

Navorsings- en oorsigartikels

Verspreiding en habitats van *Bulinus tropicus*, tussengasheerslak van die peervormige bot *Calicophoron microbothrium*, in Suid-Afrika

K.N. de Kock*, C.T. Wolmarans, M. Bornman en D.C. Maree

Skool vir Omgewingswetenskappe en -ontwikkeling, Vakgroep Dierkunde, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Privaat sak X6001, Potchefstroom, 2520

E-pos: drkndk@puknet.puk.ac.za

UITTREKSEL

Hierdie artikel fokus op die geografiese verspreiding en habitats van *Bulinus tropicus*, die slaktussengasheer van die peervormige bot, *Calicophoron microbothrium*. *Bulinus tropicus* is die varswaterslakspesie met verreweg die wydste geografiese verspreiding, soos gereflekteer deur die vindplekke van die 7 992 monsters wat tans in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVV) van Suid-Afrika op rekord is. Die voorkoms van hierdie spesie is deur versamelaars in 'n totaal van 14 waterliggaamtipes opgeteken, maar die grootste getal monsters is in damme en spruite en in habitats waarvan die water as staande, helder en vars beskryf is, versamel. Die effekgrootte van elke veranderlike is afsonderlik bereken om die rol daarvan in die bepaling van die verspreiding van hierdie spesie vas te stel. Die data in die databasis is verder verwerk en aangepas om 'n geïntegreerde besluitnemingsboom saam te stel. Dit is 'n statistiese model waarvolgens 'n seleksie van veranderlikes gemaak kan word wat maksimaal kan diskrimineer tussen die voorkomingsfrekwensie van 'n gegewe spesie en die res van die spesies in die databasis. Die sukses van *B. tropicus* soos gereflekteer deur sy omvangryke geografiese verspreiding, is waarskynlik toe te skryf aan die omstandigheid dat hierdie spesie grootliks r-geselekteerd is soos onteenseglik in bevolkingsdinamika studies deur verskeie outeurs bevind is. Daarbenewens beskik die spesie oor 'n besondere vermoë om opdroging van 'n habitat vir relatief lang tydperke te kan oorleef. Dit kom egter voor asof sy beperkte verdraagsaamheid ten opsigte van water met 'n relatief lae geleidingsvermoë, moontlik as 'n beperkende faktor vir sy besetting van bepaalde gebiede in Suid-Afrika mag optree. As tussengasheer vir *C. microbothrium*, wat paramphistomose by vee veroorsaak en soms tot groot verliese kan lei, het die wye verspreiding van *B. tropicus* in Suid-Afrika egter ook ekonomiese implikasies, veral vir inwoners van informele, landelike nedersettings wie se vee tradisioneel 'n integrale deel van hul daaglikse bestaan uitmaak.

ABSTRACT

Distribution and habitats of *Bulinus tropicus*, snail intermediate host of the conical fluke *Calicophoron microbothrium*, in South Africa

This paper focuses on the geographical distribution and the habitats of *Bulinus tropicus*, the snail intermediate host of the conical fluke, *Calicophoron microbothrium*. *Bulinus tropicus* is the freshwater snail species with the most extensive geographical distribution, as reflected by the collection sites of the 7 992 samples currently on record in the database of the National Freshwater Snail Collection (NFSC) of South Africa. The presence of this species was noted by collectors in a total of 14 different types of waterbodies, however, the largest number of samples was collected in dams and brooks and in habitats of which the water was described as standing, clear and fresh. The effect size was calculated for each variable separately to determine its importance in governing the distribution of this species. The data in the database were further processed and adapted to construct an integrated decision tree. This is a statistical model allowing the selection of those variables which can maximally discriminate between the frequency of occurrence of a given species and all other species in the database under specific conditions. The success of *B. tropicus*, as reflected by its extensive geographical distribution, can most probably be ascribed to the circumstance that population dynamic studies by various authors have shown, without any doubt, that it is highly r-selected and that it additionally has the ability to survive conditions of drought for relatively long periods. It does however, appear as if its limited tolerance to water with a relatively low conductivity could possibly be a limiting factor for its colonisation of specific areas in South Africa. As intermediate host of *C. microbothrium* which causes paramphistomosis in domestic stock and sometimes can lead to great losses, the wide distribution of *B. tropicus* has economic implications, especially for residents of informal, rural settlements whose livestock traditionally forms an integral part of their daily existence.

