

**DIE GEBRUIK VAN 'N SWAAINET VIR DIE MONITERING  
EN DIVERSITEITSBEPALING VAN INSEKTE OP  
LUSERN IN DIE WES-KAAP**

deur

**M. DE VILLIERS**



Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die graad van  
Magister in die Natuurwetenskappe in Landbou aan die Universiteit van Stellenbosch.

Studieleier: Dr. H. Geertsema  
Medestudieleier: Dr. K. L. Pringle

Maart 2002

*Verklaring*

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

## UITTREKSEL

Lusern is die belangrikste wei- en voergewas in die winterreëng gebied van Suid-Afrika. Hierdie gewas word deur 'n verskeidenheid plae aangeval. Die gebruik van die swaainet vir die monitering van plae is 'n goedkoop, maklike en vinnige tegniek. Indien die swaainet geskik is vir die betrokke plae in Suid-Afrika, kan potensiele plaagstatus van die plae dus maklik en vinnig bepaal word en die nodige voorsorgmaatreëls getref word om verliese te voorkom. Vanuit 'n bestuursoogpunt is dit ook belangrik om te weet wat die samestelling van die insekgemeenskap is sodat praktyke gevolg kan word waardeur die getal voordelige insekte verhoog en nadelige insekte verlaag word. Gevolglik is 'n studie uitgevoer om die gebruik van die swaainet te kwantifiseer as 'n monsternemingsmetode vir die monitering van plae op gevestigde lusernstande. Insekdiversiteit is ook bepaal ten einde inligting te bekom oor die insekfamilies en -gildes op lusern. Die lusernerdvlooi en swartsandmyt, vanweë hul belang as plae, en die Anystis-roofmyt, vanweë sy belang as predator, is ook ingesluit.

Die swaainet blyk geskik te wees vir die monitering van die vernaamste lusernplae. Wanneer 'n 29 cm deursnee swaainet vir ses lang treë een keer per tree geswaai word, word 12 sistematies gekose steekproefnemingsseenhede vir die lusernerdvlooi en plantluise aanbeveel. Daar hoef nie onderskeid tussen die plantluisspesies en tussen gevleuelde en ongevleuelde plantluise getref te word nie. Daar moet gebruik gemaak word van werklike insektellings en nie van aanwesigheid-afwesigheid data nie. In plaas van om al die insekte in 'n monster te tel, kan submonsters geneem word. Operasionele karakteristieke kurwes kan gebruik word om die risiko verbonde aan die besluit om nie op te tree, deur byvoorbeeld te spuit of beweë nie, te bepaal. Vir die swartsandmyt, Sitona-snuitkewer en lusernskoenlapper moet drempelwaardes eers vasgestel word voordat aanbevelings vir monitering en die akkuraatheid van besluite rakende beheer, gegee kan word.

Vir die ertjieluis, blougroenluis en lusernerdvlooi het die bevolkingsvlakke 'n piek in die lente bereik. Die gevlekte lusernluis se piekgetalle was hoofsaaklik in die laat somer en herfs. Die Sitona-snuitkewer en lusernskoenlapper het piekgetalle gehad in



die laat lente en vroeë somer. Vir al die plaë het bevolkingspieke drasties afgeneem nadat die aanplantings beweë of gesny is. Hierdie verbouingspraktyke blyk dus goeie beheer te verskaf.

Die herbivore op lusern het meer as 85% van die insekgemeenskap beslaan. Die grootste herbivoorfamilies, in terme van aantal individue per familie, was die Aphididae en Sminthuridae. Hierdie twee families bevat die vernaamste lusernplaë, naamlik die ertjieluis, blougroenluis, gevlekte lusernluis en lusernerdvlooi. Die grootste predatoriese familie was die Anystidae, wat verteenwoordig is deur die Anystis-roofmyt, 'n belangrike predator van die swartsandmyt en lusernerdvlooi. Nog 'n predatoriese familie wat goed verteenwoordig was, was die Coccinellidae, natuurlike vyande van plantluise. Die droëland aanplantings het 'n hoër persentasie predatore gehad as die besproeide lusern.

Die belangrikste parasitoïede aanwesig was dié in die superfamilie Chalcidoidea en familie Braconidae. Die vernaamste detritivore was erdvlooië in die suborde Arthropleona, insekte in die families Mycetophilidae by besproeide lusern, en Mycetophagidae by droëland lusern. Die volopste besoekers was lede van die families Chironomidae, Drosophilidae en Tephritidae. Die droëland aanplantings het 'n laer persentasie besoekers gehad as die besproeide lusern.

Die aantal insekfamilies, asook die aantal individue per familie, was laer by die droëland aanplantings as by die besproeide aanplantings. Die oorgrote meerderheid insekfamilies wat op lusern voorkom, is gedurende die een jaar opnameperiode waargeneem. 'n Laer insekdiversiteit is gevind waar beweëding strawwer was, en daar was 'n negatiewe verband tussen diversiteit en gelykmatigheid.



## ABSTRACT

Lucerne is the most important pasture and fodder crop in the winter rainfall area of South Africa. Various pests are known to cause damage to this crop. The use of the sweep net for monitoring pests is a cheap, easy and quick technique. If the sweep net is suitable for the lucerne pests in South Africa, potential pest status can be determined easily and quickly and the necessary precautionary measures taken to prevent crop losses. From a managerial point of view, it is also important to know the composition of the insect community in order to follow practices in which the number of beneficial insects can be increased and the injurious insects decreased. Therefore a study was done to quantify the use of the sweep net as a survey technique for monitoring pests on established lucerne stands. Insect diversity was also determined to obtain information on the insect families and guilds on lucerne. The redlegged earth mite, due to its importance as a pest, and the *Anystis* mite, important as a predator, were also included.

The sweep net proved to be suitable for the sampling of the main lucerne pests. If a 29 cm diameter sweep net is swiped once per pace for six long paces, twelve systematically chosen sampling units are recommended for the lucerne earth flea and aphids. It is not necessary to differentiate amongst the three aphid species, or between the winged and unwinged aphids. Actual counts should be used instead of absence-presence data. Instead of counting all the insects in a sample, sub-samples can be taken. Operational characteristic curves can be used to determine the risk involved in the decision not to intervene, for example by spraying or grazing. Recommendations for monitoring and the accuracy of control decisions for the redlegged earth mite, *Sitona* weevil and lucerne butterfly can only be made after threshold values have been determined.

The pea aphid, bluegreen aphid and lucerne earth flea showed peaks in their population levels during spring. Peak numbers of the spotted alfalfa aphid occurred during late summer and autumn. The *Sitona* weevil and lucerne butterfly numbers reached peak levels during late spring and early summer. For all pests population

levels were dramatically reduced after grazing or cutting of the plantings. Therefore, these cultivation practices provided good control.

The herbivores made up more than 85% of the insect community in lucerne. The largest herbivorous families, in terms of the number of individuals per family, were the Aphididae and Sminthuridae. These two families contain the main lucerne pests, the pea aphid, bluegreen aphid, spotted alfalfa aphid and the lucerne earth flea. The largest predatory family was the Anystidae, represented by the Anystis mite, the most important predator of the redlegged earth mite and lucerne earth flea. Another well represented predatory family was the Coccinellidae, containing natural enemies of the aphids. The dryland plantings had a higher percentage of predators than the irrigated lucerne.

The most important parasitoids were those in the superfamily Chalcidoidea and in the family Braconidae. The main detritivores were springtails in the suborder Arthropleona, insects in the families Mycetophilidae on irrigated lucerne, and Mycetophagidae on dryland lucerne. The most abundant visitors were in the families Chironomidae, Drosophilidae and Tephritidae. The dryland plantings had a lower percentage of visitors than the irrigated plantings.

The number of insect families, as well as the number of individuals per family, was lower at the dryland plantings than at the irrigated plantings. The vast majority of insect families found on lucerne were collected during the one-year sampling period. A lower diversity was found where grazing was more severe, and there was a negative relationship between diversity and evenness.

## **BEDANKINGS**

Die Departement Landbou, Wes-Kaap Provinsie vir voorsiening van fondse en geriewe om die studie te kon uitvoer.

Dr. H. Geertsema, studieleier, vir hulp met identifikasie van insekte. Dr. K. L. Pringle, medestudieleier, vir hulp met statistiese ontledings. Beide studieleiers vir belangstelling in, en ondersteuning van my werk.

My ouers vir morele ondersteuning.



**INHOUDSOPGAWE**

<b>HOOFSTUK 1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
<b>HOOFSTUK 2</b>	<b>MATERIAAL EN METODEDES</b>	<b>13</b>
<b>HOOFSTUK 3</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>23</b>
	3.1. Die gebruik van die swaainet as moniteringstegniek vir die opname van lusernplae in die Wes-Kaap	23
	3.2. Seisoenale voorkoms van plae	50
	3.3. Insekdiversiteit en volopheid	57
	3.4. Bylaag A	75
	3.5. Bylaag B	79
<b>HOOGSTUK 4</b>	<b>GEVOLGTREKKINGS</b>	<b>82</b>
<b>HOOFSTUK 5</b>	<b>VERWYSINGS</b>	<b>84</b>

## HOOFSTUK 1

### INLEIDING

Die lusernplant, *Medicago sativa* L., is afkomstig vanaf die Nabye Ooste en Sentraal-Asië (Bolton *et al.* 1972; De Kock 1978). Die oudste bekende verwysing na lusern is gevind op die kleitablette van die Hetiete, 1400 – 1200 v.C., waarop Theoprastus beskryf hoe lusern na Griekeland versprei is deur die Persiese leërs wat dit as hooi vir hul perde, wat hul strydwaens getrek het, gebruik het. Gedurende die era van die Romeinse Ryk, 27 v.C.- 395 n.C., is lusern vanaf Italië deur die hele Europa versprei. Na die val van die Romeinse Ryk het lusern egter grootliks in Europa verdwyn. In die sestiende eeu het lusern weer, via Spanje, Italië bereik. Gedurende die agtiende eeu is lusern wêreldwyd versprei na Amerika, Australië en Nieu-Seeland (De Kock 1978). Volgens Bolton (1962) is lusern omstreeks 1850 na die Kaap in Suid-Afrika gebring. In 1858 tot 1861 is lusern vir die eerste keer in Suid-Afrika by Hexrivier in die Worcester-distrik verbou. Hierdie gewas het belangrik geword op volstruisplase, wat 'n belangrike rol gespeel het by die latere verspreiding van die gewas in Suid-Afrika (De Kock 1978).

Sedert die begin van die twintigste eeu het die oppervlakte onder lusern, waarskynlik as gevolg van beter bemestingsriglyne, wêreldwyd vinnig begin uitbrei. 'n Verbetering in kultivars, verbouingsmetodes, en ook die besondere sukses wat met lusern as voergewas behaal is, het produksie verder aangemoedig en daartoe bygedra dat lusern dikwels die “Koning van die voergewasse” genoem word (De Kock 1978).

Lusern is die belangrikste wei- en voergewas in die winterreëngebied van Suid-Afrika. Dit lewer 'n hoë kwaliteit voer en het ook die hoogste opbrengspotensiaal van alle peulplante wat in die gebied verbou word. 'n Groot voordeel van die gewas is dat dit vir beide hooiproduksie, hoofsaaklik onder besproeiing, en beweiding, hoofsaaklik onder droëland toestande, gebruik kan word (Oberholzer *et al.* 1996). Teen 1990 was daar in die Boland-substreek ongeveer 23 000 ha onder aangeplante weidings (Anoniem 1990a). In die Suidkus-substreek was daar ongeveer 961 000 ha benutbare



droëland boerdery grond, waarvan ongeveer 408 000 ha onder aangeplante weidings was (Anoniem 1990b). Lusern vorm die basis van hierdie weidings\*.

Die lusernerdvlooi, *Sminthurus viridis* (L.) (Collembola: Sminthuridae), is inheems in westelike Europa en is na Australië, Noord- en Suid-Amerika, Nieu-Seeland en Suid-Afrika ingevoer (Walters 1966b; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). In Suid-Afrika is lusernerdvlooi skade in 1954 vir die eerste keer onder die aandag van die Departement van Landbou gebring, toe 'n geïsoleerde besmetting in 'n lusernkamp op 'n plaas naby Caledon ontdek is (Walters 1964). Die insek het Suid-Afrika waarskynlik binnegekom as dormante eiers in ondergrondse klawer wat in 1939 vanaf westelike Australië ingevoer is (Walters 1964, 1966b; Annecke & Moran 1982). Die lusernerdvlooi is 'n ernstige plaag van lusern en klawer in Suid-Afrika, veral in die winterreëng gebied van die Kaap (Nel 1959; Walters 1966a; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). *S. viridis* het 'n wye gasheerreëks wat lupiene, gousblom, wilde ertjie, koring, hawer en 'n verskeidenheid van grasse insluit (Nel 1959; Walters *et al.* 1989b).

Die jong nimfe vreet klein gaatjies in die blare. Hierdie gaatjies strek deur die epidermis tot in die onderliggende mesofil, wat na grootskaalse uitbroeiing van die erdvlooi in die herfs, tot 'n gespikkelde voorkoms van die blare lei. Die ouer nimfe en volwassenes beskadig groter dele van die blare (Nel 1959; Bolton 1962; Walters 1966b; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). Groot dele van die epidermis word verwyder en die onderliggende mesofil word heeltemal opgevrete, sodat net die teenoorstaande epidermis oorbly as 'n tipiese venster in die blaar (Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). Wanneer die aanval baie ernstig is, bly net die blaarare en die onderste kutikula oor (Nel 1959; Bolton 1962; Walters 1966b; Langer 1973; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). Sulke weidings toon op 'n afstand 'n witterige voorkoms, in teenstelling met die deurskynende voorkoms van blare wat deur die swartsandmyt beskadig word (Nel 1959; Bolton 1962; Walters 1966b; Langer 1973). Die erdvlooi voed ook op die stamme wat die plant laat verwelk (Walters *et al.* 1989b; Phillips & Miles 1996).

