

Verspreiding en habitats van *Ceratophallus natalensis* (Mollusca: Planorbidae) in Suid-Afrika

Distribution and habitats of Ceratophallus natalensis
(Mollusca: Planorbidae) in South Africa

KN DE KOCK* & CT WOLMARANS

Skool vir Omgewingswetenskappe en -ontwikkeling.

Vakgroep Dierkunde,

Noordwes-Universiteit, Privaat sak X6001,

Potchefstroom 2520

kenne.dekock@nwu.ac.za

ABSTRACT

Distribution and habitats of *Ceratophallus natalensis* (Mollusca: Planorbidae) in South Africa

Species of the genus Ceratophallus are known only from some islands in the western Indian Ocean and Africa, where they occur in Eritrea and the area extending southwards and westwards into the Western Cape of South Africa. The most recent classification recognises nine species of this genus of which only two, namely Ceratophallus natalensis (Krauss) and Ceratophallus gibbonsi (Nelson) occur in South Africa. Although partially sympatric, C. gibbonsi is largely associated with a tropical climate and perennial water-bodies while C. natalensis is fairly common in cooler areas and are often found in ephemeral rain pools. This article focuses on the geographical distribution and habitats of C. natalensis, the most widespread species of the genus, as reflected by the data on record in the National Freshwater Snail Collection (NFSC).

Details pertaining to the habitats of 1 797 samples of C. natalensis as recorded at the time of collection were extracted from the database of the NFSC. In view of the finding of Brown¹ that C. natalensis and C. gibbonsi are partly sympatric, but that the latter is associated with fully tropical climatic areas, samples of Ceratophallus collected in loci ($1/_{16}$ th square degrees) that fall within the altitude interval ranging from 0-500 m, were selected for closer investigation. A number of 153 samples from 64 loci falling within this altitude interval was subsequently identified as C. natalensis. The number of loci in which the 1 797 collection sites were located, was distributed in intervals of mean annual air temperature and rainfall, as well as intervals of mean altitude, to illustrate the frequency of occurrence within specific intervals. A temperature index was calculated for all mollusc species in the database from their frequencies of occurrence within selected temperature intervals and the results were used to rank them in order of their association with low to high climatic temperatures.

Chi-square values were calculated to evaluate the significance of the difference between the frequency of occurrence in, on, or at the different options for each variable. Additionally, an effect size value was calculated to determine the significance of the effect of all the different variables discussed in this paper on the geographical distribution of C. natalensis in South Africa. A multivariate analysis in the form of a decision tree was also constructed. This is a statistical model that enables the selection and ranking of those variables that can maximally discriminate between the frequency of occurrence of a given species under specific conditions as compared to all other mollusc species in the database.

The 1 797 samples of *C. natalensis* of which the collection sites could be located on a 1:250 000 topo-cadastral map series of South Africa were spread over 334 loci. This species was recovered from all types of water-bodies represented in the database but the largest percentage was reported from dams (31.2%), streams (22.2%) and rivers (15.7%). The majority of samples came from habitats with perennial (60.0%), standing (62.9%), clear (63.8%) and fresh (76.7%) water, while 42.1% of the samples were recovered from habitats with a muddy substratum.

More than 95% of the samples were reported from sites that fell within the temperature interval ranging from 16-20°C and the majority of samples (64.8%) came from sites falling within the rainfall interval ranging from 601–900 mm. More than 50% of the samples came from sites falling within the altitude interval ranging from 1 001–1 500 m and this differed significantly from the frequency of occurrence within all the alternative altitude intervals.

The temperature index calculated for *C. natalensis* ranked it in the eighth position for all species in the database due to its association with low climatological temperatures. However, the effect size values calculated for this index for 18 of the other 53 species in the database did not differ significantly from the value calculated for *C. natalensis*. A moderate to large effect size value was calculated for temperature and altitude suggesting that these two variables played an important role in the geographical distribution of *C. natalensis*, a finding also substantiated by the results of the decision tree analysis.

Harrison⁸ divided the riverine and stream invertebrates of southern Africa into two main groups – a so-called old element with Gondwanaland affinities with relatives in other southern continents and a Pan-Ethiopian (Sub-Saharan) element. Also included in this last element are some species associated with temperate climate and sometimes with mountains, that obviously related to the African fauna. According to this author this group includes the following four sub-groups: (1) widespread species found in tropical and temperate climates, (2) warm stenothermal, tropical species, (3) Highveld-temperate climate species, (4) montane, cold stenothermal species and (5) temporary mountain stream species. According to Brown⁹ *C. natalensis* could be placed in the more or less eurythermal sub-group (1). This is supported by the geographical distribution of the collection sites of the samples of *C. natalensis* depicted in figure 1. Presently this species is the only member of the subfamily Planorbinae reported from Lesotho and it is currently on record from nine loci in that country in our database. It is therefore not surprising that the temperature index calculated for this species ranked it under the eight species in the database most closely associated with cooler climatic conditions.

It is reported in literature that this species can utilise a wide variety of habitats including ephemeral water-bodies like marshes, slow-flowing streams, natural depressions and ditches only briefly filled with water. This is supported by the results of the present investigation which indicated the presence of this species in all types of water-body on record in the database and that 26% of the samples came from temporary habitats.

