

'n Onderzoek na die bionomie, morfologie, verspreiding en beheer van die Stilbaaimuggie *Leptoconops demeilloni* (Diptera: Ceratopogonidae)

Gideon J. Begemann

Gideon J. Begemann, onafhanklike navorser

Opsomming

Die muggieplaag in die Wes-Kaap wat deur *Leptoconops demeilloni* veroorsaak word, is nagevors. Die ekonomiese belang, effek op mens en dier en die seisoenale voorkoms van die muggie word bespreek. Omgewingstoestande is met die muggie se daaglikse aktiwiteit gekorreleer. Die gedragsspatrone en nektarvoeding word beskryf. Vir die eerste keer is daar vasgestel dat die muggie in duinsand afkomstig van geërodeerde aeolianietgesteentes broei. Die larwes, papies en eiers van die muggie word in detail beskryf. Die teenwoordigheid van verskillende instars deur die jaar binne duinsand is nagevors. Die lewensiklus van die univoltinse muggie word diagrammaties saamgevat. Kenmerkende taksonomiese eienskappe van die larwe en papiestadium word geïllustreer. Die verspreidingsgebied van die muggie binne die munisipaliteit van Hessequa is gekarteer. Beheermaatreëls teen die muggie word bespreek en 'n sistematiese prioriteitsbenadering tot die beheer van die muggie word aan die hand gedoen.

Trefwoorde: Ceratopogonidae; *demeilloni*; Diptera; *Leptoconops*; Stilbaaimuggie

Abstract

An investigation into the bionomics, morphology, distribution and control of the Still Bay midge (*Leptoconops demeilloni* [Diptera: Ceratopogonidae])

Leptoconops demeilloni (Clastrier and Nevill 1984), also known as the Still Bay midge, is a notorious bloodsucking pest in the Fynbos biome (Western Cape Province of South Africa, 34.389423 °O 21.417447 °S). The pest is considered to be of economic importance especially to the tourism industry in the coastal town of Still Bay.

The phenology of the midge was studied by defining a midge activity index between 0 and 5 points. Peak activity occurred on 26 September and 11 October 2019, 6 October 2020, and 9 October 2021. Midges appeared in the first week of September and the last midges were recorded in the last week of November during the three-year study. Adult midge activity showed a positive correlation with temperature ($R = 0,05$, $p = 0,003$) and a negative correlation with wind speed ($R = -0,45$, $p = 0,008$). Sunshine and the time of day were not significantly correlated with activity. Activity was recorded between the temperatures 13,5 °C and 30,0 °C. Activity was recorded between the wind speeds of 4,0 km/h and 24,8 km/h.

Male and female midges fly only during the daytime and do not enter shelters such as houses, sheds and the shade of trees. Male swarms are formed between one and five metres above ground level and can be between one and four metres in diameter. Copulation takes place in these swarms. Midges overwinter underneath loose detritus on the soil surface. Midges are not attracted to UV (ultraviolet) or white LED (light emitting diode) lights and live for a maximum time of 10 days when kept in captivity.

Both male and female midges were recorded to feed on the nectar of *Cotula sororia* (Asteraceae) during the study.

The larvae and pupae of *L. demeilloni* were recovered from dune sand after the detection of the breeding sites using eclosion funnel traps and an extended soil moisture meter. The method of larvae and pupae extraction by means of desiccation or water flooding of dune sand in containers is described. An average of 0,49 larvae per litre of sand were extracted ($n = 169$). An average of 0,48 pupae per litre of sand were extracted ($n = 131$). The habitat of the Still Bay midge can be defined as well-drained, deep red-grey sand derived from eroded aeolianite hills and the sand has a low clay, salt, and organic content with few calciferous stones. The dune sand has a low pedologic development. Sand grains have an average diameter of 0,33 mm ($SD = 0,10$ mm), the $pH = 7,3$, salt content 67 ppm., organic content 1,06% and soil moisture between 1,3 and 21,4%.

The mercuric ovaries of female midges contained between 57 and 148 follicles (avg. 113 $SD = 23,98$). An investigation into the ovarian development of free flying midges ($n = 243$) revealed that 6,2% contained blood, 68,7% had semi-developed eggs and 0,4% contained fully developed eggs. Eggs developed harmoniously and anautogenically. The dark-grey banana-shaped eggs are on average 0,42 mm in length ($n = 10$, $SD = 0,01$ mm) and 0,08 mm in diameter ($SD = 0,01$ mm). Eggs took on average 23,3 days to develop and are sensitive to desiccation.

The midge is univoltine. Larvae developed over a period of 10 months through four larval instars. Instar 4 male larvae measured an average of 6,65 mm in length ($n = 8$, $SD = 0,42$ mm). The ventrolateral rod plus the front part of the mandible were 0,34 mm in length ($SD = 0,03$ mm). The body diameter was on average 0,41 mm ($SD = 0,12$ mm) and the body in a coiled position 1,17 mm in diameter ($SD = 0,12$ mm). Instar 4 female larvae measured an average of 6,02 mm in length ($n = 6$, $SD = 0,82$ mm). The ventrolateral rod plus the front part of the mandible were 0,34 mm in length ($SD = 0,01$ mm). The body diameter was on average 0,35 mm ($SD = 0,07$ mm) and the body in a coiled position 1,15 mm in diameter ($SD = 0,23$ mm). A typical instar 1 larva measured 0,09 mm in length, instar 2 measured 2,7 mm, instar 3 measured 3,6 mm and instar 4 measured 6,3 mm.

Pupae appeared between the first week of September and the third week of October with a peak between weeks two and four in September. Male pupae were found to be an average of 3,27 mm in length ($n = 10$, $SD = 0,13$ mm) and 1,03 mm in diameter ($SD = 0,06$ mm). Males took an average of 13,53 days to develop ($n = 17$, $SD = 4,48$), with a maximum of 21 days. Female pupae were found to be an average of 3,01 mm in length ($n = 10$, $SD = 0,11$ mm) and 0,89 mm in diameter ($SD = 0,04$ mm). Females took an average of 15,42 days to develop ($n = 12$, $SD = 4,18$) with a maximum of 23 days.

The taxonomic characteristics of *L. demeilloni* larvae are described. The dorsal medial rod, ventrolateral rod, frontal pillars, mouth parts, pharyngeal skeleton, genal arch, sensillae on the head and anal segment, and pharate pupa are described.

Larvae feed indiscriminately on detritus. The rectal papillae are utilised to push the faeces out of the rectum.

The cephalo thorax and the abdomen of the male and female *L. demeilloni* pupae are described.

The distribution of *L. demeilloni* within the municipal area of Hessequa in the southern part of the Western Cape is defined. Factors that promote or contain the distribution of *L. demeilloni* within the Fynbos biome are discussed. Sparsely grown sand fields and dunes with reed bushes (*Restionaceae*) and scattered mole hills (made by *Bathyergridae*) characterise the habitat of the midge.

The life cycle of *L. demeilloni* is described. The eggs are laid over a period of 10 weeks from the middle of September to the first week of December. From the first week in October there are larvae in the soil that develop through four instars to pupae. The larvae move deeper underground if the soil dries out. Some develop faster than others until they reach the fourth instar. All larvae reach maturity in September and move closer to the soil surface. Pupae and adults were spotted at the same time in the first week of September. Control against adult flying midges is therefore only important for two and a half months of the year. The rest of the year the midges are underground at various depths. The control of the midge is discussed and a systematic priority approach to the problem is suggested.

The *Leptoconops* collection ($n = 910$) of the author is in the possession of ARC-Onderstepoort Veterinary Research, Private Bag X5, Onderstepoort 0110, South Africa.

Keywords: Ceratopogonidae; *demeilloni*; Diptera; *Leptoconops*; Still Bay Midge

1. Inleiding

1.1 Muggies en die mens

Die skrywer het in 2017 die eerste keer bewus geraak van bytende muggies toe hy in die Skulpiesbaaireservaat in die dorpie Stilbaai (Wes-Kaap, -34.389423 °O 21.417447 °S) gaan stap het. Die muggies het onder sy klere en kophare ingekruip om bytplek op sy vel te vind. 'n Mikroskopiese ondersoek van die muggies het aangedui dat dit *Leptoconops*-muggies was en

'n soektog na literatuur oor die onderwerp het tot 'n publikasie van Clastrier en Nevill (1984) gelei waarin 'n muggie afkomstig uit die Stilbaai-omgewing beskryf is.

Vir oud-inwoners, veral boere, was bytende muggies in die lente iets wat daar was vandat die eerste mense hul intrek in die gebied geneem het. Hulle het egter geen idee gehad hoe die muggie se lewensiklus daar uitsien nie. Vir die gewone inwoner het die frase “muggies het teruggekom” of “die muggies is weg” alles wat nodig is verklaar, asof die muggies besoekers van 'n ander deel van die wêreld was. Die muggie het ook nuwe status verkry toe bytende muggies in die 2020 Afrikaanse Bybelvertaling gelys is as die derde plaag van Egipte (Bybelgenootskap van Suid-Afrika, 2020). Die muggies word in ouer vertalings as muskiete gelys.

Insekte is al vir honderde miljoene jare aktief op aarde, soos blyk uit fossiele in versteende boomgom wat deur wetenskaplikes uitgegrawe en ontleed word. Art Borkent (2001) beskryf *Leptoconops*-bytende muggies in 120 miljoen jaar-oue Libanese amber (versteende boomgom) gevorm deur “Monkey Puzzle” dennebome (*Araucariaceae*) uit die laer kryt-periode.

1.2 Muggies in die Kaapse Fynbos

Die Stilbaaimuggie is endemies aan die Kaapse Fynbos-streek en is reeds waarskynlik vir miljoene jare in hierdie omgewing teenwoordig. Toe Europeërs in die sewentiende eeu die gebied bereik, was die inheemse mense van die streek se liggame dikwels met vet en kruid bestryk om hulself teen bytende plae te beskerm (Theal 1910, in De Jongh 2016), maar dit was eers in 1982 toe 'n veearts van Stilbaai die Navorsingsinstituut vir Veeartsenykunde te Onderstepoort gekontak het, dat die plaag wetenskaplik beskryf is. Drs. E.M. Nevill, hoof-insektekundige van Onderstepoort, R. Sykes, Glyn Catton en Armand du Plessis van 'n farmakologiese firma besoek die plaas Blombos in Oktober 1982. Die span versamel muggies in die gebied. Intussen stuur mnr. G.P. Kleinhans muggies wat hy by Jongensfontein versamel het na Onderstepoort en mnr. N.J. van Zyl stuur ook eksemplare van Stilbaai na Onderstepoort vir identifikasiedoeleindes.

1.3 Die Stilbaaimuggie kry 'n wetenskaplike naam

Navorsers van Onderstepoort en die Suid-Afrikaanse Instituut vir Mediese Navorsing in Johannesburg (onder leiding van dr. John Ledger) was dit eens dat die Stilbaaimuggie verskil van ander muggies in hul versamelings en stuur eksemplare na dr. J. Clastrier (1910–1997) verbonde aan die Nasionale Natuurhistoriese Museum in Parys, Frankryk, waar die grootste muggieversameling destyds gehou was. Drs. Clastrier en Nevill beskryf die muggie as 'n nuwe spesie met die naam *Leptoconops* (sub. gen. *Leptoconops*) *demeilloni* (Clastrier en Nevill 1984). *Leptoconops* beteken “klein-muggie” afkomstig van *lepto* (Latyns vir tengerig) en *conops* (Grieks vir muggie). Die spesienaam is ter ere van dr. S.J.B. (Botha) de Meillon wat in 1902 te Prieska, Noord-Kaap, gebore is. Hy was etlike jare die hoof van die Suid-Afrikaanse Instituut vir Mediese Navorsing in Johannesburg en later verbonde aan die Smithsonian Instituut in Washington, V.S.A. Dr. De Meillon het sy lewe aan entomologiese navorsing wat handel oor bloedsuigende insekte gewy en is in 2000 oorlede.

Dit is algemene taalkundige gebruik om 'n insek se volksnaam te koppel aan die dorp waar dit die eerste keer deur wetenskaplikes versamel is soos bv. Sabiebloutjie, Matjiesfontein-kopervlerktjie, Lydenburgkopervlerktjie ens. (Skoenlapperlys, saamgestel deur die Landboutaal-

komitee met medewerking van die Taaldiensburo van die Departement van Onderwys, Kuns en Wetenskap, 1959). *L. demeilloni* is in 1984 die eerste maal deur wetenskaplikes beskryf uit muggiemonsters afkomstig van plase wat aan Stilbaai grens sowel as muggies wat mense in die dorp Stilbaai gebyt het (Clastrier en Nevill 1984). 'n Muggie-opname tydens hierdie studie binne die Munisipaliteit van Hessequa het getoon dat slegs *L. demeilloni* in die gebied rondom die dorp voorkom (sien afdeling 13), alhoewel die muggie se verspreidingsgebied wyer in die Wes-Kaap strek as net Hessequa (Clastrier en Nevill 1984). Besoekers aan Stilbaai praat dikwels van Stilbaai-se-muggie en staaltjies oor skoolgaande kinders wat deur die muggies gebyt word terwyl hulle vir die skoolbus wag is algemeen. Die breër gemeenskap rondom Stilbaai ken die geniepsige muggie al vir geslagte lank en dit maak die muggie deel van Stilbaai se kultuur-historiese agtergrond. Gesien teen hierdie agtergrond word voorgestel dat die nie-wetenskaplike volksnaam van *L. demeilloni* "Stilbaaimuggie" moet wees.

1.4 Wat is 'n muggie?

Die woord *muggie* verwys in Afrikaans na 'n baie klein insek verbonde aan 'n groep insekte wat *vlieë* genoem word. In die natuurwetenskap word dit die insek orde *Diptera* genoem, wat "tweevlerkig" beteken. Vlieë het net een paar funksionele vlerke terwyl ander insekte twee pare besit. Nie alle muggies suig bloed nie; dit is veral die muggies van die families Ceratopogonidae, Psychodidae (sandvliegies) en Simuliidae (riviermuggies) wat bloed suig. In Engels staan dagvlieënde bloedsuigende muggies bekend as *midges* (Suid-Afrikaans), *gnats* (Amerikaans-Engels algemeen), *black flies* (Amerikaans en Kanadees) en *no-see-ums* (Australies). Muggies wat in die nag vlieg en behoort tot die genus *Culicoides* staan bekend as *brandassies* en is die draers van die bloutong- en perdesiekte-virus by skape en perde.

Die familie Ceratopogonidae word verder in vyf subfamilies verdeel waarvan die Leptoconopinae die *Leptoconops*-soorte plus nog vyf ander genera akkommodeer (De Meillon en Wirth 1991). *Leptoconops* het 12 verteenwoordigers in Suider-Afrika, waarvan vyf in die Wes-Kaap voorkom. Die voorkoms van die verskillende spesies word in afdeling 13 bespreek nadat die skrywer in 2022 die Hessequagebied van die Wes-Kaap deurkruis het op soek na bytende muggies.

Klein asynvlieë, wat glad nie byt nie, maar nogtans erg lastig is, word dikwels met bytende muggies verwar. Swerms klein vlieënde miertjies en termiete word ook met muggies verwar. Die Stilbaaimuggie se vlerke is feitlik deursigtig. 'n Swerm insekte waarvan die vlerkies in die swerm met die blote oog in beweging gesien kan word is gewoonlik nie die bloedsuigende Stilbaaimuggie nie. Swerms muggies in 'n waterryke gebied is dikwels die onskuldige Chironomidae-muggies wat nie bloed suig nie.

Die Stilbaaimuggie, *Leptoconops demeilloni*, se gestalte en bou word in Figuur 1 weergegee. (Muggies is in hierdie studie mikroskopies bestudeer deur middel van 'n Amscope stereo-mikroskoop (10-80x) en 'n Amscope saamgestelde mikroskoop (40-1000x). Foto's is geneem met 'n Amscope-3MP elektroniese kamera wat op die mikroskope pas. Die program Toupview is gebruik om foto's te superponeer indien nodig. Liggaamsmeting is met die program uitgevoer tot 'n akkuraatheid van 0,01 mm).

1.5 Motivering om die muggie te bestudeer

Die volwasse muggie is in 1984 goed beskryf maar die eiers, larwes en papies was tot op hede nog onbekend. Die gedrag van die muggie is nooit neergeskryf nie en die ontwikkeling en anatomie van die onvolwasse stadia was onbeskrewen. Broeiplekke was swak gedefinieer en die voorkoms van verskillende ontwikkelingsstadia was onbekend. Die beheer van die Stilbaaimuggie is nog nooit in diepte bespreek nie. Geen opname in die Wes-Kaap is al ooit gedoen om die verspreiding van die plaag te beskryf nie. Basiese entomologiese navorsing, wat die taksonomiese kenmerke van 'n insek insluit, vorm die fondament waarop toekomstige gespesialiseerde entomologiese navorsing moontlik gebaseer sal word. Bloedsuigende insekte is meestal verantwoordelik vir die oordrag van bloedgedraagde siektes by diere. Die navorsing oor die Stilbaaimuggie kan van onskatbare waarde wees indien siektes wat tans nog aan die mens onbekend is in die toekoms deur die muggie versprei sou word.

1.6 Die ekonomiese belang van die muggie

1.6.1 Muggies op strande

Op die strande van tropiese en subtropiese eilande in die Indiese Oseaan broei *Leptoconops*-spesies tussen die hoogwatermerk en waar die landplante begin groei (sogenaamde stormstrand). Die Seychelle-eilande, Karibiese Eilande, Zanzibar, Madagaskar, Indië, Sri Lanka, Maleisië, Kambodja en Borneo word deur Laurence en Mathias (1972) gelys as plekke waar die muggieplaag belangrik is. Smith en Low (1948) beskryf die muggieplaag langs brak kusmere in Kalifornië. In Spanje het daar al mense in die hospitaal beland nadat die muggies hulle beet gehad het (González e.a. 2012). In die Coachellavallei van Kalifornië kom *L. torrens* voor wat net soos die Stilbaaimuggie in sand broei en mense en diere aanval (Brenner en Wargo 1984). Op Stilbaai is die muggies nie op die strand 'n groot probleem nie. Daar word selfs van die “muggiegordyn” gepraat wat hulle van die strande afhou. By Skulpiesbaai en Bosbokduin (Stilbaai) het die skrywer waargeneem dat die muggies tot ongeveer 50 meter vanaf die strand vlieg maar nie nader nie. Die reël geld waarskynlik nie altyd nie. Indien omgewingstoestande soos warm, windstil weer voorkom sal die muggies dalk op die strand byt.

1.6.2 Muggies en toeriste

Stilbaai is 'n baie gewilde dorp in Suid-Afrika. Die internet het dit moontlik gemaak dat baie mense van die huis af werk en dat administratiewe kantore van firmas nie aan groot stede gebonde is nie. Die ekonomie van Stilbaai groei stadig maar seker. Soos wat Stilbaai uitbrei, gaan die buitewyke van die dorp wat aan plase grens vergroot en al hoe meer mense gaan kla oor muggies. Linley en Davies (1971) spreek hul kommer uit oor die toerisme-ontwikkeling in dele van Florida en die Bahamas waar muggies 'n probleem is. In Egipte is *L. kerteszi*-muggies 'n groot probleem langs toeristestrande (El-Hawagry e.a. 2020). 'n Toeris wat deur muggies gebyt word sal nie weer terugkeer na die dorp nie, veral as hy onder die indruk verkeer dat dit dwarsdeur die jaar 'n probleem is. Die perdrybedryf rondom Stilbaai is besig om uit te brei en gaan sonder twyfel negatief beïnvloed word in muggietyd. Daar is staaltjies oor ryperde wat moeilik beheerbaar word tydens 'n muggie-aanval. Gelukkig dra die *Leptoconops*-muggies nie siektes oor nie, maar die irritasie wat hulle veroorsaak kan sonder twyfel daartoe lei dat 'n boerdery of toeriste-aantrekking geld verloor tydens 'n swaar aanval. Dorpenaars in die Stilbaai-omgewing bestee waarskynlik baie geld aan afweermiddels en salwe in muggietyd.

1.6.3 Die muggiewyfie suig bloed

Slegs die wyfies is in staat om 'n dier se vel te penetreer en bloed op te suig. Wyfies én mannetjies suig wel blomnektar (sien afdeling 4). Binne sekondes nadat dit op 'n mens geland het kan dit begin byt. Die byt voel soos 'n fyn prik wat voortduur. Die pyn is aanvanklik matig en sodanig dat die gasheer nie altyd daaraan aandag gee nie. Binne sowat drie minute is die muggie in staat om 'n bloedmaal van 'n mens te neem. By diere sit die muggies soms veel langer in die suigposisie tussen hare (Figuur 2). Figuur 3 toon die bytmerke op die maag van 'n hond.

By die mens is die eerste uur na die byt pynloos en 'n rooi merkie is op die vel sigbaar, maar na ses uur ontstaan daar 'n allergiese reaksie wat die vel laat swel in 'n opgehewe knoppie en die gebied rondom die wond ontsteek. Na 24 uur ervaar sommige mense intense pyn en swelling en kan daar selfs 'n blou skynsel in die vel gesien word. Die ongemak rondom die bytmerk kan van drie dae (met behandeling) tot weke (sonder behandeling) duur. Figuur 4 toon hoe die bytmerk ontwikkel nadat 'n hokkie met wyfies op die outeur se arm vasgemaak was. Figuur 5 toon die effek van 'n muggiebyt op die oor van 'n mens. Indien 'n muggiebyt gekrap word kan dit sekondêre infeksie opdoen en die persoon kan vir weke ongemak verduur. Muggiebyte kan tot slaaploosheid lei.

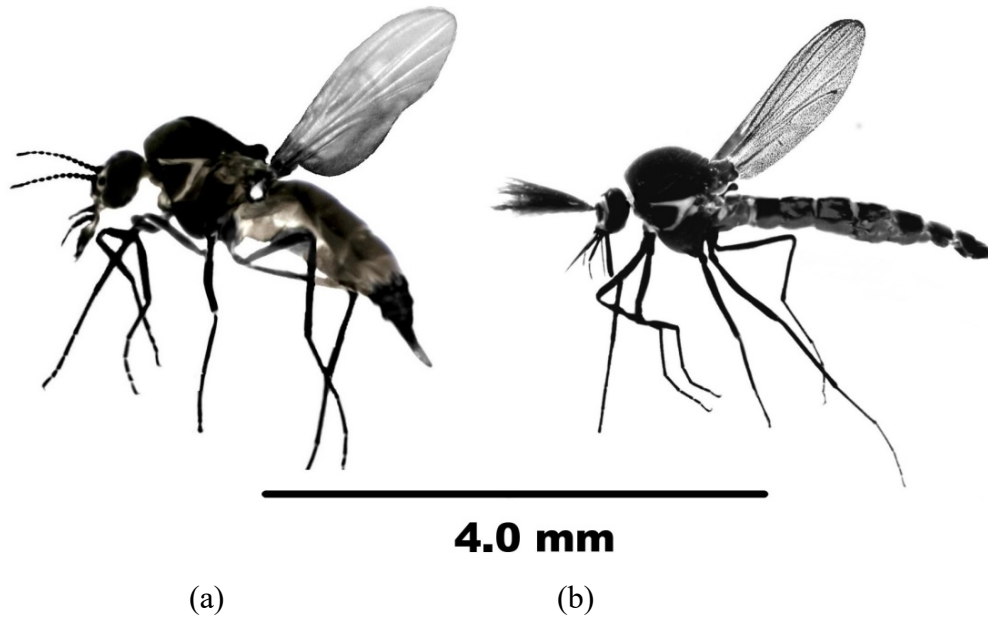
Muggies is baie lief vir die ore van mens en dier. In Florida, V.S.A. is bevind dat *L. bequaerti* die bene van mense bo hul arms verkies en dat individue van nature verskil ten opsigte van die aantreklikheid vir muggies (Kettle en Linley 1967a).

Muggiebeheer word in afdeling 14 bespreek. Dit is duidelik dat weens die groot getalle muggies in muggietyd, selfs 'n 90% afname in muggiegetalle steeds 'n toeris se vakansie kan bederf. Gelukkig dra die Stilbaaimuggie sover ons weet geen dieresiektes oor nie. Dit is die *Culicoides*-muggies van dieselfde vliegfamilye wat snags rondvlieg en siektes soos bloutong by skape en perdesiekte versprei (Bram 1978). Die gedrag van diere word egter beïnvloed. Lammers se lieste en neusbrug word pienk gevreet deur muggies. Daar was al berigte van pasgebore lammers wat blind geword het as gevolg van die fisiese gevolge van 'n muggie-aanval.

1.6.4 Muggies en sportlui

In Perth, Australië, word gholfspelers deur *Austroconops*, 'n naverwante spesie wat in modder broei, aangeval (Borkent en Craig 2004). Die gholf- en rolbalspelers op Stilbaai is deeglik bewus van die muggieprobleem en 'n plaaslike apteker het selfs sy eie muggiesalf saamgestel en verkoop om muggies af te weer en die bytplekke se pyn te verlig.

Dalk is dit die wit drag van rolbalspelers wat hulle gewild maak onder muggies. Daar is mense wat glo dat die muggies van geel hou, en ander glo weer dat 'n blou oorpak muggies lok.