---

\* Daar gaan deurgaans van gevestigde lusernstande gepraat word. Dit verwys na stande ouer as 'n jaar.



Veral saailinge word direk na vestiging beskadig (Bolton 1962; Wallace 1975; Phillips & Miles 1996). Gevestigde lusernstande kan deur die erdvlooi op 'n bepaalde hoogte bo grondvlak gehou word (Bolton 1962). Die opbrengs van lusern kan deur hulle met tot 20% verminder word (Walters *et al.* 1989b). Die oorblywende weiding kan, weens die uitwerpsels van die insekte wat daarop agterbly, onsmaklik wees vir die diere wat dit vreet (Walters 1966b).

Die blougroenluis, *Acyrtosiphon kondoi* Shinji (Hemiptera: Aphididae), is 'n belangrike plaag van lusern. Die plantluis kom wydverspreid voor en word ook aangetref op ander peulgewasse, insluitende klawer (Blackman & Eastop 1984; Walters *et al.* 1989a; Millar 1990). *A. kondoi* het waarskynlik sy oorsprong in die gematigde dele van Asië, maar daar bestaan onsekerheid daarvoor. Hulle kom ook voor in die Verre Ooste, Indië, Afghanistan en Iran, en is ingebring in die VSA, Argentinië, Chili, Nieu-Seeland, Australië en Suid-Afrika (Blackman & Eastop 1984; Millar 1990).

Die plantluis word tipies op die groeipunt en aangrensende areas gevind, maar hulle voed ook op die blare en stamme van lusern. Wanneer die plantsap gesuig word, word die plant beskadig: die blare krul, vergeel en val voortydig af; die plant verdwerg, en herstel na sny word vertraag (Blackman & Eastop 1984; Franzmann 1994; Casey 1995). Veral lusernsaailinge kan baie vinnig gedood word (Langenhoven 1989). Ander effekte is laer wortelreserwes en digtheid van stand met opvolgende onkruidindringing, oesafname, en verswakte hooikwaliteit weens heuningdou en geassosieerde afskeidings. Aanhoudende skade verkort die produktiewe lewe van die stand (Franzmann 1994).

*A. kondoi* is in staat om weerstand teen insektedoders te ontwikkel en het 'n hoë kapasiteit getoon om behandelde velde te herbesmet en ekonomiese verliese teen relatief lae populasievlakke te veroorsaak. Dié plantluis het 'n hoë potensiaal om 'n plaag van 'n verskeidenheid van peulplant weidingsgewasse te word (Walters *et al.* 1989a). Opbrengsverliese van tot 70% kan veroorsaak word op lusern en eenjarige medick (*Medicago* spp.) (Van Heerden 1991). Alternatiewe gashere kan as 'n bron van besmetting en verspreiding dien (Walters *et al.* 1989a). Die blougroenluis is ook bekend as 'n vektor van die lusernmosaïekvirus (McKirby & Jones 1997).



Die ertjieluis, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Aphididae), is 'n plantluis wat wydverspreid in Europa, Sentraal- en Oos-Asië en Noord-Amerika en Meksiko, asook plaaslik op ander kontinente, behalwe Suid-Amerika, voorkom (Annecke & Moran 1982). Alhoewel die voorkeurgasheer ertjies is, voed hulle ook op ander gewasse, soos lusern en klawer (Peairs & Davidson 1956; Gyrisco 1958; Bolton 1962). In Suid-Afrika is die ertjieluis nie 'n ernstige plaag van ertjies nie, maar wel van lusern, eenjarige medick en klawer (Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989a). Lusern dien as 'n uitstekende gasheer onder gunstige toestande (18.3 °C / 65 °F, 80% RH) (Gyrisco 1958; Bolton 1962). Die ertjieluis kom dikwels saam met die blougroenluis op lusern voor (Walters *et al.* 1989a; Van Heerden 1991). Hulle kan as volg van mekaar onderskei word: *A. kondoi* is blougroen, teenoor *A. pisum* wat meer groen van kleur is; *A. kondoi* se derde antennale segment is eenvormig gepigmenteerd, terwyl *A. pisum* meestal 'n donkerder band het aan die distale punt van die derde antennale segment; die gevleueldes van *A. kondoi* het 'n donkerder bruin thoraks as dié van *A. pisum* (Blackman & Eastop 1984; Walters *et al.* 1989a; Millar 1990).

Die plant word beskadig deurdat die insek sap vanuit plantweefsels suig, wat op sy beurt lei tot vergeling, verwelking, verdwering, abnormale groei van blare, blomme en ontwikkelende peule, en selfs afsterwing van plante (Gyrisco 1958; Bolton 1962; App & Manglitz 1972; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989a; Franzmann 1994). Ernstige besmettings kan lusernstande uitdun (App & Manglitz 1972). Hulle voed gewoonlik in digte massas aan die onderkante van blare en op jong stamme en lote (Walters *et al.* 1989a). Wanneer groot getalle op die terminale groeipunte van lusern voed, hou apikale groei op, blomvorming word voorkom en saadproduksie neem af (App & Manglitz 1972).

Die ertjieluis dien ook as 'n vektor van die lusernmosaïekvirus, asook verskeie ander virusse soos die boontjiemosaïekvirus (Swenson 1952; Peairs & Davidson 1956; Gyrisco 1958; Blackman & Eastop 1984; Walters *et al.* 1989a; Franzmann 1994). Die skade kom meestal voor in Augustus tot Oktober, en tot 'n mindere mate in Januarie tot Maart wanneer pieke in die bevolkingsvlakke voorkom (Langenhoven 1989).



Nog 'n belangrike plaag van lusern is die gevlekte lusernluis, *Therioaphis trifolii* f. *maculata* (Buckton) (Aphididae). Hierdie plantluis word maklik verwar met die geelklawerluis, *Therioaphis trifolii* (Monell). Aanvanklik is daar gevind dat die gevlekte lusernluis en die geelklawerluis nie morfologies onderskeibaar is nie, maar wel in die keuse van hul gashere verskil: die gevlekte lusernluis voed hoofsaaklik op lusern, en die geelklawerluis op klawer (Annecke & Moran 1982; Blackman & Eastop 1984; Manglitz 1985; Casey 1995). Later is egter getoon dat hulle, op grond van die getal setae wat 'n diagnostiese kenmerk is, wel morfologies, asook geneties onderskeibaar is. Hulle is gasheerbepaalde biotipes van *T. trifolii* (Sunnucks *et al.* 1997; Milne 1998). Hierdie plantluise het 'n palaearktiese oorsprong (Europa, die Mediterreense area, Noord-Afrika, die Midde-Ooste, Indië en Pakistan) (Blackman & Eastop 1984). Hulle is egter na die VSA, Australië, Japan en Suid-Afrika ingevoer (Blackman & Eastop 1984; Millar 1990).

Volgens Blackman & Eastop (1984) en Millar (1990) is die vorm wat in Suid-Afrika voorkom in staat om op beide *Medicago* en *Trifolium* te voed. Volgens Walters *et al.* (1989a) is dit egter die geelklawerluis wat in Suid-Afrika 'n plaag is van lusern en klawers, terwyl die gevlekte lusernluis, ten spyte van sy wye verspreiding in Suid-Afrika, nie 'n ernstige plaag is nie. Volgens Dr. I. M. Millar\* (persoonlike mededeling), is die presiese identiteit van die vorm wat in Suid-Afrika voorkom onduidelik.

Hierdie plantluise voed gewoonlik op die stamme en onderkante van blare naby die basis van die plant (Casey 1995). Wanneer hulle op onderontwikkelde blare voed, ontkleur die are (Manglitz 1985). Beskadigde blare vergeel en ernstig beskadigde plante vrek van onder na bo (Casey 1995). Die plantluise gee voorkeur aan sterkgroeïende plante met 'n hoë turgor, soos wat gevind word onder toestande van hoë grondvog. Hulle verkies droë weer, maar is nie volop onder baie droë toestande nie (Walters *et al.* 1989b). Hulle kom feitlik dwarsdeur die jaar voor, maar skade word meestal aangerig in Augustus tot Oktober, en tot 'n mindere mate in Januarie tot Maart, wanneer die plantluisbevolkings piekgetalle bereik (Langenhoven 1989). Hulle kan ook die lusernmosaïekvirus en klaweraar-mosaïekvirus oordra (Blackman

---

\* Afdeling Biosistematiek, LNR-NIPB, Pretoria, 0001



& Eastop 1984). Die gevlekte lusernluis spuit 'n toksiese stof in die plant in (Gyrisco 1958; Franzmann 1994). Painter (1956 in Gyrisco 1958) is van mening dat hierdie toksiesese stof chlorofil produksie beïnvloed, aangesien daar 'n abnormale hoeveelheid vergeling en afval van blare voorkom. Diehl & Chatters (1956 in Gyrisco 1958) het gevind dat die grootste skade in die mesofil voorkom waar die toksiene vervloeiing of oplossing van die sitoplasma veroorsaak, soos gesien kan word deur chlorotiese areas.

Lede van die genus *Sitona* voed op 'n verskeidenheid van peulgewasse, wat lusern, medick, klaver, boontjies en ertjies insluit (Wallace 1975; Geertsema & Volschenk 1993). Die *Sitona*-snuitkewer, *Sitona discoideus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), is 'n belangrike plaag van lusern, hoewel dit 'n sporadiese plaag is en dus nie elke jaar van belang is nie (Dr. J. M. Laubscher\*, persoonlike mededeling). Wanneer populasievlakke hoog is, kan die volwasse kewers en die larwes ernstige skade aan lusern en medick veroorsaak. Die kewers voed op die loof van plante en kan groot areas in die lente ontblaar. Dit veroorsaak dat die groeiseisoen van die plant verkort en swak saadvorming verkry word (Geertsema & Volschenk 1993). Die gevrete blare het kenmerkende U-vormige kepies langs die kante (Casey 1995).

Oorwinterende volwassenes kan baie ernstige skade veroorsaak gedurende die lente en vroeë somer. In Nieu-Seeland is lede van die genus 'n baie belangrike faktor by die beperking van lusernproduksie (Geertsema & Volschenk 1993). Dit is veral die larwes wat hierdie beperking veroorsaak deurdat hulle op die stikstof-fikserende risobiale wortelknoppies voed (Geertsema & Volschenk 1993; Casey 1995; McNeill *et al.* 1996). Die lusernplant ondervind stikstofstremming en chlorose kan voorkom. Lusern wat op ligte sanderige grond verbou word, is veral vatbaar, en aanhoudende aanvalle deur die larwes kan 'n permanente invloed op die groeikrag van die plant hê. Alhoewel daar 'n afname in produksie van tot 50% in Nieu-Seeland waargeneem is, is daar min bekend oor die omvang van die skade wat *S. discoideus* aan lusern aanrig in die suidwestelike Kaapprovinsie (Geertsema & Volschenk 1993).

---

\* Afdeling Produksietegnologie, Departement Landbou: Wes-Kaap, Elsenburg, 7607



Die witsykantkewer, *Naupactus* (= *Graphognathus*) *leucoloma* (Boheman) (Curculionidae) (kyk Matthiessen & Shackleton 2000), het waarskynlik die land saam met ingevoerde voer vanaf Suid-Amerika binnegedring (Annecke & Moran 1982). Hierdie kewer is die eerste keer gedurende 1940-1941 in Rosebank, Kaapstad, in Suid-Afrika waargeneem (Joubert 1951; Walters 1978; Annecke & Moran 1982). Alhoewel die snuitkewer hoofsaaklik op peulgewasse voed, val hulle ook ander breëblaar plante aan (Wallace 1975). Lusern en klawer kan aangeval word en die kewer is by tye 'n ernstige plaag van lusern, asook korttermyn kontantgewasse wat in wisselbou op lusern volg (Joubert 1951, 1954; Braithwaite 1959; Wallace 1975; Walters 1978; Walters *et al.* 1989b). Die witsykantkewer is egter 'n sporadiese plaag op lusern (Dr. J. M. Laubscher, persoonlike mededeling). Hulle val ook mielies, verskeie graansoorte, groente, onkruid, grasse, blomme, struik (Braithwaite 1959) en verskeie ondergrondse gewasse (Matthiessen & Shackleton 2000) aan.

Die volwassenes voed op die blare, maar veroorsaak nie ernstige skade nie (Braithwaite 1959; Langer 1973; Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b; Casey 1995; Phillips & Miles 1996). Die larwes veroorsaak egter wel ernstige skade wanneer hulle op die wortels voed (Joubert 1954; Braithwaite 1959; App & Manglitz 1972; Langer 1973; Wallace 1975; Annecke & Moran 1982; Langenhoven 1989; Walters *et al.* 1989b; Casey 1995; Phillips & Miles 1996). Die larwes boor in die penwortel in en kan dit afbreek en vernietig (Joubert 1954; Phillips & Miles 1996). Spesies met 'n penwortel, soos lusern en rooiklawer, word meer geaffekteer as dié met 'n bywortelstelsel (Braithwaite 1959). Ernstige skade word ook aan die wortelkambium aangerig en die bywortels kan afgebreek word (Langer 1973). Verder word daar diep groewe in die penwortel gemaak (Langer 1973; Casey 1995; Phillips & Miles 1996). Ernstig beskadigde plante toon verminderde opbrengs, verswak, vergeel, verwelk en vrek uiteindelik (Joubert 1954; Langer 1973; Walters *et al.* 1989b). Dis veral die jong plante wat doodgaan, terwyl die gevestigde plante meestal oorleef, maar met 'n afname in produksie (Wallace 1975; Phillips & Miles 1996). Hele lusernstande kan uitgewis word (Van Heerden 1991). Die skade word meestal in die vroeë somer veroorsaak (Joubert 1954). Nuwe besmettings is gewoonlik as gevolg van mense wat die kewer in die grond, op plantmateriaal, of as passasiers in voertuie versprei (Langer 1973).