It is not known whether *C. natalensis* can serve as intermediate host for any human helminth parasite. However, Loker et al.¹² reported the shedding of 11 different trematode cercariae from naturally infected snails in Tanzania and Frandsen and Christensen¹³ mention at least 10 different cercariae which could be shed from species of *Ceratophallus* under natural conditions. To our knowledge no efforts have been made to establish the possible role of *C. natalensis* as intermediate host of economically important helminth parasites in South Africa. In view of its relatively wide distribution in this country and the reports that it can act as intermediate host of a variety of helminth parasites elsewhere in Africa, it is recommended that its role as potential intermediate host in South Africa should be investigated.

KEY CONCEPTS: Mollusca; Planorbinae; *Ceratophallus natalensis*; *C. gibbonsi*; freshwater snails; geographical distribution; South Africa; habitat preferences

TREFWOORDE: Mollusca; Planorbinae; *Ceratophallus natalensis*; *C. gibbonsi*; varswaterslakke; geografiese verspreiding; Suid-Afrika; habitatvoorkeure

OPSOMMING

Hierdie artikel handel oor die geografiese verspreiding en habitats van *Ceratophallus natalensis* soos weerspieël deur die 1 797 monsters wat tans in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) opgeneem is. Hierdie spesie is in al 14 verskillende waterliggaamtipes wat in die databasis verteenwoordig word, aangetref. Die grootste getal monsters was afkomstig van damme, spruite en riviere. Habitats met standhoudende, stilstaande en varswater waarvan die substratum oorwegend uit modder bestaan het, was die beste verteenwoordig. Die resultate van 'n geïntegreerde besluitnemingsboom- en effekgrootte-analise het getoon dat temperatuur, hoogte bo seevlak en waterliggame as sodanig, 'n deurslaggewende rol in die gedokumenteerde geografiese verspreiding van hierdie spesie in Suid-Afrika gespeel het. 'n Temperatuurindeks wat bereken is, het getoon dat *C. natalensis* ook goed toegerus is om habitats in die koeler streke van Suid-Afrika te bevolk. Gesien in die lig van die wye geografiese verspreiding van hierdie spesie in hierdie land en dat dit elders in Afrika bevind is dat dit serkarië van verskeie helmintspesies onder natuurlike toestande kan vrystel, word dit aanbeveel dat sy rol as tussengasheer in Suid-Afrika deeglik ondersoek behoort te word.

INLEIDING

Spesies van die genus *Ceratophallus* is slegs vanaf sekere eilande in die westelike Indiese Oseaan en Afrika bekend waar hulle in onder meer Eritrea en in 'n suidwestelike gebied tot sover as die Wes-Kaapprovinsie van Suid-Afrika voorkom.¹ Die mees resente klassifikasie² herken nege spesies van hierdie genus waarvan slegs twee, naamlik *Ceratophallus natalensis* (Krauss) en *Ceratophallus gibbonsi* (Nelson) in Suid-Afrika aangetref word. Alhoewel hierdie twee spesies gedeeltelik simpatries is, word *C. gibbonsi* met 'n tropiese klimaat en hoofsaaklik standhoudende waterliggame geassosieer, terwyl *C. natalensis* meer algemeen in koeler gebiede en dikwels in tydelike reënpoele aangetref word.¹ Hierdie artikel fokus op die geografiese verspreiding en habitats van *C. natalensis*, wat die mees wydverspreide spesie van die genus is, soos weerspieël deur data tans op rekord in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV). Besonderhede van die vindplekke, soos tydens versameling opgeteken is en die gemiddelde jaarlikse lugtemperatuur en reënval en gemiddelde hoogte bo seevlak van die lokusse (¹/₁₆ vierkante graad) waarin die vindplekke geleë is, word verstrek en die resultate van statistiese verwerking word in besonderhede bespreek.

MATERIAAL EN METODEDES

Slegs monsters waarvan die versamelpunte op 'n 1:250 000 topo-kadastraal-kaartreeks van Suid-Afrika aangedui kon word, is vir verdere verwerking in aanmerking geneem. Die 1 797 monsters van *C. natalensis* wat aan hierdie vereiste voldoen, dateer vanaf 1954 tot die hede (2007). Die meerderheid van die monsters is deur personeel van die Staatsekoloog en plaaslike gesondheidsowerheid versamel en na die voormalige Slaknavorsingseenheid by die Potchefstroomse Universiteit vir identifikasie en inskakeling by die NVWSV versend. Gesien in die lig van die bevinding van Brown¹ dat *C. natalensis* en *C. gibbonsi* gedeeltelik simpatries is, maar dat laasgenoemde met ten volle tropiese klimaatgebiede

geassosieer is, is monsters van *Ceratophallus* wat van lokusse afkomstig is wat in die 0-500 m hoogte-interval val, vir nadere ondersoek geselekteer. Eenhonderd drie en vyftig monsters afkomstig van 64 lokusse wat in hierdie hoogte-interval val, is volgens die riglyne van Brown¹ as *C. natalensis* geïdentifiseer. Daarbenewens is permanente monterings van die peniskomplekse van *Ceratophallus* spp. wat reeds jare gelede berei is en in die NVWSV opgeneem is, ondersoek.

