tweeweekperiode as by 20°C bereik is, was die waarde baie groter (Tabelle 21 en 20). 'n Hoë m_x -waarde is egter net tydens twee tweeweekperiodes gehandhaaf. Gevolglik toon die m_x -kromme 'n skerper piek as by 20°C (Figure 20 en 19). Mortaliteit het twee tweeweekperiodes vroeër as by 20°C begin intree, terwyl eierproduksie ook nie so lank volgehou is nie.



FIGUUR 20. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van L. natalensis by 'n konstante temperatuur van 23°C

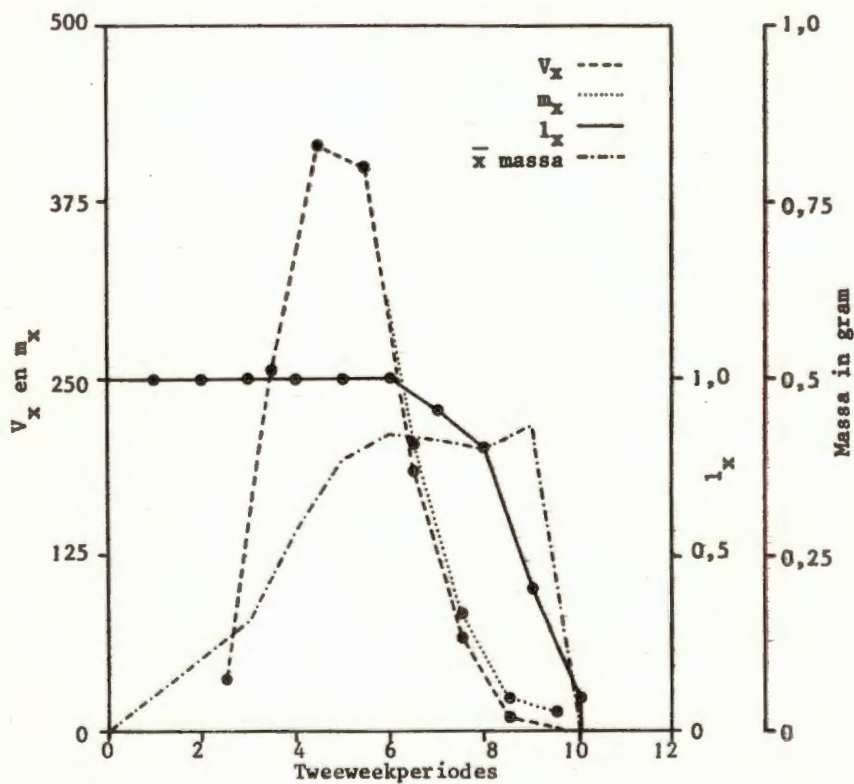
TABEL 21 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis
by 'n konstante temperatuur van 23°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5	1 801	45	1,0000	40,0222	40,0222
3,5	8 312	45	1,0000	184,7111	184,7111
4,5	14 742	45	1,0000	327,6000	327,6000
5,5	14 285	45	1,0000	317,4444	317,4444
6,5	7 167	44	0,9778	162,8864	159,2703
7,5	3 236	38	0,8444	85,1579	71,9073
8,5	893	15	0,3333	59,5333	19,8424
9,5	21	4	0,0889	5,2500	0,4667

$$R_o = \sum V_x = 1\ 121,2644$$

3.1.2.4 Lewenstabel by 26°C

Eierproduksie het vier dae vroeër begin, meer eiers is in totaal gelê en 'n hoër hoogste m_x -waarde is bereik as by 23°C (Tabelle 22 en 21). Te oordeel aan die l_x -krommes in figure 21 en 20 was daar nie 'n noemenswaardige verskil in oorlewing tussen die kohorte by 26°C en 23°C nie. Die m_x -waarde van 416,1778 wat tydens die vyfde tweeweekperiode bereik is, was die hoogste wat vir L.natalensis tydens die huidige ondersoek aangeteken is.



FIGUUR 21. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van L.natalensis by 'n konstante temperatuur van 26°C

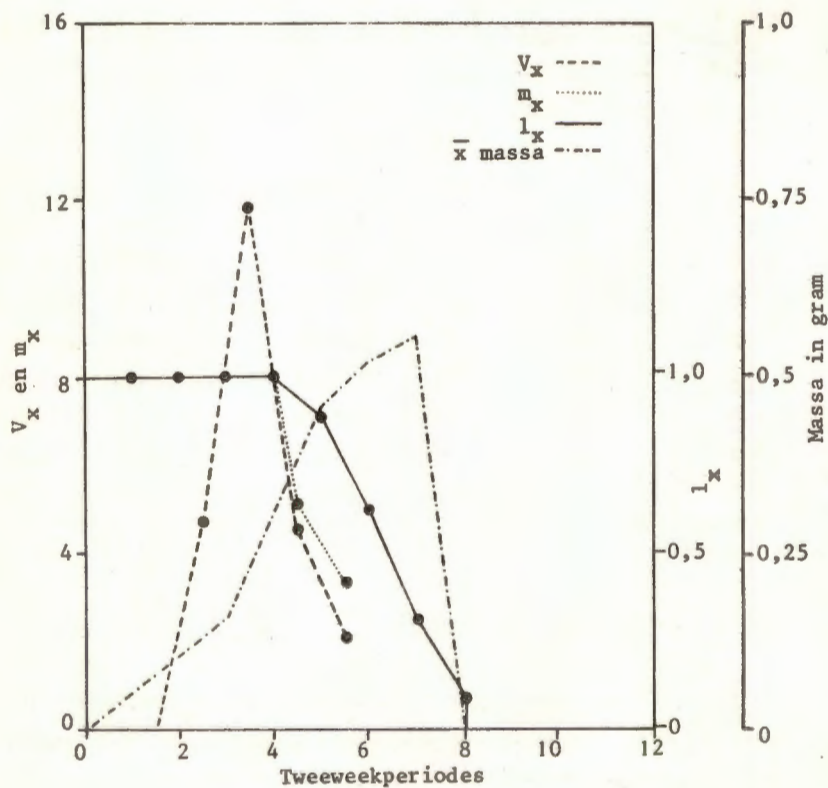
TABEL 22 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis by 'n konstante temperatuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5	1 665	45	1,0000	37,0000	37,0000
3,5	11 555	45	1,0000	256,7778	256,7778
4,5	18 728	45	1,0000	416,1778	416,1778
5,5	18 063	45	1,0000	401,4000	401,4000
6,5	8 332	41	0,9111	203,2195	185,1533
7,5	2 967	36	0,8000	82,4167	65,9334
8,5	379	18	0,4000	21,0556	8,4222
9,5	47	4	0,0889	11,7500	1,0446

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\ 371,9091$$

3.1.2.5 Lewenstabel by 29°C

Mortaliteit het reeds tydens die vierde tweewekperiode begin intree, d.w.s. twee tweewekperiodes vroeër as by 26°C. Eierproduksie was deurgaans laag en is vir slegs vyf tweewekperiodes volgehou (Tabel 23). In teenstelling met die m_x -krommes van die kohort by die laer konstante temperatuur toon die m_x -kromme van die kohort by 29°C 'n skerp piek omdat die hoogste m_x -waarde slegs vir een tweewekperiode volgehou is terwyl m_x -waardes tydens die voorafgaande sowel as die daaropvolgende tweewekperiode veel laer was (Figuur 22). Die kohort by 29°C was ook die eerste



FIGUUR 22. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van L. natalensis by 'n konstante temperatuur van 29°C

van die reeks wat ophou eiers produseer het voordat al die eksemplare in die kohort dood is.

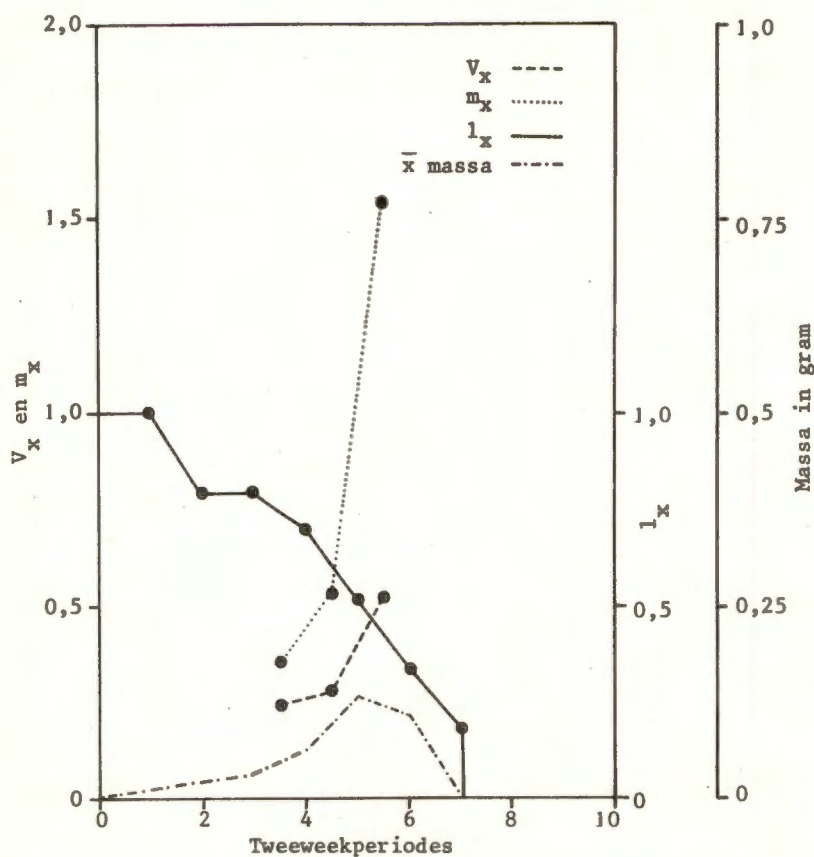
TABEL 23 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis by 'n konstante temperatuur van 29°C

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		45	1,0000		
1,5	2	45	1,0000	0,0444	0,0444
2,5	212	45	1,0000	4,7111	4,7111
3,5	532	45	1,0000	11,8222	11,8222
4,5	204	40	0,8889	5,1000	4,5334
5,5	92	28	0,6222	3,2857	2,0444
6,5	-	14	0,3111	-	-
7,5	-	4	0,0889	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 23,1555$$

3.1.2.6 Lewenstabel by 32°C

Die kohort het twee tweeweekperiodes later as by 29°C begin eiers lê. Te oordeel aan die onderskeie krommes in figuur 23 was eierproduksie sowel as oorlewing besonder swak. 'n Hoogste m_x -waarde van slegs 1,5455 is tydens die sesde tweeweekperiode aangeteken en eierproduksie het nog tydens dieselfde periode tot stilstand gekom (Tabel 24). Die totale eierproduksie en die eierproduksie per slak per tweeweekperiode was die laagste van al die kohorte van L.natalensis wat deur my ondersoek is.



FIGUUR 23. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *L.natalensis* by 'n konstante temperatuur van 32°C

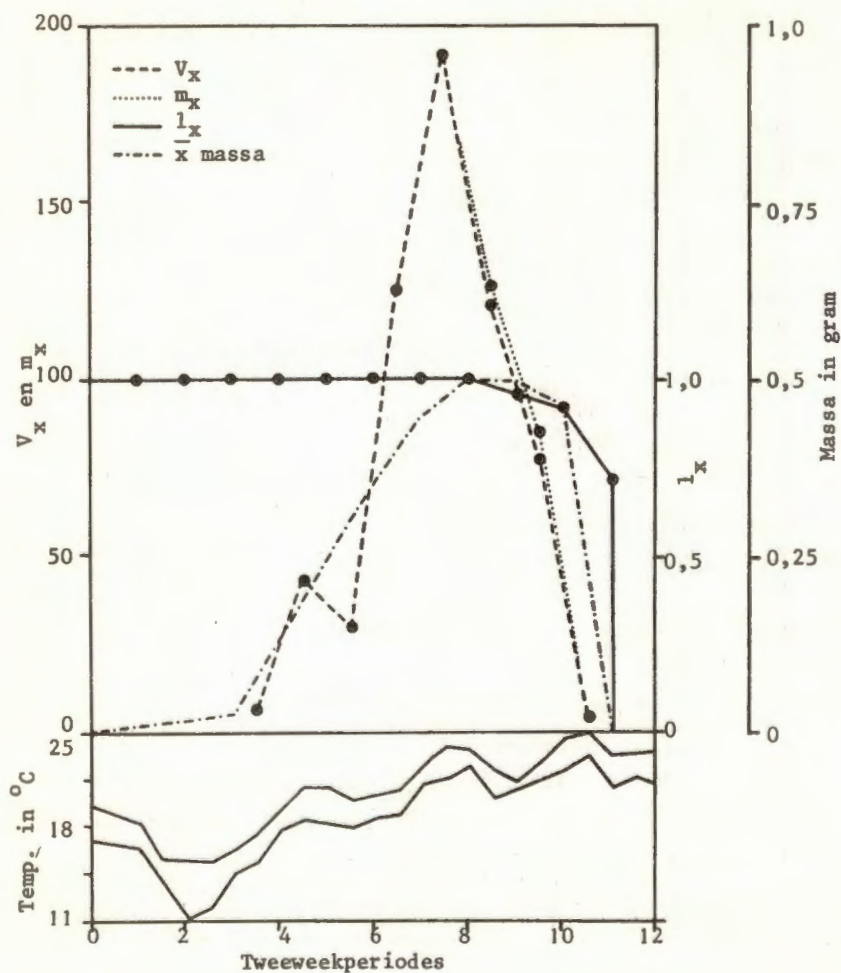
TABEL 24 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis
by 'n konstante temperatuur van 32°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		33	1,0000		
1,5		26	0,7879		
2,5		26	0,7879		
3,5	8	23	0,6970	0,3478	0,2424
4,5	9	17	0,5152	0,5294	0,2727
5,5	17	11	0,3333	1,5455	0,5151
6,5	-	6	0,1818		

$$R_o = \sum V_x = 1,0302$$

3.1.2.7 Lewenstabel by kamertemperatuur

Omdat die omgewingstemperatuur aanvanklik laag was, het die kohort by kamertemperatuur slegs twee dae vroeër as die een by 17°C tot eierproduksie oorgegaan en was oorlewing net soos by 17°C besonder goed. Die totale eierproduksie was beter as by 17°C maar swakker as by 20°C. Daarteenoor was die hoogste m_x -waarde ietwat hoër as dié by 20°C (Tabelle 25 en 20). Dit is opvallend dat die m_x -kromme tydens die sesde tweeweekperiode 'n skerp daling toon wat met die daling in kamertemperatuur saamgeval het en 'n hoogste waarde tydens die agste tweeweekperiode wat met 'n skerp styging in kamertemperatuur saamval (Figuur 24).



FIGUUR 24. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van *L. natalensis* by kamertemperatuur teenoor weeklikse gemiddelde minimum- en maksimumtemperatuur in die akwarium

TABEL 25 Lewenstabel van die kohort van L.natalensis by kamertemperatuur

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		45	1,0000		
1,5		45	1,0000		
2,5		45	1,0000		
3,5	264	45	1,0000	5,8667	5,8667
4,5	1 932	45	1,0000	42,9333	42,9333
5,5	1 317	45	1,0000	29,2667	29,2667
6,5	5 634	45	1,0000	125,2000	125,2000
7,5	8 661	45	1,0000	192,4667	192,4667
8,5	5 442	43	0,9556	126,5581	120,9389
9,5	3 471	41	0,9111	84,6585	77,1324
10,5	156	32	0,7111	4,8750	3,4666

$$R_0 = \sum V_x = 597,2713$$

Die statistieke wat vir die verskillende kohorte van L.natalensis aangeteken of bereken is tydens die voorgaande eksperiment word aan die hand van 'n vergelykende ontleding van nader beskou.

Volgens die gegewens in tabel 26 is dit duidelik dat konstante temperature so hoog as 29°C en 32°C geensins vir 'n hoë uitbroeipersentasie van die eiers bevorderlik was nie. Wat hierdie aspek aanbetref is die beste resultate behaal by 20°C gevolg deur die akwarium by kamertemperatuur.

TABEL 26 Bevolkingstatistieke van die kohorte van *L.natalensis* by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur

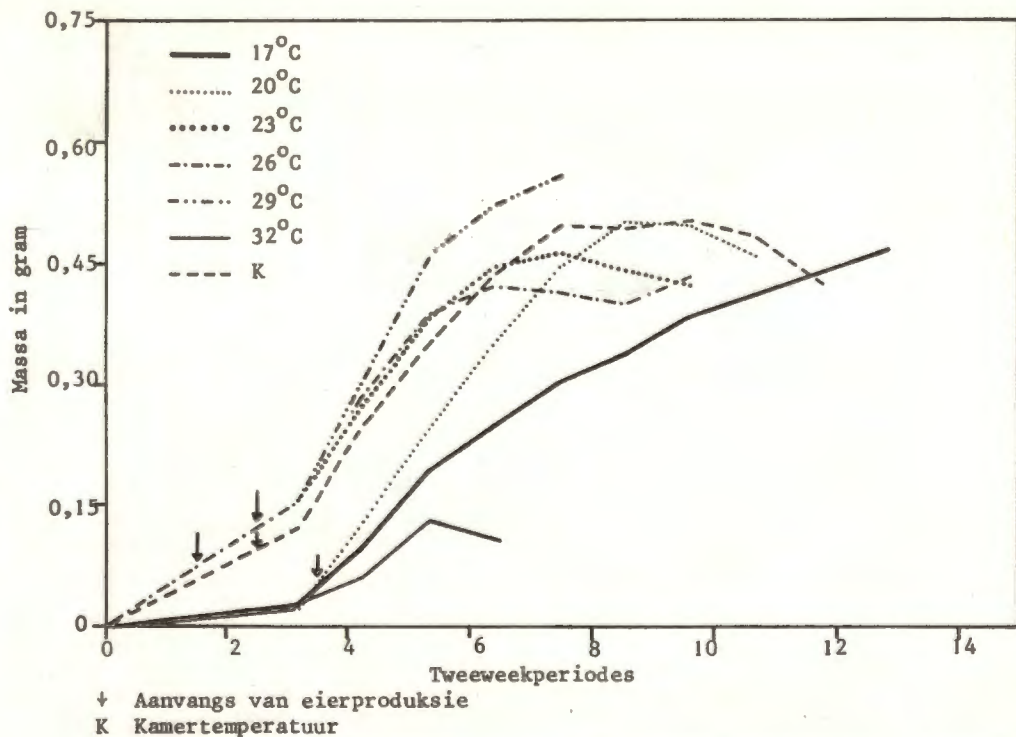
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
Uitbroeityd*	17	15	13	8	8	7	15
Uitbroei= persentasie	93	97	93	92	74	53	95
Tyd tot eier= produksie	54	37	33	29	28	46	52
λ	1,8948	4,3632	5,8529	6,1059	2,5419	1,0063	2,7682
r_m	0,6391	1,4732	1,7669	1,8093	0,9329	0,0063	1,0182
r_c	0,5335	1,0961	1,3779	1,4465	0,8573	0,0062	0,8620
R_o	102,5107	982,8197	1 121,2644	1 371,9091	23,1555	1,0302	597,2713
T_c	8,6793	6,2860	5,0963	4,9939	3,6651	4,7647	7,4156

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

Daar was klaarblyklik 'n omgekeerd eweredige verband tussen *uitbroeityd* en temperatuur want vanaf 'n langste tyd van 17 dae by 17°C het die uitbroeityd geleidelik met stygende konstante temperatuur afgeneem tot 'n kortste tyd van sewe dae by 32°C (Tabel 26). In teenstelling met die slotsom wat bereik is by die bespreking van die uitbroeipersentasie van die eiers, was die hoër konstante temperatuur derhalwe bevorderlik vir uitbroeityd.

As die resultate van die kohorte by 17°C tot en met 29°C in ag geneem word, blyk dit dat die *tydsverloop voor eierproduksie* eweneens 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon het en dat 'n konstante temperatuur van 32°C reeds te hoog was vir die bevordering van vroeë eierproduksie (Tabel 26). Die kohort by kamertemperatuur het t.o.v. uitbroeityd ooreengestem met die kohort by 20°C omdat kamertemperatuur aanvanklik hoër was tydens die eerste tweewEEKperiode as tydens die daaropvolgende drie tweewEEKperiodes (Figuur 24). Juis a.g.v. die daling in kamertemperatuur het die tydsverloop voordat die eerste eiers geproduseer is meer met dié van die kohort by 17°C ooreengestem.

Die grootste *toename in gemiddelde massa per slak per tydseenheid* en die grootste gemiddelde massa per slak vir enige van die ondersoekte kohorte van *L.natalensis* is by 29°C bereik terwyl die kleinste massatoename per tydseenheid en die kleinste gemiddelde massa per slak by 32°C bereik is (Figuur 25). Alhoewel die kohort by kamertemperatuur aanvanklik stadig groei het a.g.v. die lae heersende omgewingstemperatuur het dit

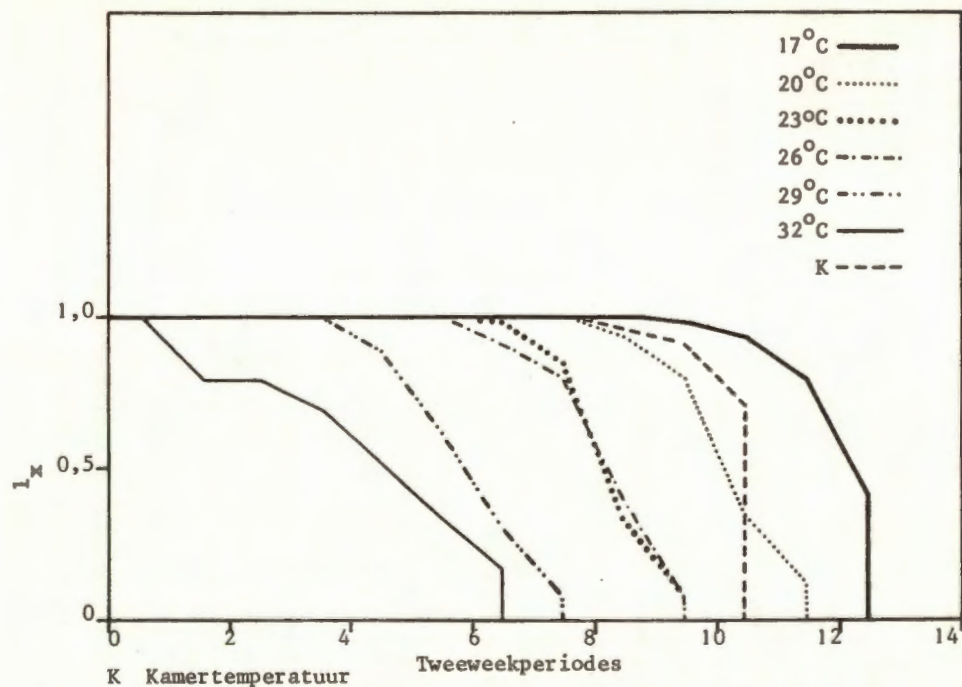


FIGUUR 25. Gemiddelde massa per slak per tweeweekperiode van kohorte van L.natalensis by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B52 in die bylae

uiteindelik die tweede grootste gemiddelde massa per slak bereik. Behalwe dat massatoename aanvanklik by 20°C groter as by kamertemperatuur was, reflekteer die krommes in figuur 25 nie noemenswaardige verskille tussen dié twee kohorte nie. Uitgesonderd die kohort by 32°C het dié een by 17°C die stadigste gegroei maar nogtans uiteindelik 'n gemiddelde massa per slak bereik wat hoër was as dié van die kohorte by 23°C , 26°C en 32°C en net laer as dié by 20°C en kamertemperatuur. Klaarblyklik is die hoë gemiddelde massa per slak wat die kohort by 29°C bereik het toe te skryf aan die groot toename per tydseenheid, terwyl die hoë gemiddelde massa per slak wat by 17°C bereik is te danke was aan 'n heelwat kleiner, dog bestendige massatoename per tydseenheid gekoppel aan 'n besonder goeie oorlewingskoers. Omdat massatoename per tydseenheid by 23°C en 26°C aan die een kant laer was as by 29°C en oorlewing by e.g. twee aan die ander kant swakker was as by 17°C , was die gemiddelde massa per slak wat deur hulle bereik is laer as by beide 29°C en 17°C . Te oordeel aan die resultate van die huidige ondersoek bestaan daar betreffende temperatuur dus twee weë waarlangs 'n hoë gemiddelde massa per slak bereik kan word.

Voordat 'n gemiddelde massa van 0,04 g per slak bereik is, is geen eiers deur enige van die kohorte van L.natalensis gelê nie.

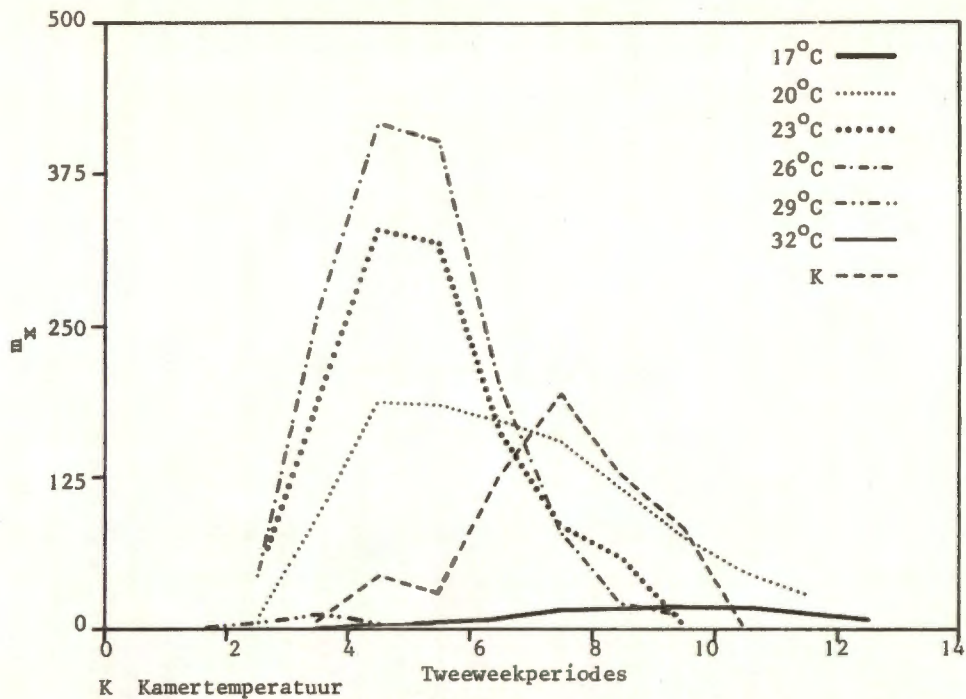
Alhoewel daar nie veel verskil is tussen die *oorlewingskromme* van die kohorte by 23°C en 26°C nie, toon figuur 26 dat die kanse van L.natalensis op oorlewing onteenseglik afneem namate temperatuur toeneem. Dit is opvallend dat verval die periode waartydens 100%-oorlewing gehandhaaf is, drasties met toenemende



FIGUUR 26. Die l_x -krommes van kohorte van L.natalensis by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

temperatuur verkort. Alhoewel die kohort by 32°C die eerste mortaliteit getoon het, was die mortaliteitsperiode langer as by enige ander van die ondersoekte kohorte.

Eierproduksie het by die kohorte by 20°C, 23°C en 26°C gedurende dieselfde tweewekperiode begin en boonop is ook die hoogste m_x -waarde van elk tydens dieselfde tweewekperiode bereik (Figuur 27). Die hoogste gemiddelde getal eiers per slak per tweewekperiode (m_x) was egter veel hoër by 23°C as by 20°C terwyl die hoogste m_x -waarde van al die kohorte by 26°C bereik is. Die m_x -kromme van die kohort by 20°C toon 'n meer geleidelike val vanaf die hoogste waarde as die krommes van die kohorte by 23°C, 26°C en kamertemperatuur omdat 'n m_x -waarde na aan die hoogste waarde vir 'n langer periode deur die betrokke kohort volgehou is. Ten spyte daarvan dat die kohort by 29°C eerste begin eiers lê het, was totale eierproduksie by hierdie temperatuur baie swak en is selfs by die kohort by 17°C hoër m_x -waardes aangeteken. Die kohort by 17°C het 'n baie lae eierproduksie oor 'n lang periode gehandhaaf. Dit is duidelik dat 'n verhoging in konstante temperatuur van 17°C tot 26°C beide totale getal eiers per kohort en gemiddelde getal eiers per slak per tydseenheid geweldig laat toeneem het. Goeie eierproduksie is aangeteken by konstante temperature van 20°C, 23°C en 26°C, dog 'n drie grade Celsius verhoging in temperatuur vanaf hierdie gunstige omvang na 29°C sowel as 'n drie grade Celsius verlaging in temperatuur na 17°C het gelei tot 'n drastiese afname in eierproduksie. Die totale voortplantingsperiode is klaarblyklik baie korter by die hoër as by die laer konstante temperature want by 17°C en 32°C was eierproduksie respektiewelik tot 10 en

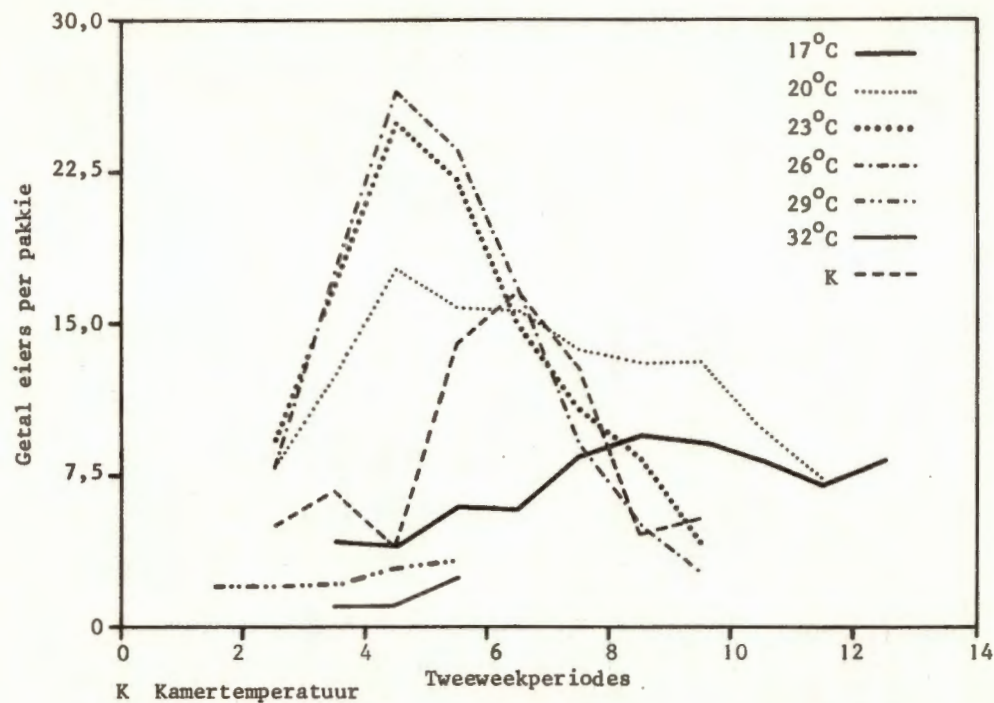


FIGUUR 27. Die m_x -krommes van kohorte van *L.natalensis* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

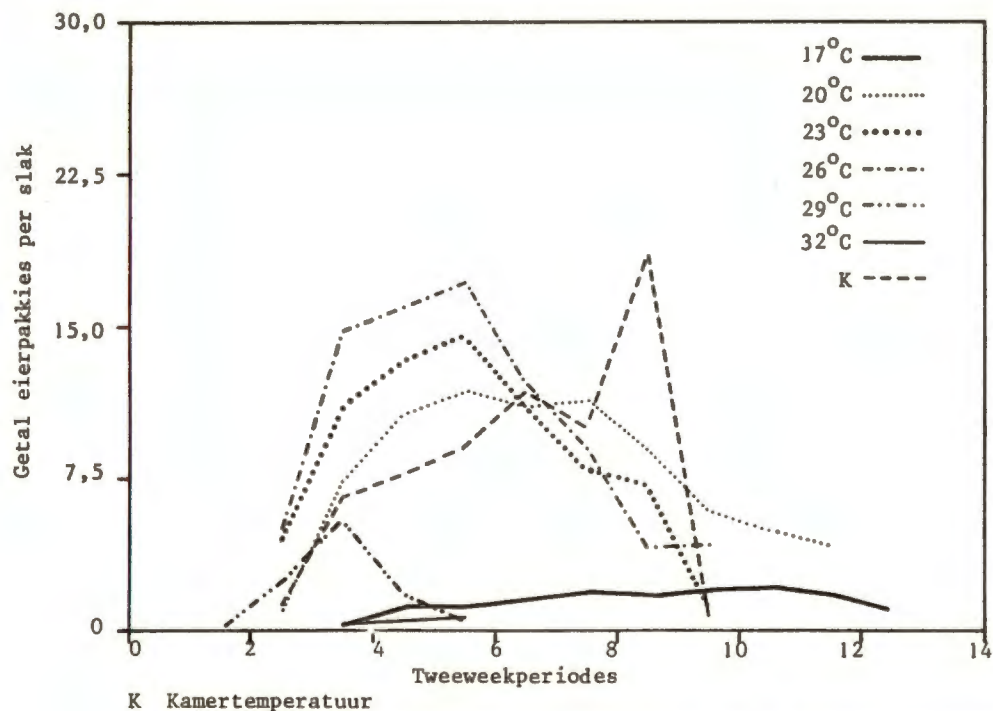
drie tweeweekperiodes beperk.

Die krommes in figuur 28 wat 'n grafiese voorstelling van die gemiddelde getal eiers per pakkie per tydseenheid van elke koort weergee, toon 'n groter ooreenkoms met die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 27 as die krommes in figuur 29 wat 'n grafiese voorstelling van die gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid weergee. Dit is reeds genoem dat die m_x -waarde tydens 'n bepaalde tweeweekperiode die produk is van die gemiddelde getal eiers per pakkie en die gemiddelde getal pakkies per slak gedurende 'n bepaalde tweeweekperiode. Derhalwe suggereer die groter ooreenkoms van die krommes in figuur 28 met die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 27 dat die gemiddelde getal eiers per pakkie meer tot die verskille in m_x -waardes bydra en derhalwe ook meer aan beïnvloeding deur temperatuur onderhewig is as die gemiddelde getal pakkies per slak. Hierdie bevinding is dus presies net die teenoorgestelde van wat by 'n ontleding van die eierproduksie van B.pfeifferi gemaak is. In 'n soortgelyke ontleding kom Combrinck (1968) tot die slotsom dat beide die gemiddelde getal eierpakkies per slak en die gemiddelde getal eiers per pakkie van L.natalensis tydens sy ondersoek die daarstelling van die m_x -krommes beïnvloed het.

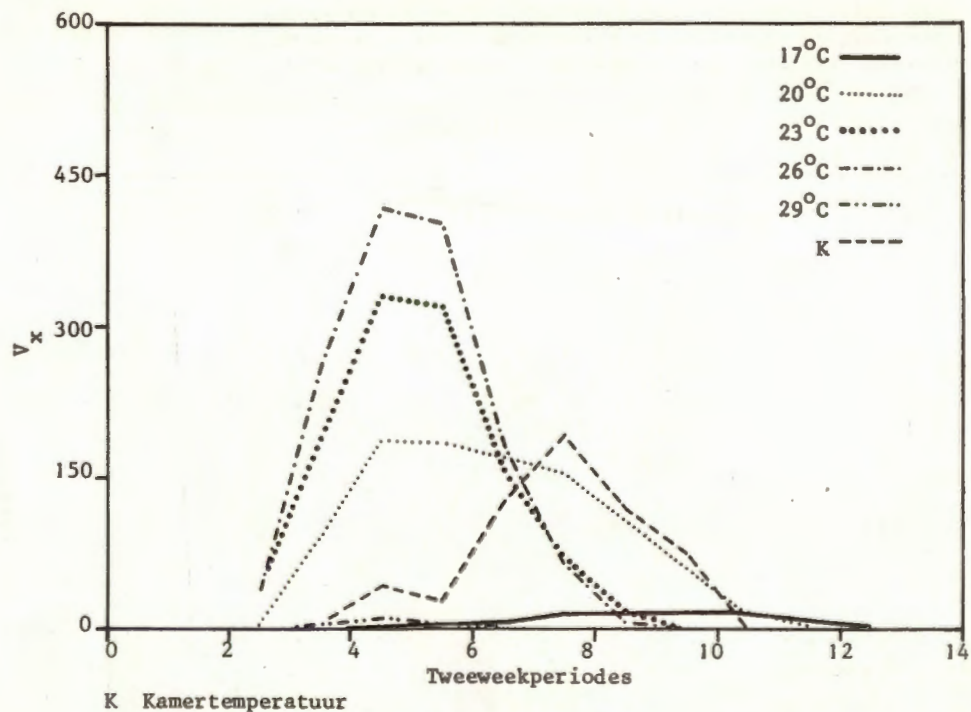
Omdat al die kohorte van L.natalensis met die uitsondering van dié by 17°C en 32°C 'n hoogste m_x -waarde bereik het voordat mortaliteit ingetree het, verskil die V_x -krommes in figuur 30 nie noemenswaardig van die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 27 nie en word die V_x -waardes nie afsonderlik bespreek nie.



FIGUUR 28. Die gemiddelde getal eiers per pakkie per twee weekperiodes van kohorte van *L. natalensis* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B21 in die bylae



FIGUUR 29. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee weekperiode van kohorte van L.natalensis by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B22 in die bylae



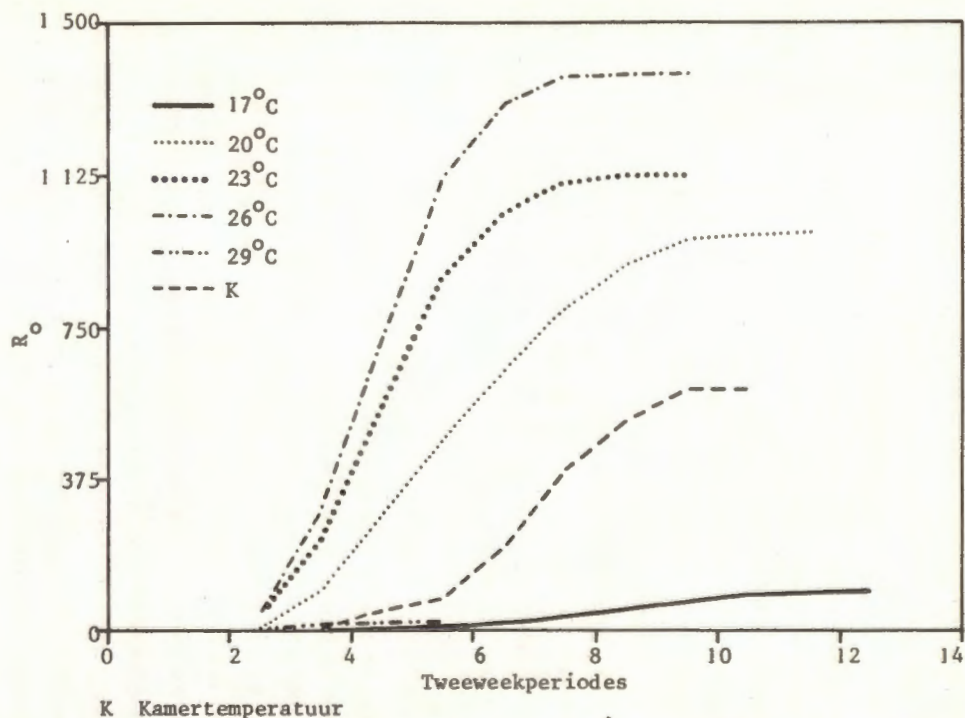
K Kamertemperatuur

FIGUUR 30. Die V_x -krommes van kohorte van L. natalensis by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

Die totale R_0 -waardes van die verskillende kohorte is in tabel 26 weergegee terwyl die toename in R_0 -waarde per tydseenheid, gebaseer op die V_x -waardes in die ooreenstemmende lewensstabelle, grafies voorgestel is in figuur 31. Aan die een kant weerspieël die R_0 -krommes vir 17°C en 20°C die groot toename in nettovoortplantingskoers wat deur 'n verhoging van drie grade Celsius veroorsaak is terwyl die R_0 -krommes vir 26°C en 29°C aan die anderkant die drastiese afname illustreer wat eweneens deur 'n verhoging van drie grade Celsius in konstante temperatuur teweeggebring is. Dit is duidelik dat sowel 'n te hoë as 'n te lae konstante temperatuur die nettovoortplantingskoers erg nadelig getref het. Klaarblyklik was 26°C vir L.natalensis die gunstigste konstante temperatuur vir die bereiking van 'n hoë totale nettovoortplantingsyfer sowel as vir 'n grootste toename in R_0 -waarde per tydseenheid.

Die wenslikheid daarvan om die *gemiddelde kohortgenerasieduur* (T_c) te bereken en die voordele wat 'n klein T_c -waarde inhou, is reeds bespreek. Die T_c -waardes vir die kohorte by 17°C tot en met 29°C het 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon (Tabel 26). Die T_c -waarde by kamertemperatuur het, in ooreenstemming met die R_0 -waarde, tussen die betrokke waardes van die kohorte by 17°C en 20°C geval. Die gunstigste T_c -waarde is bereik deur die kohort by 29°C .

Alhoewel die gunstigste T_c -waarde deur die kohort by 29°C bereik is, is die beste oorlewing by 17°C aangeteken, terwyl die grootste m_x -, V_x - en R_0 -waardes by 26°C bereik is. Om uitspraak te kan gee oor watter kohort die beste gevaar het, is dit duidelik



FIGUUR 31. Die toename in R_0 -waarde per twee weekperiodes van kohorte van *L. natalensis* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

delik dat die r_m -waardes waarin al die bogenoemde bevolkingstatistieke betrek is teen mekaar opgeweeg moet word. Die r_m - en λ -waardes is in tabel 26 weergegee. Die grootste fout wat a.g.v. kohortgrootte begaan mag word in die berekening van r_m was in die geval van L.natalensis waar met 'n kohort van 45 slakke in elke akwarium geëksperimenteer is, 0,0275 in werklike r_m -waarde (figuur 2). Geen onderskeid op grond van r_m -waarde mag dus aanvaar word tussen kohorte waar die verskil kleiner as die bogenoemde foutwaarde is nie. Die volgorde van r_m -waardes van die onderskeie kohorte was soos volg:

$26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > \text{kamertemperatuur} > 29^{\circ}\text{C} > 17^{\circ}\text{C} > 32^{\circ}\text{C}$.

Vanaf 17°C tot en met 26°C het 'n verhoging in temperatuur r_m in ooreenstemming met m_x , V_x , R_o en T_c gunstiger waardes laat aanneem. Die verskynsel dat r_m meer geleidelik in waarde afneem het by konstante temperatuur laer as 26°C as wat gebeur het by konstante temperatuur hoër as 26°C dui daarop dat die laer konstante temperatuur baie gunstiger vir die betrokke spesie was. Die hoogste r_m -waarde is by 26°C bereik omdat die hoogste R_o -waarde en die tweede gunstigste T_c -waarde ook daar bereik is. Ten spyte van 'n hoër R_o -waarde het die kohort by 17°C 'n laer r_m -waarde bereik as die een by 29°C omdat die T_c -waarde van e.g. so swak met dié van die kohort by 29°C vergelyk het. Vergeleke daarmee het die relatief klein T_c -waarde van die kohort by 32°C nie 'n hoër r_m -waarde tot gevolg gehad nie omdat die R_o -waarde so laag was. In ooreenstemming met die bevinding t.o.v. B.pfeifferi het oorlewing nie 'n beslissende rol in die r_m -volg=orde gespeel nie en was m_x in 'n meerdere mate en, in 'n mindere mate ook T_c , verantwoordelik vir die daarstelling van die bepaalde r_m -volgorde.

Omdat die r_m -waardes wat deur al die kohorte bereik is, groter was as nul, was die bepaalde voortplantingskoers groter as een wat beteken dat 'n bevolking van L.natalensis in staat sou wees om in getal toe te neem by al die temperature waaraan dit tydens die huidige ondersoek onderwerp is.

Tydens die ondersoek van Prinsloo (1966) is lewenstabelle vir L.natalensis saamgestel by konstante temperature van 15°C, 18°C, 21°C, 25°C en 27°C, terwyl pogings om 'n lewenstabel by 30°C saam te stel, misluk het. Aangesien die r_m -waardes tydens Prinsloo se ondersoek in navolging van Shiff (1964a) eers op 'n lukraakmetode benader is en daarna grafies afgelees is, is die gegewens vervat in die lewenstabelle met die toestemming van die outeur noukeurig volgens die werkwyse van die huidige ondersoek verwerk en in tabel 27 weergegee.

'n Vergelyking van die bevolkingstatistieke van L.natalensis in tabelle 27 en 28 toon groot verskille in die resultate van my eie en Prinsloo se ondersoeke. Die hoogste r_m -waarde, volgens lg. outeur, is bereik deur die kohort by 18°C terwyl die kohorte by 25°C en 27°C baie swakker gevaar het. In teenstelling hiermee is die hoogste r_m -waarde van dieselfde spesie tydens die huidige ondersoek deur die kohort by 26°C bereik. Prinsloo (1966) rapporteer dat L.natalensis glad nie in staat was om langer as een tweeweekperiode te bestaan by 'n konstante temperatuur van 30°C nie. Hierteenoor het 'n kohort van dieselfde spesie tydens die huidige ondersoek vir sewe tweeweekperiodes geleef by 32°C. Boonop was dit daartoe in staat om voldoende eiers te produseer om 'n λ -waarde van groter as een daar te stel. Die r_m -waardes wat met my ondersoek bereken is, was deurgaans

TABEL 27 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
L.natalensis by verskillende konstante temperature
 volgens gegewens in die lewenstabelle van
 Prinsloo (1966)

Temperatuur	λ	r_m	R_o	T_c
15°C	1,4023	0,3381	73,9596	13,0214
18°C	1,7256	0,5456	382,8235	11,8837
21°C	1,6573	0,5052	210,8096	11,5276
25°C	1,3644	0,3107	9,8470	7,9585
27°C	1,3416	0,2939	3,5830	4,4304

TABEL 28 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
L.natalensis by verskillende konstante temperature
 en kamertemperatuur tydens die huidige ondersoek

Temperatuur	λ	r_m	R_o	T_c
17°C	1,8948	0,6391	102,5107	8,6793
20°C	4,3632	1,4732	982,8197	6,2860
23°C	5,8529	1,7669	1 121,2644	5,0963
26°C	6,1059	1,8093	1 371,9091	4,9939
29°C	2,5419	0,9329	23,1555	3,6651
32°C	1,0063	0,0063	1,0302	4,7647
Kamertempe= ratuur	2,7682	1,0182	597,2713	7,4156

baie hoër by vergelykbare temperature as dié wat deur Prinsloo (1966) verkry is. Alhoewel die r_m -waarde by 17°C in my ondersoek die tweede laagste was, was dit nogtans hoër as die hoogste r_m -waarde wat deur Prinsloo weergegee word. Een rede vir die groot verskil tussen die twee stalle resultate lê voor die hand as die R_o - en T_c -waardes in tabelle 27 en 28 met mekaar vergelyk word. Te oordeel aan die groter R_o -waardes is daar in my ondersoek nie net meer eiers per kohort in totaal gelê nie, maar volgens die kleiner T_c -waardes is geslagsrypheid ook veel vroeër bereik. My kohort by 17°C het bv. reeds na die derde tweewekperiode begin eiers lê, terwyl Prinsloo se kohort by 18°C eers na die sewende tweewekperiode begin eiers lê het. Bogenoemde outeur het bevind dat massatoename per tydseenheid sowel as die hoogste gemiddelde massa per slak met dalende temperatuur toeneem het en rapporteer 'n hoogste gemiddelde massa per slak vir L.natalensis van 0,2534 g wat bereik is by 15°C . Tydens die huidige ondersoek is die hoogste massatoename per tydseenheid en grootste gemiddelde massa per slak (0,5564 g) egter deur die kohort by 29°C bereik. Alhoewel die massatoename per tydseenheid by hierdie temperatuur laer was as by my ander kohorte, het die kohort by 17°C 'n gemiddelde massa per slak van 0,4666 g bereik wat 'n aansienlik hoër massa is as die hoogste gemiddelde massa per slak wat tydens die ondersoek van Prinsloo (1966) bereik is.

'n Moontlike verklaring vir die swakker prestasie van Prinsloo se kohorte by veral die hoër konstante temperature mag lê in 'n moontlike tekort aan suurstof omdat sy akwariums nie belug is nie. My eie ondersoek het aan die lig gebring dat die per-sentasieversadiging van die water met opgeloste suurstof drasties

begin verminder het veral by die hoër konstante temperature son- dra eierproduksie 'n aanvang neem en dat dit veral die eierpro- duksie van L.natalensis was wat skynbaar nadelig getref is deur die vermindering in opgeloste suurstof in die akwariums. Die veel korter tydsverloop voordat tot eierproduksie oorgegaan is en die aansienlik hoër gemiddelde massa per slak per kohort wat tydens die huidige ondersoek bereik is, is waarskynlik toe te skryf aan die hoë kwaliteit voedsel wat aan die slakke beskik- baar gestel is.

3.1.3 B.(P.)africanus

Lewenstabelle met kohorte van 35 slakke elk is saamgestel by kamertemperatuur, 26°C, 23°C en 20°C. Pogings om lewenstabelle saam te stel by 32°C, 29°C en 17°C het misluk. Die eiers wat ge- bruik is vir die daarstelling van die verskillende kohorte is tydens dieselfde etmaal gelê deur die 50 parentaalslakke wat versamel is in die habitat waarvan die lokaliteit nader omskryf word op p. 42 . Die tweede spesie waarmee tegelykertyd in die- selfde akwariums geëksperimenteer is, was B.(B.)tropicus A.

3.1.3.1 Konstante temperatuur van 17°C

'n Uitbroeipersentasie van 100% is na 'n uitbroeityd van 26 dae aangeteken. Die eerste mortaliteit het egter reeds teen die begin van die tweede tweeweekperiode begin intree en so toe- geneem dat die hele kohort nog tydens dieselfde tweeweekperiode uitgesterf het.

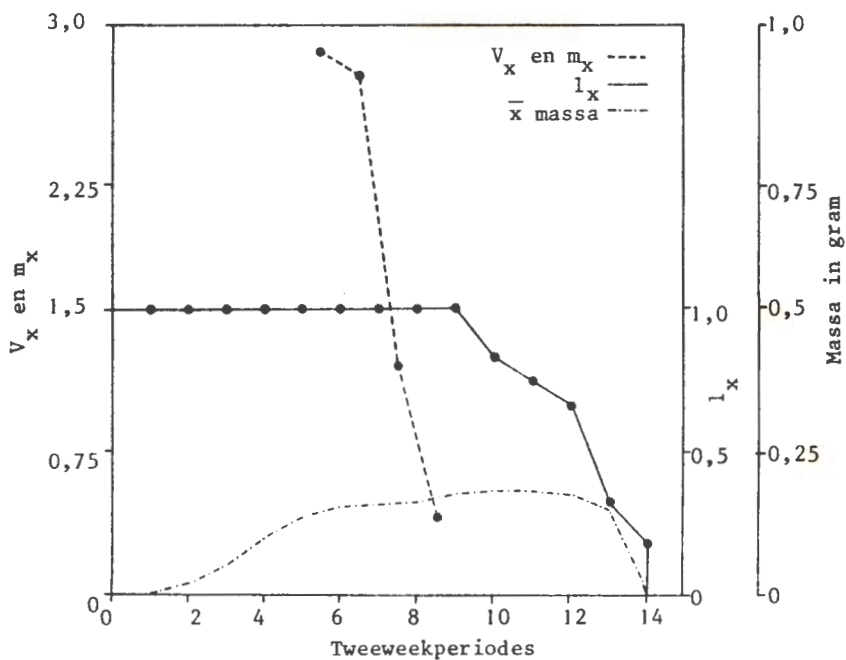
3.1.3.2 Lewenstabel by 20°C

Uitbroeityd was die helfte korter as by 17°C en 99% van die eiers het uitgebroei (Tabel 33). Die eerste eiers van hierdie kohort is 71 dae na uitbroeiing gelê. Die eierproduksie per slak per tydseenheid (m_x) was deurgaans laag en is vir net vyf tweewEEKperiodes volgehou (Figuur 32). Oorlewing was besonder goed en die slakke het vir vyf tweewEEKperiodes nadat eierproduksie gestaak is bly voortleef (Tabel 29).