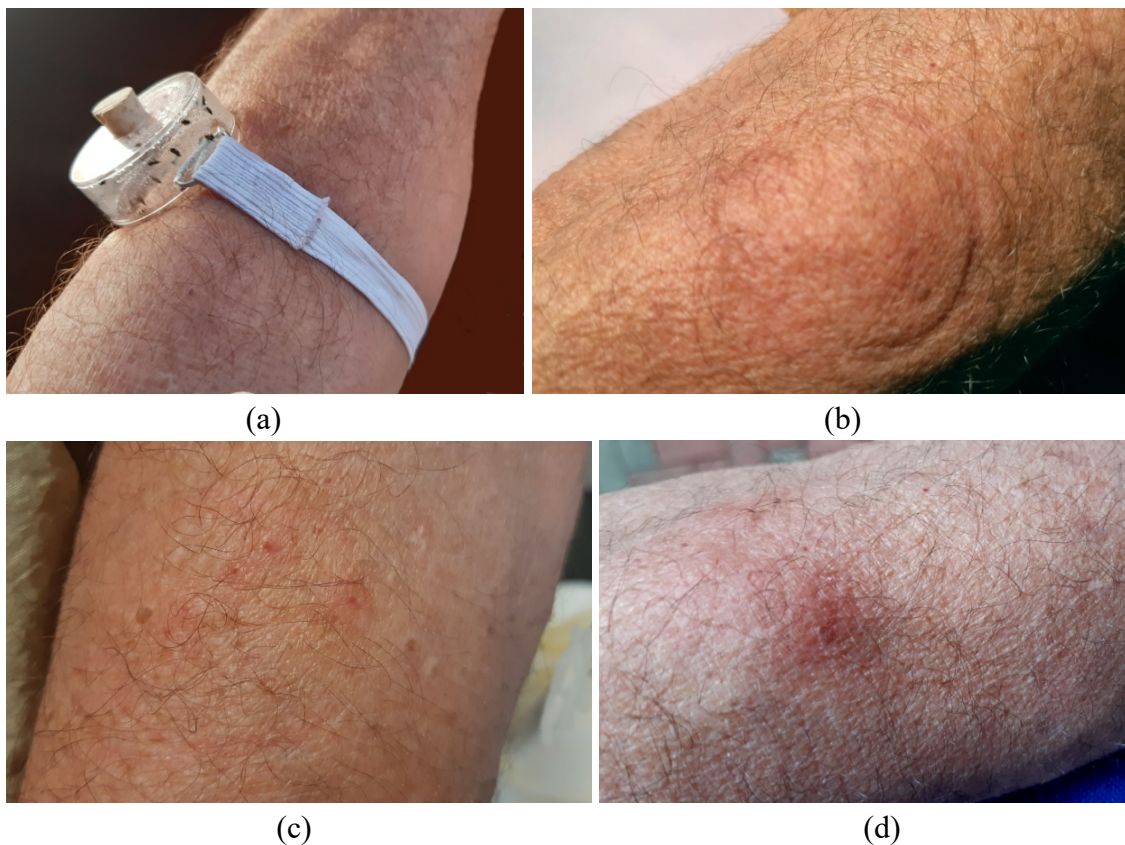
Figuur 1. Die Stilbaaimuggie (a) wyfie (b) mannetjie¹



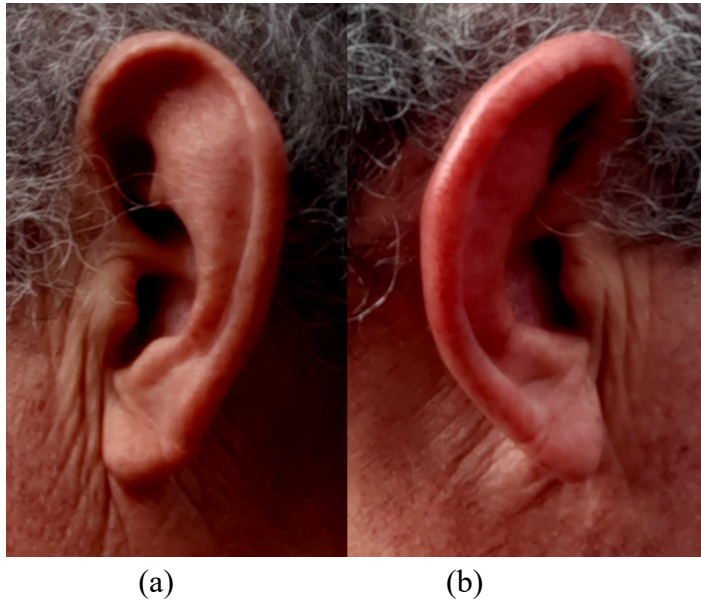
Figuur 2. Muggiewyfies sit en bloed suig saam met 'n gewone vlieg op die oor van 'n donkie



Figuur 3. Bytmerke op die maag van 'n hond



Figuur 4. Die effek van Stilbaaimuggie-byte op 'n mens: (a) muggies in hokkie voed op mens-arm (b) een uur na byt (c) 6 uur na byt (d) 24 uur na byt



Figuur 5. Die effek van 'n muggiebyt op die mens se oor; (a) gesonde oor (b) gebyte oor

2. Die teenwoordigheid van die muggie deur die jaar en die invloed van weersomstandighede (fenologie)

2.1 Metode van ondersoek

Dit is bekend dat *L. demeilloni*-volwassenes tydens 'n spesifieke tyd van die jaar voorkom. Die muggie verskyn en verdwyn soos klokslag en baie inwoners is bewus van die sogenaamde “muggietyd”. Muggietyd word deur inwoners beskryf as tussen Oktober en die middel van November elke jaar. Die studie van die herhaling van 'n fenomeen soos die verskyning van muggies wat deur klimaat en omgewingstoestande beïnvloed word, word die fenologie van die verskynsel genoem. 'n Studie is onderneem om die datums van muggie-aktiwiteit op die plaas Zwartejongensfontein (-34.389598 °O 21.304411 °S) vas te stel.

Die intensiteit van 'n muggie-aanval word hoofsaaklik bepaal deur die aantal muggies teenwoordig en die omgewingstoestande wat tydens die aanval heers (Kettel en Linley 1967b). Hierdie wisselwerking is ondersoek.

Gedurende die lente van 2019, 2020 en 2021 is daar weekliks waarnemings van die muggie-aktiwiteit op die plaas gemaak. Die intensiteit van die muggieplaag is op 'n indeks van 0 tot 5 gegradeer en wel soos volg:

Indeks 0: Daar kom geen muggies voor nie.

Indeks 1: Enkele muggies word om jou gesig aangetref. Geen manlike paringswerms word waargeneem nie.

Indeks 2: Wyfies begin rondom diere swerm. Geen manlike paringswerms word waargeneem nie.

Indeks 3: Wyfies swerm om diere. Geen mannetjieswerms word waargeneem nie. Beskermende maatreëls soos die dra van 'n langmouhemp, langbroek en die spuit van 'n afweermiddel raak noodsaaklik.

Indeks 4: Wyfies swerm om diere, is oral in die lugruim teenwoordig en veroorsaak groot-skaalse irritasie. Manlike paringswerms vorm aan die windaf-kant van strukture. Afweermaatreëls is noodsaaklik.

Indeks 5: Wyfies kom in digte swerms voor, en diere soek skuiling en staak hul normale weidingspatroon. Sonder fisiese skuiling in 'n skuur of onder 'n boom vorm plaasdiere groepe en hou hul koppe laag in die skadu van die trop. Manlike swerms is groot en maak 'n fyn klank wat deur mense gehoor kan word.

Daar is aangeteken op watter tyd van die dag die waarneming gemaak is (aankomstyd op die plaas), die windsterkte (m/s of km/uur vir besprekingsdoeleindes), en omgewingstemperatuur (°C) is met 'n kompakte weerstasie geneem (Prova Instruments Inc.). Windrigting en die mate van bewolktheid is ook aangeteken. Sonskyn is op 'n indeks van een tot drie beskryf waar **1** min sonskyn en algemene bewolktheid, **2** gedeeltelike bewolktheid, en **3** algemene sonskyn verteenwoordig.

Die resultate is ontleed en die bevindinge word in Tabel 1 opgesom. Data is op 34 waarnemings tydens 45 plaasbesoeke gebaseer. Windrigting is met die muggie-indeks vergelyk nadat die windspoed en muggie-indeks-syfers vir elke windrigting opgetel is om 'n totale syfer vir elke windrigting te gee. Pearson-korrelasiekoëffisiënte tussen omgewingsparameters en muggie-aktiwiteit is bereken (PSPP GNU 1.6.1 sagteware).

2.2 Resultate

2.2.1 Datums van muggie se verskyning en verdwyning

Resultate word in Tabel 1(a) opgesom. In 2019 het die studie in die Suid-Kaap teen die einde van September 'n aanvang geneem toe die plaag reeds aktief was en kon die aanvangsdatum van muggie-aktiwiteit nie bepaal word nie. Muggies het in die daaropvolgende seisoene in die eerste paar dae van die eerste week in September hul opwagting gemaak. Die muggies het verdwyn in die eerste week van Desember 2019, die derde week in November 2020 en die laaste week van November 2021. Muggie-aanvalle bereik hul piek tussen 26 September en 11 Oktober van die jaar. In 2019 was die aanval swaarder as in die daaropvolgende twee jaar. Volgens die gemiddelde muggie-indeks was daar 'n afname in muggie-aktiwiteit tussen die jare 2019 en 2021.

2.2.2 Windbeweging

Die heersende winde tydens die studie was die westelike en suid-oostelike wind. Hierdie neiging is kenmerkend van die lentemaande in die Suid-Kaap. Muggies was aktief ongeag uit watter rigting die wind gewaai het. Muggies skuil agter strukture soos bome indien die wind sterk waai. Daar was geen aanduiding dat die wind muggies aanbring of heeltemal wegwaaie nie.

Windspoed korreleer negatief met muggie-aktiwiteit (Tabel 1(b)).

2.2.3 Omgewingstemperatuur

Daar was 'n positiewe korrelasie van aktiwiteit met omgewingstemperatuur (Tabel 1(b)); dus hoe warmer die omgewing, hoe meer het die muggies gepla. Die gedrag is tipies van poikilothermiese (koudbloedige) diere.

2.2.4 Tyd van die dag

Die tyd van die dag in die studie toon min korrelasie met die intensiteit van die aanval (Tabel 1(b)).

2.2.5 Minimum- en maksimumomgewingsparameters en die muggie-indeks

In Tabel 1(c) word die minimum- en maksimumtemperatuur en wind aangegee waartydens muggie-intensiteit volgens die indeks voorgekom het.

2.3 Bespreking

Die muggie blyk univolteins te wees, dit wil sê slegs een geslag word per jaar voortgebring, soortgelyk aan *L. noei* (González e.a. 2012) wat slegs in die somermaande in Spanje voorkom. Volwasse *L. torrens* muggies in Kalifornië kom slegs in die laat lente voor, in hierdie geval neem dit die larwes twee tot vyf jaar om volwassenheid te bereik (Bram 1978). *L. kerteszi* in Egipte kom vir ses maande in die jaar voor vanaf hul mid-winter tot somer (El-Hawagry e.a. 2020). Die Stilbaaimuggie is gelukkig net vir 13 weke van die jaar teenwoordig terwyl *L. bequaerti* 52 weke van die jaar voorkom in die warm vogtige klimaat van Florida langs die Karibiese See (Kettle en Linley 1967b).

Kettle en Linley (1967b) het aangetoon dat *L. bequaerti* aanval staak as die wind sterker as 20,2 km/uur waai, wat redelik ooreenstem met waarnemings van *L. demeilloni*. Wind was die dominerende omgewingsfaktor in Florida wat die aanval van *L. bequaerti* bepaal, en temperatuur, alhoewel positief gekorreleer, was minder belangrik langs die warm Karibiese See.

Wind toon 'n negatiewe korrelasie met aktiwiteit. Dit is bekend in Stilbaai en Jongensfontein dat winderige toestande verligting van die plaag bring. Die muggies was aktief in die dag ongeag of dit bewolk was of nie. Noord-Amerikaanse *Leptoconops*-spesies toon oor die algemeen dieselfde aktiwiteitspatroon ten opsigte van wind en temperatuur as *L. demeilloni* (Wirth en Atchley 1973).

Die tyd van die dag in die studie toon min korrelasie met die intensiteit van die aanval, maar die skape op Zwartejongensfontein slaap naby die opstal in krale. Daar is dus 'n konsentrasie van muggies en skape in die oggend en laat namiddag naby die huiswerf wat die aanval op mense gedurende daardie periode verhoog. Daar is 'n baie vinnige toename in muggie-aktiwiteit as die son opkom en 'n vinnige afname as die son verdwyn.

Die muggie-indeks het 1 bereik toe die minimumtemperatuur tussen 13,8 °C en 21,7 °C was. Die laagste temperatuur is dus 'n aanduiding van wanneer muggies kan begin vlieg as die omgewing koel is. 'n Muggie-indeks van 5 is by 'n omgewingstemperatuur van tussen 18,2 °C en 30 °C bereik. Muggies het gevlieg toe die wind 24,8 km/uur (6,9 m/s) bereik het (indeks 1)

en indeks 5 is slegs bereik toe die gemiddelde windspoed 4 km/uur (1,1 m/s) was. Lae windbeweging is dus bevorderlik vir muggie-aanvalle.

Geen rede vir die afname in muggie-aktiwiteit tussen die jare 2019 en 2021 kon gevind word nie en die reënval in dié periode op Zwartejongensfontein was redelik konstant.

Tabel 1. Opsommende fenologiese data betreffende muggie-aktiwiteit

(a) Die muggieseisoen

Jaar	Muggie-verskyning	Muggie-verdwyning	Piekaktiwiteit	Gemiddelde indeks per seisoen
2019	Nie nagevors	4 Desember	26 September en 11 Oktober	2,8
2020	03 September	19 November	6 Oktober	2,6
2021	01 September	24 November	11 Oktober	2,7

(b) Korrelasies met omgewingstoestande

	Pearson-korrelasiekoëffisiënte tussen omgewingsparameters en muggie-indeks 2019–2021 (n = 34)			
	R-waarde	Standaardfout	F-waarde	Waarskynlikheid
Temperatuur	0,50	3,07	10,53	0,003*
Wind	-0,45	1,41	8,03	0,008*
Sonskyn	0,30	0,72	3,15	0,085
Tyd van dag	0,14	1,96	0,67	0,419

*Statisties hoogs waarskynlik

(c) Die muggie-indeks en belangrike omgewingsparameters

Muggie-indeks	Minimum-temp. °C	Maksimum-temp. °C	Maksimum-gemiddelde windspoed km/uur	Windspoed in meter/sekonde
1	13,8	21,7	24,8	6,9
2	15,0	23,5	12,2	3,4
3	17,2	27,7	19,1	5,3
4	18,5	25,1	10,8	3,0
5	18,2	30,0	4,0	1,1

3. Die gedragpatrone van volwasse muggies

3.1 Metode van ondersoek

Volwasse Stilbaaimuggies se gedrag is in muggietyd in die jare 2019, 2020, 2021 en 2022 op die plaas Zwartejongensfontein en Duinekroon (-34.383273 °O 21.38156 °S) bestudeer.

Die vlugpatroon en paringsgedrag van mannetjies en wyfies, aanlokking na wit LED-ligte (Magnet 24x 5730 12 W 800 Lumen) en ultravioletlig (Gleecon 2x F20T 10 W) is aangeteken, asook hul slaapgedrag.

Ongeveer 200 muggies van beide geslagte is in die dag met 'n net gevang, ingehok en hul gedrag is bestudeer. Muggies van beide geslagte is ingehok in 'n deurskynende plastiekkas (60 x 40 x 30 cm) met gaasbedekte luggate wat van fyn dooie organiese materiaal (detritus), grond, *Senecio*-plante en 'n depper met 20% heuning voorsien is. Die muggies is dopgehou en hul gedrag na sononder is bestudeer. Daar is gelet op hoe lank die muggies lewe.

3.2 Resultate

3.2.1 Die wyfies se vlieggedrag

Wyfies en mannetjies vlieg slegs in die dag en is lief vir helder sonlig. Wyfieswerms is gekonsentreerd rondom warmbloedige soogdiere soos skape, beeste, perde en donkies. Voëls soos hoenders word minder lastig geval. Swerms word ook rondom mense gevorm indien die mens dit toelaat. Daar is egter ook muggies wat nie in swerms aggregeer nie en lukraak voorkom in die lug en waarskynlik op soek is na 'n prooi of 'n manlike paringswerm.

Dit is dikwels die kop van diere wat voorkeur geniet by die wyfies. Die ore van mens en dier is baie aantreklik vir die muggie. Lammers word in die gesig en lieste aangeval. Muggies kruip onder hare in waar hulle stil sit en bloed drink. By die mens kan hulle selfs onder klere inkruip om 'n bloedmaal te bekom.

Wyfies aggregeer buite skuilings waarin daar skadu is en waarin daar diere skuil, dikwels aan die windaf-kant van sodanige skuilings. In die natuur is groot bome en bosse soos melkhout-bome en taibosse skuilings vir diere tydens muggie-aanvalle. Muggies kom nie in huise, stalle en skure voor nie. Hulle is selfs sku om skadunet-bedekte strukture binne te gaan.

3.2.2 Die mannetjies se vlieggedrag

Die mannetjies aggregeer aan die windaf-kant van strukture in kolomvormige swerms sowat een meter van die grond en tot vyf meter hoog. Swerms is tussen een en vier meter in deursnee. Muggiemannetjies handhaaf 'n posisie in die lug hoofsaaklik met hul anterieure aangesig in die rigting van die wind. Die oriëntasie van die mannetjies in die lug kan met die blote oog waargeneem word. Manlike swerms maak 'n fyn, hoëfrekwensiegeluid wat in tye van geen of matige windbeweging en windgeraas met die menslike oor gehoor kan word.

3.2.3 Paringsgedrag

Dit gebeur soms dat 'n wyfie deur die manlike paringswerm vlieg en dan in 'n breukdeel van 'n sekonde kopuleer en wegvlieg uit die manlike swerm. Die proses kan met die menslike oog waargeneem word as 'n swart kolletjie wat skielik verskyn en wegbeweeg.

3.2.4 Die oornagplek van die muggie

'n Ondersoek met 'n flitslig van groot melkhoutbome (*Sideroxylon inerme* L. Sapotaceae) in die nag het geen muggies onder of op die bome opgelewer nie. Daar is bevind dat die muggies

sowat 15 minute na sononder op die grondoppervlak gaan sit en dan skuiling soek onder fyn organiese afval. Van die muggies grawe onder die afval in. Muggies bly deur die nag beweging-loos sit en begin weer 'n halfuur na sonop beweeg.

Muggies wat slegs skoon sand tot hul beskikking het oornag bo-op die sand en kruip nie onder die sand in nie.

3.2.5 Aanlokking deur ligte

Pogings om *L. demeilloni* in groot getalle na 'n battery-aangedrewe ultraviolet- of LED-lig te lok het misluk. Slegs enkele wyfiemuggies het by die ligbronne opgedaag en hulle was waarskynlik die muggies wat baie na aan die ligbron geslaap het.

3.2.6 Lewensverwagting

Manlike muggies het 'n maksimum van 9 dae geleef en die wyfies 10 dae.

3.3 Bespreking

Soos reeds in afdeling 2 gemeld, is *Leptoconops*-muggies slegs in die dag aktief en *Culicoides*-muggies (draers van bloutong- en perdesiektevirus) snags aktief (Bram 1978). Die woestynmuggie *L. kerteszi* skuil in die warmste dele van die dag in die skadu van bossies maar snags kruip hulle onder die sand in. Die wegkruipery is dan ook waarskynlik die rede dat *kerteszi* nie maklik in ligvalle gevang word nie (Foulk 1968). Die Stilbaaimuggie word nie deur ligte gelok nie. Ligvalle sal dus nie die muggies beheer nie maar die muggies sal ook nie in die nag in verligte huise invlieg nie.

Muggies verdwyn na sononder uit die lugruim. Die proses om uit die lugruim te verdwyn kan binne minute plaasvind sodra die ligintensiteit vinnig afneem.

Volwasse muggies lewe nie lank nie. Dit is moeilik om presies vas te stel wat in die natuur aangaan, veral as die muggies bloed of nektar drink. Omgewingstoestande soos temperatuur en lugvog speel waarskynlik ook 'n belangrike rol in hul natuurlike oorlewingsvermoë.

4. Die nektarvoeding van die Stilbaaimuggie

4.1 Metode van ondersoek

Volwasse Stilbaaimuggies se gedrag is in muggietyd in die jare 2019, 2020, 2021 en 2022 op die plaas Zwartejongensfontein en Duinekroon bestudeer. Blommende plante is ondersoek om vas te stel of muggies hul monddede in die blomme indruk om sodoende nektar te drink.

Die anatomie van die monddede van die muggie is mikroskopies bestudeer. Die monddede is op mikroskoopplaatjies gemonteer in 'n gemodifiseerde Apathy's medium (Dioni 2022) bestaande uit 5 gram Arabiese gom, 5 gram witsuiker, 10 gram Savlon (0,3% chloordexidien-glukonaat, cetrimide 3%, propielalkohol 2,84%) en 10 gram water (genoem monteermiddel M1 in res van die teks).

4.2 Resultate

4.2.1 Nektarvoeding

Figuur 6(a) toon 'n tipiese lentetoneel met veldblomme op 29 September 2020. Op 19 November 2020 het die blomme verdor en die volwasse muggies het ook verdwyn (Figuur 6(b)).

E.M. Nevill (persoonlike mededeling) noem dat hy tydens sy besoek aan Stilbaai in 1984, *L. demeilloni*-mannetjies aangetref het waar hulle op muggiegrasblomme (*Adenogramma glomerata* (L.f), Molluginaceae) voed. Alhoewel muggiegras tydens hierdie studie geblom het, is geen muggies daarop aangetref nie (Figuur 7(a)).

Ander plante van die plantfamilie Asteraceae wat teenwoordig was, maar waarop geen muggies waargeneem is nie, was soos volg: muggieblom (*Senecio elegans*), Figuur 7(b), maer-geelkruiskruid (*Senecio pinnulatus*), reënblommetjie (*Dimorphotheca pluviales*), klaaslouwbos (*Athanasia trifurcata*), renostergousblom (*Arctotis acaulis*), botterblom (*Arctotis incise*), kooigoed (*Helichrysum patulum*), bloublommetjie (*Felicia aethiopica*) en *Chrysocoma ciliata*. Van die ander plantfamilies was teenwoordig: surings (Oxalidaceae; *Oxalis* spp.), Septemberbos (Polygalaceae; *Polygala myrtifolia*), vergeetmynietjie (Boraginaceae; *Anchusa capensis*), bruinsalie (Lamiaceae; *Salvia africana-lutea*), klipdagga (*Leonotis ocymifolia*), trommelstokkies (Scrophulariaceae *Zaluzianskya muii*), witaarbossie (*Selago aspera*), sandveldleeubekkies (*Nemesia affinis*) en ystervarkwortel (Aizoaceae; *Conicosia pugioniformis*). Ystervarkwortelblomme is druk deur insekte besoek maar geen *L. demeilloni*-muggies is op hulle aangetref nie.

Witknoppies (*Cotula sororia*, Asteraceae) is wel deur mannetjies en wyfies besoek en hulle het die plante se nektar benut (Figuur 8(a) en (b)). Slegs enkele muggies is waargeneem wat op blomme voed en tydens hierdie studie is hulle slegs op witknoppies (*Cotula sororia*) waargeneem. Witknoppieblomme het 'n sterk heuninggeur. Muggies druk hul monddele diep tussen die diggepakte buisblomme van die blompakkie op die bloeiwyse in en sit minute lank in daardie posisie.

4.2.2 Die monddele van die muggie

Die monddele word in Figuur 9, 10 en 11 getoon. Die wyfie besit 'n ingewikkelde stel mondorgane wat haar in staat stel om binne sekondes die vel van die prooi binne te dring totdat daar bloed vloei. Die bolip (labrum) is stewig en het sensoriese organe op die punt. Onder die labrum word twee kake (mandibels) met snykante aangetref wat aan 'n kombuismes herinner (Figuur 10). Twee aanhangsels bekend as lacinia (gespesialiseerde maksilla of onderkake) kom weerskante van die labrum voor en is met tande gewapen. Die hipofarinks (onderkant van die keel) se eindpunt beskik ook oor tande. Onder die stekende-suigende monddele kom 'n onderlip (labium) voor met twee kleiner lippe (labella). Die bokaak is voorsien van twee sensoriese tasters (palpi) wat weerskante van die mond uitsteek (Figuur 9).

Die monddele van die mannetjie is bietjie meer eenvoudig as dié van die wyfie. Die punte van die strukture het nie tande nie maar hare (Figuur 11). Mannetjies is nie in staat om die vel van diere te penetreer nie en is slegs in staat om vloeistowwe soos blomnektar te suig.

4.3 Bespreking

Die resultate dui daarop dat die aktiwiteit van muggies saamval met die teenwoordigheid van blomme met nektar. Die mannetjie se monddede besit nie saagtande nie, is nie in staat om die vel van 'n dier te penetreer nie en kan dus nie bloed suig nie. Beide geslagte van alle vlieë (orde Diptera) is bekend daarvoor dat hulle op nektar voed en in gevangenskap graag op suikerwater voed. Dit verleng waarskynlik Ceratopogonidae-muggies se lewensverwagting (Kettle 1969). Brenner en Wargo (1984) dui die teenwoordigheid van sukrose in *Leptoconops torrens*-muggies aan (mannetjies 76% en wyfies 40%). Linley (1966) bewys dat *L. bequaerti*-wyfies wat bloed sowel as heuning inneem bietjie meer eiers produseer as dié sonder heuning, en wyfies wat toegang tot heuning gehad het, langer leef.

In Suid-Afrika noem ingeburgerde Suid-Kapenaars die ligpers *Senecio elegans* (Asteraceae) die muggieblom (Bohnen 1986) en assosieer die teenwoordigheid van die blomme in die lente met die teenwoordigheid van bytende muggies. *L. demeilloni* voed wel op die nektar van blomme maar slegs enkele muggies is op blomme aangetref. Gemeet aan die miljoene muggies teenwoordig op die terrein tydens die studie en die klein aantal muggies wat op nektar voed is dit onwaarskynlik dat die Stilbaaimuggieplaag op groot skaal bevorder word deur die voorkoms van blomme in die lente. Die uitroei van blomme op 'n plaas sal dus nie die muggieprobleem oplos of versag nie. Terloops, melkhoutbome blom nie in muggietyd nie.

Na 'n intensiewe soektog op muggieblomme (*S. elegans*) kon nie 'n enkele *L. demeilloni* daarop gevind word nie. Die afleiding word dus gemaak dat die muggieblom sy naam dra omrede groot plate opsigtelike muggieblomme in muggietyd voorkom in Suid-Kaapland.

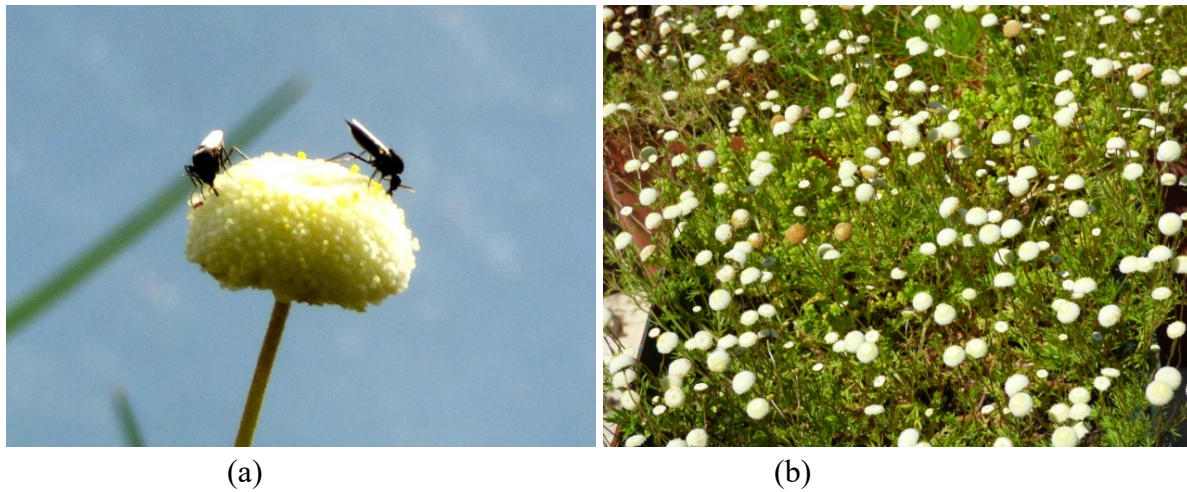
Ons sien dus dat die piepklein Stilbaaimuggie net so 'n ingewikkelde bou het as enige hoër dier op aarde. Elke deel van sy liggaam is gespesialiseer vir 'n spesifieke funksie. Wat die anatomie nog meer besonders maak is dat die muggie waarskynlik reeds 120 miljoen jaar gelede so gelyk het. Die effektiewe werking van die geriffelde kombuismes is nie deur die mens uitgedink nie maar die prinsiep word al miljoene jare lank deur insekte gebruik om deur warmbloedige diere se vel te kerf.