Vlooikewers (Coleoptera: Curculionidae – *Alticinae*) is algemeen in nuwe lusernlande, waar hulle op die blare voed (Phillips & Miles 1996). Alhoewel hulle soms gelys word as 'n plaag, is hulle volgens Dr. J. M. Laubscher (persoonlike mededeling) nie van veel belang by lusern nie.

Die lusernskoenlapper, *Colias electo* (L.) (Lepidoptera: Pieridae), is inheems tot Afrika, suidelike Europa en Asië. Die volwassenes besoek verskeie blomplante vir nektar, terwyl die larwes op uitheemse peulpante, soos lusern, en ook ingevoerde klawers voed (Annecke & Moran 1982). Volgens Annecke & Moran (1982) en Walters *et al.* (1989b) is hierdie rusper die mees wydverspreide en vernietigende plaag van lusern in Suider-Afrika, asook in ander Afrikalande, die Mediterreense area en Asië. Dit is 'n baie ernstige plaag van die hooi van peulgewasse (Haws 1978). In areas waar hulle goed aangepas is, kan hulle enorme getalle bereik (Bolton 1962; Phillips & Miles 1996). Hulle is algemeen en volop gedurende die herfs wanneer koel, klam toestande heers (Phillips & Miles 1996).

Die skade word deur die larwes veroorsaak – die volwasse skoenlappers voed slegs op nektar (Bolton 1962). Die larwes migreer gewoonlik nie van een land na 'n volgende nie en kan dus groot opbrengsverliese in die somer veroorsaak (Langenhoven 1989; Van Heerden 1991). Die blare, groeipunte en selfs dele van die stam van lusern kan geëet word gedurende ernstige uitbrake. Die kwaliteit van hooi kan ook verlaag word weens verrotte larwes wat doodgemaak word deur 'n parasitiese swam (Bolton 1962). Die larwes is goed gekamoufler in die lusern en is veral moeilik sigbaar gedurende die vroeë instars wanneer hulle langs die middelrif op die bokant van die blaar lê en blaarweefsel aan beide kante vreet, totdat net die skelet van die blaar oorbly. Latere instars vreet die hele blaar vanaf die buiterand binnetoe (Annecke & Moran 1982; Walters *et al.* 1989b). Weens hulle goeie kamouflering word ligte besmettings dikwels nie raakgesien nie, maar opbrengsverliese van tot 10% kan veroorsaak word (Walters *et al.* 1989b). Lusernverbouers word meestal eers bewus van die larwes wanneer hulle byna volgroeid is en die meeste skade reeds veroorsaak is (Annecke & Moran 1982). Ernstige besmettings kan opbrengsverliese van tot 50% gedurende sekere tye van die jaar veroorsaak (Walters *et al.* 1989b). Volgens Dr. J. M. Laubscher (persoonlike mededeling), is die lusernskoenlapper egter slegs van groot



belang waar lusern vir saadproduksie verbou word en dus nie waar dit as weiding gebruik word nie.

Die swartsandmyt, *Halotydeus destructor* (Tucker) [Acarina: Penthaleidae (= Eupodidae)] (kyk Gaull & Ridsdill-Smith 1997, Qin 1997), – ook genoem die rooipootsandmyt – is inheems in die Westelike Kaapprovinsie (Walters 1970; Smith Meyer 1981). Die myt is polifaag en sy gasheerreks sluit graan, groente en peulgewasse, soos lusern, klawer en soetlupien in (Joubert 1952; Walters 1970; Smith Meyer 1981; Smith Meyer *et al.* 1989; Gaull & Ridsdill-Smith 1996, 1997). Blomme word ook aangeval (Joubert 1952; Smith Meyer 1981). 'n Belangrike natuurlike gasheerplant is die wilde gousblom, *Arctotheca calendula* (Joubert 1952; Walters 1970; Smith Meyer 1981; Smith Meyer *et al.* 1989; Gaull & Ridsdill-Smith 1996). Wanneer die gousblom volop is, kan daar ook meer swartsandmytgetalle wees (Gaull & Ridsdill-Smith 1996). Die swartsandmyt is 'n belangrike faktor wat klawer- en lusernproduksie in Suid-Afrika en Australië, waarheen dit ingevoer is, beperk (Langer 1973). Die myt verkies 'n Mediterreense klimaat met 'n droë, warm somer en 'n koel, nat winter (Bolton 1962; Langer 1973; Wallace 1975; Smith Meyer 1981; Langenhoven 1989; Smith Meyer *et al.* 1989). 'n Naverwante spesie, *Halotydeus anthropus*, is ook in Suid-Afrika gevind en kan moontlik plaagstatus verkry (Qin 1997). Die verskille tussen *H. destructor* en *H. anthropus* is deur Qin (1997) beskryf.

Die ergste skade word in die vroeë herfs aangerig wanneer die saad, op ongeveer dieselfde tyd as wat die oorsomerende eiers uitbroei, ontkiem (Wallace 1975). Die myte voed by voorkeur op jong groei, waar hulle die weefsel stukkend skeur en die vrygestelde sap opsuig (Bolton 1962; Walters 1970; Langer 1973). Saailinge is veral baie vatbaar vir aanvalle en kan heeltemal doodgaan. Die blare verkry silwer tot witterige vlekke (Joubert 1952; Bolton 1962; Walters 1970; Langer 1973; Wallace 1975; Smith Meyer 1981; Langenhoven 1989; Smith Meyer *et al.* 1989; Casey 1995; Gaull & Ridsdill-Smith 1996). Met ernstige aanvalle word die hele blaar gevlek met 'n silweragtige voorkoms, dit verwelk en gaan uiteindelik dood (Joubert 1952; Bolton 1962; Langer 1973; Smith Meyer 1981; Smith Meyer *et al.* 1989). Swaar besmette plante kan ook 'n verskrompelde of misvormde voorkoms hê (Smith Meyer 1981; Smith Meyer *et al.* 1989; Casey 1995). Daar kan ook 'n verminderde



biomassa en saadopbrengs by peulgewas weidings wees (Gaul & Ridsdill-Smith 1996). Nuut aangeplante weidings kan totaal uitgewis word (Walters 1966b; Langenhoven 1989).

Aanvalle op ouer plante is nie so 'n groot probleem nie, aangesien die plant groot en sterk genoeg is om die skade te kan weerstaan (Wallace 1975). Besmettings is die hoogste aan die begin en einde van elke seisoen en die laagste gedurende die wintermaande (Walters 1966b).

Moniteringstegnieke is reeds vir sommige van hierdie plae ontwikkel. Verskeie tegnieke word gebruik vir die monitering van die lusernerdvlooi. 'n Emaljeplaat kan vir kort afstande deur die aanplanting gesleep word. Die erdvlooi beland op die plaat en kan maklik waargeneem word, veral as die plaat wit is (Nel 1959; Walters 1966b). Dit is egter moeilik om die insekte te tel aangesien hulle vinnig van die plaat kan afspring. 'n Algemene tegniek is waar die erdvlooi afgeskud word vanaf veldversamelde grondkerne en in die laboratorium getel word. Laasgenoemde is egter nie geskik by vestigende medick (*Medicago* spp.) waar daar onvoldoende plantmateriaal is om die kerne heel te hou, en waar gronde sanderig of droog is nie. Derhalwe is 'n alternatiewe metode, naamlik deur gebruik te maak van 'n kleefval, ontwikkel. Die tegniek, waarmee goeie resultate behaal is en selfs drempelwaardes vasgestel kon word, word deur Taverner *et al.* (1996) beskryf. Hierdie tegniek behoort ook op lusern gebruik te kan word. Dit is egter nie geskik waar groei te welig is, of waar erdvlooi onaktief is weens koue of nat toestande nie (Taverner *et al.* 1996). Verder is dit ongerieflik om te gebruik, deurdat taai gom of vaseline voortdurend aan die opnemer se hande en klere vassit. 'n Suigapparaat kan ook gebruik word (Ireson 1993), maar laasgenoemde is duur en word meestal net vir navorsingsdoeleindes gebruik. Nog 'n tegniek is die gebruik van putvalle (Ireson 1993), maar laasgenoemde het die nadeel dat dit kan oorloop wanneer dit met reënwater oorstrom raak.

'n Hoëkrag stofsuiër kan gebruik word vir opname van volwassenes van die Sitona-snuitekwer (McNeill *et al.* 1996). Vir die swartsandmyt kan 'n petrolaangedrewe suigpomp gebruik word om myte vanaf die plante op te suig (Qin 1997). 'n Baie akkurate tegniek vir opname van die swartsandmyt is die neem van vlak kerne wat oor



'n sif in 'n tregter omgekeer en geroteer word. Die kante van die metaalkern word gekap en die myte val deur die sif in die tregter (Southwood 1968). Hierdie tegniek is egter arbeidsintensief en tydrowend.

Die gebruik van die swaainet vir die monitering van plae is 'n goedkoop, maklike en vinnige tegniek. Wise & Lamb (1998) het gevind dat besluite oor die beheer van *Lygus*-besies in kommersiële kanola-lande in Kanada slegs ongeveer 28-35 min neem deur met 'n swaainet getalle te monitor. In agronomiese gewasse soos lusern sal herhaalde pendulum bewegings met die swaainet deur die blaredak die insekte vanaf die plante in die net in verdryf (Hutchins 1994). Die swaainet word algemeen in oorsese lande vir die monitering van plae op weidings- en graangewasse gebruik. Op lusern is daar reeds vir verskeie plae drempelwaardes vasgestel. Wanneer 'n 0,3 m deursnee swaainet een keer per tree geswaai word vir ses lang treë, is die aksiedrempelwaarde vir die lusernerdvlooi in Nieu-Seeland 200-500 / 6m swaai (Chapman 1990). In die VSA word die volgende drempelwaarde vir die ertjieluis aanbeveel: indien 30-40 plantluis versamel word in een halfsirkel swaai met 'n swaainet van 5 duim (12.7 cm) deursnit en 'n handvatsel van 3 voet (90 cm) lank, word onmiddellike plaagbeheer aanbeveel (Peairs & Davidson 1956). In Washington is gevind dat vir lusernsaadproduksie die aantal ertjieluise nie meer as 120 individue per 4-5 voet (1.2 – 1.5 m) swaai van 'n 15 duim (38.1 cm) swaainet moet oorskry nie (Klostermeyer 1962). Hierdie tipe van studie is egter nog nie op weidings in Suid-Afrika uitgevoer nie. Indien die swaainet geskik is vir die betrokke plae in Suid-Afrika, kan potensieel skadelike plaagbevolkingsvlakke dus maklik en vinnig bepaal word sodat die nodige voorsorgmaatreëls getref kan word ten einde verliese te voorkom.

Die belang van die gewas, tesame met die hoë vestigingskoste, noodsaak volhoubaarheid van die stand. Aangesien insek- en mytplae die opbrengs en standhoudendheid van lusern drasties kan verlaag, is dit nodig om 'n betroubare moniteringstelsel daar te stel sodat plae betyds waargeneem en die nodige voorsorgmaatreëls getref kan word. Vanuit 'n bestuursoogpunt is dit ook belangrik om te weet wat die samestelling van die insekgemeenskap is sodat praktyke gevolg kan word waardeur die aantal voordelige insekte verhoog en nadelige insekte verlaag word. Hierdie inligting gee ook insig oor die stabiliteit van die stelsel. As gevolg van

die gerief waarmee die swaainet gebruik word, is daar besluit om dit ook vir die diversiteitstudie te gebruik met inagneming dat slegs bogrondse insekte tydens die studie versamel sal word. Die doel van die studie was dus om die swaainet te kwantifiseer as 'n monsternemingsmetode vir die monitering van plae op gevestigde lusernstande, asook om insekdiversiteit te bepaal ten einde inligting te bekom oor die insekfamilies en -gildes op lusern. Die lusernerdvlooi en swartsandmyt, vanweë hul belang as plae, en die Anystis-roofmyt, vanweë sy belang as predator, is ook ingesluit.



## HOOFSTUK 2

### MATERIAAL EN METODEDES

#### Lokasiteite

Die studie is op twee proefplase, naamlik Elsenburg (18° 49' 48" O, 33° 50' 24" S), distrik Stellenbosch, en Tygerhoek (19° 53' 60" O, 34° 07' 48" S), distrik Riviersonderend, uitgevoer.

#### Proefuitleg

Vyf gevestigde lusernaanplantings, drie op Elsenburg (aanplantings 1-3) en twee op Tygerhoek (aanplantings 4 en 5), van ongeveer 1 ha elk is gebruik. Die aanplantings op Elsenburg was onder besproeiing en dié op Tygerhoek droëland. In elke aanplanting is daar gereeld op 16 sistematies gekose punte 'n monster met behulp van 'n swaainet geneem. By elke versamelpunt is die net een keer elke tree vir ses lang treë geswaai. Dit was nie duidelik uit die literatuur watter standaardgrootte net vir monsterneming by weidings gebruik moet word nie. Vir plantluisopnames word meestal nette van 15 duim (38.1 cm) deursnee gebruik, maar in die VSA is drempelwaardes vasgestel vir 'n 5 duim (12.7 cm) deursnee net (Peairs & Davidson 1956; Klostermeyer 1962; Manglitz *et al.* 1966). Vir die lusernerdvlooi is 'n drempelwaarde vir 'n 30 cm deursnee net egter vasgestel (Chapman 1990). Vir die opname van volwassenes van die Sitona-snuitekwer is 'n net met 'n omtrek van 30 cm, met ander woorde 'n deursnee van 9.5 cm, gebruik (Aeschlimann 1983). Daar is toe besluit om 'n net wat beskikbaar was, met deursnee van 29 cm, te gebruik. Die diepte van elke swaai het ooreengestem met die deursnee van die net. Die boonste 29 cm van die gewas is dus deur die swaai gedek. In gevalle waar die aanplanting bewe of gesny is en dus nie 29 cm hoog was nie, is die swaai teen die grondoppervlak gemaak.