INLEIDING

Bulinus tropicus is die varswaterslakspesie waarvan verreweg die grootste getal monsters in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVV) op rekord is. Daarbenewens is dit tans ook die spesie met die omvangrykste geografiese

verspreiding. Die oudste rekord van hierdie spesie in die NVV dateer uit 1953, maar dit is reeds in 1848 aan die hand van eksemplare wat in die Lepenularivier, in die voormalige Transvaal versamel is, beskryf. Die voorkoms van hierdie spesie in Suid-Afrika mag ekonomiese implikasies hê omdat dit volgens Brown¹ en Appleton² as tussengasheer vir *Calicophoron microbothrium*, die peervormige bot optree, wat paramphisto-

* Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

mose by vee en kleinvee veroorsaak en volgens Dinnik³ soms tot massiewe besmettings kan lei. In hierdie ondersoek word die geografiese verspreiding van *B. tropicus* in Suid-Afrika, soos gereflekteer deur die 7 992 monsters wat tans in die NVV op rekord is, bespreek aan die hand van die resultate van demografiese studies en statistiese verwerking van data met betrekking tot die spesifieke vindplek van elke monster. Besonderhede van die habitats, soos deur die versamelaars tydens versameling opgeteken is en die gemiddelde jaarlikse reënval en temperatuur en ook die gemiddelde hoogte bo seevlak van die lokusse ($1/16$ vierkante graad) waarin die versamelings gemaak is, word in tabelle weergegee.

METODE

Inligting met betrekking tot die habitats en geografiese verspreiding van *B. tropicus* wat vanaf 1953 tot die hede dateer, is uit die databasis van die NVV onttrek. Slegs monsters waarvan die vindplekke sodanig deur versamelaars beskryf is dat dit agterna op die 1:250 000 topo-kadastraal-kaartreeks van Suid-Afrika gelokaliseer kon word, is in hierdie ondersoek ingesluit. Die getal lokusse waarin die versamelpunte voorgekom het, is in intervalle van gemiddelde jaarlikse temperatuur en reënval, asook in intervalle van hoogte bo seevlak ingedeel en getabelleer om die frekwensie van voorkoms van vindplekke by 'n gegewe interval aan te dui. Die data is verwerk om chi-kwadraat- en effekgrootte-waardes te bepaal. Die effekgrootte is volgens die metode van Cohen⁴ bereken om die belangrikheid van elke veranderlike afsonderlik vir die voorkoms van 'n gegewe spesie onder bepaalde omstandighede te evalueer. Volgens hierdie outeur dui effekgrootte-waardes in die orde van $w = 0.1$ en 0.3 onderskeidelik op 'n klein en medium effek, terwyl $w = 0.5$ en

hoër waardes, op 'n betekenisvolle groot effek dui. Hierdie waardes is vervolgens as riglyn gebruik om 'n besluitnemingsboom op te stel.⁵ Dit is 'n statistiese model waarvolgens 'n seleksie van veranderlikes gemaak kan word wat maksimaal kan diskrimineer tussen die voorkomfrequentie van 'n gegewe spesie en die res van die spesies in die databasis. Vir die huidige ondersoek is van die SAS Enterprise Miner vir Windows NT Release 4.0, April 19, 2000-program en die Decision Tree Modeling Course Notes⁶ gebruikgemaak vir die opstel van die besluitnemingsboom wat 'n geïntegreerde analise van die verskillende veranderlikes gesamentlik is. Data met betrekking tot temperatuur, reënval en hoogte bo seevlak is afkomstig van die Computing Centre for Water Research van die Universiteit van Natal, Scottsville.

RESULTATE

Die lokusse van die 7 992 monsters wat aan die voorafgestelde kriterium vir lokalisering op die topo-kadastraal-kaartreeks voldoen het, word in figuur 1 weergegee.

Die voorkoms van *B. tropicus* is deur versamelaars in 'n totaal van 14 waterliggaamtipes gerapporteer. Damme (37.6%), spruite (22.0%), dammetjies (8.6%) en riviere (8.0), in hierdie volgorde, het gesamentlik die grootste getal vindplekke verteenwoordig (tabel 1). As die voorkoms van *B. tropicus* eger as 'n persentasie (kolom D, tabel 1) van die totale voorkoms (kolom C, tabel 1) van alle spesies in 'n bepaalde waterliggaam uitgedruk word, blyk dit dat bykans 60% van die totale voorkomfrequentie van alle spesies in gruisgroewe deur *B. tropicus* verteenwoordig is. Die teenwoordigheid van waterplante in die habitat ten tye van versameling is in 86.4% van die gevalle vermeld. Alhoewel 55.5% van die monsters uit

Tabel 1 Waterliggaamtipes waarin *Bulinus tropicus* in 7 992 versamelpunte aangetref is soos tydens versamelings opgeteken is

Waterliggaamtipes	A	B	C	D
Besproeiingsvoor	18	0.2%	120	15.0%
Dam	3007	37.6%	8261	36.4%
Dammetjie	685	8.6%	1614	42.4%
Fontein	66	0.8%	305	21.6%
Gruisgroef	72	0.9%	124	58.1%
Kanaal	41	0.5%	178	23.0%
Moeras	383	4.8%	2068	18.5%
Pan	84	1.1%	330	25.5%
Rivier	638	8.0%	7202	8.9%
Sementdam	31	0.4%	227	13.7%
Sloot	257	3.2%	629	40.9%
Spruit	1758	22.0%	7307	24.1%
Vlei	48	0.6%	106	45.3%
Poel	96	1.2%	233	41.2%