TABEL 29 Lewenstabel van die kohort van B.(P.) africanus by 'n konstante temperatuur van 20°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5		35	1,0000		
3,5		35	1,0000		
4,5		35	1,0000		
5,5	100	35	1,0000	2,8571	2,8571
6,5	96	35	1,0000	2,7429	2,7429
7,5	42	35	1,0000	1,2000	1,2000
8,5	14	35	1,0000	0,4000	0,4000
9,5	-	29	0,8286	-	-
10,5	-	26	0,7429	-	-
11,5	-	23	0,6571	-	-
12,5	-	11	0,3143	-	-
13,5	-	6	0,1714	-	-

$$R_o = \Sigma V_x = 7,2000$$



FIGUUR 32. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per tweewekperiode van die kohort van B.(P.)africanus by 'n konstante temperatuur van 20°C

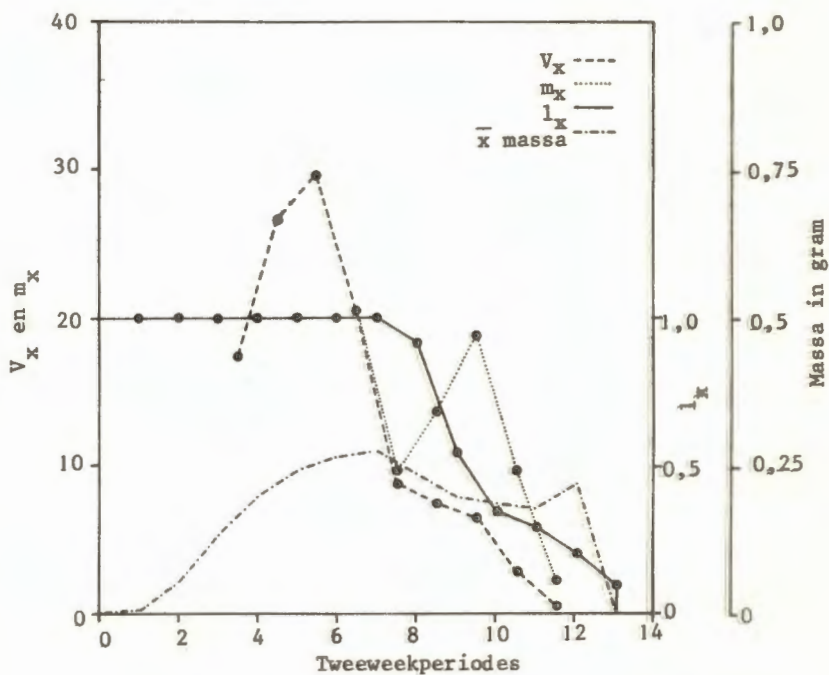
3.1.3.3 Lewenstabel by 23°C

Alhoewel die uitbroeipersentasie van die eiers slegs in geringe mate van dié by 20°C verskil het en die uitbroeityd van die eiers net twee dae korter was, het eierproduksie 27 dae vroeër begin (Tabel 33). Totale eierproduksie en eierproduksie per slak per tweewEEKperiode van hierdie kohort was hoër maar oorlewing was swakker want mortaliteit het twee tweewEEKperiodes vroeër begin intree as by 20°C (Tabel 30). In teenstelling met die situasie by 20°C vertoon die m_x -kromme 'n tweede piek.

TABEL 30 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)africanus by 'n konstante temperatuur van 23°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5		35	1,0000		
3,5	611	35	1,0000	17,4571	17,4571
4,5	933	35	1,0000	26,6571	26,6571
5,5	1 043	35	1,0000	29,8000	29,8000
6,5	719	35	1,0000	20,5429	20,5429
7,5	306	32	0,9143	9,5625	8,7430
8,5	258	19	0,5429	13,5789	7,3720
9,5	225	12	0,3429	18,7500	6,4294
10,5	96	10	0,2857	9,6000	2,7427
11,5	14	7	0,2000	2,0000	0,4000
12,5	-	3	0,0857	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 120,1442$$



FIGUUR 33. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(P.) africanus by 'n konstante temperatuur van 23°C

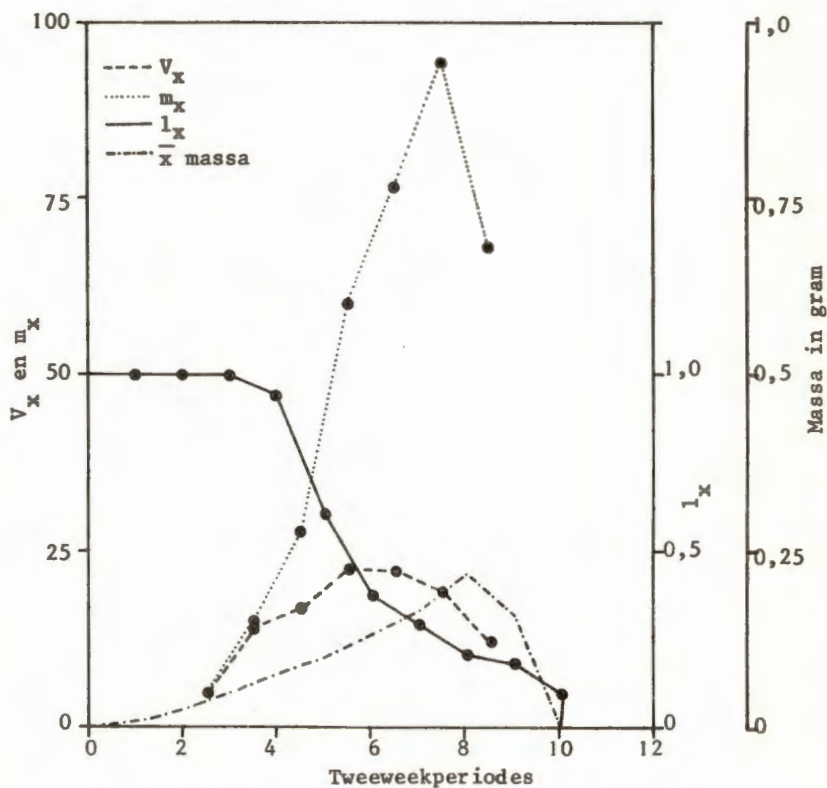
Die skerp daling in m_x -waarde tydens die sesde en agste twee-weekperiodes val saam met 'n skerp daling in die oorlewingsyfer (Figuur 33). Die tweede piek suggereer dat die slakke wat na die skielike styging in mortaliteit oorgebly het beter eierlêers was en dus meer eiers per eksemplaar per tydseenheid tot die totale eierproduksie bygedra het net voordat die skerp styging in mortaliteit plaasgevind het, as die slakke wat dood is. Omdat die m_x -waarde inderwaarheid gepenaliseer word deur vermenigvuldiging met die ooreenstemmende l_x -waarde volg die V_x -kromme nie ook die tweede piek van die m_x -kromme soos wat by die eerste piek die geval is nie (Figuur 33).

3.1.3.4 Lewenstabel by 26°C

Die uitbroeityd was vier dae korter as by 23°C en die eerste eierproduksie het agt dae vroeër plaasgevind (Tabel 33). Oorlewing was egter baie swakker as by 23°C want die eerste mortaliteit het reeds tydens die derde tweeweekperiode begin intree. Anders as by 20°C en 23°C is 'n hoogste waarde vir m_x bereik eers nadat meer as die helfte van die kohort reeds uitgesterf het (Tabel 31). As gevolg van hierdie vroeë mortaliteit is daar 'n groot verskil tussen die m_x - en die ooreenstemmende V_x -krommes (Figuur 34). Alhoewel die hoogste m_x -waarde hoër was as by 23°C, was die totale eierproduksie laer.

3.1.3.5 Konstante temperatuur van 29°C

Die uitbroeityd van die eiers was dieselfde as by 26°C dog die uitbroeipersentasie van die eiers was aansienlik laer (Tabel 33).



FIGUUR 34. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van B.(P.) africanus by 'n konstante temperatuur van 26°C

TABEL 31 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)africanus
by 'n konstante temperatuur van 26°C

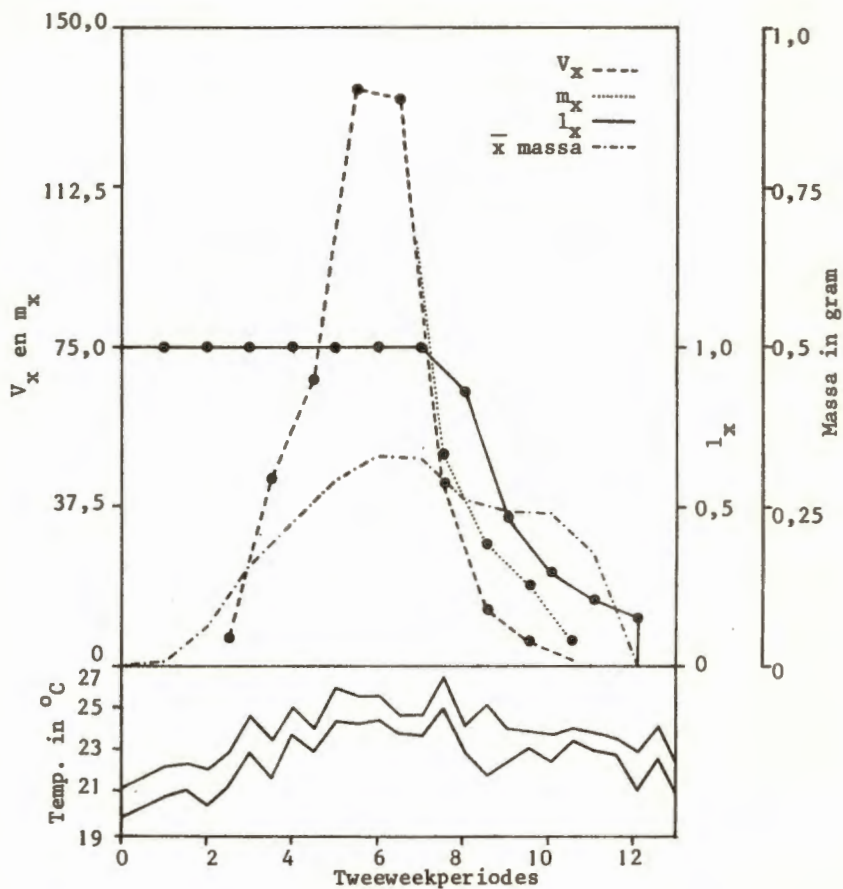
Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing $\frac{l_x}{l_0}$	Vrugbaarheid $\frac{m_x}{m_0}$	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5	169	35	1,0000	4,8286	4,8286
3,5	491	33	0,9429	14,8788	14,0292
4,5	580	21	0,6000	27,6190	16,5714
5,5	780	13	0,3714	60,0000	22,2840
6,5	767	10	0,2857	76,7000	21,9132
7,5	659	7	0,2000	94,1429	18,8286
8,5	408	6	0,1714	68,0000	11,6552
9,5	-	3	0,0857	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 110,1102$$

Vyftien dae nadat die eerste eiers begin uitbroei het, d.w.s. vroeg tydens die tweede tweeweekperiode, het mortaliteit begin intree en twaalf dae daarna was al die slakkies dood.

3.1.3.6 Konstante temperatuur van 32°C

Vanuit die staanspoor was dit opvallend dat sommige van die eiers geen ontwikkeling ondergaan het by hierdie hoë konstante temperatuur nie. Die uitbroeipersentasie van die eiers was gevolglik nog laer en het een dag later begin as by 29°C (Tabel 33). Mortaliteit het egter reeds na agt dae begin intree en 10 dae later was al die slakkies in die kohort dood. Die eiers wat van



FIGUUR 35. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(P.)africanus by kamertemperatuur teenoor weeklikse gemiddelde minimum- en maksimumtemperatuur in die akwarium

die begin af geen sigbare ontwikkeling ondergaan het nie, het na die verloop van ongeveer drie weke tot 'n ondeursigtige wit begin verkleur.

3.1.3.7 Lewenstabel by kamertemperatuur

Dié eksperiment is begin tydens die laat lente en voltooi tydens die vroeë herfs van die daaropvolgende jaar. Die weeklikse gemiddelde maksimum- en minimumtemperatuur in die akwarium by kamertemperatuur is in figuur 35 weergegee. Dit is opvallend dat die m_x -kromme 'n hoogste waarde aantoon toe die temperatuur in die akwarium volgens die krommes in figuur 35 hoog was. Die uitbroeityd wat net so lank as by 23°C , maar die tydsverloop voordat die eerste eiers gelê is, was vier dae korter waarskynlik omdat die gemiddelde maksimumtemperatuur tydens die betrokke periode dikwels hoër as 23°C gestyg het. Oorlewing was byna net so goed as by 23°C . Die hoogste EV_x sowel as die hoogste m_x -waarde vir al die ondersoekte kohorte van B.(P.)africanus is deur die kohort by kamertemperatuur bereik (Tabel 32).

Aan die hand van 'n vergelykende ontleding van die bevolkingstatistieke wat tydens die voorgaande eksperiment bereken is, moet die aandag op die volgende gevestig word.

Konstante temperatuur laer as 20°C is volgens my bevindinge beslis nie vir 'n kort uitbroeityd van die eiers van B.(P.)africanus bevorderlik nie want slegs 'n drie grade Celsius

TABEL 32 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)africanus by kamertemperatuur

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5	216	35	1,0000	6,1714	6,1714
3,5	1 536	35	1,0000	43,8857	43,8857
4,5	2 359	35	1,0000	67,4000	67,4000
5,5	4 750	35	1,0000	135,7143	135,7143
6,5	4 669	35	1,0000	133,4000	133,4000
7,5	1 490	30	0,8571	49,6667	42,5693
8,5	453	16	0,4571	28,3125	12,9416
9,5	185	10	0,2857	18,5000	5,2855
10,5	36	7	0,2000	5,1429	1,0286
11,5	-	5	0,1429	-	

$$R_o = \sum V_x = 448,3964$$

verlaging van 20°C na 17°C het 'n verdubbeling in uitbroeityd tot gevolg gehad (Tabel 33). Dit is eweneens duidelik dat 'n konstante temperatuur van 32°C ook nie vir 'n kort uitbroeityd gunstig is nie en dat die beste resultate in die omgewing van 26°C verwag kan word.

Die gegewens m.b.t. die *uitbroeipersentasie* van die eiers dui op geringe verskille tussen konstante temperature van 17°C tot 26°C maar op toenemende ongunstigheid vanaf 26°C tot by 32°C.

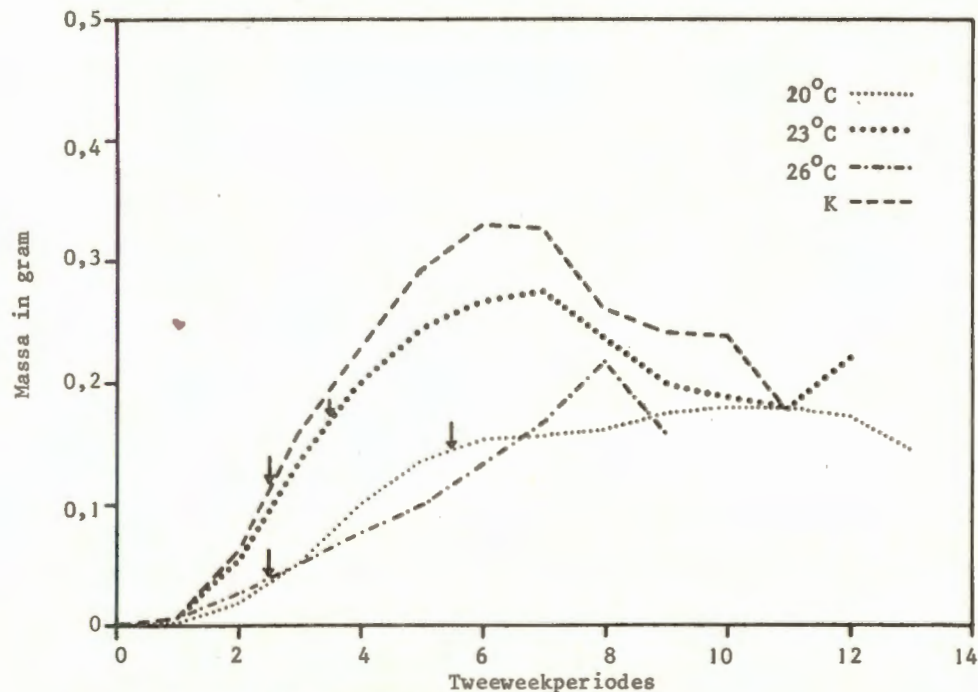
TABEL 33 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(P.)africanus by die verskillende konstante
temperature en kamertemperatuur

	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
Uitbroeityd*	26	13	11	7	7	8	11
Uitbroeiper= sentasie	100	99	98	100	68	57	92
Tyd tot eier= produksie	-	71	44	36	-	-	40
λ	-	1,3702	2,7071	2,8201	-	-	3,7030
r_m	-	0,3150	0,9959	1,0368	-	-	1,3092
r_c	-	0,3094	0,8205	0,8076	-	-	1,0627
R_o	-	7,200	120,1442	110,1102	-	-	448,3964
T_c	-	6,3810	5,8363	5,8217	-	-	5,7452

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee
in dae

Die tydsverloop voordat die eerste eiers geproduseer is by die onderskeie kohorte, toon volgens die gegewens in tabel 33 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur. Dit is egter duidelik dat 20°C alreeds 'n baie ongunstige temperatuur is vir die betrokke spesie om op 'n vroeë lewenstadium te begin eiers produseer want die tydsverloop wat eierproduksie voorafgaan, is met 27 dae verleng deur die drie grade Celsius verlaging in temperatuur vanaf 23°C na 20°C. Die beste resultate in hierdie bepaalde opsig is bereik deur die kohort by 26°C terwyl die kohort by kamertemperatuur die tweede beste gevaar het.

Die hoogste gemiddelde massa per slak en die grootste *mantoe*=
name per tweeweekperiode is bereik deur die kohort by kamertem=



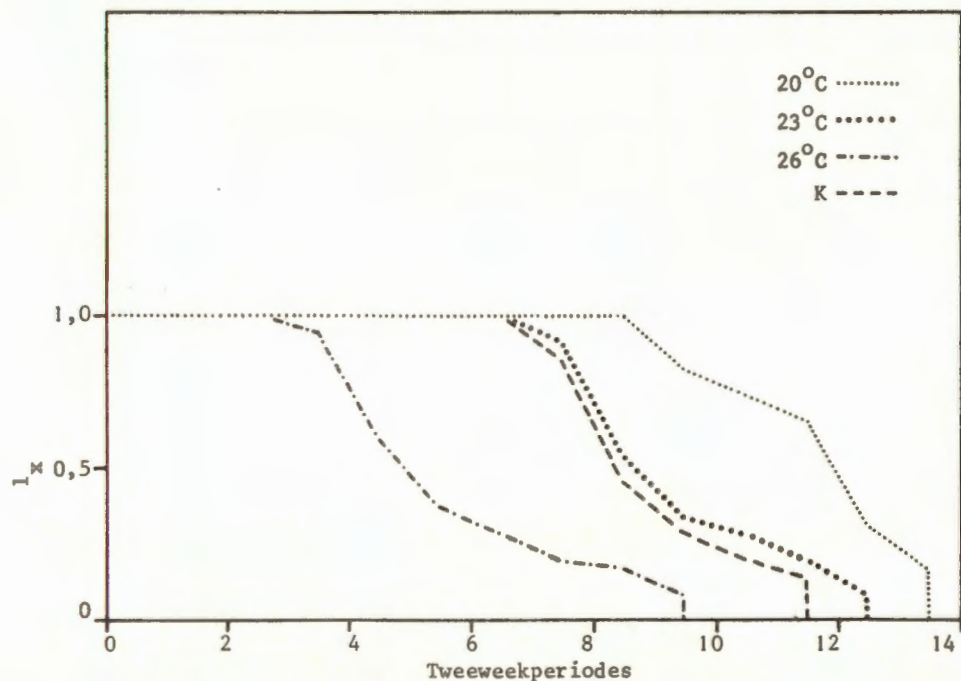
† Aanvangs van eierproduksie

K Kamertemperatuur

FIGUUR 36. Gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van kohorte van B.(P.) africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B53 in die bylae

peratuur (Figuur 36). Die kohort by 23°C het die tweede grootste massatoename per tydseenheid getoon en ook die tweede grootste gemiddelde massa per slak bereik. By 20°C het massa per slak per tydseenheid aanvanklik redelik vinnig toegeneem maar daarna nie veel verandering getoon nie. Die geringe styging vanaf die agste tweeweekperiode was waarskynlik toe te skryf aan mortaliteit van kleiner eksemplare wat op daardie stadium begin intree het (Figuur 37). Dit is duidelik dat 'n konstante temperatuur van 26°C reeds te hoog is vir maksimale toename in massa per tydseenheid want t.o.v. hierdie aspek het die kohort by 23°C beter gevaar. Soos reeds vermeld is, is die beste resultate by die kohort by kamertemperatuur aangetref. Die omstandigheid dat temperatuur in hierdie akwarium meestal tussen 23°C en 26°C geskommel het suggereer dat 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C gunstiger vir toename in massa sou wees as enige van die konstante temperature waaraan B.(P.)africanus tydens die huidige ondersoek onderwerp is. Geen eierproduksie het plaasgevind by enige van die kohorte voordat 'n minimum gemiddelde massa per slak van ongeveer 0,05 g bereik is nie.

Dat die kanse op *oorlewing* van B.(P.)africanus aansienlik met 'n verlaging in konstante temperatuur verbeter, word duidelik deur die krommes in figuur 37 geïllustreer. Dit is opvallend dat 'n verhoging van drie grade Celsius van 20°C na 23°C oorlewing nie so drasties benadeel het soos die drie grade Celsius verhoging vanaf 23°C na 26°C nie. Die mortaliteitsperiode by 26°C was twee tweeweekperiodes langer as by enige van die ander temperature. Dit is duidelik dat veral die kanse om 'n 100%-oorlewing te handhaaf nadelig getref is deur 'n verhoging in temperatuur en nie soseer die totale lewensduur as soda-



K Kamertemperatuur

FIGUUR 37. Die l_x -krommes van kohorte van B.(P.)africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

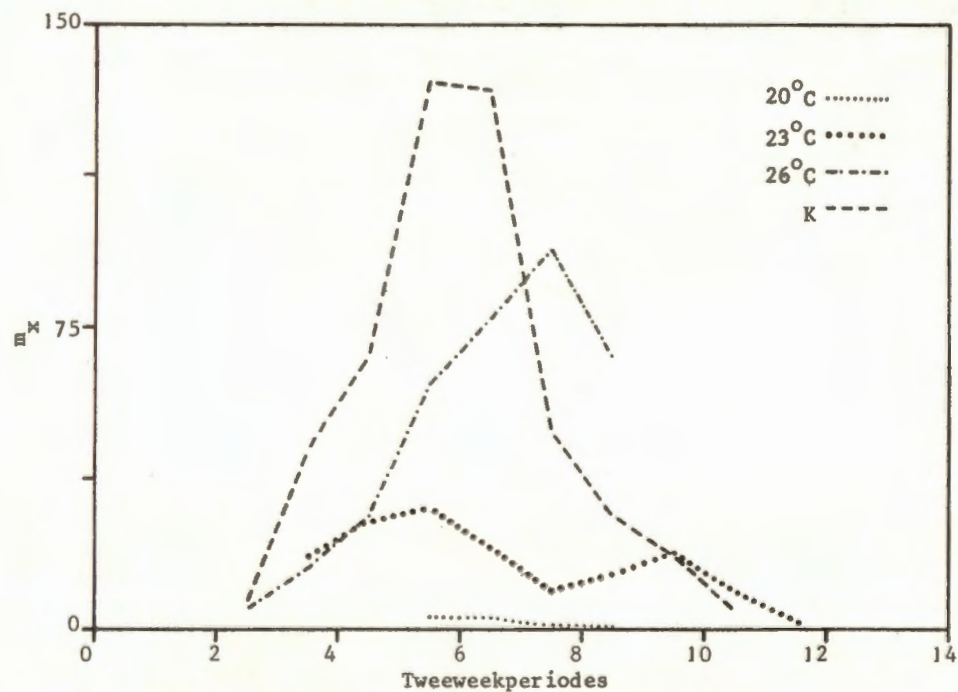
nig van 'n bepaalde kohort nie.

Die m_x -volgorde volgens hoogste waarde van die onderskeie kohorte van B.(P.)africanus was soos volg:

kamertemperatuur $\cdot 26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$.

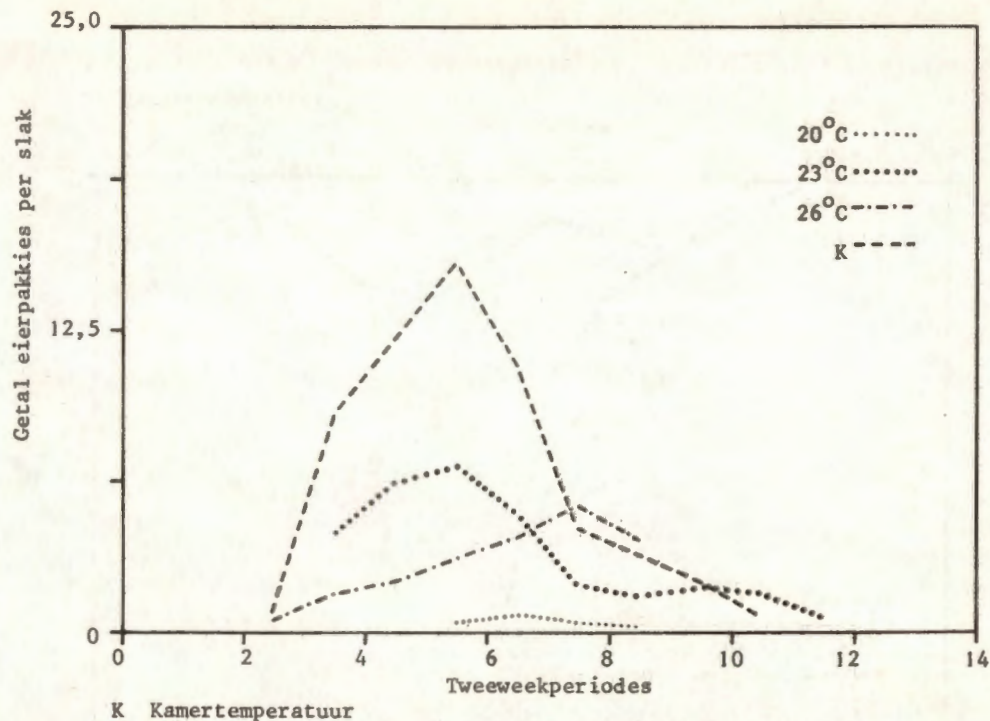
Die m_x -waardes het by kamertemperatuur baie vinniger toegeneem en 'n veel hoër hoogste waarde bereik as by enige van die ander temperature (Figuur 38). 'n Verklaring is reeds gebied vir die tweede piek wat deur die m_x -kromme van die kohort by 23°C getoon word. Omdat die gemiddelde temperatuur in die akwarium by kamertemperatuur meestal tussen 23°C en 26°C geskommel het en die hoogste m_x -waarde juis deur hierdie kohort bereik is, kom dit voor asof 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C die gunstigste sou wees vir 'n maksimale voortplantingskoers. Hierdie gevolgtrekking is in ooreenstemming met die bevinding dat 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C skynbaar die gunstigste sou wees vir toename in massa per tydseenheid.

'n Ontleding van die eierproduksie as sodanig toon dat die gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode per kohort (Figuur 39) 'n ietwat groter bydrae gelewer het tot die ooreenstemmende m_x -waardes (Figuur 38) as die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweewEEKperiode (Figuur 40). By die kohorte by kamertemperatuur en 23°C is die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode vroeër bereik as die hoogste getal eiers per pakkie per tweewEEKperiode, terwyl dit by 20°C en 26°C net andersom was. Gevolglik is daar nie 'n duidelike verband waarneembaar tussen die tyd wat geneem is om dié onderskeie hoogste waardes te bereik en temperatuur nie. Die groter



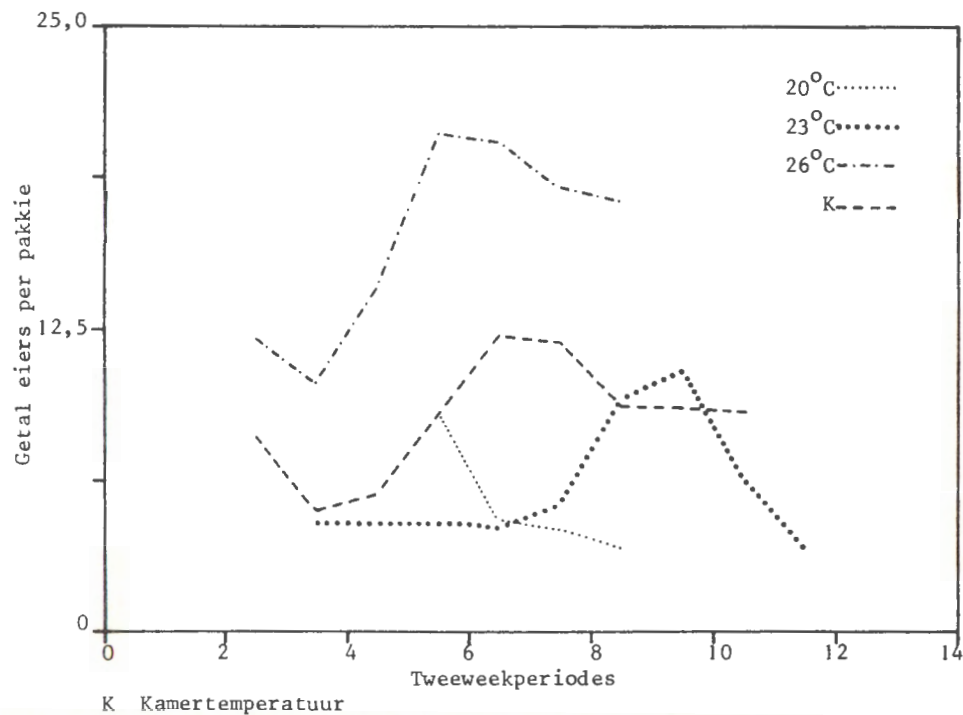
K Kamertemperatuur

FIGUUR 38. Die m_x -krommes van kohorte van B.(P.)africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur



K Kamertemperatuur

FIGUUR 39. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee weekperiode van kohorte van B.(P.)africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B24 in die bylae



K Kamertemperatuur

FIGUUR 40. Die gemiddelde getal eiers per pakkie per twee weekperiodes van kohorte van B.(P.) africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B23 in die bylae

ooreenkoms van die krommes in figuur 39 met die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 38 suggereer 'n groter invloed van temperatuur op die gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid as op die gemiddelde getal eiers per pakkie per tydseenheid.

Oorlewing was besonder goed by kamertemperatuur en 20°C en die hoogste m_x -waardes is bereik voordat mortaliteit begin intree het. Gevolglik is daar geen noemenswaardige verskille tussen hul onderskeie m_x -krommes en die ooreenstemmende V_x -krommes nie (Figure 41 en 38). Daarteenoor is die hoogste m_x -waarde by 26°C bereik eers nadat meer as helfte van die slakke in die kohort dood is. Daarom word die penalisering van die m_x -waardes deur vermenigvuldiging met die ooreenstemmende l_x -waardes duidelik deur die V_x -kromme gereflekteer. Die V_x -volgorde was dus soos volg:

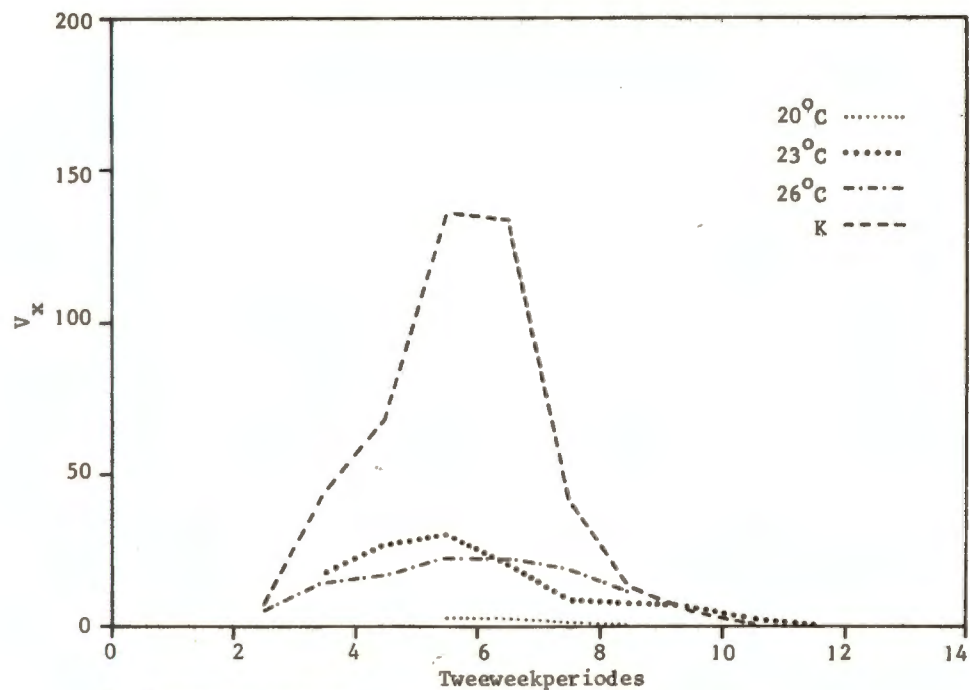
kamertemperatuur $> 23^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$.

Vergeleke met die m_x -volgorde het die kohorte by 23°C en 26°C dus plekke omgeruil. 'n Toename in mortaliteit was eweneens verantwoordelik daarvoor dat die V_x -kromme van die kohort by 23°C nie die tweede piek van die m_x -kromme volg nie.

Die som van die V_x -waardes (R_0) wat bereik is, is in tabel 33 weergegee en die toename in R_0 -waarde per tweeweekperiode, gebaseer op die V_x -waardes in die betrokke lewenstabelle, is grafies in figuur 42 voorgestel. Die R_0 -volgorde was, in ooreenstemming met die V_x -volgorde, soos volg:

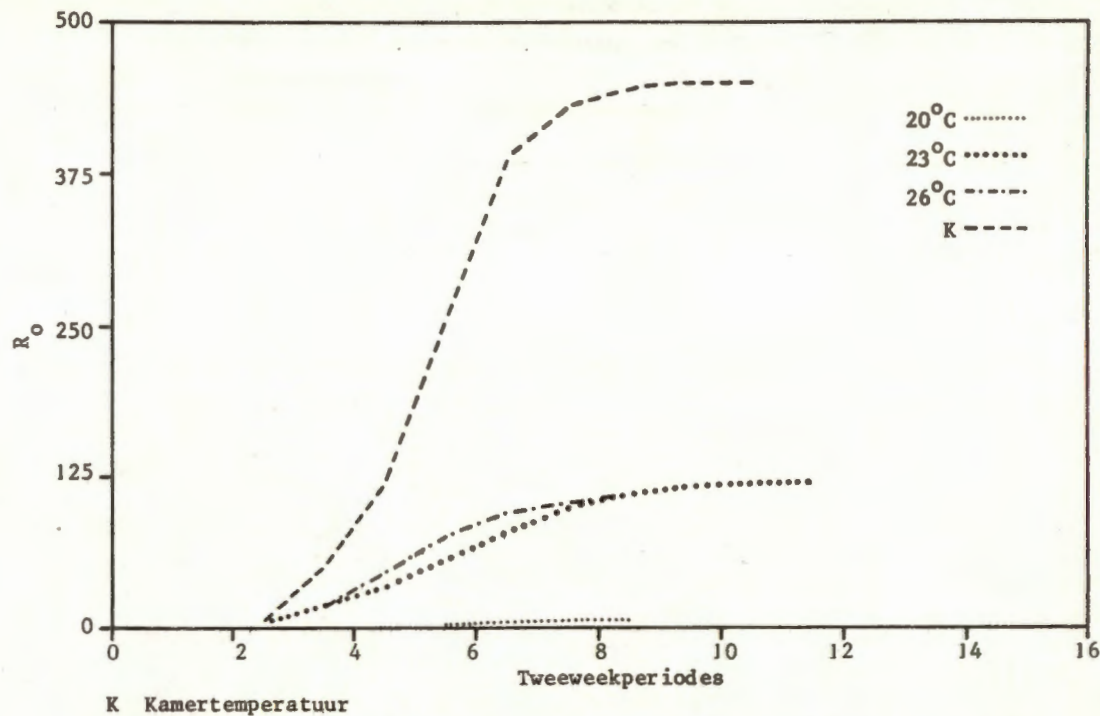
kamertemperatuur $> 23^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$.

Die kohort by kamertemperatuur het nie net die hoogste totale R_0 -waarde bereik nie maar ook die grootste toename in R_0 -waarde



K Kamertemperatuur

FIGUUR 41. Die V_x -krommes van kohorte van B.(P.)africanus by verskillende konstante temperature en kamertemperatuur



K Kamertemperatuur

FIGUUR 42. Die toename in R_0 -waarde per twee week periodes van kohorte van B.(P.)africanus by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

per tweeweekeperiode getoon. Omdat die temperatuur in die akwa= rium by kamertemperatuur hoofsaaklik tussen 23°C en 26°C ge= skommel het, is dit waarskynlik dat 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C die gunstigste sou wees vir 'n maksimale nettovoortplantingsyfer. Die kohort by 26°C het 'n groter toe= name in R_0 -waarde per tweeweekeperiode getoon as die een by 23°C . Die kohort by 23°C het nogtans 'n groter totale R_0 -waarde bereik omdat eiers oor 'n langer periode geproduseer is as by 26°C (Figuur 42).

Die T_c -waardes wat vir die onderskeie kohorte bereken is, is in tabel 33 weergegee. Aangesien 'n klein T_c -waarde belangrik is vir die voortbestaan van 'n bevolking, is dit duidelik dat die kohort by kamertemperatuur ook wat hierdie aspek aanbetref die beste gevaar het, alhoewel sy T_c -waarde nie veel verskil het van dié van die kohorte by 23°C en 26°C nie. Ook wat T_c -waarde aanbetref sou 'n kohort by 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C waarskynlik die beste resultate opgelewer het.

Die r_m - en λ -waardes van die onderskeie kohorte is in tabel 33 weergegee. Die r_m -volgorde was, in ooreenstemming met die m_x -volgorde, soos volg:

$$\text{kamertemperatuur} > 26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$

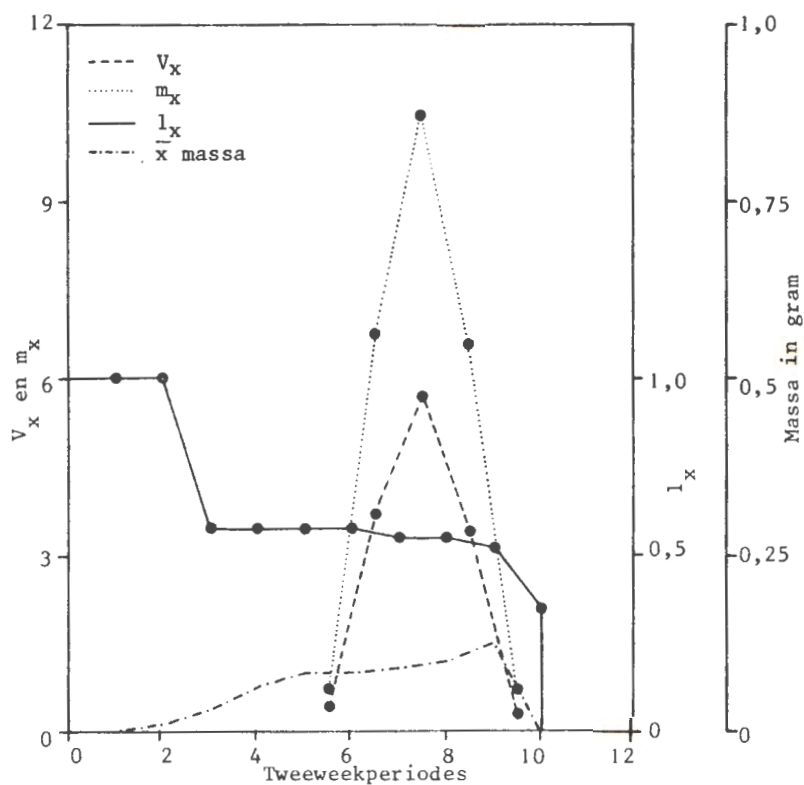
Daar die hoogste m_x -, V_x - en R_0 -waarde en die kleinste T_c -waar= de deur die kohort by kamertemperatuur bereik is, is dit nie verbasend dat die hoogste r_m -waarde ook deur dieselfde kohort bereik is nie. Ondanks 'n groter R_0 -waarde was die r_m -waarde by 23°C kleiner as by 26°C . Dit is omdat eierproduksie een twee= weekperiode later as by 26°C begin het en sy T_c -waarde as gevolg daarvan langer was as by 26°C . Uit die resultate kom dit voor

asof 'n konstante temperatuur van 23°C aan die een kant net te laag is vir die bereiking van 'n hoogste r_m -waarde terwyl 'n konstante temperatuur van 26°C aan die anderkant weer net te hoog is. Dit is reeds genoem dat die temperatuur in die akwarium by kamertemperatuur hoofsaaklik geskommel het tussen 23°C en 26°C . Die hoë r_m -waarde wat deur die kohort by kamertemperatuur bereik is, dui gevolglik daarop dat 'n konstante temperatuur van tussen 23°C en 26°C waarskynlik die gunstigste sou wees vir die bereiking van 'n hoogste r_m -waarde.

By al die temperature waar die kohorte lank genoeg geleef het om tot eierproduksie oor te gaan, is positiewe r_m -waardes en gevolglik λ -waardes van groter as een bereik (Tabel 33). Dit beteken dat die kohorte by al die betrokke temperature in staat sou wees om nie slegs voort te bestaan nie maar selfs in getalle toe te neem.

3.1.4 B.(P.)globosus

Lewenstabelle met kohorte van 35 slakke elk van B.(P.)globosus is saamgestel by konstante temperature van 20°C , 23°C , 26°C en 29°C . Konstante temperature van 17°C en 32°C is weggelaat uit hierdie ondersoek omdat twee beheerde temperatuurakwariums beset is deur die agt replikaateksperimente met B.(B.)tropicus vir die vasstelling van die moontlike foutgrense t.o.v. die kohortegrootte. Die eiers wat gebruik is om die verskillende kohorte tot stand te bring, is tydens dieselfde etmaal gelê deur 50 eksemplare van die betrokke spesie wat versamel is in die habitat waarvan die lokaliteit omskryf word op p. 42. Die ander spesie



FIGUUR 43. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per tweeweekperiode van die koert van B.(P.)globosus by 'n konstante temperatuur van 20°C

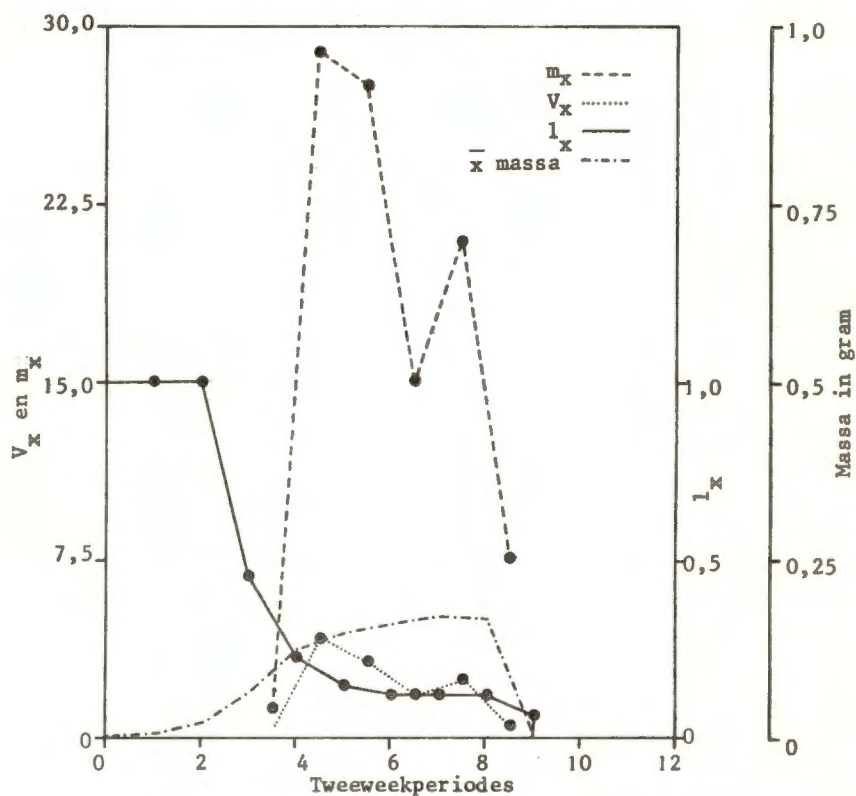
wat tegelykertyd in afsonderlike houers in dieselfde akwariums aangehou is, was B.(B.)tropicus B.

3.1.4.1 Lewenstabel by 20°C

Na 'n uitbroeityd van 13 dae het die eiers begin uitbroei. Mortaliteit was aanvanklik hoog want reeds tydens die tweede tweeweekperiode is 42,9% van die kohort dood. Daarna is egter 'n goeie oorlewingskoers gehandhaaf vir 'n tydperk van sewe tweeweekperiodes (Figuur 43). Eierproduksie het eers na 80 dae tydens die sesde tweeweekperiode begin. As gevolg van die vroeë mortaliteit (Tabel 34) was die m_x -waardes baie hoër as die ooreenstemmende V_x -waardes. Derhalwe is daar 'n groot verskil tussen die m_x - en V_x -krommes in figuur 43. Omdat m_x -waardes skielik geval het nadat 'n hoogste waarde bereik is, toon die m_x -kromme 'n skerp piek.

3.1.4.2 Lewenstabel by 23°C

Die uitbroeipersentasie van die eiers was 11% hoër, die uitbroeityd drie dae korter en die tydsverloop voordat die eerste eiers geproduseer is, 33 dae korter as by 20°C (Tabel 38). Alhoewel 100%-oorlewing vir dieselfde tydperk as by 20°C gehandhaaf is, is 54% van die kohort reeds tydens die tweede tweeweekperiode dood en is presies 50% van die oorblywende slakke dood in die daaropvolgende tweeweekperiode (Tabel 35). Alhoewel beide m_x - en V_x -krommes twee pieke vertoon, was die m_x -waardes a.g.v. die swak oorlewingskoers baie groter as die ooreenstemmende V_x -waardes by 23°C (Figuur 44). Ten spyte van 'n langer



FIGUUR 44. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(P.)globosus by 'n konstante temperatuur van 23°C

TABEL 34 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)globosus
by 'n konstante temperatuur van 20°C

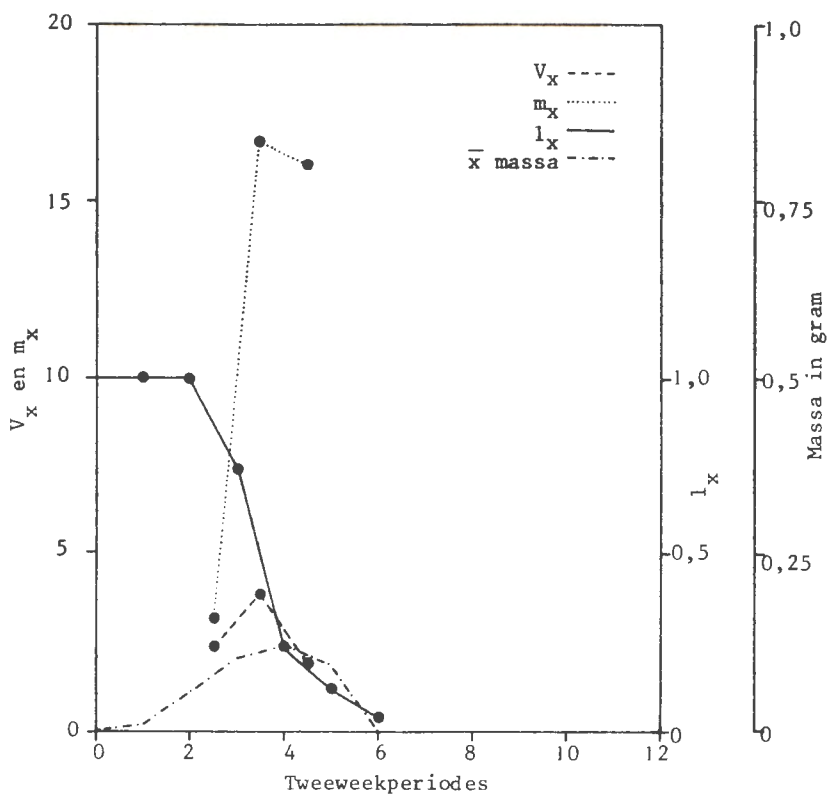
Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5		20	0,5714		
3,5		20	0,5714		
4,5		20	0,5714		
5,5	14	20	0,5714	0,7000	0,4000
6,5	128	19	0,5429	6,7368	3,6574
7,5	199	19	0,5429	10,4737	5,6862
8,5	118	18	0,5143	6,5556	3,3715
9,5	8	12	0,3429	0,6667	0,2286

$$R_0 = \Sigma \hat{V}_x = 13,3437$$

periode van volgehoue eierproduksie en 'n hoër hoogste m_x -waarde was die R_0 -waarde by 23°C a.g.v. die swak oorlewing kleiner as dié van die kohort by 20°C.

3.1.4.3 Lewenstabel by 26°C

Die uitbroeityd was vier dae korter en die uitbroeipersentasie van die eiers 4% hoër, terwyl die eerste eiers 17 dae vroeër gedeponeer is as by 23°C. Waar hoogste mortaliteit gedurende die tweede tweeweekperiode ingetree het by die kohorte by 20°C en 23°C, het dit by hierdie temperatuur een tweeweekperiode later



FIGUUR 45. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(P.)globosus by 'n konstante temperatuur van 26°C

TABEL 35 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)globosus
by 'n konstante temperatuur van 23°C

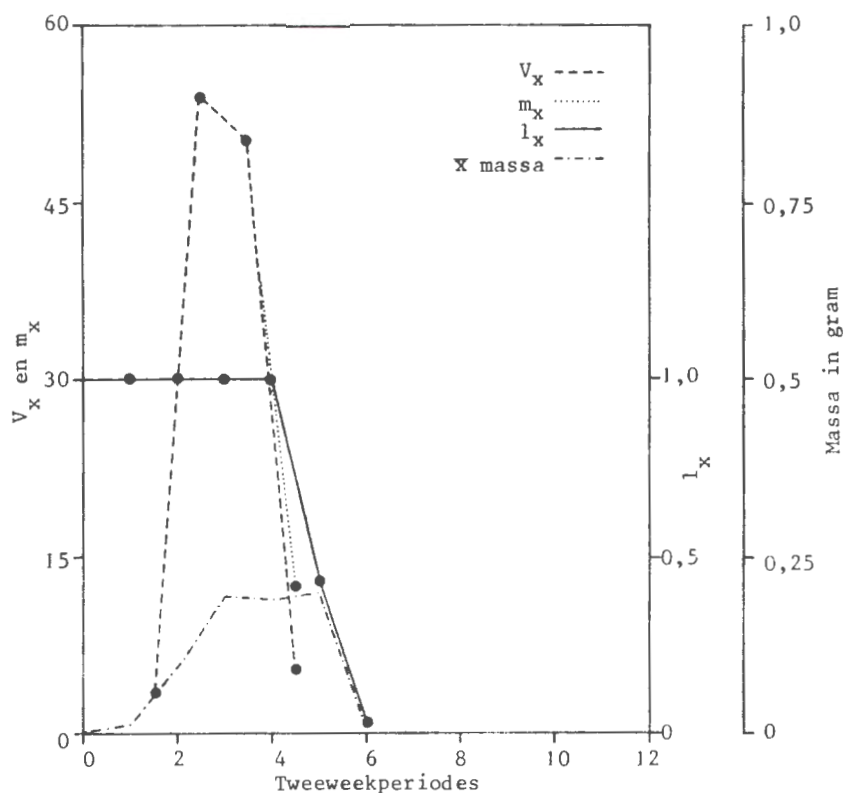
Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing $\frac{l}{x}$	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l m}{x x})$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5		16	0,4571		
3,5	9	8	0,2286	1,1250	0,2572
4,5	144	5	0,1429	28,8000	4,1155
5,5	110	4	0,1143	27,5000	3,1433
6,5	60	4	0,1143	15,0000	1,7145
7,5	84	4	0,1143	21,0000	2,4003
8,5	15	2	0,0571	7,5000	0,4283

$$R_o = \sum V_x = 12,0591$$

plaasgevind. Die voortplantingsperiode van die kohort by 26°C was drie tweeweekperiodes korter en die hoogste m_x -waarde wat bereik is, was aansienlik laer, terwyl die totale eierproduksie baie minder was as by 23°C (Tabelle 36 en 35). Soos by die kohorte by 20°C en 23°C was daar a.g.v. swak oorlewing groot verskille tussen die m_x - en V_x -krommes van die kohort by 26°C (Figuur 45).

3.1.4.4 Lewenstabel by 29°C

Uitbroeityd sowel as uitbroeipersentasie van die eiers was presies dieselfde, terwyl eierproduksie drie dae vroeër begin het as by 26°C (Tabel 38). Die periode waartydens 100%-oorlewing



FIGUUR 46. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die koe-
hort van B.(P.)globosus by 'n konstante
temperatuur van 29°C

TABEL 36 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)globosus
by 'n konstante temperatuur van 26°C

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5	81	26	0,7429	3,1154	2,3144
3,5	133	8	0,2286	16,6250	3,8005
4,5	64	4	0,1143	16,0000	1,8288
5,5	-	1	0,0286	-	-

$$R_0 = \Sigma V_x = 7,9437$$

gehandhaaf is, was langer as by enige van die ander kohorte van B.(P.)globosus terwyl die mortaliteitsperiode baie korter was. Eierproduksie het so vinnig per tydseenheid toegeneem dat 'n hoogste m_x -waarde reeds tydens die tweede tweewEEKperiode van eierproduksie bereik is (Tabel 37). Omdat 'n hoogste m_x -waarde bereik is voordat enige mortaliteit ingetree het, verskil die m_x -kromme nie veel van die V_x -kromme nie (Figuur 46).