Die getal lokusse waarin die vindplekke van *C. natalensis* geleë is, is in intervalle van gemiddelde jaarlikse reënval en lugtemperatuur, asook gemiddelde hoogte bo seevlak ingedeel om die voorkomsvrekwensie in spesifieke intervalle weer te gee. 'n Temperatuurindeks is vir elke spesie aan die hand van sy voorkomsvrekwensie in 'n geselekteerde temperatuurinterval bereken en die resultate is gebruik om elke spesie in 'n rangorde, gegrond op sy assosiasie met lae tot hoë klimatologiese temperature, te plaas. Die wyse waarop hierdie berekeninge gedoen is, word volledig deur De Kock en Wolmarans^{3,4} bespreek.

Chi-kwadraatwaardes is bereken om die betekenisvolheid van verskille in voorkoms in, op of by die verskillende keuses vir elke veranderlike, soos byvoorbeeld tipe waterliggaam, tipe substratum of temperatuurinterval te bepaal. 'n Statistiek bekend as die effekgrootte is daarbenewens volgens die metode van Cohen⁵ bereken om die moontlike invloed van die verskillende veranderlikes wat in hierdie artikel bespreek word op die geografiese verspreiding van *C. natalensis* te evalueer. Dit behels kortliks dat waardes vir hierdie statistiek in die orde van 0.1 en 0.3 onderskeidelik op klein en medium groot effekte dui, terwyl waardes van 0.5 en hoër op prakties betekenisvolle groot effekte dui. 'n Waarde in die orde van 0.5 wat byvoorbeeld vir 'n bepaalde spesie vir waterliggame bereken sou word, sou beteken dat waterliggame as sodanig 'n beherende rol gespeel het in die omvang van die geografiese verspreiding van die bepaalde spesie, soos weerspieël deur die data in die databasis. Die interpretasie en ekologiese implikasie van die waardes bereken vir hierdie statistiek, word in die konteks van hierdie soort van ondersoeke in detail deur De Kock en Wolmarans^{3,4} bespreek.

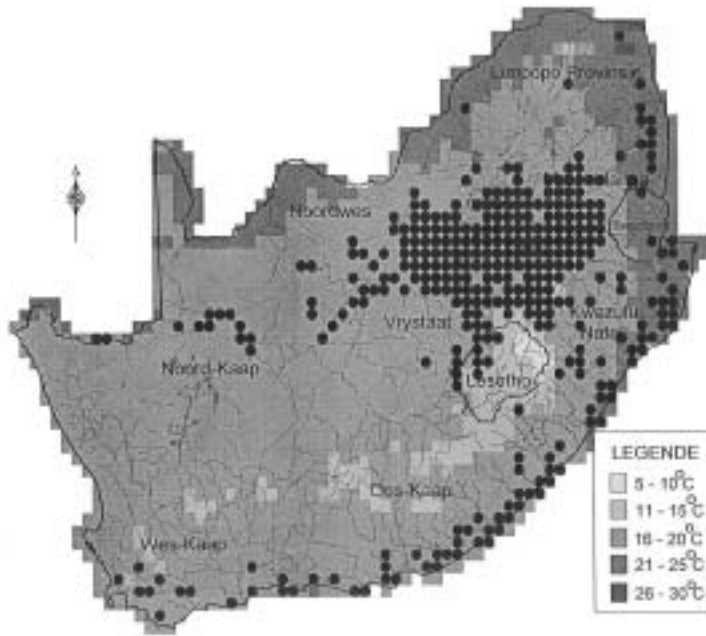
Die data is ook verwerk om 'n Multivariansie-analise in die vorm van 'n besluitnemingsboom⁶ te doen. Dit is 'n statistiese model wat daardie veranderlikes selekteer en in 'n rangorde plaas wat maksimaal kan diskrimineer tussen die voorkomsvrekwensie van 'n gegewe spesie onder bepaalde toestande in vergelyking met al die ander Mollusca-spesies wat in die databasis opgeneem is. In die besluitnemingsboom word alternatiewe keuses vir 'n bepaalde veranderlike wat betekenisvol van mekaar verskil op grond van die voorkomsvrekwensie van 'n bepaalde spesie ook van mekaar geskei. Om hierdie statistiek te bereken, is die SAS Enterprise Miner vir Windows NT Release 4.0, April 19, 2000-program en Decision Tree Modeling Course Notes gebruik.⁷

RESULTATE

Die 1 797 monsters van *C. natalensis* waarvan die versamelpunte op die bogenoemde kaartreëks gelokaliseer kon word, is oor 334 lokusse wat in figuur 1 weergegee word, versprei.

Hierdie spesie is in alle tipe waterliggame wat in die NVWSV op rekord is, aangetref. Die meerderheid monsters was afkomstig van damme (31.2%), spruite (22.2%) en riviere (15.7%) (tabel 1).