A = voorkomfrequentie in 'n spesifieke waterliggaam. B = % van die totale getal versamelings (7 992) wat vir hierdie spesie op rekord is. C = voorkomfrequentie van alle verteenwoordigers van die Mollusca wat vir 'n spesifieke waterliggaam op rekord is. D = voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke waterliggaam. E = effekgrootte bereken vir waterliggame: $w = 0.40$.

standhoudende habitats afkomstig was, is 'n beduidende getal monsters ook uit seisoenale habitats gerapporteer en het dit bykans die helfte van die monsters van alle ander spesies wat in seisoenale waterliggame versamel is, verteenwoordig (tabel 2). Die grootste persentasie monsters is in habitats versamel waarvan die water as staande (67.1%), helder (52.2%) en vars (77.5%) deur versamelaars opgeteken is (tabel 2). 'n Oorwegend modderige substratum is verreweg in die meerderheid van gevalle (53.6%) vermeld (tabel 3).

Net minder as 68% van die vindplekke het in die gemiddelde jaarlikse temperatuurinterval wat van 15- 20°C strek, geval, terwyl 57.5% van die vindplekke in die gemiddelde jaarlikse reënvalinterval wat van 600-900 mm strek, geval het (tabel 4). Bykans 85% van die vindplekke het in die twee intervalle van gemiddelde hoogte bo seevlak, wat vanaf 1000 – 2000 m gestrek het, geval (tabel 4). Die effekgrootte-waardes wat bereken is, het getoon dat slegs hoogte bo seevlak ($w = 0.60$) en temperatuur ($w = 0.53$) (wat van hoogte bo seevlak afhanklik is) 'n groot positiewe effek op die voorkoms van *B. tropicus* het (tabel 4).

Die besluitnemingsboom wat al die veranderlikes gesamentlik integreer en in volgorde van belangrikheid rangskik en ook die voorkomsvrekwensie en persentasie van *B. tropicus* in vergelyking met die res van die spesies in die databasis aantoon, word in figuur 2 weergegee.

BESPREKING

Die besluitnemingsboom toon dat 22.4% van die totale getal monsters van alle spesies wat in lokusse in die 15 – 20°C interval versamel is deur *B. tropicus* verteenwoordig is (figuur 2). Van die 14 verskillende waterliggame wat in die databasis vermeld word, is net sementdamme, besproeiingsvore en riviere as minder belangrik vir die voorkoms van *B. tropicus* by hierdie temperatuurinterval uitgewys, want dit het slegs 9.6% van die totale getal monsters wat in hierdie drie waterliggame versamel is, verteenwoordig (figuur 2). Alhoewel 'n groter getal monsters (2 348) van hierdie spesie in permanente water aangetref is in die 11 ander betrokke waterliggame, was die voorkomspersentasie daarvan in seisoenale water (63.8%) veel hoër, in vergelyking met die totale voorkoms van alle ander spesies, by die gegewe temperatuurinterval (figuur 2). Alhoewel die substratum in verreweg die grootste getal vindplekke van hierdie spesie as modderig aangedui is, toon die persentasie voorkoms daarvan op 'n sanderige en 'n substraat van verrottende materiaal dat dit in albei gevalle amper 'n kwart van die totale getal vindplekke van alle spesies in die databasis verteenwoordig het (tabel 3).

Die 939 verskillende lokusse waarin die 7 992 monsters van *B. tropicus* wat vanaf 1953 tot die hede versamel is, voorkom,

Tabel 2 Watertoestande in die habitats van *Bulinus tropicus* soos tydens versamelings opgeteken is