Aan die hand van 'n vergelykende ontleding van die bevolkingstatistieke wat vir die verskillende kohorte van B.(P.)globosus tydens die voorgaande eksperiment bereken is, moet die volgende bevindinge beklemtoon word.

TABEL 37 Lewenstabel van die kohort van B.(P.)globosus
by 'n konstante temperatuur van 29°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	117	35	1,0000	3,3429	3,3429
2,5	1 888	35	1,0000	53,9429	53,9429
3,5	1 761	35	1,0000	50,3143	50,3143
4,5	186	15	0,4286	12,4000	5,3146
5,5	-	1	0,0286	-	-

$$R_o = \sum V_x = 112,9147$$

Die *uitbroeityd* van die eiers van die verskillende kohorte was omgekeerd eweredig aan temperatuur want vanaf 13 dae by 20°C het dit met stygende temperatuur afgeneem tot ses dae by 26°C (Tabel 38). Alhoewel die verhoging in temperatuur vanaf 26°C na 29°C uitbroeityd nie verder laat afneem het nie, is dit ge=vind dat al die eiers by 29°C byna gelyktydig uitgebroei het, terwyl die eiers by 26°C ongeveer 12 uur geneem het om almal uit te broei.

Daar was geen verskil in *uitbroeipersentasie* van die eiers by 26°C en 29°C nie. Nogtans dui die gegewens in tabel 38 op 'n eweredigheid tussen uitbroeipersentasie en temperatuur want vanaf 20°C tot 26°C was daar met stygende temperatuur telkens 'n verhoging in die persentasie eiers wat uitgebroei het.

TABEL 38 Bevolkingstatistieke van die kohorte van B.(P.)glombosus by die verskillende konstante temperature

	20°C	23°C	26°C	29°C
Uitbroeityd*	13	10	6	6
Uitbroeiper= sentasie	85	96	100	100
Tyd tot eier= produksie	80	47	30	27
λ	1,4242	1,5816	1,8809	5,8346
r_m	0,3536	0,4585	0,6318	1,7638
r_c	0,3477	0,4320	0,6026	1,5702
R_o	13,3473	12,0591	7,9437	112,9147
T_c	7,4529	5,7629	3,4389	3,0101

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

Die *tydsverloop* by die verskillende kohorte *voordat die eerste eiers geproduseer is*, het progressief langer geword met 'n verlaging in konstante temperatuur en dus net soos die uitbroeityd 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon (Tabel 38). Waar die verskil in tydsverloop voordat die eerste eiers gelê is slegs drie dae was tussen die kohorte by 29°C en 26°C, het dit met 'n daling van 26°C na 23°C tot 17 dae toegeneem tussen die kohorte by 26°C en 23°C en by 'n verlaging van 23°C na 20°C na 33 dae. 'n Konstante temperatuur van 20°C was dus uiters ongunstig want eierproduksie het 53 dae later 'n aanvang geneem as by die kohort by 29°C.

Dit is duidelik dat, as al drie die bg. statistieke in ag geneem word, 'n konstante temperatuur van 29°C die beste resultate opge-

lewer het, terwyl die swakste resultate deur die kohort by 20°C gelewer is.

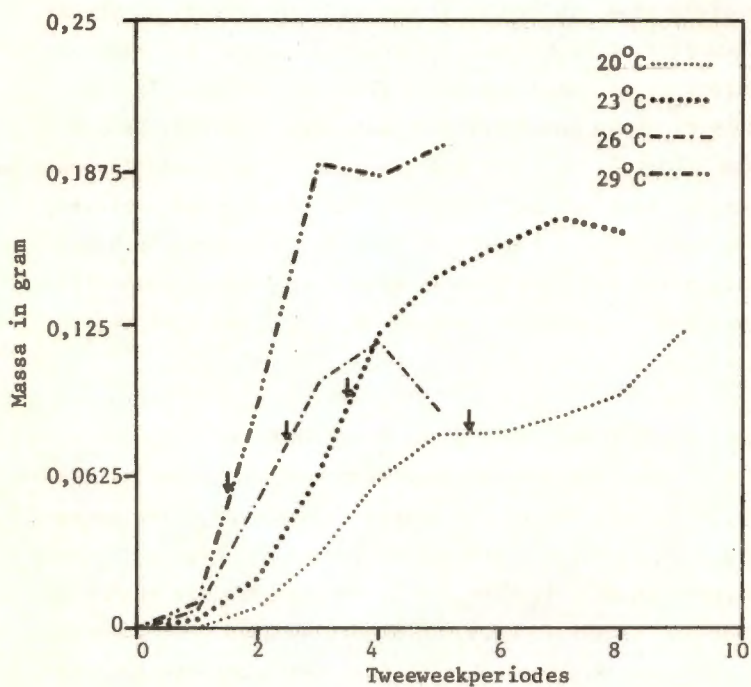
Volgens die krommes in figuur 47 was daar 'n eweredige verband tussen temperatuur en *toename in gemiddelde massa* per slak per tweewEEKperiode en omdat oorlewing redelik goed was, is die grootste gemiddelde massa per slak deur die kohort by 29°C bereik. Die kohort by 26°C het die tweede hoogste gemiddelde *mas=satoename* per slak per tydseenheid getoon maar omdat oorlewing hier swak was, het die kohorte by 23°C en 20°C albei 'n hoër gemiddelde massa per slak bereik. Geen eierproduksie het plaas=gevind voordat 'n gemiddelde massa van 0,05 g per slak bereik is nie (Figuur 47).

Die kohort by 29°C het aan die een kant 100%-oorlewing die langste volgehOU, dog aan die anderkant was die mortaliteits=periode die kortste van al die kohorte (Figuur 48). Ten spyte daarvan dat 42,9% van die eksemplare tydens die tweede en derde tweewEEKperiodes dood is, was die lewensduur van die kohort by 20°C die langste, gevolg deur die kohort by 23°C . Dat lewensduur by B.(P.)globosus die beste was by die laer konstante tempera=ture, strook met die bevindings wat gemaak is by die spesies wat reeds t.o.v. van hierdie aspek bespreek is, maar die ver=skynsel dat 100%-oorlewing die langste volgehOU is deur die ko=hort by 29°C was teen die verwagting in.

Die m_x -volgorde van die onderskeie kohorte was soos volg:

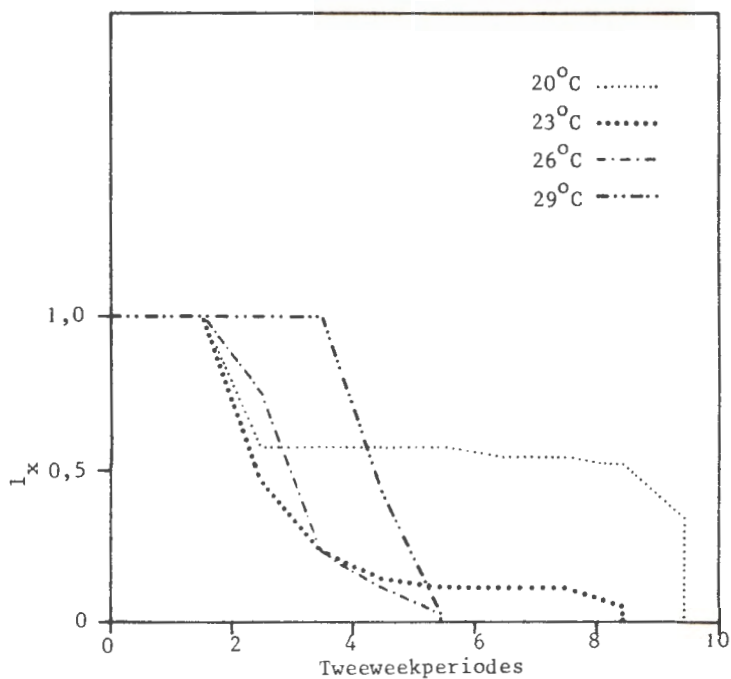
$$29^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$

Die kohort by 29°C het nie net die grootste toename in m_x -waarde



† Aanvangs van eierproduksie

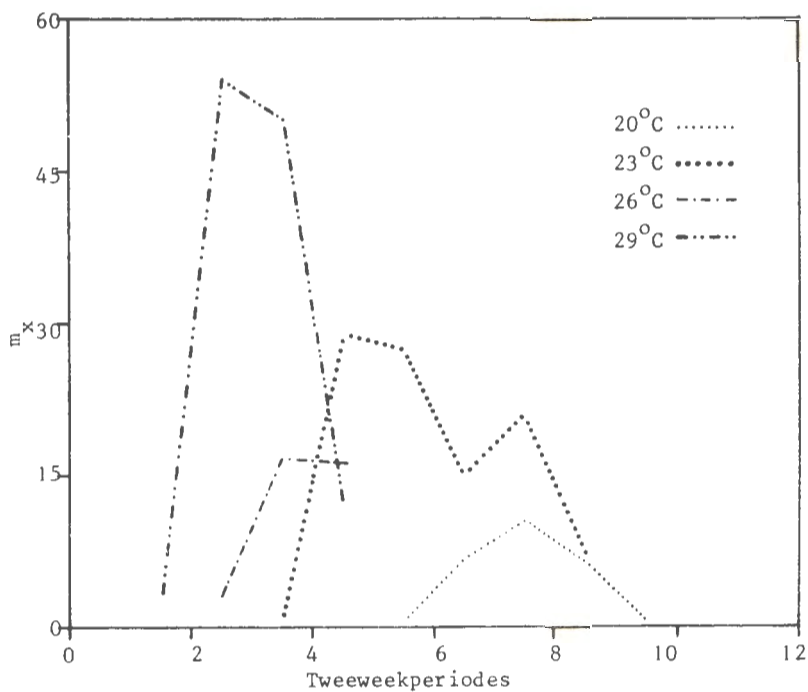
FIGUUR 47. Gemiddelde massa per slak per tweeweeke= periode van kohorte van B.(P.)globosus by verskillende konstante temperature ge= baseer op die gegewens in tabel B54 in die bylae



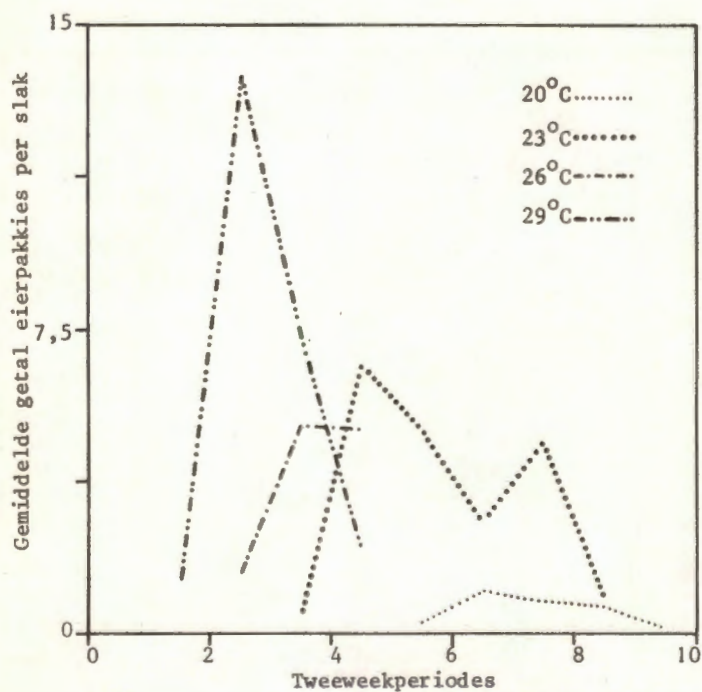
FIGUUR 48. Die l_x -krommes van kohorte van B.(P.)globosus by verskillende konstante temperature

per tydseenheid getoon nie maar ook die hoogste m_x -waarde bereik (Figuur 49). Die kohorte by 29°C, 26°C en 23°C het 'n hoogste m_x -waarde reeds tydens die tweede tweewEEKperiode van eierproduksie bereik terwyl dit by 20°C een tweewEEKperiode langer geneem het. Die voortplantingsperiode van die kohort by 23°C was minstens een tweewEEKperiode langer as dié van enige van die ander kohorte terwyl die m_x -kromme ook grootliks van al die ander ondersoekte kohorte verskil daarin dat dit 'n tweede piek vertoon. Die tweede piek van die m_x -kromme is veroorsaak deur 'n toename in beide die gemiddelde getal eiers per pakkie en die gemiddelde getal pakkies per slak tydens die onderhawige periode (Figure 50 en 51).

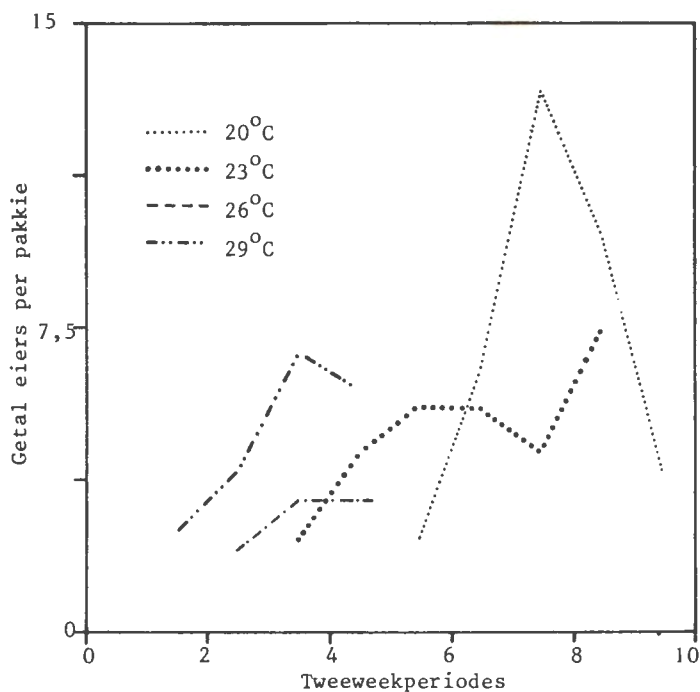
'n Vergelyking van die krommes in figure 50 en 51 met die m_x -krommes in figuur 49 toon die merkwaardige ooreenkoms tussen die krommes van die gemiddelde getal pakkies per slak per tweewEEKperiode en die ooreenstemmende m_x -krommes. Die gemiddelde getal pakkies per slak het derhalwe 'n groter bydrae gelewer tot die daarstelling van die m_x -waardes as die gemiddelde getal eiers per pakkie en dit suggereer dat temperatuur 'n groter invloed gehad het op die gemiddelde getal pakkies per slak as op die gemiddelde getal eiers per pakkie. Die kohort by 20°C was egter 'n uitsondering op hierdie reël want dit is duidelik dat die gemiddelde getal eiers per pakkie ook 'n groot invloed gehad het op die ooreenstemmende m_x -waardes juis omdat die hoogste gemiddelde getal eiers per pakkie deur dié bepaalde kohort bereik is. Dit is opvallend dat die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid by die hoogste konstante temperatuur bereik is terwyl die hoogste gemiddelde getal eiers per pakkie daarenteen bereik is by die laagste konstante temperatuur.



FIGUUR 49. Die m_x -krommes van kohorte van B.(P.)gloriosus by verskillende konstante temperature



FIGUUR 50. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee week periode van kohorte van *B.(P.)globosus* by verskillende konstante temperature gebaseer op die gegewens in tabel B26 in die bylae



FIGUUR 51. Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweewEEKperiode van kohorte van B.(P.)globosus by verskillende konstante temperature gebaseer op die gegewens in tabel B25 in die bylae

By al die kohorte behalwe die een by 26°C waar dit gelyktydig gebeur het, is die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid vroeër bereik as die hoogste getal eiers per pakkie per tydseenheid.

Slegs die kohort by 29°C het 'n hoogste m_x -waarde bereik voor= dat mortaliteit begin intree het. Gevolglik is dit die enigste kohort van B.(P.)globosus waar die V_x -kromme nie noemenswaardig van die m_x -kromme verskil nie (Figure 49 en 52). Volgens die hoogste waardes wat bereik is, is die V_x -volgorde soos volg:

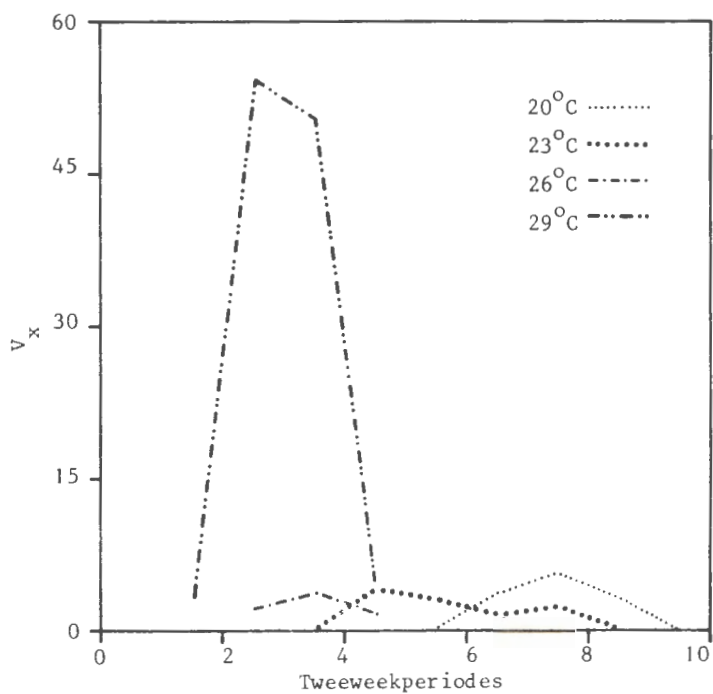
$$29^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C}.$$

In vergelyking met die m_x -volgorde het die kohort by 20°C a.g.v. 'n beter oorlewing van die laaste plek tot die tweede plek opgeskuif.

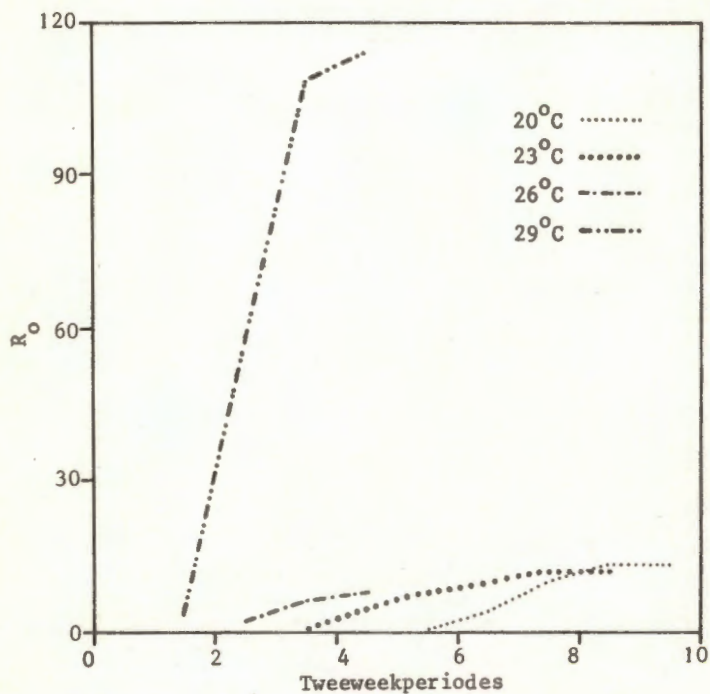
Die som van die V_x -waardes (R_o) van die onderskeie kohorte van B.(P.)globosus is weergegee in tabel 38 en die toename in R_o -waarde per tweeweekperiode, gebaseer op die V_x -waardes in die betrokke lewenstabelle is in figuur 53 grafies voorgestel. Die R_o -volgorde van die onderskeie kohorte was, in ooreenstemming met die V_x -volgorde, soos volg:

$$29^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C}.$$

Volgens die krommes in figuur 53 is dit duidelik dat die toename in R_o -waarde per tydseenheid en totale R_o -waardes van die ander kohorte nie naastenby vergelykbaar was met dié van die kohort by 29°C nie. Alhoewel die aanvanklike toename in R_o -waarde per tydseenheid van die kohorte by 26°C en 23°C groter was as by 20°C , het hierdie kohort die ander twee a.g.v. 'n beter oorlewingskoers uiteindelik oortref in sowel toename in R_o -waarde per tydseenheid as totale R_o -waarde.



FIGUUR 52. Die V_x -krommes van kohorte van B.(P.)globosus by verskillende konstante temperature



FIGUUR 53. Die toename in R_0 -waarde per twee-weekperiode van kohorte van B.(P.)globosus by verskillende konstante temperature

Die T_c -waardes by die onderskeie kohorte was omgekeerd eweredig aan temperatuur want vanaf 'n hoogste waarde van 7,45 tweeweek=periodes by 20°C het dit met verhoging in temperatuur afgeneem tot 3,01 tweeweekperiodes by 29°C (Tabel 38). Die T_c -volgorde van die onderskeie kohorte was dus soos volg:

$$29^{\circ}\text{C} < 26^{\circ}\text{C} < 23^{\circ}\text{C} < 20^{\circ}\text{C}.$$

Ook wat T_c -waarde aanbetref het die kohort by 29°C die beste gevaar terwyl die kohort by 20°C vanaf tweede plek in die V_x - en R_o -volgordes verskuif het na die laaste plek in die T_c -volg=orde a.g.v. die lang tydsverloop voordat die eerste eiers gepro= duseer is by die betrokke kohort.

Die r_m -volgorde van die onderskeie kohorte was soos volg:

$$29^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$

Die grootste R_o -waarde en die kleinste T_c -waarde is bereik deur die kohort by 29°C . Gevolglik is ook die grootste r_m -waarde daar aangeteken (Tabel 38). Ondanks die laagste R_o -waarde is die r_m -waarde van die kohort by 26°C die tweede hoogste a.g.v. die klein T_c -waarde wat daar behaal is. Desgelyks is die r_m -waar= de van die kohort by 23°C , ten spyte van 'n laer R_o -waarde, hoër as dié van die een by 20°C . Dit is duidelik dat T_c in die berekening van die r_m -volgorde by die kohorte by 26°C , 23°C en 20°C 'n groter rol gespeel het as die V_x -waardes want by hierdie kohorte was die tydsverloop voordat die eerste eiers geproduseer is meer van deurslaggewende belang as die totale getal eiers wat hoegenaamd gelê is.

By al vier konstante temperature is positiewe r_m -waardes bereik. Derhalwe was die *bepaalde voortplantingskoers* (λ) van elke ko= hort groter as een (Tabel 38). Hiervolgens sou 'n bevolking van

B.(P.)globosus dus in staat wees om by al vier konstante temperature in getal toe te neem.

Die bevolkingstatistieke wat Shiff (1964a) vir kohorte van B.(P.)globosus by konstante temperature van 18°C , $22,5^{\circ}\text{C}$, 25°C en 27°C bereken het, word in tabel 39 weergegee. 'n Vergelyking van die r_m -waardes in tabel 39 met dié van die kohorte van B.(P.)globosus tydens hierdie ondersoek (Tabel 40) toon slegs geringe verskille by die temperature wat min of meer vergelykbaar is. Waar die kohort by 27°C volgens Shiff (1964a) 'n kleiner r_m -waarde bereik het as die kohort by 25°C , het die kohort by 29°C tydens my ondersoek 'n hoër r_m -waarde bereik as die kohort by 26°C . Die kohorte het tydens die ondersoek van Shiff (1964a) deurgaans langer geleef en oor 'n langer tydperk eiers gelê as die kohorte van dieselfde spesie tydens my ondersoek en derhalwe aansienlik groter R_0 -waardes bereik. Hierteenoor het die kohorte tydens my ondersoek deurgaans op 'n baie vroeër ouderdom begin eiers lê. So bv. het die kohorte by 20°C en 23°C tydens die huidige ondersoek onderskeidelik reeds gedurende die sesde en vierde tweewEEKperiode begin eiers lê terwyl die kohorte by 18°C en $22,5^{\circ}\text{C}$ soos gerapporteer deur Shiff (1964a) onderskeidelik eers gedurende die 12de en sewende tweewEEKperiode begin eiers produseer het. Die vroegste wat eierproduksie by enige kohort tydens Shiff se ondersoek plaasgevind het, was gedurende die vyfde tweewEEKperiode by die kohorte by 25°C en 27°C terwyl die kohorte by 26°C en 29°C tydens my ondersoek onderskeidelik reeds gedurende die derde en tweede tweewEEKperiode begin eiers lê het. Die T_c -waardes wat tydens die huidige ondersoek bereik is, is gevolglik heelwat kleiner en juis as gevolg

TABEL 39 Bevolkingstatistieke van kohorte van B.(P.)globosus
by verskillende konstante temperature volgens
Shiff (1964a)

Temperatuur	$R(\lambda)$	$r(r_m)$	R_o	G.G.T. (T_c)
18 $\pm$ 0,1°C	1,247	0,2208	27,751	12,84
22,5 $\pm$ 0,5°C	1,599	0,4695	382,948	9,86
25 $\pm$ 0,5°C	1,935	0,6601	467,313	7,00
27 $\pm$ 0,1°C	1,822	0,6026	143,761	6,17

G.G.T. = gemiddelde generasietyd

TABEL 40 Bevolkingstatistieke van kohorte van B.(P.)globosus
by verskillende konstante temperature tydens
die huidige ondersoek

Temperatuur	λ	r_m	R_o	T_c
20°C	1,4242	0,3536	13,3473	7,4529
23°C	1,5816	0,4585	12,0591	5,7629
26°C	1,8809	0,6318	7,9437	3,4389
29°C	5,8346	1,7638	112,9147	3,0101

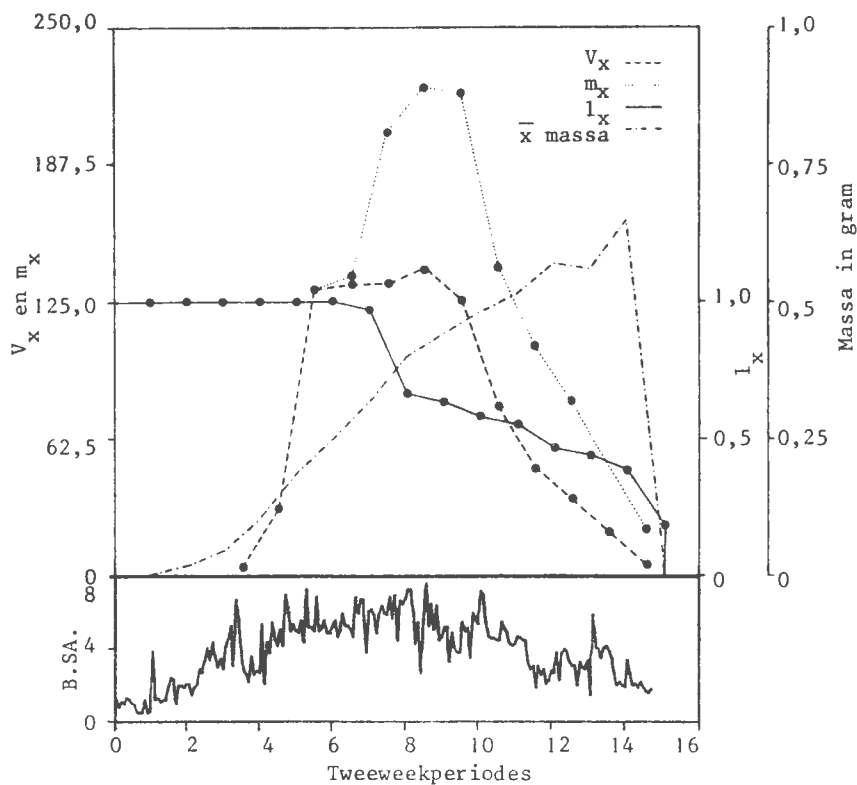
daarvan is die r_m -waardes wat bereik is by die kohorte by 23°C en 26°C ondanks aansienlik laer R_0 -waardes onderskeidelik nie veel kleiner as die r_m -waardes gerapporteer deur Shiff (1964a) vir die kohorte by 22,5°C en 25°C nie. Die r_m -waarde wat deur die kohort by 29°C bereik is tydens die huidige ondersoek is egter baie hoër as dit wat vir enige kohort van B.(P.)globosus deur bogenoemde outeur gerapporteer word.

3.1.5 B.(B.)tropicus A

Lewenstabelle met kohorte van 35 slakke elk van B.(B.)tropicus A is saamgestel by konstante temperature van 17°C, 20°C, 23°C, 26°C, 29°C, 32°C en by kamertemperatuur. Die eiers wat gebruik is om die verskillende kohorte tot stand te bring, is tydens dieselfde etmaal gelê deur 50 slakke wat versamel is in die habitat waarvan die lokaliteit omskryf word op p. 43 .

3.1.5.1 Lewenstabel by 17°C

Die uitbroeityd van die eiers was 12 dae, die uitbroeipersentasie was 99% en die eerste eiers is 54 dae na uitbroeiing gelê (Tabel 48). Alhoewel mortaliteit eers tydens die sesde tweeweekperiode begin intree het, verskil die V_x -kromme aansienlik van die m_x -kromme omdat 'n hoogste m_x -waarde eers bereik is nadat meer as 'n derde van die eksemplare in die kohort reeds dood was (Figuur 54). Omdat 'n m_x -waarde van meer as 200 vir drie tweeweekperiodes gehandhaaf is, (Tabel 41) toon die m_x -kromme nie 'n skerp piek nie.



FIGUUR 54. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(B.)tropicus A by 'n konstante temperatuur van 17°C teenoor daaglikse B.S.A.-waardes (in kg/m³)

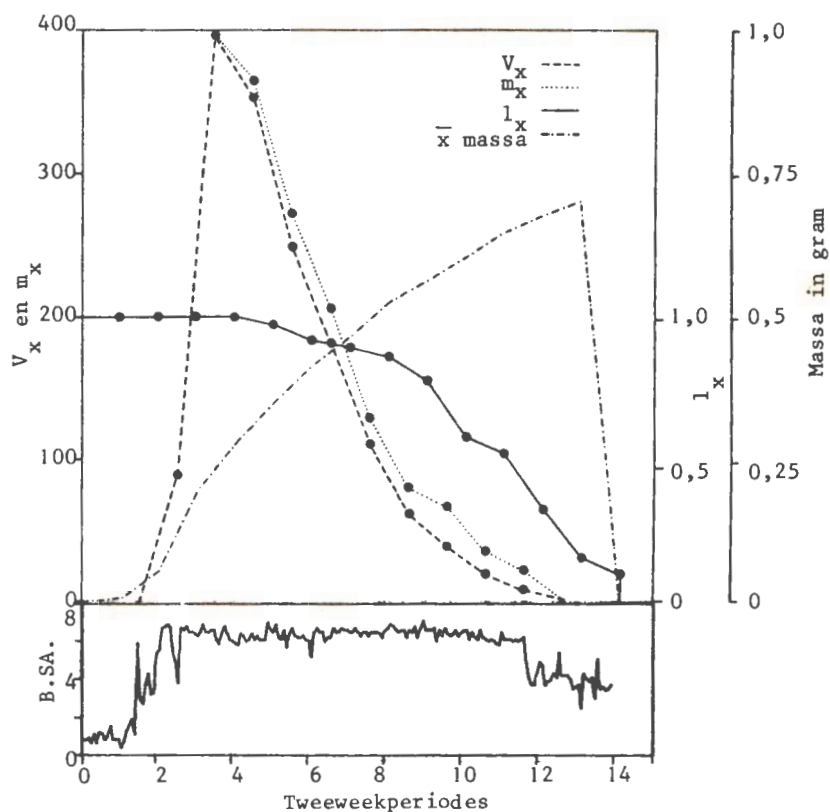
TABEL 4) Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A
by 'n konstante temperatuur van 17°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5		35	1,0000		
3,5	126	35	1,0000	3,6000	3,6000
4,5	1 053	35	1,0000	30,0857	30,0857
5,5	4 572	35	1,0000	130,6286	130,6286
6,5	4 641	34	0,9714	136,5000	132,5961
7,5	6 459	23	0,6571	202,5652	133,1056
8,5	4 898	22	0,6286	222,6364	139,9492
9,5	4 411	20	0,5714	220,5500	126,0223
10,5	2 681	19	0,5429	141,1053	76,6061
11,5	1 664	16	0,4571	104,0000	47,5384
12,5	1 178	15	0,4286	78,5333	33,6594
13,5	627	13	0,3714	48,2308	17,9129
14,5	117	6	0,1714	19,5000	3,3423

$$R_o = \sum V_x = 875,0466$$

3.1.5.2 Lewenstabel by 20°C

Daar was geen verskil t.o.v. die uitbroeipersentasie van die eiers tussen die kohorte by 20°C en 17°C nie, maar die uitbroei-tyd was vier dae korter en die eerste eiers is 24 dae vroeër gelê as by 17°C (Tabel 48). Die voortplantingsperiode was net so



FIGUUR 55. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(B.)tropicus A by 'n konstante temperatuur van 20°C teenoor daaglikse B.S.A.-waarden (in kg/m^3)

lank as by 17°C, dog omdat 'n baie hoër gemiddelde eierproduksie per slak per tweewekperiode bereik is, was die ΣV_x van die kohort by 20°C baie hoër (Tabelle 42 en 41). Mortaliteit het vroeër begin intree as by 17°C dog omdat 'n hoogste m_x -waarde bereik is voordat die eerste slak dood is, verskil die m_x -kromme nie noemenswaardig van die V_x -kromme nie (Figuur 55).

TABEL 42 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A by 'n konstante temperatuur van 20°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	16	35	1,0000	0,4571	0,4571
2,5	3 095	35	1,0000	88,4286	88,4286
3,5	13 912	35	1,0000	397,4857	397,4857
4,5	12 435	34	0,9714	365,7353	355,2753
5,5	8 717	32	0,9143	272,4063	249,0611
6,5	8 365	31	0,8857	205,3226	181,8542
7,5	3 840	30	0,8571	128,0000	109,7088
8,5	2 120	27	0,7714	78,5185	60,5692
9,5	1 306	20	0,5714	65,3000	37,3124
10,5	607	18	0,5143	33,7222	17,3433
11,5	221	11	0,3143	20,0909	6,3146
12,5	5	5	0,1429	1,0000	0,1429
13,5	-	3	0,0857	-	-

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\ 503,9532$$

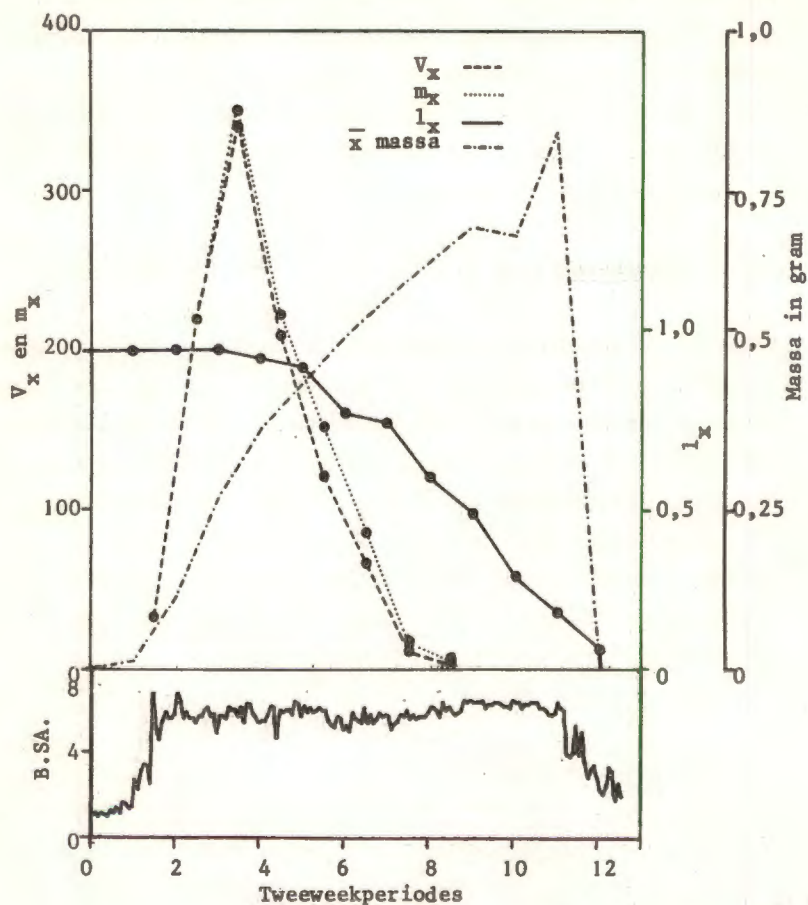
Die kohort by 20°C het 'n hoogste m_x -waarde reeds tydens die derde periode van eierproduksie bereik, terwyl dit drie twee-weekperiodes langer geneem het by die kohort by 17°C. Omdat die m_x -waardes egter vinniger afgeneem het nadat 'n hoogste waarde bereik is, toon die m_x -kromme van die kohort by 20°C 'n skerper piek as by die kohort by 17°C.

3.1.5.3 Lewenstabel by 23°C

Uitbroeityd van die eiers was een dag korter en die uitbroei-persentasie effens kleiner terwyl eierproduksie vyf dae vroeër begin het as by die kohort by 20°C (Tabel 48). Oorlewing was swakker en die voortplantingsperiode was korter as by die kohort by 20°C. Daarbenewens het m_x -waardes ook nie so hoog gestyg as by die kohort by 20°C nie. Gevolglik was die ΣV_x baie kleiner by die kohort by 23°C (Tabel 43). Omdat mortaliteit begin intree het voordat 'n hoogste m_x -waarde bereik is, is die hoogste V_x -waarde van die kohort by 23°C kleiner as die hoogste m_x -waarde (Figuur 56).

3.1.5.4 Lewenstabel by 26°C

Die uitbroeityd van die eiers was twee dae korter en 'n effens kleiner persentasie van die eiers het uitgebroei terwyl die eerste eiers vyf dae vroeër as by 23°C gelê is (Tabel 48). Alhoewel 100%-oorlewing vir dieselfde tydperk as by 23°C volgehou is, was oorlewing swakker want die mortaliteitsperiode van die kohort by 26°C was heelwat korter (Tabelle 44 en 43). Eierproduksie het reeds vroeg tydens die tweede tweeweekperiode



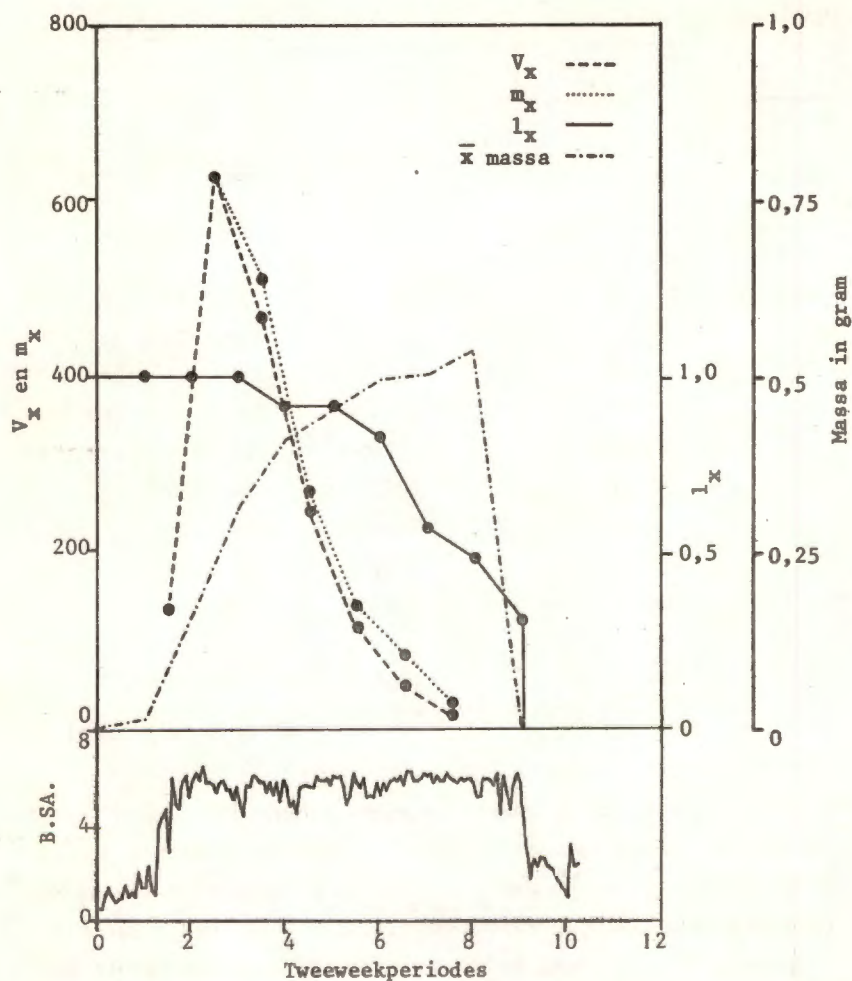
FIGUUR 56. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *B.(B.)tropicus* A by 'n konstante temperatuur van 23°C teenoor daaglikse B.S.A.-waardes (in kg/m³)

TABEL 43 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A by 'n konstante temperatuur van 23°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	1 114	35	1,0000	31,8286	31,8286
2,5	7 692	35	1,0000	219,7714	219,7714
3,5	11 966	34	0,9714	351,9412	341,8757
4,5	7 335	33	0,9429	222,2727	209,5809
5,5	4 231	28	0,8000	151,1071	120,8857
6,5	2 293	27	0,7714	84,9259	65,5118
7,5	339	21	0,6000	16,1429	9,6857
8,5	56	17	0,4857	3,2941	1,5999
9,5	-	10	0,2857	-	-
10,5	-	6	0,1714	-	-
11,5	-	2	0,0571	-	-

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\ 000,7397$$

begin en 'n hoogste m_x -waarde is reeds tydens die tweede periode van eierproduksie bereik (Figuur 57). Ondanks 'n korter voort=plantingsperiode as by die kohort by 23°C het gemiddelde eier=produksie per slak per tweeweekperiode so hoog gestyg dat die hoogste m_x -waarde sowel as die hoogste ΣV_x deur die kohort by 26°C bereik is (Tabel 44). Omdat 'n hoogste m_x -waarde bereik is voordat mortaliteit begin intree het, verskil die V_x -kromme nie noemenswaardig van die m_x -kromme nie.



FIGUUR 57. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *B.(B.)tropicus* A by 'n konstante temperatuur van 26°C teenoor daaglikse B.S.A.-waarden (in kg/m³)

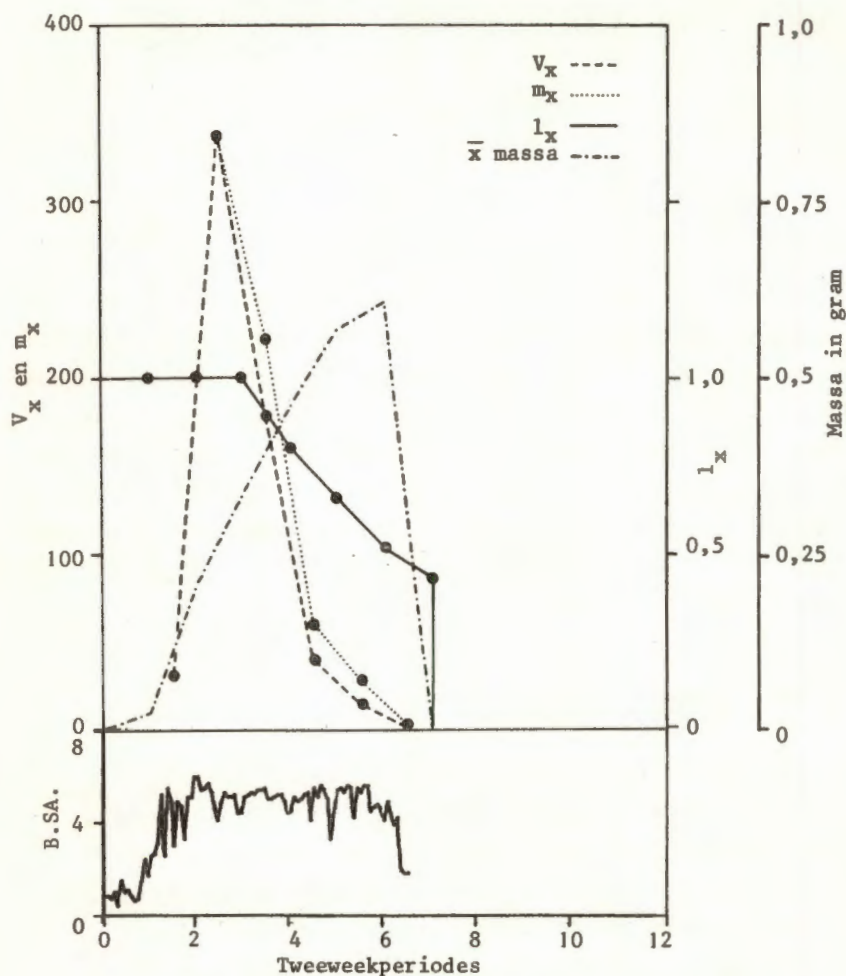
TABEL 44 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A
by 'n konstante temperatuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5	4 735	35	1,0000	135,2857	135,2857
2,5	22 004	35	1,0000	628,6857	628,6857
3,5	16 371	32	0,9143	511,5938	467,7502
4,5	8 638	32	0,9143	269,9375	246,8039
5,5	4 023	29	0,8286	138,7241	114,9468
6,5	1 681	20	0,5714	84,0500	48,0262
7,5	495	17	0,4857	29,1176	14,1424
8,5	-	11	0,3143		

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\ 655,6409$$

3.1.5.5 Lewenstabel by 29°C

Die uitbroeityd van die eiers was vyf dae net soos by die kohort by 26°C, dog 'n groter persentasie van die eiers het uitgebroei terwyl die eerste eierproduksie een dag vroeër begin het (Tabel 48). Mortaliteit het ook soos by die kohort by 26°C tydens die derde tweewekperiode begin intree maar die mortaliteitsperiode van die kohort by 29°C was twee tweewekperiodes korter. Totale eierproduksie asook die hoogste gemiddelde eierproduksie per slak per tweewekperiode was baie swakker as by die kohort by 26°C. Die hoogste m_x -waarde is ook soos by die kohort by 26°C reeds tydens die tweede periode van eierproduksie



FIGUUR 58. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *B.(B.)tropicus* A by 'n konstante temperatuur van 29°C teenoor daaglikse B.S.A.-waardes (in kg/m³)

bereik (Tabel 45) en die m_x -kromme het net so 'n skerp piek ver-
toon as by die kohort by 26°C . Die hoogste m_x -waarde is bereik
voordat mortaliteit begin intree het, derhalwe verskil die
 V_x -kromme nie veel van die m_x -kromme nie (Figuur 58).

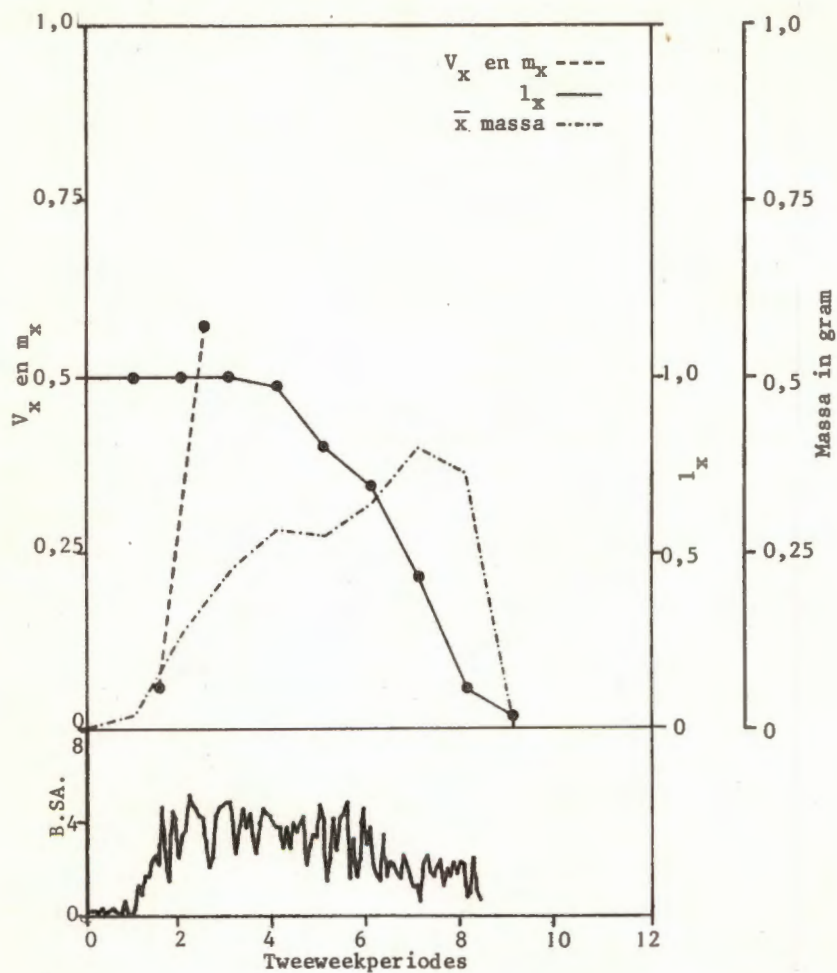
TABEL 45 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A
by 'n konstante temperatuur van 29°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5	1 073	35	1,0000	30,6571	30,6571
2,5	11 851	35	1,0000	338,6000	338,6000
3,5	6 223	28	0,8000	222,2500	177,8000
4,5	1 370	23	0,6571	59,5652	39,1403
5,5	501	18	0,5143	27,8333	14,3147
6,5	45	15	0,4286	3,0000	1,2858

$$R_0 = \sum V_x = 601,7979$$

3.1.5.6 Lewenstabel by 32°C

Die uitbroeityd was dieselfde as by 26°C en 29°C maar omdat al
die eiers uitgebroei het was die uitbroeipersentasie hoër. Die
kohort by 32°C het egter ses dae langer geneem om tot eierpro-
duksie oor te gaan as dié by 29°C (Tabel 48). Eierproduksie het
dus reeds tydens die tweede tweewekperiode begin maar was uiters
swak en is reeds na die derde tweewekperiode gestaak (Tabel 46).



FIGUUR 59. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(B.)tropicus A by 'n konstante temperatuur van 32°C teenoor daaglikse B.S.A.-waardes (in kg/m³)

TABEL 46 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A
by 'n konstante temperatuur van 32°C

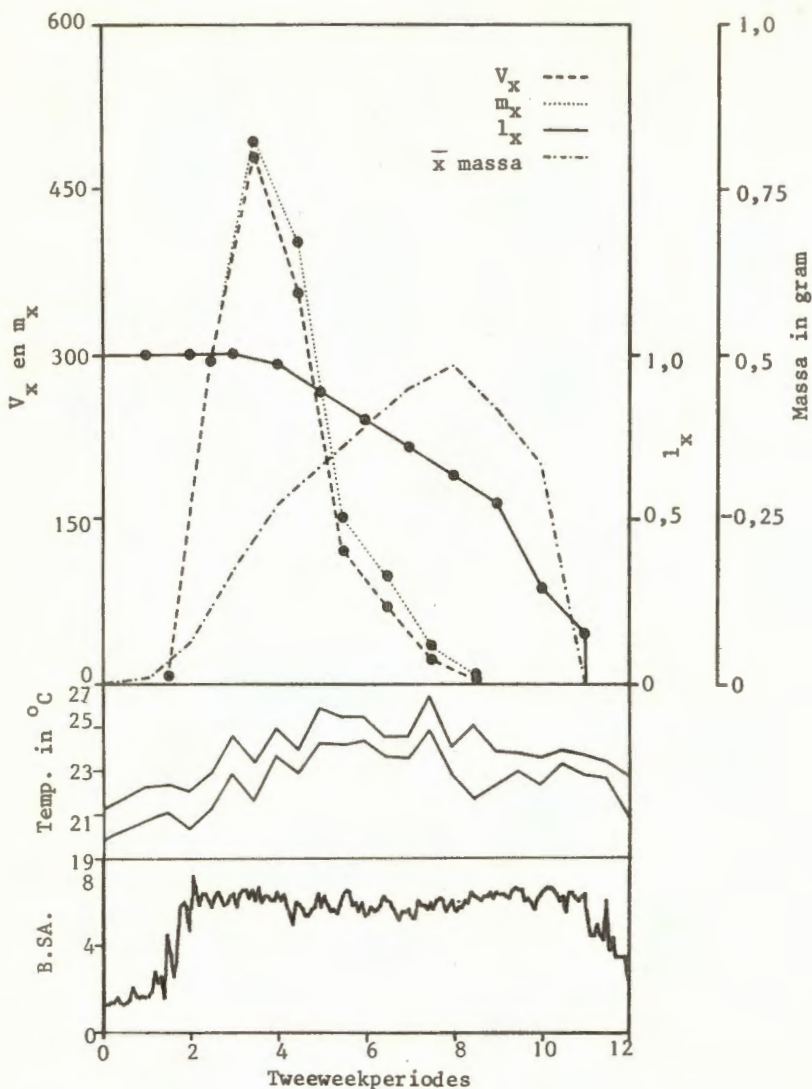
Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	2	35	1,0000	0,0571	0,0571
2,5	20	35	1,0000	0,5714	0,5714
3,5	-	34	0,9714	-	-
4,5	-	28	0,8000	-	-
5,5	-	24	0,6857	-	-
6,5	-	15	0,4286	-	-
7,5	-	4	0,1143	-	-
8,5	-	1	0,0286	-	-

$$R_o = \sum V_x = 0,6285$$

In teenstelling daarmee was die oorlewing beter as by 29°C en het eksemplare van die kohort by 32°C vir 'n tydperk van ses tweeweekperiodes bly voortleef nadat met eierproduksie opgehou is. Omdat al die eiers gelê is voordat mortaliteit ingetree het, was daar geen verskil tussen die m_x - en V_x -waardes nie (Figuur 59).