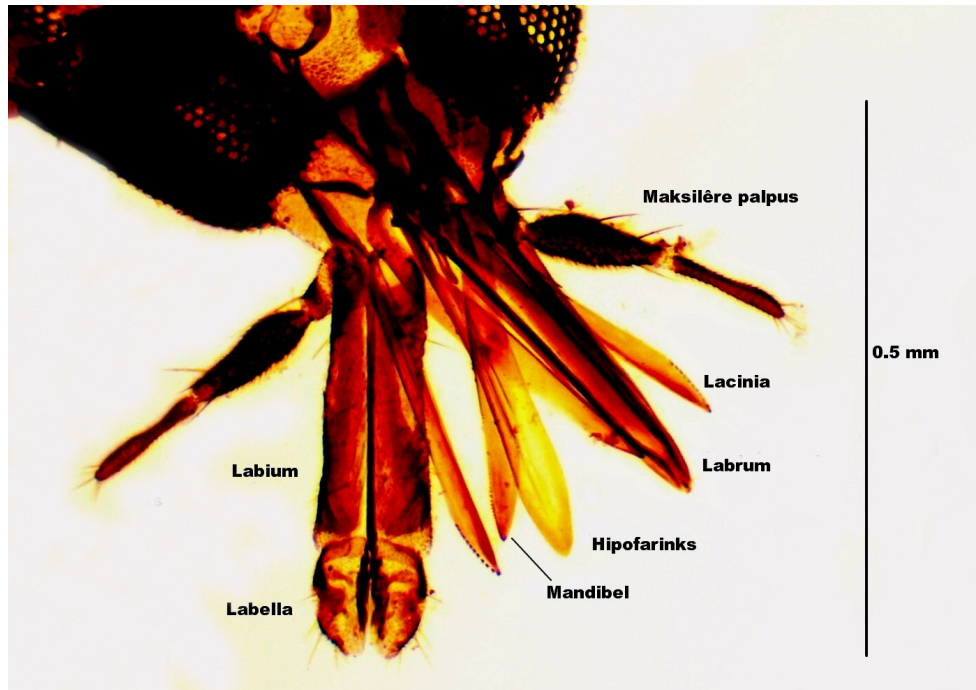
Figuur 6. (a) Blomme in muggietyd en (b) na muggietyd



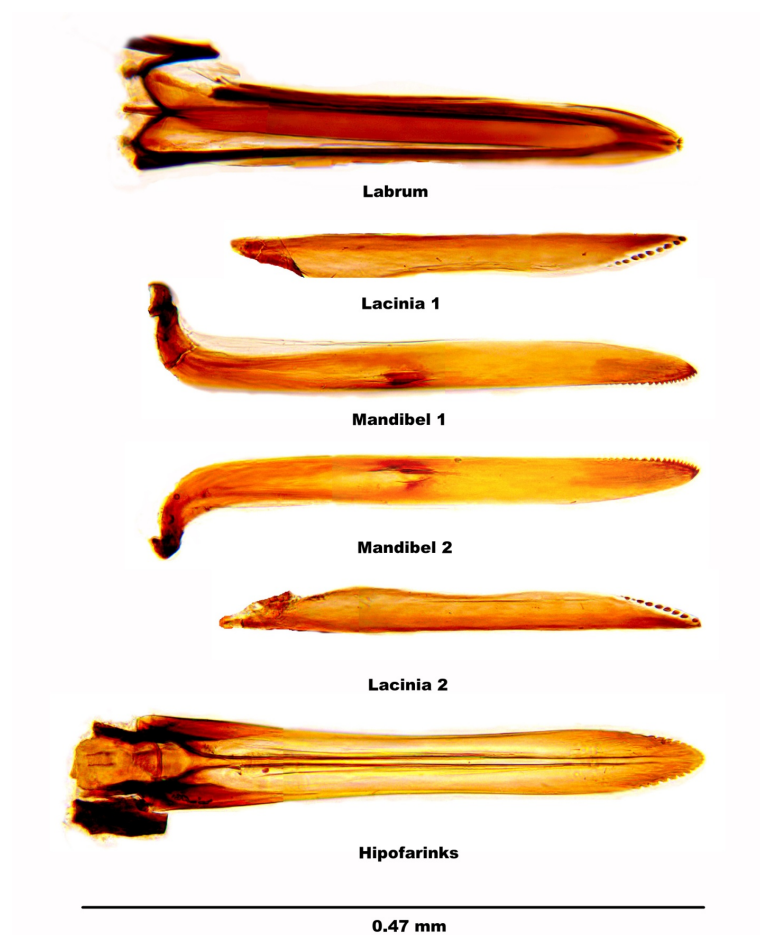
Figuur 7. (a) *Adenogramma glomerata*, muggiegras (b) *Senecio elegans*, muggieblom met insekte



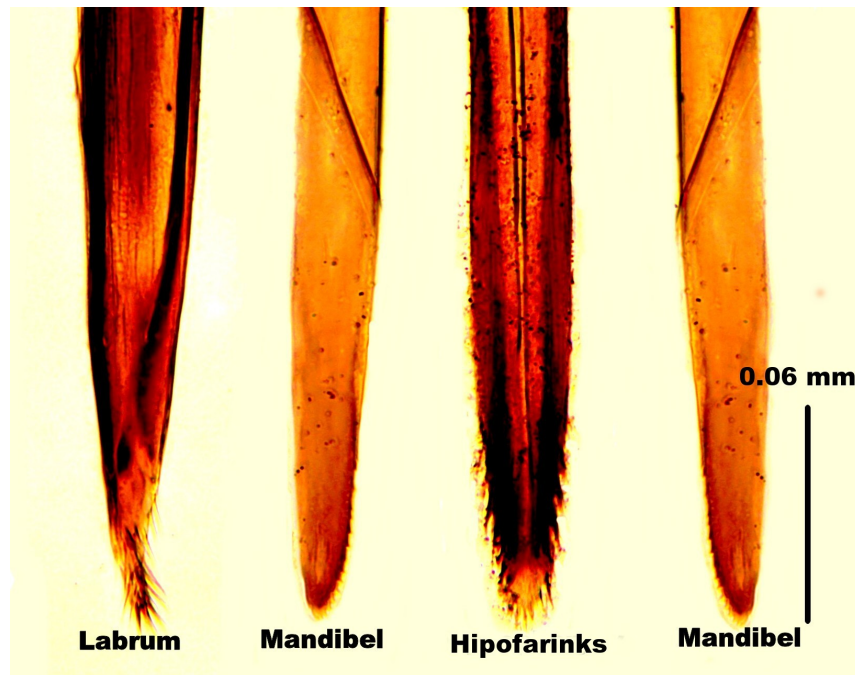
Figuur 8. (a) *Cotula sororia*, witknoppies, met *L. demeilloni*-mannetjie en -wyfie (b) stand van *Cotula sororia*



Figuur 9. Die monddele van die wyfie



Figuur 10. Die snydende mondaanhangsels van die wyfie



Figuur 11. Die harige mondaanhangsels van die mannetjie

5. Die broeiplek van die muggie

5.1 Metode van ondersoek

5.1.1 Die bron van volwasse muggies

Die broeiplek van die muggie word gedefinieer as die plek waar die muggie haar eiers lê, die eiers uitbroei, larwes deur verskillende stadia of instars ontwikkel, papies vorm en uit die papiedop tot 'n volwasse muggie ontpop wat rondvlieg en paar. Die broeiplek was tot op hede onbekend. Nevill (persoonlike mededeling) het vermoed dat die muggie in die grond op die plase, waar hulle 'n plaag is, broei, maar kon dit weens sy beperkte tyd tydens sy besoek in 1984 (Clastrier en Nevill 1984) nie bewys nie.

In die muggieseisoen van 2019 is twee ontpoppingsvalle in die vorm van 'n groot tregter (Oldroyd 1958) met 'n versamelkamer aan die bokant gevul met 1% Savlon (Pajor 1987) as preserveermiddel, op verskeie plekke op die navorsingsterrein se grond staangemaak en weekliks vir muggies wat uit die grond kon ontpop ondersoek (Figuur 12).

Een groot soliede ontpoppingsval met 'n voetspoor van 1,0 m² (60° skuinshoek) asook 'n kleiner soliede val, voetspoor 0,25 m² (45°), is op die plaas Zwartejongensfontein naby die skaapkrale opgerig. Agt persele is ondersoek. Daar is aanvanklik gekonsentreer op weiveld wat met kweekgras (*Cynodon dactylon*) oorgroei was.

Die valle is weer tydens die daaropvolgende muggieseisoen op 21 Oktober 2020 uitgeplaas in 'n kamp sonder kweekgras wat hoofsaaklik duinesand bevat het en yl begroei was met laag-

groeïende fynbosspesies asook Restionaceae (dekriet). Molshope bestaande uit sand met min organiese materiaal was kenmerkend van die gebied.

Gedurende die 2021-muggieseisoen is 10 sagte ontpoppingsvalle volgens die ontwerp van Pajor (1987) uit katoenmateriaal gemaak (voetspoor 1 m², 50–60°) en in die kamp met duineveld op Zwartejongensfontein opgerig (Figuur 13). Die valle is 20 meter uit mekaar in 'n reguit ry strekkende van 'n skaapkraal tot verder in die veld uitgeplaas. Weekliks is die muggies wat ontpop het getel.

5.1.2 Ondersoek na larwes en papies

Na aanleiding van die ontdekking van die plek waar die muggies uitbroei is die aandag gevestig op die grond self. Geen lewe is moontlik sonder water nie. 'n Ondersoek in die sand in November 2020 het getoon dat die bolaag van die sand droog is en die dieper lae vog bevat. Ten einde vogtige dele in die sand uit te wys is 'n apparaat gebou om in die ondersoek te help. 'n Elektriese multimeter wat weerstand meet is aan 'n ysterpen (lengte 1,3 m) gekoppel wat binne-in 'n 15 mm-plastiekpyp pas. Die bopunt van die pen is van 'n dwars handvatsel voorsien waarmee die pen gehanteer en in sand ingedruk kan word. Binne-in die plastiekpyp langs die ysterpen loop 'n geïsoleerde draad wat 3 cm van die punt van die pen aan 'n koperringetjie gekoppel is. Die ysterpen is elektries verbind met 'n tweede koperringetjie. Die koperringetjies is 1 cm uitmekaar. Indien vogtige grond die ruimte tussen die ringetjies aanraak, vloei daar 'n stroom deur die pen en die draad, wat deur die meter registreer word. Enige positiewe meting op die meter dui op vogtige sand. Deur die pen op verskeie plekke in die grond in te druk kon vogtige sandgrond uitgeken word.

Klam sandmonsters is in November 2020 op 'n diepte van 60 cm geneem waar muggies uit die grond ontpop het soos met die soliede valle aangedui. Sandmonsters is in emmers geplaas en dié is met behulp van 'n droogapparaat bestaande uit twee gloeilampe en 'n elektriese waaier van bo af uitgedroog. Elke dag is die droë sand afgeskep totdat daar slegs een liter oor was. Een emmer bevat sewe liter sand. Die laaste liter sand in die emmer is stereo-mikroskopies ontleed.

5.2 Resultate

5.2.1 Die bron van muggies

Nadat agt persele op die kweekgras oor 'n periode van vier weke in Oktober 2019 ondersoek was, is daar geen muggie-ontpopping geregistreer nie.

In 2020 is mannetjies (44) en wyfies (43) in die valle wat op duinsand geplaas was geregistreer, waarna hulle verdwyn het en die muggieseisoen tot 'n einde gekom het. Die broeiplek van die muggies is uiteindelik gevind.

Die resultaat van die ontpoppingsvalle in September 2021 word in Figuur 14 saamgevat. 'n Totaal van 92 muggies bestaande uit 57 mannetjies en 35 wyfies is aangeteken. Die resultate van alle werkende valle gedurende die 2021-seisoen word in Figuur 15 saamgevat. 'n Totaal van 96 muggies bestaande uit 58 mannetjies en 38 wyfies is so geregistreer.

5.2.2 Ondersoek na larwes en papies

Larwes wat aan die Genus *Leptoconops* behoort is gevind (Figuur 16). Die larwes is oorgeplaas in 20 ml-plastiekbakkies met klam sand en teen kamertemperatuur gestoor (sien afdeling 8). In hierdie stadium was daar geen bewys dat dit *L. demeilloni*-larwes was nie. Dit sou eers 10 maande later bewys word toe die larwes eers in papies en toe in *L. demeilloni*-muggies verander het.

5.3 Bespreking

Die resultate dui op 'n wyd uitgebreide broeierrein wat waarskynlik oor die hele plaas strek waar daar duinsand voorkom. Die meeste muggies is 100 meter van die skaapkraal op 'n plek langs 'n groot melkhoutboom gevang. Die tweede meeste is langs die skaapkraal gevang. Die resultate kan verklaar word deur die feit dat skape tydens die muggie-aanval onder melkhoutbome en afdakke skuil. Daar is dus 'n konsentrasie van muggies rondom plekke waar die diere skuil. Die muggies lê dan ook waarskynlik meer eiers in daardie areas. Dit blyk dat *L. demeilloni* in duingrond van die Suid-Kaap broei. Die verdere ondersoek na die grondgehalte word in die volgende afdeling behandel.

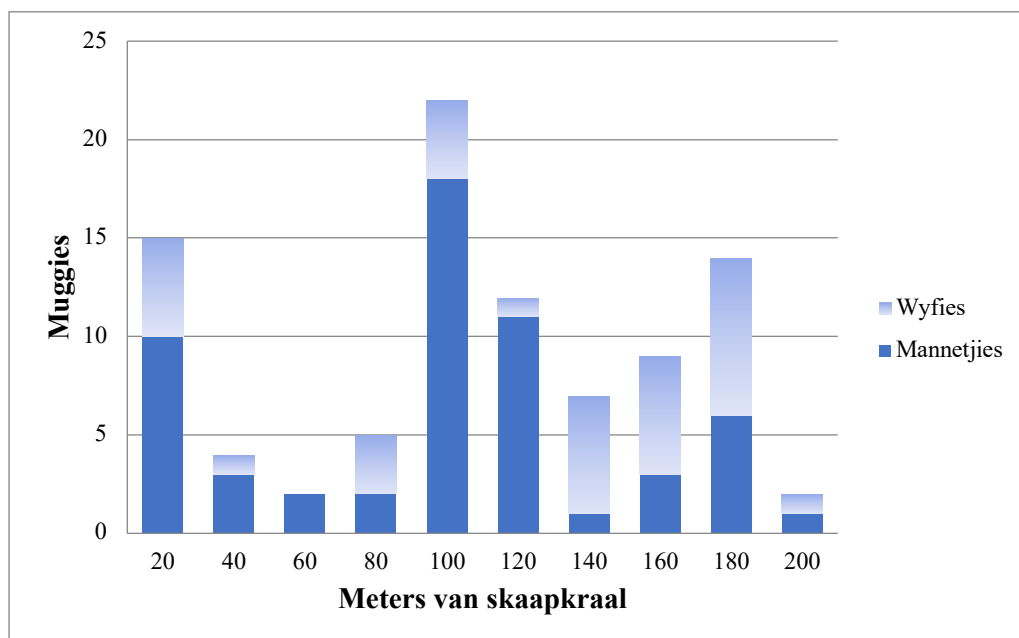
Dit blyk dat weivelde met 'n digte grasbedekking minder geskik is vir die muggies om in te broei en dat hulle die sandmedium verkies. Daar is tydens die aanvanklike ondersoek ook baie meer predatore soos spinnekoppe, honderdpote, knypsterte en myte in die kweekgrond gevind as in die sand, wat moontlik kompetisie teen die muggie bied en ook geleentheid vir biologiese beheer.



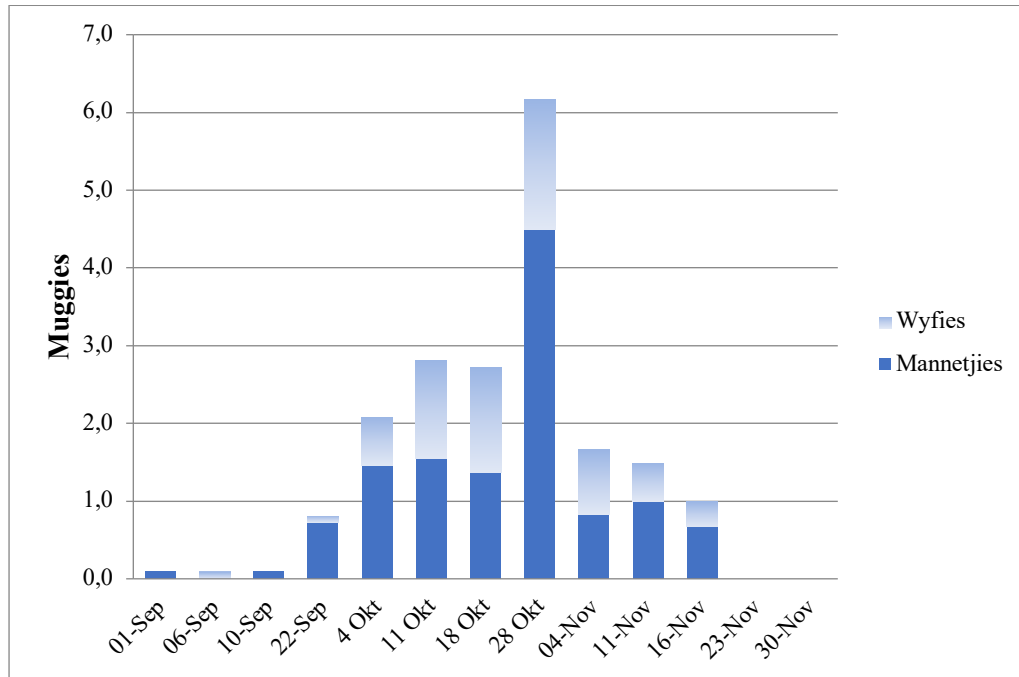
Figuur 12. Ontpoppingsvalle met rame vir die versameling van ontpoppende muggies in die grondhabitat van die onvolwasse stadia



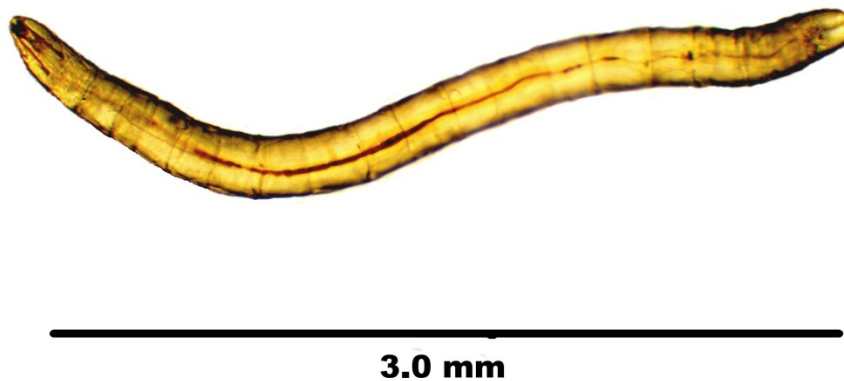
Figuur 13. Pajor-valle op die plaas Zwartejongensfontein



Figuur 14. Muggies in Pajor-valle op verskillende afstande van skaapkraal gevang



Figuur 15. Wyfie- en mannetjiemuggies in Pajor-vale gevang



Figuur 16. *Leptoconops*-larwe uit duinsand herwin

6. Die sandhabitat van die muggie

6.1 Metode van ondersoek

Die aard en oorsprong van die duinsand waarin die muggielarwes ontwikkel is nagevors en beskryf. Die geologie van die Suid-Kaapse duinveld is ondersoek deur van geologiese kaarte gebruik te maak (CapeFarmMapper, Departement van Landelike Ontwikkeling en Grondhervorming, hoofdirektoraat: National Geo-spatial Information, 2022). Die geologiese verslag van Malan en andere (1994) is ook geraadpleeg. Die gebied waarin die muggie voorkom is per motor deurkruis en notas van die habitat is gemaak.

Die sand op die plaas Zwartejongensfontein se fisiese geaardheid is mikroskopies ondersoek en die chemiese kenmerke van die sand is in 'n laboratorium bepaal. Die grootte van sandkorrels is mikroskopies bepaal deur die lengte en breedte van 200 korrels wat op 'n ad hoc-basis gekies is, mikroskopies te meet. Die suurheidsgraad van die water in sand is bepaal deur die pH+ van 'n 20% wateroplossing met 'n elektroniese pH-meter te meet. Die soutinhoud is met 'n konduktiwiteitsmeter bepaal. Die organiese komponent is bepaal deur middel van die “verlies tydens verbranding”-metode by 'n temperatuur van 360 °C (Sullivan e.a. 2019). Die voginhoud is bepaal deur sand waarin larwes gevind is by kamertemperatuur uit te droog en die gewigs-verlies te bepaal.

Ten einde die waterhouvermoë van sand te bepaal is sand binne-in 'n glasbuis (deursnee 3,5 cm, lengte 1200 cm) geplaas waarna water gelykstaande aan 50 mm-reënval bygevoeg is. Die absorpsielyn van die water in die sand is na een uur aangeteken.

Die effek van natuurlike swaar dou op sand is aangeteken en die reënval is in 2021 gemeet.

Volwasse muggielarwes is onder die mikroskoop dopgehou nadat hulle op klam sand in bakkies geplaas is en daar is aangeteken hoe vinnig hulle in sand kan beweeg.

In afdeling 13 word die verspreiding van die muggie binne die Hessequa Munisipaliteit se grense bespreek met verwysing na die plantegroei en geologie.

6.2 Resultate

6.2.1 Die oorsprong van die sand

Soos gesien op 'n kaart van die 20 meter-kontoerlyn van die studie-area waarvan die hellings in kleur aangedui is (Figuur 17), bestaan die gebied uit versteende duine wat in 'n oostelike na noord-oostelike rigting lê. Hierdie “harde duine” behoort tot die eolitiese Wankoe-kalkareniet-formasie van die Bredasdorp-groep-gesteentes wat vanaf Bredasdorp as 'n prominente rug ooswaarts strek (Malan e.a. 1994).

Die sand waarin die muggies voorkom is afkomstig van hierdie duine wat hoofsaaklik uit aeolianiet (windverwaai sand wat versteen het) bestaan (Figuur 18). Die versteende duine verweer en verander weer mettertyd in sand. Die verweerde sand is meestal sonder kalksteen met min weekdierskulpe en bevat ook min los organiese materiaal. Laer gedeeltes tussen die duine bevat meer organiese materiaal en is donkerder. Waar die duine aan die see grens, kom meer kalksteen en skulpe voor. Dele van die sandprofiel vertoon soms gelerig maar die algemene kleur is rooi-grys. Indien die sand tot 360 °C verhit word, word dit rooier.

6.2.2 Die grootte en struktuur van die sandkorrels

Die algemene deursnee van sandkorrels het gewissel tussen 0,11 mm en 0,64 mm en die gemiddeld is 0,33 mm (SA = 0,10 mm). Die korrels vertoon rond en was dus oor millennia aan verwerking blootgestel. Volgens Blair en McPherson (1999) is die sandgrootte medium. Die sand toon verwerking en min skerp punte kom voor. Op die sandkorrels kom porieë, splete en verdiepte dele voor waarin swart organiese materiaal voorkom.

6.2.3 Die chemiese gehalte van die sandomgewing

Die resultate word in Tabel 2 opgesom.

Tabel 2. Die chemiese kenmerke van die sand waarin *L. demeilloni* broei

	Gemiddelde deursnee	Standaardafwyking
Sandkorrelgrootte (mm)	0,33 (n = 200)	0,10
Suurheidsgraad (pH+)	7,3	
Soutgehalte (dpm)	67	
Organiese inhoud (%)	1,06	
	Min.	Maks.
Voggehalte (%)	1,3	21,4

6.2.4 Bepaling van die waterhouvermoë van sand

Dit blyk dat indien dit 50 mm sou reën op droë sand, die sand na een uur nat sou vertoon tot op 'n diepte van 130 mm. In die sone vertoon die sand donker en die sandkorrels is met 'n sigbare waterlagie bedek. Na 24 uur verminder die sigbare waterlaag tot 120 mm en is klam sand daaronder sigbaar tot op 'n diepte van 180 mm.

6.2.5 Die effek van swaar dou op die voggehalte van die sandhabitat

Die studiegebied by Stilbaai is naby die oorgang van winter- na somerreënval geleë en kry dwarsdeur die jaar reën. In die tydperk Januarie tot Maart 2021 was dit warm en droog (Figuur 19) en die grond het uitgedroog tot op 'n diepte van tot 600 mm. Sodra temperature in die herfs begin daal en die winterreën begin toeneem het, is dou algemeen in die gebied aangetref. Die nabyheid van die oseaan veroorsaak hoë vogtoestande wat dou in die winter bevorder. Dou veroorsaak dat plantegroei druppels water versamel wat tot op die grond drup. In die winter is dit normaal om klam sand onder laag-groeiende plante aan te tref. Dit dou nie slegs op plante nie maar ook op skoon sand. In Mei 2022 is daar waargeneem dat swaar dou die voginhoud van oppervlaksand tot op 'n diepte van 30 mm binne een nag van zero tot 4,6% kan laat styg.

6.2.6 Die spoed waarteen die larwes kan beweeg

Larwes is in staat om 'n maksimumafstand van 1 cm vertikaal binne een minuut af te lê.

6.3 Bespreking

Die habitat van die onvolwasse stadia van die vlieg-sub-familie Leptoconopinae word almal in die grond gevind. Dit blyk dat die water in die sand van die Stilbaaimuggie effens alkalies is maar nie brak nie. Die water het 'n lae soutinhoud en dit is waarskynlik die gevolg van goeie dreinerings- en reënwater wat soute en kalksteen uitwas. Larwes is in staat om by 'n voggehalte van slegs 1,3% te oorleef. Die vog in die grond veroorsaak waarskynlik 'n hoë humiditeit rondom die sandkorrels, wat die uitdroging van die larwes en papies verhoed.

Die Stilbaaimuggie broei in skoon duinsand met 'n lae sout- en organiese inhoud wat effens alkalies is. Dit is in teenstelling met ander *Leptoconops*-soorte. Volgens Clastrier (1971) broei

L. irritans in Frankryk in brak grond 10 tot 20 cm diep met 'n hoë slikinhoud en pH+ van 8,0. Op die Seychelle-eilande broei *L. spinifrons* in sand met 'n pH+ van 8,8–8,9, soutgehalte van 65 tot 708 dpm en 'n organiese inhoud van 0,04 tot 1,06% (Laurence en Mathias 1972). In Kalifornië verkies *L. torrens* kleigrond met 'n pH+ van 9,6 en 'n soutgehalte van 400 dpm. (Smith en Low 1948). *L. torrens* broei in krake in die kleigrond op 'n diepte van 30 tot 36 cm. Nog 'n Kaliforniese spesie, *Leptoconops (Holoconops) kerteszi* Kieffer, broei in klam, skoon riviersand van varswaterstrome bokant die hoogwatermerk naby die see. Hier is die soutgehalte 640 dpm en die organiese inhoud 2,8 tot 11% (Smith en Low 1948).

Die broeiplekke van twee Suid-Afrikaanse *Leptoconops*-spesies is deur Nevill beskryf (Nevill in Howell 1975 en Howell e.a. 1978) Hy vind dat *Leptoconops*-muggies (wat destyds as *L. kerteszi* beskryf is) in Suid-Afrika in die Brakrivier by De Aar en in die Stormbergspruit by Aliwal-Noord in sand broei met 'n voggehalte van 10–13%, pH+ van 8,6 en hoë soutgehalte van 500 tot 600 dpm. Clastrier (1981) het later hierdie muggies as 'n nuwe spesie met die naam *Leptoconops (Holoconops) nevilli* beskryf. *L. umbellifer* (H.) broei in die brak sand rondom die soutpan in die Tshwane-krater noord van Pretoria (Clastrier 1981, soos deur Nevill bevind).

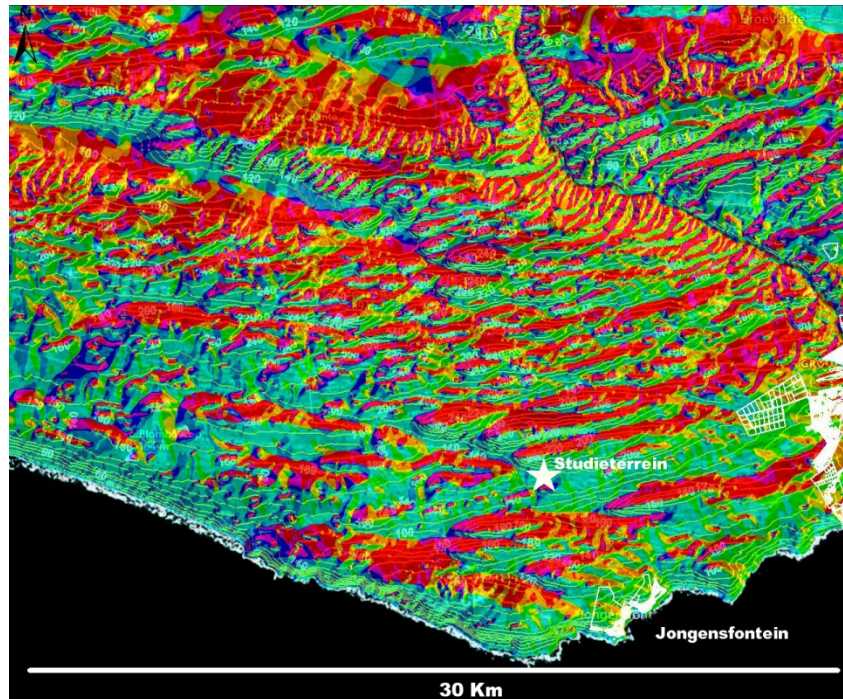
Die waterhouvermoë van die sand impliseer dat indien grond tot op 'n diepte van 500 mm sou uitdroog en dit reën 50 mm, daar 'n gedeelte van 320 mm droë sand sou bestaan wat die boonste klam sand van die dieper klam sand sou skei. Larwes wat diep in die sand ingekruip het sal dus nie dadelik op kan beweeg nie maar sal moet wag totdat die droë sand deur kapillêre grondwaterbeweging vog absorbeer en meer geskik raak om in te leef.