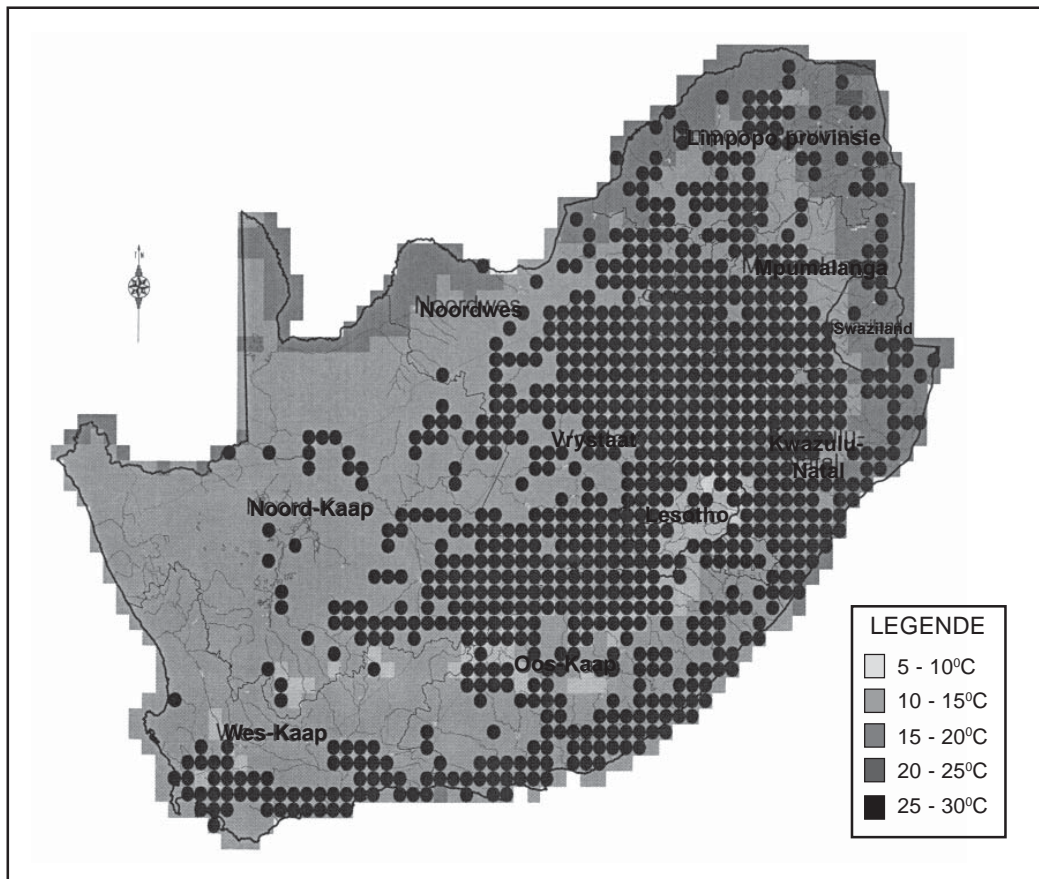
	Tipe		Vloeiensnelheid			Kleur		Saliniteit	
	Standhoudend	Seisoenaal	Vinnig	Stadig	Staande	Helder	Modderig	Vars	Brak
A	4432	2507	183	1349	5362	4169	2548	6196	132
B	55.5%	31.4%	2.3%	16.9%	67.1%	52.2%	31.9%	77.5%	1.7%
C	22155	5414	2155	9532	16024	20065	6516	23768	689
D	20.0%	46.3%	8.5%	14.2%	3.3%	20.8%	39.1%	26.7%	19.2%
E	$w = 0.42$		$w = 0.41$			$w = 0.31$		$w = 0.04$	

A = voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke watertoestand. B = % van die totale getal versamelings (7 992) wat vir hierdie spesie op rekord is. C = voorkomsvrekwensie van alle Mollusca wat vir 'n spesifieke watertoestand op rekord is. D = voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke watertoestand. E = effekgrootte bereken vir 'n bepaalde watertoestand.

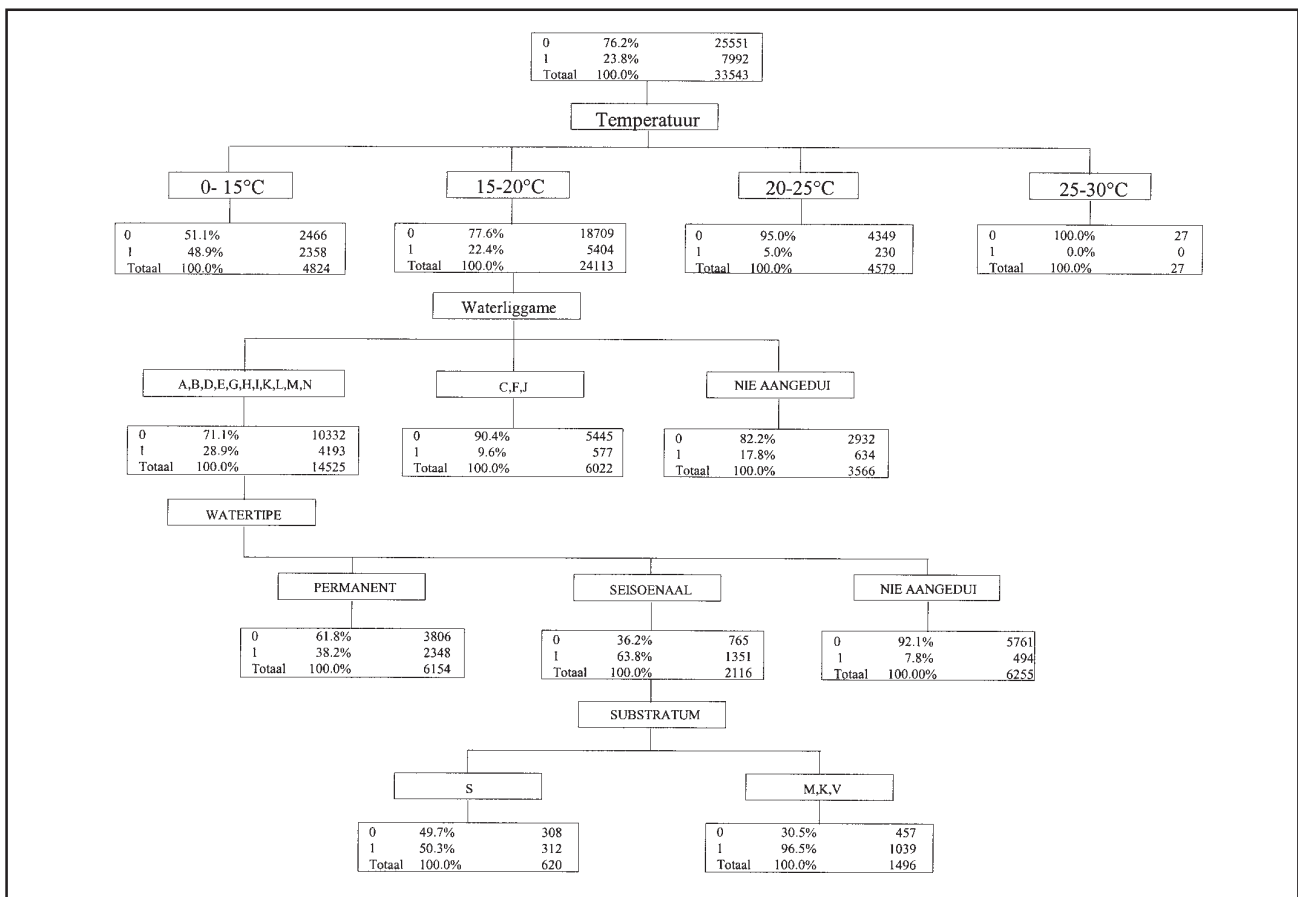
Tabel 3 Substratums tipes in die habitats van *Bulinus tropicus* soos tydens versamelings opgeteken is