3.1.5.7 Lewenstabel by kamertemperatuur

Die minimum gemiddelde en maksimum gemiddelde weeklikse temperatuur in die akwarium wat aan kamertemperatuur onderhewig was, word grafies in figuur 60 weergegee. Die uitbroeityd van



FIGUUR 60. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van *B.(B.)tropicus* A by kamertemperatuur teenoor weeklikse gemiddelde minimum- en maksimumtemperatuur en daaglikse B.S.A.-waarden (in kg/m^3)

die eiers was ses dae en 90% van die eiers het uitgebroei, terwyl die eerste eiers na 27 dae gelê is (Tabel 48). Eierproduksie het dus net soos by die kohorte by 20°C, 23°C, 26°C en 29°C reeds tydens die tweede tweeweekperiode begin. 'n Hoogste m_x -waarde is egter net soos by die kohort by 23°C tydens die derde periode van eierproduksie bereik nadat mortaliteit reeds begin intree het (Tabelle 47 en 43). Die hoogste waardes wat deur die m_x - en V_x -krommes aangetoon word verskil dus ook van mekaar soos by die kohort by 23°C. Volgens oorlewing en m_x -, V_x - en R_o -waardes as sodanig kan die kohort by kamertemperatuur geplaas word tussen die kohorte by 23°C en 26°C. Die krommes in figuur 60 toon dan ook inderdaad dat die weeklikse gemiddelde temperatuur in die betrokke akwarium tydens die voortplantingsperiode meestal geskommel het tussen 23°C en 26°C.

TABEL 47 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus A by kamertemperatuur

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	274	35	1,0000	7,8286	7,8286
2,5	10 324	35	1,0000	294,9714	294,9714
3,5	16 862	34	0,9714	495,9412	481,7573
4,5	12 517	31	0,8857	403,7742	357,6228
5,5	4 211	28	0,8000	150,3929	120,3143
6,5	2 396	25	0,7143	95,8400	68,4585
7,5	718	22	0,6286	32,6364	20,5152
8,5	89	19	0,5429	4,6842	2,5431
9,5	-	10	0,2857	-	-
10,5	-	5	0,1429	-	-

$$R_o = \Sigma V_x = 1\ 354,0112$$

Die bevolkingstatistieke wat vir die verskillende kohorte van B.(B.)tropicus A bereken is tydens die voorgaande eksperiment word aan die hand van 'n vergelykende ontleding nou van nader beskou.

Uitbroeityd het met verhoging in konstante temperatuur vermindert vanaf 12 dae by 17°C tot vyf dae by 26°C en op vyf dae gebly by verhoging in temperatuur tot by 29°C en 32°C. Waar al die eiers by 32°C egter min of meer gelyktydig uitgebroei het, is dit progressief oor 'n langer tyd versprei met 'n verlaging in temperatuur vanaf 32°C na 29°C en van 29°C na 26°C.

Die *uitbroeipersentasie* van die eiers het verminder vanaf 99% by 17°C tot 93% by 26°C en daarna weer toegeneem tot 100% by 32°C (Tabel 48). 'n Uitstekende uitbroeipersentasie is dus oor 'n wye reeks van konstante temperature aangeteken. Dit is opvallend dat 'n laer persentasie van die eiers by kamertemperatuur uitgebroei het as by enige van die konstante temperature ten spyte daarvan dat die temperatuur in die betrokke akwarium tydens die ondersoek op geen stadium buite die grense wat deur die konstante temperature afgebaken is, geskommel het nie.

Vanaf 'n langste periode van 51 dae by 17°C het die *tydsverloop* voordat die eerste eiers geproduseer is met verhoging in konstante temperatuur afgeneem tot by 'n kortste periode van 16 dae by 29°C. By 32°C was die periode egter weer ses dae langer as by 29°C. Tussen die kohorte by 26°C en 29°C was daar slegs een

TABEL 48 Bevolkingstatistieke van die kohorte van B.(B.)tropicus A
by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur

	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
Uitbroeityd*	12	8	7	5	5	5	6
Uitbroeiper= sentasie	99	99	96	93	95	100	90
Tyd tot eier= produksie	51	27	22	17	16	22	27
λ	2,8493	7,4629	13,5673	29,1540	14,4536	0,8252	11,2971
r_m	1,0471	2,0099	2,6077	3,3726	2,6709	-0,1922	2,4245
r_c	0,8261	1,4267	1,7665	2,2020	2,1662	-0,1928	1,8329
R_0	875,0466	1 503,9532	1 000,7397	1 655,6409	601,7979	0,6285	1 354,0112
T_c	8,2001	5,1280	3,9109	3,3660	2,9545	2,4091	3,9341

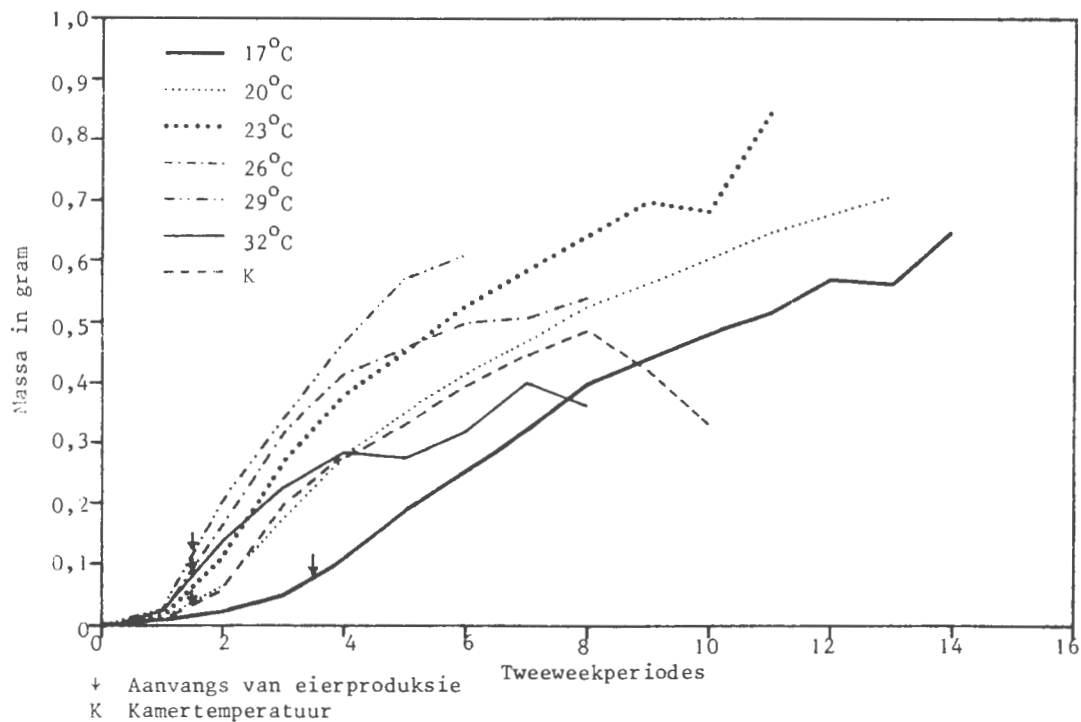
* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

dag verskil in die tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het maar by al die temperature laer as 26°C was daar 'n progressiewe verlenging met dalende konstante temperatuur. So bv. was dié verskil tussen die kohorte by 26°C en 23°C slegs vier dae terwyl dit tussen die kohorte by 20°C en 17°C 24 dae was.

Te oordeel aan uitbroeityd en die tydsverloop voordat die eerste eiers gelê is, was 'n konstante temperatuur van 29°C vir B.(B.)tropicus A gunstiger as enige ander temperatuur waar= aan dit tydens die huidige ondersoek onderwerp is.

Volgens die krommes in figuur 61 het die *gemiddelde massatoename* per slak per tweeweekperiode by al die kohorte van B.(B.)tropicus A uitgesonderd dié een by 32°C 'n eweredige verband met temperatuur getoon en het die kohorte by 17°C en 29°C onderskeidelik die swakste en die beste gevaar wat hierdie aspek aanbetref. Omdat oorlewing by veral 29°C dog ook by 26°C swak was, is die hoogste gemiddelde massa per slak by 23°C vanweë hulle beter oorlewing, bereik. Die kohorte by 20°C en 17°C het albei ook 'n groter gemiddelde massa per slak bereik as die een by 29°C . Dit is duidelik dat die gemiddelde massa wat per slak bereik is deur twee faktore bepaal is nl. die grootte van die massatoename per tydseenheid en die oorlewingsduur van 'n bepaalde kohort. By 23°C was 'n kombinasie van die derde grootste gemiddelde massatoename per slak per tweeweekperiode aan die een kant en die derde beste oorlewingsduur aan die anderkant daarvoor verantwoordelik dat die grootste gemiddelde massa per slak van alle ondersoekte kohorte by hierdie temperatuur bereik is.

Geen eierproduksie het by enige kohort plaasgevind voordat 'n



FIGUUR 61. Gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van kohorte van *B.(B.)tropicus* A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B55 in die bylae

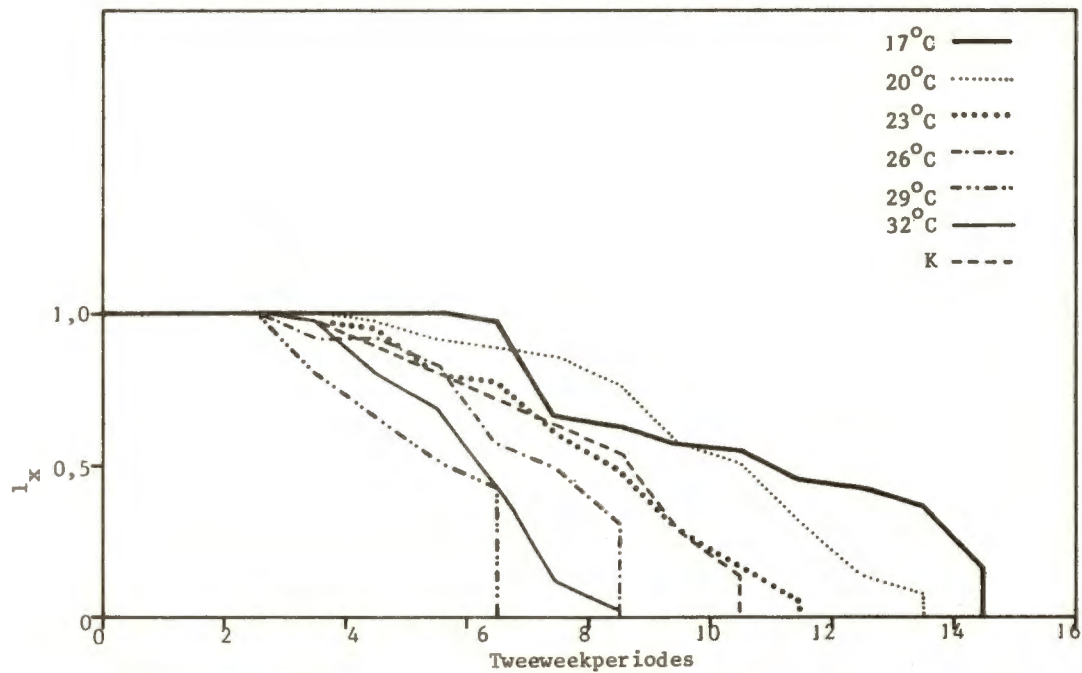
minimum gemiddelde massa per slak van 0,04 g bereik is nie.

Die *oorlewingskrommes* in figuur 62 toon dat die oorlewingskanse oteenseglik met 'n verlaging in konstante temperatuur verbeter het. Dit geld nie net die vermoë tot 100%-oorlewing nie maar ook die duur daarvan. Daarbenewens was die mortaliteitsperiode van die kohorte by die hoër konstante temperatuur baie korter as by die laer konstante temperatuur. Die mortaliteitsperiode van die kohort by 29°C was bv. 2,0 maande vergeleke met 4,5 maande by 17°C (Figuur 62). Die enigste uitsondering was die kohort by 32°C wat 'n beter oorlewingskoers getoon het as die een by 29°C.

Die m_x -volgorde van die onderskeie kohorte volgens die hoogste waardes wat bereik is, was soos volg:

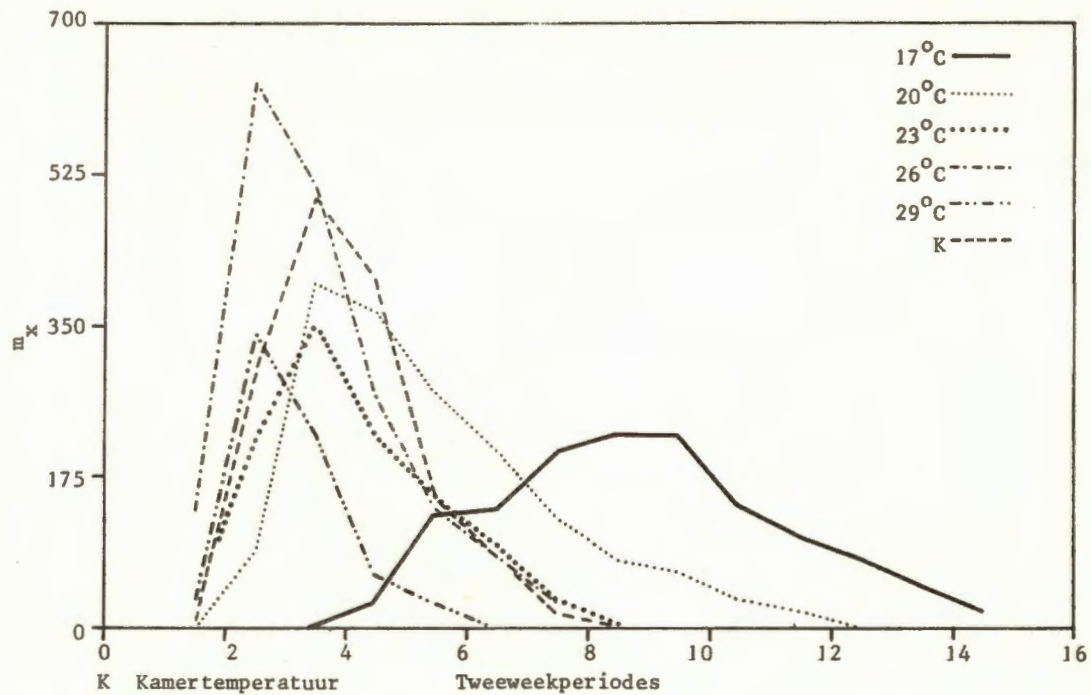
26°C > kamertemperatuur > 20°C > 23°C > 29°C > 17°C > 32°C.

Alhoewel eierproduksie by 29°C, 26°C, 23°C, 20°C en kamertemperatuur tydens dieselfde tweeweekperiode begin het, het die kohorte by 26°C en 29°C hulle hoogste m_x -waardes bereik een tweeweekperiode voor dié by 23°C en 20°C omdat die gemiddelde eierproduksie per slak per tydseenheid by e.g. twee kohorte vinniger toegeneem het (Figuur 63). Die hoogste m_x -waarde van alle kohorte is by 26°C bereik. Dit is duidelik dat 'n drie grade Celsius verlaging in konstante temperatuur vanaf 26°C na 23°C byna net so 'n nadelige uitwerking op die hoogste m_x -waarde gehad het as 'n drie grade Celsius verhoging vanaf 26°C na 29°C want in beide gevalle is aansienlik kleiner m_x -waardes bereik as by 26°C. Alhoewel die hoogste m_x -waarde by 20°C en 17°C baie laer was as by 26°C, was die voortplantingsperiode by e.g. twee kohorte baie langer. Die kohort by 20°C het 'n relatief lae voortplantingskoers oor so 'n



K Kamertemperatuur

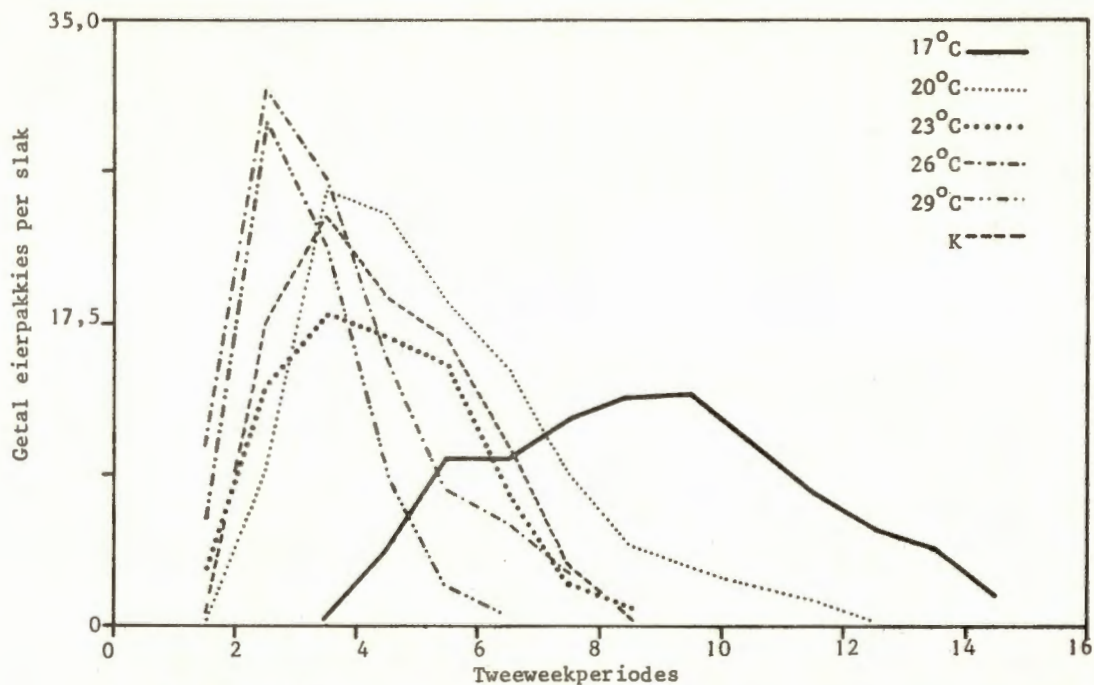
FIGUUR 62. Die l_x -krommes van kohorte van *B.(B.)tropicus* A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur



FIGUUR 63. Die m_x -krommes van kohorte van B.(B.)tropicus A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

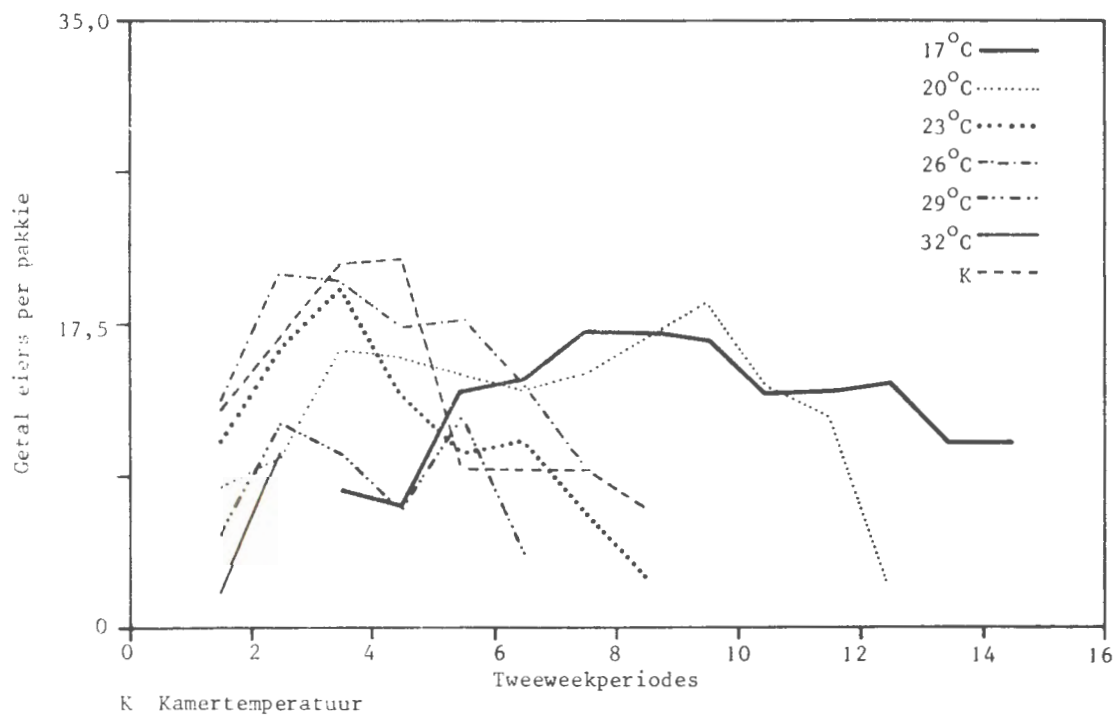
lang tydperk gehandhaaf dat 'n nettovoortplantingsyfer (R_0) bereik is wat inderdaad die tweede grootste van al die ondersoekte kohorte was en gunstig vergelyk met die hoogste R_0 -waarde wat by 26°C bereik is. Die drie grade Celsius verlaging in temperatuur vanaf 20°C na 17°C het 'n uiters nadelige uitwerking op die m_x -waardes gehad want waar al die ander kohorte 'n hoogste m_x -waarde reeds tydens die tweede of derde periode van eierproduksie bereik het, het die kohort by 17°C eers na die sewende periode van eierproduksie sy hoogste m_x -waarde bereik (Figuur 63).

Die merkwaardige ooreenkoms van die krommes in figuur 64 met die ooreenstemmende m_x -krommes in figuur 63 dui daarop dat die gemiddelde getal pakkies per slak per tweeweekperiode beslis 'n groter bydrae tot die ooreenstemmende m_x -waardes gelewer het as die gemiddelde getal eiers per pakkie per tydseenheid wat in figuur 65 grafies voorgestel is. Die groter ooreenkoms tussen die betrokke krommes in figure 63 en 64 suggereer verder dat temperatuur 'n groter invloed gehad het op die gemiddelde getal pakkies per slak as op gemiddelde getal eiers per pakkie. Hierdie afleiding word verder gesteun deur die groter onderlinge verskil in die hoogste waardes wat bereik is deur die onderskeie kohorte vir die gemiddelde getal pakkies per slak in vergelyking met die onderlinge verskil in hoogste waardes van die gemiddelde getal eiers per pakkie. Tydens sy eksperimentele ondersoek na die substratumvoorkeure van B.(B.)tropicus kom Combrinck (1968) op grond van 'n soortgelyke analise van die eierproduksie ook tot die slotsom dat die aantal eierpakkies per slak per tydseenheid die bepalende faktor in die daarstelling van die m_x -krommes by die kohorte van hierdie spesie is. 'n Konstante temperatuur van 29°C was klaarblyklik



K Kamertemperatuur

FIGUUR 64. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee weekperiode van kohorte van B.(B.)tropicus A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B27 in die bylae



FIGUUR 65. Die gemiddelde getal eiers per pakkie van kohorte van B.(B.)tropicus A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur gebaseer op die gegewens in tabel B28 in die bylae

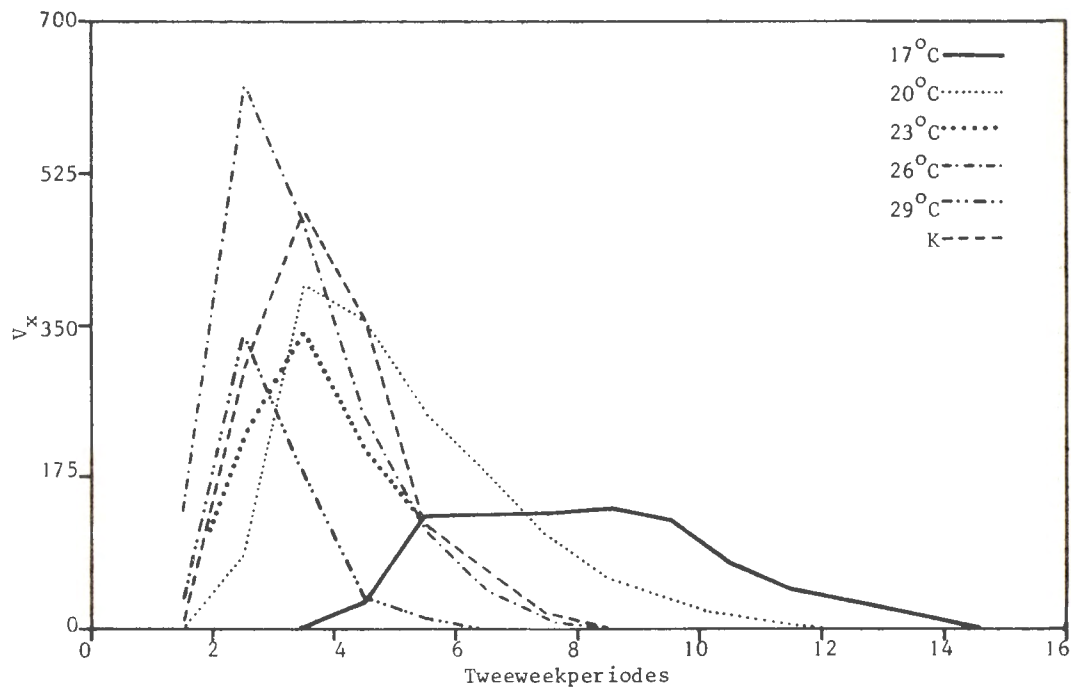
ongunstig vir 'n hoë gemiddelde getal eiers per pakkie alhoewel dit nog baie gunstig vir 'n hoë gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid was. In teenstelling daarmee het die hoogste gemiddelde getal eiers per pakkie by 17°C redelik gunstig vergelyk met die ooreenstemmende waardes van al die ander ondersoekte kohorte, terwyl die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid by hierdie temperatuur met die uitsondering van die kohort by 32°C die laagste was wat bereik is.

Volgens die hoogste waardes wat by die onderskeie kohorte aangegeven is, was die V_x -volgorde soos volg:

26°C > kamertemperatuur > 20°C > 23°C > 29°C > 17°C > 32°C.

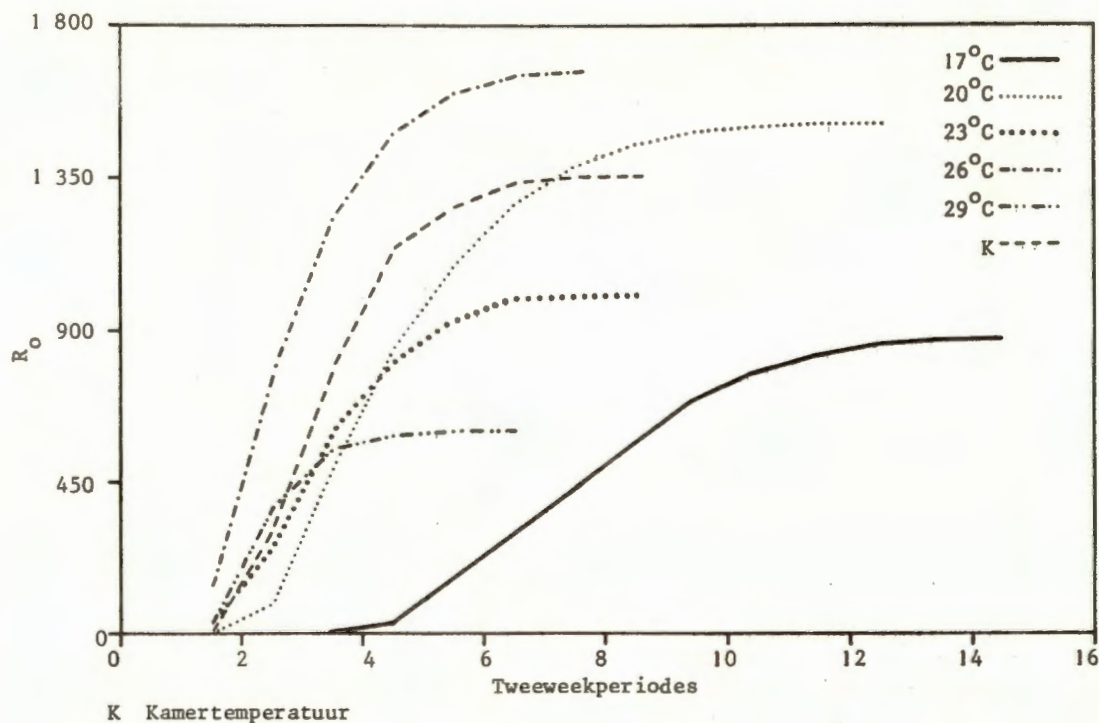
Die V_x -volgorde was dus presies soos die m_x -volgorde. Omdat mortaliteit reeds teen die begin van die voortplantingsperiode ingetree het, is die V_x -kromme van die kohort by 17°C baie verskillend van die m_x -kromme (Figure 66 en 63). By kamertemperatuur en 23°C het mortaliteit begin intree voordat 'n hoogste m_x -waarde bereik is. Derhalwe was die hoogste V_x -waardes by die betrokke temperature effens laer as die ooreenstemmende hoogste m_x -waardes. Omdat geen mortaliteit tydens die voortplantingsperiode van die kohort by 32°C ingetree het nie, was die V_x -waardes hier dieselfde as die m_x -waardes. By 29°C, 26°C en 20°C is 'n hoogste m_x -waarde bereik voordat mortaliteit begin intree het. Gevolglik was daar slegs geringe verskille tussen die V_x -en ooreenstemmende m_x -waardes by elke kohort.

Die totale R_0 -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus A is in tabel 48 weergegee, terwyl die toename in R_0 -waarde per tydseenheid gebaseer op die V_x -waardes in die lewensstabelle grafies in figuur 67 voorgestel is. Die R_0 -volgorde van die onder-



K Kamertemperatuur

FIGUUR 66. Die V_x -krommes van kohorte van B.(B.)tropicus A by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur



K Kamertemperatuur

FIGUUR 67. Die toename in R_0 -waarde per twee week periode van kohorte van *B.(B.)tropicus A* by verskillende konstante temperature en by kamertemperatuur

skeie kohorte was soos volg:

$26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > \text{kamertemperatuur} > 23^{\circ}\text{C} > 17^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C} > 32^{\circ}\text{C}$.

Die kohort by 26°C het nie slegs die hoogste R_0 -waarde bereik nie, maar ook die grootste toename in R_0 -waarde per tydseenheid van al die betrokke kohorte getoon. Ondanks 'n aanvanklik kleiner toename in R_0 -waarde per tydseenheid as by 29°C , 23°C en kamertemperatuur, het die kohort by 20°C naas die een by 26°C die grootste R_0 -waarde bereik en wel vanweë 'n langer voortplantingsperiode. Om derglike redes was die R_0 -waarde wat deur die kohort by 17°C bereik is, groter as dié van die een by 29°C en net kleiner as dié van die kohort by 23°C .

Die *gemiddelde kohortgenerasieduur* (T_c) van die onderskeie kohorte was omgekeerd eweredig aan die temperatuur want vanaf 'n hoogste waarde van 8,2 tweeweekperiodes by 17°C het die waarde met verhoogde konstante temperatuur verminder tot 2,4 tweeweekperiodes by 32°C (Tabel 48). Die T_c -volgorde van die onderskeie kohorte van B.(B.)tropicus A was dus soos volg:

$32^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > \text{kamertemperatuur} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 17^{\circ}\text{C}$.

Te oordeel aan T_c -waarde alleen, sou die kohort by 32°C dus die beste vir die voortbestaan van die betrokke spesie kon sorg omdat die kleinste T_c -waarde by dié kohort bereik is.

Omdat daar aanvanklik 35 slakke in die kohort by elke temperatuur was, is die moontlike fout wat a.g.v. die kohortgrootte kon gemaak gewees het in die berekening van r_m -waardes volgens figuur 2 op p.64, 0,037 'n werklike r_m -waarde. Die r_m -waardes wat vir die onderskeie kohorte bereken is, het egter deurgaans met meer as die bogenoemde foutwaarde van mekaar verskil (Tabel 48). Die r_m -volgorde van die onderskeie kohorte was soos

volg:

$26^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > \text{kamertemperatuur} > 20^{\circ}\text{C} > 17^{\circ}\text{C} > 32^{\circ}\text{C}$.

Die r_m -volgorde was dus net in die geval van die kohorte by 26°C en 29°C dieselfde as die R_o -volgorde. Ondanks die tweede hoogste R_o -waarde het die kohort by 20°C , a.g.v. 'n groot T_c -waarde, t.o.v. r_m -waarde die vyfde plek bekleed. Hierteenoor het die kohort by 29°C ten spyte van die tweede kleinste R_o -waarde naas die kohort by 26°C die beste r_m -waarde bereik. Dit moet aan 'n klein T_c -waarde toegeskryf word. Die kardinale belang van 'n klein T_c -waarde vir die bereiking van 'n hoë r_m -waarde word weereens beklemtoon deur die r_m -waardes wat onderskeidelik deur die lg. twee kohorte bereik is. Dit is duidelik dat T_c -waardes 'n groot rol gespeel het in die r_m -volgorde wat verkry is. Ongeag die klein T_c -waarde wat by 32°C aangeteken is, was die R_o -waarde so laag dat 'n negatiewe r_m -waarde bereik is. As gevolg daarvan was die λ -waarde kleiner as een wat daarop neerkom dat 'n bevolking van die betrokke spesie homself nie sou kon handhaaf by 'n konstante temperatuur van 32°C nie. Die λ -waardes van al die ander kohorte was groter as een. Derhalwe sou 'n bevolking by enigeen van die betrokke temperature in getal kon toeneem. Die resultate dui daarop dat 'n konstante temperatuur van 26°C baie gunstig was vir voortplanting vir die betrokke spesie want geeneen van die ander kohorte het 'n λ -waarde bereik wat naastenby vergelykbaar was met dié van die kohort by 26°C nie.

Tydens die ondersoek van Prinsloo (1966) is lewenstabiele met kohorte van B.(B.)tropicus saamgestel by konstante temperature van 15°C , 18°C , 21°C , 25°C en 27°C . Sy pogings om 'n lewenstabel

by 30°C saam te stel het misluk omdat al die slakkies binne die eerste tweewekperiode dood is. Die gegewens in sy lewens=tabelle is met sy toestemming op dieselfde wyse verwerk as die gegewens in die lewenstabelle van die huidige ondersoek en die resultate word weergegee in tabel 49, terwyl die bevolkingstatistiekewat gedurende my eie ondersoek bereken is, in tabel 50 weergegee is.

Uit 'n vergelyking van die T_c -waardes van die onderskeie ondersoeke by min of meer vergelykbare temperature is dit duidelik dat al die kohorte tydens die huidige ondersoek op 'n veel vroeër ouderdom begin eiers lê het. Daarbenewens toon die R_o -waardes dat my kohorte by vergelykbare temperature baie meer eiers gelê het as dié van Prinsloo. So bv. was die R_o -waarde wat in my ondersoek by 17°C bereik is byna net so groot as die hoogste R_o -waarde wat Prinsloo by enige temperatuur aangeteken het. Afgesien van die verskille was daar ook ooreenkomste tussen die onderskeie ondersoeke veral betreffende tendense in die bevolkingstatistieke. Die T_c -waardes het in beide ondersoeke 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon. In beide ondersoeke is 'n relatief hoë R_o -waarde in die omgewing van 'n konstante temperatuur van 20°C verkry terwyl by die konstante temperatuur net hoër op in volgorde 'n laer R_o -waarde aangeteken is. Tydens Prinsloo se ondersoek het die kohort by 27°C 'n laer R_o -waarde as die kohort by 25°C bereik, terwyl my kohort by 29°C in ooreenstemming daarmee 'n laer R_o -waarde bereik het as die een by 26°C . Tydens albei ondersoeke is 'n groter gemiddelde massa per slak bereik by konstante temperature van 20°C tot 23°C . Dit was so ondanks 'n groter gemiddelde toename in massa per tydseenheid by die hoër konstante

TABEL 49 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(B.)tropicus by verskillende konstante
temperature volgens gegewens in die lewens=
tabelle van Prinsloo (1966)

Temperatuur	λ	r_m	R_o	T_c
15°C	1,6519	0,5019	236,2317	11,8820
18°C	2,2306	0,8023	465,7625	10,2666
21°C	3,3201	1,2000	891,1687	8,4104
25°C	4,0360	1,3953	757,0710	6,4565
27°C	4,3942	1,4803	647,6600	5,6380

TABEL 50 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(B.)tropicus A by verskillende konstante
temperature en kamertemperatuur tydens die
huidige ondersoek

Temperatuur	λ	r_m	R_o	T_c
17°C	2,8493	1,0471	875,0466	8,2001
20°C	7,4629	2,0099	1 503,9532	5,1280
23°C	13,5673	2,6077	1 000,7397	3,9109
26°C	29,1540	3,3726	1 655,6409	3,3660
29°C	14,4536	2,6709	601,7979	2,9545
32°C	0,8252	-0,1922	0,6285	2,4091
Kamertempe= ratuur	11,2971	2,4245	1 354,0112	3,9341

temperature. Die hoogste gemiddelde massa per slak (0,2455 g) wat tydens Prinsloo se ondersoek aangeteken is, was egter baie laer as die hoogste gemiddelde massa van 0,8400 g wat vir dieselfde spesie tydens die huidige ondersoek bepaal is. Tydens my ondersoek is 100%-oorlewing by al die kohorte oor 'n langer periode gehandhaaf. Hierteenoor was die mortaliteitsperiode van die kohorte van Prinsloo langer en hulle oorlewingsduur gevolglik beter as tydens my ondersoek. Dit was egter tydens die huidige ondersoek moontlik om 'n kohort van B.(B.)tropicus vir nege tweeweekperiodes aan die lewe te hou by 'n konstante temperatuur van 32°C en om selfs eierproduksie, hoe gering ook al te verkry terwyl Prinsloo se kohort by 30°C reeds tydens die eerste tweeweekperiode dood is. Aangesien Prinsloo se akwariums nie belug is nie, mag dit wees dat die swak prestasie van sy kohort by 30°C aan 'n suurstofgebrek toegeskryf moet word. Die veel korter tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het en die veel hoër eierproduksie wat tydens my ondersoek vir hierdie spesie aangeteken is, is waarskynlik grootliks toe te skryf aan die hoë kwaliteit voedsel wat deurgaans aan die slakke beskikbaar gestel is in vergelyking met die slakfeses en slaai wat deur bg. outeur gebruik is. Daarbenewens het die omstandigheid dat elke akwarium tydens my ondersoek deeglik belug is, beslis ook my resultate gunstig beïnvloed.

3.1.6 B.(B.)tropicus B

Lewenstabelle is saamgestel met kohorte van 35 slakke elk van B.(B.)tropicus B by konstante temperature van 20°C, 23°C, 26°C en 29°C. Soos reeds gemeld by die bespreking van B.(P.)globosus

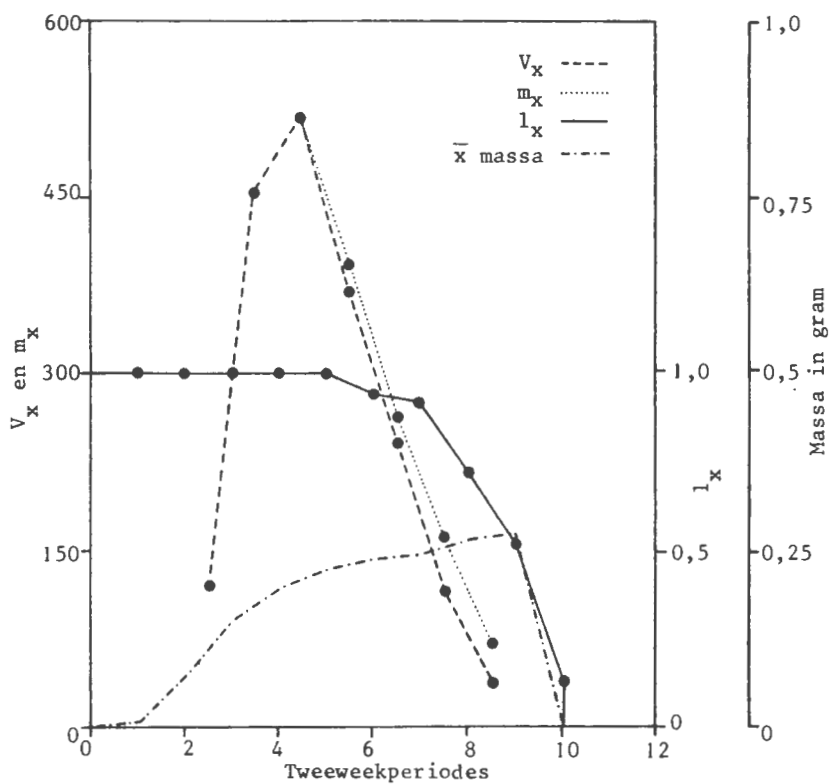
is konstante temperature 17°C en 32°C weggelaat uit hierdie bepaalde eksperiment omdat twee beheerde temperatuurakwariums deur die agt replikaateksperimente met B.(B.)tropicus beset is. Die eiers wat gebruik is om die kohorte van B.(B.)tropicus B tot stand te bring is tydens dieselfde etmaal gelê deur 50 slakke wat versamel is in die habitat waarvan die lokaliteit op p. 43 omskryf word.

3.1.6.1 Lewenstabel by 20°C

Die uitbroeityd van die eiers was neges dae en die uitbroeipersentasie was 95% terwyl die eerste eiers 31 dae na uitbroeiing gelê is. 'n Hoogste m_x -waarde is bereik voordat enige mortaliteit begin intree het (Tabel 51). Gevolglik verskil die V_x -kromme by die betrokke kohort nie veel van die m_x -kromme nie (Figuur 68).

3.1.6.2 Lewenstabel by 23°C

Die uitbroeityd van die eiers was drie dae korter, die uitbroeipersentasie 2% beter en die eerste eiers is agt dae vroeër gelê as by 20°C (Tabel 55). Die hoogste m_x -waarde wat bereik is, sowel as die ΣV_x van die kohort by 23°C was laer as dié by 20°C (Tabelle 52 en 51). 'n Goeie oorlewingskoers is tot aan die begin van die vyfde tweeweekperiode gehandhaaf, dog mortaliteit het daarna so toegeneem dat slegs een slak tot aan die einde van die sesde tweeweekperiode bly voortleef het. Die goeie eierproduksie van die enkele oorlewende slak tydens die sewende periode word deur die tweede piek in die m_x -kromme ty-



FIGUUR 68. V_x -, m_x -, l_x -waardes en gemiddelde massa per slak per twee weekperiode van die kohort van B.(B.)tropicus B by 'n konstante temperatuur van 20°C

TABEL 51 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus B by 'n konstante temperatuur van 20°C

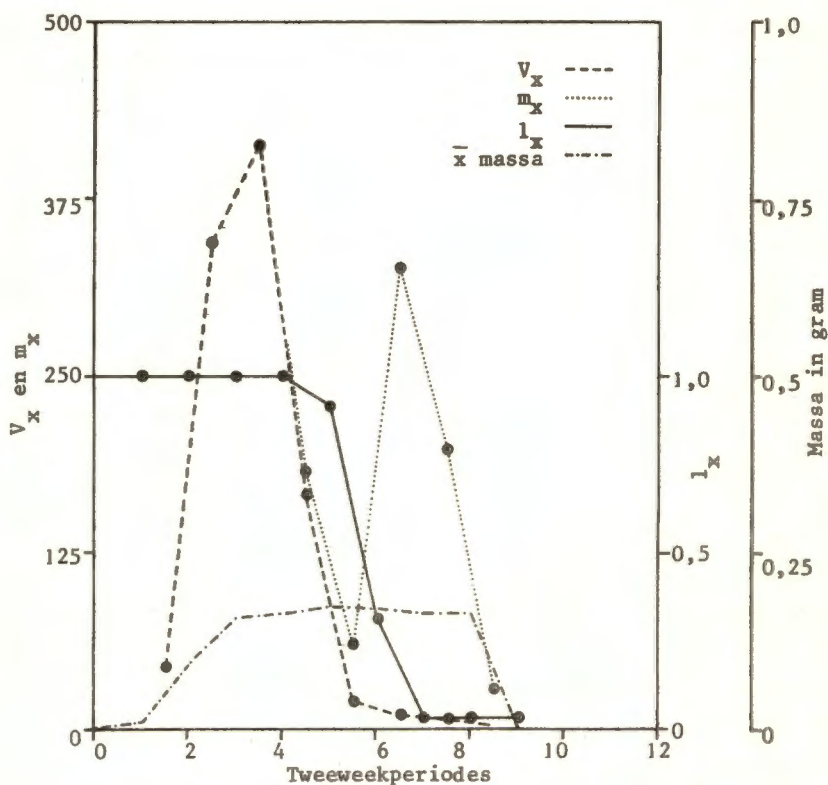
Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5		35	1,0000		
2,5	4 170	35	1,0000	119,1429	119,1429
3,5	15 908	35	1,0000	454,5143	454,5143
4,5	18 096	35	1,0000	517,0286	517,0286
5,5	12 959	33	0,9423	392,6970	370,0384
6,5	8 368	32	0,9143	261,5000	239,0895
7,5	3 961	25	0,7143	158,4400	113,1737
8,5	1 215	18	0,5143	67,5000	34,7153
9,5	-	4	0,1143	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 1\ 847,7027$$

dens die betrokke periode weerspieël. Die swak l_x -waarde van die kohort op daardie stadium het egter veroorsaak dat die V_x -waarde baie laer was as die m_x -waarde (Tabel 52). Derhalwe vertoon die V_x -kromme in figuur 69 nie die tweede piek wat in die m_x -kromme voorkom nie.

3.1.6.3 Lewenstabel by 26°C

Die uitbroeityd van die eiers was een dag korter en die uitbroeipersentasie 1% beter, terwyl eierproduksie twee dae vroeër



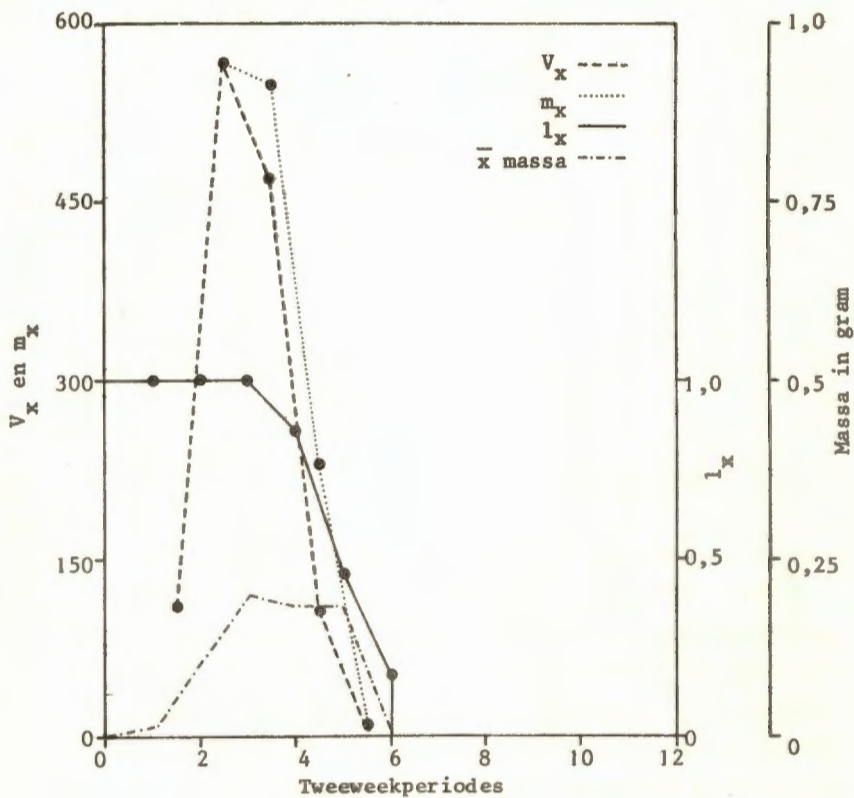
FIGUUR 69. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohort van B.(B.)tropicus B by 'n konstante temperatuur van 23°C

TABEL 52 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus B
by 'n konstante temperatuur van 23°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	1 535	35	1,0000	43,8571	43,8571
2,5	12 042	35	1,0000	344,0571	344,0571
3,5	14 452	35	1,0000	412,9143	412,9143
4,5	5 814	32	0,9143	181,6875	166,1169
5,5	643	11	0,3143	58,4545	18,3722
6,5	327	1	0,0286	327,0000	9,3522
7,5	197	1	0,0286	197,0000	5,6342
8,5	28	1	0,0286	28,0000	0,8008

$$R_o = \Sigma V_x = 1\ 001,1048$$

begin het as by 23°C (Tabel 55). Die hoogste m_x -waarde wat bereik is en die ΣV_x was hoër as by 23°C (Tabel 53). Alhoewel mortaliteit een tweeweekperiode vroeër begin intree het en die hele kohort drie tweeweekperiodes vroeër dood is as by 23°C is 'n hoogste m_x -waarde bereik voordat enige mortaliteit ingetree het. Die V_x -waardes het derhalwe nie baie van die ooreenstemmende m_x -waardes verskil nie behalwe tydens die laaste twee tweeweekperiodes. Die m_x -kromme toon egter nie so 'n skerp piek as die V_x -kromme nie omdat mortaliteit begin intree het net nadat 'n hoogste m_x -waarde bereik is en die V_x -waardes gevolglik afgedwing het (Figuur 70).



FIGUUR 70. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per twee week periode van die kohort van B.(B.)tropicus B by 'n konstante temperatuur van 26°C

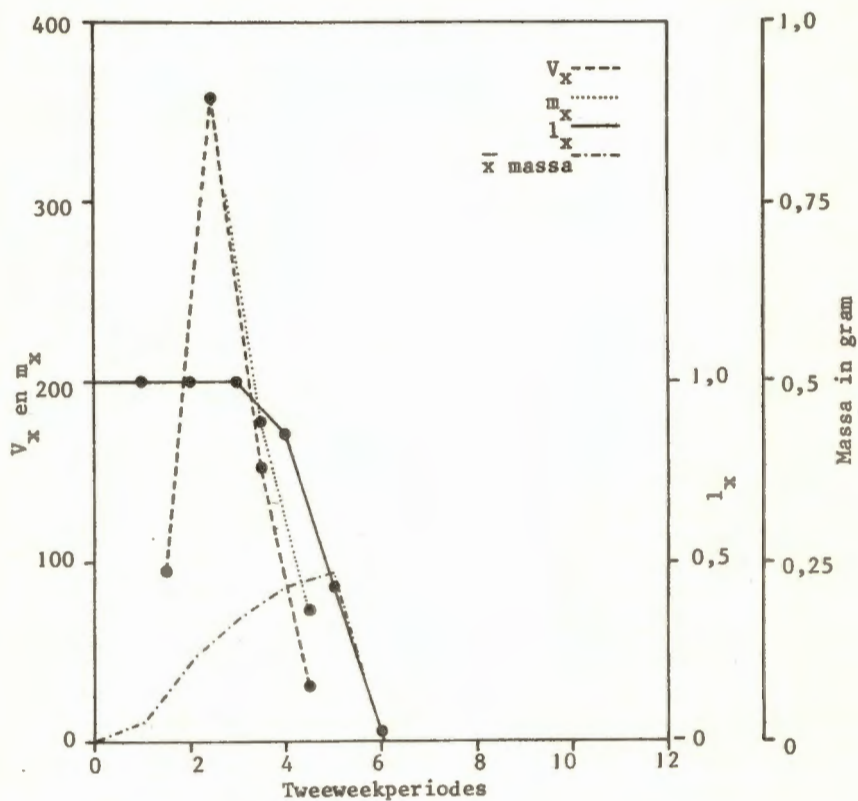
TABEL 53 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus B
by 'n konstante temperatuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		35	1,0000		
1,5	3 843	35	1,0000	109,8000	109,8000
2,5	19 920	35	1,0000	569,1429	569,1429
3,5	16 466	30	0,8571	548,8667	470,4336
4,5	3 646	16	0,4571	227,8750	104,1617
5,5	64	6	0,1714	10,6667	1,8283

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\ 255,3665$$

3.1.6.4 Lewenstabel by 29°C

Die uitbroeityd van die eiers was een dag korter en die uitbroeipersentasie 1% beter, terwyl die eerste eierproduksie een dag vroeër plaasgevind het as by 26°C. Die hoogste m_x -waarde wat deur dié kohort bereik is en die ΣV_x was egter heelwat laer as by 26°C (Tabelle 54 en 53). Wat oorlewing aanbetref was daar weinig verskil tussen die kohorte by 29°C en 26°C want die periode waartydens 'n 100%-oorlewing gehandhaaf is, sowel as die mortaliteitsperiode was ewe lank. 'n Hoogste m_x -waarde is bereik voordat mortaliteit begin intree het. Gevolglik reflekteer die krommes in figuur 71 nie veel verskille tussen m_x - en V_x -waardes per tydseenheid nie.