Aanvanklik is die inhoud met elke monsterneming in 'n plastieksak leeggemaak en die sakke in 'n vrieskas geplaas totdat die insekte gevrek het. Daarna is die insekte

getel en tot op familievlak geïdentifiseer. Die swartsandmyt en lusernerdvlou is vanweë hul belang as plaë ook ingesluit, asook hul belangrikste predator, die Anystis-roofmyt. Dit was egter moeilik om die insekte uit die sak te verwyder, weens die taatheid van heuningdou van die plantluse, asook vog vanuit gevriesde lusern. 'n Gat is in die deksel van 'n 250 ml botteltjie gemaak, en die deksel is aan die agterpunt van die net vasgeheg. Voor elke monsterneming is 'n botteltjie aan die deksel vasgeskroef sodat die insekte met versameling direk daarin beland het. Daarna is die botteltjie met 'n heel deksel toegemaak. Hierdie tegniek het minder tyd in beslag geneem as die sakke wat eers in die veld geknoop moes word. Dit was ook makliker om insekte uit die botteltjie te verwyder aangesien dit nie so 'n groot area beslaan het waaraan insekte en myte kon vassit nie.

Die opnames is oor 'n tydperk van een jaar gedoen. By Elsenburg het die opnameperiode gestrek vanaf 10 Augustus 2000 tot 26 Julie 2001, en by Tygerhoek vanaf 14 Augustus 2000 tot 27 Julie 2001. Dit is meestal elke twee weke geneem, maar wanneer die insekgetalle baie laag was, veral in die somer, is dit elke drie weke geneem. Soms is die monsterneming met 'n paar dae uitgestel weens besproeiing of reën. Verskille in klimaat, verbouing en planthoogte tussen die onderskeie aanplantings is aangeteken om moontlike verskille vanuit die ontledings te verklaar.

### Statistiese ontleding

Ten einde die geskiktheid van die swaainet te toets, moet 'n indeks van akkuraatheid bepaal word. Die volgende akkuraatheidsindeks kan gebruik word (Iwao & Kuno 1971):

$$D = \left( \frac{1}{\bar{x}} \right) \left( \sqrt{\frac{S^2}{n}} \right) \quad (1),$$

waar  $n$  die aantal steekproefnemingsseenhede is,  $\bar{x}$  die gemiddelde aantal insekte per monster, en  $S^2$  die variansie. Hierdie is ook die koëffisiënt van variasie en dus eintlik 'n maatstaf van die steekproefnemingsfout. Hierdie funksie kan egter net gebruik word indien die variansie konstant bly. In die geval van saamgetrosde



verspreidingspatrone, soos dié wat getoon word deur insek- en mytpopulasies, neem die variansie egter gewoonlik toe soos wat die gemiddelde toeneem. Die verhouding tussen dié twee parameters word gegee deur die liniêre verwantskap,

$$\text{Log}(S^2) = \text{Log}(a) + (b)\text{Log}(\bar{x}) \quad (2),$$

waar  $\text{Log}(a)$  en  $b$  regressie konstantes is wat verkry kan word vanuit liniêre regressie.  $\text{Log}(S^2)$  is die afhanklike veranderlike (Y-waardes) en  $\text{Log}(\bar{x})$  die onafhanklike veranderlike (X-waardes).

Deur die antilogs van (2) te neem, kan die volgende uitdrukking verkry word:

$$S^2 = a(\bar{x})^b \quad (3).$$

Hierdie uitdrukking staan bekend as Taylor se magwet (Taylor 1961, 1965, 1971). Ten einde die betrokke insek betroubaar met die swaainet te kan monitor, moet die verspreiding van die insek Taylor se magwet gehoorsaam (met ander woorde, wanneer  $\text{Log}(S^2)$  teenoor  $\text{Log}(\bar{x})$  geplot word, moet die verband reglynig wees).

Die variansie in (1) kan vervang word met (3) om die volgende vergelyking te gee:

$$D = \left( \frac{1}{\bar{x}} \right) \left[ \sqrt{a(\bar{x})^b / n} \right] \quad (4).$$

Vergelyking (4) kan gebruik word om die graad van akkuraatheid,  $D$ , vas te stel vir 'n gegewe gemiddelde aantal insekte per steekproefnemingseenheid,  $\bar{x}$ , en verskillende aantal steekproefnemingseenhede,  $n$ . Indien  $D$  met honderd vermenigvuldig word, kan 'n skatting van die persentasie steekproefnemingsfout verkry word (Davis 1994; Binns *et al.* 2000).

Skyveranderlike regressie, soos gebruik deur Pringle (1987) en Pringle & Giliomee (1992), is gebruik om vas te stel of daar verskille was tussen die vyf aanplantings,

asook tussen gevleuelde en ongefleuelde plantluse. Met behulp van die insektellings wat verkry is, is daar vir die elke plaagspesie bepaal of die data Taylor se magwet gehoorsaam. Vir die plaes waar die data Taylor se magwet gepas het, en met gebruik van die konstantes wat vanuit regressie verkry is, is die steekproefnemingsfout bepaal vir 'n reeks bevolkingsvlakke en 'n verskeidenheid aantal steekproefnemingsseenhede. Waar drempelwaardes beskikbaar was, is dit geneem as die bevolkingsvlak met verskillende aantal steekproefnemingsseenhede. Sodoende is die optimale aantal steekproefnemingsseenhede vasgestel. Waar drempelwaardes nie beskikbaar was nie, is die steekproefnemingsseenhede konstant gehou by 16, en verskillende waardes van  $\bar{x}$  (bevolkingsvlak) is gebruik om  $D$  te bepaal.

In gevalle waar die drempelwaardes beskikbaar was, is operasionele karakteristieke (OK) kurwes getrek ten einde die waarskynlikheid van die korrektheid van die besluit om nie op te tree nie, te bepaal. Die volgende formule kan gebruik word (Binns *et al.* 2000):

$$z = \frac{\bar{x} - ET}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}} \quad (5).$$

Vergelyking (3) is egter in (5) ingestel om die volgende formule verkry:

$$z = \frac{\bar{x} - ET}{\sqrt{\frac{a(ET)^b}{n}}} \quad (6),$$

met  $ET$  as die ekonomiese drempelwaarde. Waardes vir  $z$  is bepaal vir 'n reeks bevolkingsvlakke, en die waarskynlikheidsvlakke is vanaf eensydige normaal-verdeelde waarskynlikheidstabelle verkry.

In plaas van om al die insekte in die monster te tel, kan 'n monster bloot geklassifiseer word as besmet of onbesmet. Sodoende kan baie tyd bespaar word. Hierdie staan bekend as aanwesigheid-afwesigheid monitering. Binns *et al.* (2000) gee die



volgende vergelyking vir die verband tussen die werklike insekgetalle en aanwesigheid-afwesigheid data:

$$\ln(-\ln(1-p)) = a + b \ln(\bar{x}) \quad (7),$$

waar  $\ln$  die natuurlike logaritme is,  $p$  die proporsie besmette monsters,  $a$  en  $b$  regressiekonstantes, en  $\bar{x}$  die gemiddelde aantal insekte per steekproefnemings-eenheid. Liniêre regressie is gebruik, met  $\ln(\bar{x})$  as die onafhanklike veranderlike en  $\ln(-\ln(1-p))$  as die afhanklike veranderlike.

Binns *et al.* (2000) het aangedui dat die proporsie besmette monsters,  $p$ , vir enige waarde van  $\bar{x}$  bepaal kan word deur die volgende vergelyking te gebruik:

$$p = 1 - \exp[-\{e^a (\bar{x})^b\}] \quad (8).$$

Ten einde die drempelwaarde met die aanwesigheid-afwesigheid data te koppel is  $\bar{x}$  vervang met die ekonomiese drempelwaarde ( $ET$ ).

Operasionele karakteristieke (OK) kurwes kan ook vir die aanwesigheid-afwesigheid data bereken ten einde 'n vergelyking te kan tref met dié vir die werklike insekgetalle. Binns *et al.* (2000) het voorgestel dat die volgende vergelyking vir die standaardfout ( $SE$ ) van die gemiddelde in die binominale verdeling gebruik moet word:

$$SE(\bar{x}) = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (9).$$

In (9) is  $p$  vervang met (8), en  $ET$  is gebruik as  $\bar{x}$ . Sodoende is die volgende vergelyking vir  $z$  verkry:

$$z = \frac{[1 - \exp\{-e^a (\bar{x})^b\}] - [1 - \exp\{-e^a (ET)^b\}]}{\sqrt{\frac{[1 - \exp\{-e^a (ET)^b\}][\exp\{-e^a (ET)^b\}]}{n}}} \quad (10).$$

Waardes vir  $z$  kan weereens vir 'n reeks bevolkingsvlakke bepaal word, en die waarskynlikheidsvlakke vanaf eensydige normaal-verdeelde waarskynlikheidstabelle verkry word.

Vir elke familie is bepaal of die betrokke spesies herbivore, parasitoïede, predatore, detritivore of toevallige besoekers is. Die struktuur van die gildes is in sektordiagramme voorgestel.

Twee lognormale verdelings is op die data gepas. Die lognormale verdeling word gegee deur die volgende formule:

$$S(R) = S_0 e^{(-a^2 R^2)} \quad (11),$$

met  $S(R)$  die aantal spesies in die  $R^{\text{ste}}$  oktaaf vanaf die modus,  $S_0$  'n skatting van die aantal spesies in die modale oktaaf (die oktaaf met die meeste spesies), en parameter  $a$  die omgekeerde maatstaf van die wydte van die verdeling (Ludwig & Reynolds 1988).

Vir elke aanplanting is die waargenome data in die vorm van 'n frekwensieverdeling, wat die aantal families in elke klas van volopheid of oktaaf gee, gerangskik. Deur gebruik te maak van Preston se konvensie om volopheid uit te druk as log tot die grondtal twee, word  $R$  vir die  $i^{\text{ste}}$  oktaaf gegee deur

$$R = \log_2(N_i / N_0) \quad (12),$$

waar  $N_i$  die spesiesvolopheid in die  $i^{\text{ste}}$  oktaaf, en  $N_0$  die spesiesvolopheid in die modale oktaaf is. Vanuit (12) kan gesien word dat  $R$  altyd gelyk aan nul is in die modale oktaaf, omdat  $N_i$  gelyk is aan  $N_0$ . In gevalle waar die waargenome volopheid op die grens wat twee klasse verdeel val, word die een helfte van die families in die laer oktaaf, en die ander helfte in die hoër oktaaf geplaas (Ludwig & Reynolds 1988).



Die volgende parameters is bereken:

$$a = \sqrt{\frac{\ln[S(0) / S(R_{\max})]}{R_{\max}^2}} \quad (13),$$

met  $S(R_{\max})$  die waargenome aantal spesies in die oktaaf wat die verste vanaf die modale oktaaf geleë is.

'n Skatting van parameter  $S_0$  kan verkry word deur die waargenome aantal spesies in die modale oktaaf,  $S(0)$ , te neem, of deur die volgende formule:

$$S_0 = e^{\overline{\ln S(R)} + a^2 \overline{R^2}} \quad (14),$$

met  $\overline{\ln S(R)}$  die gemiddeld van die logaritmes van die waargenome aantal spesies per oktaaf,  $a$  soos bereken hierbo, en  $\overline{R^2}$  die gemiddeld van  $R^2$ .

Aangesien die insekte net tot op familievlak geïdentifiseer is, is die spesiesgetalle met familiegetalle vervang.

Daarna is die mate waartoe die model by die waargenome frekwensies pas met chi-kwadraat getoets volgens die formule:

$$\chi^2 = \sum_{x=0}^q [(F_x - E_x)^2 / E_x], q = 1, 2, \dots, x \text{ oktaaf} \quad (15),$$

waar  $F_x$  die waargenome frekwensies en  $E_x$  die verwagte frekwensies is.

Een van die eenvoudigste maniere om diversiteit te definieer is dat dit 'n aanduiding van spesiesrykheid is, met ander woorde die aantal spesies per eenheid van individue (Van Emden & Williams 1974). Gelykmatigheid verwys weer na die volopheid van die spesies, en is by 'n maksimum wanneer al die spesies ewe volop is (Ludwig & Reynolds 1988). Kurwes van die kumulatiewe aantal families teenoor elke steekproefnemingsdatum is gebruik om vas te stel of al die insekfamilies wat op

lusern voorkom in die betrokke aanplantings waargeneem is. Diversiteit en gelykmatigheid is vergelyk deur van die volgende indekse (Ludwig & Reynolds 1988) gebruik te maak:

### Diversiteitsindekse

#### *Simpson se diversiteitsindeks*

Hierdie indeks dui op die waarskynlikheid dat twee individue, ewekansig geselekteer, tot dieselfde spesie sal behoort. Hoe groter hierdie indeks, hoe laer is die diversiteit.

$$\hat{\lambda} = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)},$$

waar  $n_i$  die aantal individue is wat behoort aan die  $i^{\text{ste}}$  van  $S$  spesies in die monster en  $n$  die totale aantal individue in die monster.