	Substratums tipes			
	Modder	Klip	Sand	Verrottende materiaal
A	4286	1070	1472	146
B	53.6%	13.4%	18.4%	1.8%
C	12696	7836	6625	602
D	33.8%	13.7%	22.2%	24.3%
E	$w = 0.34$			

A = voorkomsvrekwensie op 'n spesifieke substratums tipe. B = % van die totale getal versamelings (7 992) wat vir hierdie spesie op rekord is. C = voorkomsvrekwensie van alle Mollusca op rekord vir 'n spesifieke substratums tipe. D = voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings op 'n spesifieke substratums tipe. E = effekgrootte bereken vir substratums tipes.



Figuur 1 Die geografiese verspreiding van *Bulinus tropicus* per $\frac{1}{16}$ vierkantegraadlokus en gemiddelde jaarlikse temperatuur in Suid-Afrika.



Figuur 2 Besluitnemingsboom van die voorkomsvrekwensie van *Bulinus tropicus* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomsvrekwensie van alle ander spesies wat in die databasis van die NVV opgeneem is. 0 = persentasies en getalle van alle ander spesies, 1 = persentasies en getalle van *B. tropicus*. Waterliggame: A = spruit, B = kanaal, C = sementdam, D = dam, E = sloot, F = besproeiingsvoor, G = pan, H = dammetjie, I = gruisgroef, J = rivier, K = fontein, L = moeras, M = vlei, N = poel. Substratum: S = sanderig, M = modderig, K = klipperig, V = verrottende materiaal.

Tabel 4 Voorkomfrequentie van die 7 992 versamelpunte van *Bulinus tropicus* in geselekteerde intervale van gemiddelde jaarliks temperature en reënval, asook die gemiddelde hoogtes bo seevlak in Suid-Afrika

	Temperatuur(°C)					Reënval(mm)					Hoogte bo seevlak(m)					
	5- 10	10- 15	15- 20	20- 25		0- 300	300- 600	600- 900	900- 1200		0- 500	500- 1000	1000- 1500	1500- 2000	2000- 2500	2500- 3000
A	32	2326	5404	230		217	3151	4595	29		750	394	3314	3454	49	31
B	0.4%	29.1%	67.6%	2.9%		2.7%	39.4%	57.5%	0.4%		9.4%	4.9%	41.5%	43.2%	0.6%	0.4%
C	357	4467	24113	4579		1028	12419	18852	1230		7140	4604	13848	7110	593	262
D	8.9%	52.1%	22.4%	5.0%		21.1%	25.4%	24.4%	2.4%		10.5%	8.6%	23.9%	48.6%	8.3%	11.8%
E	$w = 0.53$					$w = 0.18$					$w = 0.60$					

A = voorkomfrequentie in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. B = % van die totale getal versamelings (7 992) wat vir hierdie spesie op rekord is. C = voorkomfrequentie van alle Mollusca op rekord in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. D = voorkompercentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke interval. E = effekegrootheid bereken vir 'n bepaalde faktor.