Die 171 monsters wat egter in moerasse versamel is, het 'n hoër persentasie (8.2%) van die totale getal monsters (2 076) verteenwoordig van alle spesies van Mollusca wat vir die betrokke waterliggaamtipe op rekord is (tabel 1). Chi-kwadraatwaardes wat bereken is, het getoon dat die voorkoms van *C. natalensis* in damme egter nie betekenisvol verskil het van sy voorkoms in slote ($\chi^2 = 0.00$, $vg = 1$; $p > 0.05$), panne ($\chi^2 = 0.10$, $vg = 1$; $p > 0.05$), fonteine ($\chi^2 = 2.60$, $vg = 1$; $p > 0.05$), moerasse ($\chi^2 = 6.32$, $vg = 1$; $p > 0.05$), vleië ($\chi^2 = 0.12$, $vg = 1$; $p > 0.05$) en watergate ($\chi^2 = 0.05$, $vg = 1$; $p > 0.05$) nie. Die teenwoordigheid van waterplante tydens versameling, is in 84.3% van die gevalle vermeld.



Figuur 1: Kaart van Suid-Afrika waarop die geografiese verspreiding van *Ceratophallus natalensis* per $1/_{16}$ vierkantegraadlokus en gemiddelde jaarlikse lugtemperatuur in Suid-Afrika aangetoon word.

TABEL 1: Waterliggaamtipes waarin *Ceratophallus natalensis* in 1 797 versamelpunte aangetref is soos tydens versameling opgeteken

Waterliggaamtipes	A	B	C	D
Besproeiingsvoor	3	0.2%	113	2.7%
Dam	560	31.2%	8400	6.7%
Dammetjie	77	4.3%	1 566	4.9%
Fontein	13	0.7%	301	4.3%
Gruisgroef	2	0.1%	122	1.6%
Kanaal	4	0.2%	169	2.4%
Moeras	171	9.5%	2 076	8.2%
Pan	19	10.1%	306	6.2%
Rivier	283	15.7%	7 507	3.8%
Sementdam	1	0.1%	221	0.5%
Sloot	42	2.3%	636	6.6%
Spruit	399	22.2%	7 211	5.5%
Vlei	6	0.3%	103	5.8%
Watergat	15	0.8%	225	6.7%
Effekgrootte	w = 0.26 (klein tot matige effek)			

A: voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke waterliggaamtipe. B: % van die totale getal versamelings (1 797) wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomsvrekwensie van enige verteenwoordiger van die Mollusca in 'n spesifieke waterliggaamtipe. D: voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke waterliggaamtipe.

Die meerderheid monsters is in habitats waarvan die water as standhoudend (60.0%), staande (62.9%), helder (63.8%) en vars (76.7%), beskryf is, versamel (tabel 2) en dit het net in die geval van troebelheid nie betekenisvol ($p > 0.05$) van die voorkoms in die alternatiewe moontlikhede vir watertoestande verskil nie. Alhoewel die grootste getal monsters (42.1%) van habitats afkomstig was waarvan die substratum as oorwegend modderig beskryf is (tabel 3), het dit nie betekenisvol van die voorkoms in habitats waarvan die substratum uit oorwegend verrottende plantmateriaal bestaan het, verskil nie ($p > 0.05$).

TABEL 2: Watertoestande in die habitats van *Ceratophallus natalensis* soos opgeteken tydens versameling

	Tipe		Vloeisnelheid			Troebelheid		Saliniteit	
	Standhou-dend	Seiso-e-naal	Vinnig	Stadig	Staande	Helder	Modderig	Vars	Brak
A	1 078	471	103	322	1 130	1146	376	1 378	21
B	60.0%	26.2%	5.7%	17.9%	62.9%	63.8%	20.9%	76.7%	1.2%
C	22 432	5 350	2 229	9 501	16 147	20 408	6 438	24 089	657
D	4.8%	8.8%	4.6%	3.4%	7.0%	5.6%	5.8%	5.7%	3.2%
E	$w = 0.28$ (klein tot matige effek)		$w = 0.30$ (matige effek)			$w = 0.02$ (klein effek)		$w = 0.00$ (geen effek)	

A: voorkomsvrekwensie in 'n spesifieke watertoestand. B: % van die totale getal versamelings (1 797) wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomsvrekwensie van enige verteenwoordiger van die Mollusca in 'n spesifieke watertoestand. 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 *Ceratophallus natalensis* soos tydens versameling beskryf is

	Substratums tipes			
	Modderig	Klipperig	Sanderig	Verrottende materiaal
A	756	269	458	42
B	42.1%	15.0%	25.4%	2.3%
C	12 835	7 934	6 523	632
D	5.9%	3.4%	7.0%	6.6%
E	$w = 0.25$ (klein tot matige effek)			

A: voorkomsvrekwensie op 'n spesifieke substratums tipe. B: % van die totale getal versamelings (1 797) wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomsvrekwensie van enige verteenwoordiger van die Mollusca op '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.