L. demeilloni se verspreidingsgebied is waarskynlik tot die Wes-Kaap beperk, wat hoofsaaklik 'n winterreënvalgebied is. Muggielarwes en papies vind dus geen probleem om uitdroging te oorkom sodra die herfs aanbreek nie.

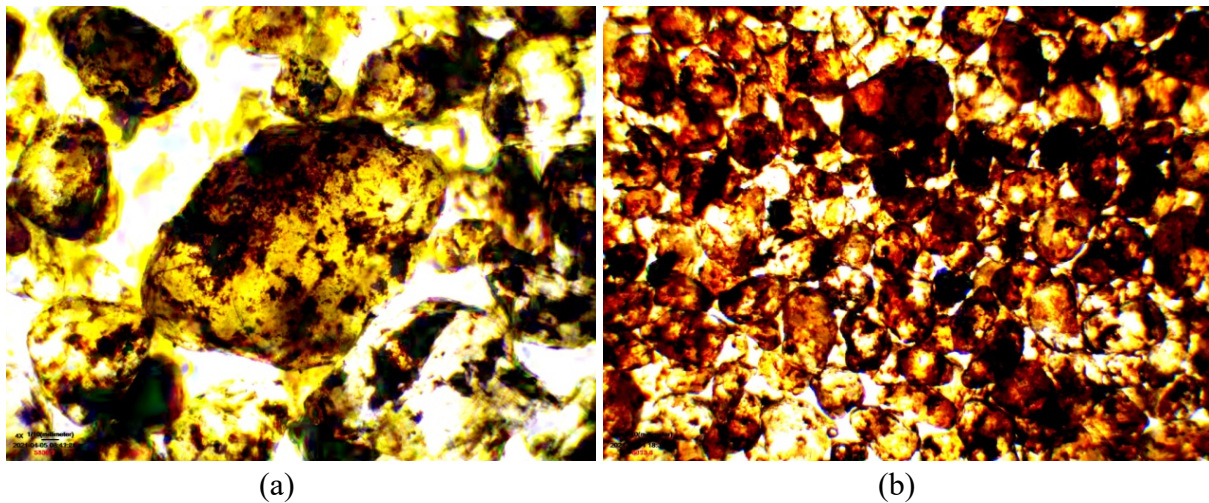
Die feit dat larwes een cm binne een minuut kan aflê impliseer dat larwes teoreties so ver as 60 cm in een uur kan beweeg. Die praktiese implikasie van hierdie bevinding is dat larwes vinnig kan migreer indien hul habitat versteur sou word. Indien hul sandhabitat omgeploeg sou word sal hulle in staat wees om binne een uur terug te beweeg tot in 'n natter sone onder die grond waarin hulle weer veilig is.

Muggielarwes leef tussen die sandkorrels en hul liggame, wat meestal in 'n gekromde posisie verkeer, is aangepas om rondom korrels te beweeg. Indien 'n larwe onder stres verkeer, word die oliebol ("doughnut")-posisie ingeneem (Figuur 20) en is daar dikwels 'n sandkorrel binne in die krul wat die larwe amper onsigbaar maak vir die menslike oog.

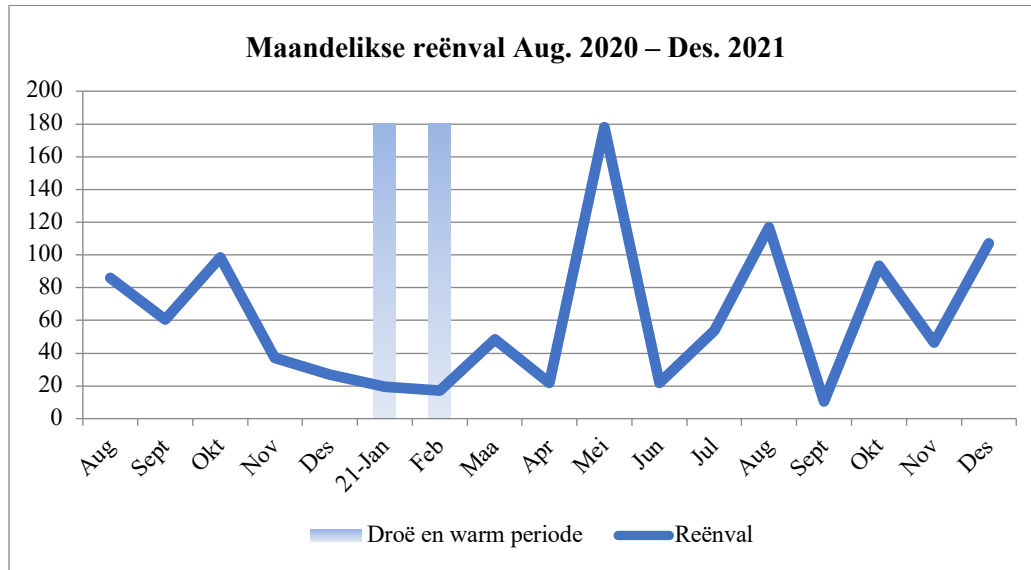
Die habitat van Stilbaaimuggie-onvolwassenes kan dus beskryf word as goed gedreineerde, diep rooi-grys sand afkomstig van geërodeerde aeolianiet-koppies en het 'n lae klei-, sout-, kalk- en organiese inhoud. Die sand het 'n lae pedologiese ontwikkeling (vertoon min diversiteit).



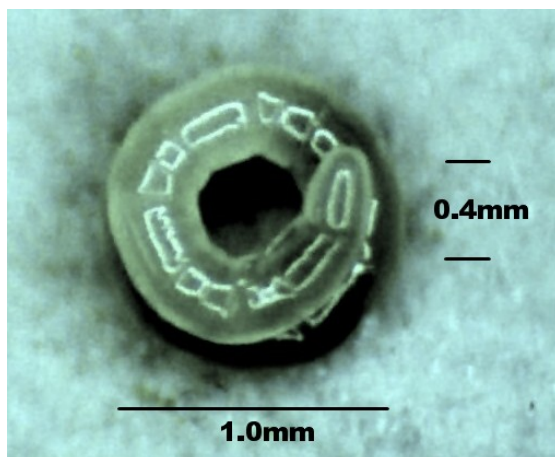
Figuur 17. Twintig meter-kontoerlyne en hellings vanaf seevlak tot 360 meter bo seespieël in die Suid-Kaapse duineveld in die studieveld



Figuur 18 (a) en (b) Sandkorrels mikroskopies beskou



Figuur 19. Maandelikse reënval van Zwartejongensfontein (2021–2022)



Figuur 20. Stadium III *L. demeilloni*-larwe in die oliebol- (“doughnut”-) posisie

7. Die ovariële ontwikkeling van die wyfie en die muggie-eier

7.1 Metode

Gedurende muggietyd is 243 vroulike muggies in die lugruim van die studiegebied op die plaas Zwartejongensfontein lukraak met 'n veenet versamel. Muggies is tussen twee glasplaatjies van 'n mikroskoop platgedruk en die geslagstelsel is ondersoek. Muggies se ovariële ontwikkelingsstaat is mikroskopies bepaal (400 x-vergroting). Daar is ook aangeteken of die muggies se spysverteringskanaal rooi dierebloed bevat en die follikels binne die ovaria is beskryf om die vordering in die ontwikkeling van eiers te bestudeer. Primêre follikels is soos volg beskryf:

Stadium 0: Selle ongedifferensieerd; **St. 1:** Oöset (eiersel) en hulselle (trofosiete) kan onderskei word; **St. 2:** Oöset vul een helfte tot driekwart van follikel; **St. 3:** Oöset vul follikel; **St. 4:** Chorion (eierdop) is sigbaar (Figuur 21 en 22).

Die totale aantal primêre follikels teenwoordig in 10 wyfemuggies is getel.

Twee honderd wyfies naby 'n skaaptrop is met 'n veenet gevang en met behulp van 'n battery-aangedrewe aspirator opgesuig uit die net, ligweg met koolsuurgas verdoof en in 'n plastiekbak waarvan die wande met klam handdoekpapier uitgevoer was, geplaas. Na 24 uur is die handdoekpapier verwyder en mikroskopies ondersoek vir eiers. Ongeveer 120 eiers is aangetref en oorgeplaas in 'n Petri-bakkie met waterversadigde handdoekpapier. Tien eiers is mikroskopies ondersoek en hul grootte in mm gemeet. Vier eiers het na verloop van tyd uitgebroei.

7.2 Resultate

Daar is gemiddeld 113 follikels per wyfie gevind (min. 57, maks. 148, SA 23,98). Slegs 6,2% van die wyfies het bloed bevat, 6,2% was in stadium 0, 20,1% was in stadium 1, 68,7% se oösiete het een helfte tot driekwart van die follikel gevul (stadium 2) en 4,1% was in stadium 3. Slegs 0,4% van die muggies ($n = 1$) het volledig ontwikkelde eiers bevat (stadium 4). Follikels ontwikkel almal saam (harmonieus). Die ontwikkelingsstadiums van die ovaria van muggies word in Figuur 23 grafies weergegee.

Die eiers van *L. demeilloni* is piesangvormig en donkergrys-bruin gekleur en die eierdop vertoon glad onder lae vergroting (Figuur 24).

Die resultaat van die eiermetings was soos volg: Gemiddelde lengte 0,42 mm (SA = 0,01 mm), deursnit 0,08 mm (SA = 0,01 mm).

Vier eiers op die klam papier wat by kamertemperatuur (ongeveer 22 °C) gehou was, het na verloop van 23 tot 24 dae uitgebroei (gemiddeld 23,3 dae). Twintig *L. demeilloni*-eiers wat 24 uur na legging op droë papier geplaas was, het 24 uur daarna uitgedroog voorgekom, die eierwand het ineengekrimp en die eiers het nie uitgebroei nie.

7.3 Bespreking

Bloedsuigende insekte gebruik die bloed om hulle in staat te stel om langer te lewe en voort te plant. Bloed van warmbloedige diere voorsien die wyfemuggie van essensiële voedingstowwe. Dikwels is die eerste stel eiers wat 'n bloedsuigende insek voortbring onafhanklik van 'n bloedmaal (outogenies) en die daaropvolgende eiers se ontwikkeling is afhanklik van die inname van bloed (anoutogenies). Indien die insek sonder 'n bloedmaal eiers kan voortbring, kom die boustene wat daarvoor nodig is uit voedsel wat deur die larwe ingeneem is en na die volwassene oorgedra is, of van nektar wat deur die wyfie gedrink is. *Leptoconops*-ovarيا is van die meroïstiese tipe, dit wil sê die oöset word saam met hulselle (ook voedingselle genoem) in die follikel aangetref.

Leptoconops-eiers is klein en moeilik om in die natuur te vind. Smith en Low (1948) beskryf die eiers van *L. kerteszi* as wit wanneer pas gelê en later donkerbruin van kleur. *Kerteszi* se eierdop is glad en die eier piesangvormig met die een kant dikker as die ander, 0,34 mm in lengte en 0,10 mm in deursnee. Die inkubasieperiode is ten minste 12 dae en eiers word enkel

op klam sand gelê. Linley (1965) vind dat *L. bequaerti* se eiers ook piesangvormig in die ovaria van wyfies vertoon. Linley (1965) vind dat *L. bequaerti* ongeveer 11 dae neem om by 25 °C uit te broei. *L. spinosifrons* se eier is 0,35 mm lank (Laurence en Mathias 1972).

Die eiers van een muggiewyfie word waarskynlik kort na mekaar gelê aangesien slegs een wyfie eiers in gehad het. Elke wyfie produseer ongeveer 113 eiers per ovariële siklus. Hoeveel siklusse sy deurmaak is onbekend.

Die resultate dui daarop dat die muggies bloed nodig het om hul eiers te laat ontwikkel aangesien die eierontwikkeling by die meeste vlieënde wyfies nie gevorderd was nie. Dus kan die aanname gemaak word dat muggies wat wel eiers wil lê en klaar bloed gesuig het, uit die lugruim verdwyn en nie vrylik rondvlieg nie.

Linley (1965) vind dat die eiers in *L. bequaerti* binne 40 uur na 'n bloedmaal by 29 °C ontwikkel en gereed is om gelê te word. Indien die Stilbaaimuggie se eiers vinnig na 'n bloedmaal ontwikkel, soos in die geval met *L. bequaerti*, verklaar dit ook hoekom so min muggies in vlug bloed in gehad het.

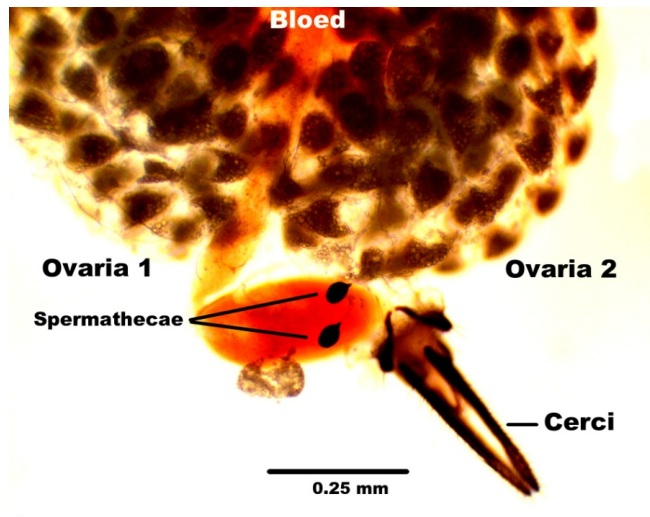
Waar en wanneer die muggie eiers lê is steeds onopgelos.

Soos in afdeling 4 vermeld, land *L. demeilloni* wel op blomme en neem 'n voedende houding op blomme aan wat dui op nektarinname. Die invloed van nektarvoeding op die ovariële ontwikkeling van die muggie is onbekend. Dit beïnvloed heel waarskynlik hul oorlewingsvermoë en dus ook hul aanwasvermoë.

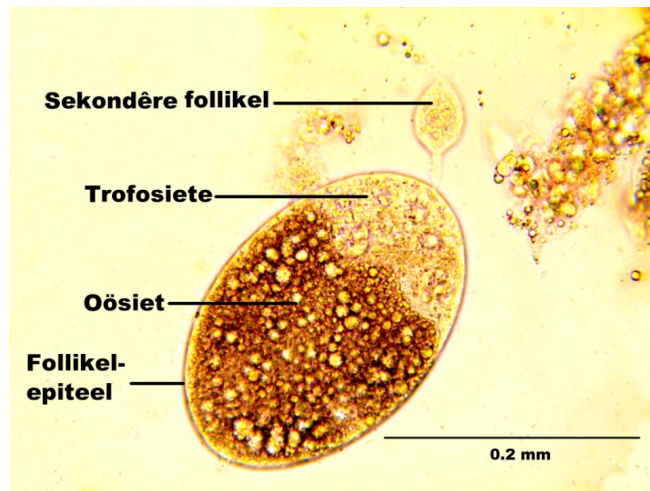
Die eiers van *L. demeilloni* is effe langer as dié van *L. kerteszi* en *L. spinosifrons*. Die eiers was almal donker gekleur en indien hulle lig van kleur was toe hulle gelê is, neem dit minder as 24 uur om te verdonker. Die eiers is enkel gelê en nie in groepe nie. Die eiers lyk soos dié van ander *Leptoconops*-spesies, ook piesangvormig.

Die temperatuur in die kamer waarin hulle gehou is, was ongeveer 22 °C. Dit neem dus 'n aansienlike tyd vir eiers om uit te broei. In die natuur kan die eiers dus vir ten minste drie weke lewendig bly voordat hulle uitbroei.

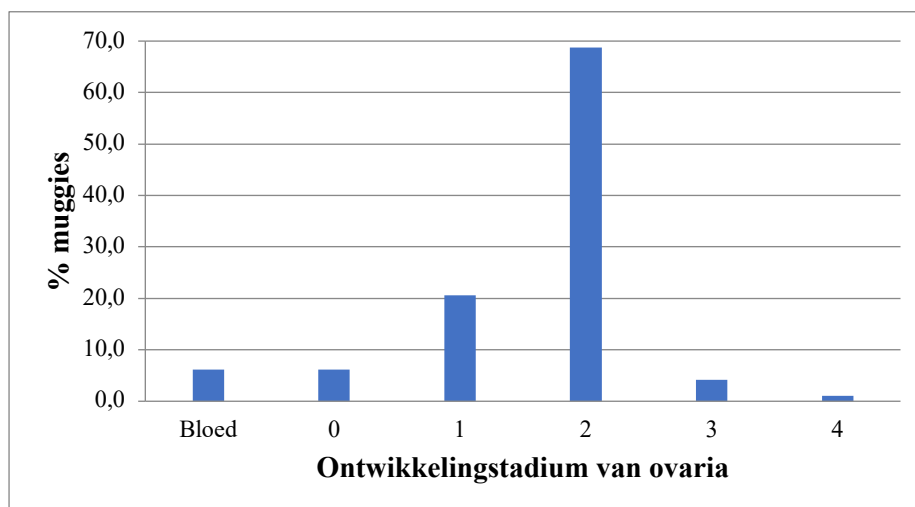
Die eiers is relatief klein en hul donker kleur maak dit onmoontlik om hulle met die naakte oog in die duineveld op te spoor. Waar die muggies eiers lê is tans onbekend maar dit word vermoed dat die wyfies op die grondoppervlak gaan sit en eiers in sand deponeer. Klam sand is waarskynlik nodig omrede die eiers van *demeilloni* sensitief is vir uitdroging en nie droogtebestand is nie.



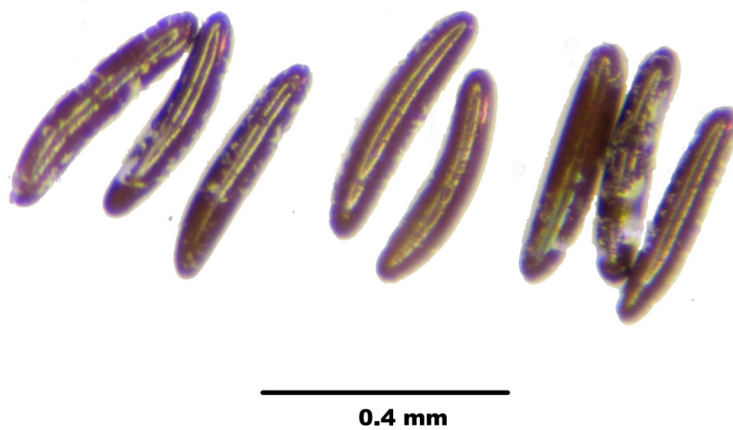
Figuur 21. Die geslagstelsel van *L. demeilloni*



Figuur 22. Die follikel van *L. demeilloni*



Figuur 23. Die ontwikkelingstadia van die ovaria van rondvlieënde muggies



Figuur 24. *L. demeilloni*-eiers

8. Die jaarlikse ontwikkeling van muggielarwes en die opeenvolging van instars deur die jaar

8.1 Metode

Vanaf November 2020 tot Februarie 2022 is daar maandeliks sandmonsters op die studieterrein op die plaas Zwartejongensfontein geneem en *Leptoconops*-larwes is daaruit geïsoleer volgens die metode soos in afdeling 5 beskryf. Larwes wat gevind was, is mikroskopies, lewendig op video verfilm en die lengte van die ventrolaterale staaf plus die mandibel (in hierdie artikel VLSM afgekort) is op die videomateriaal gemeet met behulp van 'n mikrometerskaal op 'n plaatjie wat tydens elke videosessie ook verfilm is. Meting is tot 'n 0,01 mm-akkuraatheid op 111 larwes uitgevoer. Uit die aard van die materiaal en metode word aanvaar dat die metingsmetode nie so akkuraat is as wanneer gepreserveerde mikroskooppreparate gemeet word nie. Na elke metingsessie is die larwes oorgeplaas in bakkies sand sodat hulle verder kon ontwikkel vir bestudering. Figuur 25 toon die gemete afstand en strukture ter sprake.

Gedurende die studietydperk is 58 larwes in 70% etielalkohol (ETOH) gepreserveer. Preservering in alkohol veroorsaak dat die larwes hul opgekrulde liggaamshouding verloor, en uitgestrek en wit in voorkoms raak. Hierdie gepreserveerde larwes is makliker om te meet as lewendige larwes. Die lengte van die VLSM is gemeet op die 58 individue wat in 70% ETOH gepreserveer is.

Van die lewendig gemete larwes in gevangenskap het tot volwassenes ontwikkel en sodoende kon die geslag van die larwes bepaal word. Die VLSM-lengte, maksimum- ventrodorsale deursnee, lengte van die hele larwe asook die deursnee van die gekrulde larwe (oliebolposisie) is in millimeter gemeet.

8.2 Resultate

Die maksimum-, minimum- en gemiddelde lengte van die VLSM-struktuur (in mm) word grafies in Figuur 26 saamgevat. Die frekwensieverdeling van die data word in Figuur 27 as 'n

lyngrafiek getoon. Figuur 28 toon tipiese voorbeelde van die vier instars van *L. demeilloni*. Figuur 29 toon 'n frekwensieverdelingshistogram van die VLSM van gepreserveerde larwes. Van die lewendig gemete larwes in gevangenskap het tot volwassenes ontwikkel en sodoende kon die geslag van die larwes bepaal word.

Die data in Figuur 27 en 29 dui aan dat die larwes deur vier instars ontwikkel oor 'n periode van 10 maande. Die liggaamslengte van tipiese larwes is soos volg: **instar I**, 0,9 mm; **instar II**, 2,7 mm; **instar III**, 3,6 mm; en **instar IV**, 6,3 mm. Die VLSM-lengte van lewende **instar II**-larwes is tussen 0,14 en 0,18 mm en piek op 0,17 mm. Die VLSM-lengte van lewende **instar III**-larwes is tussen 0,20 en 0,25 mm en piek op 0,22 mm. Die VLSM-lengte van lewende **instar IV**-larwes is tussen 0,30 en 0,37 mm en piek op 0,34 mm. Die waardes tussen 0,38 en 0,39 soos per video bepaal, word aan 'n eksperimentele fout toegeskryf omrede twee strukture (VL-staaf en mandibel) gemeet word en parallaks-metingsfoute waarskynlik voorkom. 'n Enkele **instar I**-larwe se meting dui op 'n VLSM-waarde van 0,12 mm.

Die ondersoek na die VLSM-lengte by gepreserveerde larwes dui aan dat die **instar II**-larwes tussen 0,15 en 0,17 mm lank is en piek op 0,15 mm. **Instar III** is tussen 0,12 en 0,25 mm lank en piek op 0,22 mm. **Instar IV** is tussen 0,29 en 0,36 mm lank en piek op 0,32 mm.

Die gemiddelde hoeveelheid larwes per liter sand was 0,49 (Figuur 30).

Die volwasse mannetjieslarwe se liggaamslengte is gemiddeld 6,65 mm en die deursnee 0,41 mm. Die wyfieslarwe se liggaamslengte is gemiddeld 6,02 mm en die deursnee 0,35 mm. Die resultate van larwemetings word in Tabel 3 saamgevat.

8.3 Bespreking

In afdeling 7 word beskryf hoe die broeiplek van die muggies opgespoor is. Min is bekend oor die groei en opeenvolging van *Leptoconops*-larwe-instars vandat hulle uit die eier broei totdat die larwes in papies verander en die papies daarna tot volwasse muggies ontwikkel. De Meillon en Wirth (1991) stel dit duidelik dat alle Ceratopogonidae-larwes, waaronder die *Leptoconopinae* sorteer, deur vier gedaantes of instars gaan, wat ook in hierdie studie bevestig is. Die eier broei uit en die jong larwe in die eerste stadium van ontwikkeling staan as instar I bekend. Instar I vervel tot instar II, opgevolg deur instar III en dan IV. Instar IV vervel tot 'n papie wat later tot 'n volwasse muggie vervel.

Die meeste diere met uitwendige skelette groei in fases wat volgens 'n bepaalde geometriese progressie geskied. Hierdie verskynsel is die eerste keer deur Dyar en Rhinebeck (1890) by insekte en Brooks (1886) by garnale beskryf. Dit beteken dat die instar waarin 'n larwe verkeer deur die fisiese meting van die verharde dele van sy skelet bepaal kan word. Dit is natuurlik slegs moontlik nadat 'n hele aantal larwes opgemeet is en die syfers statisties ontleed is.

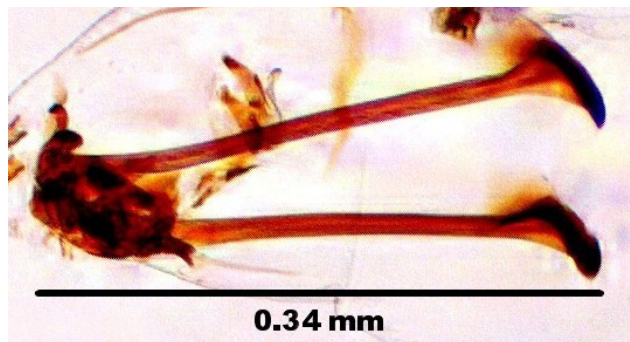
Smith en Low (1948) vind dat *L. (Holoconops) kerteszi* soos *L. demeilloni* tussen 8 en 10 maande neem om deur vier instars te ontwikkel tot papies, maar dat *L. torrens* ten minste twee jaar neem. *L. spinosifrons* in die Seychelle gaan ook deur vier instars waarvan die lengte van die instar IV-larwe tussen 4,283 en 4,915 mm is. *L. demeilloni* is dus effens groter as *L. spinosifrons* (Laurence en Mathias 1972).

Die manlike instar IV-larwes van *L. demeilloni* is effens groter as die wyfies alhoewel die VLSM dieselfde lengtes toon. Hierdie tendens dat die Stilbaaimannetjie effens groter is as die wyfie word ook in die papies waargeneem (afdeling 9).

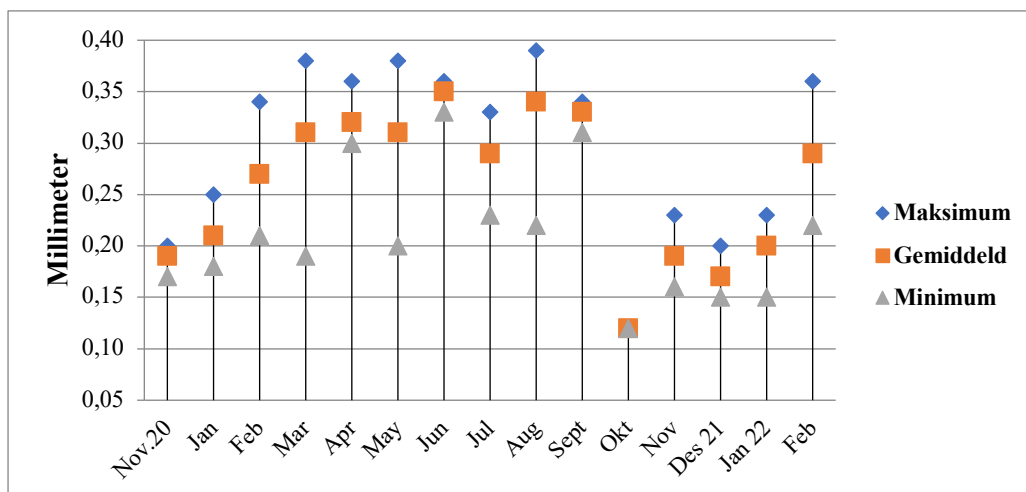
Sommige *demeilloni*-larwes ontwikkel vinniger as ander, en instar IV-larwes word reeds in Februarie aangetref maar hulle ontwikkel nie voor September in papies nie. Die data toon aan dat die muggie slegs een generasie per jaar voltooi (univoltiens). *L. kerteszi* in Italië is bivoltiens en die plaag kom in die lente en in die herfs voor (Raspi e.a. 2007). In September in die Wes-Kaap ontwikkel die larwes van *demeilloni* in papies, waarna die vlieënde volwasse muggies die sand verlaat, weer eiers lê en die siklus van vooraf begin. Hierdie opeenvolging van generasies is grafies in Figuur 26 sigbaar.