illustreer die omvangryke geografiese verspreiding daarvan in Suid-Afrika. Dit is die spesie waarvan verreweg die meeste vindplekke in die NVV op rekord is en wat ook verreweg die wydste geografiese verspreiding toon. Die sukses van hierdie spesie is waarskynlik grootliks toe te skryf aan die omstandigheid dat dit tot 'n groot mate *r*-geselekteerd is.^{7,8,9,10} Die omvang van waardes wat deur hierdie outeurs vir die demografiese parameter r_m by verskillende temperatuurregimes in die laboratorium bereken is, het daarop gedui dat dit uitstekend toegerus sou wees om seisoenale habitats by 'n wye omvang van temperature te kan bevolk. Hierdie resultate is in ooreenstemming met die bevinding van Stiglingh en Van Eeden¹¹ dat *B. tropicus* onder uiterste toestande van koue winters en warm somers op die Suid-Afrikaanse hoëveld floreer. Die sukses van *B. tropicus* kan deels ook toegeskryf word aan sy besondere vermoë om totale opdroging van 'n habitat te oorleef.¹¹ In ooreenstemming hiermee plaas Brown¹ hierdie spesie ook op die lys van Afrika-slakke wat desikkasie goed kan oorleef. Bevolkingsdinamikastudies deur Jennings¹² het aan die lig gebring dat *B. tropicus* verder ook in staat is om by 'n geleidingsvermoë so hoog as 850 μ S te kan voortbestaan, 'n bate wat juis tot voordeel sou strek in situasies waar habitats periodiek aan opdroging onderhewig mag wees. Dit bied dan ook 'n aanvaarbare verklaring vir die hoë voorkoms van hierdie spesie in waterliggame met seisoenale water soos gereflekteer in tabel 2. Die bevinding van Schoonbee¹³ tydens besoedelingstudies in die Umgenirivier, KwaZulu-Natal, dat hierdie spesie ook groter verdraagsaamheid ten opsigte van organiese besoedeling as verskeie ander ekonomies belangrike varswaterslakspesies openbaar, bied nog 'n moontlike verklaring vir sy sukses as besetter van 'n verskeidenheid van habitats in uiteenlopende geografiese gebiede.

Uit die kaart van die geografiese verspreiding van *B. tropicus* is die yl verspreiding en selfs totale afwesigheid in sommige gebiede opvallend. Die yl verspreiding in die westelike dele van Suid-Afrika, kan waarskynlik aan die droër klimaatstoestand toegeskryf word, want al is hierdie spesie besonder *r*-geselekteerd en al besit dit die vermoë om desikkasie vir maande aaneen te kan oorleef, moet oppervlakwater nogtans lank genoeg beskikbaar wees om te verseker dat die volgende generasie voortgebring kan word. Die yl verspreiding op sommige plekke in die oostelike dele van die Limpopoprovinsie, Mpumalanga en KwaZulu-Natal, kan moontlik ook aan klimaatstoestand toegeskryf word, maar in hierdie geval eerder weens gebeure wat groter standhoudendheid van akwatiese habitats in die hand sou werk. Volgens Brown¹ wil dit voorkom asof sommige *Bulinus*-spesies jaarliks 'n uitgerekte rusperiode moet deurmaak om bevolkings te kan handhaaf. Die implikasie daarvan sou dus wees dat habitats wat nie periodiek opdroog nie, vir hierdie spesies minder geskik sou wees. Hierdie mening word gesteun deur die resultate van bevolkingsdinamikastudies met *B. tropicus* onder standhoudende toestande in die laboratorium, wat getoon het dat opeenvolgende generasies nie onbeperk voortgebring kon word nie.⁶ Die swak prestasie van *B. tropicus* by 'n lae geleidingsvermoë in lewenstabel-eksperimente in vergelyking met verskeie ander ekonomies belangrike varswaterslakspesies, soos gerapporteer deur Jennings,¹² bied nog 'n moontlike verklaring vir sy yler verspreiding in gebiede soos byvoorbeeld Mpumalanga. Schutte en Frank¹⁴ het in 'n ondersoek na die verspreiding van varswaterslakke en die chemie van natuurlike waters in die voormalige Suidoos-Transvaal (Mpumalanga), waardes vir die geleidingsvermoë van die water gemeet wat oor die algemeen veel laer was (50 μ S – 150 μ S) as dit wat deur Jennings¹² eksperimenteel as optimaal (400 μ S – 600 μ S) vir *B.*

tropicus bevind is. Omdat die integument van varswaterslakke deurlatend vir elektroliete in die water is, word al hoe meer energie benodig om die osmotiese druk van die hemolimf konstant te hou wanneer die geleidingsvermoëvlakke van die water die boonste en onderste grense van verdraagsaamheid van 'n bepaalde spesie benader. Hierdie relatief hoër energieverbruik mag teenproduktief op voortplanting en lewensduur inwerk.