#### *Shannon se diversiteitsindeks*

Wanneer daar voorspel word tot watter spesie 'n ewekansig geselekteerde individu in 'n monster sal behoort, gee hierdie indeks 'n maatstaf van die gemiddelde graad van onsekerheid van so 'n voorspelling. Hoe groter hierdie indeks, hoe hoër is die diversiteit.

$$\hat{H}' = -\sum_{i=1}^s \left[ \left( \frac{n_i}{n} \right) \ln \left( \frac{n_i}{n} \right) \right]$$

#### *Hill se eerste diversiteitsyfer*

$$N1 = e^{\hat{H}'},$$

waar  $\hat{H}'$  Shannon se indeks is. Hierdie syfer dui op die aantal volop spesies.



*Hill se tweede diversiteitsyfer*

$$N2 = 1/\hat{\lambda} ,$$

waar  $\hat{\lambda}$  Simpson se indeks is. Hierdie syfer dui op die aantal van baie volop spesies

Volgens Ludwig & Reynolds (1988) is Hill se diversiteitsyfers N1 en N2 die aanbevole maatstaf van spesiesdiversiteit, aangesien dit meer interpreteerbaar as die ander indekse is, en die voordeel het dat dit in eenhede van spesiesgetalle is. Al bogenoemde indekse is gebaseer op die aantal spesies. Vir die doel van die studie is die spesiesgetal egter vervang met die aantal families.

### Gelykmatigheidsindekse

Daar is vyf gelykmatigheidsindekse bereken:

*E1*

Hierdie indeks word mees algemeen deur ekoloë gebruik (Ludwig & Reynolds 1988).

$$E1 = \frac{\hat{H}'}{\ln(S)} = \frac{\ln(N1)}{\ln(N0)} ,$$

met  $N0 = S =$  die totale aantal spesies.

*E2 (Sheldon se indeks)*

$$E2 = \frac{e^{\hat{H}'}}{S} = \frac{N1}{N0}$$

*E3 (Heip se indeks)*

$$E3 = \frac{e^{\hat{H}'} - 1}{S - 1} = \frac{N1 - 1}{N0 - 1}$$

*E4 (Hill se indeks)*

$$E4 = \frac{1/\lambda}{e^{\hat{H}'}} = \frac{N2}{N1}$$

*E5 (Modifikasie van Hill se indeks)*

$$E5 = \frac{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^{-1}}{e^{\hat{H}'} - 1} = \frac{N2 - 1}{N1 - 1}$$

Ludwig & Reynolds (1988) beveel die gebruik van Hill se gemodifiseerde verhouding, *E5*, aan aangesien dit minder dubbelsinnig en makliker interpreteerbaar as die ander gelykmatigheidsindekse is. Dit vereis ook nie 'n skatting van die aantal spesies in 'n gemeenskap, wat deur monstergrootte beïnvloed word, nie. Net soos met die diversiteitsindekse is die aantal spesies vervang met die aantal families.

Ooreenstemmings-analise is, met behulp van die rekenaarprogram STATISTICA, gebruik om verskille in gildes tussen die aanplantings aan te toon.



## HOOFSTUK 3

### RESULTATE EN BESPREKING

#### 3.1. Die gebruik van die swaainet as moniteringstegniek vir die opname van lusernplae in die Wes-Kaap.

'n Kort beskrywing van die vernaamste lusernplae word in Bylaag A gegee.

##### Skynveranderlike regressie modelle:

Vir die plantluse is 'n volle model, waarin daar onafhanklike afsnitte en hellings vir alle kombinasies van aanplantings en plantluisvorme (geveleud of ongeveleud) was, vergelyk met gereduseerde modelle, waarin gemeenskaplike afsnitte en/of hellings vir sommige van hierdie kombinasies aanvaar word. Vir die oorblywende plae is 'n volle model, met onafhanklike afsnitte en hellings vir al die aanplantings, vergelyk met 'n gereduseerde model, waarin 'n gemeenskaplike helling en afsnit vir al die aanplantings aanvaar word.

##### Plantluse

##### Volle model 1:

$$\begin{aligned} \text{Log } S^2 = & A_0 + B_1D_1 + B_2D_2 + B_3D_3 + B_4D_4 + B_5D_5 + B_6D_6 + B_7D_7 + B_8D_8 + \\ & B_9D_9 + (B_0)\text{Log } \bar{x} + (B_{10}D_1)\text{Log } \bar{x} + (B_{11}D_2)\text{Log } \bar{x} + (B_{12}D_3)\text{Log } \bar{x} + \\ & (B_{13}D_4)\text{Log } \bar{x} + (B_{14}D_5)\text{Log } \bar{x} + (B_{15}D_6)\text{Log } \bar{x} + (B_{16}D_7)\text{Log } \bar{x} + \\ & (B_{17}D_8)\text{Log } \bar{x} + (B_{18}D_9)\text{Log } \bar{x}, \end{aligned}$$

waar

- A0 = Basiese afsnit (aanplanting 1, besproei, Elsenburg, ongevleuedes)  
 B0 = Basiese helling (aanplanting 1, besproei, Elsenburg, ongevleuedes)  
 B1-B9 = Verandering in afsnit  
 B10-B18 = Verandering in helling,

en

- D1 = Aanplanting 2 (besproei, Elsenburg); ongevleuedes  
 D2 = Aanplanting 3 (besproei, Elsenburg); ongevleuedes  
 D3 = Aanplanting 4 (droëland, Tygerhoek); ongevleuedes  
 D4 = Aanplanting 5 (droëland, Tygerhoek); ongevleuedes  
 D5 = Aanplanting 1 (besproei, Elsenburg); gevleuedes  
 D6 = Aanplanting 2 (besproei, Elsenburg); gevleuedes  
 D7 = Aanplanting 3 (besproei, Elsenburg); gevleuedes  
 D8 = Aanplanting 4 (droëland, Tygerhoek); gevleuedes  
 D9 = Aanplanting 5 (droëland, Tygerhoek); gevleuedes

Die regressie resultate word in Tabel 3.1 gegee.

Die volle model is soos volg gereduseer:

Gereduseerde model 1.1:

$$\text{Log } S^2 = (A0.1) + (B0.1)\text{Log } \bar{x} ,$$

en die volgende hipoteses is getoets:

Ho:  $B_i = 0$  vir alle  $i = 1, 2, \dots, 18$  in volle model 1.

Ha:  $B_i \neq 0$  vir ten minste een  $i = 1, 2, \dots, 18$  in volle model 1.

Die resultate van die regressie word in Tabel 3.2 gegee. Hierdie model is met die volle model vergelyk (Tabel 3.3).



**Tabel 3.1. Regressie koëffisiënte (K) met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir volle model 1 vir die ertjieluis, blougroenluis en gevlekte lusernluis.**

	Ertjieluis v.g. = 110			Blougroenluis v.g. = 74			Gevlekte lusernluis v.g. = 156		
	K	SE	P	K	SE	P	K	SE	P
A0	0.316	0.085	<0.001	0.302	0.091	0.001	0.238	0.047	<0.001
B0	1.673	0.078	<0.001	1.514	0.130	<0.001	1.498	0.046	<0.001
B1	0.090	0.121	0.456	0.040	0.123	0.745	0.163	0.073	0.028
B2	0.116	0.120	0.338	0.196	0.123	0.115	0.187	0.071	0.010
B3	-0.075	0.158	0.635	0.216	0.152	0.160	0.179	0.073	0.015
B4	0.164	0.192	0.394	0.081	0.219	0.711	0.130	0.082	0.114
B5	0.018	0.119	0.877	-0.183	0.124	0.143	-0.060	0.070	0.394
B6	-0.124	0.131	0.344	-0.044	0.137	0.750	-0.026	0.068	0.703
B7	0.027	0.127	0.829	0.122	0.131	0.356	0.007	0.069	0.916
B8	-0.473	0.700	0.501	-0.193	0.161	0.235	-0.135	0.075	0.075
B9	-	-	-	-0.172	0.176	0.333	0.031	0.084	0.711
B10	-0.238	0.127	0.065	0.061	0.163	0.710	0.104	0.072	0.150
B11	-0.072	0.109	0.508	-0.001	0.148	0.993	0.077	0.065	0.238
B12	-0.437	0.153	0.005	-0.233	0.169	0.172	-0.023	0.086	0.793
B13	-0.279	0.223	0.215	0.036	0.193	0.854	-0.040	0.094	0.670
B14	-0.235	0.141	0.097	-0.295	0.177	0.100	-0.166	0.087	0.060
B15	-0.447	0.157	0.005	-0.213	0.175	0.227	-0.160	0.078	0.043
B16	-0.354	0.137	0.011	-0.168	0.157	0.287	-0.131	0.077	0.092
B17	-0.804	0.703	0.255	-0.453	0.182	0.0.15	-0.411	0.093	<0.001
B18	-	-	-	-0.339	0.216	0.122	-0.228	0.091	0.013

**Tabel 3.2. Regressie koëffisiënte (K) met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir gereduseerde model 1.1.**

	Ertjieluis v.g. = 126			Blougroenluis v.g. = 92			Gevlekte lusernluis v.g. = 174		
	K	SE	P	K	SE	P	K	SE	P
A0.1	0.398	0.030	<0.001	0.353	0.034	<0.001	0.357	0.040	<0.001
B0.1	1.501	0.033	<0.001	1.405	0.036	<0.001	1.004	0.005	<0.001

**Tabel 3.3. Vergelyking tussen volle model 1 en gereduseerde model 1.1.**

Plantluis	v.g.	F	P
Ertjieluis	16; 110	1.434	0.139
Blougroenluis	18; 74	2.058	0.016
Gevlekte lusernluis	18; 156	37.880	<0.001

Vir die ertjieluis word die nulhipotese aanvaar en gereduseerde model 1.1 vir verdere ontleding gebruik. Vir die blougroenluis en gevlekte lusernluis kon hierdie model egter nie gebruik word nie, weens die betekenisvolle verskil daarvan met volle model 1 ( $P = 0.016$  vir die blougroenluis en  $P < 0.001$  vir die gevlekte lusernluis) (Tabel 3.3).

Deur inspeksie van die koëffisiënte in volle model 1, is daar 'n moontlike invloed deur die vorm (geveleud of ongeveleud) van die blougroenluis op die helling waargeneem. Hierdie hipotese is getoets deur die volgende gereduseerde regressie model te stel:

Gereduseerde model 1.2 :

$$\text{Log } S^2 = (A0.2) + (B0.2)\text{Log } \bar{x} + (B1.2)(D5+D6+D7+D8+D9)\text{Log } \bar{x},$$

waar



- A0.2 = Gemeenskaplike afsnit  
 B0.2 = Basiese helling (ongevleuelde blougroenluis, alle aanplantings)  
 B1.2 = Verandering in afsnit (geveleuelde blougroenluis, alle aanplantings)

Die volgende hipoteses is getoets:

H0:  $B_{14} = B_{15} = B_{16} = B_{17} = B_{18}$ , en  
 $B_i = 0$  vir alle  $i = 1, 2, \dots, 13$  in volle model 1.

Ha:  $B_j \neq B_k$  vir ten minste een paar van  $j$  en  $k$ , met  $j, k = 14, 15, \dots, 18$  en  $j \neq k$ ,  
 of  
 $B_i \neq 0$  vir ten minste een  $i = 1, 2, \dots, 13$  in volle model 1.

Die regressie resultate word in Tabel 3.4 gegee.

**Tabel 3.4. Regressie koëffisiënte met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir gereduseerde model 1.2 (vryheidsgrade = 91).**

	Koëffisiënte	SE	P
A0.2	0.321	0.033	<0.001
B0.2	1.511	0.047	<0.001
B1.2	-0.237	0.072	0.001

Die vorm van die blougroenluis het die helling betekenisvol beïnvloed. 'n Vergelyking van hierdie model met volle model 1 het geen betekenisvolle verskil opgelewer nie (vryheidsgrade = 17 en 74;  $F = 1.478$ ;  $P = 0.127$ ). Die nulhipotese is dus aanvaar, en 'n model met 'n gemeenskaplike afsnit en twee hellings, een vir ongevleuelde blougroenluis en een vir gevleuelde blougroenluis, kan gebruik word.

Vanuit inspeksie van die koëffisiënte in volle model 1, wil dit voorkom of die vorm van die gevlekte lusernluis 'n effek op beide die afsnit en helling het. Hierdie hipotese is getoets deur die volgende gereduseerde model te stel:

Gereduseerde model 1.3:

$$\text{Log } S^2 = (A0.3) + (B1.3)(D5+D6+D7+D8+D9) + (B0.3)\text{Log } \bar{x} + (B2.3)(D5+D6+D7+D8+D9)\text{Log } \bar{x},$$

waar

- A0.3 = Basiese afsnit (ongevleuelde gevlekte lusernluise, alle aanplantings)  
 B0.3 = Basiese helling (ongevleuelde gevlekte lusernluise, alle aanplantings)  
 B1.3 = Verandering in afsnit (gevleuelde gevlekte lusernluise, alle aanplantings)  
 B2.3 = Verandering in helling (gevleuelde gevlekte lusernluise, alle aanplantings)

Die volgende hipoteses is getoets:

Ho:  $B5 = B6 = B7 = B8 = B9$ , en

$B14 = B15 = B16 = B17 = B18$ , en

$B_i = 0$  vir alle  $i = 1, 2, \dots, 4, 10, 11, \dots, 13$  in volle model 1.

Ha:  $B_j \neq B_k$  vir ten minste een paar van  $j$  en  $k$ , met  $j, k = 5, 6, \dots, 9, 14, 15, \dots, 18$ , en  $j \neq k$ , of

$B_i \neq 0$  vir ten minste een  $i = 1, 2, \dots, 4, 10, 11, \dots, 13$  in volle model 1.