FIGUUR 71. V_x -, m_x -, l_x -waarden en gemiddelde massa per slak per tweeweekperiode van die kohort van B.(B.)tropicus B by 'n konstante temperatuur van 29°C

TABEL 54 Lewenstabel van die kohort van B.(B.)tropicus B
by 'n konstante temperatuur van 29°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{v_x})$
0,5		35	1,0000		
1,5	3 347	35	1,0000	95,6286	95,6286
2,5	12 553	35	1,0000	358,6571	358,6571
3,5	5 344	30	0,8571	178,1333	152,6781
4,5	1 084	15	0,4286	72,2667	30,9735
5,5	-	1	0,0286		

$$R_0 = \sum v_x = 637,9373$$

Aan die hand van 'n vergelykende ontleding van die bevolkingstatistieke wat tydens die voorgaande eksperiment vir B.(B.)tropicus B aangeteken of bereken is, moet die volgende bevindinge beklemtoon word.

Uitbroeityd het 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon want vanaf nege dae by 20°C het dit met verhoogde temperatuur afgeneem tot vier dae by 29°C (Tabel 55). Die drie grade Celsius verhoging in konstante temperatuur vanaf 20°C na 23°C het die uitbroeityd met drie dae laat krimp terwyl 'n ewe groot verhoging in temperatuur vanaf 23°C na 26°C en van 26°C na 29°C die uitbroeityd in beide gevalle met slegs een dag laat krimp het. Die resultate suggereer dus dat, namate die temperatuur laer as 23°C daal, die uitbroeityd progressief toeneem.

TABEL 55 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(B.)tropicus B by die verskillende kon=
stante temperature

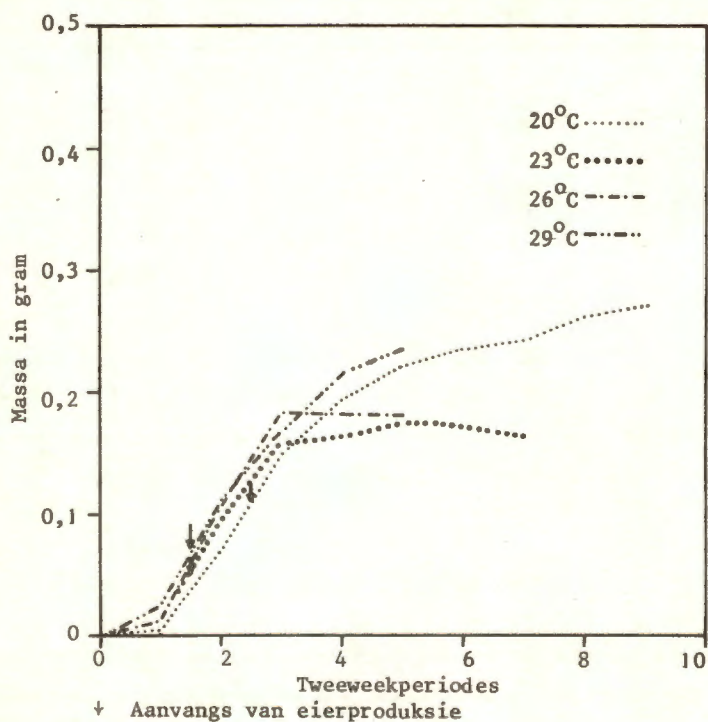
	20°C	23°C	26°C	29°C
Uitbroeityd*	9	6	5	4
Uitbroeiper= sentasie	95	97	99	100
Tyd tot eier= produksie	31	23	21	20
λ	8,0575	16,3995	25,9791	23,1534
r_m	2,0866	2,7973	3,2573	3,1421
r_c	1,5531	2,0773	2,4125	2,4039
R_o	1 847,7027	1 001,1048	1 255,3665	637,9373
T_c	4,8430	3,3259	2,9576	2,6865

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee
in dae

Dit bevestig die bevindinge by B.(B.)tropicus A (p. 202).

Die *uitbroeipersentasie* van die eiers het 'n eweredige verband
met temperatuur getoon want vanaf 95% by 20°C het dit toegeneem
met stygende temperatuur tot 100% by 29°C (Tabel 55). Daar was
dus netsoos t.o.v. uitbroeityd, 'n verswakking van die resul=
tate met verlaagde konstante temperatuur.

Die *tydsverloop* voordat die eerste eiers gelê is, het net soos
by die uitbroeityd 'n omgekeerd eweredige verband met tempera=
tuur getoon want vanaf 20 dae by 29°C het dit met verlaagde tem=
peratuur progressief vermeerder tot 31 dae by die kohort by 20°C



FIGUUR 72. Gemiddelde massa per slak per tweewek=periode van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature gebaseer op die gegewens in tabel B56 in die bylae

(Tabel 55).

Volgens die gegewens in tabel 55 het die kohort by 29°C ten aansien van al die bogenoemde aspekte die beste gevaar, terwyl die kohort by 20°C die swakste gevaar het.

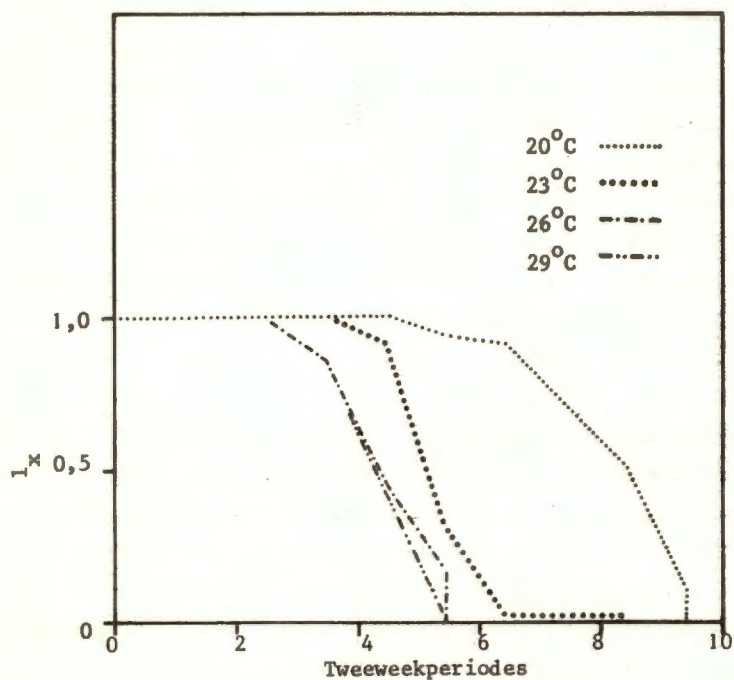
Die *toename in gemiddelde massa* per slak per tweewEEKperiode het aanvanklik 'n eweredige verband met stygende temperatuur getoon (Figuur 72). Omdat oorlewingsduur egter by 20°C die beste was en toename in massa, alhoewel teen 'n laer koers, deurgaans plaasgevind het, is die hoogste gemiddelde massa per slak by hierdie temperatuur bereik. Geen eierproduksie het plaasgevind voordat 'n minimum gemiddelde massa per slak van 0,05 g oorskry is nie.

Oorlewing het nie noemenswaardig by die kohorte by 29°C en 26°C verskil nie (Figuur 73). Die periode waartydens 100%-oorlewing gehandhaaf is sowel as die oorlewingsduur van 'n kohort het egter vanaf 26°C met dalende konstante temperatuur toegeneem.

Die m_x -*volgorde* van die onderskeie kohorte van B.(B.)tropicus B volgens die hoogste waardes wat bereik is, was soos volg:

$$26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C}.$$

Alhoewel die eierproduksie by 29°C , 26°C en 23°C tydens dieselfde tweewEEKperiode begin het, het die kohort by 23°C een tweewEEKperiode langer geneem om 'n hoogste m_x -waarde te bereik (Figuur 74). Eierproduksie het by 20°C een tweewEEKperiode later begin as by die ander drie kohorte en 'n hoogste m_x -waarde is, net soos by 23°C , bereik tydens die derde tweewEEKperiode



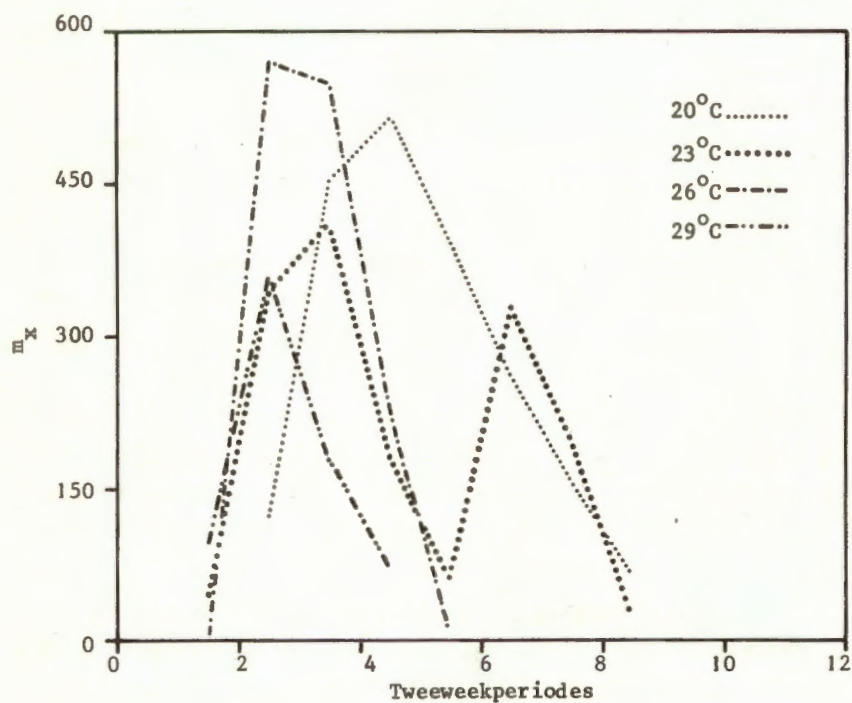
FIGUUR 73. Die l_x -krommes van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature

nadat eierproduksie begin het. Die voortplantingsperiode was minstens een tweewEEKperiode langer by 23°C as by enige van die ander kohorte.

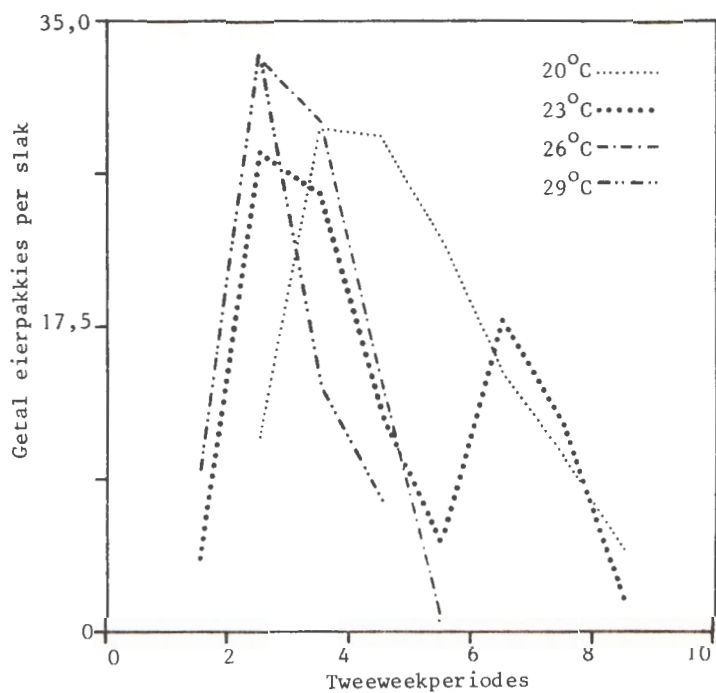
Die groot ooreenkoms van die krommes in figuur 75 met die m_x -krommes in figuur 74 dui daarop dat die gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid 'n groter bydrae gelewer het tot die ooreenstemmende m_x -waardes as die gemiddelde getal eiers per pakkie per tydseenheid wat grafies voorgestel is in figuur 76. Hierdie groter ooreenkoms suggereer verder dat temperatuur die gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid meer beïnvloed het as die gemiddelde getal eiers per pakkie. By die kohort by 29°C is tegelykertyd die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid en die laagste gemiddelde getal eiers per pakkie aangetref. Ten spyte van die hoogste gemiddelde getal pakkies per slak per tydseenheid was die gemiddelde getal eiers per pakkie egter so laag dat die hoogste m_x -waarde wat by hier= die temperatuur bereik is die laagste van al die kohorte was. Daar was nie veel te kies tussen die kohorte by 20°C , 23°C en 26°C t.o.v. die hoogste getal eiers per pakkie wat respektiewelik bereik is nie. By al die kohorte is die hoogste gemiddelde getal eierpakkies per slak per tydseenheid reeds tydens die tweede periode van eierproduksie bereik, terwyl die hoogste gemiddelde getal eiers per pakkie per tydseenheid minstens een tweewEEKperiode later bereik is.

Die V_x -volgorde van die kohorte volgens die hoogste waardes wat bereik is, was dieselfde as die m_x -volgorde, nl.

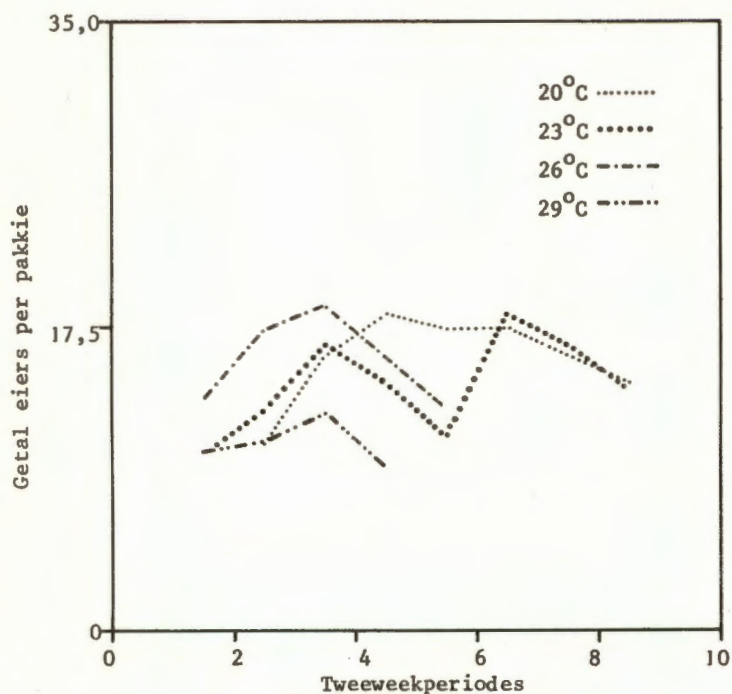
$$26^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C}.$$



FIGUUR 74. Die m_x -krommes van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature



FIGUUR 75. Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per tweewEEKperiode van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature gebaseer op die gegewens in tabel B30 in die bylae



FIGUUR 76. Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweekperiode van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature gebaseer op die gegewens in tabel B29 in die bylae

Al die kohorte het 'n hoogste m_x -waarde bereik voordat mortaliteit begin intree het. Met die uitsondering van die kohort by 23°C was daar gevolglik nie noemenswaardige verskille tussen die V_x -krommes en die ooreenstemmende m_x -krommes nie (Figure 77 en 74). Soos reeds genoem, word die tweede piek wat deur die m_x -kromme van die kohort by 23°C getoon word a.g.v. swak oorlewing van die kohort op daardie stadium nie deur die V_x -kromme herhaal nie.

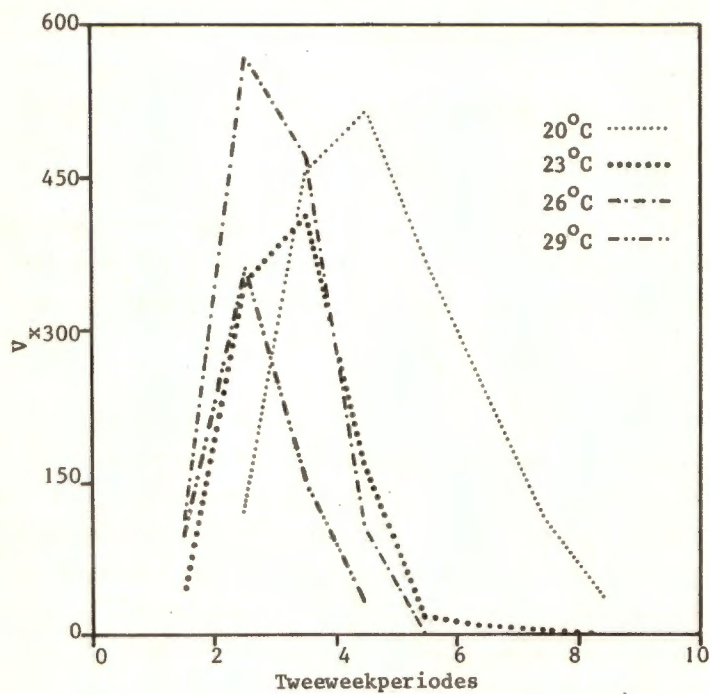
Die totale R_0 -waardes word in tabel 55 weergegee terwyl die toename in R_0 -waarde per tydseenheid, gebaseer op die V_x -waardes in die lewensstabelle, grafies in figuur 78 voorgestel is. Die R_0 -volgorde van die kohorte was soos volg:

$$20^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C}.$$

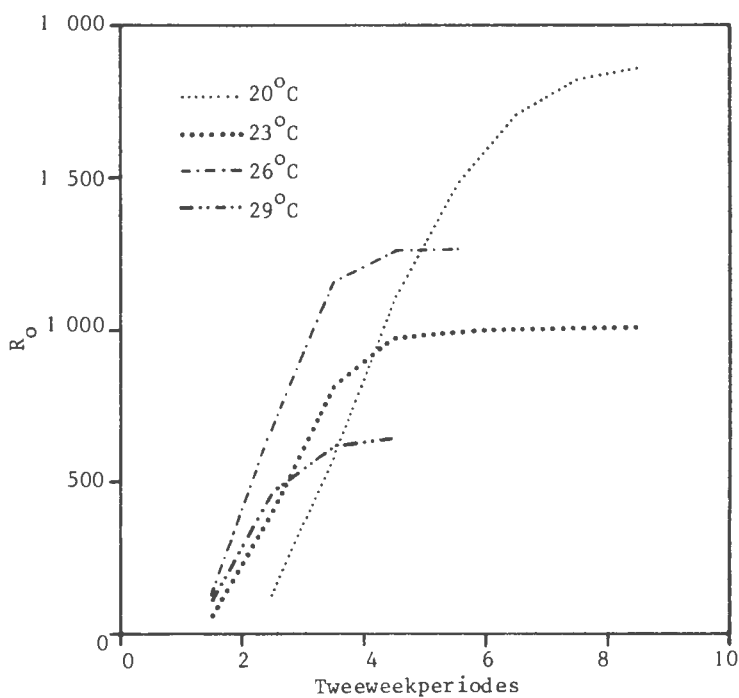
Vergeleke met die m_x - en V_x -volgorde het die kohorte by 26°C en 20°C dus plekke omgeruil. Die helling van die krommes in figuur 78 reflekteer 'n aanvanklik groter toename in R_0 -waarde per tydseenheid by 26°C as by 20°C . Danksy 'n baie beter oorlewingskoers en 'n volgehoue eierproduksie het die kohort by 20°C egter 'n baie hoër R_0 -waarde bereik as die een by 26°C . Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid van die kohort by 23°C het aanvanklik gunstig met dié van die kohorte by 26°C en 20°C vergelyk. Die hoë mortaliteit by 23°C tydens die vyfde en sesde tweeweekperiode het egter meegebring dat m_x -waardes sodanig gepenaliseer is deur vermenigvuldiging met die lae l_x -waardes dat geen noemenswaardige bydrae daarna tot R_0 gelewer is nie.

Die T_c -volgorde was soos volg:

$$29^{\circ}\text{C} > 26^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$



FIGUUR 77. Die V_x -krommes van kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature



FIGUUR 78. Die toename in R_0 -waarde per tweeweeke=periode van kohorte van *B.(B.)tropicus* B by die verskillende konstante temperature

Die T_c -waardes het dus 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon. Met dalende konstante temperatuur was daar 'n progressiewe vermeerdering in die verskille tussen die waardes van opeenvolgende kohorte waarneembaar (Tabel 55). Die verskil in T_c -waardes tussen die kohorte by 29°C en 26°C was bv. slegs 0,3 tweeweekperiodes en dit het toegeneem tot 'n verskil van 1,5 tweeweekperiodes tussen die kohorte by 23°C en 20°C . Die kohort by 29°C het t.o.v. T_c beslis 'n voorsprong op die ander gehad, terwyl die een by 20°C die swakste gevaar het.

Die r_m -waardes het onderling meer verskil as die foutwaarde wat vir 'n kohortgrootte van 35 slakke bereken is. Die r_m -volgorde was soos volg:

$$26^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$

Die r_m -volgorde kom dus net in die geval van die kohort by 23°C met die R_o -volgorde ooreen. Ondanks die hoogste R_o -waarde by 20°C was die r_m -waarde by hierdie temperatuur heelwat laer as by 29°C , 26°C en 23°C a.g.v. die hoë T_c -waarde wat hier bereik is. Desgelyks het T_c 'n bepalende rol gespeel in die posisie wat die kohort by 29°C in die r_m -volgorde ingeneem het want ongeag 'n R_o -waarde wat byna drie keer kleiner as dié van die kohort by 20°C was, het die kohort by 29°C naas die kohort by 26°C die hoogste r_m -waarde bereik danksy 'n klein T_c -waarde. Die resultate beklemtoon dus weereens die belangrike rol wat T_c in die bepaling van r_m speel.

'n Vergelyking van die bevolkingstatistieke van hierdie kohorte (Tabel 56) met dié van die kohorte van B.(B.)tropicus A (Tabel 57) toon die merkwaardige ooreenkoms in R_o -waardes wat be=

TABEL 56 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(B.)tropicus A by die konstante temperatuur
 wat ooreenstem met dié van die kohorte van
B.(B.)tropicus B

Temperatuur	λ	r_m	r_c	R_o	T_c
20°C	7,4629	2,0099	1,4267	1 503,9532	5,1280
23°C	13,5673	2,6077	1,7665	1 000,7397	3,9109
26°C	29,1540	3,3762	2,2020	1 655,6409	3,3660
29°C	14,4536	2,6709	2,1662	601,7979	2,9545

TABEL 57 Bevolkingstatistieke van die kohorte van
B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante
 temperature

Temperatuur	λ	r_m	r_c	R_o	T_c
20°C	8,0575	2,0866	1,5531	1 847,7027	4,8430
23°C	16,3995	2,7973	2,0773	1 001,1048	3,3259
26°C	25,9791	3,2573	2,4125	1 255,3665	2,9576
29°C	23,1534	3,1421	2,4039	637,9373	2,6865

haal is deur die twee kohorte by 23°C en in 'n mindere mate by die twee kohorte by 29°C . Daarteenoor was die R_0 -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus B by 20°C en 26°C aansienlik hoër en laer onderskeidelik as by die ooreenstemmende kohorte van B.(B.)tropicus A. Die hoogste R_0 -waarde is in die geval van B.(B.)tropicus B bereik deur die kohort by 20°C , terwyl dit in die geval van B.(B.)tropicus A deur die kohort by 26°C bereik is. Die R_0 -volgordes was dus nie dieselfde by die twee afsonderlike bevolkings van B.(B.)tropicus nie.

Alhoewel die T_c -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus B deurgaans kleiner was by dieselfde konstante temperature as by die kohorte van B.(B.)tropicus A, het T_c by dieselfde konstante temperatuur in geen geval meer as 0,59 tweeweekperiodes verskil nie en het dit by albei reekse 'n omgekeerd eweredige verband met temperatuur getoon. By albei was T_c progressief groter met dalende konstante temperatuur (Tabelle 56 en 57).

Die r_m -volgorde was in beide gevalle soos volg:

$$26^{\circ}\text{C} > 29^{\circ}\text{C} > 23^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}.$$

Alhoewel die r_m -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus B by al die konstante temperature behalwe 26°C hoër was as by die kohorte van B.(B.)tropicus A het dit by 20°C , 23°C en 26°C van die een reeks in geen geval met meer as 0,1896 verskil van die r_m -waardes vir die ooreenstemmende temperature in die ander reeks nie. Die verskil in r_m -waardes tussen die twee kohorte by 29°C was egter aansienlik groter as 0,1896 (Tabelle 56 en 57). Alhoewel die kohorte van B.(B.)tropicus B volgens r_m -waardes dus by al die temperature behalwe 26°C die beste gevaar het, was dit

veral die kohort by 29°C wat baie beter presteer het as die kohort van B.(B.)tropicus A by dieselfde konstante temperatuur.

Die kleiner T_c -waardes en groter r_m - en λ -waardes wat die kohorte van B.(B.)tropicus B oor die algemeen behaal het, sou hulle in staat stel om bevolkingsgetalle baie vinniger te laat aanwas na katastrofes as die kohorte van B.(B.)tropicus A. Dit is reeds vermeld dat die habitat waarin die parentaalslakke van B.(B.)tropicus B versamel is nie standhoudend was nie en dat dit dikwels vir etlike maande van die jaar sonder water was. Daarteenoor het die habitat wat die parentaalslakke van B.(B.)tropicus A gehuisves het, alhoewel dit nie verder as 5 km van die habitat van B.(B.)tropicus B geleë was nie, selde indien ooit opgedroog. Spekulatief gesien, mag temperatuur hoër uiterste waardes bereik in 'n habitat waarvan die watervlak baie skommel en wat dikwels aan opdroging onderhewig is. Om suksesvol in so 'n habitat te kan voortbestaan, sou 'n versnelde voortplantingsi=klus (m.a.w. 'n klein T_c -waarde) en die vermoë om by uiterste temperature te kan oorleef en veral by hoër temperature te kan voortplant, 'n groot bate vir 'n slakbevolking wees. Die kleiner T_c -waardes en die hoër voortplantingsvermoë by 29°C van B.(B.)tropicus B suggereer dat seleksie t.o.v. die minder gunstige habitat reeds kon plaasgevind het. Smith (1954) is ook van mening dat 'n hoë r_m - en 'n klein T_c -waarde geassosieer is met 'n ongunstige omgewing. Verskeie outeurs bepsreek gevalle waar die rol wat seleksie by die voortplantingsvermoë van varswater=slakke speel duidelik tydens laboratoriumeksperimente te voorskyn tree. Forbes & Crampton (1942) het bv. gevind dat een groep van L.palustris wat in 'n dammetjie versamel is, hoewel

morfologies identies aan 'n ander groep van dieselfde spesie wat in 'n stroom versamel is, grootliks verskil het t.o.v. hul fisiologiese prosesse van groei, vrugbaarheid en oorlewingsduur en dat hierdie verskille in daaropvolgende generasies volgehou is. Omdat r_m volgens De Witt (1954b) geneties bepaal word en die hoogste waarde binne 'n gegewe bevolking die resultaat van seleksie is, skryf hy die verskil in r_m -waardes tussen twee kohorte van P.gyrina wat onder identiese toestande in die laboratorium gehou is, maar waarvan die parentaalslakke uit verskillende habitate afkomstig was, toe aan seleksie. Soortgelyke resultate, gelewer deur laboratoriumeksperimente, word ook deur Harrison (1966) as getuienis aangevoer vir die voorkoms van 'n aantal geneties geïsoleerde bevolkings van B.pfeifferi in Rhodesië.

Die bevolkingstatistieke bepaal vir die eksperimente met B.(B.)tropicus uit twee verskillende habitate reflekteer die invloed van seleksie en dui daarop dat die twee bevolkings in die oorsprongshabitate geneties geïsoleer was.

3.2 Vergelyking van die bevolkingstatistieke van die onderseekte varswaterslakspesies by die konstante temperatuur en by kamertemperatuur

3.2.1 Konstante temperatuur van 17°C

Die uitbroeityd van die eiers van die verskillende spesies het gewissel van 12 dae by B.(B.)tropicus A tot 26 dae by die kohort van B.(P.)africanus (Tabel 58). Alhoewel die uitbroei-persentasie van die eiers in alle gevalle goed was, is die beste resultate gelewer deur B.(P.)africanus alhoewel

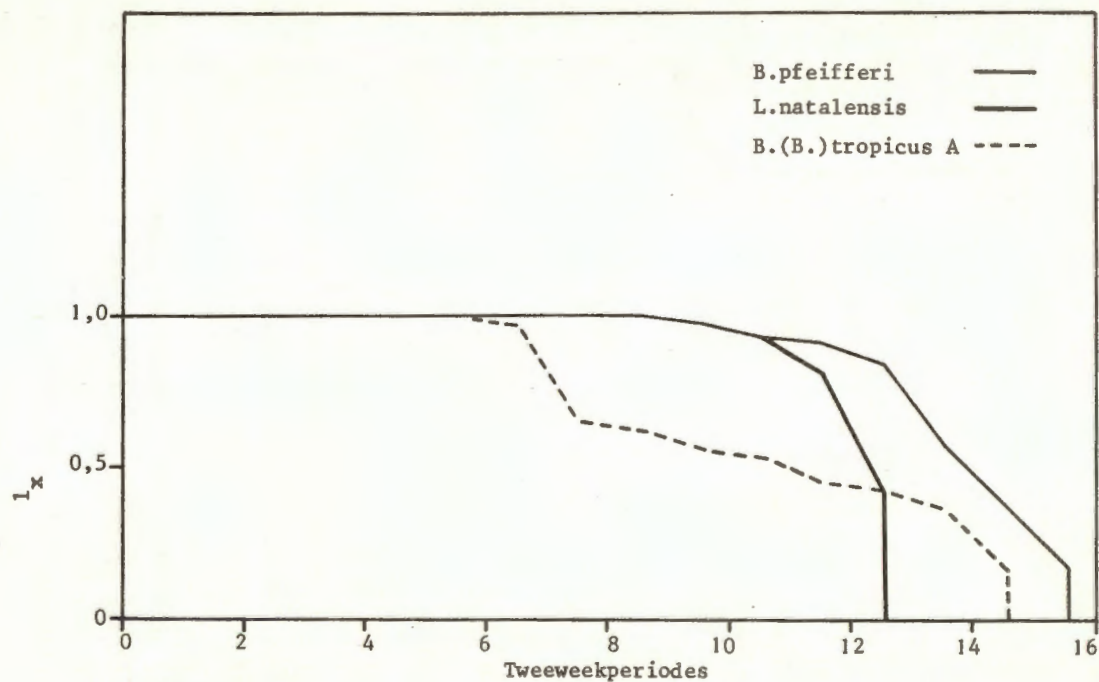
TABEL 58 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die
verskillende spesies by 'n konstante temperatuur
van 17^oC

	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>
Uitbroeityd*	13	17	26	12
Uitbroeiper= sentasie	92	93	100	99
Tyd tot eier= produksie	60	54	-	51
λ	2,2859	1,8948	-	2,8493
r_m	0,8268	0,6391	-	1,0471
R_0	757,0391	102,5107	-	875,0466
T_c	9,8632	8,6793	-	8,2001

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

B. (B.) tropicus A slegs 1% swakker gevaar het. Die kohort van B. (B.) tropicus A het die vroegste begin eiers lê en L. natalensis en B. pfeifferi onderskeidelik drie en nege dae later. Die kohort van B. (P.) africanus is dood voordat eierproduksie kon plaasvind.

Alhoewel 100%-oorlewing vir dieselfde tydperk gehandhaaf is deur B. pfeifferi en L. natalensis is die kohort van laasgenoemde spesie selfs vroeër dood as dié van B. (B.) tropicus A waar mortaliteit veel vroeër begin intree het (Figuur 79). Die mortaliteitsperiode van die kohort van B. (B.) tropicus A was onderskeidelik



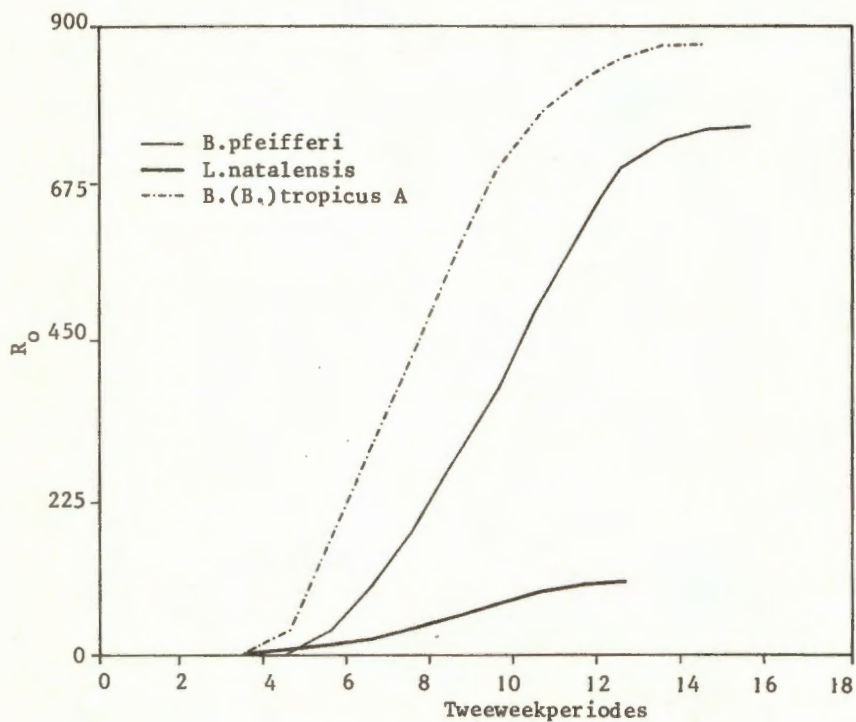
FIGUUR 79. Die l_x -krommes van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 17°C

vyf en twee tweeweekperiodes langer as by dié van L.natalensis en B.pfeifferi. Nogtans het die kohort van laasgenoemde spesie die langste gelewe.

Die nettovoortplantingskoers (R_0) van die kohort van B.(B.)tropicus A was nie slegs die hoogste nie (Tabel 57), maar het ook die grootste toename per tydseenheid getoon (Figuur 80). Die totale R_0 -waarde sowel as die toename in R_0 -waarde per tydseenheid van die kohort van B.pfeifferi het redelik gunstig vergelyk met dié van B.(B.)tropicus A. Die kohort van L.natalensis, daarenteen, het betreffende alle aspekte van R_0 -waarde die swakste gevaar.

Die gunstigste T_c -waarde en die grootste R_0 -waarde is by B.(B.)tropicus A aangeteken. Gevolglik is ook die grootste r_m -waarde deur die betrokke kohort bereik. Ondanks 'n groter T_c -waarde was die r_m -waarde van die kohort van B.pfeifferi groter as dié van L.natalensis omdat die R_0 -waarde van eersgenoemde soveel groter was. Die beste oorlewingskoers is deur B.pfeifferi vertoon.

Omdat die r_m -waardes van al drie die betrokke spesies groter as nul was, was hulle λ -waardes groter as een wat daarop neerkom dat al drie spesies sou kon voortbestaan en in getalle vermeerder by 'n konstante temperatuur van 17°C . Danksy die hoër λ -waarde en kleiner T_c -waarde sou die kanse van B.(B.)tropicus A op voortbestaan egter baie groter wees.



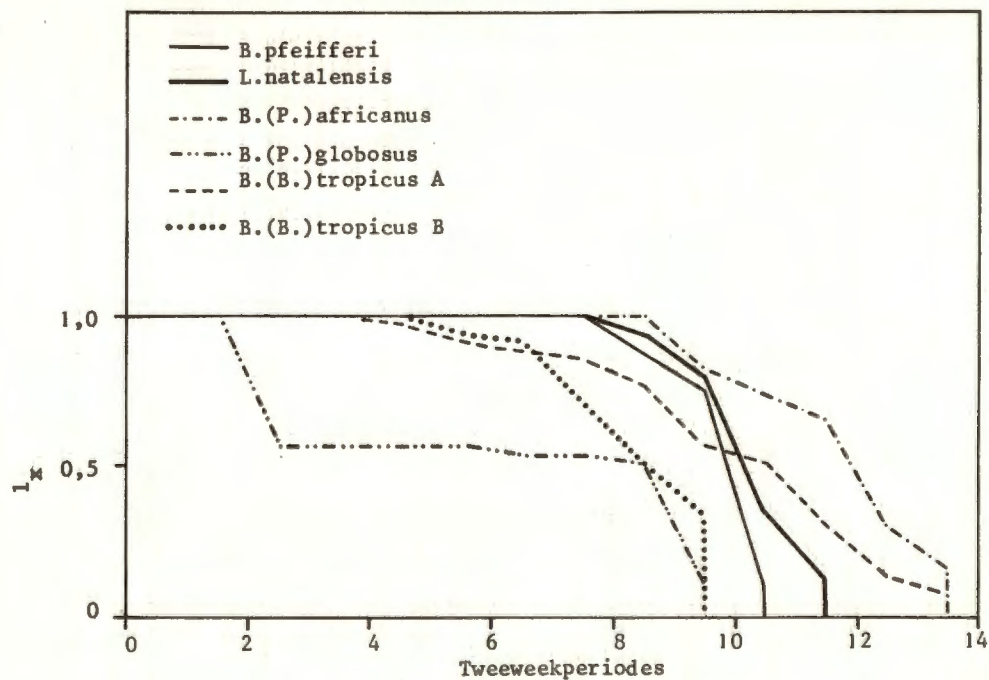
FIGUUR 80. Die toename in R_0 -waarde per twee weekperiode van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 17°C

3.2.2 Konstante temperatuur van 20°C

Die bevolkingstatistieke van die ondersoekte spesies is in tabel 59 saamgevat. Die uitbroeityd het gewissel vanaf agt dae by B.(B.)tropicus A tot 15 dae by L.natalensis. Die laagste uitbroeipersentasie (85%) is by die kohort van B.(P.)globosus aangetref. By al die ander spesies was dit hoër as 90%. Die tydsvlerloop tussen eieruitbroeiing en die daaropvolgende eierproduksie by die kohorte van B.pfeifferi, L.natalensis en die twee kohorte van B.(B.)tropicus, het met nie meer as 10 dae verskil nie. Die 71 en 80 dae wat respektiewelik vir B.(P.)africanus en B.(P.)globosus aangeteken is, was twee keer so lank as by die ander spesies.

Die kohort van B.(P.)africanus het nie slegs 100%-oorlewing die langste gehandhaaf nie, maar saam met B.(B.)tropicus A ook die langste oorlewingsduur getoon. Daarteenoor het mortaliteit die vroegste begin intree by B.(P.)globosus wat boonop saam met B.(B.)tropicus B die vroegste dood is (Figuur 81).

Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid van al die kohorte by 20°C is grafies voorgestel in figuur 82 terwyl die totale R_0 -waardes in tabel 59 weergegee is. Die R_0 -waardes wat deur die twee kohorte van Physopsis bereik is, was byna te gering om in figuur 96 aangedui te kan word. Nogtans was die totale R_0 -waarde wat deur B.(P.)globosus bereik is amper twee keer so groot as dié van B.(P.)africanus. Die kohort van B.(B.)tropicus B het die grootste toename in R_0 -waarde per tydseenheid getoon en die grootste totale R_0 -waarde bereik ten spyte van

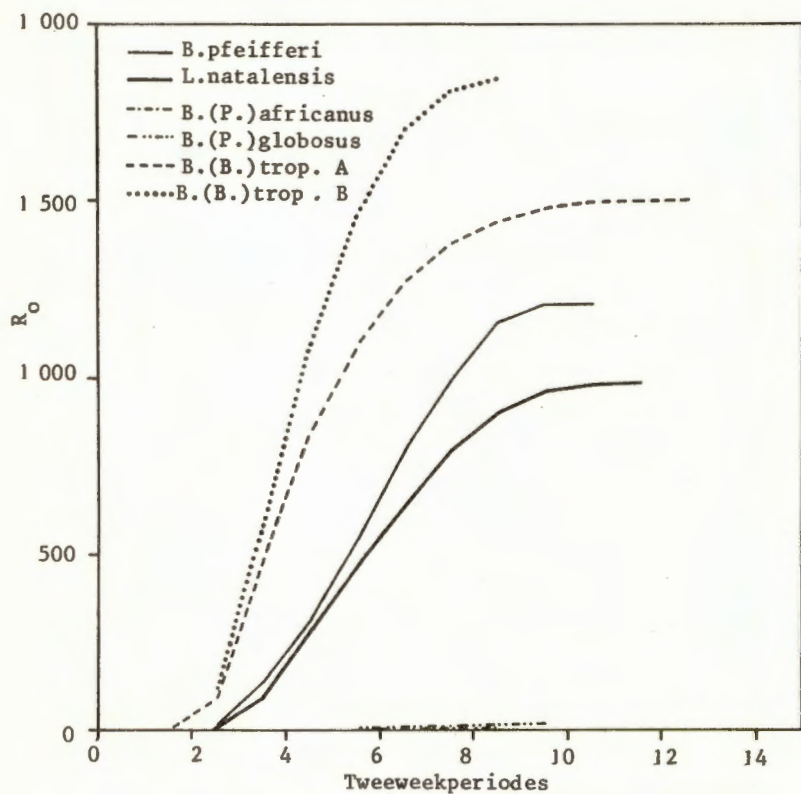


FIGUUR 81. Die l_x -krommes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 20°C

TABEL 59 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 20°C

	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (P.) globosus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>	<u>B. (B.) tropicus B</u>
Uitbroeityd*	12	15	13	13	8	9
Uitbroeiper= sentasie	91	97	99	85	99	95
Tyd tot eier= produksie	35	37	71	80	27	31
λ	4,7533	4,3632	1,3702	1,4242	7,4629	8,0575
r_m	1,5588	1,4732	0,3150	0,3536	2,0099	2,0866
R_o	1 209,2757	982,8197	7,2000	13,3473	1 503,9532	1 847,7027
T_c	6,2254	6,2860	6,3810	7,4529	5,1280	4,8430

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae



FIGUUR 82. Die toename in R_0 -waarde per twee weekperiodes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 20°C

die langer voortplantingsperiode van B.(B.)tropicus A. By B.pfeifferi was die toename in R_0 -waarde per tydseenheid aanvanklik nie veel groter as dié van L.natalensis nie, dog omdat 'n reëlmatige toename per tydseenheid oor 'n langer tydperk volgehou is, is 'n heelwat groter totale R_0 -waarde bereik as by L.natalensis.

Die grootste R_0 -waarde sowel as die kleinste T_C -waarde is deur B.(B.)tropicus B bereik. Derhalwe was die r_m -waarde van die betrokke kohort ook die hoogste. Om dieselfde redes is die tweede en derde hoogste r_m -waardes onderskeidelik by B.(B.)tropicus A en B.pfeifferi aangeteken. Alhoewel die T_C -waarde van B.(P.)africanus kleiner as dié van B.(P.)globosus was, was die r_m -waarde by laasgenoemde spesie hoër omdat die R_0 -waarde byna tweekeer so groot as by eersgenoemde spesie was.

Die λ -waardes van die twee kohorte van B.(B.)tropicus was naby mekaar en so ook dié van die twee spesies van Physopsis. Die verskil in λ -waardes tussen B.pfeifferi en L.natalensis was ook nie groot nie. Volgens die λ -waardes sou bevolkings van al die ondersoekte spesies in staat wees om by 'n konstante temperatuur van 20°C in getalle te vermeerder. Hierdie vermeerdering sou egter by B.(B.)tropicus baie vinniger kon plaasvind as by enige van die ander spesies.

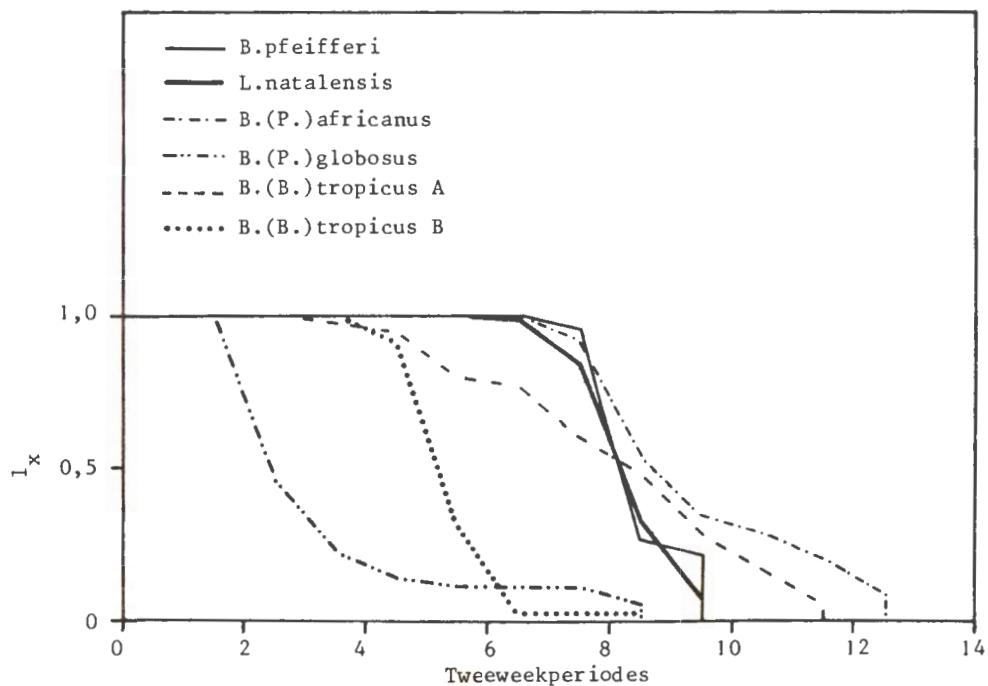
3.2.3 Konstante temperatuur van 23°C

Die eiers van B.(B.)tropicus B en L.natalensis het onderskeidelik die kortste (6 dae) en langste tyd (13 dae) geneem om uit te broei. Die eiers van sowel B.pfeifferi as B.(P.)globosus

TABEL 60 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 23°C

	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (P.) globosus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>	<u>B. (B.) tropicus B</u>
Uitbroeityd*	10	13	11	10	7	6
Uitbroeiper- sentasie	93	93	98	96	96	97
Tyd tot eier= produksie	23	33	44	47	22	23
λ	7,4408	5,8529	2,7071	1,5816	13,5673	16,3995
r_m	2,0070	1,7669	0,9959	0,4585	2,6077	2,7973
R_o	1 320,7857	1 121,2644	120,1442	12,0591	1 000,7397	1 001,1048
T_c	5,2481	5,0963	5,8363	5,7629	3,9109	3,3259

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae



FIGUUR 83. Die 1_x -krommes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 23°C

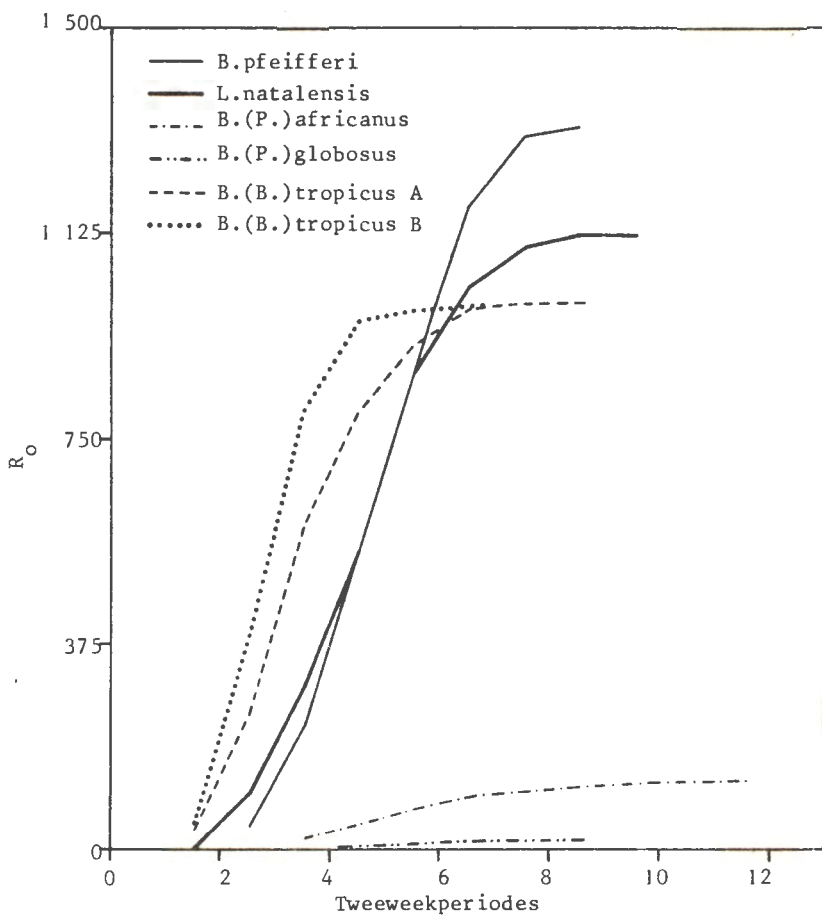
het op 10 dae uitgebroeï terwyl dié van B.(P.)africanus 'n dag langer geneem het. By die twee groepe van B.(B.)tropicus het uitbroeityd met slegs een dag verskil (Tabel 60).

Alhoewel die uitbroeipersentasie van die eiers by al die spesies 93% of hoër was, is die beste resultate bereik by B.(P.)africanus waar 98% van die eiers uitgebroeï het.

Die kohort van B.(B.)tropicus A het die vroegste begin eiers produseer. Die onderlinge verskille in die tydsverloop wat eierproduksie voorafgegaan het, tussen B.(B.)tropicus A & B, B.pfeifferi en L.natalensis was egter nie meer as 10 dae nie. Daarteenoor het B.(P.)africanus en B.(P.)globosus onderskeidelik 44 en 53 dae langer as B.(B.)tropicus A geneem om die eerste eiers te produseer.

Die kohorte van B.pfeifferi en B.(P.)africanus het 100%-oorlewing oor die langste tydperk gehandhaaf, terwyl laasgenoemde spesie boonop ook die langste geleef het (Figuur 83). Daarteenoor het mortaliteit die vroegste begin intree by B.(P.)globosus wat daarbenewens ook nog saam met B.(B.)tropicus B die vroegste dood is. Mortaliteit het by B.(B.)tropicus A vroeër as by B.(B.)tropicus B ingetree. Nogtans was die lewensduur van die eersgenoemde kohort baie langer. Die mortaliteitsperiode van B.(B.)tropicus A was die langste van al die spesies.

Die totale R_0 -waardes van die kohorte van al die spesies is in tabel 60 uiteengesit terwyl die toename in R_0 -waarde per tweeweekperiode in figuur 84 weergegee is. Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid van albei kohorte van B.(B.)tropicus



FIGUUR 84. Die toename in R_0 -waarde per twee weekperiode van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 23°C

was aanvanklik groter as by sowel B.pfeifferi as L.natalensis. Laasgenoemde twee spesies het egter albei hoër R_0 -waardes bereik as e.g. twee kohorte omdat 'n reëlmatige toename in R_0 -waarde per tydseenheid oor 'n langer periode volgehou is. Die kohort van L.natalensis het aanvanklik 'n groter toename in R_0 -waarde per tydseenheid as B.pfeifferi getoon, dog het nie so 'n hoë R_0 -waarde bereik nie omdat die toename per tydseenheid gouer begin afneem het. Die kohort van B.(P.)africanus het 'n groter toename in R_0 -waarde per tydseenheid getoon as B.(P.)globosus en voortplanting vir 'n langer periode volgehou. Derhalwe is 'n hoër R_0 -waarde bereik. Die R_0 -waardes van die kohorte van die twee spesies van Physopsis het egter in alle opsigte uiters ongunstig met dié van die ander spesies vergelyk.

Ondanks laer R_0 -waardes as by die kohorte van sowel B.pfeifferi as L.natalensis was die r_m -waardes van albei kohorte van B.(B.)tropicus hoër as by eersgenoemde twee spesies. Dit was aan hul veel kleiner T_c -waardes te danke (Tabel 60). Daar die R_0 -waardes van die twee kohorte van B.(B.)tropicus byna ewe groot was, is die grootste r_m -waarde, danksy 'n kleiner T_c -waarde, deur B.(B.)tropicus bereik. Die hoeveelheid wat T_c by L.natalensis kleiner as by B.pfeifferi was, was nie genoeg om die invloed van die groter R_0 -waarde van die lg. spesie in die berekening van r_m te kanselleer nie. Gevolglik was die r_m -waarde van B.pfeifferi groter as dié van L.natalensis. Om dieselfde redes was die r_m -waarde van B.(P.)africanus groter as dié van B.(P.)globosus ten spyte van 'n effens groter T_c -waarde.

By 'n konstante temperatuur van 23°C is die beste oorlewing dus by B.(P.)africanus aangetref, die grootste nettovoortplan-

tingskoers (R_0) by B.pfeifferi, terwyl sowel die kortste gemiddelde kohortgenerasieduur (T_c) as die hoogste ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) deur B.(B.)tropicus B bereik is.

3.2.4 Konstante temperatuur van 26°C

Die uitbroeityd van die eiers van die onderskeie kohorte het gewissel van vyf dae by die twee kohorte van B.(B.)tropicus tot agt dae by B.pfeifferi en L.natalensis (Tabel 61). Die uitbroeipersentasie van die eiers was by al die spesies 92% of hoër dog die beste resultate is bereik deur die twee spesies van Physopsis waar 100% van die eiers uitgebroei het.