Die wye verspreiding van *B. tropicus*, hou potensieel ekonomiese implikasies in omdat dit suid van die Sahara die belangrikste tussengasheer vir *C. microbothrium*, die peervormige bot is, wat paramphistomose by vee veroorsaak. Alhoewel natuurlike infeksies met *C. microbothrium* vir *Bulinus globosus* en *Bulinus natalensis* elders in Afrika gerapporteer is (Brown 1994), is die rol wat hierdie twee spesies in die epidemiologie van paramphistomose in Suid-Afrika mag speel nog geensins uitgeklaar nie. Dat die geografiese verspreiding van paramphistomose en van die tussengasheerslak grootliks oorvleuel, is voor die hand liggend want geen transmissie kan in die afwesigheid van laasgenoemde plaasvind nie. Dit is wel bekend dat die geografiese verspreiding van die tussengasheerslak gewoonlik wyer is as die verspreiding van die parasiet. Volgens J. Boomker van die Departement Veterinêre Tropiese Siektes van die Fakulteit Veeartsenykunde, Universiteit van Pretoria, kom paramphistomose egter meer wydverspreid voor as wat algemeen vermoed word (pesoonlike mededeling, 2001). Diere kan doodgaan van akute paramphistomose, veral as slakbevolkings gekonsentreerd begin raak wanneer vlak poeletjies water begin inkrimp tydens die droë seisoen.¹ Hierdie omstandighede word dikwels in informele nedersettings ervaar waar min alternatiewe veesuipings beskikbaar is en waar vee en kleinvee tradisioneel 'n belangrike kulturele en ekonomiese rol in die bevolking se daaglikse voortbestaan vervul. Die bevindinge van die huidige ondersoek dat *B. tropicus* 'n omvangryke geografiese verspreiding in Suid-Afrika het en daarbenewens die besondere vermoë besit om 'n groot verskeidenheid van habitats suksesvol te kan bevolk, beklemtoon die ekonomiese implikasies wat dit as tussengasheer vir *C. microbothrium* inhou. Studies om ook die omvang van die geografiese verspreiding van hierdie helmintparasiet in Suid-Afrika vas te stel word met die oog op die instelling van moontlike beheerprogramme aanbeveel.

BEDANKINGS

Hiermee betuig ons ons opregte dank en waardering aan prof. H.S. Steyn van die Statistiese Konsultasiediens en prof. D.A. de Waal van die Sentrum vir Bedryfswiskunde en Informatika van die PU vir CHO vir hulp met die verwerking van die resultate. Die finansiële steun van die Nasionale Navorsingstigting en die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys word hiermee met dank erken.

SUMMARY

Bulinus tropicus is not only the freshwater snail species with the largest number of samples in the database of the National Freshwater Snail Collection (NFSC), but also displays the most extensive geographical distribution. The occurrence of this species in South Africa has economic implications because it is the most important intermediate host of the conical fluke, *Calicophoron microbothrium* south of the Sahara, causing paramphistomosis in domestic livestock. This investigation focuses on the geographical distribution of *B. tropicus* in South Africa as reflected by the 7 992 samples currently on record in the NFSC. Details of the habitats as recorded by collectors during

surveys and the mean annual rainfall and temperature, as well as the mean altitude of the loci ($1/16$ square degree) in which the collections were made, are also given.

Data with regard to the habitats and geographical distribution of *B. tropicus* were drawn from the database of the NFSC. The number of loci in which the collection sites were located was divided in intervals of mean annual rainfall and temperature and tabled to illustrate the frequency of occurrence in specific intervals. The effect size was calculated to evaluate the importance of each variable on its own in defining the habitats of this particular species in South Africa and these values were subsequently used as a guideline for constructing a decision tree which enables maximal discrimination between *B. tropicus* and the rest of the species in the snail database.

Only those samples of which the collection sites were described in such a way by collectors that they could afterwards be located on the 1: 250 000 topo cadastral map series of South Africa, were included in this investigation and the loci of the 7 992 samples which complied to this criterion, was depicted on a map.

Bulinus tropicus was reported from a wide diversity of waterbodies but the largest number of samples was recovered from dams (37.6%) and brooks (22.0%) and the presence of aquatic plants was reported in 86.4% of the cases. Although 55.5% of the samples originated from perennial habitats, a considerable number (31.4%) also came from seasonal habitats. The largest number of samples came from habitats in which the water was described as standing (67.1%), clear (52.2%) and fresh (77.5%) and a predominantly muddy substratum was mentioned in 53.6% of the cases.

Nearly 88% of the collection sites fell within the mean annual temperature interval which ranged from 15 – 20°C, while 96.9% fell within the two mean annual rainfall intervals ranging from 300 – 900 mm. The majority of samples (84.7%) were collected in waterbodies which fell in the altitude intervals ranging from 1 000 – 2 000 m.

The decision tree revealed that only three of the 14 types of waterbodies mentioned in the database were less important for the occurrence of this species at the temperature interval which ranged from 15 – 20°C and that waterbodies with seasonal water also played a major role in its daily existence.

The 939 different loci, from which the 7 992 samples of *B. tropicus* on record in the NFSC were reported, illustrate its extensive geographical distribution in South Africa. Most probably the success of this species could largely be attributed to the circumstance that it is highly *r* selected as was demonstrated in demographic studies by several authors. The range of values calculated for the demographic parameter r_m in these studies, indicated that *B. tropicus* should be excellently equipped to colonise seasonal habitats over a wide range of temperatures. These results are in agreement with the report in literature that this species thrives under the extreme conditions of cold winters and warm summers on the South African highveld. Its success could also partly be attributed to its ability to tolerate conditions of drought remarkably well and it is indeed listed as one of the African freshwater snail species which can tolerate desiccation exceptionally well. Studies on its population dynamics also revealed its capability to survive and reproduce at conductivity levels as high as 850µS, a useful asset in situations where habitats would periodically be subjected to conditions of drought. During pollution studies in the Umgeni River, KwaZulu-Natal, it was found that *B. tropicus* displayed a higher tolerance to organic pollution than several other economically important freshwater snail species, an ability which could also contribute towards its success as coloniser of a variety

of habitats in diverse geographical areas.