Die eerste instar II-larwe is in November gevind. Die eerste stadium duur dus ongeveer twee maande (duur van instar I). Die eerste instar III-larwe is in Februarie gevind. Die tweede stadium duur dus ongeveer twee tot drie maande. Daar is egter ook instar IV-larwes in Februarie en September gevind. Die derde stadium duur dus tussen twee en sewe maande.

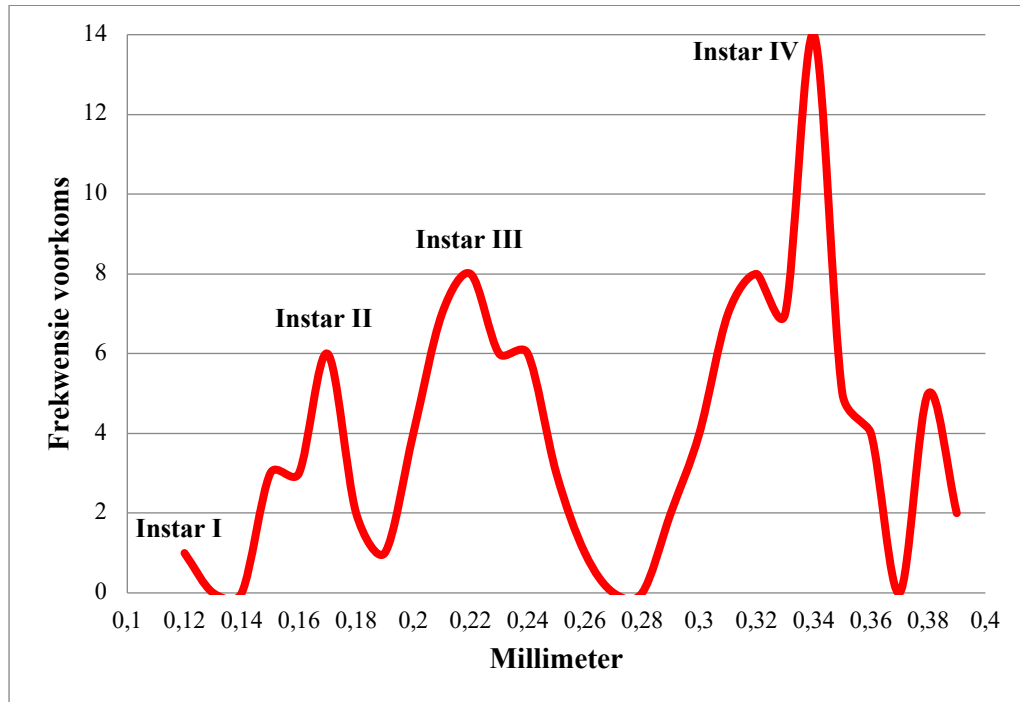
Daar kom gemiddeld 0,49 larwes per liter sand voor wat aandui dat een kubieke meter sand ongeveer 490 larwes bevat.



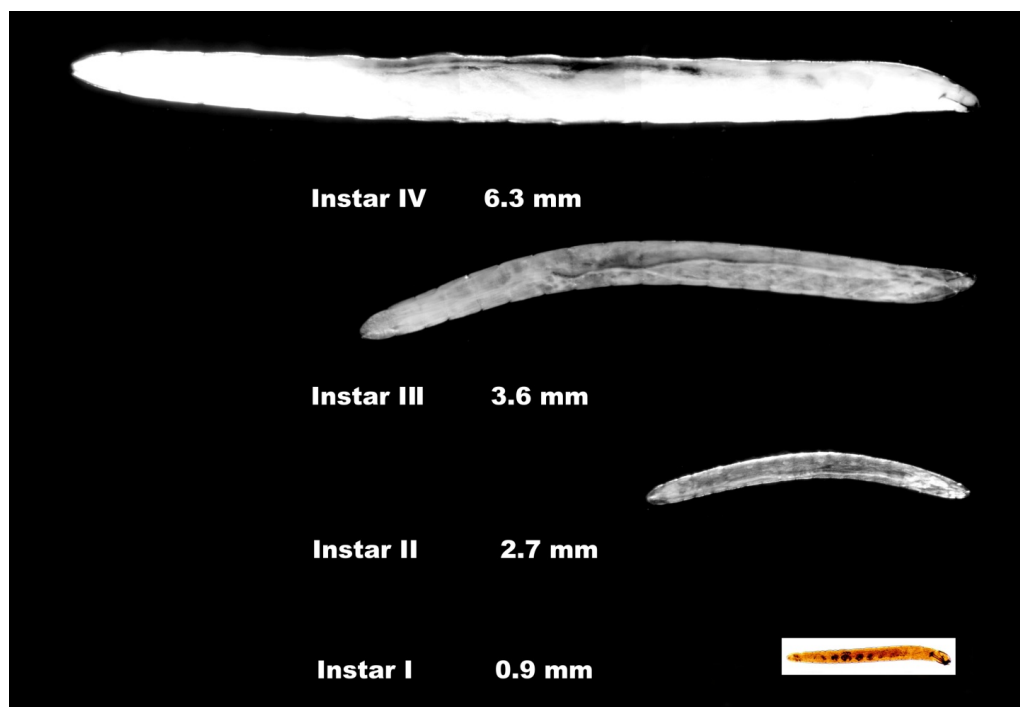
Figuur 25. Die kop van die larwe en die afstand gemeet wat die ventrolaterale staaf plus mandibel insluit (VLSM)



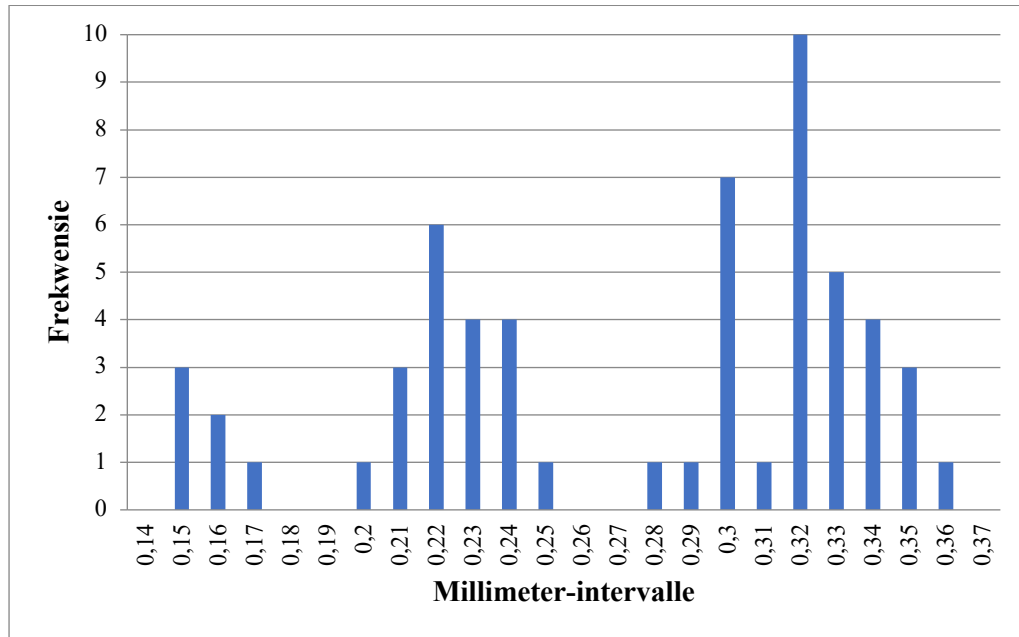
Figuur 26. Die maksimum-, gemiddelde en minimum-lengte van die ventrolaterale staaf plus die mandibel (VLSM) soos maandeliks gemeet (in millimeter)



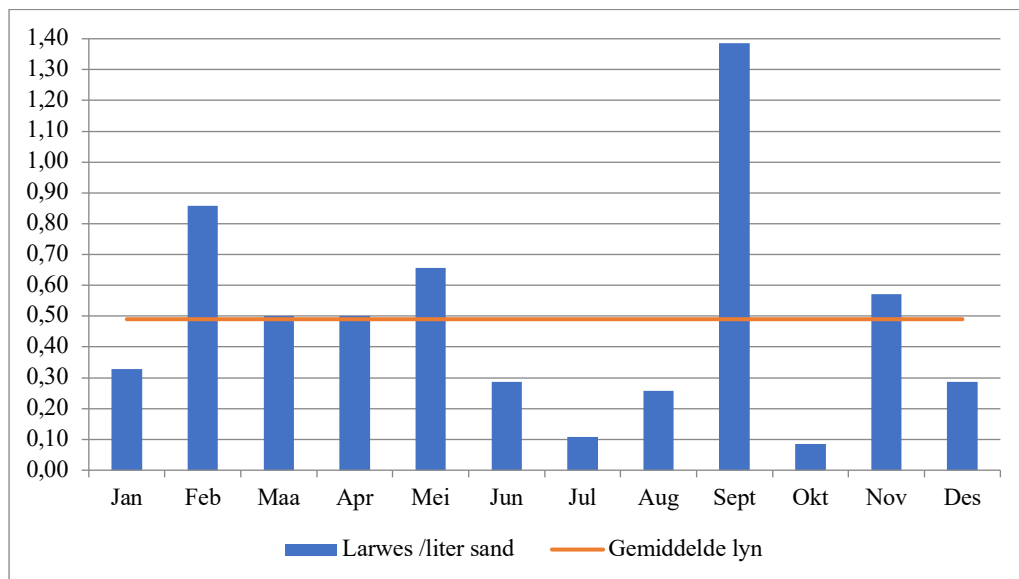
Figuur 27. Die frekwensieverdelingslyngrafiek van die lengtes van die VLSM



Figuur 28. Die vier instars van gepreserveerde *L. demeilloni*-larwes (lengtes aangedui in mm)



Figuur 29. Die frekwensieverdelingshistogram van die VLSM van gepreserveerde larwes



Figuur 30. Die gemiddelde aantal larwes per liter sand gevind in die maande Januarie tot Desember

Tabel 3. Metings van instar IV-larwes wat tot volwasse muggies ontwikkel het (lengte in mm; SA = standaardafwyking)

Geslag		VLSM lengte	Liggaams-lengte	Liggaams-deursnee	Gekrulde deursnee	Aantal observasies
Mannetjie	Gemiddeld	0,34	6,65	0,41	1,17	8
	SA	0,03	0,42	0,04	0,12	8
Wyfie	Gemiddeld	0,34	6,02	0,35	1,15	6
	SA	0,01	0,82	0,07	0,23	6

9. Die jaarlikse verskyning van papies in September

9.1 Metode

Soos in afdeling 8 aangetoon ontwikkel die larwes in die sand en gee in die lente oorsprong aan muggies. Ten einde die papiestadium waar te neem en na te vors, is grondmonsters vanaf Augustus tot November 2022 ontleed. Aangesien die metode om die larwes te versamel nie voorsiening maak vir individue wat na die oppervlak van die sand beweeg om te ontpop nie, is die metode van larwe-ekstraksie aangepas om nie net larwes nie maar ook papies te versamel.

Deur sand uit te droog word larwes gedwing om na die dieper dele van 'n houer sand te beweeg. *L. demeilloni*-larwes beweeg egter na die oppervlak van sand indien die sand met water versadig word. Om papies en larwes uit sand te herwin is van plastiekskottels (deursnee 40 cm en diepte 20 cm) gebruik gemaak. Skottels is met 1 liter sand gevul en kraanwater is bygevoeg sodat dit die oppervlak van die sand bedek het tot op 'n diepte van 1 cm bokant die sand. Die skottels met waterversadigde sand is geskud sodat soveel sand as moontlik in suspensie gaan en dan vir sowat een uur gelos totdat die water verhelder. Papies is ligter as sand en beland so ook op die oppervlak van die sand onder die water. Nadat die water geskud is, is die oppervlak van die water met 'n fyn sprei van 5 ml/100 liter "Breakthru" silikoon-benatter (poli-eter-polimetiel-silosaan-ko-polimeer) liggies bespuit om van die skuim op die oppervlak ontslae te raak.

Die oppervlak van die sand is met behulp van 'n 3,5 x-koplens deursoek. Om die werk te vergemaklik is 'n stellasië van plank gebou waarop die skottels staangemaak is. Larwes en papies is met 'n suigpipet bestaande uit 'n injeksiespuit met 'n dun pypie vooraan uit die skottels verwyder.

Papies is in plastiekbakkies met vogtige papier oorgeplaas en gelos om tot volwasse muggies te ontwikkel.

Mannetjies en wyfies is onderskei en die duur van die papiestadium in September by kamertemperatuur is bepaal. Mannetjie- en wyfiepapies se lengte en deursnee (soos oor die laterale borsgedeelte gemeet) is in mm bepaal tot op twee desimale. 'n Minimum van 10 waarnemings is van elke geslag gemaak.

In September en Oktober is 131 papies versamel uit 23 monsters sand van 7 liter elk, dus is 161 liter sand ondersoek.

9.2 Resultate

Die teenwoordigheid van papies per week per liter sand word in Figuur 31 aangedui. Papies het in die eerste week van September verskyn en die laaste papies is in die derde week van Oktober gevind. Die meeste papies het tussen week twee en vier in Septembermaand voorgekom. Die gemiddelde hoeveelheid papies per liter sand was 0,48 per liter. Figuur 32 toon die laterale aansig van 'n mannetjie- en wyfiepapie. Figuur 33 toon die ventrale aansig van 'n mannetjie- en wyfiepapie.

Die resultate om die duur en mates van die papiestadium aan te toon word in Tabel 4 weergegee.

Mannetjiepapies is gemiddeld 3,27 mm lank en 1,03 mm in deursnee. Wyfies is gemiddeld 3,01 mm lank en 0,89 mm in deursnee. Die manlike papie is dus bietjie groter as die wyfie.

Mannetjies neem gemiddeld 13,53 dae om uit die papiedop te ontpop en die wyfies 15,42 dae.

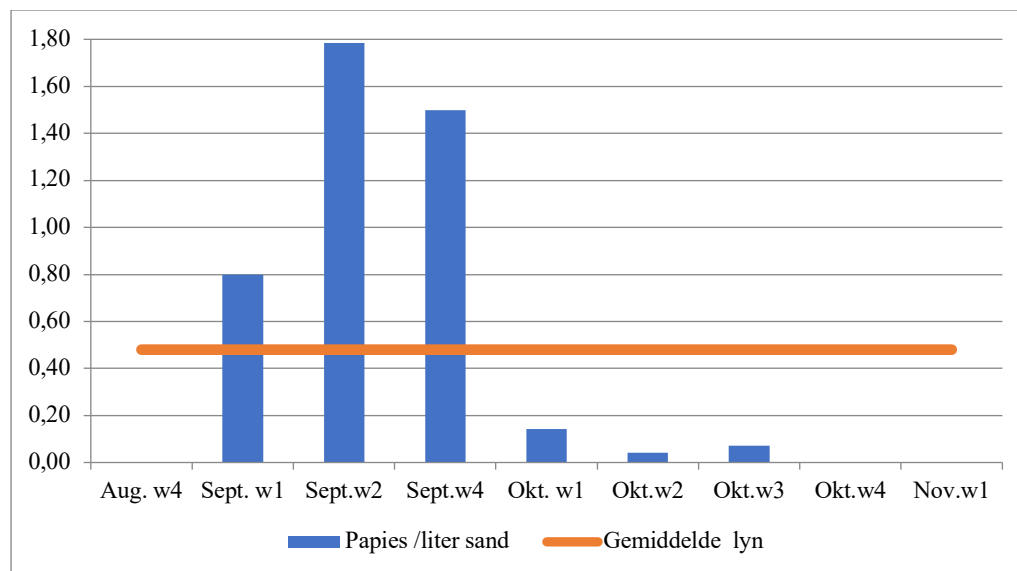
9.3 Bespreking

Die papies van *Leptoconops*-spesies is deur verskeie outeurs beskryf (Smith en Low 1948; Laurence en Mathias 1972; Clastrier 1971, 1972). Min is egter bekend oor die duur van die papiestadium. Die papie is 'n rusfase in die ontwikkeling van insekte wat 'n volledige gedaantewisseling ondergaan. Binne die papiedop vind 'n hermodellering van selle plaas wat die insek met spesiale organe soos vlerke en 'n geslagstelsel toerus.

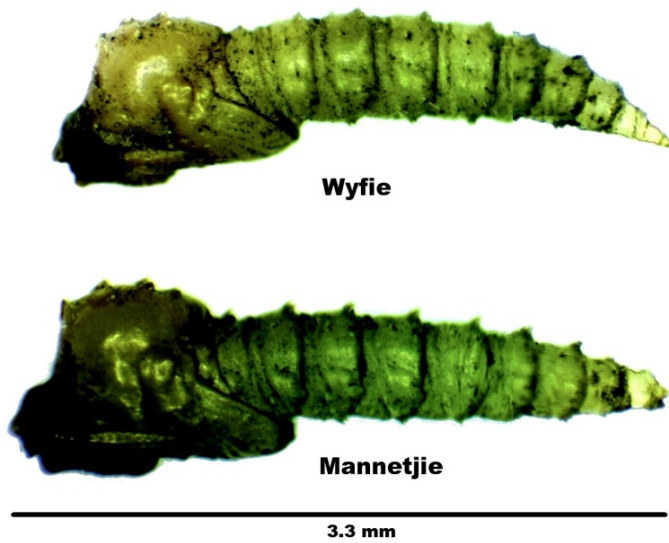
Die metode om vierde instar-larwes en papies te vind was baie bevredigend, maar aangesien dit in die buitlug gebeur is die sukses van die metode afhanklik van goeie weersomstandighede. Die houtstellasie plaas minder stres op die operateur se rug en bring sy sig tot naby die wateroppervlak in die skottels.

Die maksimumtyd om te ontpop by die mannetjies was 21 dae en by die wyfies 23 dae. Hierdie maksimumsyfers is waarskynlik die ware aantal dae wat dit neem vir die papie om sy lewensiklus te voltooi; dus is die papiestadium oor die algemeen gesproke drie weke lank. Smith en Low (1948) noem dat *L. kerteszi*-papies agt dae vat om te ontpop. Papies is aanvanklik ligbruin maar verdonker twee dae voordat hulle ontpop.

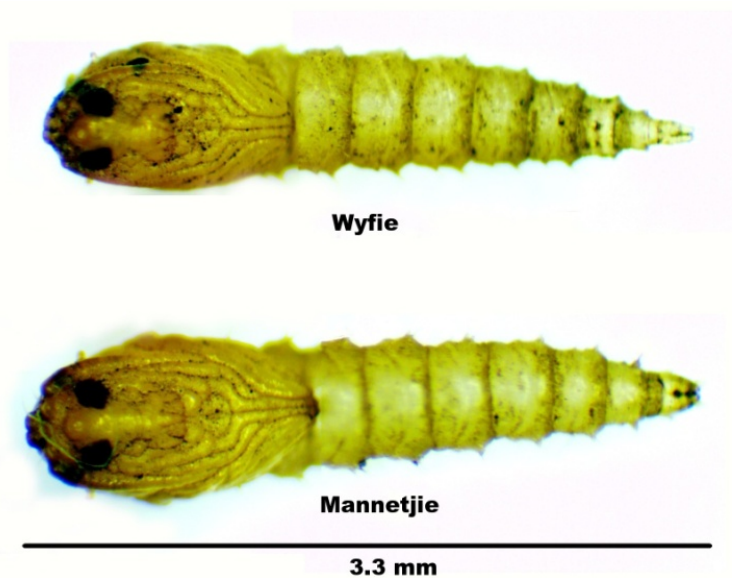
Die papie is aansienlik langer as *L. kerteszi* wat gemiddeld slegs 2,5 mm lank is (Clastrier 1972) asook *L. spinosifrons* wat tussen 2 en 3 mm lank is (Laurence en Mathias 1972).



Figuur 31. Die aantal muggiepapies per liter sand gevind in week 4 van Augustus tot week 1 in November (September week 3 nie gemonster)



Figuur 32. Die laterale aansig van die papie



Figuur 33. Die ventrale aansig van die papie

Tabel 4. Die lengte-, breedte-deursnee (mm) en duurte (dae) van *L. demeilloni*-papies

	Mannetjie			Wyfie		
	Lengte (mm)	Deursnee (mm)	Dae	Lengte (mm)	Deursnee (mm)	Dae
Gemiddeld	3,27	1,03	13,53	3,01	0,89	15,42
SA	0,13	0,06	4,48	0,11	0,04	4,18
Minimum	2,97	0,93	2,00	2,91	0,83	8,00
Maksimum	3,42	1,17	21,00	3,21	0,97	23,00
n	10	10	17	10	10	12

10. Die taksonomiese kenmerke van die volwasse *L. demeilloni*-larwe

10.1 Metode van ondersoek

Die anatomiese nomenklatuur wat in hierdie afdeling gebruik word om die larwes te beskryf is gebaseer op die beskrywing van *L. irritans* en *kerteszi* deur Clastrier (1971, 1972).

Larwes is mikroskopies bestudeer met 'n navorsingsmikroskoop (40x–1000x) en 'n stereomikroskoop (10x–40x). Lewendige larwes is gedood deur hulle vlugtig in 70% etielalkohol te plaas totdat hulle ontspan en dan in 'n 5% silikoon-benatter onder 'n dekglasie geplaas. Die interne anatomie van die kop is ook bestudeer deur larwes oornag in 10% kaliumhidroksied in 'n hol voorwerpglasie te laat en dan te monteer vir ondersoekdoeleindes. Semi-permanente monterings is gemaak in 'n Arabiese gommengsel, genoem M1 (sien 4.1 vir tegniese data). Lewendige larwes is ook in water onder dekglasies vasgeknyp en bestudeer (larwes oorleef hierdie hantering). Waarnemings is op 142 larwes gebaseer.

10.2 Resultate

Die larwe besit prominente strukture wat in ses afdelings bespreek sal word.

10.2.1 Die dorsomediale staaf

Op die bokant van die kop kom 'n dorsomediale staaf voor in die vorm van 'n T-vormige vurk wat uit twee dorsolaterale arms en 'n dorsomediale arm bestaan. Aan die twee dorsolaterale arms is ligamente vasgeheg wat rondom die kop strek (Figuur 34).

10.2.2 Die ventrolaterale staaf

Die mees prominente deel van die cephaliese skelet is die ventrolaterale stawe wat van die sentrale deel van die wangboog ("Genal arch" volgens Clastrier) tot in die voorste deel van die protoraks strek. Twee antennae is sigbaar wat na onder wys. Geen oë of oogvlekke kom voor nie (Figuur 35).

10.2.3 Die frontale pilare

Hierdie struktuur strek van die basis van elke mandibel dorsaal na bo (Figuur 36).

10.2.4 Die monddele

Die larwe het twee mandibels. Elke mandibel koppel met die eerste skleriet van die wangboog en frontale pilare (Figuur 36 en 37). Elke mandibel het drie prominente tande waarvan die sentrale een die langste is en 'n driehoekige basis waar dit aan die posterior-dele van die ventrale stawe koppel. Die mandibels is gevorm om van bo na onder voedsel van die substraat af te skraap en in die mond te druk. Die mond bestaan verder uit 'n wangboog, mentum (ken) en lipgedeelte (labium). Kos beweeg deur die kopgedeelte via 'n verharde hipofarinks (bokeel) en epifarinks (onderkeel).

Tussen die laterale plate op die integument is 'n pre-mandibel sigbaar wat in twee verdeel is. Geen maksilla is waargeneem nie.

Geen hare kom in assosiasie met die monddele voor nie.

Die wangboog is in die vorm van 'n harp en elke laterale gedeelte bestaan uit drie saamgevoegde skleriete aan beide kante van die mandibels (Figuur 37). Die struktuur heg die twee laterale gedeeltes van die kopstrukture aan mekaar vas.

10.2.5 Die faringeale skelet

Die faringeale skelet bestaan uit die hipofarinks en epifarinks wat teen 'n hoek van ongeveer 115 grade met mekaar net voor die dermkanaal geplaas is (Figuur 35). Die hipofarinks wys na onder en die epifarinks na die dorsale gedeelte van die larwekop. *L. demeilloni* se hipofarinks is in 'n X-vorm en die posterior-arms vertak elkeen in twee dele soos die horings van 'n takbok wat uitloop in fyn ligamente (Figuur 37 en 38). Die epifarinks van *demeilloni* het drie paar gesklerotiseerde epifaringeale skleriete.

10.2.6 Die sensoriese stelsel

10.2.6.1 Die kop

'n Skematiese tekening van die ventrale aangesig van die kop word in Figuur 38 weergegee.

Op die buitekant van die kop kom antennae (voelhorings) en sensoriese hare (voelhare) voor. Die antennae is kort, rond en het koepelvormige punte. Tussen die antennae op die anterieure (voorste) gedeelte van die kop kom twee sensoriese knoppies voor en direk onder hulle tussen die antennae twee groot groepe wat elk drie kleiner sensilla (gevoelsorgane) bevat. In die middel tussen die antennae is vier sensilla by mekaar geplaas. Beide kante van die kop kom drie sensilla voor en twee aan elke kant van die labium.

L. demeilloni is soos *irritans* blind en geen oogvlekke kom voor nie.

Slegs twee papille per antenna is by *demeilloni* waargeneem. Geen gesklerotiseerde strukture is onder die basis van die antennae waargeneem nie en daar is nooit waargeneem dat die antenna in die kop kan terug trek nie. Gemonteerde eksemplare se antennalengte verskil egter wel wat aan die monteringsaksie toegeskryf kan word.

L. demeilloni het twee laterale plate met sensori. In totaal is 14 pare sensori by *demeilloni* waargeneem (Figuur 38).

10.2.6.2 Die anale segment

Figuur 39 toon 'n skematiese tekening van die posisie van ronde skyfvormige sensoria op die dorsaal, ventraal en laterale kant van die laaste agterlyfsegment (anale segment) van die *L. demeilloni* se vierde instar-larwe. Dorsaal is 10, ventraal 2 en lateraal 23 sensoria waargeneem. Soos by ander *Leptoconops*-spesies bestaan die anale segment uit twee laterale lobbe asook 'n ventrale mediale lob wat die anus bedek. Die lobbe vorm 'n kamer waarbinne die anus voorkom. Die anus word deur twee laterale papille omvou.

Die sensoria vertoon effens donkerder in kleur as die res van die integument. Sensoriese setae (hare) kom op die sensoria van lewendige larwes voor. Larwes wat deur die kaliumhidroksied-

proses gaan, of baie hanteer word, verloor van die hare. Die rektale papille word met stippels in Figuur 39 aangedui. Rektale papille word gebruik om faeces uit die anale kamer uit te druk (sien afdeling 11).

10.2.7 Die vermoemde papie

Net voordat die larwe in 'n papie verander, vertoon dit dikker aan die voorkant as aan die agterkant en die ventrolaterale stawe in die kop beweeg effens uit mekaar om 'n V-vorm aan te neem (Figuur 40). Die larwe beweeg min en krul nie op as dit versteur word nie. Die vermoemde papie ("pharate" in Engels = vermoemde) vervel binne 24 uur tot 'n papie.