Die regressie resultate word in Tabel 3.5 gegee.

**Tabel 3.5. Regressie koëffisiënte met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir gereduseerde model 1.3 (vryheidsgrade = 171).**

	Koëffisiënt	SE	P
A0.3	0.395	0.026	<0.001
B0.3	1.540	0.024	<0.001
B1.3	-0.202	0.037	<0.001
B2.3	-0.277	0.039	<0.001



Daar kan gesien word dat beide die helling en afsnit van die gevleueldes betekenisvol verskil van dié van die ongefleueldes. Hierdie model het nie betekenisvol van volle model 1 verskil nie (vryheidsgrade = 15 en 156;  $F = 0.539$ ;  $P = 0.915$ ). Die nulhipotese is dus aanvaar, en 'n model met twee afsnitte, een vir gevleuelde en een vir ongefleuelde gevlekte lusernlui, en twee hellings, een vir gevleueldes en een vir ongefleueldes, kan gebruik word.

### Ander insekplae

#### Volle model 2:

$$\text{Log } S^2 = A_0 + B_1D_1 + B_2D_2 + B_3D_3 + B_4D_4 + (B_0)\text{Log } \bar{x} + (B_5D_1)\text{Log } \bar{x} + (B_6D_2)\text{Log } \bar{x} + (B_7D_3)\text{Log } \bar{x} + (B_8D_4)\text{Log } \bar{x},$$

waar

$A_0$  = Basiese afsnit (aanplanting 1, besproei, Elsenburg)

$B_0$  = Basiese helling (aanplanting 1, besproei, Elsenburg)

$B_1$ - $B_4$  = Verandering in afsnit

$B_5$ - $B_8$  = Verandering in helling,

en

$D_1$  = Aanplanting 2, besproei, Elsenburg

$D_2$  = Aanplanting 3, besproei, Elsenburg

$D_3$  = Aanplanting 4, droëland, Tygerhoek

$D_4$  = Aanplanting 5, droëland, Tygerhoek

Die resultate van die regressie word in Tabel 3.6 gegee.

**Tabel 3.6. Regressie koëffisiënte (K) met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir volle model 2 vir die lusernerdvlooi, Sitona-snuitekwer en lusernskoenlapper.**

	Lusernerdvlooi v.g. = 64			Sitona-snuitekwer v.g. = 50			Lusernskoenlapper v.g. = 31		
	K	SE	P	K	SE	P	K	SE	P
A0	0.436	0.075	<0.001	0.177	0.037	<0.001	0.054	0.054	0.331
B0	1.560	0.051	<0.001	1.172	0.058	<0.001	1.048	0.053	<0.001
B1	-0.026	0.110	0.815	0.033	0.059	0.575	0.006	0.062	0.922
B2	-0.100	0.115	0.385	0.026	0.062	0.673	0.093	0.063	0.151
B3	-0.015	0.108	0.888	-0.005	0.069	0.939	-0.173	0.335	0.609
B4	-0.092	0.113	0.420	-0.067	0.107	0.533	-	-	-
B5	-0.070	0.077	0.367	0.051	0.081	0.535	0.013	0.061	0.831
B6	0.017	0.079	0.829	0.109	0.093	0.243	0.087	0.061	0.163
B7	-0.085	0.089	0.343	-0.046	0.084	0.588	-0.147	0.302	0.629
B8	-0.079	0.112	0.485	0.015	0.148	0.919	-	-	-

Inspeksie van die koëffisiënte het aangedui dat, vir al die plae, nie een van die aanplantings se afsnitte of hellings betekenisvol verskil het van dié van aanplanting 1 nie. Gevolglik is die model soos volg gereduseer:

Gereduseerde model 2.1:

$$\text{Log } S^2 = (A0.1) + (B0.1)\text{Log } \bar{x} ,$$

en die volgende hipoteses is getoets:

Ho:  $B_i = 0$  vir alle  $i = 1, 2, \dots, 8$  in volle model 2.

Ha:  $B_i \neq 0$  vir ten minste een  $i = 1, 2, \dots, 8$  in volle model 2.

Die regressie resultate word in Tabel 3.7 gegee.



**Tabel 3.7. Regressie koëffisiënte (K) vir gereduseerde model 2.1 met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P).**

	Lusernerdvlooi v.g. = 72			Sitona-snuitekewer v.g. = 58			Lusernskoenlapper v.g. = 37		
	K	SE	P	K	SE	P	K	SE	P
A0.1	0.398	0.035	<0.001	0.179	0.022	<0.001	0.094	0.020	<0.001
B0.1	1.531	0.027	<0.001	1.192	0.029	<0.001	1.090	0.019	<0.001

'n Vergelyking van hierdie model met volle model 2 het geen betekenisvolle verskil opgelewer nie (Tabel 3.8). Gevolglik is die nulhipotese aanvaar en 'n model met 'n gemeenskaplike afsnit en helling word vir elk van die lusernerdvlooi, Sitona-snuitekewer en lusernskoenlapper gebruik.

**Tabel 3.8. Vergelyking tussen volle model 2 en gereduseerde model 2.1.**

Plaag	v.g.	F	P
Lusernerdvlooi	8; 64	0.530	0.830
Sitona-snuitekewer	8; 50	0.821	0.588
Lusernskoenlapper	6; 31	0.881	0.520

### Swartsandmyt

#### Volle model 3:

$$\text{Log } S^2 = A_0 + B_1D_1 + B_2D_2 + (B_0)\text{Log } \bar{x} + (B_3D_1)\text{Log } \bar{x} + (B_4D_2)\text{Log } \bar{x},$$

waar

A<sub>0</sub> = Basiese afsnit (aanplanting 2, besproei, Elsenburg)

B<sub>0</sub> = Basiese helling (aanplanting 2, besproei, Elsenburg)

B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub> = Verandering in afsnit

B<sub>3</sub>-B<sub>4</sub> = Verandering in helling,

en

D1 = Aanplanting 4, droëland, Tygerhoek

D2 = Aanplanting 5, droëland, Tygerhoek

Die regressie resultate word in Tabel 3.9 gegee.

**Tabel 3.9. Regressie koëffisiënte met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir volle model 3 vir die swartsandmyt (vryheidsgrade = 15).**

	Koëffisiënt	SE	P
A0	0.655	0.102	<0.001
B0	1.588	0.120	<0.001
B1	-0.038	0.161	0.816
B2	-0.031	0.260	0.907
B3	-0.064	0.167	0.708
B4	-0.008	0.288	0.979

Geen van die hellings en afsnitte het betekenisvol verskil van dié van aanplanting 2 nie. Gevolglik is 'n gereduseerde model soos volg gestel:

Gereduseerde model 3.1:

$$\text{Log } S^2 = (A0.1) + (B0.1)\text{Log } \bar{x},$$

en die volgende hipoteses is getoets:

Ho:  $B_i = 0$  vir alle  $i = 1, 2, \dots, 4$  in volle model 3.

Ha:  $B_i \neq 0$  vir ten minste een  $i = 1, 2, \dots, 4$  in volle model 3.

Die regressie resultate word in Tabel 3.10 gegee.



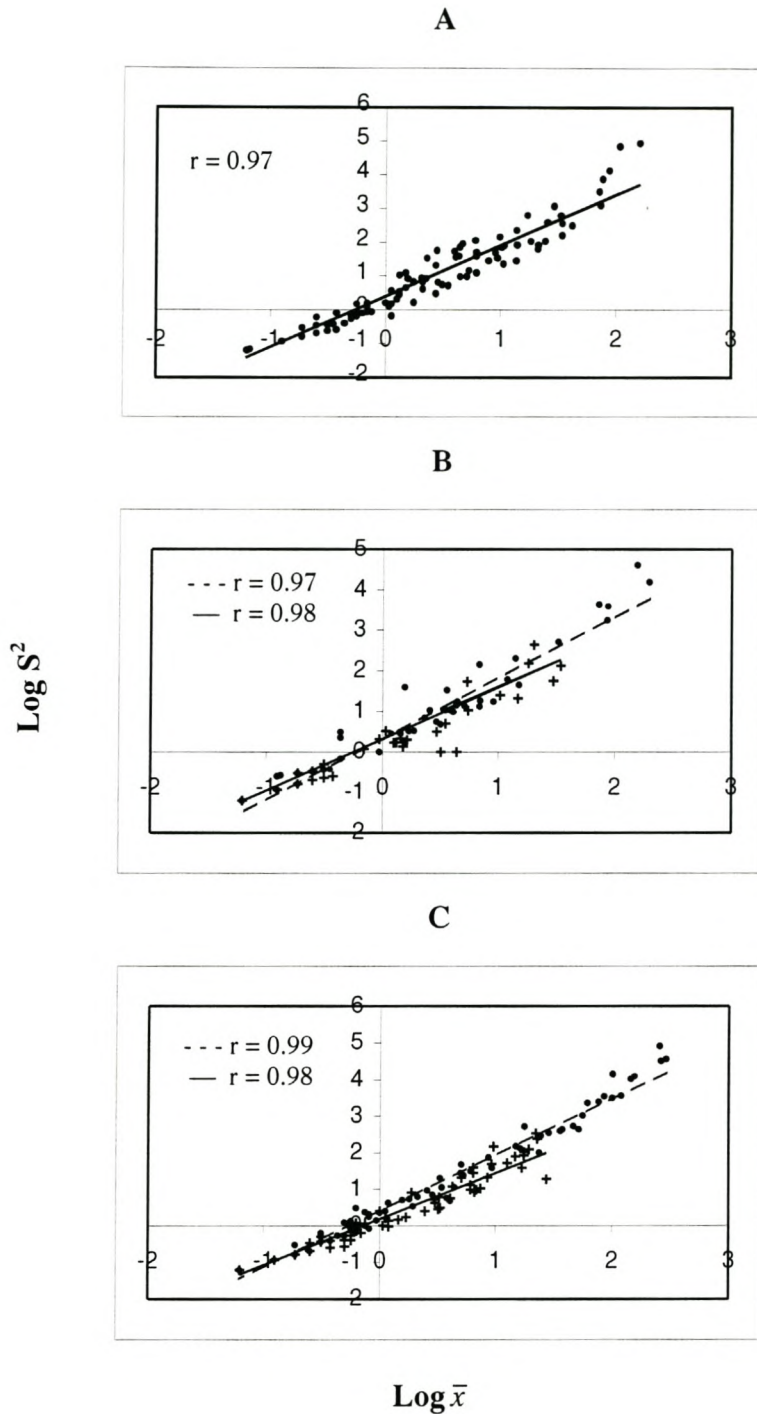
**Tabel 3.10. Regressie koëffisiënte met hul standaardfoute (SE) en vlakke van beduidenheid (P) vir gereduseerde model 3.1 (vryheidsgrade = 19).**

	Koëffisiënt	SE	P
A0.1	0.629	0.065	<0.001
B0.1	1.551	0.069	<0.001

'n Vergelyking van hierdie model met volle model 3 het geen betekenisvolle verskil opgelewer nie (vryheidsgrade = 4 en 15;  $F = 0.108$ ;  $P = 0.978$ ). Die nulhipotese is dus aanvaar en 'n model met 'n gemeenskaplike afsnit en helling kan gebruik word.

Verwantskap tussen variansie en gemiddelde van insek- en mytgetalle:

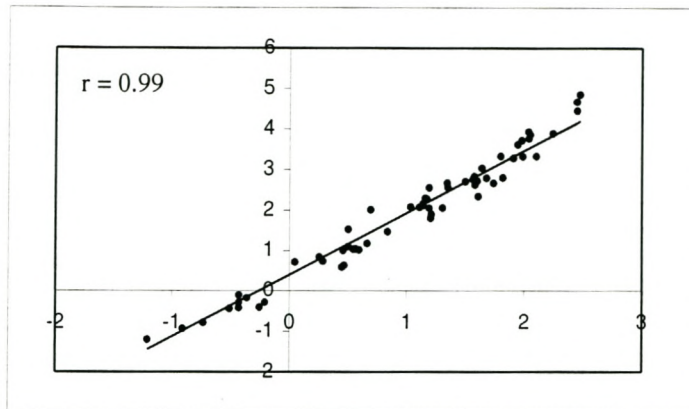
Die korrelasie koëffisiënte en regressie vergelykings vir die onderskeie plae, sowel as die gereduseerde regressie modelle wat gebruik is, word in Tabel 3.11 gegee. Deur gebruik te maak van die konstantes wat uit die gereduseerde modelle verkry is, is die verwantskap tussen die variansie en gemiddelde van die plaaggetalle grafies voorgestel (Figure 3.1-3.3). Vanuit die grafieke kan gesien word dat die verband tussen die variansie en gemiddelde vir al die plae reglynig is. Die data pas dus Taylor se magwet.



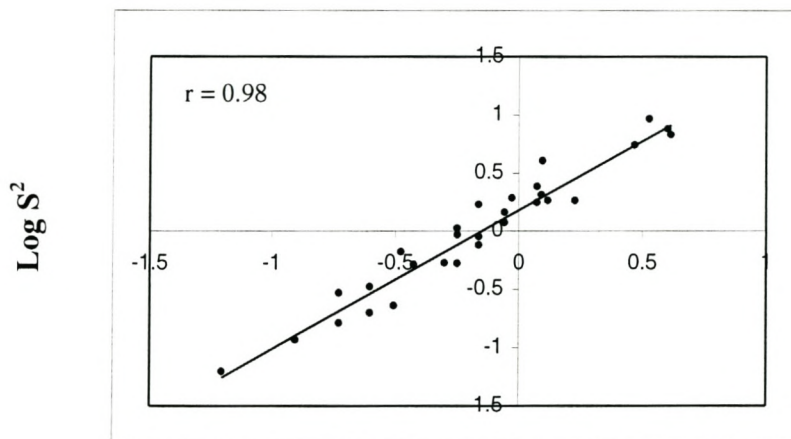
**Figuur 3.1.**  $\text{Log } S^2$  geplot teen  $\text{Log } \bar{x}$  vir plantluis op lusern. (A): Ertjieluis, (•) waargenome  $\text{Log } S^2$ , (—) geskatte  $\text{Log } S^2$ . (B) en (C): Blougroenluis en gevlekte lusernluis onderskeidelik, (•) en (+) waargenome  $\text{Log } S^2$  vir ongeveleudes en gevleuedes onderskeidelik, (- - -) en (—) geskatte  $\text{Log } S^2$  vir ongeveleudes en gevleuedes onderskeidelik.