Scrutiny of its geographical distribution reveals, however, its sporadic distribution and even total absence in some areas of South Africa. The sparse distribution in the western regions of this country could probably be attributed to the dry climatic conditions, for despite the fact that it is exceptionally *r* selected and has the capability of surviving desiccation for months on end, surface water must still be available long enough to ensure production and establishment of the next generation. The sparse distribution in some areas in the eastern parts of the Limpopo Province, Mpumalanga and KwaZulu-Natal could possibly also be attributed to climatic conditions, but in this instance, probably to events which would promote higher stability in aquatic habitats. It is suggested in literature that *Bulinus* species perhaps require an annual period of prolonged dormancy to maintain their populations, implying that habitats not subjected to periodic desiccation would be less suitable for colonisation by these species. This view is supported by population dynamics studies of *B. tropicus* which revealed that only a limited number of successive generations could be produced under stable conditions in the laboratory. Another possible explanation for its sparse distribution in some of the areas, could be its intolerance to low conductivity levels in its habitat water which was revealed in population dynamic studies under experimental conditions. The levels of conductivity measured in an investigation of the distribution of freshwater snails and the chemistry of natural waters in the former south eastern Transvaal (Mpumalanga) were generally much lower (50µS – 150µS) than the optimum value (400µS – 600µS) experimentally determined for *B. tropicus* in the studies mentioned above.

Although natural infections were reported for *Bulinus globosus* and *Bulinus natalensis* from elsewhere in Africa, *B. tropicus* is considered the most important intermediate host of *C. microbothrium* south of the Sahara, which causes paramphistomosis in domestic livestock. The extensive distribution of *B. tropicus* therefore has economic implications because animals die from acute paramphistomosis, especially when snail populations become concentrated by the contraction of shallow pools during the dry season. These circumstances are often encountered in informal, rural settlements where alternative watering facilities for cattle are often non-existent and where livestock traditionally play an important cultural and economic part in the daily existence of the population. The findings of this investigation that *B. tropicus* has an extensive geographical distribution in South Africa and additionally has the capability

to colonise a wide range of habitats, emphasise the economic implication as intermediate host of *C. microbothrium*. Research to determine the geographical distribution of this helminth parasite in South Africa should be encouraged.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Brown, D.S. (1994). *Freshwater snails of Africa and their medical importance* (Taylor & Francis).
2. Appleton, C.C. (1996). *Freshwater molluscs of southern Africa* (University of Natal Press).
3. Dinnik, J.A. (1964). Intestinal paramphistomiasis and *Paramphistomum microbothrium* Fiscoeder in Africa, *Bull. Epizoot. Dis. Afr.*, 12, 439- 454.
4. Cohen, J. (1977). *Power analysis for the behaviour sciences*, revised edition (Academic Press, Orlando).
5. Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J. (1984). *Classification and Regression Trees* (Chapman and Hall).
6. Potts, W.J.E. (1999). *Decision Tree Modeling Course Notes* (SAS Institute Inc.).
7. Prinsloo, J.F., Van Eeden, J.A. (1969). Temperature and its bearing on the distribution and chemical control of freshwater snails, *S.A. Med. J.*, 43, 1363- 1365.
8. De Kock, K.N. (1985). Effect of programmed circadian temperature fluctuations on population dynamics of *Bulinus tropicus* (Krauss) and *Lymnaea natalensis* Krauss (Gastropoda: Mollusca), *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 11, 71- 74.
9. De Kock, K.N., Van Eeden, J.A. (1985). Effect of constant temperature on population dynamics of *Bulinus tropicus* (Krauss) and *Lymnaea natalensis* Krauss, *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 11, 27- 31.
10. De Kock, K.N., Van Eeden, J.A., Pretorius, S.J. (1986). Effect of laboratory breeding on population dynamics of successive generations of the freshwater snail *Bulinus tropicus* (Krauss), *S.A. J. Sci.*, 82, 369- 372.
11. Stiglingh, I., Van Eeden, J.A. (1977) Population fluctuations and ecology of *Bulinus tropicus*, *Wetenskaplike Bydraes van die PU vir CHO, Reeks B: Natuurwetenskappe*, 87: 1- 37.
12. Jennings, A.C. (1976). *Studies on the influence of total dissolved solids on the biology of certain freshwater molluscs* (Proefskrif, Potchefstroomse Universiteit vir CHO).
13. Schoonbee, H.J. (1963). Pollution studies in the Umgeni River, Part 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.*, W25, 1- 34.
14. 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.