10.3 Bespreking

Leptoconopinae-larwes besit 'n verharde kopkapsule met min aanhangsels (eucephalies) en besit geen pote nie (apodies). Hulle het geen funksionele spirakels nie (apneuties) maar het wel twee voelhorings (antennae). Die larwe is normaalweg blind, met of sonder oogvlekke, maar besit wel sensoriese hare. *L. spinosifrons* het geen oogvlekke nie terwyl *L. kerteszi* oogvlekke besit wat verdwyn indien die larwe met kaliumhidroksied behandel word om mikroskoop-preparate te maak (Clastrier 1971, 1972). 'n Belangrike verskil met *kerteszi* is dat *kerteszi* 23 segmente bevat (Clastrier 1972) en nie 21 soos by *demeilloni* nie. Die larwe van *L. spinosifrons* besit ook 21 segmente, naamlik die kop, drie borssegmente en 17 agterlyfsegmente (Laurence en Mathias 1972). Verwysings na sensilla-getalle by ander spesies in hierdie teks verwys na die lyntekeninge in Clastrier (1971 = *irritans*, 1972 = *kerteszi*) en Laurence en Mathias (1972 = *spinosifrons*).

L. demeilloni se dorsomediale staaf is lig gebou soos dié van *kerteszi*. Kontak met die dorsale apodeem van die ventrolaterale staaf kan nie waargeneem word nie behalwe vir 'n lang ligament wat wel voorkom. By *irritans* strek die laterale arms van die staaf as 'n band om die kop tot naby die apodeem. By *irritans* vorm die middel van die "T-stuk" 'n U-vormige instulping.

L. spinosifrons se kopkapsule besit pigmentasie asook oë. *Demeilloni* is oor die algemeen sonder pigmentasie en die kop vertoon deurskynend.

Die ventrolaterale staaf blyk soortgelyk aan dié van *L. irritans* en *L. spinosifrons* in prominensie te wees. By *L. kerteszi* steek die staaf se anteriorpunte verby die wangboog se frontale pilare.

Die lengte van die mandibeltande wissel tussen individue, moontlik die effek van slytasie. Die mandibel het net soos by *irritans* 'n prominente driehoekige eksterne apofise.

Die groef in die pre-mandibel is nie so ver uitmekaar as dié van *L. irritans* nie.

Die mentum van *L. demeilloni* vorm 'n soliede struktuur wat nie soos by *irritans* gesplyt is nie. *Irritans* se labium is egter soos by *L. demeilloni* solied. *Irritans* se labium strek tot by die protoraks wat nie die geval is by *demeilloni* nie. Geen hare kom in assosiasie met die monddede voor nie, wat wel die geval is by *L. irritans*. *L. kerteszi* se mond word deur 'n ring van hare en 'n lip omring.

Geen “messor” of maksilla soos by *spinosifrons* is waargeneem nie. Die labium en mentum word deur Laurence en Mathias (1972) as die hipostoom beskryf. Geen duidelike labiale skleriet kom by *demeilloni* voor nie. Geen faringeale borsels soos by *spinosifrons* kom voor nie.

Die epifarinks van *demeilloni* is soortgelyk aan dié van *irritans* (Clastrier 1971). Die hipofarinks en epifarinks is ook soortgelyk aan die anterieure en posterieure faringeale boë van *spinosifrons* (Laurence en Mathias 1972).

L. kerteszi het duidelike oogvlekke. *Irritans* se antenna besit vyf papille in die sentrale band. *Kerteszi* het vyf tot ses papille wat in twee rye om elke antenna geplaas is. Geen sub-geniale veer (“spring”) soos by *spinosifrons* of antenale boog (Smith en Low 1948) kom by *L. demeilloni* voor nie.

Die eerste paar sensillae op die anteriorgedeelte van die kop (labrum) van *kerteszi* is naby mekaar geplaas terwyl dit by *demeilloni* ver uitmekaar geplaas is. *Irritans* het twee pare enkelvoudige sensori (nr. 1 en 2 in Clastrier 1972) terwyl *demeilloni* slegs een paar het (Figuur 38 nr. 1). Die saamgestelde sensorium nr. 2 by *demeilloni* het vyf papille terwyl dit by *kerteszi* vier het en een by *irritans*. *Kerteszi* se nr. 4-sensillae is met ’n bandvormige struktuur aan mekaar verbind.

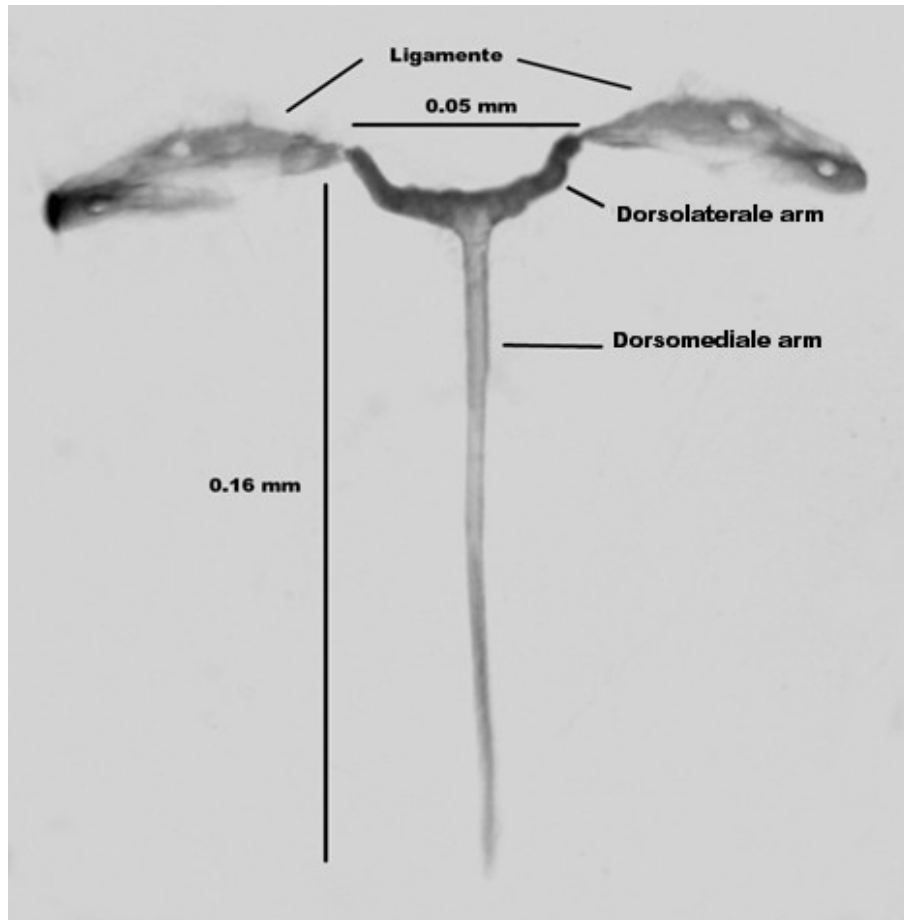
Geen sentraal geplaasde sensilla soos by *kerteszi* (nr. 4) kom by *demeilloni* voor nie. In hierdie gebied kom daar vier sensillae naby aan mekaar voor. Geen sensilla met lang hare (*kerteszi* nr. 5, 6 en 7) is waargeneem nie. Die labrum van *spinosifrons* het ’n paar stekels wat by *demeilloni* afwesig is.

L. demeilloni het twee laterale plate met sensori wat soos die plate van *kerteszi* lyk. Die saamgestelde sensori op ’n kort steeltjie (nr. 8) by *demeilloni* het drie papille wat in ’n ry gerangskik is, terwyl *irritans* se drie papille nie in ’n ry gerangskik is nie.

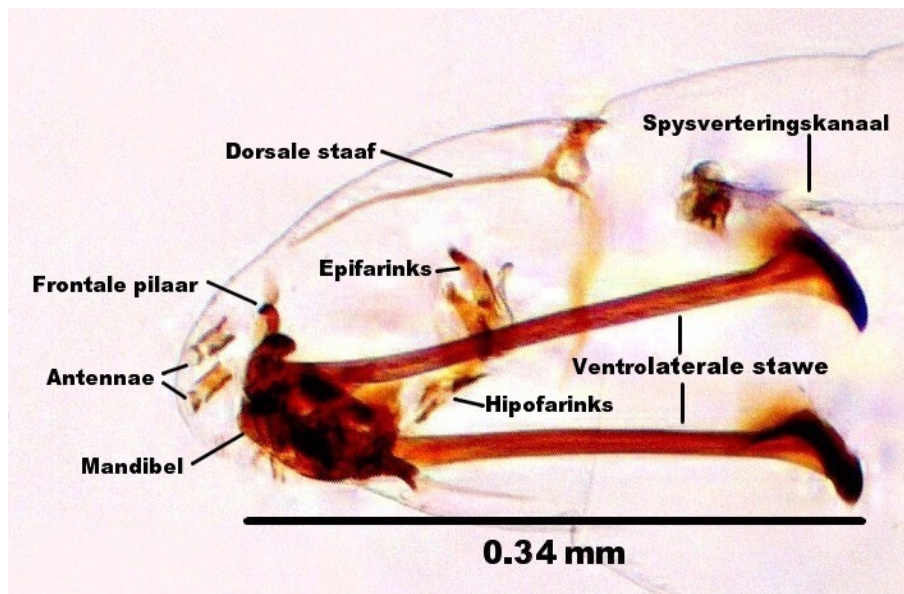
In totaal is 14 pare sensori by *demeilloni* waargeneem, wat soortgelyk is aan die aantal by *irritans*. *L. kerteszi* het 11.

Betreffende die sensoria op die laaste agterlyfsegment: *L. demeilloni* vertoon minder sensoria as *L. irritans* (Clastrier 1972) op die dorsale vlak maar meer op die laterale vlak van die anale segment. Die dorsale aangesig van die anale segment van *kerteszi* (Clastrier 1972) is soortgelyk aan *demeilloni* maar die middelste laterale sensorium by *kerteszi* bestaan uit twee sensoria baie na aan mekaar. *Kerteszi* se ventrale vlak het meer sensoria en die laterale vlak minder. Die plasing van die laterale sensoria op *demeilloni* is duidelik verskillend ten opsigte van die ander spesies.

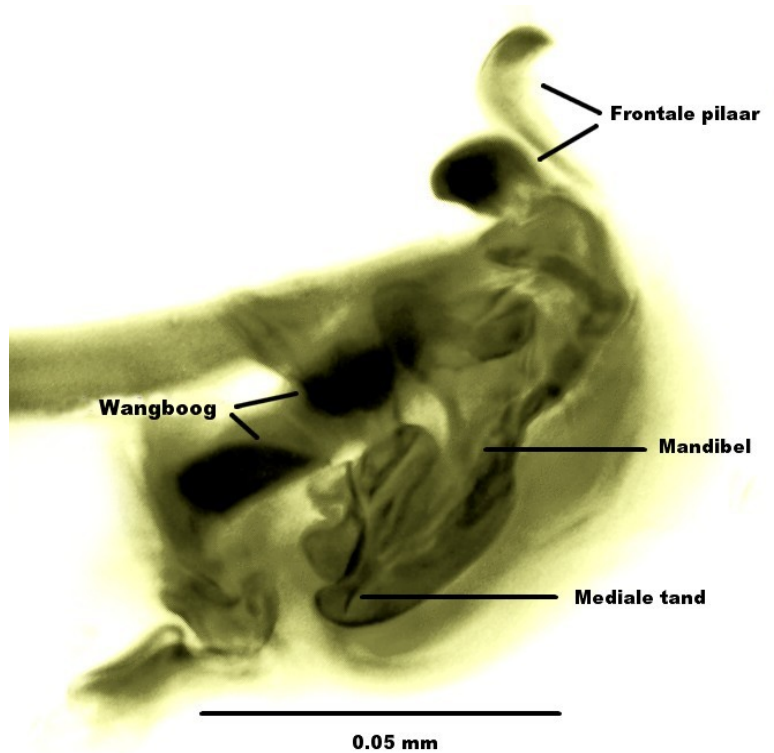
Vermomde papies (larwes wat op die punt staan om in papies te verander) is passief en verskil morfologies van die normale larwe. Hierdie fase dui op die voltooiing van die larwale stadium.



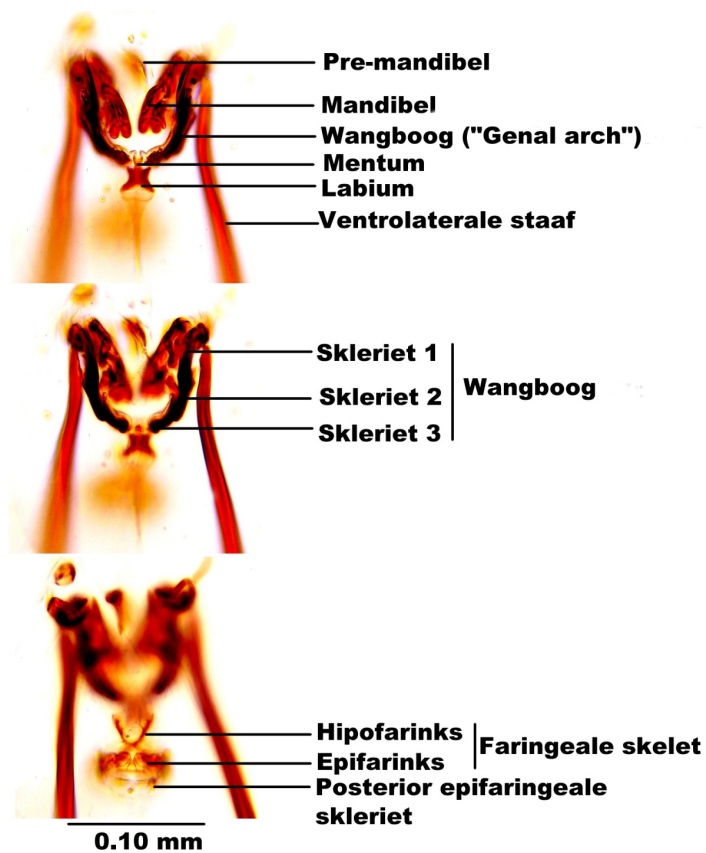
Figuur 34. Dorsomediale staaf in die kop van die larwe



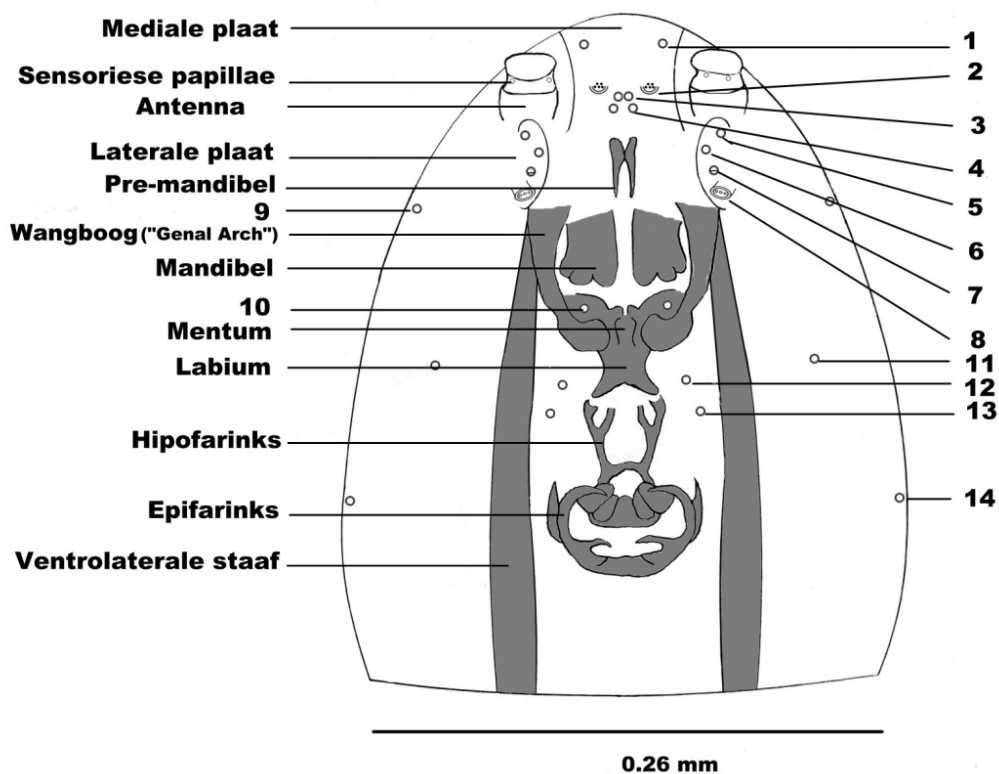
Figuur 35. Ventrolaterale staaf in die kop van die larwe



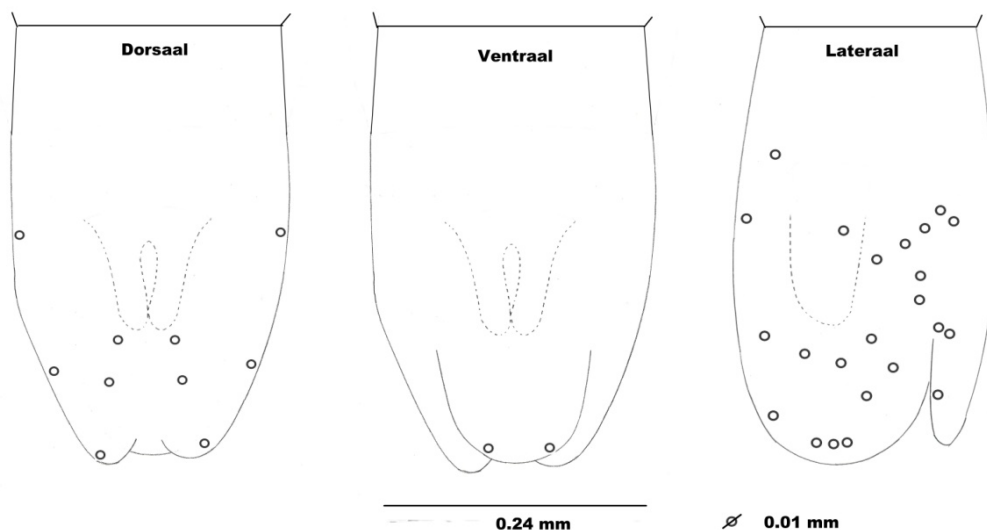
Figuur 36. Die frontale pilare, wangboog en mandibel met tande



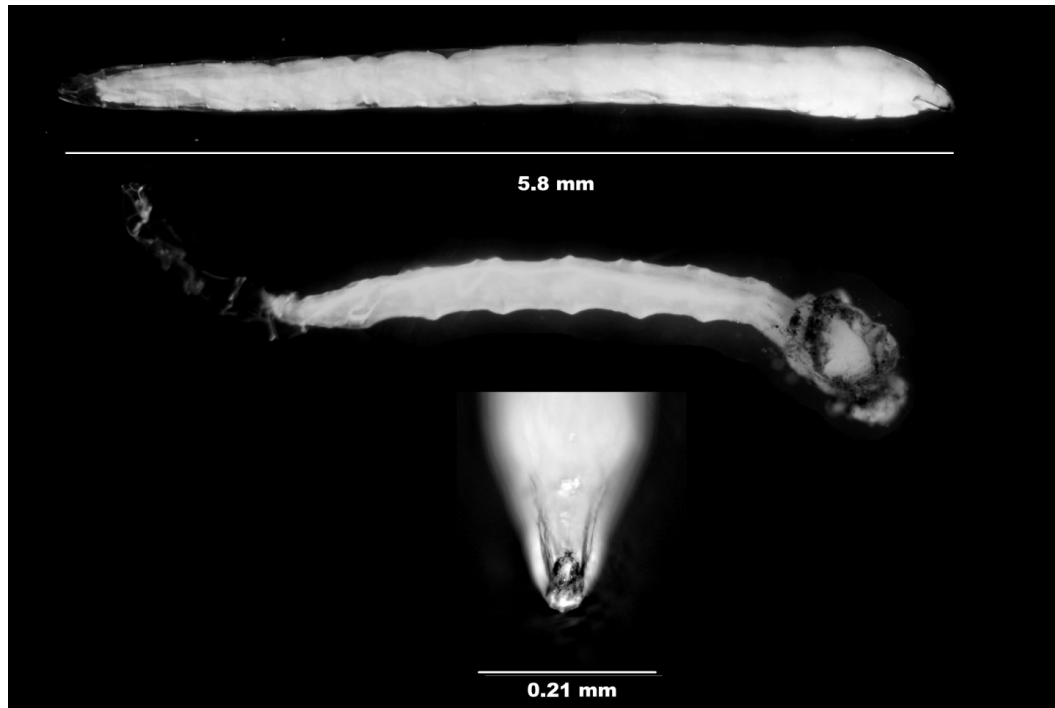
Figuur 37. Wangboog en faringeale skelet op drie vlakke gefotografeer



Figuur 38. Skematiese uiteensetting van die plasing van die sensillae (1–14) soos op die ventrale gedeelte van die vierde instar-larwe se kop



Figuur 39. Die dorsale, ventrale en laterale aangesig van die anale segment van die vierde instar-larwe van *L. demeilloni* wat die plasing van sensoria aandui



Figuur 40. Die vermomde (“pharate”) papie van *L. demeilloni* (twee fases en kop van onder gesien)

11. Die voedsel van die muggielarwe

11.1 Metode van ondersoek

Ten einde die larwes se eetgewoontes na te vors is 10 instar IV-larwes uit Duinekroon se duinsand geïsoleer en vir die inname van voedsel ondersoek. Larwes is gedissekteer en die inhoud van die middelderm is ondersoek. Waarnemings van die ontlastingsproses van die larwe is gemaak. Larwes se faeces is ook mikroskopies vir herkenbare materiale ondersoek en gefotografeer.

11.2 Resultate

11.2.1 Die middelderm inhoud

Die swart materiaal in die middelderm (Figuur 41) bestaan uit ’n wye verskeidenheid fyn organiese partikels (Figuur 42). Die larwe voed dus klaarblyklik op ’n ad hoc-basis op organiese detritus van verskeie oorsprong en aard. In Figuur 42 kan verskeie ronde selle gesien word wat afkomstig is van ’n verskeidenheid liggaamselle wat tydens die disseksieproses die inhoud van die middelderm besoedel het. Mikro-organismes kom ook voor.

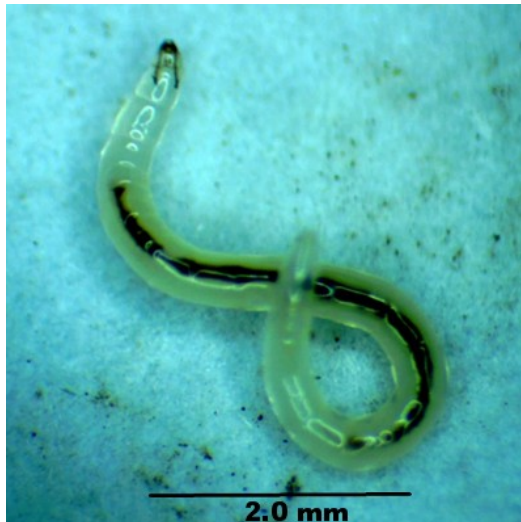
11.2.2 Die funksie van die rektale papille

Die rektale papille word gebruik om faeces uit die anale kamer na buite uit te stoot (Figuur 43(a) en (b)).

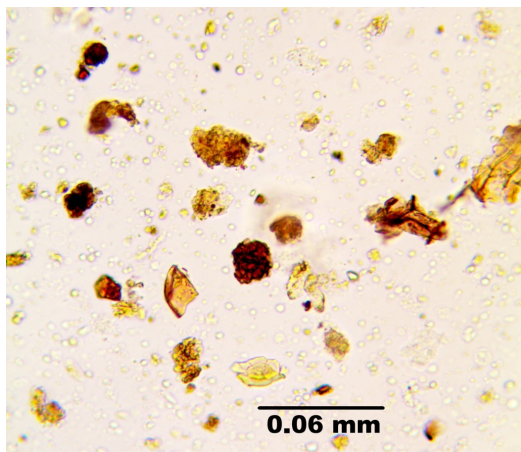
11.3 Bespreking

Leptoconopinae-larwes voed waarskynlik op een van die volgende bronne: fyn detritus, growwe detritus, groen alge, diatome (protozoa), klein akwatiese invertebrata, fungi en bakterieë (Lawrence en Mathias 1972; Mullen en Hribar 1988). Hierby kan ander protozoa en Archaea (eensellige organismes wat onder ekstreme toestande sonder fotosintese groei) gevoeg word. Dit is egter moeilik om larwes se voorkeur te bepaal aangesien hulle mikroskopies klein is en hulle bykans enige mikroskopies klein organiese materiaal deur hul mond sal inneem saam met hul voedsel van keuse. Die aard van die sandhabitat van *L. demeilloni* sowel as die bou van die larwe se monddede laat mens onmiddellik spekuleer of die hoofbron nie die swart film is wat op die sandkorrels voorkom nie. Hierdie ondersoek toon egter dat dit nie die geval is nie.

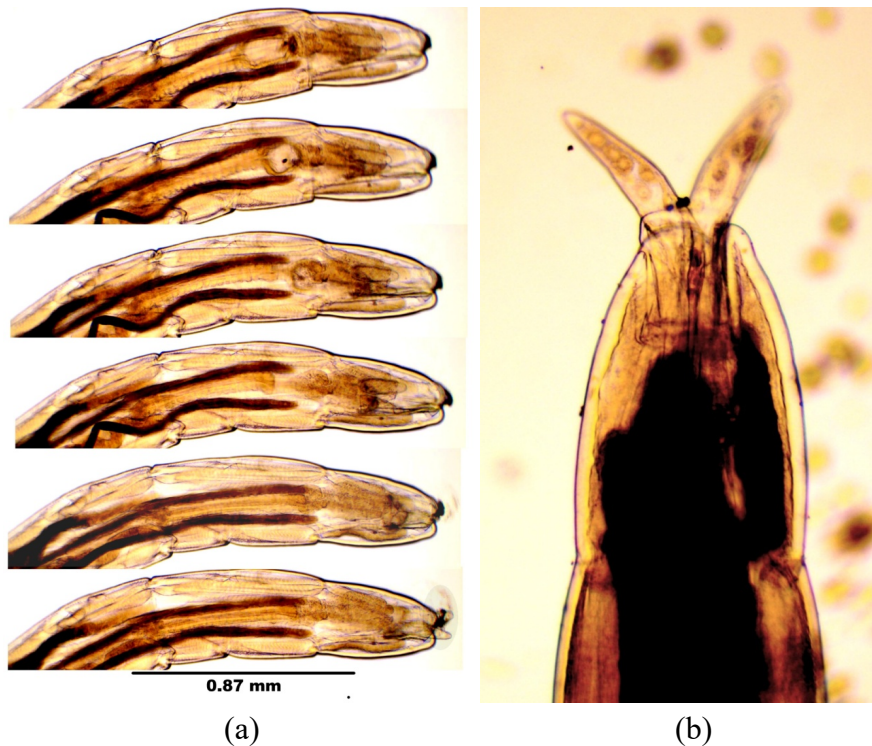
Smith en Low (1948) maak melding van twee blase wat by die anus van *L. torrens* uitgestulp word wanneer dit in water swem. Die outeurs was van mening dat die blase as moontlike kieuë dien om die larwe te help asemhaal. Moontlik is dit die anale papille wat hierdie funksie verrig. Hierdie gedrag is egter nie by *demeilloni* waargeneem nie. *L. demeilloni* is nie in staat om te swem nie maar kriel slegs slangagtig rond in water.