Die tydverloop tussen uitbroeiing en die eerste eierproduksie by 'n gegewe kohort het gewissel vanaf 17 dae by B.(B.)tropicus A tot 36 dae by B.(P.)africanus. Die twee kohorte van B.(B.)tropicus het t.o.v. hierdie aspek vier dae verskil terwyl daar 'n verskil van ses dae was tussen die twee spesies van Physopsis.

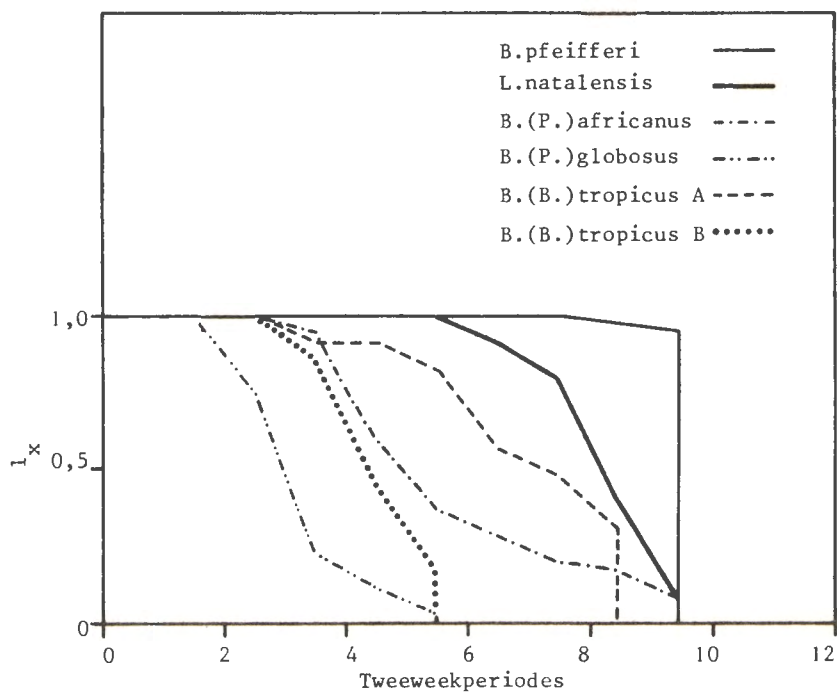
Die kohort van B.pfeifferi het 100%-oorlewing die langste volgehou en het daarbenewens saam met L.natalensis en B.(P.)africanus die langste geleef (Figuur 85). Daarteenoor het mortaliteit die vroegste ingetree by B.(P.)globosus wat boonop saam met B.(B.)tropicus B die vroegste dood is. Die kohort van B.(P.)africanus het die langste mortaliteitsperiode getoon.

Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid is grafies in figuur 86 voorgestel, terwyl die totale R_0 -waardes in tabel 61 weergegee is. Die grootste toename per tydseenheid is deur B.(B.)tropicus

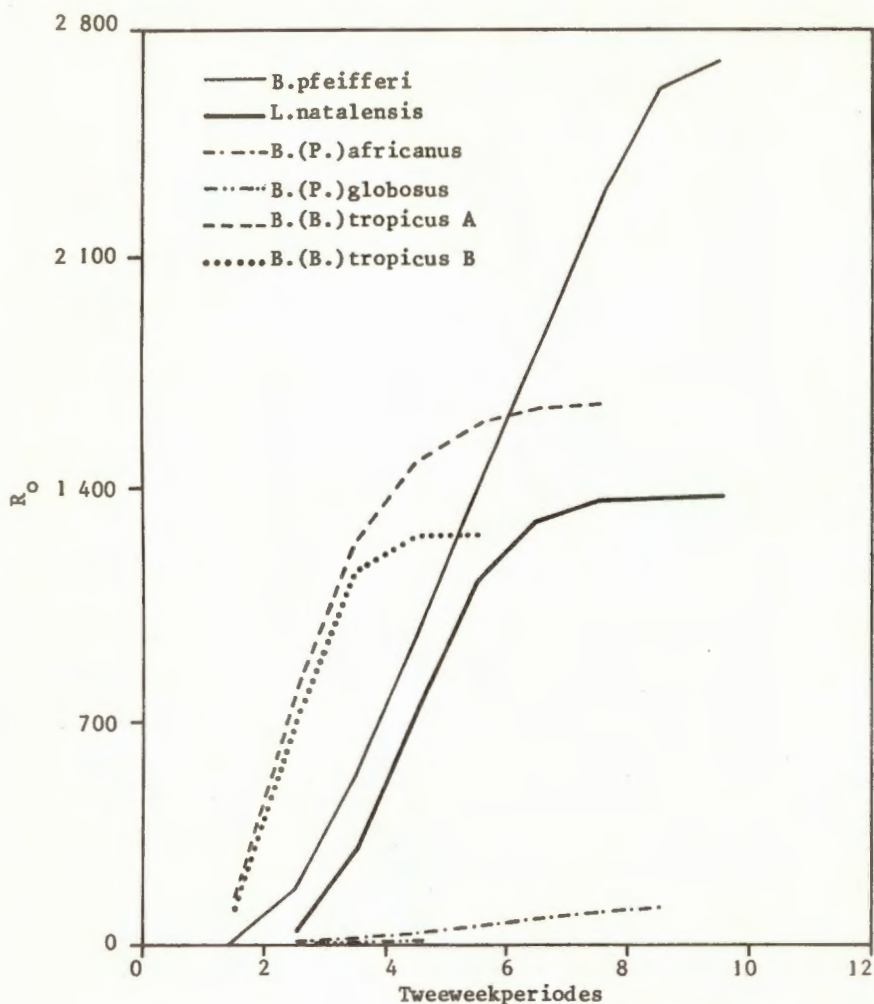
TABEL 61 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 26°C

	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (P.) globosus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>	<u>B. (B.) tropicus B</u>
Uitbroeityd*	8	8	7	6	5	5
Uitbroeiper= sentasie	96	92	100	100	93	99
Tyd tot eier= produksie	22	29	36	30	17	21
λ	10,7234	6,1095	2,8201	1,8809	29,1540	25,9791
r_m	2,3724	1,8093	1,0368	0,6318	3,3726	3,2573
R_o	2 696,1900	1 371,9091	110,1102	7,9437	1 655,6409	1 255,3665
T_c	5,8900	4,9939	5,8217	3,4389	3,3660	2,9576

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae



FIGUUR 85. Die l_x -krommes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 26°C

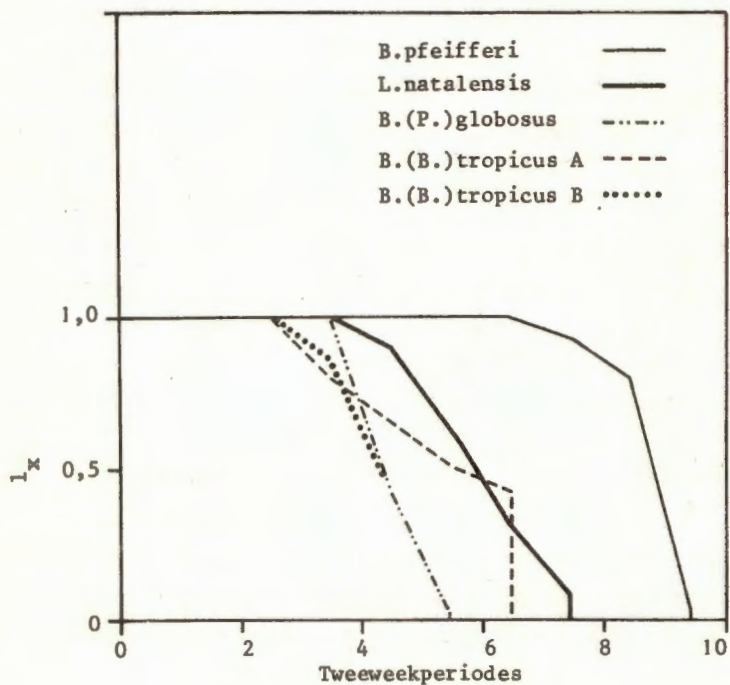


FIGUUR 86. Die toename in R_0 -waarde per twee week periode van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 26°C

A getoon. Die kohort van B.(B.)tropicus B het aanvanklik byna net so 'n groot toename in R_0 -waarde per tydseenheid getoon maar het dit nie so lank volgehou as B.(B.)tropicus A nie en het gevolglik 'n laer totale R_0 -waarde bereik. Die kohort van B.pfeifferi wat die derde grootste toename in R_0 -waarde per tydseenheid getoon het, het 'n reëlmatige toename per tydseenheid so lank volgehou dat 'n totale R_0 -waarde bereik is wat meer as 1 000 groter was as dié van B.(B.)tropicus A wat die tweede grootste totale R_0 -waarde bereik het. Om 'n derglike rede het L.natalensis 'n hoër totale R_0 -waarde bereik as B.(B.)tropicus B ten spyte van 'n kleiner toename in R_0 -waarde per tydseenheid. Alhoewel die kohort van B.(P.)africanus 'n baie groter R_0 -waarde as dié van B.(P.)globosus bereik het, het die R_0 -waardes van beide spesies uiters swak vergelyk met dié van die ander spesies.

Ondanks die besonder hoë R_0 -waarde van die kohort van B.pfeifferi het die twee kohorte van B.(B.)tropicus, danksy kleiner T_c -waardes, albei hoër r_m -waardes bereik (Tabel 61). Eweneens was die r_m -waarde van B.(B.)tropicus B ten spyte van 'n laer R_0 -waarde groter as dié van L.natalensis. Die kleiner T_c -waarde van B.(B.)tropicus B kon nie opweeg teen die groter R_0 -waarde van B.(B.)tropicus A nie en e.g. het derhalwe 'n kleiner r_m -waarde bereik. Om dieselfde rede was die r_m -waarde van B.(P.)globosus kleiner as dié van B.(P.)africanus ondanks 'n kleiner T_c -waarde.

By 'n konstante temperatuur van 26°C het B.pfeifferi die beste oorlewingskoers sowel as die hoogste nettovoortplantingskoers



FIGUUR 87. Die l_x -krommes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 29°C

van al die spesies getoon, terwyl die kortste gemiddelde kohort= generasieduur en die hoogste ingebore vermoë om te vermeerder suksessiewelik deur B.(B.)tropicus B en B.(B.)tropicus A bereik is.

3.2.5 Konstante temperatuur van 29°C

Die uitbroeityd van die eiers van die onderskeie spesies het gewissel vanaf vier dae by B.(B.)tropicus B tot agt dae by L.natalensis. Die uitbroeipersentasie was 100% by B.(P.)globosus en B.(B.)tropicus B en 95% by B.pfeifferi en B.(B.)tropicus A. Hierteenoor is baie swakker resultate behaal deur B.(P.)africanus en L.natalensis waar onderskeidelik slegs 68% en 74% van die eiers uitgebroei het. Die tydsverloop tussen uitbroei= ing en eierproduksie het gewissel vanaf 16 dae by B.(B.)tropi= cus A tot 28 dae by L.natalensis (Tabel 62). Die kohort van B.(P.)africanus is dood voordat enige eierproduksie kon plaas= vind.

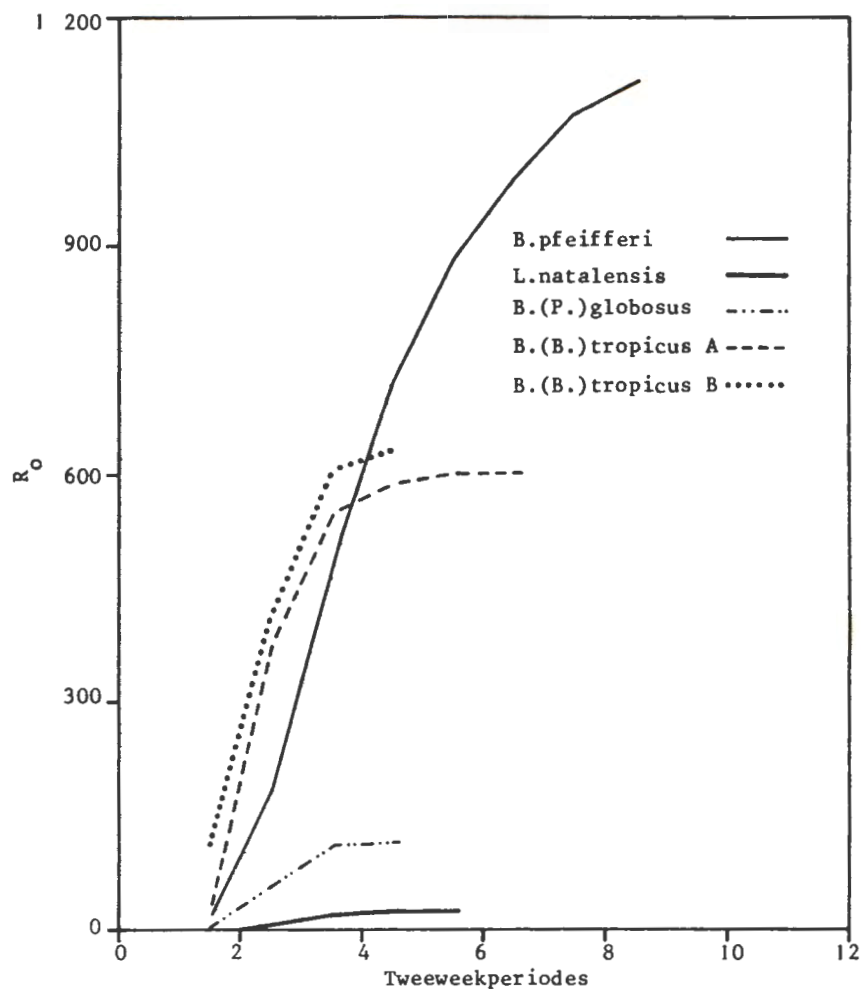
Die kohort van B.pfeifferi het dié van al die ander spesies ver oortref in sowel die tydperk waartydens 'n 100%-oorlewing vol= gehou is as oorlewingsduur (Figuur 87). Mortaliteit het die vroegste begin intree by die twee kohorte van B.(B.)tropicus maar B.(B.)tropicus A het B.(B.)tropicus B wat saam met B.(P.)globosus die vroegste dood is, oorleef.

Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid is grafies in figuur 88 voorgestel terwyl die totale R_0 -waardes in tabel 62 weerge= gee is. Die twee kohorte van B.(B.)tropicus het albei 'n groter

TABEL 62 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 29°C

	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (P.) globosus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>	<u>B. (B.) tropicus B</u>
Uitbroeityd*	7	8	7	6	5	4
Uitbroeiper- sentasie	95	74	68	100	95	100
Tyd tot eier= produksie	23	28	-	27	16	20
λ	10,6521	2,5419	-	5,8346	14,4536	23,1534
r_m	2,3658	0,9329	-	1,7638	2,6709	3,1421
R_o	1 114,8191	23,1555	-	112,9147	601,7979	637,9373
T_c	4,6089	3,6651	-	3,0101	2,9545	2,6865

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae



FIGUUR 88. Die toename in R_0 -waarde per twee week periode van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 29°C

toename in R_0 -waarde per tydseenheid getoon as die van enige van die ander spesies dog is t.o.v. totale R_0 -waarde ver oortref deur B.pfeifferi wat 'n reëlmatige toename per tydseenheid, al= hoewel ietwat laer, vir 'n baie langer tydperk volgehou het. Die toename in R_0 -waarde per tydseenheid van B.(P.)globosus was aansienlik hoër as dié van L.natalensis maar het nogtans baie ongunstig vergelyk met dié van enige van die ander spesies. Die R_0 -waardes van die twee kohorte van B.(B.)tropicus het nie veel van mekaar verskil nie. Nogtans is 'n aansienlik hoër r_m -waarde deur B.(B.)tropicus B bereik danksy die gesamentlike bydrae van 'n ietwat groter R_0 - en 'n ietwat kleiner T_C -waarde. Ondanks die hoogste R_0 -waarde by B.pfeifferi was sy r_m -waarde a.g.v. sy groot T_C -waarde laer as by die twee kohorte van B.(B.)tropicus. Die vierde hoogste r_m -waarde is vir B.(P.)globosus bereken waar 'n hoër R_0 -waarde sowel as 'n kleiner T_C -waarde bereik is as by L.natalensis.

By 'n konstante temperatuur van 29°C is die beste oorlewings= koers en die hoogste nettovoortplantingsyfer dus deur B.pfeifferi behaal, terwyl die kortste gemiddelde kohortgenerasieduur en die hoogste r_m -waarde deur B.(B.)tropicus B bereik is.

3.2.6 Konstante temperatuur van 32°C

Uitbroeityd van die eiers van die onderskeie spesies het gewissel vanaf vyf dae by B.(B.)tropicus A tot agt dae by B.(P.)africanus. Die uitbroeipersentasie van die eiers was besonder swak by L.natalensis en B.(P.)africanus maar aansienlik hoër by B.pfeifferi waar 75% van die eiers uitgebroei het. Die

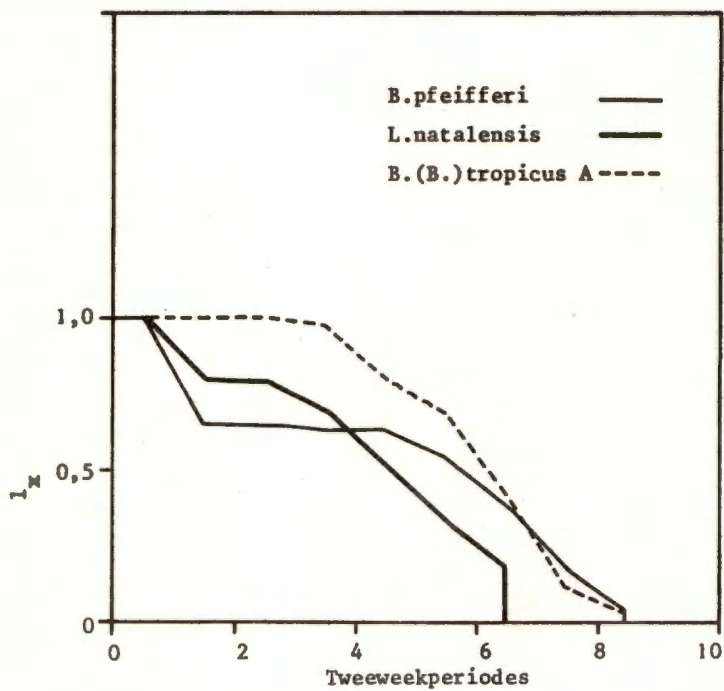
beste resultate is egter behaal deur B.(B.)tropicus A waar al die eiers uitgebroei het (Tabel 63). Die tydsverloop tussen uitbroeiing en die eerste eierproduksie het gewissel vanaf 22 dae by B.(B.)tropicus B tot 46 dae by L.natalensis. Die kohort van B.(P.)africanus is dood voordat enige eiers geproduseer is.

TABEL 63 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 32°C

	<u>B.pfeifferi</u>	<u>L.natalensis</u>	<u>B.(P.)africanus</u>	<u>B.(B.)tropicus</u> A
Uitbroeityd*	6	7	8	5
Uitbroeiper= sentasie	75	53	57	100
Tyd tot eier= produksie	35	46	-	22
λ	1,7741	1,0063	-	0,8252
r_m	0,5733	0,0063	-	-0,1922
R_o	4,4317	1,0302	-	0,6285
T_c	2,6239	4,7647	-	2,4091

*Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae

Die kohort van B.(B.)tropicus A het nie net 'n 100%-oorlewing vir die langste tydperk volgehou nie maar ook saam met B.pfeifferi die langste geleef. Alhoewel mortaliteit by sowel B.pfeifferi as L.natalensis reeds tydens die eerste tweeweekpe=



FIGUUR 89. Die l_x -krommes van die kohorte van die verskillende spesies by 'n konstante temperatuur van 32°C

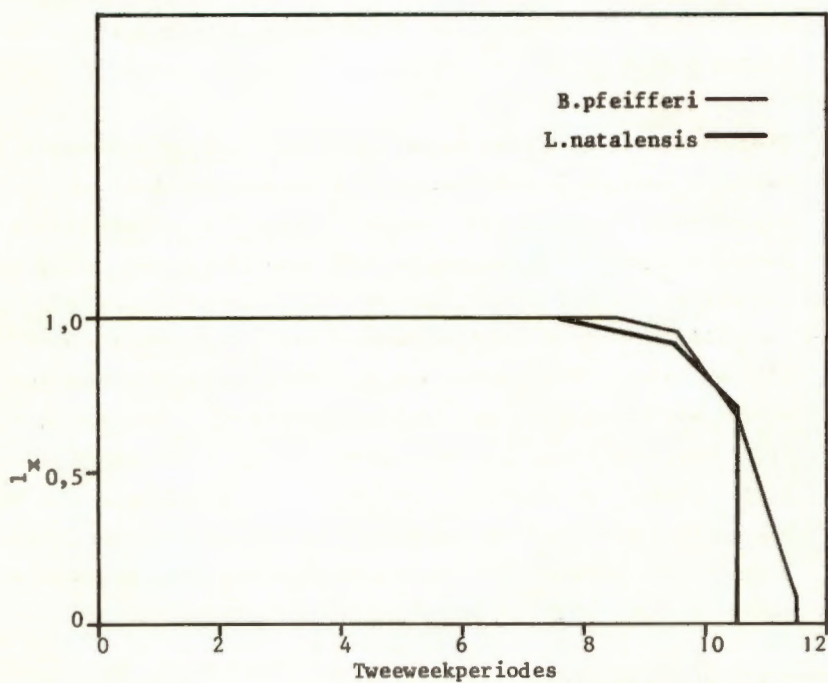
riode begin intree het, is die kohort van die laasgenoemde spesie eerste dood (Figuur 89).

Alhoewel die R_0 -waardes van al die spesies besonder klein was het B.pfeifferi tog aansienlik beter gevaar as L.natalensis wat op sy beurt weer beter gevaar het as B.(B.)tropicus A (Tabel 63).

Ondanks die klein T_c -waarde wat deur B.(B.)tropicus A bereik is was sy r_m -waarde negatief omdat sy R_0 -waarde so klein was (Tabel 63). Die grootste r_m -waarde is deur B.pfeifferi bereik danksy die hoogste R_0 -waarde en 'n T_c -waarde wat nie veel groter was as dié van B.(B.)tropicus A nie. As gevolg van die negatiewe r_m -waarde was die λ -waarde van B.(B.)tropicus A kleiner as een. Hiervolgens sou 'n bevolking van die betrokke spesie nie by 'n konstante temperatuur van 32°C kon voortbestaan nie, ten spyte van 'n beter oorlewing as die ander twee spesies. Die λ -waarde van L.natalensis was 'n weinig groter as een, terwyl die λ -waarde van B.pfeifferi daarop dui dat 'n toename in bevolkingsgetalle per tweeweekperiode byna tweekeer so groot sou wees as by 'n bevolking van L.natalensis.

3.2.7 Kamertemperatuur

Omdat die twee afsonderlike eksperimente by kamertemperatuur op verskillende tye van die jaar begin is, kan slegs die bevolkingstatistieke van die twee spesies wat gelyktydig in dieselfde akwarium gehuisves is, met mekaar vergelyk word. Soos blyk uit 'n vergelyking van figure 10 en 60 was die gemiddelde weeklikse kamertemperatuur aansienlik laer tydens die ekspe-



FIGUUR 90. Die l_x -krommes van die kohorte van die twee spesies tydens die eerste eksperiment by kamertemperatuur

riment met B.pfeifferi en L.natalensis as tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A.

Die eiers van B.pfeifferi het twee dae vroeër uitgebroei as dié van L.natalensis. Daarteenoor was die persentasie eiers wat uitgebroei het hoër by L.natalensis as by B.pfeifferi en het die kohort van e.g. spesie drie dae vroeër begin eiers lê (Tabel 64).

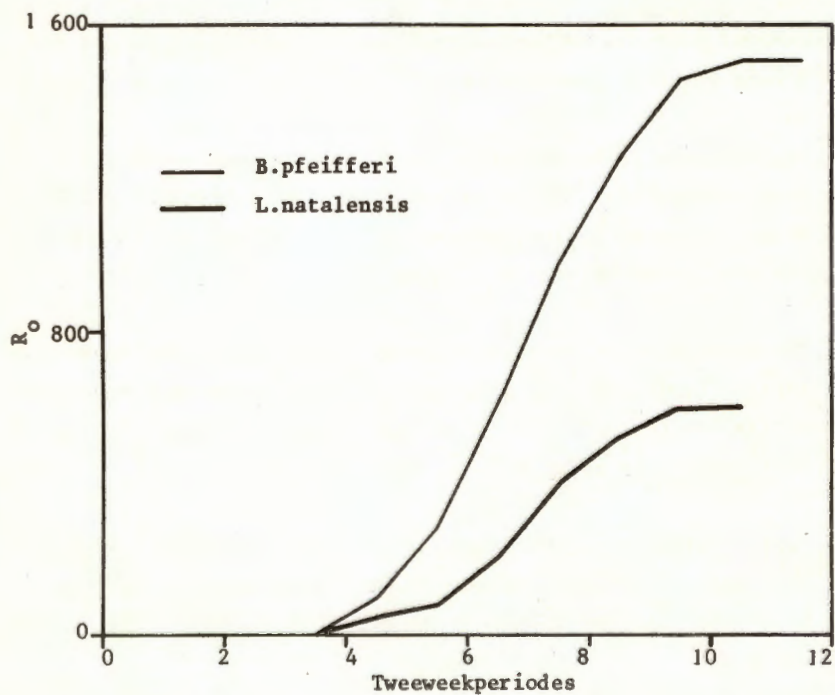
Daar was nie groot verskille in die oorlewingskoers van die twee spesies nie. Mortaliteit het een tweewekperiode vroeër begin intree by L.natalensis terwyl B.pfeifferi een tweewekperiode langer geleef het (Figuur 90).

Eierproduksie het by albei spesies tydens die vierde tweewekperiode begin maar die toename in R_0 -waarde per tydseenheid sowel as die totale R_0 -waarde was baie hoër by B.pfeifferi as by L.natalensis (Figuur 91 en Tabel 64).

Daar T_c slegs met 0,0093 tweewekperiodes verskil het by die twee kohorte en die R_0 -waarde van die kohort van B.pfeifferi baie hoër was, was ook die r_m -waarde baie hoër as by die kohort van L.natalensis.

Die eiers van B.(P.)africanus het byna twee keer so lank geneem om uit te broei as dié van B.(B.)tropicus A en boonop het B.(P.)africanus 13 dae langer geneem om te begin eiers lê. Alhoewel die uitbroeipersentasie van die eiers in albei gevalle goed was, het B.(P.)africanus 2% beter gevaar (Tabel 64).

Mortaliteit het by B.(B.)tropicus A veel vroeër begin intree

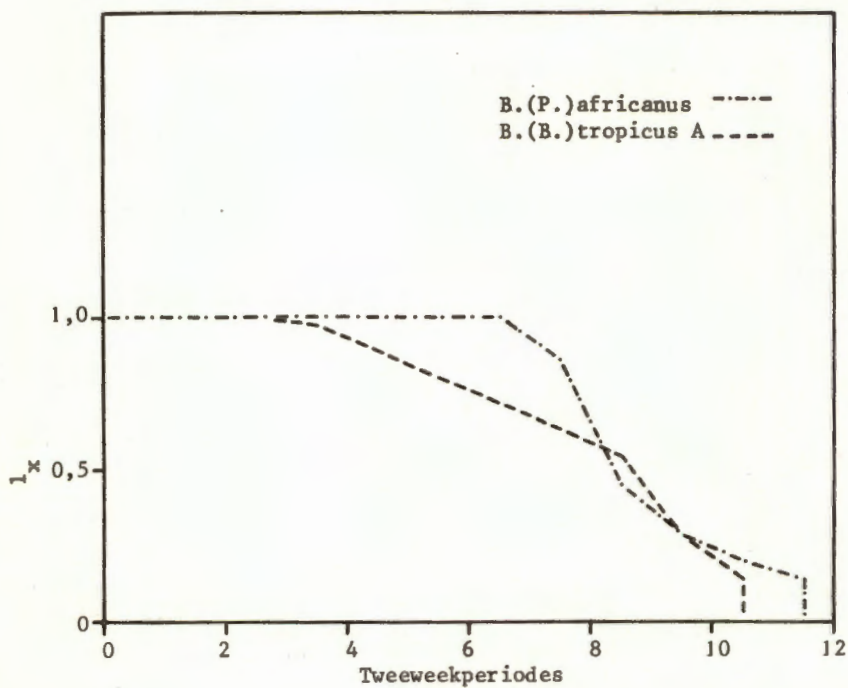


FIGUUR 91. Die toename in R_0 -waarde per twee week periode van die kohorte van die twee spesies tydens die eerste eksperiment by kamertemperatuur

TABEL 64 Bevolkingstatistieke van die kohorte van die verskillende spesies tydens die twee afsonderlike eksperimente by kamertemperatuur

Eerste eksperiment			Tweede eksperiment		
	<u>B. pfeifferi</u>	<u>L. natalensis</u>	<u>B. (P.) africanus</u>	<u>B. (B.) tropicus A</u>	
Uitbroei= tyd*	13	15	11	6	
Uitbroei= persentasie	93	95	92	90	
Tyd tot eier= produksie	55	52	40	27	
λ	3,2377	2,7682	3,7030	11,2971	
r_m	1,1749	1,0182	1,3092	2,4245	
R_o	1 500,8553	597,2713	448,3964	1 354,0112	
T_c	7,4063	7,4156	5,7452	3,9341	

* Uitbroeityd en tydsverloop tot eierproduksie aangegee in dae



FIGUUR 92. Die l_x -krommes van die kohorte van die twee spesies tydens die tweede eksperiment by kamertemperatuur

maar dié kohort is nogtans slegs een tweeweekperiode vroeër dood as die een van B.(P.)africanus a.g.v. 'n langer mortaliteits=periode (Figuur 92).

By B.(B.)tropicus A was die toename in R_0 -waarde per tydseenheid deurgaans hoër as by B.(P.)africanus. Gevolglik het e.g. 'n baie hoër totale R_0 -waarde bereik (Figuur 93). Daarbenewens was die T_c -waarde van B.(B.)tropicus A kleiner met die gevolg dat sy r_m -waarde baie hoër was as by B.(P.)africanus.

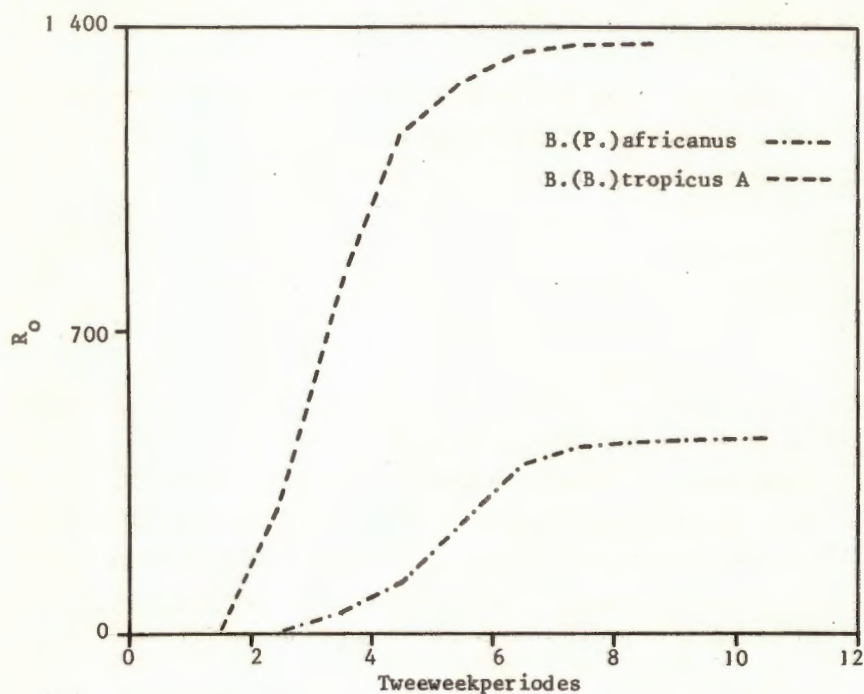
By B.(P.)africanus was dus slegs die uitbroeipersentasie van die eiers en oorlewing beter as by B.(B.)tropicus A.

3.2.8 Samevatting

Die eiers van B.(B.)tropicus het deurgaans by al die konstante temperature die vroegste uitbroei. By 17°C , 20°C en 32°C het die eiers van B.(B.)tropicus A die vroegste uitbroei en dié van B.(B.)tropicus B by die res. Hierdie inisiële voorsprong op die ander spesies is verder vergroot deurdat B.(B.)tropicus A deurgaans vroeër met eierproduksie begin het.

Met temperatuurstyging van 23°C af het die eiers van L.natalensis progressief swakker uitbroei terwyl net die teenoorgestelde by B.(P.)globosus waarneembaar was. Die eiers van die twee groepe van B.(B.)tropicus het deurgaans 'n hoë uitbroeipersentasie behaal terwyl dié van B.pfeifferi slegs by 32°C nie 'n uitbroei=persentasie van 91% of hoër kon bereik nie.

Wat oorlewing aanbetref het B.pfeifferi onteenseglik beter gevaar



FIGUUR 93. Die toename in R_0 -waarde per twee weekperiode van die kohorte van die twee spesies tydens die tweede eksperiment by kamertemperatuur

as enige van die ander spesies want by vier uit die ses konstante temperature nl. 17°C , 23°C , 26°C en 29°C het hierdie spesie 'n 100%-oorlewing oor die langste tydperk gehandhaaf. Daarbenewens het dit ook by vier van die konstante temperature nl. 17°C , 26°C , 29°C en 32°C die langste geleef. By 17°C en 23°C het L.natalensis en B.(P.)africanus onderskeidelik saam met B.pfeifferi 'n 100%-oorlewing oor die langste tydperk gehandhaaf terwyl e.g. twee spesies by 26°C en B.(B.)tropicus A by 32°C saam met B.pfeifferi die langste geleef het.

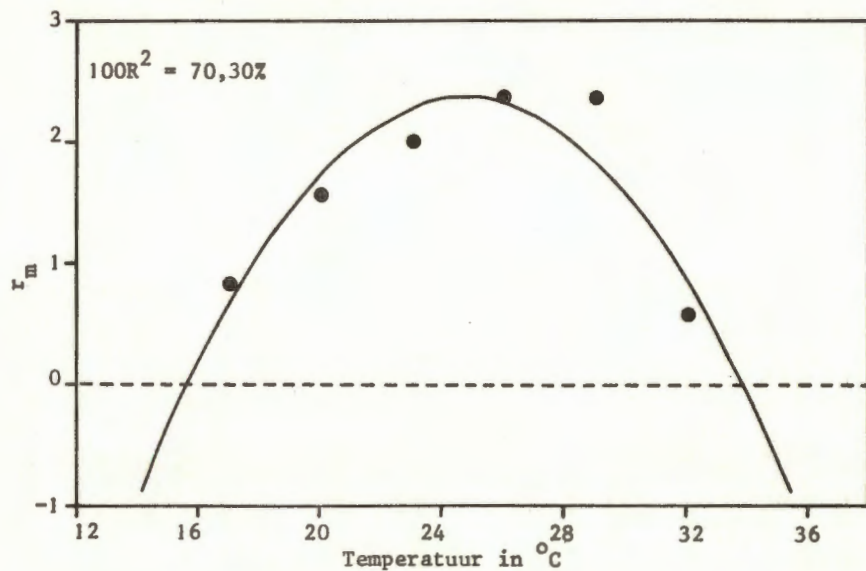
Die kohorte van B.pfeifferi het t.o.v. die nettovoortplantingsyfer die beste resultate gelewer by 23°C , 26°C , 29°C en 32°C . Dit was slegs by die laer konstante temperature nl. 17°C en 20°C waar B.(B.)tropicus A en B.(B.)tropicus B hierdie spesie oortref het. Die gemiddelde kohortgenerasieduur van B.(B.)tropicus was egter by al die temperature korter as by enige ander spesie. By 17°C en 32°C is die kleinste T_c -waarde deur B.(B.)tropicus A bereik en by 20°C tot en met 29°C deur B.(B.)tropicus B.

Ondanks die groter R_0 -waardes van B.pfeifferi by 23°C , 26°C en 29°C het die kohorte van sowel B.(B.)tropicus A as B.(B.)tropicus B, danksy veel kleiner T_c -waardes, groter r_m -waardes bereik. By 32°C was die R_0 -waarde van B.(B.)tropicus A egter so klein dat B.pfeifferi, ten spyte van 'n groter T_c -waarde, 'n groter r_m -waarde bereik het. Die hoogste r_m -waardes by 17°C en 20°C is onderskeidelik deur B.(B.)tropicus A en B.(B.)tropicus B bereik. Dit is dus slegs by 32°C waar die hoogste r_m -waarde nie deur een van die kohorte van B.(B.)tropicus bereik is nie.

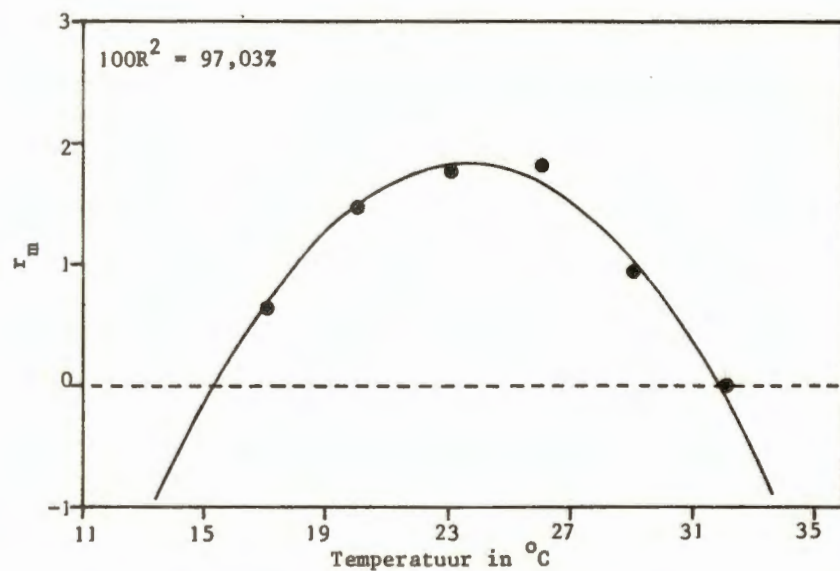
4. BESPREKING

Omdat die ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) 'n samevatting is van al die ander bevolkingstatistieke wat tydens hierdie ondersoek bereken of aangeteken is, moet die finale beslissing oor die sukses wat die ondersoekte spesies by die verskillende temperature behaal het op r_m -waardes berus. Om te probeer vasstel of daar nie 'n formuleerbare verband tussen r_m en temperatuur bestaan wat kenmerkend vir elke spesie is nie en vir die doel van ekstra- en interpolasie is krommes op die koördinaatpunte (werklik bepaalde r_m -waardes) vir elkeen van die ondersoekte spesies aangebring (Figure 94 - 102). Hiermee is terselfdertyd gepoog om die optimumtemperatuur vir r_m vir elke spesie grafies vas te stel want uit die resultate is dit duidelik dat dit vir ten minste sommige van die spesies êrens tussen twee van die ondersoekte konstante temperature sou val.

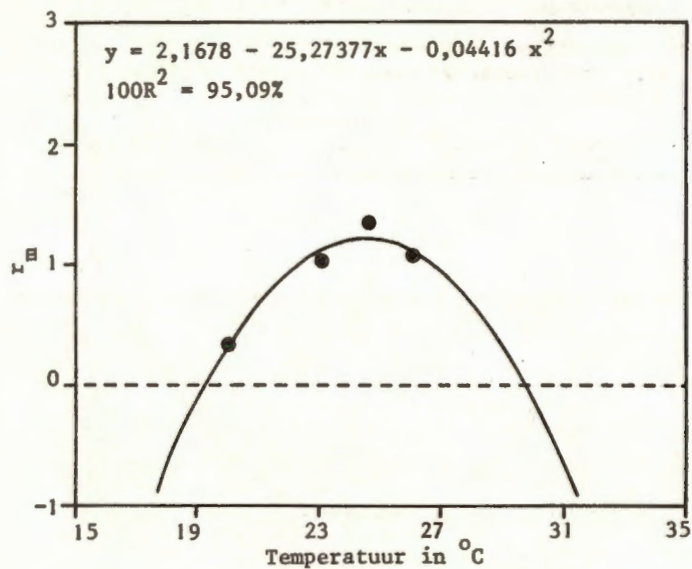
Aanvanklik is paraboliese krommes op die koördinaatpunte gepas omdat die werklik bepaalde r_m -waardes van elke spesie in figure 94 - 98 min of meer 'n paraboliese vorm beskryf. Hierdie werkwyse gaan van die veronderstelling uit dat die verband tussen temperatuur en r_m voor die draaipunt dieselfde behoort te wees as daarna. 'n Noukeurige ondersoek van die krommes bevraagteken egter die geldigheid van hierdie veronderstelling aangesien die passing op individuele koördinaatpunte, veral op daardie punte na die hoogste bepaalde r_m -waarde, nie besonder goed is nie. 'n Laer hoogste waarde as 'n werklik bepaalde r_m -waarde word selfs in die meerderheid gevalle deur die paraboliese krommes aangedui.



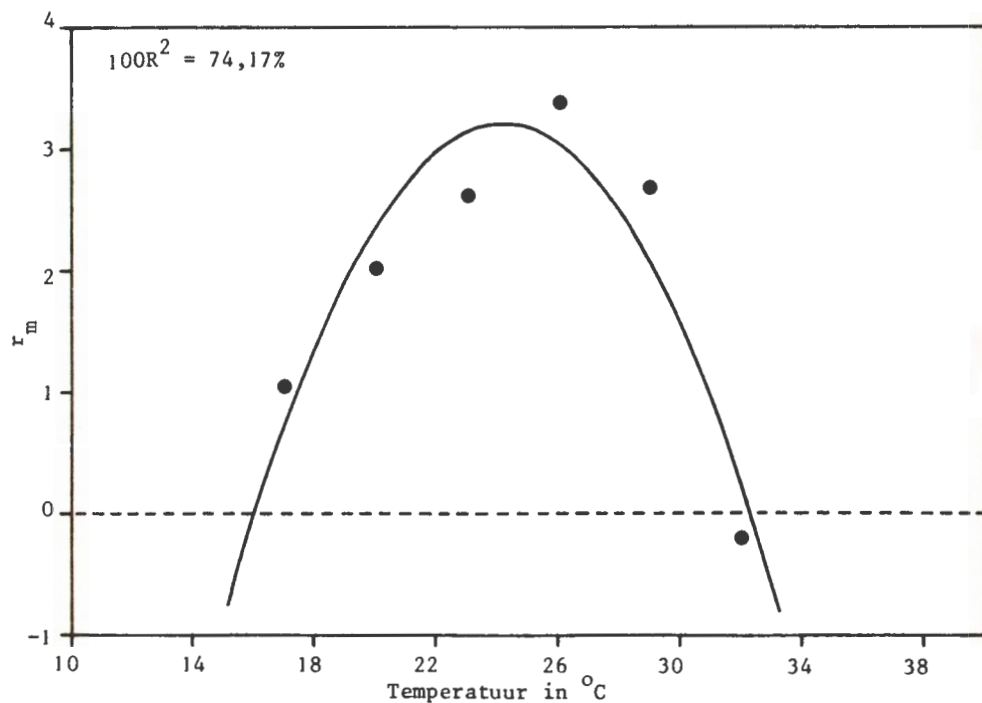
FIGUUR 94. Passing van 'n paraboliese kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature



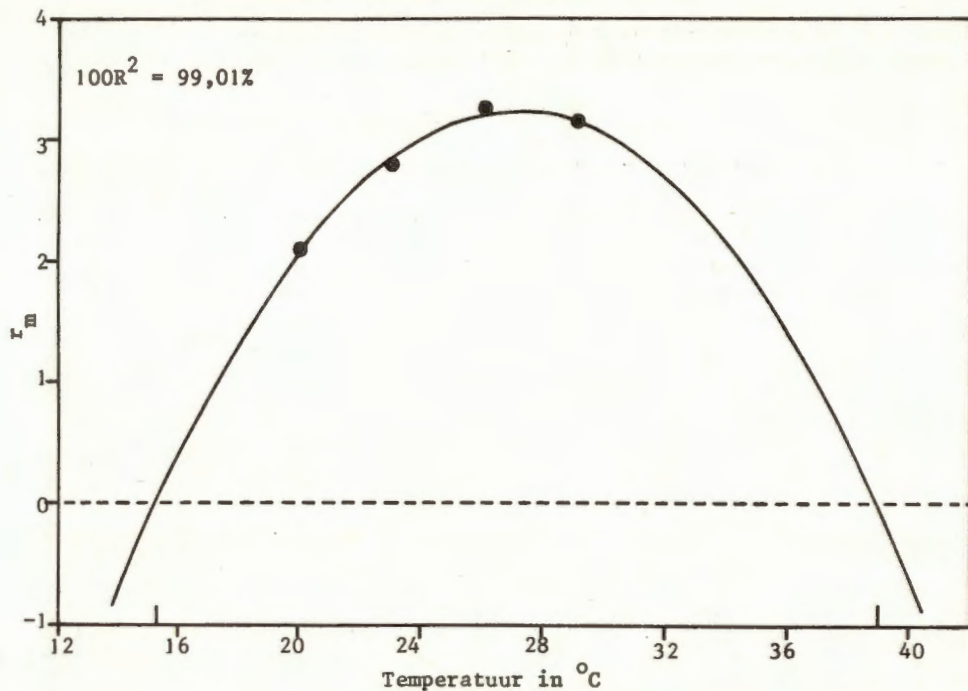
FIGUUR 95. Passing van 'n paraboliese kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van L.natalensis by die verskillende konstante temperature



FIGUUR 96. Passing van 'n paraboliese kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(P.)africanus



FIGUUR 97. Passing van 'n parabooliese kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus A by die verskillende konstante temperature



FIGUUR 98. Passing van 'n paraboliese kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus B by die verskillende konstante temperature

As die werklik bepaalde r_m -waardes in aanmerking geneem word, is dit baie duidelik dat die r_m -waardes geleidelik met stygende temperatuur tot 'n bepaalde hoogste waarde gestyg het en daarna met 'n verdere temperatuurstyging gedaal het. Die afname het egter baie vinniger as die styging plaasgevind. Uit die resultate van die ondersoek wat vroeër reeds weergegee is, is dit verder ook duidelik dat die oorlewingskoers by die laer en die hoër konstante temperature oor die algemeen grootliks verskil het en dat lewensduur oor die algemeen drasties begin afneem met 'n verhoging in konstante temperatuur. Dit is ook aangetoon dat lae en hoë konstante temperature eierproduksie verskillend beïnvloed. Dit is derhalwe logies om te aanvaar dat die verband tussen temperatuur en r_m nie dieselfde sal wees voor die hoogste waarde as daarna nie. In die lig hiervan is afsonderlike krommes gepas op daardie koördinaatpunte wat die hoogste bepaalde r_m -waarde voorafgaan en dié daarna (Figure 99 - 102). Die hoogste bepaalde r_m -waarde is deurgaans by die voorafgaande koördinaatpunte ingesluit. Hierdie werkwyse het die gebruik van sowel paraboliese krommes as reglynige verbande genoodsaak omdat in die meerderheid gevalle slegs twee koördinaatpunte en in die geval van B.(P.)africanus slegs een koördinaatpunt na die hoogste bepaalde r_m -waarde beskikbaar was. In lg. geval (Figuur 102) is 'n addisionele koördinaatpunt op die volgende wyse verkry: by 26°C was die r_m -waarde 0,6318, terwyl die slakke waarmee geëksperimenteer is by 29°C wel uitgebroei het en vir 'n tydperk van ongeveer twee tweeweekperiodes geleef het maar dood is voordat eierproduksie kon plaasvind, d.w.s. die r_m -waarde sou iewers tussen 26°C en 29°C 'n minuswaarde bereik. 'n Waarde van nul vir r_m sou dus iewers bereik word tussen 26°C en 29°C. In

die uiterste geval kan $r_m = 0$ net voor 29°C wees. Deur $r_m = 0$ dus in die definisiegebied tussen 26°C en 29°C te selekteer, word die uitspraak verkry dat die optimumtemperatuur vir die hoogste r_m -waarde tussen 25°C en 26°C lê. In figure 99 - 102 dui die snypunte van die krommes die omgewing van die optimumtemperatuur vir die hoogste r_m -waardes aan. Hierdie werkwys is, te oordeel aan die passing op die koördinaatpunte, meer geslaagd daar die koördinaatpunte feitlik sonder uitsondering op die krommes lê. Vir die doeleindes van ekstra- en interpolasie en die bepaling van die optimumgebied is gebruikgemaak van die krommes in figure 99 - 102.

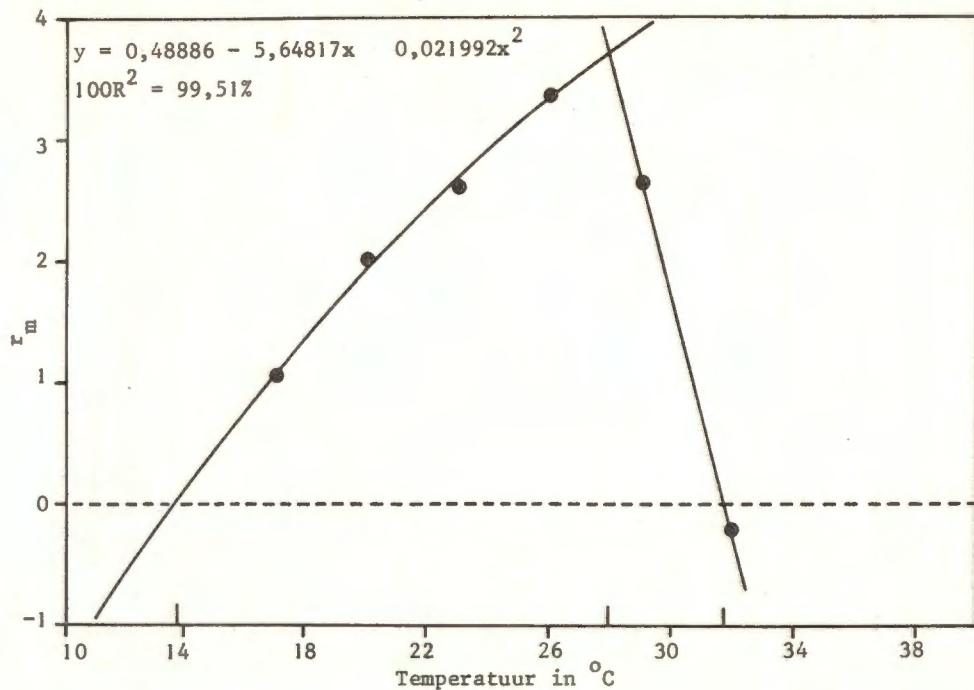
Omdat met B.(B.)tropicus A by 'n wyer reeks temperature geëksperimenteer is en omdat daar vir B.(B.)tropicus B te min koördinaatpunte beskikbaar was om 'n tweede kromme te pas, word die bespreking vir B.(B.)tropicus beperk tot die r_m -waardes verkry vir die e.g. reeks. Die r_m -waardes van die kohorte van B.(P.)globosus is grafies in figuur 103 voorgestel. Daar geen r_m -waardes bepaal is by 'n konstante temperatuur hoër as 29°C nie en die r_m -waardes wat bereik is tot en met 29°C steeds gestyg het, is geen kromme oor die koördinaatpunte gepas nie.

Harrison & Shiff (1966) en Shiff & Husting (1966) het die r_m -waardes wat deur hulle in konstante temperatuureksperimente vir B.pfeifferi en B.(P.)globosus bereken is, grafies uitgesit teenoor temperatuur en krommes verkry deur die koördinaatpunte reglynig met mekaar te verbind. Hulle interpreteer die verskil in krommes van die reeks van r_m -waardes van die twee spesies wat deur hulle ondersoek is soos volg: Omdat die r_m -kromme van B.(P.)globosus 'n piekwaarde toon by 25°C en tussen 22°C en 27°C

veel laer waardes vir r_m aantoon, dui dit volgens hulle daarop dat die betrokke spesie se geografiese verspreiding deur temperatuur beïnvloed word en dat dit op optimumtemperatuur sal reageer deur 'n uiters groot toename in bevolkingsgetalle. Omdat B.pfeifferi hierteenoor baie min verskille in r_m -waardes getoon het by temperature tussen 20°C tot 27°C is die ekologiese implikasie hiervan dat lg. spesie sal gedy by temperature tussen 20°C en 27°C maar omdat daar geen temperatuur is waar 'n besonder hoë r_m -waarde bereik is nie, sal B.pfeifferi die beste vaar in warm stabiele toestande wat nie periodiek aan katastrofes blootgestel word nie. Op grond van sy hoë r_m -waarde by 25°C is B.(P.)globosus volgens hulle egter beter aangepas vir die bevolking van warm, tydelike habitate waarin gereelde katastrofes oorbevolking verhinder maar waar 'n spoedige herstel in getalle noodsaaklik is.

Williams (1970b) wat r_m -waardes van kohorte van B.(P.)globosus en B.pfeifferi bepaal het met chemiese aspekte van die water as veranderlike faktor, kom op grond van dieselfde argumentering as bg. outeurs tot die gevolgtrekking dat B.pfeifferi 'n kleiner omvang van verdraagsaamheid openbaar teenoor veranderinge in die chemiese toestand van water as B.(P.)globosus.