Meer as 95% van die monsters is in habitats versamel waarvan die lokusse in die temperatuurinterval wat vanaf 16-20°C gestrek het, geval (tabel 4) en dit het betekenisvol verskil van die voorkomfrequentie by die ander twee temperatuurintervalle ($p < 0.05$). Verreweg die grootste getal monsters was afkomstig van habitats waarvan die lokusse in reënvalintervalle geval het wat vanaf 601-900 mm gestrek het (tabel 4). Die voorkomfrequentie van monsters in hierdie interval het volgens die berekende chi-kwadraatwaardes betekenisvol van die res van die reënvalintervalle verskil. Alhoewel die meerderheid monsters in habitats versamel is waarvan die lokusse in die hoogte bo seevlakinterval geval het wat vanaf 1 001–1 500 m strek, het die getal monsters in die interval, 1 501–2 000 m, 'n hoër persentasie (9.3%) van die totale getal monsters van alle Mollusca-spesies vir daardie interval beslaan (tabel 4). Die voorkoms in die 1 501–1 500 m interval het betekenisvol van al die ander hoogte bo seevlakintervalle verskil ($p < 0.05$).

Die temperatuurindeks wat vir *C. natalensis* bereken is, plaas dit agste in rangorde van die 53 spesies in die databasis op grond van sy assosiasie met lae klimatologiese temperature (tabel 5). Die effekgroottes wat vir die temperatuurindekse bereken is, dui egter daarop dat *C. natalensis* in hierdie opsig nie betekenisvol van 18 van die ander spesies in die databasis verskil het nie ($w < 0.5$). 'n Matig tot groot ($w = 0.39$) en 'n groot effekwaarde ($w = 0.55$) volgens die riglyne van Cohen⁵ is respektiewelik vir temperatuur en hoogte bo seevlak bereken (tabel 4). Die besluitnemingsboom wat al die geondersoekte veranderlikes gesamentlik evalueer, het temperatuur en hoogte bo seevlak as die twee belangrike faktore wat die verspreiding van *C. natalensis* beïnvloed het, uitgesonder (figuur 2).

Die besluitnemingsboom toon verder dat die 90 keer wat hierdie spesie in moerasse (L) wat in die hoogte-interval 1 001–1 5000 m bo seevlak geval het, versamel is, betekenisvol verskil het van sy voorkoms in die res van die waterliggaamtipes in die betrokke interval. Die afleiding kan ook gemaak word dat die voorkoms van die 788 monsters van hierdie spesie in die 12 ander waterliggaamtipes (figuur 2) nie betekenisvol van mekaar verskil het nie en gevolglik deur die program wat die besluitnemingsboom gegenereer het, saam gegroepeer is. Die voorkomfrequencies en -persentasies van *C. natalensis* in vergelyking met die res van die spesies in die databasis word ook in figuur 2 weergegee.

TABEL 4: Voorkomfrequentie van die 1 797 versamelpunte van *Ceratophallus natalensis* in geselekteerde intervale van gemiddelde jaarlikse lugtemperatures en reënval, asook die gemiddelde hoogtes bo seevlak in Suid-Afrika

	Temperatuur (°C)			Reënval (mm)				Hoogte bo seevlak (m)				
	5 – 15	16 – 20	21 – 25	0 – 300	301 – 600	601 – 900	901 – 1200	0 – 500	501 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	2001 – 2500
A	299	1 430	68	41	584	1 165	7	153	45	945	652	2
B	16.6%	95.6%	3.8%	2.3%	32.5%	64.8%	0.4%	8.5%	25.1%	52.6%	36.3%	0.1%
C	4 758	24 928	4 276	975	11 994	19 799	1 203	6 747	4 491	14 918	6 998	586
D	6.3%	5.7%	3.8%	4.2%	4.9%	5.9%	0.6%	2.3%	1.0%	6.3%	9.3%	0.3%
E	w = 0.39 (matige tot groot effek)			w = 0.12 (klein effek)				w = 0.55 (groot effek)				

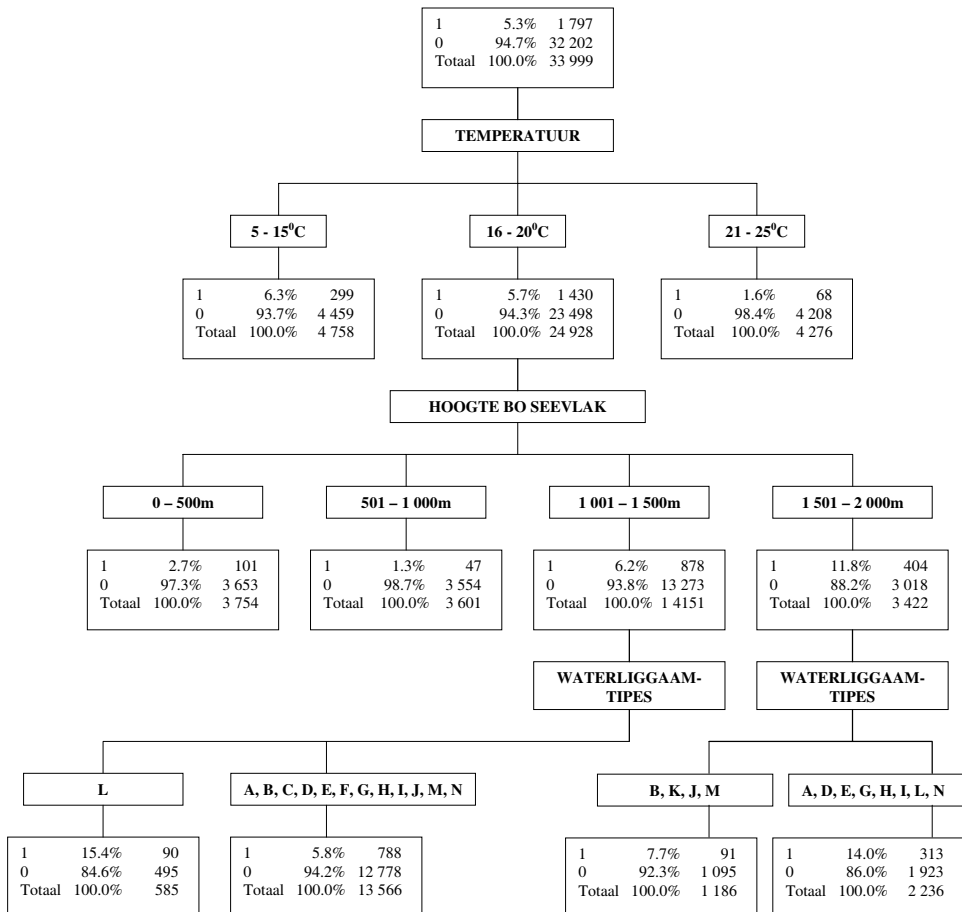
A: voorkomfrequentie in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. B: % van die totale getal versamelings (1 797) wat vir hierdie spesie op rekord is. C: voorkomfrequentie van enige verteenwoordiger van die Mollusca in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val. D: voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale getal versamelings in 'n spesifieke interval. E: effekgrootte bereken vir 'n bepaalde faktor.