Figuur 41. Swart middelderminhoud van die *L. demeilloni*-larwe



Figuur 42. Diverse organiese partikels in middelderm van die *L. demeilloni*-larwe



Figuur 43 (a). Reeks foto's van larwe besig om te ontfas. (b) Rektale papille volledig uitgestulp om ontlasting uit anale kamer te stoot

12. Die taksonomiese kenmerke van die *L. demeilloni*-papie

12.1 Metode van ondersoek

Papies is versamel en laat ontwikkel tot volwasse muggies soos in afdeling 9 beskryf. Sodoende kon manlike en vroulike papies geïdentifiseer word. 'n Mikroskopiese ondersoek is gedoen op lewendige papies, papiedoppe sowel as papies wat in 70% ETOH gepreserveer was. Suurfuchsien en metileenblou is gebruik om papiedoppe mee te kleur sodat meer besonderhede van die uitsteeksels op hul lywe gesien kon word. Papies is in M1 op mikroskoopplaatjies gemonteer vir ondersoek. Daar is op uitstaande kenmerke soos tuberkels, stekels en haarvelde gekonsentreer. Die studie is op 98 papies gebaseer. Die anatomiese nomenklatuur van Clastrier (1971, 1972) is gebruik om die verskillende liggaamsdele van die papie te benoem.

12.2 Resultate

12.2.1 Algemene bou

Die papie het 'n harde vel wat hom beskerm teen uitdroging, predatore en meganiese skade terwyl hy beperkte beweging het en naby die grondoppervlak vertoef. *L. demeilloni*-papie is bruin gekleur en versmelt met die kleur van die sand waarin hulle leef. Die volwasse muggie ontpop uit die papiedop wanneer die dorsale deel van die papie se bors oopbars en die muggie daaruit kruip. Die muggie se vlerke neem 'n paar uur om te ontplooi en hard te word, waarna dit wegvlieg. Papies het beperkte beweegvermoë. Daar is waargeneem dat papies kort entjies

vorentoe kan kruip deur wikkelsbewegings en dat die uitsteeksels op hul lyf vastrapplek verleen vir die papie om sy posisie in die sand te verander.

12.2.2 Die cephalotoraks (kopbors)

Figuur 44 toon 'n skematiese tekening van die ventrale en dorsale gedeelte van die cephalotoraks van 'n *L. demeilloni*-papie. Figuur 45 toon 'n skematiese tekening van die laterale gedeelte van die cephalotoraks soos op mannetjies en wyfies van toepassing.

Op die dorsale gedeelte van die okulêre plaat kom 'n prominente stekelhaar (0,10 mm) voor.

Die antennale plaat van die mannetjie en wyfie verskil min van mekaar. In papiedoppe kan bande gesien word waar die segmente van die antenna skei.

Die respiratoriese trompet het 'n baie kort steeltjie van 0,05 mm lank (Figuur 46(a) en (b)). Die trompet se koepel het 14 papille en die koepel is ovaalvormig. Mannetjie- en wyfiekeopels lyk dieselfde.

Vier dorsolaterale prominente plat knobbels kom op die borsplaat voor. Die tweede knobbel by *demeilloni*-mannetjies en wyfies het twee prominente stekelhare (0,07 mm) (Figuur 47).

12.2.3 Die agterlyf

Die agterlyf het 10 segmente. Die metatoraks grens aan die eerste abdominale segment en het vier klein tuberkels met hare.

Die eerste agterlyfsegment se ventrale kant is bedek met die posterior-gedeelte van die kopbors. Lateraal aan elke kant kom drie tuberkels voor en dorsaal ses; in totaal 12. Segment II tot VII het 16 tuberkels (Figuur 48(a) (b), Figuur 49(a) (b); dorsaal 6, lateraal 3 en ventraal 4, totaal $6+3+3+4=16$). Segment VIII het 10 tuberkels (dorsaal 2, lateraal 3 en ventraal 2, dus $2+3+3+2=10$) en segment IX slegs twee lateraal geplaas.

Segment VIII van die mannetjie het dorso-lateraal aan elke kant 'n prominente mikro-haarveld wat los van ander velde voorkom (Figuur 50).

Segment X (die agterste of koudale segment) huisves die geslagstelsel. By die mannetjie is dit die basistyle (gonokoksiet) en distyle (gonostylus) wat hierin voorkom. By die wyfie bestaan segment X uit twee lang gepunte buise wat die cerci (anale aanhangsel) van die volwasse wyflemuggie huisves. Die koudale segment maak dit moontlik om maklik tussen manlike en vroulike papies te onderskei.

12.3 Bespreking

Die papies van insekte se morfologie is uniek aan 'n betrokke spesie. Hierdie rusfase is egter dikwels onbekend aan die wetenskap. Die papies van oorsese *Leptoconops*-spesies is deur verskeie outeurs beskryf (Smith en Low 1948; Laurence en Mathias 1972; Clastrier 1971, 1972). Papies verteenwoordig 'n papie-instar wat 'n stadium is waarin hulle vir 'n spesifieke tyd verkeer.

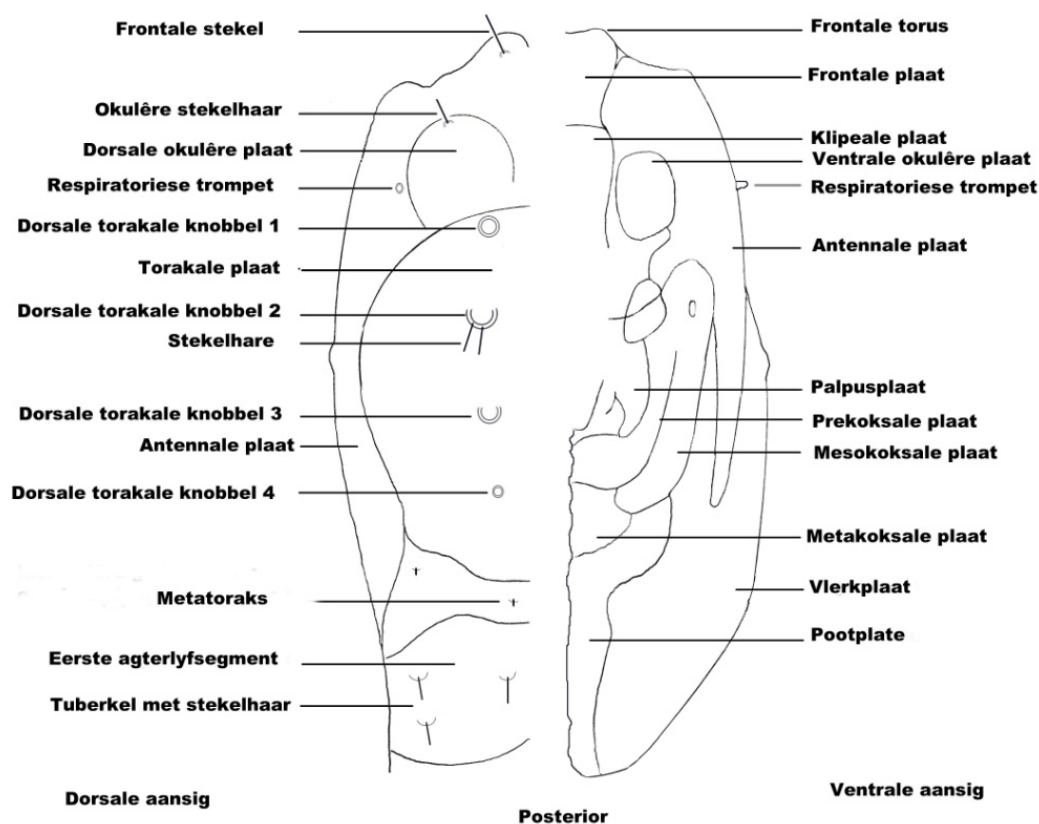
Die studie van die papie se eksterne morfologie word bemoeilik deur grondkorrels en ander organiese afval wat aan die dop vassit. Mannetjie- en wyfiepapies se morfologie is byna dieselfde. Groot verskille kom egter in die koudale segment van die agterlyf voor waar die geslagstelsel gehuisves word.

Die voorpunt van die papie van *L. demeilloni* is in die vorm van 'n verhewe punt of torus, en net agter die torus op die frontale plaat kom 'n prominente stekelhaar voor wat langer is as die soortgelyke stekels op *kerteszi* en *L. spinosifrons*. *L. kerteszi* het prominente knobbels op die okulêre plaat.

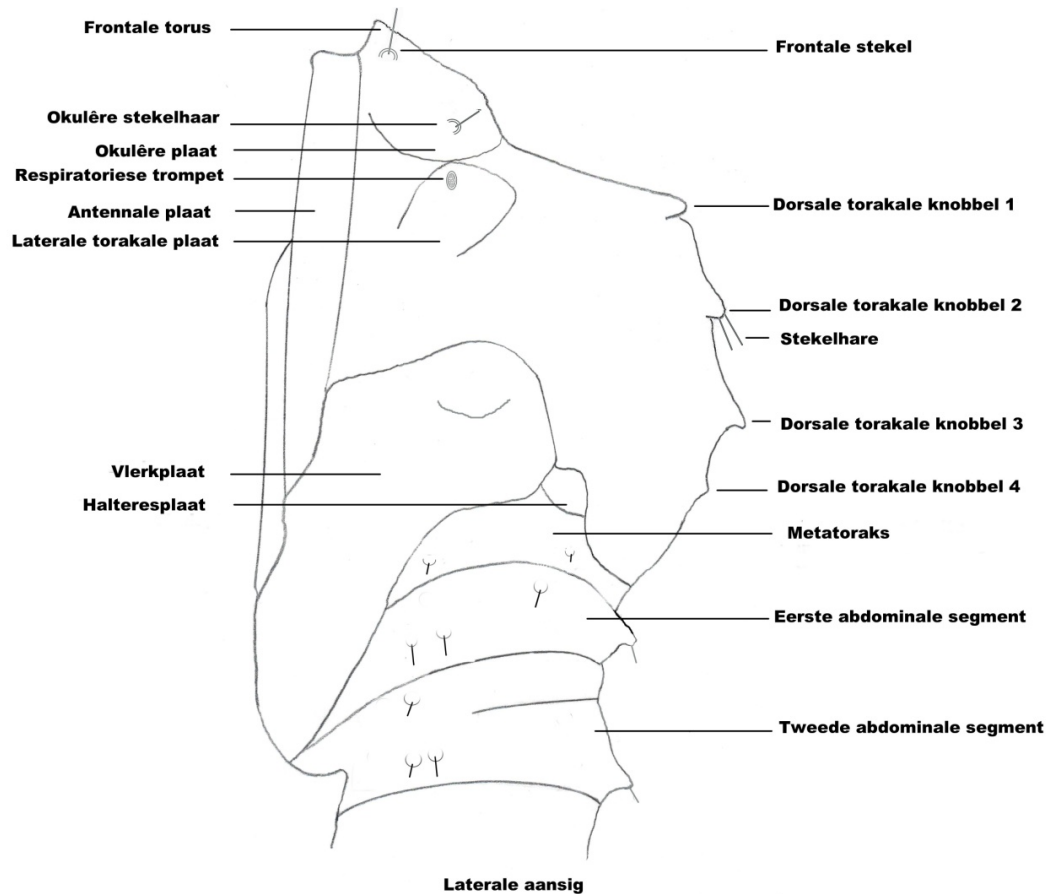
Die ronde vorm van die papie maak dit moeilik om tussen die grense van die ventrale, dorsale en laterale gedeeltes te onderskei. Die skeiding tussen die kop, bors en agterlyf is ook nie oral op die papie duidelik nie.

Die respiratoriese trompet is korter as dié van *kerteszi* (wat ook 'n groot basis het) maar soortgelyk aan *spinosifrons*. By *spinosifrons* is vier tot vyf papille in een ry aanwesig. By *kerteszi* het die koepel 24 papille en by *demeilloni* is 14 waargeneem.

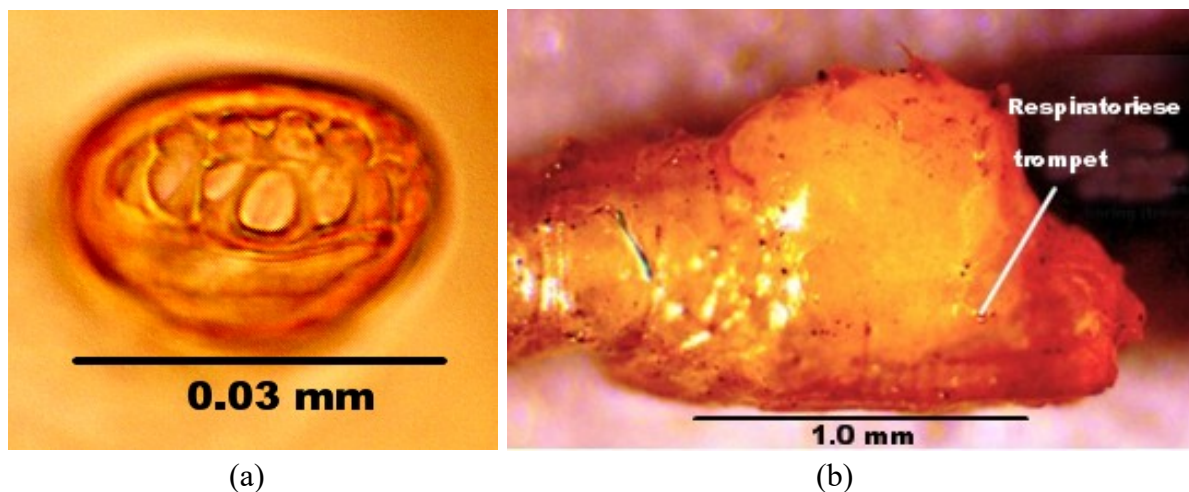
By *L. kerteszi* is daar twee plat knobbels op die borsplaat. *Spinosifrons* het een paar klein knobbels wat elk klein enkelstekels dra. *L. demeilloni* het vier paar knobbels waarvan die tweede paar elk twee groot stekels dra. Die kenmerke van die *L. demeilloni*-papie maak dit moontlik om dit van ander *Leptoconops*-soorte te onderskei.



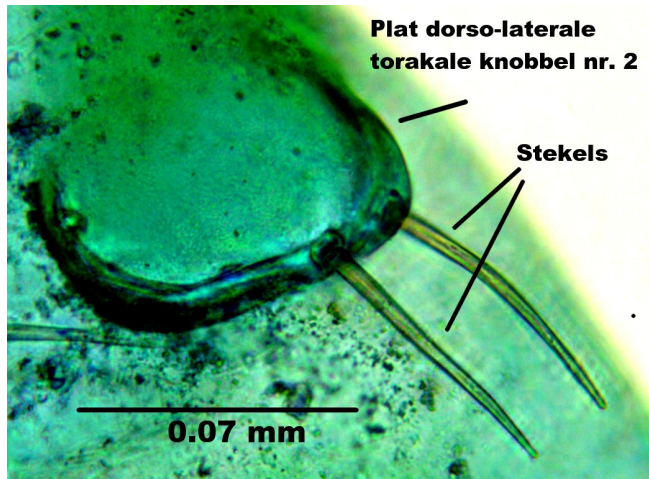
Figuur 44. Skematiese tekening van die ventrale en dorsale gedeelte van die cephalotoraks van *L. demeilloni*-papie



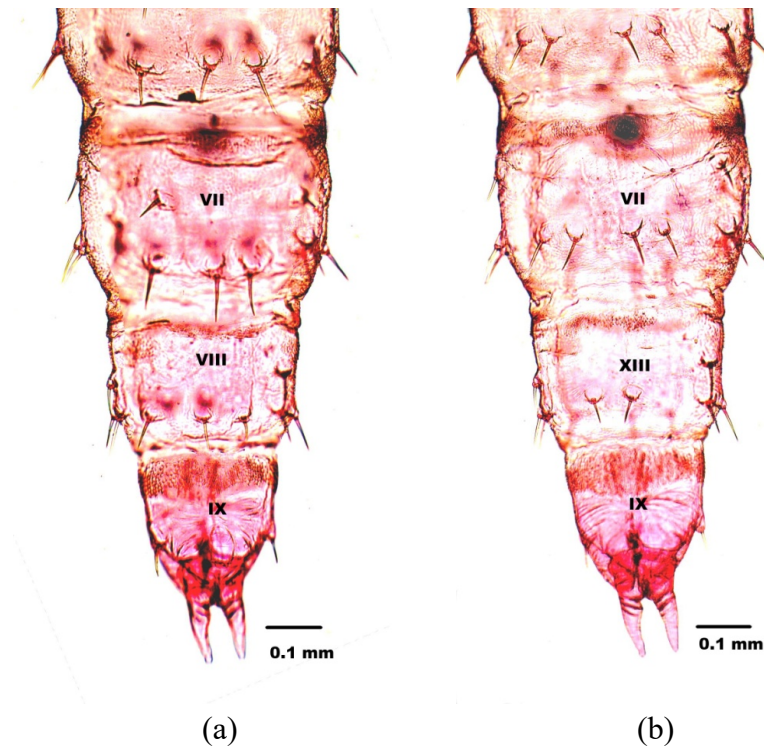
Figuur 45. Skematiese tekening van die laterale gedeelte van die cephalotoraks van *L. demeilloni*



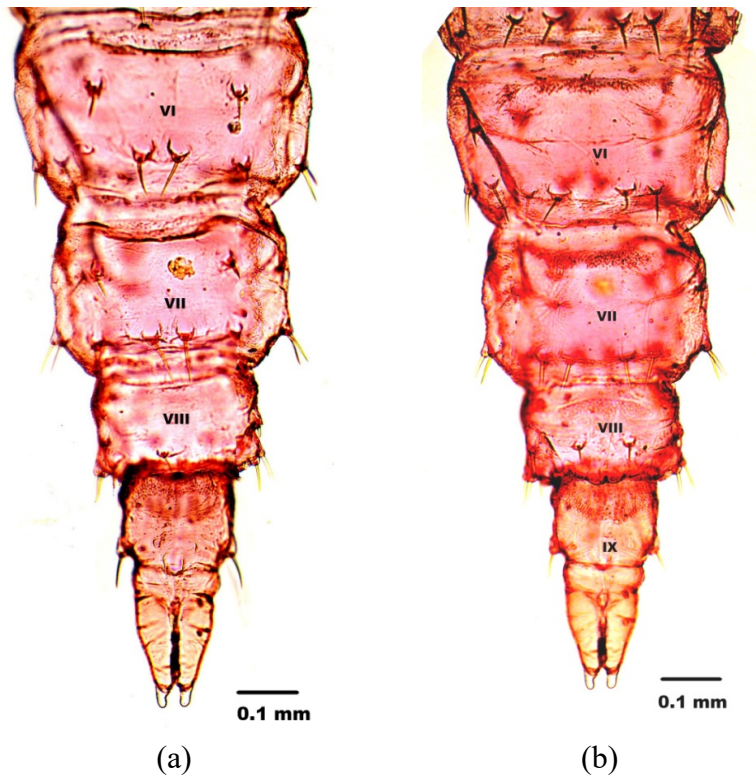
Figuur 46 (a) Die respiratoriese trompet en posisie (b) van die trompet van *L. demeilloni*-mannetjie



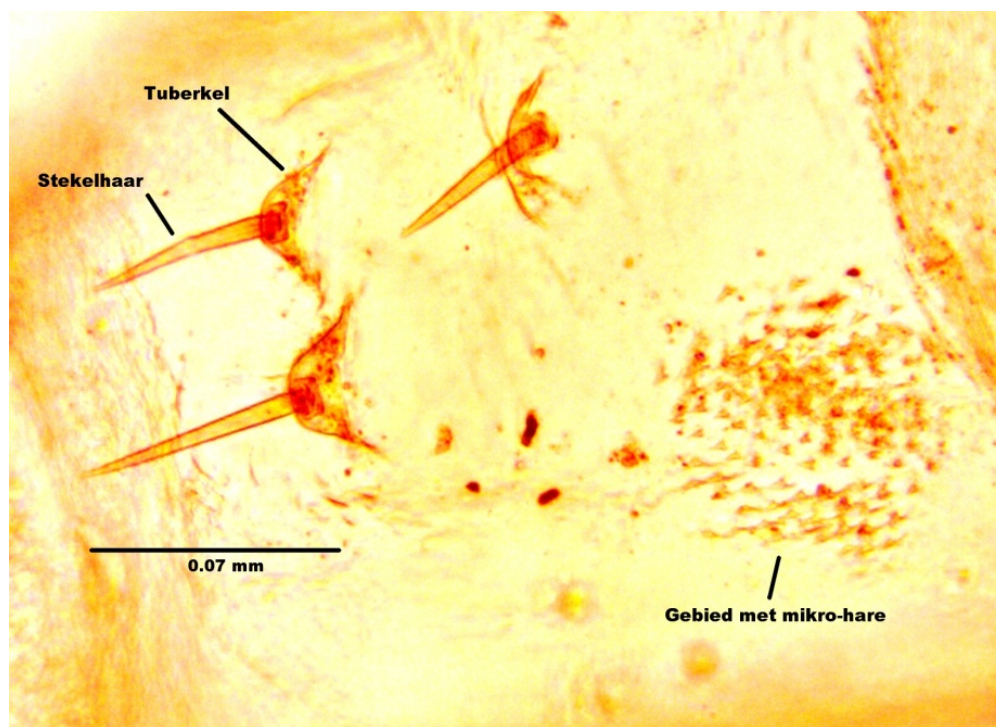
Figuur 47. Regter- dorsolaterale torakale plat knobbel nr. 2 met stekels op die wyfiepapie van *L. demeilloni* (mannetjie is soortgelyk)



Figuur 48 (a) Manlike papiesegmente VI tot X dorsaal. (b) ventraal



Figuur 49. (a) Vroulike papiesegmente VI tot X dorsaal. (b) ventraal



Figuur 50. Die tuberkels, stekelhare en mikro-hare op die dorsolaterale kant van segment VIII van die manlike papie

13. Die verspreidingsgebied van *L. demeilloni* in die Hessequa munisipale area

13.1 Metode van ondersoek

In die lente van 2022 is 'n ondersoek geloods na die verspreidingsgebied van die muggie deur die gebied per motor te deurkruis en waarnemings rondom kuddes plaasdiere te maak. Waar vliegmonsters was, is vliegmonsters met 'n veenet rondom die kuddes geneem en later in 'n laboratorium mikroskopies vir die teenwoordigheid van *Leptoconops*-muggies ondersoek. Die datum, ruitverwysing en tyd is as monsterverwysing geneem. Positiewe en negatiewe resultate is op kaarte van die gebied aangedui. Waarnemings van die teenwoordigheid van duinsand is terselfdertyd gemaak en die grense waarbinne die muggie waarskynlik broei is op 'n kaart aangetoon. Nege en twintig punte binne Hessequa is ondersoek. Die program "CapeFarmMapper uitgawe 2.6.14", 2022, van die Wes-Kaapse Departement van Landbou is gebruik om die monsterpunte akkuraat weer te gee. Die muggieversameling ($n = 910$) van die outeur is in die besit van LNR-Onderstepoort Veeartsenykundige Navorsing, Privaatsak X5, Onderstepoort 0110, Suid-Afrika.

13.2 Resultate

Hessequa is deel van die Eden Distrik Munisipaliteit in die Wes-Kaap. In die noorde word Hessequa deur die Grootrivier in die Klein-Karoo begrens, in die suide deur die Indiese oseaan, in die ooste deur die Gouritsrivier en in die weste deur die Breederivier.

Twee en twintig monsters uit 29 was positief vir *L. demeilloni*. Die plekke waar daar *L. demeilloni*-muggies gevang is en waar daar nie muggies teenwoordig was tydens die ondersoek nie word in Figuur 51 weergegee. Muggies is tussen 10 en 300 meter bo seespieël aangetref. Reënval van ongeveer 350 tot 500 mm per jaar kom dwarsdeur die jaar verspreid in die gebied voor. Die winter is matig en swaar dou kom gereeld in die winter voor.

Die area met muggies beslaan 117 700 hektaar (1177 vk. km) waarvan die omtrek 170 km is. Die gebied beslaan ongeveer 16% van Hessequa se oppervlak. Die verspreidingsgebied van die muggie binne Hessequa word in Figuur 52 omsirkel.

Leptoconops capensis De Meillon en Hardy, *L. dixi* De Meillon, *L. harrisoni* De Meillon en Hardy, en *L. (H.) kerteszi* Kieffer is nie in enige muggiemonsters vanuit Hessequa gevind nie.

13.3 Bespreking

Volwasse muggies kan waarskynlik oor lang afstande deur wind vanuit hul broeiplekke versprei word. Seelug is gewoonlik vogtig en indien 'n muggie lewendig in die lug kan bly sal 'n windspoed van etlike kilometers per uur die muggies ook oor etlike kilometers kan versprei na gebiede wat ongeskik is vir die muggie om in te broei. Sulke muggies sal steeds plaagstatus bereik.

Daar is twee omgewingsfaktore wat die verspreiding en aandeel van muggies positief kan beïnvloed, naamlik die teenwoordigheid van geskikte duinsand met vog vir muggielarwes om

in te ontwikkel, en die teenwoordigheid van warmbloedige diere wat bloed aan die wyfies vir die ontwikkeling van eiers kan voorsien.

Faktore wat negatief is vir die muggie kan soos volg opgesom word: sand waarvan die partikels te groot of te klein is vir die larwes om in te beweeg, grond met 'n hoë organiese, klei- of kalkinhoud, seesand, droë Karoo-toestande, vleiland of moerasse waar die voginhoud altyd hoog is, plekke waar die wind baie waai soos langs die see, landerye wat geploeg, bewerk, beplant, bemes, bespuit en afgeoes word, menslike nedersettings waar paaie aangelê en geboue opgerig is, en veld wat deur indringergewasse soos *Acacia cyclops* (rooipitjie) of *Acacia saligna* (Port Jackson) oorgeneem is, wat 'n permanente skadu op die grond gooi.

Die “muggiegebied” in Hessequa is redelik goed afgebaken. In die noorde word die gebied deur geploegde lande begrens. In hierdie gebied word daar nie op groot skaal met vee geboer nie. Daar is wel hier en daar groot melkerye, maar die verweerde aeolianiet-duinsand is afwesig. Verder noord na die Langeberg verhoog die reënval en is duingrond skaars. Bloedsuigende riviermuggies (Fam. Simuliidae) is wel aan die voetheuwels van die Langeberg aangetref.

In die suide is daar 'n baie smal strook van ongeveer 100 meter langs die see waarvan die muggies nie hou nie.

In die ooste word die broeiplek begrens deur die Gourits-vloedvlakte. Laagliggende gebiede rondom Gourits is of 'n vloedvlakte, langs die see of is digte proteaveld waar min plaasdiere aangehou word. Hierdie gedeelte word nie as ideale muggieteelaarde beskou nie.

In die weste van Hessequa word die muggies aangetref tot in die omgewing van Mosselbankfontein. Naby Puntjie was muggies afwesig by vee op 'n dag wat daar 'n swaar muggie-aanval naby Odendaalspunt se afdraai plaasgevind het. Die gebied tussen Puntjie en Witsand se geologie is sodanig dat die sand nie baie geskik is vir muggieteling nie. Hier is die grond klipperig en wit waaisand kan hier en daar gesien word. Min plaasdiere kom in die gebied voor.

In die loop van die Goukourivier is baie boerdery-aktiwiteit en plaasdiere is volop. Die omgewing is nie ideale teelgebied vir die larwes nie maar die volwasse muggies vind hier skuiling en bloed. Muggie-aanvalle is algemeen sowat twee km vanaf die monding by die see. Muggies in die loop van die Goukourivier kom waarskynlik uit die naasliggende duineveld waar hulle aanteel.

Volgens SANBI (2018) se plantegroei-atlas val die gebied hoofsaaklik in Canca Kalksteen-fynbos gevolg deur Albertinia Sand-fynbos. In die valleie kom Suid-Kaapse valleibosse voor waar muggies in groot getalle op waterryke plase se oop weiding gevind word.