Die groot omvang van r_m -waardes wat in my ondersoek vir B.(B.)tropicus by die konstante temperature vanaf 17°C tot 32°C bepaal is en die hoë maksimumwaarde wat by 26°C bereik is (Figuur 99) dui daarop dat hierdie spesie uitstekend aangepas is vir voortbestaan in tydelike habitate waar geweldige temperatuursskommeling en gereelde opdroging aan die orde van die dag is. As die verspreiding van varswaterslakke in die Republiek



FIGUUR 99. Passing van 'n paraboliese en reglynige kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(B.)tropicus A by die verskillende konstante temperature

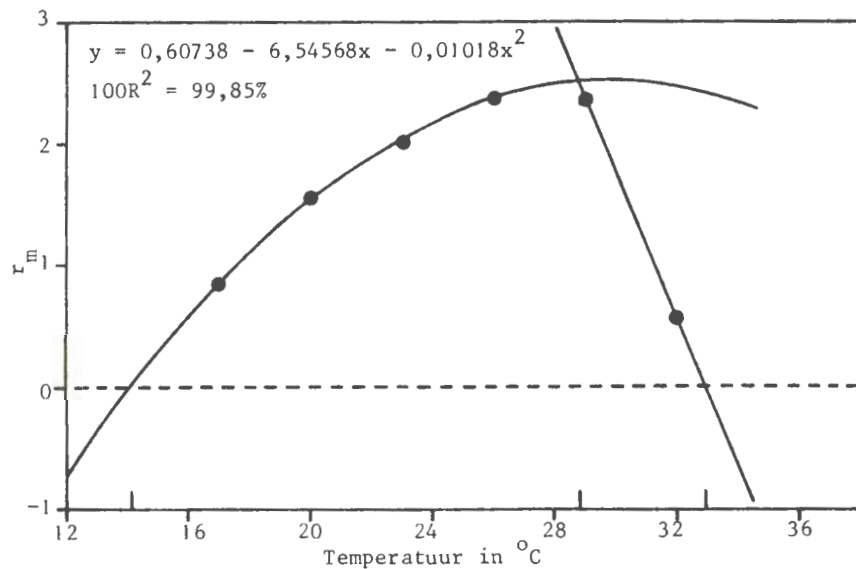
van Suid-Afrika nagegaan word, is dit opvallend dat dit juis B.(B.)tropicus is wat daartoe in staat is om die dorre dele van die land te bevolk waar geen ander spesie, a.g.v. die tydelike aard van die habitatte kan voortbestaan nie. Die geweldige groot voortplantingsvermoë en kort gemiddelde kohortgenerasieduur, nie net onder gunstige omstandighede nie, stel hierdie spesie in staat om in 'n kort tydsbestek na 'n katastrofe soos bv. die uitdroging van 'n habitat enorme getalle op te bou sodat die kanse op voortbestaan van die bevolking goed sal bly selfs indien ongunstige toestande weer spoedig sou intree. Die krommes in figuur 99 dui aan dat die optimum konstante temperatuur vir die hoogste r_m -waarde vir hierdie spesie in die omgewing van 28°C behoort te lê en dat $r_m = 0$ in die omgewing van 14°C en 32°C bereik sal word. Volgehoue temperature van tussen 16°C en 30°C en nagtemperature van tot so laag as 6°C sou geen bedreiging vir dié spesie inhou nie en sou selfs as redelik gunstig beskou kan word.

Volgens Prinsloo & Van Eeden (1973) steun die hoë groeikoers van B.(B.)tropicus die slotsom wat bereik is op grond van die bevolkingstatistieke dat die betrokke spesie goed aangepas moet wees om te kan oorleef in die halfdorre toestande wat heers in groot dele van Suid-Afrika waar watertemperature oor die algemeen hoog is en die beskikbare habitatte onderworpe is aan afwisselende opdroging. Die bevolkingstatistieke van hierdie spesie tydens my eie ondersoek bevestig dus die afleidings van bg. outeurs. Die bevolkingstatistieke van die ander ondersoekte spesies dui daarop dat geen een van hulle naastenby so goed aangepas is as B.(B.)tropicus om ongunstige toestande die hoof te bied nie. Dit is dan ook geensins verbasend dat hierdie spesie volgens die

ondersoek van Van Eeden & Combrinck (1966) in 25,6% van sy vind=plekke in Suid-Afrika alleen in 'n habitat voorgekom het terwyl die betrokke syfers vir Physopsis en L.natalensis respektiewelik slegs 9,8% en 9,7% was.

Oor die vraag of die verspreidingsgebied van B.(B.)tropicus besig is om uit te brei in die Republiek van Suid-Afrika kan slegs gespekuleer word. In soverre dit temperatuur betref is daar te oordeel aan die bevolkingstatistieke van my ondersoek haas geen gebied in ons land waar hierdie spesie nie sou kon bestaan nie. Tydens slakopnames in die Oranjerivieropvanggebied is dit waargeneem hoedat enige denkbare habitat wat deur die mens geskep mag word of toevallig mag ontstaan soos bv. gronddamme, sementdamme, oorlope van drinkbakke van vee, gruisgroewe, poe=letjies geskep deur afkeerwalle op grondpaaie ens. deur hierdie spesie bevolk word ten spyte daarvan dat die water dikwels van baie tydelike aard is. Solank as wat hierdie tipe habitatte geskep word en nuwe besproeiingskemas voltooi word, kan verwag word dat die verspreidingsgebied van B.(B.)tropicus steeds sal toeneem.

Die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.pfeifferi het by geen temperatuur so hoog gestyg as by B.(B.)tropicus nie. Die styging met stygende temperatuur en die daling nadat die optimumtemperatuur bereik is, was ook meer geleidelik. Die meer geleidelike daling van die r_m -waardes nadat die temperatuur nog verder as die optimumwaarde van $\pm 29^{\circ}\text{C}$ gestyg het, verklaar ook waarom daar deur hierdie spesie 'n hoër r_m -waarde by 32°C bereik is as deur B.(B.)tropicus. Die optimumtemperatuur van $\pm 29^{\circ}\text{C}$,



FIGUUR 100. Passing van 'n paraboliese en reglynige kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature

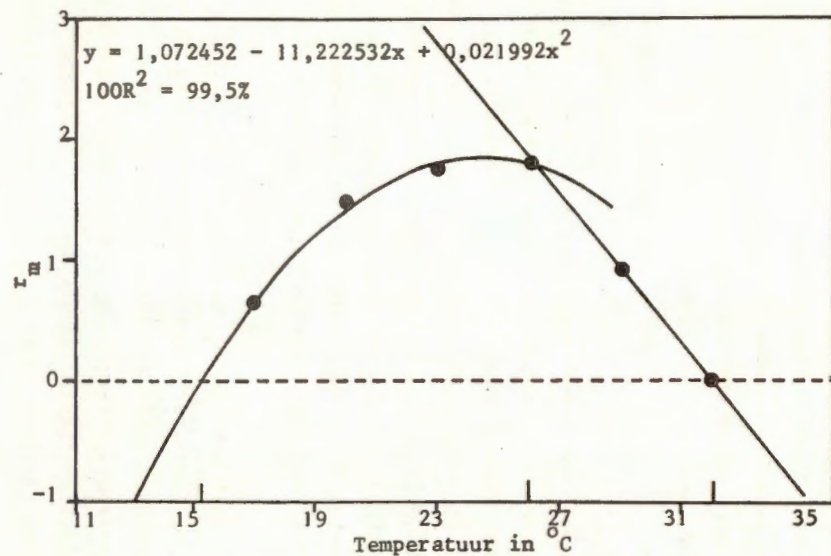
die steeds hoër r_m -waarde by 30°C en die omstandigheid dat die r_m -waarde selfs by 16°C reeds minder as een was (Figuur 100), dui daarop dat B.pfeifferi beslis hoër temperature as B.(B.)tropicus verkies al is dit teoreties waar dat e.g. spesie hom by alle temperature tussen 17°C en 32°C behoort te kan handhaaf. In gebiede waar die hoogste dagtemperatuur nie 19°C oorskry nie kan egter nie hoë digthede per habitat verwag word nie en sou die bevolking ook nie so gemaklik na katastrofiese toestande kan herstel nie veral ook omdat die uitbroeyd van die eiers plus die tydsverloop tot die produksie van die eerste eiers selfs by 'n konstante temperatuur van 17°C reeds 73 dae was.

Alhoewel die r_m -waardes wat vir B.pfeifferi bepaal is baie hoër is as dié wat vir dieselfde spesie bepaal is deur Shiff & Garnett (1967), bevestig my resultate hulle bevindings en dié van Shiff & Husting (1966) dat hierdie spesie die beste sal aard onder warmer stabiele toestande in die natuur. Dit is dan ook die slotsom wat deur Van Eeden, Brown & Oberholzer (1965) op grond van die geografiese verspreiding van hierdie spesie in suid-oostelike Afrika bereik is. Dit verklaar waarskynlik ook die geïsoleerde voorkoms van dié spesie in die Republiek van Suid-Afrika op plekke soos die Blue Pool by Buxton en die Oog van die Molopo-rivier naby Lichtenburg en sy afwesigheid by hoogtes bokant 1 000 m bo seespieël volgens Van Eeden & Combrinck (1966). My eie resultate steun verder die eksperimentele waarnemings van Gordon *et al.* (1934) dat B.pfeifferi nie by 'n hoër konstante temperatuur as 33°C kan eiers produseer nie. Die resultate dui dus daarop dat die geografiese verspreiding van B.pfeifferi, in soverre dit temperatuurbepaald is, nie so wyd sal wees as dié van B.(B.)tropicus nie en dit word inderdaad deur die huidige

verspreiding van die twee spesies in die Republiek van Suid-Afrika bevestig.

Omdat die bevolkingstatistieke van B.pfeifferi, soos reeds genoem, suggereer dat hierdie spesie aangepas is vir die bevolking van stabiele habitate in die warmer dele van die land en a.g.v. sy relatief lang gemiddelde kohortgenerasieduur waarskynlik nie in gebiede met koue wintertemperature sal kan voortleef nie, is dit onwaarskynlik dat hierdie spesie sal kan versprei tot in die endemiese verspreidingsgebied van B.(B.)tropicus. Alhoewel B.pfeifferi ook die vermoë besit om periodieke opdroging in 'n habitat te oorleef, besit dit beslis nie die herstelvermoë van B.(B.)tropicus nie en sal vanweë sy langer gemiddelde kohortgenerasieduur en veel laer r_m -waardes langer periodes van gunstige temperatuur benodig om getalle weer op te bou. Of die relatiewe skaarste van B.(B.)tropicus in die endemiese verspreidingsgebied van B.pfeifferi enigsins te verklaar is aan die hand van die swakker prestasie van e.g. spesie by 'n konstante temperatuur van 32°C, is 'n moontlikheid waaroor slegs gespekuleer kan word.

Alhoewel die werklik bepaalde r_m -waardes van L.natalensis deurgaans laer was by dieselfde konstante temperatuur as dié van B.pfeifferi, het dit ook 'n geleidelike styging met verhoogde konstante temperatuur getoon tot by die hoogste bepaalde waarde en daarna geleidelik afgeneem sonder om by enige temperatuur 'n hoë piekwaarde te bereik soos by B.(B.)tropicus (Figuur 101). Die resultate dui gevolglik in ooreenstemming met die bevindings van Prinsloo & Van Eeden (1969) daarop dat L.natalensis minder deur veranderinge in die temperatuur beïnvloed word as



FIGUUR 101. Passing van 'n paraboliese en reglynige kromme deur die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van L.natalensis by die verskillende konstante temperature

B.(B.)tropicus. Volgens die krommes in figuur 101 behoort die optimumtemperatuur vir r_m in die omgewing van 26°C te lê en sou 'n bevolking van dié spesie kon bestaan by konstante temperatuur vanaf net hoër as 15°C tot net hoër as 32°C . Soos B.pfeifferi is L.natalensis nie in staat tot vinnige herstel na 'n katastrofe nie en is dit dus op stabiele habitatte aangewys. Hierdie bevinding is volkome in ooreenstemming met wat aangaande L.natalensis en verwante spesies bekend is en bied minstens een verklaring vir waarom dit so is.

Cridland (1957b) het bv. gevind dat L.natalensis caillaudi nie droogtes in die natuur kan oorleef nie terwyl Chu, Bijan & Massoud (1967) 'n onvermoë om droogtetoestande te oorleef eksperimenteel kon aantoon by L.gedrosiana. Cawston (1929) was van mening dat die veel swakker vermoë van L.natalensis om droogtetoestande die hoof te bied as dié van sommige ander varswaterslakspesies toegeskryf moet word aan die groter monding van die skulp. McCullough (1965) is egter van mening dat die onvermoë van L.natalensis om diep in die skulp te kan terugtrek meer deurslaggewend in hierdie verband is.

Veldwaarnemings wat oor 'n lang tyd deur die Slaknavorsingsgroep van die SAMNR aan hierdie Universiteit gemaak is, het bo alle twyfel openbaar dat L.natalensis in sy geografiese verspreiding beperk is tot daardie gebiede waar voldoende permanente en dus stabiele habitatte beskikbaar is. Sy geografiese verspreiding in die Republiek van Suid-Afrika word dus bepaal deur die beskikbaarheid van die geskikte habitat eerder as deur die heersende gebiedsverskille in temperatuur. In die lig van die

gegewens wat tans beskikbaar is, is dit redelik om te verwag dat L.natalensis mettertyd die meeste permanente habitatte wat mag ontstaan deur die voltooiing van nuwe besproeiingskemas sal bevolk.

Die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(P.)globosus dui daarop dat hierdie spesie 'n besliste voorkeur vir warm toestande het want alhoewel daar nie groot verskille in die r_m -waardes by 20°C, 23°C en 26°C was nie het dit by 29°C die hoogte ingeskiet (Figuur 103). Ook dit is vroeër reeds na aanleiding van die geografiese verspreiding van dié spesie vermoed want Brown (1966) meen dat hierdie spesie oorspronklik aangepas geraak het aan ekologiese toestande in die tropiese dele van Afrika en daarna weswaarts versprei het na Angola en suidwaarts tot in Mosambiek. Dat die spesie aangepas is aan warmer toestande word verder bevestig deurdat dit so volop is in Mosambiek, Oos Transvaal en die noordelike dele van Natal (Brown, 1966). Hy beweer ook dat die verdere suidwaartse verspreiding van hierdie spesie in Natal moontlik verhinder mag word deur die koeler klimaatstoestande.

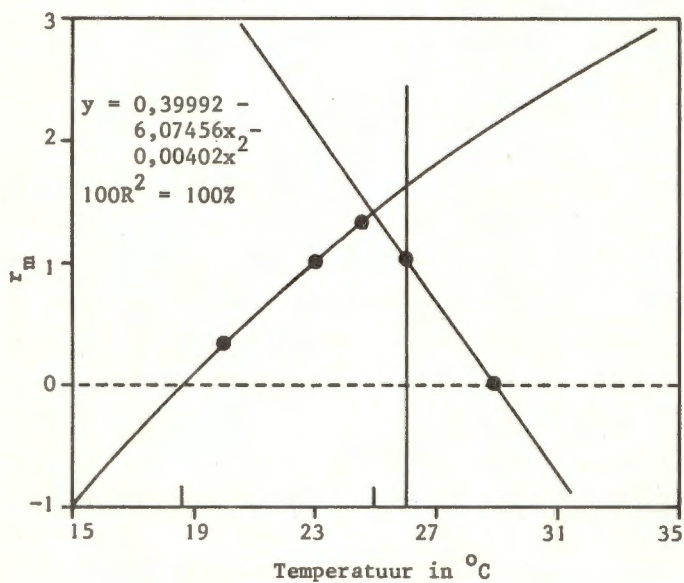
Die implikasie van die hoë r_m -waarde by 29°C is dat 'n bevolking van B.(P.)globosus vinnig sou kon vermeerder in getalle sodra dié gunstige temperatuur bereik word terwyl die klein T_c -waarde wat by hierdie temperatuur bereik is daarop dui dat die generasies boonop vinnig op mekaar sou volg. Hierdie bevindings steun dus die slotsom van Harrison & Shiff (1966) dat B.(P.)globosus aangepas is vir die vinnige kolonisering van warm, tydelike habitatte waarin katastrofes oorbevolking voorkom, maar 'n spoedige

herstel noodsaaklik is.

Die uikers hoë T_c -waardes en lae r_m -waardes wat bepaal is vir B.(P.)globosus by die laer konstante temperature dui daarop dat hierdie spesie net soos B.pfeifferi waarskynlik nie sy geogra-fiese verspreiding sal kan uitbrei tot in gebiede waar strawwe winters ondervind word nie. Dit steun dus die vermoede van Brown (1966) dat die suidwaartse verspreiding van B.(P.)globosus in Natal deur temperatuur beperk word.

Die werklik bepaalde r_m -waardes van die kohorte van B.(P.)afri-canus dui daarop dat die spesie reeds by veel laer temperature op temperatuurveranderinge reageer as B.(P.)globosus. Die r_m -waardes voor die hoogste bepaalde waarde het opvallend skerp met temperatuurstyging toegeneem as by B.(P.)globosus alhoewel die hoogste waarde nie so hoog gestyg het nie (Figuur 102). Dit is dus duidelik dat die twee spesies van Physopsis opvallend t.o.v. hulle temperatuurvoorkeure verskil want waar 'n hoogste r_m -waarde vir B.(P.)globosus by 29°C bepaal is, was die kohort van B.(P.)africanus by hierdie temperatuur nie eens meer tot eierproduksie instaat nie. Sy optimum konstante temperatuur moet trouens by ongeveer 25,5°C lê. Die krommes in figuur 102 dui daarop dat 'n bevolking van B.(P.)africanus slegs by konstante temperature van tussen ongeveer 19°C en êrens tussen 26°C en 29°C in die laboratorium sal kan voortbestaan. Hierdie temperaturomvang is dus kleiner as by B.pfeifferi, B.(B.)tropicus en L.natalensis, terwyl die hoogste bepaalde r_m -waarde ook laer as by al die ander spesies was.

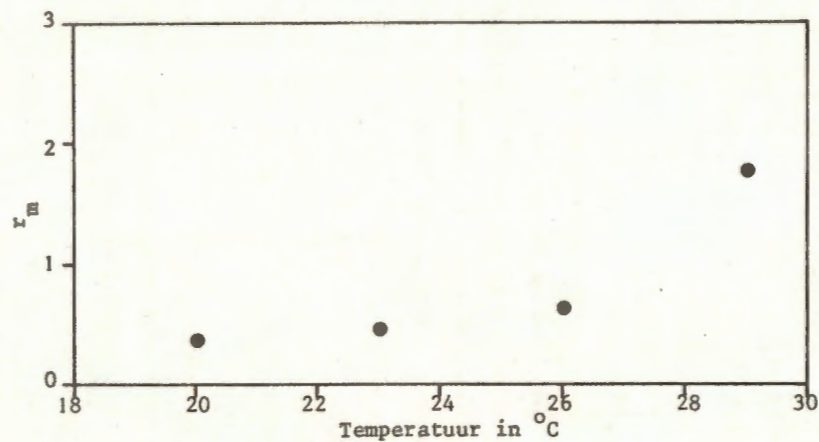
Die beskouing van verskeie outeurs (De Witt, 1954b en Smith 1954)



FIGUUR 102. Passing van 'n paraboliese en reglynige kromme deur die r_m -waardes van die korthorte van B.(P.)africanus

dat die besondere r_m -waarde van 'n spesie of bevolking onder bepaalde toestande die resultaat van seleksie is, is reeds genoem. As dus in aanmerking geneem word dat die parentaalslakke van B.(P.)globosus afkomstig is uit 'n endemiese verspreidingsgebied van die subgenus waar heersende temperature deurgaans hoër is as in die grensgebied waarvandaan die parentaalslakke van B.(P.)africanus afkomstig is, kan die verskil in hulle reaksie op temperatuurverandering ten dele verklaar word. Dit sou trouens verbasend gewees het as die r_m -waardes van die twee korthortreekse by dieselfde konstante temperature met mekaar ooreengekom het. Nogtans beteken dit nie noodwendig dat die waargenome verskille nie tegelykertyd spesieverskille reflekteer nie. Weereens moet na die bevindinge van Brown (1966) verwys word want alhoewel dit nie altyd moontlik is om die twee spesies op morfologiese gronde met sekerheid van mekaar te onderskei nie, kon Brown tog aanduidings vind dat hulle t.o.v. hulle geografiese verspreiding van mekaar verskil want in 'n reeks van 31 vindplekke in Natal het hy gevind dat B.(P.)africanus wyd versprei is in die sentrale en suidelike dele van Natal. Hierteenoor het B.(P.)globosus slegs in die noordelike dele van Natal voorgekom. Brown beweer dat hierdie verskil in die suidelike grense van hulle geografiese verspreiding ekologiese verskille tussen die twee spesies mag reflekteer.

Die slotsom dat voortplanting by B.(P.)africanus slegs tussen beperkte temperatuurgrense kan plaasvind en die omstandigheid dat die hoogste bepaalde r_m -waarde relatief laag is, verklaar moontlik ten dele die wisselvallige bestaan wat die meerderheid van die bevolkings van B.(P.)africanus in die grensgebiede van



FIGUUR 103. Die r_m -waardes van die kohorte van B.(P.)globosus by die verskillende konstante temperature

hul geografiese verspreiding voer. Heelwat vindplekke van hierdie spesie is sedert 1962 in die omgewing van Potchefstroom ('n grensgebied) gerapporteer, dog dit is tans in die meerderheid van die voormalige vindplekke moeilik om selfs 'n enkele eksemplaar op te spoor. Die bevolkingstatistieke van die twee spesies van Physopsis dui tog daarop dat B.(P.)africanus beter aangepas is om kouer dele van die land te bevolk as B.(P.)globosus en verklaar waarskynlik die voorkoms van e.g. spesie op die hoëveld en die afwesigheid van lg. spesie in die betrokke gebied. Brown (1966) beweer ook op grond van die verspreiding dat B.(P.)africanus aangepas is om koeler dele van die land te bevolk. Die relatief groot T_c -waardes en betreklik lae r_m -waardes wat bereik is, toon egter dat dié spesie swak toegerus is om katastrofes te oorleef. Dit is dus te verwagte dat daar 'n opbloeï van hierdie spesie in die grensgebiede van sy geografiese verspreiding mag plaasvind as gunstige toestande agtereenvolgens vir 'n jaar of twee ondervind mag word. Hierteenoor mag strawwe winters gevolg deur 'n swak reënseisoen lei tot die uitwissing van baie van die bevolkings van B.(P.)africanus wat sporadies voorkom in die grensgebiede.

In 'n ondersoek na tendense in die verspreiding van vier varswaterslakspesies in Suid-Afrika kon Van Eeden & Combrinck (1966) 'n groter assosiasie in dieselfde habitat aantoon tussen Physopsis en L.natalensis as tussen óf Physopsis en B.(B.)tropicus óf B.(B.)tropicus en L.natalensis. In hierdie ondersoek is geen onderskeid getref tussen B.(P.)africanus en B.(P.)globosus nie. Myns insiens kan in die lig van die bevindings van my ondersoek 'n logiese verklaring gebied word vir die groter asso-

siasie wat gevind is tussen die voorkoms van Physopsis en L.natalensis in dieselfde habitat. Op grond van die bevolkingstatistieke wat vir L.natalensis bepaal is, is reeds tot die slotsom gekom dat die geografiese verspreiding van hierdie spesie veel eerder deur die beskikbaarheid van permanente habitate bepaal word as deur die heersende gebiedsverskille in temperatuur. Hierteenoor bied die swakker prestasie van die kohort van B.(B.)tropicus by 32°C as dié van L.natalensis moontlik 'n verklaring vir die uiters sporadiese voorkoms van B.(B.)tropicus in die endemiese verspreidingsgebied van Physopsis soos gerapporteer deur Schutte & Frank (1964) vir die middelveld van Transvaal en Swaziland, Van Eeden, Brown & Oberholzer (1965) vir oostelike Transvaal, noordelike Natal en Zululand en Oberholzer & Van Eeden (1967) vir die Nasionale Krugerwildtuin. Waar dit dus vir L.natalensis moontlik is om in sowel die endemiese gebiede as die grensgebiede van die verspreiding van Physopsis voor te kom en hierdie vermoë deur die bevolkingstatistieke van die huidige ondersoek gereflekteer word, is 'n moontlike assosiasie tussen B.(B.)tropicus en Physopsis in die meerderheid van die gevalle beperk tot die grensgebied van die verspreiding van die lg. subgenus.

Alhoewel temperatuur algemeen beskou word as een van die belangrikste fisiese faktore wat die bevolkingsdinamika van 'n organisme beheer, sou dit dwaas wees om aan die hand van resultate gebaseer op temperatuurverskille alleen, 'n absolute verklaring te wil gee van die huidige geografiese verspreiding en verspreidingspotensiaal van die ondersoekte spesies. Verskeie outeurs kon aantoon dat daar ook ander faktore is wat 'n belang

rike rol mag speel in die verspreiding van varswaterslakke. De Meillon et al. (1958) en Schoonbee (1963) het bevind dat organiese besoedeling van die water die voorkoms van slakke beïnvloed. Frank (1963) kon aantoon dat kalsiumkarbonaatkonsentrasie van die water en die natrium : kalsium verhouding in die water 'n belangrike rol speel by B.pfeifferi. Combrinck (1968) kon eksperimenteel aantoon dat die substraat in 'n habitat 'n belangrike rol speel by die voortplantingsvermoë van B.(B.)tropicus en L.natalensis. Williams (1970 a & b) rapporteer dat die verspreiding van B.pfeifferi en B.(P.)globosus beïnvloed word deur die kalsium- en bikarbonaatkonsentrasie van die water en kon dit ook eksperimenteel bevestig, terwyl Harrison et al. (1970) ook eksperimenteel kon aantoon dat die kalsiumbikarbonaatkonsentrasie van die water die biologie van B.pfeifferi merkbaar kan beïnvloed. Liang (1971) het gevind dat 'n te hoë konsentrasie van kalsiumione in die water eierproduksie van B.(P.)globosus en B.pfeifferi uiters nadelig tref. Jennings et al. (in druk) kon eksperimenteel aantoon dat geleidingsvermoë van die water by waardes wat dikwels in die natuur aangetref word 'n baie belangrike rol speel in die bevolkingsdinamika van B.pfeifferi. Uit die resultate van die huidige ondersoek en van die ondersoeke van bg. outeurs is dit duidelik dat die bevolkingsdinamika van varswaterslakke beheer word deur 'n kompleks van faktore eerder as deur enige faktor in die besonder.

5. OPSOMMING

1. Lewenstabelle is saamgestel met kohorte van B.pfeifferi, L.natalensis, B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus by konstante temperature van 17°C , 20°C , 23°C , 26°C , 29°C , 32°C en kamertemperatuur, terwyl kohorte van B.(P.)globosus en 'n tweede groep van B.(B.)tropicus gebruik is om lewenstabelle saam te stel by konstante temperature van 20°C , 23°C , 26°C en 29°C . Die parentaalslakke van al die kohorte is versamel in habitate in die natuur.
2. Die gegewens in die lewenstabelle is gebruik om die bevolkingstatistieke R_0 , T_c , r_m , r_c en λ te bereken.
3. Die gemiddelde massa per slak per kohort is tweewEEKliks bepaal.
4. Die waterstofioonkonsentrasie, geleidingsvermoë, persentasieversadiging van die water met suurstof en biochemiese suurstofaanvraag is daagliks in elke akwarium bepaal, terwyl vollediger waterontledings van tyd tot tyd gemaak is van die water in die opgaardromme.
5. Gegewens vervat in die lewenstabelle wat saamgestel is met agt replikaatkohorte van B.(B.)tropicus by 'n konstante temperatuur van 26°C is op so 'n wyse verwerk dat uitspraak gegee kan word oor die grootte van die fout wat begaan sou word in die bepaling van r_m a.g.v. die getal slakke in 'n kohort waarmee lewenstabelle saamgestel word.

6. 'n Werkwyse is ontwikkel waarvolgens dit slegs nodig is om 'n breukdeel van die weeklikse eierproduksie van 'n korthort te tel sonder om 'n vooraf geselekteerde foutgrens te oorskry. Hierdie werkwyse is beslis 'n bruikbare werkverligtingsmetode.
7. 'n Ontleding is gemaak van die bydrae van die eierproduksie van elke ouderdomsgroep in 'n bepaalde lewenstabel tot die finale r_m -waarde wat bereik is, waarvolgens dit blyk dat die eerste twee periodes van eierproduksie van kardinale belang is in die bepaling van r_m en tot soveel as 99% mag bydra tot die finale r_m -waarde.
8. Dit is aangetoon dat die berekening van die vermoë om te vermeerder (r_c) volgens die vergelyking

$$r_c = \frac{\ln R_0}{T_c}$$
 in alle gevalle waar daar noemenswaardige eierproduksie plaasgevind het, uiters onbetroubaar is en namate eierproduksie verhoog, 'n toenemende onderskatting van r_m word.
9. Die invloed van o.a. lig, seisoene, waterhardheid, oorbevolking en persentasieversadiging van die water met suurstof is bespreek en daar is o.a. tot die slotsom gekom dat belugting van die akwariums voordelig is daarin dat dit nie slegs die remmende uitwerking van oorbevolking verminder nie, maar ook persentasieversadiging van die water met suurstof hoog hou.

10. Die kohorte van 'n bepaalde spesie by die verskillende konstante temperature is teen mekaar opgeweeg t.o.v. bevolkingstatistieke en massatoename. Vervolgens is die kohorte van die verskillende spesies by elke konstante temperatuur afsonderlik met mekaar vergelyk.
11. Met behulp van paraboliese en reglynige krommes wat gepas is op die werklik bepaalde r_m -waardes van al die kohorte van die verskillende spesies as koördinaatpunte, is die konstante temperatuursone waarby 'n r_m -waarde van 0 en groter in die laboratorium bereik sou word en die optimum konstante temperatuur vir elke spesie vir die bereiking van 'n hoogste r_m -waarde aangedui.
12. Dit is gevind dat die optimumtemperatuur vir die bereiking van 'n hoogste ingebore vermoë om te vermeerder (r_m) van 'n bepaalde spesie nie noodwendig optimaal was vir die bereiking van die hoogste nettovoortplantingsyfer (R_0), die gunstigste gemiddelde kohortgenerasieduur (T_c), of die hoogste gemiddelde massa per slak nie en in die meeste gevalle hoegenaamd nie optimaal was vir lewensduur nie.
13. Getuienis is gevind wat daarop dui dat seleksie t.o.v. 'n bepaalde habitat wel plaasvind.
14. Uit die reeks van r_m -waardes as sodanig is afgelei dat die voortplantingsvermoë van beide spesies van Physopsis en B.(B.)tropicus grootliks beïnvloed word deur temperatuur terwyl dit in 'n mindere mate geld vir B.pfeifferi en L.natalensis.

15. Met die bevolkingstatistieke as uitgangspunt is gespekuleer oor die geografiese verspreiding van die betrokke varswaterslakspesies in die Republiek van Suid-Afrika en die moontlikheid van uitbreiding van die reeds bestaande verspreidingsgebiede.

6. DANKBETUIGINGS

Ek wens my dank en waardering teenoor die volgende persone en instansies uit te spreek.

Prof. J.A. van Eeden en mnr. C. Combrinck, onder wie se leiding ek hierdie projek kon onderneem, vir hul positiewe leiding en hooggewaardeerde advies wat te alle tye tot my beskikking was.

Dr. S.J. Pretorius vir sy belangstelling, aanmoediging, advies en hooggewaardeerde hulp veral met die statistiese verwerking van resultate.

Prof. P.A.J. Ryke vir sy belangstelling en advies.

Dr. J.M. Hattingh van die Departement Statistiek van die P.U. vir C.H.O. en mnr. D.P. le Roux van die Rekensentrum van die P.U. vir C.H.O. vir hulle hulp met statistiese verwerkings.

Mnr. V.L. Hamilton-Attwell vir die fotografering van die apparaat en my ander kollegas vir hul belangstelling en aanmoediging.

Mej. M. du Plessis vir die natrek van sommige van die figure.

Mev. M. Scott vir die netjiese tikwerk.

My vrou, Marita, vir haar opoffering en hulp met die insameling van gegewens.

Die SAMNR vir finansiële ondersteuning.

7. LITERATUURVERWYSINGS

Werke aangedui met * is nie in die oorspronklike gesien nie.

ABDEL-MALEK, E.T.	1956.	Factors conditioning the habitat of bilharziasis intermediate hosts of the family Planorbidae. Bull. Wld Hlth Org. 26 : 1-51.
ACKERMAN, R.M.	1972.	Die invloed van wateroplosbare stowwe op die eierproduksie van die varswaterslakke <u>Lymnaea natalensis</u> en <u>Bulinus tropicus</u> . Ongepubliseerde verhandeling, Potch. Univ. vir C.H.O., Rep. van Suid-Afrika. 136p.
ALBERTS, L.E.	1966.	Some aspects of the respiratory physiology of three South African freshwater pulmonate snails, <u>Bulinus(Physopsis) africanus</u> (Krauss), <u>Bulinus(Bulinus) tropicus</u> (Krauss) and <u>Lymnaea natalensis</u> Krauss. S.Afr. J. Sci. 62, 7 : 215-223.
ALLANSON, B.R.	1960.	Investigations into the ecology of polluted rivers in the Transvaal. Hydrobiologia 18, 1-2 : 5-92.
BERRIE, A.D.	1964.	Observations on the life-cycle of <u>Bulinus(Physopsis) ugandae</u> Mandahl-Barth, its ecological relation to <u>Biomphalaria sudanica tanganyicensis</u> (Smith) and its role as intermediate host of <u>Schistosoma</u> . Ann. trop. Med. Parasit. 58 : 457-466.

BERRIE, A.D.	1968.	Prolonged inhibition of growth in a natural population of the freshwater snail <u>Biomphalaria sudanica tanganyicensis</u> (Smith) in Uganda. Ann. trop. Med. Parasit. 62, 1 : 45-51.
BERRIE, A.D. & VISSER, S.A.	1963.	Investigations of a growth-inhibiting substance affecting a natural population of freshwater snails. Physiol. Zool. 36 : 167-173.
BIRCH, L.C.	1948.	The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17 : 15-26.
BONDESEN, P.	1950.	A comparative morphological-biological analysis of the egg capsules of freshwater pulmonate gastropods. Nat. Jutlandica 3 : 1-208.
BOYCOTT, A.E.	1936.	The habitats of freshwater Mollusca in Britain. J. Anim. Ecol. 5 : 116-186.
BRUCE, J.I. & RADKE, M.G.	1971.	Cultivation of <u>Biomphalaria glabrata</u> and maintenance of <u>Schistosoma mansoni</u> in the laboratory. Deel I. Bio-medical Report 19, 406th Med. Lab. : 1-84.
BROWN, D.S.	1964.	Observations on the distribution and ecology of freshwater gastropod Mollusca in Ethiopia. Haile Sellassie I. Univ. Contr. fac. of Sci., Ser. C (Zool.) 5-6 : 9-40.

- BROWN, D.S. 1966. On certain morphological features of Bulinus africanus and B.globosus (Mollusca : Pulmonata) and the distribution of these species in south eastern Africa. Ann. Natal Mus. 18, 2 : 401-415.
- *CAWSTON, F.G. 1929. The resistance of Limnaeidae to dessication. Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg., 22 :
- *CHAPMAN, R.N. 1931. Animal ecology with special reference to insects. New York.
- CHERNIN, E. & MICHELSON, E.H. 1957a. Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. III : The effects of population density on growth and fecundity in Australorbis glabratus. Am. J. Hyg. 65 : 57-70.
-
- 1957b. Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. IV : Further observations on the effects of crowding on the growth and fecundity in Australorbis glabratus. Am. J. Hyg. 65 : 71-80.
- CHU, K.Y., BIJAN, H. & MASSOUD, J. 1966. The ability of Bulinus truncatus, Biomphalaria alexandrina and Lymnaea gedrosiana to survive out of water in the laboratory. Ann. trop. Med. Parasit. 61, 1 : 1-5.
- CLAMPITT, P.T. 1970. Comparative ecology of the snails Physa gyrina and Physa integra (Basommatophora : Physidae) Malacologia, 10, 1 : 113-151.

- COLE, L.C. 1954. The population consequences of life history phenomena. Quart. Rev. Biol. 29, 2 : 103-137.
- COLTON, H.S. & PENNYPACKER, M. 1934. The results of twenty years of selffertilization in the pond snail Lymnaea columella Say. Am. Nat. 68 : 129-136.
- COMBRINCK, C. 1968. 'n Vergelykende studie van die invloed van enkele ekologiese faktore op die varswaterslak=spesies Lymnaea natalensis Krauss en Bulinus(Bulinus)tropicus (Krauss) (Mollusca : Basommatophora) met spesiale klem op die substratum. Ongepubliceerde verhandeling, Potch. Univ. vir C.H.O., Rep. van S.Afr. 255p.
- *COWPER, S.G. 1946. Some notes on the maintenance and breeding of schistosome vectors in Great Britain, with special reference to Planorbis guadaloupensis Sowerby. Ann. trop. Med. Parasit. 40 : 163-170.
- CRIDLAND, C.C. 1957a. Ecological factors affecting the numbers of snails in permanent bodies of water. J. trop. Med. Hyg. 60 : 250-256.
- 1957b. Ecological factors affecting the numbers of snails in temporary bodies of water. J. trop. Med. Hyg. 60 : 287-294.

- CRIDLAND, C.C. 1958. Ecological factors affecting the numbers of snails in a permanent stream. J. trop. Med. Hyg. 61, 1 : 16-20.
- DAVIS, G.M. 1971. Mass cultivation of Oncomelania (Prosobranchia : Hydrobiidae) for studies of Schistosoma japonicum. Deel II. Biomedical Rep. 19, 406th Med. Lab. : 85-161.
- DAWOOD, M.M. & GISMANN, A. 1956. Schistosomiasis (bilharziasis) and vectors in Africa and adjacent regions around 1955. In Rodenwalt, E. & Juszat, H.J. (red.) Welt-Seuchen-Atlas. Deel III. Hamburg : Falk-Verlag.
- DE KOCK, K.N. & VAN EEDEN, J.A. 1969. Die verspreiding en habitatseleksie van die Mollusca in die Mooirivier, Transvaal. Wetenskaplike Bydraes van die P.U. vir C.H.O. Reeks B : Natuurwetenskappe, nr. 8 : 1-119.
- DE MEILLON, B., FRANK, G.H. & ALLANSON, B.R. 1958. Some aspects of snail ecology in South Africa. Bull. Wld Hlth Org. 18 : 771-783.
- DEMIAN, E.S. & IBRAHIM, A.M. 1972. Tolerance of the snail Marisa cornuarietis (L.) to extreme temperatures under laboratory conditions. Bull. Zool. Soc. Egypt 24 : 20-30.
- DESCHIENS, R. 1956. Factors governing the habitat of Bilharzia snail vectors. WHO/Bil. Ecol./23 : 1-49.
- DE WITT, R.M. 1954a. Reproductive capacity in a pulmonate snail (Physa gyrina Say) Am. Nat. 88, 840 : 150-164.

- DE WITT, R.M. 1954b. The intrinsic rate of natural increase in a pond snail (Physa gyrina Say). Am. Nat. 88, 842 : 353-359.
-
1967. Stimulation of egg production in a Physid and Lymnaeid. Malacologia 5, 3 : 445-453.
- DUBLIN, L.I. & LOTKA, A.J. 1925. On the true rate of natural increase as exemplified by the population of the United States, 1920. J. Am. Statist. Ass. 20 : 305-339.
- DUNCAN, C.J. 1959. The life cycle and ecology of the freshwater snail Physa fontinalis. J. Anim. Ecol. 28 : 97-117.
- EVANS, F.C. & SMITH, F.E. 1952. The intrinsic rate of natural increase for the human louse, Pediculus humanus L. Am. Nat. 86 : 299-310.
- FORBES, G.S. & CRAMPTON, H.E. 1942. The differentiation of geographical groups in Lymnaea palustris. Biol. Bull. 82 : 26-46.
- FRANK, G.H. 1962. Maintenance of Biomphalaria sp. and Bulinus (Physopsis) sp. in outdoor aquaria in the Eastern Transvaal Lowveld. WHO Bilh. Res. Mol./Inf/7 : 1-6.
-
1963. Some factors affecting the fecundity of Biomphalaria pfeifferi (Krauss) in glass aquaria. Bull. Wld Hlth Org. 29 : 531-537.

- FRANK, G.H. 1964. The ecology of the intermediate hosts of bilharzia. In Davis, D.H. (red.) Ecological studies in Southern Africa : 353-362. Junk, Den Haag.
- GAUD, J. 1956. Seasonal and climatic factors influencing the reproductive cycle of snail vectors of bilharziasis in North Africa. WHO/Bil. Ecol./2 : 1-21.
- GORDON, R.M.,
DAVEY, T.H.
& PEASTON, H. 1934. Transmission of human bilharziasis in Sierra Leone, with an account of the schistosomes concerned, S.mansoni and S.haematobium. Ann. trop. Med. Hyg. 28 : 323-419.
- HARRISON, A.D. 1966. The study of the biology of schistosome host snails. Centr. Afr. J. Med. 12,7 : 124-127.
-
1968. The effects of calcium bicarbonate concentration on the oxygen consumption of the freshwater snail Biomphalaria pfeifferi (Pulmonata: Planorbidae) Arch. Hydrobiol. 65, 1 : 63-73.
- HARRISON, A.D. & ELSWORTH, J.F. 1958. Hydrobiological studies on the Great Berg River, western Cape Province. Deel I : A general description, chemical studies on the water and main features of the flora and fauna. Trans. R. Soc. S. Afr. 35 : 125-226.
- HARRISON, A.D.,
NDUKU, W. &
HOOPER, A.S.C. 1966. The effects of a high magnesium-to-calcium ratio on the egg-laying rate of an aquatic planorbid snail, Biomphalaria pfeifferi. Ann. trop. Med. Parasit. 60, 2 : 212-214.

- HARRISON, A.D. & SHIFF, C.J. 1966. Factors influencing the distribution of some species of aquatic snails. S. Afr. J. Sci. 62, 8 : 253-258.
- HARRISON, A.D., WILLIAMS, N.V. & GREIG, G. 1970. Studies on the effects of calcium bicarbonate concentrations on the biology of Biomphalaria pfeifferi (Krauss) (Gastropoda : Pulmonata). Hydrobiologia 36, 2 : 317-327.
- HOPF, H.S. & MULLER, R.L. 1962. Laboratory breeding and testing of Australorbis glabratus for molluscicidal screening. Bull. Wld Hlth Org. 27 : 783-789.
- I.B.P.-Handleiding nr. 8. 1970. Methods for chemical analysis of fresh waters. Golterman, H.L. (red., bygestaan deur Clymo, R.S.). 166p. Blackwell Scientific Publications. Oxford en Edinburgh.
- JENNINGS, A.C., DE KOCK, K.N. & VAN EEDEN, J.A. 1970. An evaluation of five different kinds of experimental freshwater snail food. Wetenskaplike Bydraes van die P.U. vir C.H.O. Reeks B : Natuurwetenskappe, nr. 29 : 1-14.
-
1973. The effect of the total dissolved salts in water on the biology of Biomphalaria pfeifferi (Krauss) (Basommatophora : Mollusca) (in druk).
- LAUGHLIN, R. 1965. Capacity for increase : a useful population statistic. J. Anim. Ecol. 34, 1 : 77-91.
- LESLIE, P.H. & PARK, T. 1949. The intrinsic rate of natural increase of Tribolium castaneum Herbst. Ecology 30 : 469-477.

- LESLIE, P.H. & RANSON, R.M. 1940. The mortality, fertility and rate of natural increase of the vole (Microtus agrestis) as observed in the laboratory. J. Anim. Ecol. 9 : 27-52.
- LEVY, M.G., TUNIS, M. & ISSEROFF, H. 1973. Population control in snails by natural inhibitors. Nature, 241 : 65-66.
- LIANG, Y. 1971. The effect of water quality on laboratory culturing of Biomphalaria pfeifferi and Bulinus globosus. Mollusk Seminar, Ann Arbor, 1971.
- LYNCH, J.J. 1965. The ecology of Lymnaea tomen⁺tosa (Pfeiffer 1855) in South Australia. Aust. J. Zool. 13, 3 : 461-473.
- McCLELLAND, W.F.J. 1964. A method of breeding Bulinus (Physopsis) nasutus in the laboratory. Ann. trop. Med. Parasit. 58, 3 : 265-269.
- McCRAW, B.M. 1952. Observations on the development of Lymnaea palustris. Müller. Can. J. Zool. 30 : 378-386.
- McCULLOUGH, F.S. 1962. Further observations on Bulinus (Bulinus) truncatus rohlfsi (Clessin) in Ghana. Seasonal population fluctuations and biology. Bull. Wld Hlth Org. 27 : 161-170.
-
1965. Lymnaea natalensis and fascioliasis in Ghana. Ann. trop. Med. Parasit. 59, 3 : 320-326.

- MICHELSON, E.H. 1960. The effects of temperature on growth and reproduction of Australorbis glabratus in the laboratory. Am. J. Hyg. 73 : 66-74.
- *MOZLEY, A. 1959. Ecological processes. London. Lewis.
- NOLAND, L.E. & CARRIKER, M.R. 1946. Observations on the biology of the snail Lymnaea stagnalis appressa during twenty generations in laboratory culture. Am. Midl. Nat. 36 : 467-493.
- OBERHOLZER, G. & VAN EEDEN, J.A. 1967. The freshwater molluscs of the Kruger National Park. Koedoe 10 : 1-42.
- OLIFF, W.D. 1960. Hydrobiological studies on the Tugela River system. Deel I. The main Tugela River. Hydrobiologia 14, 3-4 : 281-385.
- OLIVIER, L. 1955. The natural history and control of the snails that transmit the schistosomes of man. Am. J. trop. Med. Hyg. 4 : 415-423.
- PIMENTEL, D. 1957. Life history of Australorbis glabratus, the intermediate snail host of Schistosoma mansoni in Puerto Rico. Ecology 38 : 576-580.
- PIMENTEL, D. & WHITE, P.C. 1959. Physiochemical environment of Australorbis glabratus, the snail intermediate host of Schistosoma mansoni in Puerto Rico. Ecology 40, 4 : 533-541.

- PILSBRY, H.A. & BEQUAERT, J. 1927. The aquatic molluscs of the Belgian Congo. With a geographical and ecological account of Congo Malacology. Bull. Am. Mus. nat. Hist. 53 : 69-602.
- PITCHFORD, R.J. & VISSER, P.S. 1965. Some further observations on Schistosome transmission in the Eastern Transvaal. Bull. Wld Hlth Org. 32 : 83-104.
- PORTER, A. 1938. Larval Trematoda found in certain South African Mollusca with special reference to schistosomiasis (bilharziasis). Publs S. Afr. Inst. Med. Res. 42, 8 : 1-492.
- PRETORIUS, S.J. & VAN EEDEN, J.A. 1969. Some aspects of the morphology of Lymnaea natalensis Krauss (Mollusca : Basommatophora). Wetenskaplike Bydraes P.U. vir C.H.O. Reeks B : Natuurwetenskappe 6 : 1-111.
- PRINSLOO, J.F. 1966. 'n Vergelykende studie van temperatuur as 'n ekologiese faktor by die varswaterslak=spesies Lymnaea natalensis Krauss en Bulinus(Bulinus) tro=picus (Krauss)(Mollusca : Basommatophora). Ongepubliseerde verhandeling, Potch. Univ. vir C.H.O., Rep. van S.Afr. 47p.
- PRINSLOO, J.F. & VAN EEDEN, J.A. 1969. Temperature and its bearing on the distribution and chemical control of freshwater snails. S. Afr. Med. J. 43 : 1363-1365.

- PRINSLOO, J.F. & VAN EEDEN, J.A. 1973. The influence of temperature on the growth rate of Bulinus (Bulinus) tropicus (Krauss) and Lymnaea natalensis Krauss (Mollusca : Basommatophora) (in druk).
- RICHARDS, C.S. 1967. Estivation of Biomphalaria glabrata (Basommatophora : Planorbidae) Associated characteristics and relation to infection with Schistosoma mansoni. Am. J. trop. Med. Hyg. 16, 6 : 797-802.
- RITCHIE, L.S., BERRIOS-DURAN, L.A. & DE WEESE, R. 1963. Biological potentials of Australorbis glabratus: Growth and maturation. Am. J. trop. Med. Hyg. 12 : 264-268.
- RITCHIE, L.S., HERNANDEZ, A. & ROSA-AMADOR, R. 1966. Biological potentials of Australorbis glabratus: Life span and reproduction. Am. J. trop. Med. Hyg. 15, 4 : 614-617.
- RITCHIE, L.S., RADKE, M.G. & FERGUSON, F.F. 1962. Population dynamics of Australorbis glabratus in Puerto Rico. Bull. Wld Hlth Org. 27 : 171-181.
- RONEY, H.B. 1943. The effect of temperature and light on oxygen consumption and rate of development of Helisoma. Ecology 24 : 218-243.
- SCHOONBEE, H.J. 1962. An account of the hydrobiology of the Umgeni estuary and Zee=koe River with special reference to pollution. Ongepubliseerde verhandeling Potch. Univ. vir C.H.O., Rep. van S.Afr. 83p.

SCHOONBEE, H.J.	1963.	Pollution studies on the Umgeni River, Deel 3 : A study of the biological and chemical effects of effluent discharges in the Pinetown-New Germany Industrial Complex. C.S.I.R. spec. Rep. No. W. 25 : 1-34.
SCHUTTE, C.H.J. & FRANK, G.H.	1964.	Observations on the distribution of freshwater Mollusca and chemistry of the natural waters in the South-eastern Transvaal and adjacent Northern Swaziland. Bull. Wld Hlth Org. 30 : 389-400.
SHIFF, C.J.	1962.	Aspects of the ecology of the intermediate host snail of bilharziasis, <u>Bulinus(Physopsis) globosus</u> . Bull. Wld Hlth Org. 27 : 45-48.
—————	1964a.	Studies on <u>Bulinus(Physopsis) globosus</u> in Rhodesia. I. The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase. Ann. trop. Med. Parasit. 58, 1 : 94-105.
—————	1964b.	Studies on <u>Bulinus(Physopsis) globosus</u> in Rhodesia. II. Factors influencing the relationship between age and growth. Ann. trop. Med. Parasit. 58, 1 : 106-115.
—————	1964c.	Studies on <u>Bulinus(Physopsis) globosus</u> in Rhodesia. III. Bionomics of a natural population existing in a temporary habitat. Ann. trop. Med. Parasit. 58, 2 : 240-255.

- SHIFF, C.J. 1966. The influence of temperature on the vertical movement of Bulinus(Physopsis)globosus in the laboratory and in the field. S. Afr. J. Sci. 62, 7 : 210-214.
- SHIFF, C.J. & GARNETT, B. 1967. The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase of the freshwater snail Biomphalaria pfeifferi (Krauss)(Pulmonata : Planorbidae) Arch. Hydrobiol. 62, 4 : 429-438.
- SHIFF, C.J. & HUSTING, E.L. 1966. An application of the concept of intrinsic rate of natural increase to studies on the ecology of freshwater snails of the genera Biomphalaria and Bulinus(Physopsis) in Southern Africa. Proc. Trans. Rhodesian scient. Ass. 51 : 34-40.
- SMITH, F.E. 1954. Quantitative aspects of population growth. In Boell, E. (red.). The dynamics of growth processes : 277-294. Princeton University Press.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1966. Ecological methods. London. 391p.
- STANDEN, O.D. 1948. Experimental schistosomiasis I. The culture of the snail vectors Planorbis boissyi and Bulinus truncatus. Ann. trop. Med. Parasit. 43 : 13-22.
-
1951. Some observations upon the maintenance of Australorbis glabratus in the laboratory. Ann. trop. Med. Parasit. 45 : 80-83.

- STANLEY, J. 1946. The environmental index, a new parameter as applied to Tribolium. Ecology 27 : 303-314.
- STIGLINGH, Ina. 1966. Further contributions to the study of Bulinus tropicus (Krauss). Ongepubliseerde proefskrif, Potch. Univ. vir C.H.O., Rep. van S.Afr. 279p.
- STOREY, R. 1970. The importance of mineral particles in the diet of Limnaea pereger (Müller). J. Conch. 27 : 191-195.
- STURROCK, R.F. 1965. Studies on the biology of Biomphalaria angulosa Mandahl-Barth and on its ability to act as intermediate host of Schistosoma mansoni. Ann. trop. Med. Parasit. 59, 1 : 1-9.
-
1966. The influence of temperature on the biology of Biomphalaria pfeifferi (Krauss), an intermediate host of Schistosoma mansoni. Ann. trop. Med. Parasit. 60 : 100-105.
- STURROCK, R.F. & STURROCK, B.M. 1970. Observations on some factors affecting the growth rate and fecundity of Biomphalaria glabrata (Say). Ann. trop. Med. Parasit. 64, 3 : 459-355.
-
1972. The influence of temperature on the biology of Biomphalaria glabrata (Say), intermediate host of Schistosoma mansoni on St. Lucia, West Indies. Ann. trop. Med. Parasit. 66, 3 : 385-390.