TABEL 5: Frekwensieverspreiding in temperatuurintervalle en temperatuurindeks van *Ceratophallus natalensis* in vergelyking met die ander Mollusca in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling

*Indeks = Temperatuurindeks **SA = Standaardafwyking ***VK = Variansiekoëffisiënt

Mollusca	Temperatuurintervalle en -indekse									
	Getalmonsters	5 – 10°C	11 – 15°C	16 – 20°C	21 – 25°C	26 – 30°C	*Indeks	**SA	***VK	Effek-grootte
<i>Pisidium viridarium</i>	636	201	270	163	2		1.947	0.764	39.22	-2.135
<i>Lymnaea truncatula</i>	723	95	281	343	4		2.354	0.709	30.14	-1.194
<i>Pisidium casertanum</i>	5		2	3			2.600	0.548	21.07	-0.626
<i>Pisidium langleyanum</i>	627	18	173	430	6		2.676	0.544	20.33	-0.450
<i>Pisidium costulosum</i>	425	1	138	282	4		2.680	0.492	18.34	-0.441
<i>Bulinus tropicus</i>	8 448	32	2 326	5 860	230		2.744	0.502	18.31	-0.293
<i>Gyraulus connollyi</i>	969		185	777	7		2.816	0.406	14.40	-0.126
<i>Ceratophallus natalensis</i>	1 797		299	1 430	68		2.871	0.433	15.09	0.000
<i>Burnupia</i> (alle spesies)	2 778	7	287	2 384	100		2.928	0.380	12.97	0.131
<i>Ferrissia</i> (alle spesies)	540		72	420	47	1	2.957	0.476	16.09	0.200
<i>Bulinus reticulatus</i>	296		6	287	3		2.990	0.174	5.83	0.275
<i>Assimineea umlaasiana</i>	2			2			3.000	0.000	0.00	0.298
<i>Tomichia cawstoni</i>	4			4			3.000	0.000	0.00	0.298
<i>Tomichia differens</i>	10			10			3.000	0.000	0.00	0.298
<i>Tomichia lirata</i>	2			2			3.000	0.000	0.00	0.298
<i>Tomichia ventricosa</i>	89			89			3.000	0.000	0.00	0.298
<i>Tomichia tristis</i>	81			79	2		3.025	0.156	5.16	0.355
<i>Unio caffer</i>	76		6	63	6	1	3.026	0.461	15.24	0.359
<i>Physa acuta</i>	755			719	36		3.048	0.213	7.00	0.408
<i>Bulinus depressus</i>	552			519	33		3.060	0.237	7.76	0.436
<i>Arcuatula capensis</i>	15			14	1		3.067	0.258	8.42	0.452
<i>Lymnaea columella</i>	2 302		81	1 977	243	1	3.071	0.371	12.07	0.462
<i>Lymnaea natalensis</i>	4 721		205	3 802	713	1	3.108	0.429	13.79	0.547
<i>Assimineea bifasciata</i>	17			15	2		3.118	0.332	10.65	0.570
<i>Gyraulus costulatus</i>	736		20	580	135	1	3.159	0.437	13.84	0.665
<i>Bulinus forskalii</i>	1 209		17	985	204	3	3.160	0.409	12.95	0.667
<i>Pisidium ovampicum</i>	6			5	1		3.167	0.408	12.89	0.683
<i>Sphaerium capense</i>	25		1	17	7		3.240	0.523	16.14	0.852
<i>Bulinus africanus</i> groep	2 930		9	2 155	760	6	3.260	0.450	13.82	0.899
<i>Corbicula fluminalis</i>	390		1	291	94	4	3.267	0.437	13.38	0.915
<i>Tomichia natalensis</i>	23			16	7		3.304	0.470	14.24	1.001
<i>Thiara amarula</i>	10			6	4		3.400	0.516	15.19	1.222
<i>Assimineea ovata</i>	5			3	2		3.400	0.548	16.11	1.222
<i>Melanoides victoriae</i>	49			29	19	1	3.429	0.540	15.75	1.288
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	1 639		5	880	751	3	3.459	0.508	14.69	1.358
<i>Septaria tessellaria</i>	2			1	1		3.500	0.707	20.20	1.453
<i>Coelatura framesi</i>	6			3	3		3.500	0.548	15.65	1.453
<i>Neritina natalensis</i>	16			8	8		3.500	0.516	14.75	1.453
<i>Bulinus natalensis</i>	244		2	97	145		3.588	0.510	14.20	1.655
<i>Segmentorbis planodiscus</i>	27			9	18		3.667	0.480	13.10	1.838
<i>Segmentorbis angustus</i>	32			7	25		3.781	0.420	11.11	2.102
<i>Melanoides tuberculata</i>	305			64	237	4	3.803	0.430	11.30	2.153
<i>Pisidium pirothi</i>	23			4	19		3.826	0.388	10.13	2.206
<i>Chambardia wahlbergi</i>	36			7	28	1	3.932	0.398	10.11	2.450
<i>Aplexa marmorata</i>	9				9		4.000	0.000	0.00	2.607