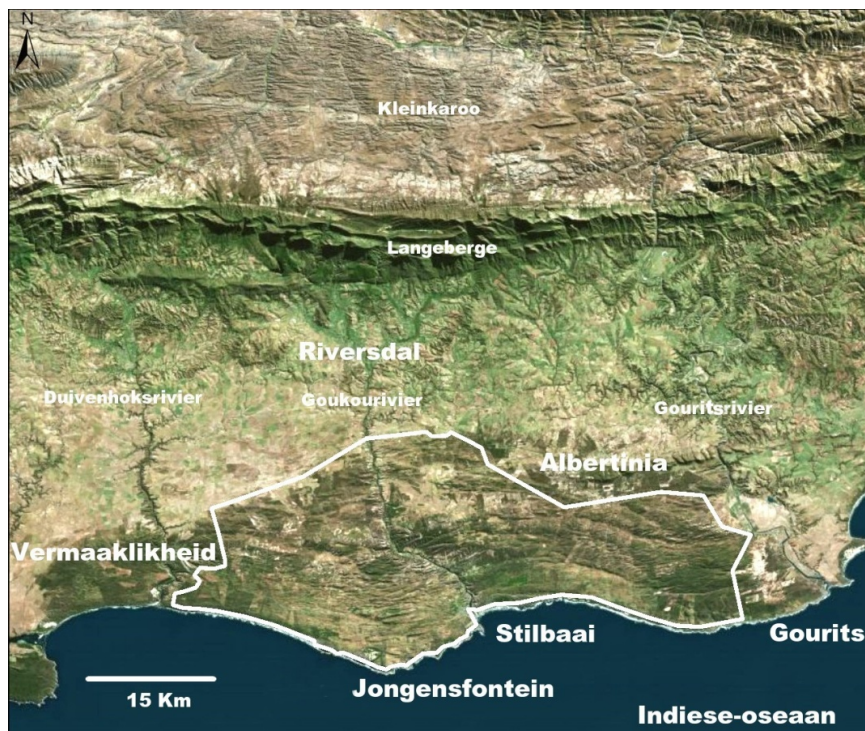
Die Noord Langeberg Sandsteen-fynbosgebied is baie klipperig en minder geskik vir muggies. Die Suid-Kaapse kuswoud skep baie skadu en skuiling teen die muggies. In die Blombos-strandveld teenaan die kus word muggies aangetref behalwe op die strandgebied sowat 100 meter van die see.

Die muggie kom dus in meer as een fynbostipe voor en broei in eilande sand wat daarvoor geskik is. Die muggie vlieg aktief of passief in windstrome oor die gebied. Die beweging van diere sal ook muggies saam laat beweeg en bydra tot die vergroting van die verspreidingsgebied.

Opsommend kan gesê word dat 'n sandmedium, gekenmerk deur rietbosse (*Restionaceae*), oop sand en molshope (veroorzaak deur molle van die familie *Bathyergridae*) wel in die gebiede waarin die *Stilbaaimuggie* voorkom, aangetref is.



Figuur 51. *L. demeilloni* se positiewe en negatiewe monsterpunte in Hessequa (2022) (CapeFarmMapper 2022)



Figuur 52. Die verspreidingsgebied van *L. demeilloni* in Hessequa (2022) (CapeFarmMapper 2022)

14. Die beheer van die muggie

14.1 Metode van ondersoek

14.1.1 Die omvang van die muggieplaag

Die omvang van die probleem kan gedefinieer word deur die aantal muggielarwes wat deur die jaar per kubieke meter sand aangetref is in oënskou te neem. Die aantal larwes per kubieke meter sand is in die voorafgaande afdeling 8 bepaal. 'n Hipotetiese berekening van die aantal muggies op 'n duineveldplaas van 40 hektaar is uitgevoer.

14.1.2 Die seisoenale voorkoms van die muggie deur die jaar

Na aanleiding van die ondersoeke volgens afdeling 8 en 9 is die lewensiklus van die muggie skematies in 'n wieldiagram saamgevat ten einde beheerstrategie teen die muggie te ontwikkel.

14.1.3 Die ontwerp van beheermaatreëls deur boere

'n Literatuurstudie oor die metodes van *Leptoconops*-beheer oor verskeie lande van die wêreld is uitgevoer en word bespreek. Boerderypraktyke in die Suid-Kaapse duineveld is ondersoek om vas te stel wat die boeregemeenskap doen om die muggie te bestry.

14.1.4 Biologiese beheer teen die muggie

Tydens die ondersoek na die bionomie van die muggie is waarnemings van natuurlike vyande wat in dieselfde habitat as die muggie voorkom gemaak.

14.1.5 Die sistematiese benadering tot muggiebeheer

Die besluitnemingsproses betreffende muggiebeheer is krities beskou en aanbevelings word gemaak.

14.2 Resultate

14.2.1 Die omvang van die muggieplaag

Indien daar 'n gemiddeld van 0,45 larwes per liter sand voorkom en die aktiwiteit van larwes tot die boonste 50 cm oppervlaksand beperk word, impliseer dit dat daar tot 90 miljoen muggies op 'n 40 ha-plaas kan voorkom waarvan die helfte wyfies is.

14.2.2 Die seisoenale voorkoms van die muggie deur die jaar

Na aanleiding van die navorsing wat reeds onderneem is, kan die muggie se lewensiklus in Figuur 53 opgesom word. Die eiers word oor 'n periode van 10 weke gelê vanaf die middel van September tot die eerste week van Desember. Vanaf die eerste week in Oktober is daar larwes in die grond wat deur vier instars tot papies ontwikkel. Die larwes beweeg dieper onder die grond in indien die grond sou uitdroog. Party ontwikkel vinniger as ander tot die vierde instar. Alle larwes bereik volwassenheid in September en beweeg nader aan die grondoppervlak. Papies en volwassenes is tegelykertyd opgemerk in die eerste week van September.

14.2.3 Die ontwerp van beheermaatreëls deur boere

Die Stilbaaimuggie hou van skerp sonlig en vlieg nie in huise en stalle in nie. Die eerste skuilplek vir skape is in die trop en skape steek hul koppe weg vir die muggies deur saam te drom. Die melkhouboom skep 'n natuurlike skuilplek in die dag teen die muggie. Afdakke met mure in krale bring verligting vir diere en dikwels rus diere in waenhuise waar hulle ook gevoer kan word. Daar is gevind dat muggies nie in groentetonnels invlieg nie en huise van skadunet is dus ook nuttig om mens en dier teen die aanval te beskerm.

Mense word beskerm teen muggiebyte indien hulle langbroeke en langmouhemde dra. Gesignette is effektief om mense se gesigte teen muggies se aanvalle te beskerm.

Daar is bevind dat gewone huisligte, LED-ligte asook ultravioletlig nie muggies op groot skaal naderlok soos die geval is met ander nagvlieënde insekte nie. Elektriese skokapparate met ligte kan dus nie aangewend word om muggies mee te beheer nie.

14.2.4 Biologiese beheer teen die muggie

Tydens die soektog na muggielarwes in die grond is daar dikwels baie klein honderdpootjies (Arthropoda; Chilopoda) in die sand aangetref. Hierdie diertjies is predatore wat op ander klein diertjies leef. Die moontlikheid bestaan dat hulle muggielarwes sal vreet as hulle teëgekom word. Tydens die ondersoek na muggies in die sand word aalwurms aangetref, veral as daar plantwortels in die sandmonster is. Die kans dat daar predatoriese aalwurms teenwoordig is, kan nie uitgesluit word nie. Predatoriese sandmyte is nie gevind nie.

14.2.5 Die sistematiese prioriteitsbenadering tot muggiebeheer

Die sistematiese prioriteitsbenadering tot muggiebeheer word in Tabel 5 saamgevat.

14.3 Bespreking

Insekplaagbeheer geskied gewoonlik op vier maniere, naamlik chemiese, kultuur-, fisiese en biologiese metodes. Chemiese ingryping met plaagdoders en afweermiddels is dikwels 'n maklike uitweg maar kan negatiewe gevolge vir die natuur inhou. Onder kultuurmetodes kan mens poog om die omgewing wat die plaag verkies tot hul nadeel te verander deur landbou-bestuurspraktyke.

Fisiese metodes sluit in die oprigting van strukture om muggies uit te sluit, dra van beskermende klere en die gebruik van valle. Biologiese metodes maak van die natuurlike vyande van 'n plaag gebruik.

14.3.1 Chemiese beheer

Rees en Smith (1952), Rees en Winget (1970) bespuit die broei-areas van *L. kerteszi*-larwes in die grond met 'n lys van plaagdoders waaronder DDT, almal plaagdoders wat nie meer vandag gebruik word nie. Sodanige behandeling is logies, effektief, maar ook onaanvaarbaar in terme van vandag se omgewingstandaarde. Deur dit te doen vernietig jy alle insekte in die omgewing en van die chemikalieë in die voedselketting kan op beweeg na hoër organismes. *L. torrens* is al beheer deur die broeigebied met Dieldrin te bespuit (Kettle 1969). Wirth en Atchley (1973)

beskryf die beheer van *L. torrens* deur die omgewing waar die volwasse muggies oornag met 'n plaagdoder te bespuit. Die Stilbaaimuggie oornag ook op die grond en kan moontlik met 'n geskikte plaagdoder in die nag bestry word. Enige grondbehandeling sal in die eerste week van September die effektiëste wees wanneer larwes en papies naby die grondoppervlak aangetref word, maar is tans onprakties.

'n Reeks kommersiële chemiese afweermiddels vir menslike gebruik is beskikbaar. Middels wat N,N-dietiel-meta-toluamide bevat (DEET) soos Peaceful Sleep, Tabard en Mylol is baie effektië en kan beskerming vir ongeveer een uur gee. Middels wat natuurlike afweermiddels soos sitronella-olie en plaagdoders soos piretrum bevat, vaar nie beter nie. In die dorp Stilbaai is daar 'n apteker wat muggiesalf bemark wat veral onder gholfspelers gewild is.

Natuurlike plantolies in fynbosplante soos kooigoed (*Helichrysum crispum*) kan ook muggies afweer maar dit is minder effektië as DEET-bevattende middels. Daar is persone wat glo aan vinkeltakkies wat onder jou hoed ingedruk word.

Antihistamiensalf help om die allergiese reaksie van 'n muggiebyt by mense te verlig en Voltarensalf (dichlofenac dietielamonium) is al met sukses aangewend om ernstige allergiese reaksies te verminder. Sommige mense brand die vars bytmerk met 'n warm vuurhoutjiekop, wat klaarblyklik die giftige speeksel vernietig. Andere glo aan die slymerige sap van *Bulbine*-spesies (kopieva / geelkatstert) om die jeuk te verlig.

Daar bestaan verskeie geregistreerde middels in Suid-Afrika waarmee plaasdiere teen muggie-aanvalle behandel kan word. In 2021 was daar na die skrywer se wete ses middels wat op die etiket aandui dat dit teen muggies geregistreer is, naamlik Tickgard (chloorfenvinfos/sipermitrien), Paracide (alfametrien), Decatix-3, Deltapour-5, Deletex-5 en Deltadip-pour (laaste vier met deltametrien as aktiewe middel). Boere is dit egter eens dat dip- en smeermiddels nie langer as twee dae teen die muggies effektië is nie. Dit is arbeidsintensief om kommersiële plaasdiere elke derde dag te behandel en die koste van die middels maak hierdie benadering tans onaanvaarbaar. In die geval van mak plaasdiere soos ponies en miniatuur-donkies en troeteldiere soos honde en katte raak die chemiese metode meer haalbaar.

14.3.2 Omgewingsbestuur

Indien *L. torrens* se teelaarde met water oorstrom word verdwyn die krake in die kleigrond waarin die muggies broei en hul getalle neem af (Kettle 1969).

In die geval van *L. kerteszi* vind Rees en Smith 1958 (in Wirth en Atchley 1973) dat deur die voginhoud van die grond in die herfs tot minder as 25% te laat daal, die broei-area met 50 cm steriele grond te bedek en die grond om te ploeg, die muggie-aanval verminder. Foulk (1966) beskryf ook die uitdroging van grond om *L. kerteszi* te beheer.

Soos in afdeling 6 beskryf is vog nie 'n probleem vir *demeilloni*-larwes onder die sand nie omdat hulle diep kan ingrawe of op kan beweeg as die grond nat word. Die idee om die grond om te ploeg op 'n kritiese tydperk in sy ontwikkeling, net voor of na die papies gevorm word, kan waarskynlik van die papies dood.

Gedurende die ondersoek na die muggie se teelaarde is gevind dat die muggie onversteurde sand verkies om in te broei. Valle wat op die welige kweekgras (*Cynodon dactylon*) van

begroeide weivelde geplaas is het geen muggies wat uitbroei aangetoon nie. Aanduidings bestaan dat indien duineveld deur omgewingsmodifikasie in grasveld verander word daar minder muggieteling in die grond sal plaasvind. Kalkrand en klipperige gebiede sal ook waarskynlik minder muggies huisves as die duineveld. Hierdie gedagtes is egter nog 'n hipotese wat bewys moet word.

Dit blyk logies te wees dat indien die veegetalle in 'n gebied verminder word, die muggiepopulasie sal daal. In afdeling 9 word die ovariële ontwikkeling van die muggie bespreek. Resultate dui daarop dat die muggie bloed moet inneem om haar eiers volledig te laat ontwikkel. Deur 'n gebied van diere en mense te ontruim sal dit tot nadeel van die muggie wees. Hulle het 'n bloedmaal nodig om eiers te kan voortbring. Geskikte broeiplekke in duinsand kom wydverspreid in die Suid-Kaap voor. Die eenvoudigste manier om muggiegetalle teenaan die dorp te verminder sal wees om die plaasdierbevolking te verminder sodat die muggies minder bloed kan bekom.

14.3.3 Fisiese beheer

Hierdie metode van beheer is tans die effektiëste om die muggieplaag te verminder. Die Stilbaaimuggie hou van skerp sonlig en vlieg nie in geboue in nie en ook nie onder bome nie. Mense word ook beskerm deur beskermende klere te dra. Ligvalle lok nie muggies nie en kan nie gebruik word nie.

14.3.4 Biologiese beheer

Enkele gevalle waar *Leptoconops*-volwassenes deur parasitiese nematodes en myte aangeval is, is aangemeld (Wirth 1977). Die suksesvolle biologiese beheer van *Leptoconops* is egter nog nooit beskryf nie. Foulk (1968) vind dat mierleeu-larwes (Arthropoda; Insecta) *Leptoconops*-larwes vang en myte (Arachnida) op volwasse muggies parasiteer. Dit stuit egter nie die plaag nie. Tydens die studie op Zwartejongensfontein en Dennekroon is daar nooit mierleeus in grondmonsters aangetref nie en ook nie myte op die volwasse muggies nie. Honderdpootjies kom egter wel in die muggiesand voor.

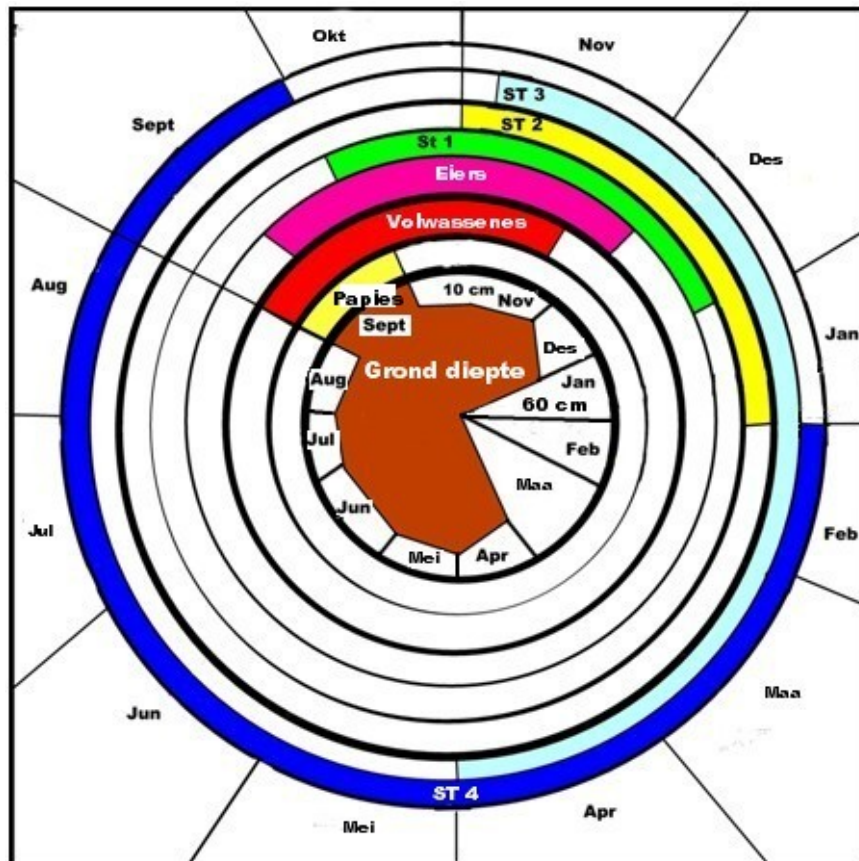
*14.3.5 'n Sistematiese prioriteitsbenadering tot die beheer van die *Leptoconops demeilloni*-muggie*

Dit blyk dat gevestigde boere geleer het om saam met die muggie te leef en dat plaasdiere meestal die muggie-aanval oorleef. Die vraag is dus of dit die moeite werd is om muggies op groot skaal te beheer en of die metodes wat reeds gebruik word, soos die verskaffing van skuiling, nie voldoende is nie.

Betreffende die mens is dit 'n ander saak. Sensitiewe individue, sportdeelnemers en vakansiegangers sien die saak in 'n ander lig.

Ten einde te besluit of muggiebeheer noodsaaklik is, kan die gedagtes in Tabel 5 oorweeg word.

Gelukkig is die Stilbaaimuggie nie 'n siekte-vektor nie. Beheermaatreëls kan dus verslap word namate die ekonomie van die saak en die welvaart van mense oorweeg is.



Figuur 53. Die seisoenale voorkoms van *L. demeilloni*

Tabel 5. 'n Sistematiese prioriteitsbenadering tot muggiebeheer

		Noodsaak vir beheer	Beheermetode
Mense	Werkers	Hoog	Afweermiddels Salwe, klere, nette, binnenshuise skuiling
	Sportlui	Hoog	
	Kinders	Hoog	
	Allergiese mense	Hoog	
Troeteldiere		Medium	Skuiling, salwe en dipmiddels
Kommersiële diere	Pasgebore lammers	Hoog	Skuilings
	Ouer diere	Laag	Natuurlike en kunsmatige skuilings, dipmiddels en salwe

Bibliografie

Blair, T.C. en J.G. McPherson. 1999. Grain-size and textural classification of coarse sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*, 69(1):6–9.

Bohnen, P. 1986. *Blomplante van Suid-Kaapland*. Die Stilbaai-Trust. 90 pp.

- Borkent, A. 2001. *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae), the earliest extant lineage of biting midge, discovered in 120–122 million-year-old Lebanese amber. *Novitatis*, American Museum of Natural History Central Park West at 79th Street, New York, NY 0024, Number 3328, 11pp. April 26.
- Borkent, A. en D.A. Craig. 2004. *Austroconops*, Wirthen Lee, a lower Cretaceous genus of biting midges yet living in Western Australia: a new species, first description of the immature and discussion of their biology and phylogeny (Diptera: Ceratopogonidae). *Novitatis*, American Museum of Natural History 3449, 67 pp.
- Bram, R.A. 1978. Surveillance and collection of arthropods of veterinary importance. Animal and Plant Health Inspection Service. USA Dept. Agriculture Handbook 518.
- Brenner, R.J. en M.J. Wargo. 1984. Observations on adult bionomics and larval ecology of *Leptoconops torrens* (Diptera: Ceratopogonidae) during an outbreak in the Coachella Valley of Southern California, USA. *Journal of Medical Entomology*, 21(4):460–9.
- Brooks, W.K. 1886. Report on the Stomatopoda. Rep.Sci.Res. Voyage of H.M.S. Challenger, Zool. 6:1–116.
- Bybelgenootskap van Suid-Afrika. 2020. Die Bybel. Tygervallei, Bellville, Suid-Afrika, 7536.
- CapeFarmMapper, Departement van Landelike Ontwikkeling en Grondhervorming, hoofdirektoraat: National Geo-spatial Information, 2022.
- Clastrier, J. 1971. Isolement et description de la larve de *Leptoconops* (*Leptoconops*) *irritans* Noé, 1905 (Diptera, Ceratopogonidae). *Annales de Parasitologie (Paris)*, 46(6):737–48.
- . 1972. Description de la larve et de la nymphe de *Leptoconops* (*Holoconops*) *kerteszi* Kieffer, 1908 (Diptera, Ceratopogonidae). *Annales de Parasitologie (Paris)*, 47(2):309–24.
- . 1981. Description de trois nouveaux *Holoconops* de la République Sud-africaine [Dipt. Ceratopogonidae]. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 86(3–4):87–97.
- Clastrier, J. en E.M. Nevill. 1984. *Leptoconops* (*Leptoconops*) *demeilloni*, a new species from the Cape Duneveld of South Africa (Diptera, Ceratopogonidae). *Journal of the Entomological Society of South Africa*, 47(2):245–50.
- De Jongh, M. 2016. *A forgotten first people: the Southern Cape Hessequa*. Durban, The Watermark Press. Bk Bookbinders. 123 pp.
- De Meillon, S.J.B. en W.W. Wirth. 1991. The genera and sub-genera (excluding *Culicoides*) of the Afrotropical Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae). *Annals of the Natal Museum*, 32:27–141.
- Dioni, W. 2022. *Safe microscopic techniques for amateurs*. <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artmay03/wdpart3c.html>. Agriculture Canada Monograph, 27:1–674.

Dyar, H. en N.Y. Rhinebebeck. 1890. The number of molts of Lepidopterous larvae. *Psyche* 5, Nov. Dec.:420–22.

El-Hawagry, M.S., A. El-Azab Salah El-Din, S. Abdel-Dayem Mahmoud en M. Al Dhafer Hathal. 2020. Biting midges of Egypt (Diptera: Ceratopogonidae). *Biodiversity Data Journal*, 8:1–50.

Foulk, J.D. 1966. Drainage of a desert spring creek for control of *Leptoconops kerteszi* (Diptera: Ceratopogonidae). *Mosquito News*, 26:230–5.

—. 1968. The resting behaviour of the Desert Ceratopogonid, *Leptoconops kerteszi*. *Journal of Medical Entomology*, 5(2):223–9.

González, M.A., S. Sergio López en A. Goldarazena. 2012. New record of the biting midge *Leptoconops noei* in northern Spain: notes on its seasonal abundance and flying height preference. *Journal of Insect Science*, 13(45):1–10.

Howell, C.J. 1975. *Veterinary entomology in South Africa*. Entomology Memoir no. 44. Department of Agricultural Technical Services. Republic of South Africa, Government Printer. 28 pp.

Howell, C.J., J.B. Walker en E.M. Nevill. 1978. *Bosluise, myte en insekte van huisdiere in Suid-Afrika. Deel 1. Beskrywing en biologie*. Wetenskaplike pamflet no. 393. Pretoria: Staatsdrukker. 71 pp.

Kettle, D.S. 1969. The ecology and control of blood-sucking Ceratopogonids. *Acta Tropica*, 26(3):235–48.

Kettle, D.S. en J.R. Linley. 1967a. The biting habits of *Leptoconops bequaerti*. I. Methods; standardization of technique; preferences for individuals, limbs and positions. *Journal of Applied Ecology*, 4:379–95.

—. 1967b. The biting habits of *Leptoconops bequaerti*. II. Effect of meteorological conditions on biting activity; 24 hour and seasonal cycles. *Journal of Applied Ecology*, 4(2):397–420.

Laurence, B.R. en P.L. Mathias. 1972. The biology of *Leptoconops (Styloconops) spinosifrons* (Carter) (Diptera, Ceratopogonidae) in the Seychelle Islands, with description of the immature stages. *Journal of Medical Entomology*, 9(1):51–9.

Linley, J.R. 1965. The ovarian cycle and egg stage in *Leptoconops (Holoconops) bequaerti* (Kieffer) (Diptera, Ceratopogonidae). *Bulletin of Entomological Research*, 56(1):37–56.

—. 1966. Effects of supplementary carbohydrate feeding on fecundity and life-length in *Leptoconops bequaerti* (Kieffer). *Bulletin of Entomological Research*, 11(57):19–22.

Linley, J.R. en J.B. Davies. 1971. Sandflies and Tourism in Florida and the Bahamas and Caribbean Area. *Journal of Economic Entomology*, 64(1):264–78.

Malan, J.A., J.H.A. Viljoen, H.P. Siegfried en H. de V. Wickens. 1994. *Die geologie van die gebied Riversdale. Raad vir Geowetenskap. Geologiese opname van Suid-Afrika*. Toeligting tot Riversdal Blad 3420. Pretoria: Staatsdrukker.

Mullen, G.R. en L.J. Hribar. 1988. Biology and feeding behavior of Ceratopogonid larvae (Diptera: Ceratopogonidae) in North America. *Bulletin of the Society of Vector Ecology*, 13(1):60–81.

Oldroyd, H.O. 1958. *Collecting, preserving and studying insects*. Londen, Hutchinson Scientific and Technical. 327 pp.

Pajor, I.T.P. 1987. A collapsible, semi-automatic, tent-type, emergence trap, suitable for sampling *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from a wide range of habitats. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 54:99–101.

Raspi, A., R. Canovair, L. Augusto en L. Santini. 2007. *Leptoconops (Holoconops) kerteszi* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) in the coastal area of Grosseto: eco-ethological aspects. *Bulletin of Insectology*, 60(1):1–6.

Rees, D.M. en J.V. Smith. 1952. Control of biting gnats in North Salt Lake City, Utah (Diptera: Heleidae). *Mosquito News*, 12(2):49–52.

—. 1958. Report on the results of control methods applied to biting gnats in the vicinity of Salt Lake City, Utah (Diptera: Ceratopogonidae). Proceedings of the 10th International Congress of Entomology 3, 741–4.

Rees, D.M. en R.N. Winget. 1970. Current investigation in Utah of the biting midge *Leptoconops kerteszi*. *Mosquito News*, 30(2):121–7.

SANBI (South African National Biodiversity Institute). 2018. The vegetation map of South Africa, Lesotho and Swaziland. Mucina, L., M.C. Rutherford en L.W. Powrie (reds.). <http://bgis.sanbi.org/Projects/Detail/186>, Version 2018.

Skoenlapperlys. 1959. Landboudaalkomitee met medewerking van die Taaldiensburo van die Departement van Onderwys, Kuns en Wetenskap. Pretoria: Staatsdrukker.

Smith, L.M. en H. Low. 1948. The black gnats of California. *Hilgardia*, 18(3):157–183.

Sullivan, D.M., A.D. Moore en L.J. Brewer. 2019. *Soil organic matter as a soil health indicator: sampling, testing, and interpretation*. Oregon State University Extension Service. 12 pp.

Wirth, W.W. 1977. A review of the pathogens and parasites of the biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 67(2):60–75.

Wirth, W.W. en W.R. Atchley. 1973. A review of the North American *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae). *Texas Tech University Graduate Studies*, 5:1–57. Texas Tech Press.

Bedankings

Dr. Errol Nevill, die eerste entomoloog om die muggie te versamel, vir sy hulp om die projek te struktureer en waardevolle tegniese wenke uit sy lewenslange ervaring van die onderwerp.

Dr. Karien Labuschagne van die Suid-Afrikaanse Landbounavorsingsraad, Onderstepoort Veeartsenykundige Navorsing, vir haar kommentare en tegniese ondersteuning.

CapeNature, Wes-Kaap, vir die toestaan van versamelpermitte.

Die eienaars van Jongensfontein-plaas 2/489 en Duinekroon-plaas RE/591, Stilbaai, vir hul gasvryheid en die geleentheid om entomologiese navorsing op hul grond te kan onderneem.

My vrou Ronelle vir haar ondersteuning, naaldwerk en belangstelling in my lewenslange stokperdjie om die skepping te ondersoek en te waardeer.

Fanie de Villiers vir taalkundige versorging.

Eindnota

¹ In die figure word 'n punt as desimaalteken gebruik, soos in die Amerikaanse stelsel, maar in die teks en tabelle word 'n komma gebruik volgens die Suid-Afrikaanse stelsel.