- SWART, P.J. & REINECKE, R.K. 1962. Studies on Paramphistomiasis. I. The propagation of Bulinus tropicus Krauss. Onderstepoort J. Vet. Res. 29, 2 : 183-187.
- TEESDALE, C. 1954. Freshwater molluscs in the coast province of Kenya with notes on an indigenous plant and its possible use in the control of bilharzia. E. Afr. Med. J. 31 : 351-365.
-
1962. Ecological observations on the molluscs of significance in the transmission of bilharzia in Kenya. Bull. Wld Hlth Org. 27 : 759-782.
- VAN AARDT, W.J. 1972. The influence of anaesthetization on the pH, pCO₂ & pO₂ of snail haemolymph. Wetenskaplike Bydraes van die P.U. vir C.H.O. Reeks B : Natuurwetenskappe, nr. 39 : 1-8.
- VAN EEDEN, J.A. & BROWN, D.S. 1966. Colonization of freshwaters in the Republic of South Africa by Lymnaea columella Say (Mollusca : Gastropoda). Nature 210, 5041 : 1172-1173.
- VAN EEDEN, J.A., BROWN, D.S. & OBERHOLZER, G. 1965. The distribution of freshwater molluscs of medical and veterinary importance in south-eastern Africa. Ann. trop. Med. and Paras. 59 : 413-424.
- VAN EEDEN, J.A. & COMBRINCK, C. 1966. Distributional trends of four species of freshwater snails in South Africa with special reference to the intermediate hosts of bilharzia. Zoologica Africana 2, 1 : 95-109.

- VAN SOMEREN, V.D. 1946. The habitats and tolerance ranges of Lymnaea (Radix) caillaudi, the intermediate host of liver fluke in East Africa. J. Anim. Ecol. 15 : 170-197.
- *WATSON, J.M. 1950. Studies on bilharziasis in Iraq. V: Habitat of the vector snail Bulinus truncatus and its distribution in relation to the irrigation system. J. Fac. Med. Iraq 14.
- * _____ 1958. Ecology and distribution of Bulinus truncatus in the Middle East, with comments on the effect of some human activities in their relationship to the snail host on the incidence of bilharziasis haematobia in the Middle East and Africa. Bull. Wld Hlth Org. 18.
- WEBBE, G. & MSANGI, A.S. 1958. Observations on three species of Bulinus on the East Coast of Africa. Ann. trop. Med. Parasit. 52 : 302-314.
- WILLIAMS, N.V. 1970a. Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa. I. Field distribution in relation to water chemistry. Malacologia 10, 1 : 153-164.
- _____ 1970b. Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa. II. Experimental investigation of field distribution patterns. Malacologia 10, 1 : 165-180.

*WINSOR, C.P. & WINSOR, A.A.	1935.	Longevity and fertility in the pond snail, <u>Lymnaea columella</u> . J. Wash. Acad. Sci. 25 : 302-307.
WGO	1956.	Study group on the ecology of intermediate snail hosts of bilharziasis. Some aspects of snail ecology in South Africa. WHO/Bil. Ecol./25 : 1-47.
WRIGHT, C.A.	1960.	The crowding phenomenon in laboratory colonies of fresh-water snails. Ann. trop. Med. Parasit. 54, 2 : 224-232.

8. BYLAE

TABEL B1 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalinge in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 17°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)africanus en
B.(B.)tropicus A

Twee= weekpe= riodes	Z-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	99,58	98,02	100,00	1,0	0,7	1,8	382	377	389
2	97,78	95,12	100,00	1,1	0,5	3,9	386	383	389
3	98,82	97,44	100,00	1,8	1,0	3,3	380	377	383
4	96,91	80,04	99,76	3,6	2,1	5,3	383	377	389
5	92,22	88,16	97,44	3,6	2,1	6,7	383	371	389
6	98,16	95,70	100,00	5,1	3,8	7,0	383	377	389
7	96,46	89,32	100,00	5,4	4,7	7,3	385	383	394
8	95,62	64,96	99,76	5,7	3,8	6,9	383	377	394
9	97,61	95,70	99,76	6,4	4,5	7,3	386	383	394
10	98,85	96,28	99,76	5,1	2,7	7,6	383	377	383
11	98,06	91,64	99,76	5,2	3,5	7,2	383	377	383
12	96,28	91,64	98,02	4,6	4,2	5,5	382	377	383
13	91,67	85,84	98,02	2,9	1,9	4,5	384	383	389
14	94,95	90,48	97,44	3,4	1,5	5,9	380	365	389
15	96,53	92,22	97,44	3,0	1,9	4,2	375	365	383
16	95,51	92,22	96,28	1,9	1,6	2,2	387	383	394

TABEL B2 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 20°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)africanus en
B.(B.)tropicus A

Twee- weekpe- riodes	Z-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	96,78	95,70	98,60	0,8	0,5	1,6	388	385	396
2	96,10	92,80	100,00	1,7	0,4	5,9	394	385	396
3	95,92	92,80	100,00	5,2	3,2	6,9	386	385	396
4	89,98	80,04	93,96	6,5	5,9	6,9	390	385	396
5	88,49	83,52	91,64	6,2	5,8	6,8	387	374	396
6	88,28	81,78	96,28	6,4	5,7	7,0	390	385	396
7	87,75	74,24	93,96	6,2	5,2	6,7	392	385	402
8	91,31	89,32	98,48	6,5	5,7	6,7	390	380	407
9	91,40	85,84	92,85	6,6	6,2	6,9	391	385	402
10	91,52	85,84	95,70	6,6	6,0	7,1	385	380	385
11	91,81	88,16	95,70	6,4	6,1	6,6	385	380	385
12	91,32	88,16	95,12	6,1	5,8	6,5	386	385	396
13	93,31	84,68	98,60	4,2	3,7	5,4	386	380	391
14	91,40	89,32	92,85	3,8	2,5	5,1	384	363	396
15	92,83	92,80	92,85	3,6	3,4	3,7	372	363	385

TABEL B3 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee=
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 23°C ty=
dens die eksperiment met B.(P.)africanus en
B.(B.)tropicus A

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	96,65	93,96	98,60	1,1	0,3	1,6	392	385	400
2	95,45	92,80	98,60	3,0	1,2	6,9	394	385	395
3	87,91	83,52	98,60	5,9	5,5	7,0	386	380	395
4	84,51	71,92	90,48	5,9	5,0	6,2	389	385	395
5	87,00	74,24	90,48	5,9	4,8	6,4	390	374	395
6	87,00	81,20	90,48	6,1	5,6	6,5	390	385	395
7	81,45	75,40	90,48	5,6	5,1	6,2	394	385	406
8	84,10	76,56	87,00	5,8	5,2	6,1	392	385	406
9	87,00	83,52	91,64	6,0	5,7	6,3	393	385	406
10	92,43	87,00	95,12	6,4	6,0	6,6	386	380	390
11	94,58	92,80	96,28	6,4	6,2	6,6	385	380	385
12	94,17	90,48	99,76	5,4	3,9	6,5	384	380	385
13	96,24	93,38	99,76	2,8	1,8	3,6	385	380	390

TABEL B4 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 26°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)africanus en
B.(B.)tropicus A

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	94,67	90,48	99,76	1,1	0,5	2,4	391	382	397
2	92,76	88,16	98,02	3,3	1,0	6,0	395	392	402
3	90,03	83,52	98,02	5,8	5,1	6,5	391	387	397
4	84,35	76,56	90,48	5,5	5,0	6,1	394	387	402
5	84,76	71,92	90,48	5,5	4,5	6,1	392	382	402
6	87,39	75,40	92,80	5,7	5,2	6,2	392	387	397
7	89,24	81,20	96,86	5,8	5,2	6,3	398	392	412
8	91,98	90,48	95,12	6,0	5,8	6,2	390	382	407
9	91,64	90,48	95,12	5,7	4,5	6,2	392	382	402
10	95,80	90,48	100,00	3,5	1,8	6,2	385	382	392
11	98,30	96,28	100,00	1,9	1,0	3,2	382	382	382

TABEL B5 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee= weekperiode van enkele chemiese bepalings in die akwarium by 'n konstante temperatuur van 29°C tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A

Twee= weekpe= riodes	% -versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μ		
	$\bar{x}$	min.	maks..	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	86,42	67,28	98,60	0,8	0,1	1,8	395	391	400
2	83,52	76,56	90,48	2,7	0,6	5,5	397	391	405
3	85,80	77,72	93,96	5,1	3,3	6,0	391	386	400
4	81,61	69,60	89,32	5,1	4,4	5,5	396	391	409
5	83,60	74,24	92,80	5,0	4,1	5,5	392	381	400
6	87,08	78,88	92,80	5,1	3,3	5,6	394	391	400
7	87,99	77,72	95,12	3,9	1,8	5,6	398	391	409

TABEL B6 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 32°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)africanus en
B.(B.)tropicus A

Twee- weekpe- riodes	Z-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	83,69	80,04	90,48	0,3	0,1	1,3	400	392	409
2	78,71	75,40	85,84	1,6	0,0	4,7	404	396	409
3	79,29	74,24	87,00	3,8	2,1	5,2	394	392	401
4	78,30	74,24	81,20	4,1	2,7	4,9	398	392	409
5	76,81	67,28	85,84	3,6	2,2	4,4	398	383	409
6	81,29	74,24	88,16	3,4	1,5	4,9	398	392	409
7	80,29	75,40	88,16	2,5	1,5	4,6	402	392	409
8	84,68	80,04	90,48	1,8	0,6	2,6	399	392	409
9	87,13	81,20	90,48	1,6	0,7	2,5	400	392	409

TABEL B7. Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee= weekperiode van enkele chemiese bepalings in die akwarium by kamertemperatuur tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA. -waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë µS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	98,16	95,12	100,00	1,3	0,8	1,7	397	384	410
2	95,82	51,04	100,00	2,3	1,6	4,5	402	389	413
3	93,03	81,20	100,00	5,9	3,3	7,2	394	385	403
4	89,65	83,52	95,12	6,3	2,7	6,7	402	397	416
5	87,34	71,92	94,54	5,9	5,0	6,5	402	389	410
6	86,67	82,36	95,70	6,0	5,4	6,6	404	397	416
7	86,75	80,04	92,80	5,8	5,4	6,3	408	400	416
8	87,09	83,52	90,48	5,7	5,2	6,1	404	392	416
9	87,75	82,36	92,80	6,0	5,6	6,5	405	381	422
10	93,63	89,32	98,02	6,4	6,1	6,7	389	385	396
11	95,87	91,64	98,60	6,3	5,6	6,7	387	376	394
12	95,91	92,80	98,60	5,3	3,8	6,5	388	383	392
13	96,16	92,80	99,76	2,8	2,1	3,5	387	383	391

TABEL B8 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 17°C ty-
dens die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee- weekpe- riodes	%-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	93,93	87,00	100,00	1,1	0,2	2,0	442	412	475
2	93,38	87,00	100,00	0,8	0,3	1,4	395	360	418
3	92,29	78,88	100,00	0,7	0,3	1,2	400	383	423
4	98,16	88,16	100,00	1,6	1,2	2,8	396	389	412
5	100,00	99,98	100,00	2,4	1,9	4,3	402	387	412
6	100,00	99,10	100,00	2,9	1,6	3,9	404	389	423
7	99,69	95,70	100,00	2,2	1,6	3,2	411	394	435
8	97,80	92,80	100,00	3,0	1,6	4,0	409	394	418
9	94,08	90,48	96,28	2,4	1,8	3,6	404	394	418
10	95,65	93,38	97,44	2,5	1,9	4,0	400	394	406
11	91,39	87,00	97,44	2,8	1,9	3,5	402	394	418
12	89,73	85,84	93,38	3,2	2,2	4,5	410	406	418
13	90,41	87,00	90,48	3,0	2,0	4,5	427	406	441
14	91,26	88,16	92,64	3,1	2,3	4,2	405	394	418
15	88,38	85,84	91,61	2,9	1,9	3,7	407	389	418
16	91,41	87,00	93,38	2,9	1,9	3,5	408	394	418
17	91,27	88,16	93,38	2,7	1,6	3,0	407	400	412

TABEL B9 Gemiddelde , minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 20°C tydens
die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA. -waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë µS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	98,94	95,70	100,00	0,7	0,3	1,1	452	413	490
2	99,06	92,80	100,00	0,6	0,3	0,9	395	363	424
3	86,56	66,70	100,00	1,1	0,4	2,3	400	374	423
4	98,52	92,80	100,00	2,3	1,7	3,2	401	385	418
5	99,82	97,44	100,00	3,3	2,5	4,8	410	396	418
6	99,66	97,44	100,00	4,0	3,1	5,4	408	385	424
7	100,00	99,98	100,00	3,2	2,6	4,6	413	396	435
8	95,33	88,16	100,00	3,6	2,4	5,1	412	396	424
9	88,95	85,84	91,64	2,8	2,1	3,3	411	402	418
10	92,44	88,26	96,28	2,5	1,3	3,5	405	396	413
11	95,84	91,64	100,00	2,3	1,0	3,1	406	396	418
12	94,87	91,64	98,60	1,6	1,0	2,1	411	407	418
13	96,70	89,32	98,60	1,6	1,0	2,2	410	402	429
14	97,10	95,70	98,60	1,1	0,7	1,9	407	396	418

TABEL B10 Gemiddelde , minimum- en maksimumwaardes per twee=
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 23°C ty=
dens die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	99,35	95,70	100,00	0,8	0,4	1,4	459	416	489
2	98,17	90,48	100,00	0,6	0,3	1,0	399	354	426
3	74,99	51,04	98,60	1,3	0,4	2,1	407	390	432
4	98,12	90,48	100,00	2,7	1,9	3,4	404	395	416
5	99,00	96,28	100,00	4,3	2,9	6,2	409	395	416
6	97,55	92,80	100,00	5,9	3,2	7,6	410	385	423
7	99,82	97,44	100,00	3,9	2,8	5,1	413	395	437
8	96,26	88,10	100,00	4,5	2,7	6,6	413	406	421
9	94,19	85,84	98,60	2,0	1,3	3,5	408	395	416
10	99,58	98,60	100,00	1,3	1,0	1,6	401	395	406

TABEL B11 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee=
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 26°C ty=
dens die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	% - versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	99,80	98,60	100,00	1,0	0,3	1,9	458	421	490
2	94,90	74,82	100,00	0,8	0,4	1,5	396	353	431
3	65,52	28,42	100,00	1,0	0,4	1,7	405	382	421
4	98,16	90,48	100,00	2,4	1,5	3,4	404	392	421
5	99,21	97,44	100,00	3,6	1,5	5,4	411	392	421
6	99,90	98,60	100,00	5,0	2,7	7,2	407	382	423
7	99,60	98,60	100,00	3,4	1,8	5,0	419	402	436
8	94,63	87,00	100,00	4,4	2,5	6,3	416	402	431
9	89,49	85,84	95,12	3,2	1,6	6,1	412	402	425
10	92,44	85,84	100,00	1,9	0,9	3,7	401	392	411

TABEL B12 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee=
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 29°C ty=
dens die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	99,60	90,48	100,00	0,7	0,2	1,9	460	428	502
2	93,58	74,24	100,00	0,6	0,3	0,9	408	372	462
3	60,25	28,42	100,00	0,8	0,2	1,4	418	386	446
4	97,23	89,32	100,00	2,0	1,3	2,8	412	409	428
5	94,61	76,56	100,00	4,0	2,7	5,9	420	409	428
6	92,36	83,52	100,00	4,8	2,2	6,1	420	400	432
7	99,19	92,80	100,00	2,7	1,8	4,4	424	409	437
8	93,56	76,56	100,00	2,8	1,4	4,4	421	409	429
9	88,26	83,52	92,80	1,8	1,0	2,4	417	400	428
10	92,03	88,16	95,12	1,0	0,6	1,2	412	409	419

TABEL B13 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 32°C ty-
dens die eksperiment met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	% -versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	99,93	99,00	100,00	0,8	0,3	2,8	471	427	502
2	99,71	95,70	100,00	0,5	0,2	1,1	411	392	442
3	89,52	72,50	100,00	0,6	0,1	2,4	416	392	445
4	97,94	90,48	100,00	0,8	0,4	1,3	413	401	427
5	97,99	90,48	100,00	1,8	0,4	4,0	421	409	427
6	99,05	88,16	100,00	1,6	0,9	2,4	419	401	432
7	99,85	98,02	100,00	1,1	0,5	3,2	423	409	436
8	93,68	78,88	100,00	1,5	0,8	3,7	414	401	427
9	90,92	81,20	95,12	1,3	0,1	2,8	416	400	420
10	97,05	96,28	97,44	0,8	0,7	0,8	400	400	400

TABEL B14 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by kamertemperatuur tydens die eksperiment
met B.pfeifferi en L.natalensis

Twee= weekpe= riodes	Z-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	95,63	88,16	100,00	0,8	0,2	1,2	445	417	502
2	89,82	84,68	93,38	0,3	0,1	0,6	359	359	428
3	88,65	77,72	100,00	0,6	0,2	1,1	399	375	432
4	99,26	92,22	100,00	1,0	0,3	2,0	397	386	428
5	90,39	71,92	100,00	2,5	1,0	4,0	406	394	426
6	96,93	87,00	100,00	3,9	2,5	6,2	404	385	490
7	95,77	64,96	100,00	2,8	0,8	5,7	412	396	431
8	92,35	71,92	100,00	5,0	2,5	7,2	413	403	428
9	85,55	74,24	93,38	4,0	2,4	6,1	413	392	429
10	93,48	88,16	98,31	3,6	2,7	4,8	408	392	418
11	89,38	87,87	95,70	4,7	1,9	6,4	412	398	429
12	92,80	83,52	99,76	2,2	1,2	3,7	413	402	426

TABEL B15 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee= weekperiode van enkele chemiese bepalings in die akwarium by 'n konstante temperatuur van 20°C tydens die eksperiment met B.(P.)globosus en B.(B.)tropicus B

Twee= weekpe= riodes	% -versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë µS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	96,78	90,48	99,76	1,2	0,5	2,3	339	314	361
2	98,85	96,28	99,76	1,1	0,8	1,4	364	347	382
3	98,52	97,44	99,76	3,6	1,1	6,6	385	380	396
4	94,37	93,36	97,44	6,4	3,5	6,8	388	374	402
5	92,43	91,64	93,96	6,2	5,2	6,5	384	380	391
6	90,98	88,16	91,64	6,3	6,0	6,6	382	380	385
7	91,06	88,16	93,38	6,5	6,1	6,6	386	374	407
8	93,13	88,16	97,44	6,6	6,2	6,9	382	374	391
9	97,11	95,12	97,44	6,3	5,8	6,8	383	376	385
10	97,14	94,16	97,44	4,9	3,0	5,9	382	380	385

TABEL B16 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 23°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)globosus en
B.(B.)tropicus B

Twee- weekpe- riodes	Z-versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë μS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	95,82	90,48	99,76	1,2	0,2	2,4	342	317	364
2	96,36	92,80	98,60	2,3	0,8	4,9	366	348	387
3	94,00	91,64	97,44	5,6	2,1	6,4	388	385	395
4	91,39	88,16	92,80	6,1	5,9	6,3	389	374	406
5	90,81	88,16	91,64	5,8	4,5	6,2	385	380	390
6	90,81	88,16	91,64	5,9	5,4	6,3	382	374	385
7	89,02	82,80	95,70	4,4	3,2	6,1	385	369	406
8	95,50	91,64	99,76	4,2	3,5	4,9	380	369	385
9	98,81	98,02	100,00	3,6	2,9	4,1	380	376	385

TABEL B17 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 26°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)globosus en
B.(B.)tropicus B

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë µS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	96,53	95,70	99,76	1,2	0,4	2,1	342	314	365
2	94,58	93,38	98,60	3,8	1,1	6,0	367	348	384
3	91,97	87,00	95,70	5,4	4,2	6,1	390	382	402
4	97,33	85,84	90,48	5,6	5,5	5,7	394	382	412
5	87,67	85,84	89,32	5,4	3,9	6,0	387	377	392
6	90,39	89,32	91,64	4,9	3,0	6,0	381	377	384

TABEL B18 Gemiddelde-, minimum- en maksimumwaardes per twee-
weekperiode van enkele chemiese bepalings in die
akwarium by 'n konstante temperatuur van 29°C ty-
dens die eksperiment met B.(P.)globosus en
B.(B.)tropicus B

Twee= weekpe= riodes	%versadiging met O ₂			B.SA.-waardes kg/m ³			Geleidingsvermoë µS		
	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.	$\bar{x}$	min.	maks.
1	96,32	91,64	98,60	1,1	0,2	2,4	346	316	369
2	92,75	90,48	95,70	3,7	1,6	5,8	367	353	389
3	88,49	82,36	93,96	5,1	4,0	5,6	391	386	400
4	84,64	81,78	87,00	5,1	5,0	5,3	394	381	409
5	87,17	84,68	88,16	5,2	4,4	5,4	387	381	397
6	89,40	88,16	90,48	3,4	2,1	5,5	383	377	391

TABEL B19 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweeke=periode van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur

Tweeweeke= periodes	Gemiddelde getal eiers per pakkie						Kamertem= peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	5,45	6,41	4,80	-	-
3	-	7,69	10,87	11,17	7,84	4,40	-
4	-	11,29	15,41	15,70	11,77	2,80	6,00
5	5,73	14,15	14,77	17,64	10,80	-	9,58
6	8,10	16,09	16,47	18,95	8,07	-	12,04
7	8,35	16,40	16,86	18,78	5,76	-	16,13
8	10,46	16,26	12,02	19,08	5,69	-	18,20
9	11,66	15,36	10,32	18,47	4,53	-	19,32
10	14,53	12,53	-	13,45	-	-	18,40
11	15,37	10,00	-	-	-	-	16,71
12	15,79	-	-	-	-	-	11,00
13	16,54	-	-	-	-	-	-
14	11,32	-	-	-	-	-	-
15	11,13	-	-	-	-	-	-
16	10,92	-	-	-	-	-	-

TABEL B20 Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee= weekperiode van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature en kamertempera= tuur

Tweewee= weekperiodes	Gemiddelde getal eierpakkies per slak						Kamertem= peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	0,49	2,64	3,36	-	-
3	-	1,51	9,20	14,13	21,53	1,36	-
4	-	11,33	12,42	22,36	24,71	0,31	0,02
5	0,24	12,82	16,89	24,33	22,29	-	9,98
6	4,00	14,07	19,96	22,80	20,56	-	15,27
7	7,71	14,89	18,04	22,51	18,38	-	20,27
8	7,82	12,33	11,05	23,04	16,05	-	19,84
9	8,40	12,44	6,33	20,16	11,42	-	14,29
10	7,07	5,24	-	6,42	-	-	11,84
11	8,74	1,60	-	-	-	-	4,13
12	7,10	-	-	-	-	-	1,50
13	5,29	-	-	-	-	-	-
14	5,81	-	-	-	-	-	-
15	4,24	-	-	-	-	-	-
16	1,63	-	-	-	-	-	-

TABEL B21 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweeke=periode van die kohorte van L.natalensis by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur

Tweeweeke= periodes	Gemiddelde getal eiers per sakkie						Kamertem= peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	2,00	-	-
3	-	7,76	9,00	7,71	2,00	-	4,98
4	4,15	12,38	16,86	17,56	2,17	1,00	6,64
5	3,93	17,59	24,78	26,30	2,87	1,13	3,86
6	5,94	15,79	22,01	23,52	3,29	2,43	13,91
7	5,74	15,57	14,93	16,70	-	-	16,53
8	8,36	13,63	10,75	9,13	-	-	12,74
9	9,44	13,03	8,35	5,12	-	-	4,59
10	9,09	13,08	4,20	2,76	-	-	5,38
11	8,23	9,77	-	-	-	-	-
12	6,97	7,32	-	-	-	-	-
13	8,21	-	-	-	-	-	-

TABEL B22 Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per tweeweekperiode van die kohorte van *L.natalensis* by die verskillende konstante temperature en kamertemperature

Tweeweek= periodes	Gemiddelde getal eierpakkies per slak						Kamertem= peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	0,02	-	-
3	-	0,84	4,44	4,80	2,36	-	1,18
4	0,29	7,27	10,96	14,62	5,44	0,35	6,47
5	1,22	10,60	13,22	15,82	1,78	0,47	7,58
6	1,07	11,67	14,42	17,07	0,50	0,64	9,00
7	1,51	10,98	10,91	12,17	-	-	11,64
8	1,91	11,31	7,92	9,03	-	-	9,93
9	1,80	8,90	7,13	4,11	-	-	18,46
10	2,05	5,86	1,25	4,25	-	-	0,91
11	2,19	4,88	-	-	-	-	-
12	1,80	4,17	-	-	-	-	-
13	1,00	-	-	-	-	-	-

TABEL B23 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweeke=periode van die kohorte van B.(P.)africanus by die verskillende konstante temperature en kamertempera=tuur

Tweeweeke= periodes	Gemiddelde getal eiers per pakkie			
	20°C	23°C	26°C	Kamertem= peratuur
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	12,07	8,00
4	-	4,43	10,23	4,95
5	-	4,40	14,15	5,60
6	9,09	4,46	20,53	8,91
7	4,57	4,25	20,18	12,16
8	4,20	5,19	18,31	11,92
9	3,50	9,56	17,74	9,24
10	-	10,71	-	9,25
11	-	6,4	-	9,00
12	-	3,5	-	-

TABEL B24 Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee= weekperiode van die kohorte van B.(P.)africanus by die verskillende konstante temperature en kamertem= peratuur

Tweeweer= periodes	Gemiddelde getal eierpakkies per slak			
	20°C	23°C	26°C	Kamertem= peratuur
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	0,40	0,77
4	-	3,94	1,45	8,86
5	-	6,06	1,95	12,03
6	0,31	6,69	2,92	15,23
7	0,60	4,83	3,80	10,97
8	0,28	1,84	5,14	4,17
9	0,11	1,42	3,83	3,06
10	-	1,75	-	2,00
11	-	1,50	-	0,57
12	-	0,57	-	-

TABEL B25 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweeke=
periode van die kohorte van B.(P.)globosus by die
verskillende konstante temperature

Tweeweeke= periodes	Gemiddelde getal eiers per pakkie			
	20°C	23°C	26°C	29°C
1	-	-	-	-
2	-	-	-	2,49
3	-	-	2,03	3,94
4	-	2,25	3,24	6,88
5	-	4,36	3,20	6,00
6	2,33	5,50	-	-
7	6,40	5,45	-	-
8	13,27	4,42	-	-
9	9,83	7,50	-	-
10	4,00	-	-	-

TABEL B26 Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee= weekperiode van die kohorte van B.(P.)globosus by die verskillende konstante temperature

Tweeweer= periodes	Gemiddelde getal eierpakkies per slak			
	20°C	23°C	26°C	29°C
1	-	-	-	-
2	-	-	-	1,34
3	-	-	1,54	13,67
4	-	0,50	5,13	7,31
5	-	6,60	5,00	2,07
6	0,30	5,00	-	-
7	1,05	2,75	-	-
8	0,79	4,75	-	-
9	0,67	1,00	-	-
10	0,17	-	-	-

TABEL B27

Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee-
weekperiode van die kohorte van B.(B.)tropicus A
by die verskillende konstante temperature en kamer-
temperatuur

Tweewee- keriode	Gemiddelde getal eierpakkies per slak						Kamertem- peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	0,06	2,97	10,34	6,03	0,03	0,63
3	-	9,00	13,74	30,83	28,89	0,06	17,54
4	0,46	25,03	17,97	25,72	22,07	-	23,65
5	4,34	23,68	16,70	15,56	8,78	-	19,00
6	9,63	18,75	15,07	7,83	2,28	-	16,61
7	9,59	15,03	7,89	6,00	0,67	-	10,68
8	11,91	8,80	2,43	3,12	-	-	3,59
9	13,09	4,74	1,12	-	-	-	0,68
10	13,30	3,50	-	-	-	-	-
11	10,53	2,44	-	-	-	-	-
12	7,69	1,64	-	-	-	-	-
13	5,60	0,40	-	-	-	-	-
14	4,54	-	-	-	-	-	-
15	1,83	-	-	-	-	-	-

TABEL B28 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweeweeke=periode van die kohorte van B.(B.)tropicus A by die verskillende konstante temperature en kamertempera=tuur

Tweeweeke= periodes	Gemiddelde getal eiers per pakkie						Kamertem= peratuur
	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	8,00	10,71	13,08	5,09	2,00	12,45
3	-	9,83	15,99	20,39	11,72	10,00	16,81
4	7,88	15,88	19,58	19,89	10,07	-	20,97
5	6,93	15,45	13,31	17,35	6,78	-	21,25
6	13,57	14,53	10,03	17,72	12,21	-	9,06
7	14,24	13,66	10,77	14,01	4,5	-	8,97
8	17,00	14,55	6,65	9,34	-	-	9,09
9	17,00	16,56	2,95	-	-	-	6,85
10	16,58	18,66	-	-	-	-	-
11	13,41	13,80	-	-	-	-	-
12	13,53	12,28	-	-	-	-	-
13	14,02	2,50	-	-	-	-	-
14	10,63	-	-	-	-	-	-
15	10,64	-	-	-	-	-	-

TABEL B29 Die gemiddelde getal eiers per pakkie per tweewek=
periode van die kohorte van B.(B.)tropicus B by die
verskillende konstante temperature

Tweewek= periodes.	Gemiddelde getal eiers per pakkie			
	20°C	23°C	26°C	29°C
1	-	-	-	-
2	-	10,10	13,25	10,17
3	10,67	12,50	17,26	10,78
4	15,70	16,35	18,71	12,34
5	18,15	14,29	15,72	9,43
6	17,28	11,28	12,80	-
7	17,36	18,17	-	-
8	15,66	16,42	-	-
9	14,29	14,00	-	-

TABEL B30 Die gemiddelde getal eierpakkies per slak per twee=
weekperiode van die kohorte van B.(B.)tropicus B
by die verskillende konstante temperature

Tweewee= periodes	Getal eierpakkies per slak			
	20°C	23°C	26°C	29°C
1	-	-	-	-
2	-	4,34	8,29	9,40
3	11,17	27,51	32,97	33,26
4	28,94	25,26	29,33	14,43
5	28,49	12,72	14,50	7,67
6	22,73	5,18	0,83	-
7	15,06	18,00	-	-
8	10,12	12,00	-	-
9	4,72	2,00	-	-

TABEL B31 Lewenstabel van replikaatkohort R1 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tempe=
ratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 391	25	1,0000	215,6400	215,6400
2,5	17 211	25	1,0000	688,4400	688,4400
3,5	13 004	24	0,9600	541,8333	520,1600
4,5	1 519	14	0,5600	108,5000	60,7600
5,5	63	2	0,0800	31,5000	2,5200
6,5	-	1	0,0400	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 1.487,5200$$

TABEL B32 Lewenstabel van replikaatkohort R2 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tempe=
 ratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x \cdot m_x)$ V_x
0,5		25	1,0000		
1,5	5 265	25	1,0000	210,6000	210,6000
2,5	15 647	25	1,0000	625,8800	625,8800
3,5	9 879	24	0,9600	411,6250	395,1600
4,5	1 945	15	0,6000	129,6667	77,8000
5,5	80	6	0,2400	13,3333	3,2000
6,5	-	1	0,4000	-	-

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\,312,6400$$

TABEL B33 Lewenstabel van replikaatkohort R3 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26^oC

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 312	25	1,0000	212,4800	212,4800
2,5	15 447	25	1,0000	617,8800	617,8800
3,5	11 157	23	0,9200	485,0870	446,2800
4,5	2 128	5	0,6000	141,8667	85,1200
5,5	296	4	0,1600	74,0000	11,8400

$$R_o = \sum V_x = 1\ 373,6000$$

TABEL B34 Lewenstabel van replikaatkohort R4 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26^oC

Middel= puntou= derdom x	Totale eier produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 421	25	1,0000	216,8400	216,8400
2,5	16 148	25	1,0000	645,9200	645,9200
3,5	11 546	24	0,9600	481,0833	461,8400
4,5	2 004	15	0,6000	133,6000	80,1600
5,5	268	6	0,2400	44,6667	10,7200
6,5	10	1	0,400	10,0000	0,4000

$$R_o = \sum V_x = 1\ 415,6000$$

TABEL B35 Lewenstabel van replikaatkohort R5 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 466	25	1,0000	218,6400	218,6400
2,5	17 291	25	1,0000	691,6400	691,6400
3,5	12 922	24	0,9600	538,4167	516,8800
4,5	3 544	15	0,6000	236,2667	141,7600
5,5	744	4	0,1600	186,0000	29,7600
6,5	-	1	0,0400	-	-

$$R_0 = \sum V_x = 1\,598,6800$$

TABEL B36 Lewenstabel van replikaatkohort R6 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 687	25	1,0000	227,4800	227,4800
2,5	15 357	25	1,0000	614,2800	614,2800
3,5	9 842	25	1,0000	393,6800	393,6800
4,5	2 295	15	0,6000	153,0000	91,8000
5,5	185	4	0,1600	46,2500	7,4000

$$R_0 = \sum V_x = 1\,334,6400$$

TABEL B37 Lewenstabel van replikaatkohort R7 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 716	25	1,0000	228,6400	228,6400
2,5	14 623	25	1,0000	584,9200	584,9200
3,5	9 175	25	1,0000	367,0000	367,0000
4,5	1 507	18	0,7200	83,7222	60,2800
5,5	275	4	0,1600	68,7500	11,0000

$$R_o = \Sigma V_x = 1\ 251,8400$$

TABEL B38 Lewenstabel van replikaatkohort R8 van
B.(B.)tropicus B by 'n konstante tem=
 peratuur van 26°C

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		25	1,0000		
1,5	5 496	25	1,0000	219,8400	219,8400
2,5	15 375	25	1,0000	615,0000	615,0000
3,5	11 775	25	1,0000	471,0000	471,0000
4,5	2 860	17	0,6800	168,2353	114,4000
5,5	235	8	0,3200	29,3750	9,4000
6,5	-	1	0,0400	-	-

$$R_o = \Sigma V_x = 1\ 429,6400$$

TABEL B39 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabellen van replikaatkohorte R2 en R3* om 'n kohortgrootte van 50 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ v_x
0,5		50	1,0000		
1,5	10 577	50	1,0000	211,5400	211,5400
2,5	31 094	50	1,0000	621,8800	621,8800
3,5	21 036	47	0,9400	447,5754	420,7200
4,5	4 073	30	0,6000	135,7667	81,4600
5,5	376	10	0,2000	37,6000	7,5200
6,5	-	1	0,0200	-	-

$$R_0 = \sum v_x = 1\,343,1200$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B40 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R1 en R8* om 'n kohortgrootte van 50 slakke te verkry

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ v_x
0,5		50	1,0000		
1,5	10 887	50	1,0000	217,7400	217,7400
2,5	32 587	50	1,0000	651,7200	651,7200
3,5	24 779	49	0,9800	505,6939	495,5800
4,5	4 379	31	0,6200	141,2581	87,5800
5,5	298	10	0,2000	29,8000	5,9600
6,5	-	2	0,0400	-	-

$$R_o = \sum v_x = 1\,458,5800$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B41 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R4 en R5* om 'n kohortgrootte van 50 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing $\frac{l}{x}$	Vrugbaarheid $\frac{m}{x}$	$(\frac{l}{x} \frac{m}{x})$ $\frac{V}{x}$
0,5		50	1,0000		
1,5	10 887	50	1,0000	217,7400	217,7400
2,5	33 439	50	1,0000	668,7800	668,7800
3,5	24 468	48	0,9600	509,7500	489,3600
4,5	5 548	30	0,6000	184,9333	110,9600
5,5	1 012	10	0,2000	101,2000	20,2400
6,5	10	2	0,0400	5,0000	0,2000

$$R_o = \sum \frac{V}{x} = 1\,507,2800$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B42 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die
 lewenstabelle van replikaatkohorte R6 en R7* om
 'n kohortgrootte van 50 slakke te verkry

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{v_x})$
0,5		50	1,0000		
1,5	11 403	50	1,0000	228,0600	228,0600
2,5	29 980	50	1,0000	599,6000	599,6000
3,5	19 017	50	1,0000	380,3400	380,3400
4,5	3 802	33	0,6600	115,2121	76,0400
5,5	460	8	0,1600	57,5000	9,2000

$$R_0 = \sum V_x = 1\,293,2400$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B43 Lewenstabel saamgestel deur kombinerig van die lewenstabelle van replikaatkohorte R1, R3 en R7* om 'n kohortgrootte van 75 slakke te verkry

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		75	1,0000		
1,5	16 419	75	1,0000	218,9200	218,9200
2,5	47 281	75	1,0000	630,4133	630,4133
3,5	33 336	72	0,9600	463,0000	444,4800
4,5	5 154	47	0,6267	109,6596	68,7237
5,5	634	10	0,1333	63,4000	8,4512
6,5	-	1	0,0133	-	-

$$R_o = \sum V_x = 1\ 370,9918$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B44 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die
lewenstabellen van replikaatkohorte R4, R6 en R8*
om 'n kohortgrootte van 75 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		75	1,0000		
1,5	16 604	75	1,0000	221,3867	221,3867
2,5	46 880	75	1,0000	625,0667	625,0667
3,5	33 163	74	0,9867	448,1486	442,1882
4,5	7 159	47	0,6267	152,3191	95,4584
5,5	688	18	0,2400	38,2222	9,1733
6,5	10	2	0,0267	5,0000	0,1335

$$R_o = \sum V_x = 1\,393,4068$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B45 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R1, R2, R5 en R7* om 'n kohortgrootte van 100 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ v_x
0,5		100	1,0000		
1,5	21 838	100	1,0000	218,3800	218,3800
2,5	64 772	100	1,0000	647,7200	647,7200
3,5	44 980	97	0,9700	463,7113	449,8000
4,5	8 515	62	0,6200	137,3387	85,1500
5,5	1 162	16	0,1600	72,6250	11,6200
6,5	-	3	0,0300	-	-

$$R_0 = \sum v_x = 1\,412,6700$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B46 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R3, R4, R6 en R8* om 'n kohortgrootte van 100 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(\frac{l_x m_x}{V_x})$
0,5		100	1,0000		
1,5	21 916	100	1,0000	219,1600	219,1600
2,5	62 327	100	1,0000	623,2700	623,2700
3,5	44 320	97	0,9700	456,9072	443,2000
4,5	9 287	62	0,6200	149,7903	92,8700
5,5	984	22	0,2200	44,7273	9,8400
6,5	10	2	0,0200	5,0000	0,1000

$$R_0 = \sum V_x = 1\,388,4400$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B47 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R2, R3, R5, R6 en R7* om 'n kohortgrootte van 125 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		125	1,0000		
1,5	27 446	125	1,0000	219,5680	219,5680
2,5	78 365	125	1,0000	626,9200	626,9200
3,5	52 975	121	0,9680	437,8099	423,8000
4,5	11 419	78	0,6240	146,3974	91,3520
5,5	1 580	22	0,1760	71,8182	12,6400
6,5	-	2	0,0160	-	-

$$R_0 = \Sigma V_x = 1\,374,2800$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B48 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabelle van replikaatkohorte R1, R2, R3, R5, R7 en R8* om 'n kohortgrootte van 150 slakke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing $\frac{1}{x}$	Vrugbaarheid $\frac{m}{x}$	$(\frac{1}{x} \frac{m}{x})$ $\frac{V}{x}$
0,5		150	1,0000		
1,5	32 646	150	1,0000	217,6400	217,6400
2,5	95 594	150	1,0000	637,2933	637,2933
3,5	67 912	145	0,9667	468,3586	452,7623
4,5	13 503	94	0,6267	143,6489	90,0248
5,5	1 693	28	0,1867	60,4643	11,2887
6,5	-	4	0,0267	-	-

$$R_o = \sum V_x = 1\,409,0091$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B49 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die
 lewenstabelle van replikaatkohorte R1, R2, R3,
 R5, R6, R7, R8* om 'n kohortgrootte van 175 slak-
 ke te verkry

Middel= puntu= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ V_x
0,5		175	1,0000		
1,5	38 333	175	1,0000	219,0457	219,0457
2,5	110 951	175	1,0000	634,0057	634,0057
3,5	77 754	170	0,9714	457,3765	444,2955
4,5	15,789	109	0,6229	144,9358	90,2805
5,5	1,878	32	0,1829	58,6875	10,7339
6,5	-	4	0,0229	-	-

$$R_o = \Sigma V_x = 1\,398,3613$$

* replikaatkohorte ewekansig geselekteer

TABEL B50 Lewenstabel saamgestel deur kombinerings van die lewenstabellen van al agt replikaatkohorte om 'n kohortgrootte van 200 slakke te verkry

Middel= puntou= derdom x	Totale eier= produksie	Totale getal slakke	Oorlewing l_x	Vrugbaarheid m_x	$(l_x m_x)$ v_x
0,5		200	1,0000		
1,5	43 754	200	1,0000	218,7700	218,7700
2,5	127 099	200	1,0000	635,4950	635,4950
3,5	89 300	194	0,9700	460,3093	446,5000
4,5	17 802	124	0,6200	143,3645	88,8860
5,5	2 146	38	0,1900	56,4737	10,7300
6,5	10	5	0,0250	2,0000	0,0500

$$R_0 = \sum v_x = 1\,400,4310$$

TABEL B51 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van B.pfeifferi by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur aangegee in gram

TweewEEK= periode*	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
1							
2							
3	0,0154	0,0595	0,0581	0,0662	0,0714	0,0667	0,0093
4	0,0430	0,0792	0,0731	0,0877	0,0918	0,0987	0,0563
5	0,0611	0,0973	0,0905	0,1042	0,1066	0,1148	0,0859
6	0,0778	0,1124	0,1143	0,1197	0,1172	0,1264	0,1127
7	0,0905	0,1245	0,1313	0,1279	0,1268	0,1387	0,1326
8	0,1025	0,1297	0,1418	0,1327	0,1337	0,1466	0,1479
9	0,1100	0,1396	0,1162	0,1398	0,1524		0,1607
10	0,1235	0,1448					0,1750
11	0,1328						0,1930
12	0,1442						
13	0,1533						
14	0,1539						
15	0,1500						

* massabepalings vanaf die einde van die derde tweewEEKperiode uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

TABEL B52 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van *L.natalensis* by die verskillende konstante temperature en kamertemperatuur aangegee in gram

TweewEEK= periode*	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
1							
2							
3	0,0289	0,1219	0,1549	0,1562	0,1582	0,0296	0,0220
4	0,0966	0,2492	0,2749	0,2838	0,3039	0,0612	0,1285
5	0,1894	0,3506	0,3807	0,3852	0,4570	0,1306	0,2437
6	0,2491	0,4571	0,4450	0,4212	0,5214	0,1083	0,3504
7	0,3026	0,4962	0,4613	0,4126	0,5564		0,4452
8	0,3377	0,4937	0,4396	0,3991			0,4989
9	0,3857	0,5026	0,4221	0,4320			0,4953
10	0,4098	0,4809					0,4618
11	0,4382	0,4249					
12	0,4666						

* massabepalings vanaf die einde van die derde tweewEEKperiode uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

TABEL B53 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van B.(P.)africanus by die verskillende konstante temperature aangegee in gram

TweewEEK= periode*	20°C	23°C	26°C	K
1	0,0023	0,0057	0,0064	0,0057
2	0,0179	0,0521	0,0253	0,0592
3	0,0495	0,1326	0,0495	0,1560
4	0,0977	0,1977	0,0755	0,2240
5	0,1330	0,2417	0,0969	0,2888
6	0,1512	0,2643	0,1297	0,3280
7	0,1552	0,2736	0,1651	0,3250
8	0,1598	0,2347	0,2146	0,2596
9	0,1729	0,1974	0,1564	0,2395
10	0,1775	0,1855		0,2353
11	0,1760	0,1768		0,1740
12	0,1693	0,2176		
13	0,1434			

* massabepalings uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

TABEL B54 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van B.(P.)globosus by die verskillende konstante temperature aangegee in gram

TweewEEK= periode*	20°C	23°C	26°C	29°C
1	0,0008	0,0048	0,0083	0,0108
2	0,0090	0,0211	0,0521	0,0920
3	0,0299	0,0632	0,1013	0,1909
4	0,0616	0,1207	0,1179	0,1865
5	0,0799	0,1455	0,0897	0,1981
6	0,0805	0,1572		
7	0,0874	0,1687		
8	0,0962	0,1635		
9	0,1222			
10				

* massabepalings uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

TABEL B55 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van *B.(B.)tropicus* A by die verskillende konstante temperature en kamertemperature aangegee in gram

TweewEEK= periode*	17°C	20°C	23°C	26°C	29°C	32°C	K
1	0,0019	0,0050	0,0103	0,0140	0,0254	0,0191	0,0066
2	0,0173	0,0531	0,1100	0,1607	0,2014	0,1353	0,0613
3	0,0433	0,1884	0,2642	0,3121	0,3354	0,2228	0,1720
4	0,1028	0,2732	0,3736	0,4101	0,4585	0,2799	0,2701
5	0,1852	0,3457	0,4455	0,4537	0,5673	0,2732	0,3289
6	0,2479	0,4094	0,5219	0,4953	0,6072	0,3183	0,3898
7	0,3173	0,4626	0,5823	0,5023		0,3969	0,4443
8	0,3967	0,5217	0,6406	0,5360		0,3620	0,4828
9	0,4371	0,5596	0,6938				0,4181
10	0,4775	0,5999	0,6807				0,3318
11	0,5112	0,6441	0,8400				
12	0,5660	0,6743					
13	0,5581	0,7001					
14	0,6447						

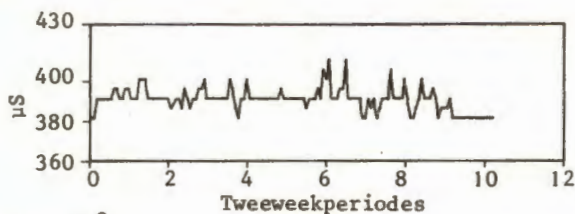
* massabepalings uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

TABEL B56 Die gemiddelde massa per slak per tweewEEKperiode van die kohorte van *B.(B.)tropicus* B by die verskillende konstante temperatuur aangegee in gram

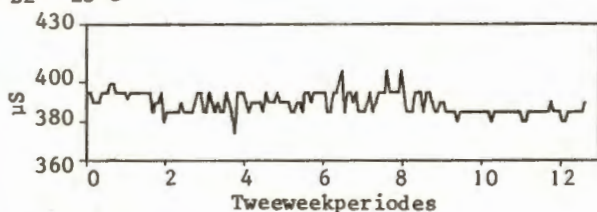
TweewEEK= periode*	20°C	23°C	26°C	29°C
1	0,0052	0,0112	0,0120	0,0249
2	0,0690	0,0924	0,1051	0,1100
3	0,1468	0,1570	0,1949	0,1685
4	0,1916	0,1626	0,1822	0,2146
5	0,2200	0,1733	0,1800	0,2341
6	0,2341	0,1696		
7	0,2406	0,1635		
8	0,2612	0,1640		
9	0,2700			

* massabepalings uitgevoer aan die einde van elke tweewEEKperiode

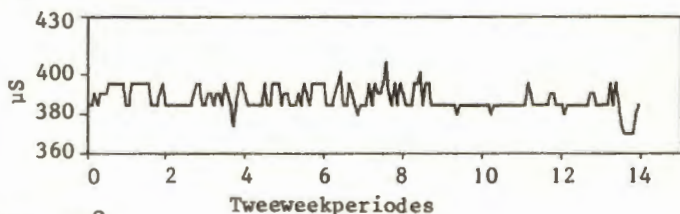
FIGUUR B1 26°C



FIGUUR B2 23°C



FIGUUR B3 20°C



FIGUUR B4 17°C

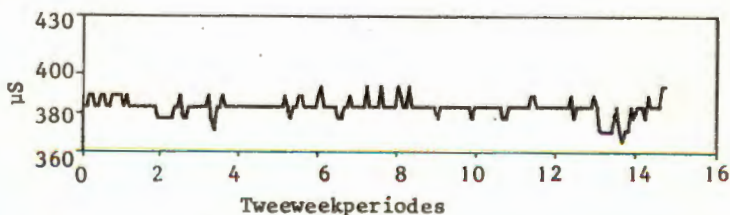
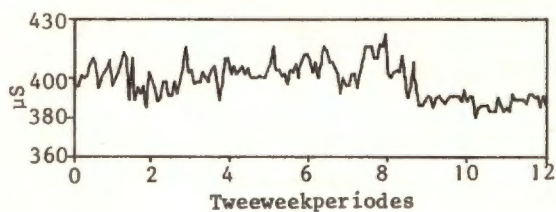
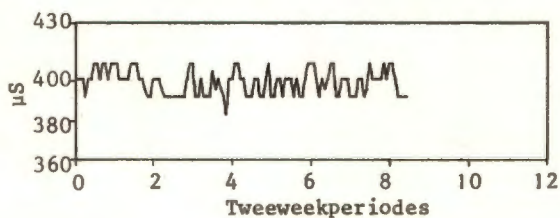


FIGURE B1-B4 Daaglikse geleidingsvermoë in die akwariums tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A

FIGUUR B5 Kamertemperatuur



FIGUUR B6 32°C



FIGUUR B7 29°C

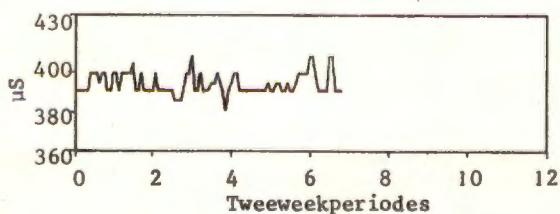
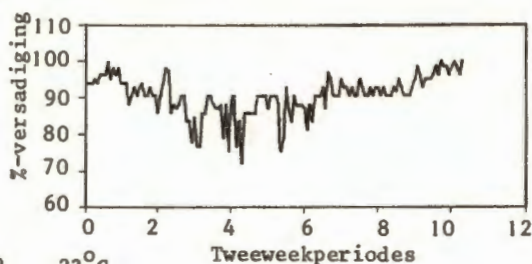
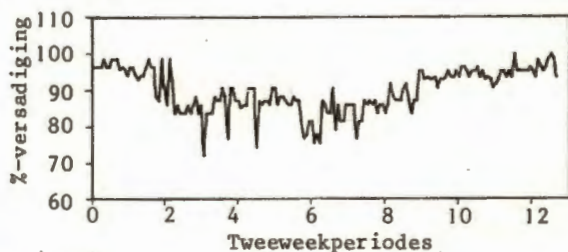


FIGURE B5-B7 Daaglikse geleidingsvermoë in die akwariums tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A

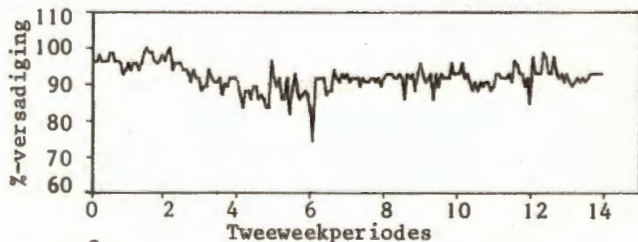
FIGUUR B8 26°C



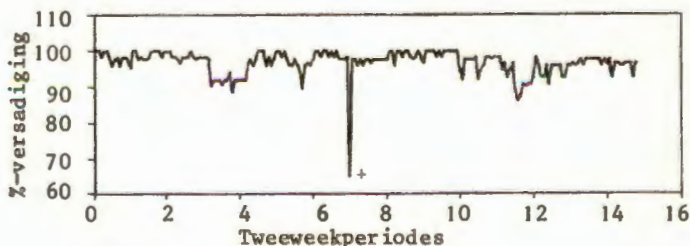
FIGUUR B9 23°C



FIGUUR B10 20°C



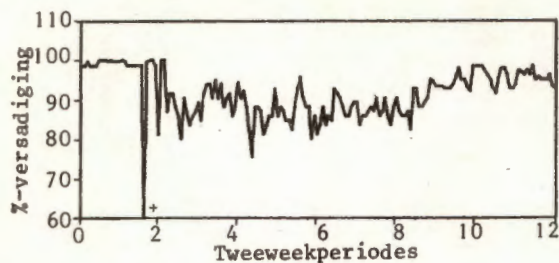
FIGUUR B11 17°C



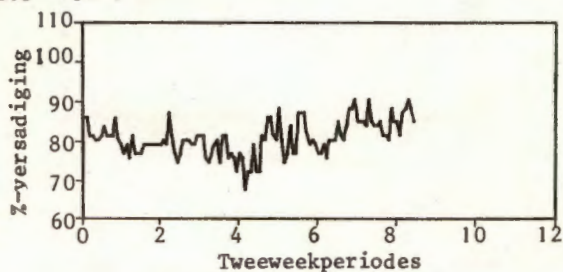
+ defek in belugtingstelsel

FIGURE B8-B11 Daaglikse persentasieversadiging met O_2 in die akwariums tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A

FIGUUR B12 Kamertemperatuur



FIGUUR B13 32°C



FIGUUR B14 29°C

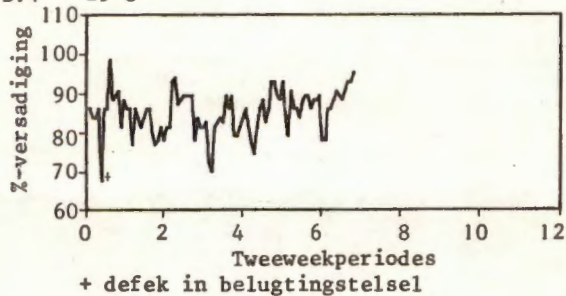


FIGURE B12-B14 Daaglikse persentasieversadiging met O_2 in die akwariums tydens die eksperiment met B.(P.)africanus en B.(B.)tropicus A