Mollusca	Temperatuurintervalle en -indekse									
	Getalmonsters	5 – 10°C	11 – 15°C	16 – 20°C	21 – 25°C	26 – 30°C	*Indeks	**SA	***VK	Effek-grootte
<i>Bellamyia capillata</i>	31				31		4.000	0.000	0.00	2.607
<i>Eupera ferruginea</i>	169			6	157	6	4.000	0.267	6.68	2.607
<i>Lentorbis carringtoni</i>	8				8		4.000	0.000	0.00	2.607
<i>Lentorbis junodi</i>	12				12		4.000	0.000	0.00	2.607
<i>Segmentorbis kanisaensis</i>	9				9		4.000	0.000	0.00	2.607
<i>Chambardia petersi</i>	39			1	36	2	4.000	0.272	6.80	2.607
<i>Cleopatra ferruginea</i>	73				71	2	4.027	0.164	4.08	2.671
<i>Lanistes ovum</i>	41				38	3	4.073	0.264	6.47	2.776



Figuur 2: Besluitnemingsboom van die voorkomingsfrekwensie van *Ceratophallus natalensis* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomingsfrekwensie van alle ander spesies wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling opgeneem is. 0 : persentasies en getalle van alle ander spesies, 1 : persentasies en getalle van *Ceratophallus natalensis*. Waterliggaamtipes: 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 : watergat.

BESPREKING

Sonder spesifieke verwysing na Mollusca het Harrison⁸ die rivier- en stroom-ongewerweldes van Suid-Afrika in twee hoofgroepe ingedeel, naamlik 'n sogenaamde ou element met Gondwanaland-affiniteite wat ook verwantes in ander suidelike kontinente het en 'n Pan-Etiopiese (Sub-Sahara) element. Ingeslote by hierdie laasgenoemde element is sommige spesies wat met gematigde klimaat en somtyds met berge geassosieer word, maar wat klaarblyklik verwant aan die Afrika fauna is. Volgens hierdie outeur bestaan die groep uit die volgende vyf subgroepe: (1) wydverspreide spesies wat in tropiese en gematigde klimate voorkom; (2) warm stenotermiese, tropiese spesies; (3) Hoëveld gematigde klimaat spesies; (4) bergbewonende, koue stenotermiese spesies; en (5) tydelike bergstroomspesies. Volgens Brown⁹ kan *C. natalensis* in die min of meer euritermiese subgroep 1 geplaas word. Hierdie bevinding word ondersteun deur die geografiese verspreiding van die vindplekke van die monsters van *C. natalensis* in die databasis wat in figuur 1 weergegee word. Hierdie spesie is die enigste verteenwoordiger van die subfamilie Planorbinae wat tot dusver uit Lesotho gerapporteer is.¹⁰ Tans is daar monsters wat oor nege verskillende lokusse in Lesotho versprei is op rekord in die databasis van die NVWSV (figuur 1). Dit is derhalwe nie verbasend nie dat 'n temperatuurindeks van 2.871 wat vir hierdie spesie bereken is, hom onder die agt spesies plaas wat die nouste met koeler klimaattoestande geassosieer is (tabel 5).