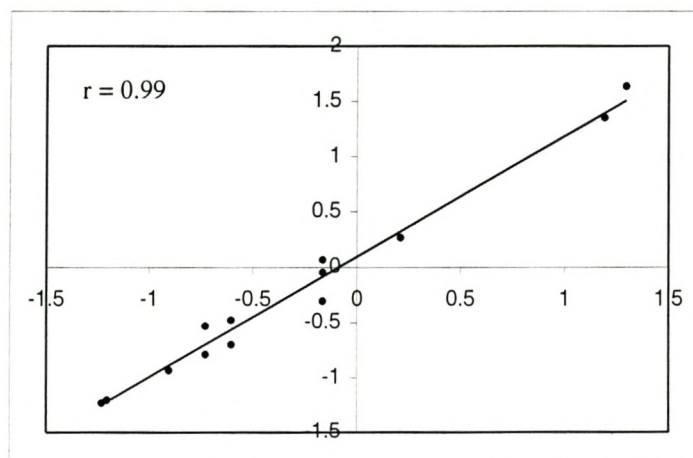
A



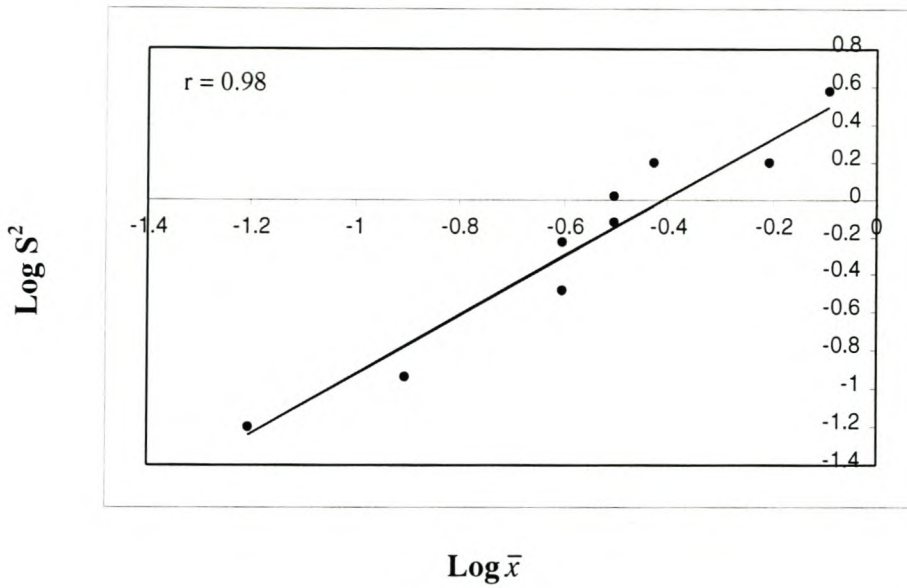
B



C


 $\text{Log } \bar{x}$ 

Figuur 3.2.  $\text{Log } S^2$  geplot teen  $\text{Log } \bar{x}$  vir die (A) lusernerdvlooi, (B) Sitona-snuutkewer, en (C) lusernskoenlapper op lusern. (•) Waargenome  $\text{Log } S^2$ ; (—) Geskatte  $\text{Log } S^2$ .



**Figuur 3.3.**  $\text{Log } S^2$  geplot teen  $\text{Log } \bar{x}$  vir die swartsandmyt op lusern.  
 (•) Waargenome  $\text{Log } S^2$ ; (—) Geskatte  $\text{Log } S^2$ .

**Tabel 3.11.** Korrelasie koëffisiënte ( $r$ ) vir die verband tussen die variansie en gemiddelde van plaaggetalle, tesame met die regressie vergelykings en regressie modelle wat vir die onderskeie plaë gebruik is.

Plaë	$r$	Regressie vergelyking	Model
Ertjieluis	0.97	$\text{Log } S^2 = 0.40 + 1.50 \text{ Log } \bar{x}$	1.1
Blougroenluis			
Ongeveueled	0.97	$\text{Log } S^2 = 0.32 + 1.51 \text{ Log } \bar{x}$	1.2
Gevleueled	0.98	$\text{Log } S^2 = 0.32 + 1.27 \text{ Log } \bar{x}$	1.2
Gevlekte lusernluis			
Ongeveueled	0.99	$\text{Log } S^2 = 0.39 + 1.54 \text{ Log } \bar{x}$	1.3
Gevleueled	0.98	$\text{Log } S^2 = 0.19 + 1.26 \text{ Log } \bar{x}$	1.3
Lusernerdvlooi	0.99	$\text{Log } S^2 = 0.40 + 1.53 \text{ Log } \bar{x}$	2.1
Sitona-snuitekwer	0.98	$\text{Log } S^2 = 0.18 + 1.19 \text{ Log } \bar{x}$	2.1
Lusernskoenlapper	0.99	$\text{Log } S^2 = 0.09 + 1.09 \text{ Log } \bar{x}$	2.1
Swartsandmyt	0.98	$\text{Log } S^2 = 0.63 + 1.55 \text{ Log } \bar{x}$	3.1



Steekproefnemingsfout:Plantluisse

Daar is nie drempelwaardes vir die plantluisse op lusern in Suid-Afrika beskikbaar nie. Die aanname is gemaak dat dit sal ooreenstem met drempelwaardes in ander lande. In die VSA word onmiddellike behandeling aanbeveel wanneer 30-40 ertjieluisse versamel word in een halfsirkel swaai met 'n swaainet van 12.7 cm (5 duim) deursnee en dus 'n area van 126.68 cm<sup>2</sup>. 'n Gemiddelde van hierdie drempelwaardes, naamlik 35 ertjieluisse in een halfsirkel swaai, is geneem. Met die inagneming dat een halfsirkel swaai ongeveer 1 m van die gewas sal dek, is die drempelwaarde soos volg aangepas vir 'n net van 29 cm deursnee waar 6 m van die gewas gedek word:

$$\begin{aligned} \text{Drempelwaarde} &= 35 \times 6 \times (660.52/126.68) \\ &= 1095 \\ &\approx 1100 \text{ ertjieluisse per 6 m weidingswaai,} \end{aligned}$$

waar 35 die drempelwaarde in die VSA is, 6 die 6 meter van die gewas wat gedek word teenoor die 1 meter waarop die drempelwaarde in die VSA gebaseer is, 660.52 die area van die 29 cm deursnee net wat gebruik is, en 126.68 die area van die 5 duim net wat in die VSA gebruik is. In plaas van om 'n gemiddelde (35 plantluisse) van die drempelwaardes in die VSA te neem, kan 30 en 40 plantluisse per monster in bogenoemde vergelyking ingestel word. Sodoende word nie slegs 'n enkele waarde van 1100 plantluisse per monster verkry nie, maar 'n reeks van 940 tot 1250 plantluisse per monster. Hierdie reeks word saam met die operasionele karakteristieke kurwes bespreek.

In Washington is gevind dat vir lusernsaadproduksie die aantal ertjieluisse nie meer as 120 per 1.2-1.5 m (4-5 voet) swaai van 'n 38.1 cm (15 duim) deursnee swaainet (area = 1140.10 cm<sup>2</sup>) moet oorskry nie. Indien daar aanvaar word dat die gemiddelde swaai 1.35 m van die gewas dek, kan die drempelwaarde vir die 29 cm deursnee net soos volg bereken word:

$$\begin{aligned} \text{Drempelwaarde} &= 120 \times (6/1.35) \times (660.52/1140.092) \\ &= 309 \\ &\approx 310 \text{ ertjieluse per 6 m weidingswaai} \end{aligned}$$

Aangesien die studie gedoen is in lusern as weigewas, en nie vir saadproduksie nie, is die hoër drempelwaarde aanvaar. Vir beide die blougroenluis en gevlekte lusernluis is drempelwaardes nie beskikbaar nie. Gevolglik is die aanname gemaak dat dit sal ooreenstem met die drempelwaarde vir die ertjieluis.

Die persentasie steekproefnemingsfout is bereken vir  $\bar{x}$  gelyk aan die drempelwaarde (1100 plantluis per monster) en 'n toenemende aantal steekproefnemingsseenhede (Figure 3.4 en 3.5A). By 'n lae aantal steekproefnemingsseenhede was die steekproefnemingsfout relatief hoog, maar dit het vinnig afgeneem soos die aantal steekproefnemingsseenhede toegeneem het. By die blougroenluis en gevlekte lusernluis was die steekproefnemingsfout aansienlik laer vir die gevleuelde plantluis. Laasgenoemde is weens die meer eweredige verspreiding van die gevleueldes in die aanplantings, wat weerspieël word deur die kleiner hellings in die regressies van  $\log(S^2)$  op  $\text{Log}(\bar{x})$  (Figuur 3.1B-C).

By die ertjieluis, ongevleuelde blougroenluis en ongevleuelde gevlekte lusernluis het die fout vir  $n = 10$  steekproefpunte tot  $n = 32$  steekproefpunte met slegs ongeveer 4% afgeneem (Figure 3.4 en 3.5A). By die gevleuelde blougroenluis en gevlekte lusernluis het die fout vir  $n = 4$  steekproefpunte tot  $n = 32$  steekproefpunte met slegs ongeveer 3% afgeneem (Figuur 3.4). Die fout word dus nie noemenswaardig verklein waar meer as 10 steekproefnemingsseenhede vir die ertjieluis (fout  $\approx 9\%$ ), ongevleuelde blougroenluis (fout  $\approx 8\%$ ) en ongevleuelde gevlekte lusernluis (fout  $\approx 10\%$ ) geneem word nie. Dit word ook nie noemenswaardig verklein as meer as vier steekproefnemingsseenhede vir die gevleuelde blougroenluis (fout  $\approx 6\%$ ) en gevleuelde gevlekte lusernluis (fout  $\approx 5\%$ ) geneem word nie. Die steekproefnemingsfoute by hierdie geselekteerde steekproefnemingsseenhede is laer as 20%, wat volgens Reusink & Kogan (1994) 'n aanvaarbare fout vir plaagbestuurdoeleindes is.



### Lusernerdvlooi

Net soos in die geval van die plantluse is daar nie vir die lusernerdvlooi drempelwaardes in Suid-Afrika beskikbaar nie. Die aanname is weereens gemaak dat dit sal ooreenstem met die drempelwaarde in ander lande. In Nieu-Seeland is die aksiedrempelwaarde vir die lusernerdvlooi bepaal as 200-500 erdvlooi per 6 m swaai. 'n Gemiddelde hiervan, naamlik 350 erdvlooi per 6 m swaai, is gekies. Aangesien hierdie waarde bepaal is vir 'n net met deursnee van 30 cm, moes hierdie waarde aangepas word vir die net met 'n deursnee van 29 cm. Die 30 cm deursnee net beslaan 'n area van  $708.86 \text{ cm}^2$ , terwyl die 29 cm deursnee net 'n area van  $660.52 \text{ cm}^2$  beslaan. Die drempelwaarde vir die 29 cm deursnee net is as volg bereken:

$$\begin{aligned} \text{Drempelwaarde} &= 350 (660.52/706.86) \\ &= 327 \\ &\approx 330 \text{ erdvlooi per 6 m weidingswaai} \end{aligned}$$

Die persentasie steekproefnemingsfout is vir die drempelwaarde (330 erdvlooi per monster) en toenemende steekproefnemingsseenhede bereken (Figuur 3.5B). Die steekproefnemingsfout is aanvanklik groot waar die aantal steekproefnemingsseenhede min is, maar neem vinnig af namate meer steekproefnemingsseenhede gebruik word. Vanaf  $n = 12$  steekproefpunte tot  $n = 32$  steekproefpunte neem die steekproefnemingsfout slegs met ongeveer 4.5% af (Figuur 3.5B). Die fout word dus nie noemenswaardig verklein wanneer meer as 12 steekproefnemingsseenhede (fout  $\approx 12\%$ ) gebruik word nie.