Volgens Brown^{1,2} is *C. natalensis* aan 'n wye reeks van habitats aangepas wat onder andere ook talle tydelike waterliggame soos moerasse, stadigvloeiende spruite, natuurlike holtes en slote wat net kortstondig met water gevul is, insluit. Hierdie aanspraak word deur die resultate van die huidige ondersoek bevestig met die bevinding dat *C. natalensis* in al 14 waterliggaamtipes in die databasis, voorgekom het en ook goed verteenwoordig was in spruite en moerasse (tabel 1). Daarbenewens besit dit skynbaar ook die vermoë om 'n wye verskeidenheid van habitattipes in 'n bepaalde waterliggaam te beset. In 'n ondersoek na die habitatseleksie van die Mollusca in die Mooirivier (Noordwes-provinsie)¹¹ is bevind dat *C. natalensis* in nege van die 10 verskillende habitattipes wat in hierdie rivier verteenwoordig is, voorgekom het. Die uitstekende vermoë van hierdie spesie om onder toestande waar die oppervlaktwater seisoenaal verdwyn, te oorleef, dra grootliks tot sy suksesvolle benutting van 'n wye verskeidenheid van waterliggaamtipes by.¹ Volgens Brown¹ kan die digte bevolkings van hierdie spesie wat hy dikwels in kortstondige habitats in Kenia aangetref het, 'n struikelblok wees vir ander slakspesies om sulke habitats te bevolk. Hierdie vermoë van *C. natalensis* om tydelike habitats suksesvol te benut, word ook deur die resultate van die huidige ondersoek weerspieël met die bevinding dat meer as 26% van die monsters uit seisoenale habitats afkomstig was (tabel 2).

Dit is tans nog onseker of *C. natalensis* as tussengasheer vir enige helmintparasiet van die mens kan optree. Loker *et al.*¹² het egter 11 verskillende spesies Trematoda-serkarië van natuurlik-besmette eksemplare van hierdie spesie in Tanzanië verkry. Frandsen en Christensen¹³ vermeld ook minstens tien verskillende soorte serkarië wat deur spesies van *Ceratophallus* onder natuurlike toestande vrygestel kan word. Na ons wete is tot dusver geen pogings aangewend om die rol wat *C. natalensis* moontlik as tussengasheer van ekonomies belangrike helmintparasiete in Suid-Afrika mag speel, te ondersoek nie. In die lig van sy relatief wye geografiese verspreiding (figuur 1), sy vermoë om 'n groot verskeidenheid van habitats te beset en die bevinding dat dit wel elders in Afrika onder natuurlike toestande serkarië van 'n verskeidenheid van helmintparasiete kan afskei, sou dit wenslik wees om sy rol as tussengasheer vir ekonomies belangrike parasiete in Suid-Afrika deeglik te ondersoek.

BEDANKINGS

Ons opregte dank en waardering word hiermee betuig aan prof. H.S. Steyn van die Statistiese Konsultasiediens en prof. D.A. de Waal van die Sentrum vir Bedryfswiskunde en Informatika van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus vir hulp met die prosessering en statistiese verwerking van die data. Finansiële steun van die Nasionale Navorsingstigting en die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus word met dank erken.

BIBLIOGRAFIE

1. Brown, D.S. (2001). Taxonomy, biogeography and phylogeny of non-lacustrine African freshwater snails belonging to the genera *Ceratophallus* and *Afrogyrus* (Mollusca: Planorbidae), *J. Zool. Lond.* 255, 55-82.
2. Brown, D.S. (1994). *Freshwater snails of Africa and their medical importance*, revised 2nd edn. (London, Taylor & Francis).
3. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. (2005). Distribution and habitats of the *Bulinus africanus* species group, snail intermediate hosts of *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mattheei* in South Africa, *Water SA*, 31, 117-125.
4. De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. (2005). Distribution and habitats of *Bulinus depressus* and possible role as intermediate host of economically important helminth parasites in South Africa, *Water SA*, 31, 491-496.
5. Cohen, J. (1977). Power analysis for the behavior sciences, revised edn (Academic Press, Orlando).
6. Breiman, L., Friedman, J.H., Olsen, R.A., Stone, C.J. (1984). *Classification and regression trees* (London, Chapman and Hall).
7. Potts, W.J.E. (1999). *Decision tree modeling course notes*. SAS Institute Inc. (Cary, USA).
8. Harrison, A.D. (1965). Geographical distribution of riverine invertebrates in southern Africa, *Arch. Hydrobiol.* 61, 387-394.
9. Brown, D.S. (1978). Freshwater Molluscs. In *Biogeography and Ecology of Southern Africa*, Werger, M.J.A. ed. (Dr W. Junk b.v. Publishers, The Hague).
10. Prinsloo, J.F., Van Eeden, J.A. (1973). The distribution of the freshwater molluscs in Lesotho with particular reference to the intermediate host of *Fasciola hepatica*, *Wetensk. Bydr. Potchefstroom Univ. B, Natuurwet.*, 60, 1-28.
11. De Kock, K.N., Van Eeden, J.A. (1969). Die verspreiding en habitatseleksie van die Mollusca in die Mooirivier, Transvaal, *Wetensk. Bydr. Potchefstroom Univ. B, Natuurwet.*, 8, 1-119.
12. Loker, E.S., Moyo, H.G., Gardner, S.L. (1981). Trematode-gastropod associations in 9 non-lacustrine habitats in the Mwanza region of Tanzania, *Parasit.*, 83, 381-399.
13. Frandsen, F., Christensen, N.Ø. (1984). An introductory guide to the identification of cercariae from African freshwater snails with special reference to cercariae of trematode species of medical and veterinary importance, *Acta Trop.*, 181-202.