### Ander plae

Aangesien daar nie drempelwaardes vir die Sitona-snuitkewer, lusernskoenlapper en swartsandmyt beskikbaar is nie, is die persentasie steekproefnemingsfout vir verskillende bevolkingsvlakke, met  $n$  konstant gehou by 16, bereken. Tydens die studie is daar nooit meer as 12 snuitkewers, 36 larwes van die lusernskoenlapper en 7 swartsandmyte per monster waargeneem nie. Die bevolkingsvlakke is vir volledigheidshalwe geneem as  $\bar{x} = 1$  tot 100 (Figuur 3.6). Daar is 'n totaal van slegs

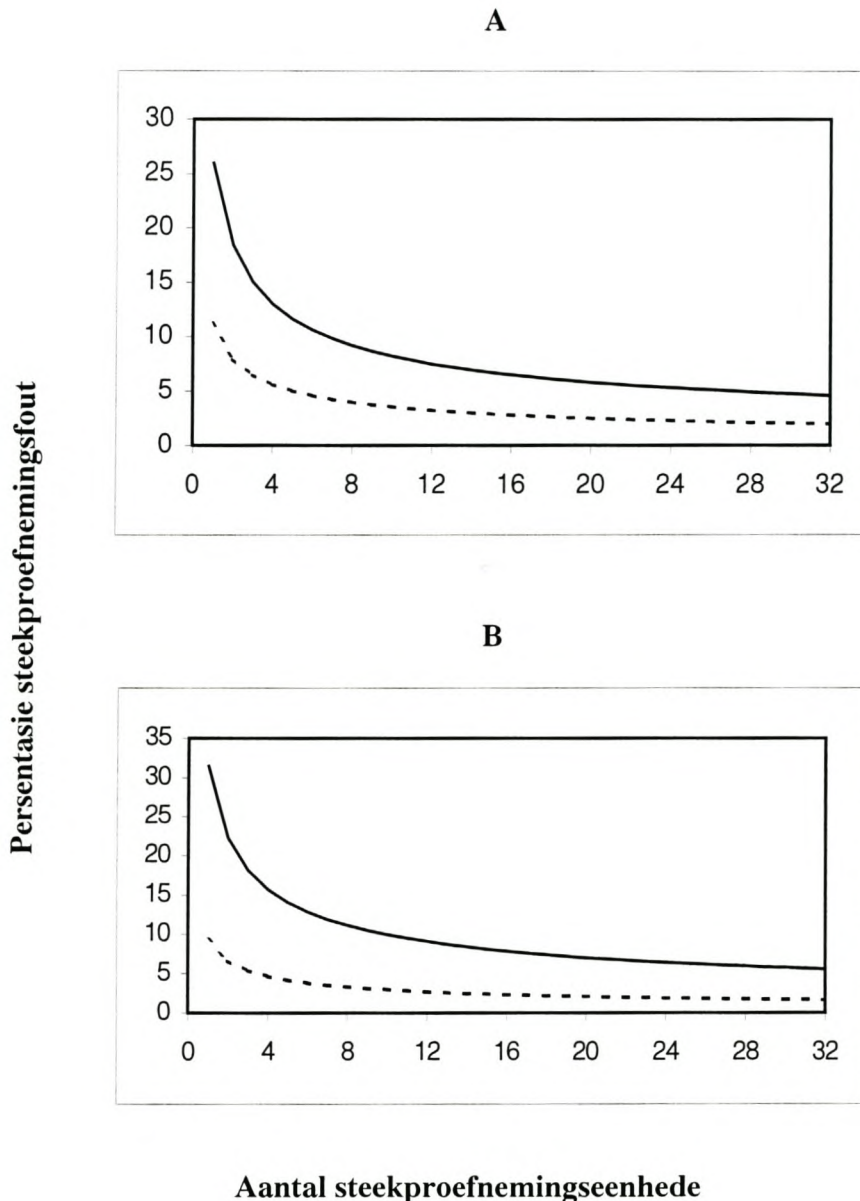
een witsykantkewer tydens die studie waargeneem. Gevolglik is geen ontledings vir hierdie plaag gedoen nie.

Vir die beide die Sitona-snuitkewer en larwes van die lusernskoenlapper het die steekproefnemingsfout vir  $\bar{x} = 20$  insekte tot  $\bar{x} = 100$  insekte per monster slegs met ongeveer 4% afgeneem (Figuur 3.6A-B). Die fout word dus nie noemenswaardig verklein by bevolkingsvlakke bokant 20 nie. Vir die snuitkewer was die fout slegs vir  $\bar{x} \leq 2$  insekte per monster groter as 20% (Figuur 3.6A). Indien die snuitkewer skade veroorsaak by lae bevolkingsvlakke ( $\bar{x} < 3$  insekte per monster), sal die swaainet nie betroubaar wees nie. Vanaf  $\bar{x} = 3$  insekte per monster is die steekproefnemingsfout egter kleiner as 20%. Indien die snuitkewer eers ernstige skade veroorsaak by  $\bar{x} \geq 3$  insekte per monster, behoort die net dus geskik te wees vir opname. Vir die lusernskoenlapper was die fout slegs vir  $\bar{x} = 1$  larf per monster groter as 20% (Figuur 3.6B). Die net behoort dus geskik te wees vir monitering van die lusernskoenlapper.

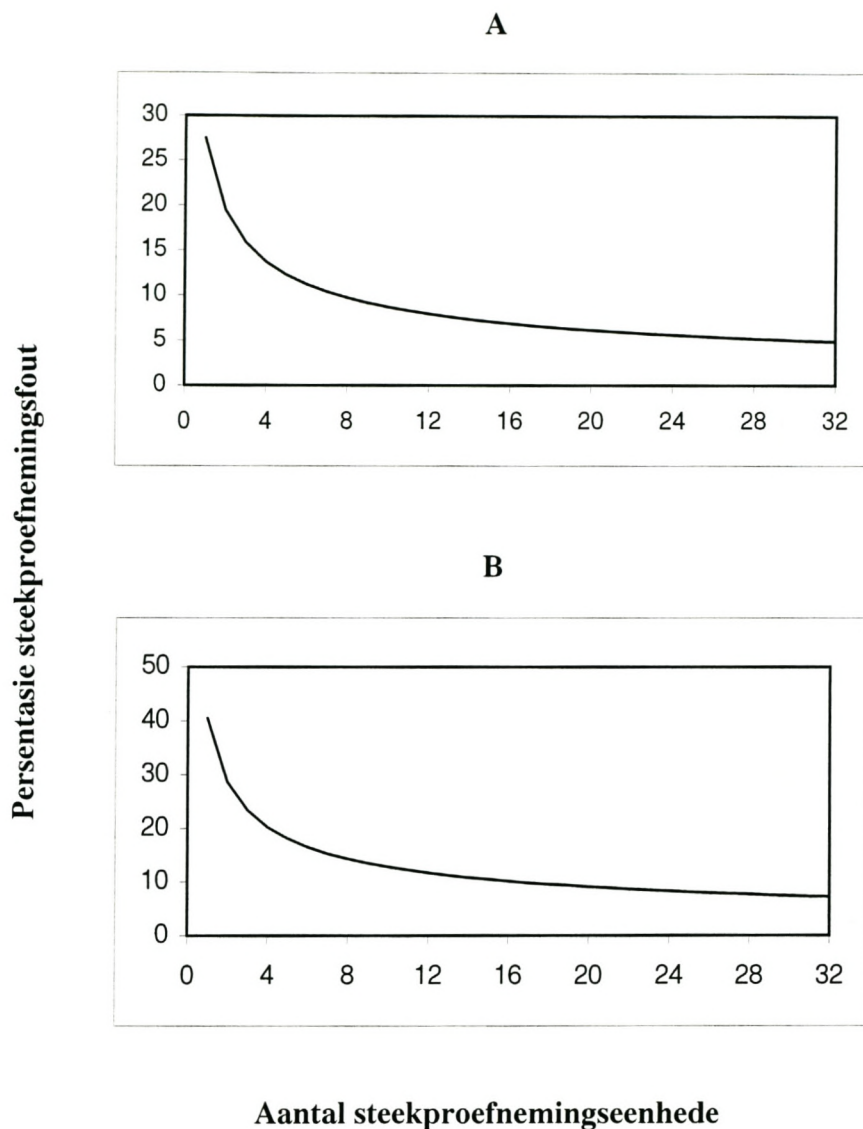
Wanneer die bevolkingsvlakke van die swartsandmyt laag is, is die persentasie steekproefnemingsfout redelik hoog (tussen 30 en 52% vir  $\bar{x} = 1$  myt tot  $\bar{x} = 11$  myte per monster) (Figuur 3.6C). Vir  $\bar{x} = 12$  tot 50 is die steekproefnemingsfout tussen 20 en 30%. Hierdie waardes is aansienlik hoër as wat die geval was by die Sitona-snuitkewer en lusernskoenlapper. Die rede hiervoor is die saamgetrosde verspreiding van die swartsandmyt. Die myte is gregaries wanneer hulle voed (Walters 1970; Smith Meyer 1981; Smith Meyer *et al.* 1989; Gaull & Ridsdill-Smith 1996, 1997), met die gevolg dat hulle nie eweredig deur die aanplanting versprei is nie. Vanaf  $\bar{x} = 40$  myte tot  $\bar{x} = 100$  myte per monster neem die fout met slegs 4% af (Figuur 3.6C). Die fout word dus nie noemenswaardig kleiner by bevolkingsvlakke van hoër as 40 myte nie. Vir  $\bar{x} = 60$  myte per monster is die fout ongeveer 20%. Indien die drempelwaarde vir die swartsandmyt laag is, en hulle dus skade veroorsaak by lae bevolkingsvlakke, sal die swaainet nie betroubaar wees vir monitering nie, aangesien die steekproefnemingsfout in sulke gevalle te groot is. Met inagneming van die groot drempelwaardes vir die lusernerdvlooi en plantluise, kan die aanname gemaak word dat die swartsandmyt se drempelwaarde moontlik groter as 60 myte per monster sal wees. Indien laasgenoemde die geval is, sal die swaainet geskik wees vir monitering.



Dit is veral vir die swartsandmyt noodsaaklik dat drempelwaardes vasgestel word. In Suid-Afrika word die myt huidig beheer deur óf 'n voorkomende spuit met ometoaat na die eerste herfsreëns, gevolg deur 'n tweede spuit drie weke later, óf 'n dimetoaat-bespuiting wanneer die myte gewaar word (Nel *et al.* 1999). Soos reeds genoem is daar in hierdie studie nooit meer as sewe myte per monster waargeneem nie. 'n Bespuiting sou in so 'n geval dus onnodig wees.

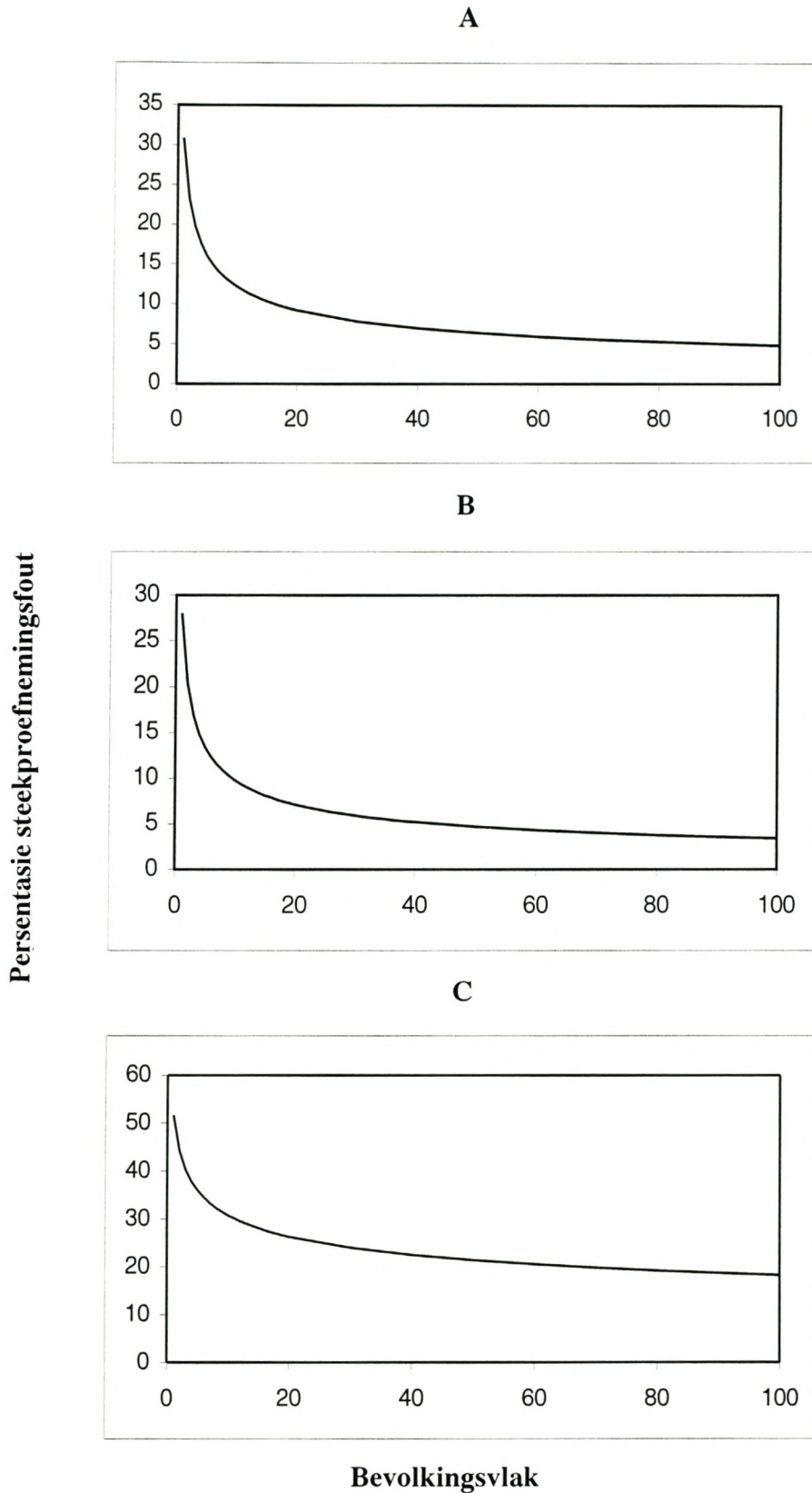


**Figuur 3.4.** Persentasie steekproefnemingsfout vir (A) blougroenluis en (B) gevlekte lusernluis op lusern. (—) Ongevlueeldes, (- - -) gevleueldes. Drempelwaarde = 1100 plantluis per monster.



**Figuur 3.5. Persentasie steekproefnemingsfout vir (A) ertjieluis en (B) lusernerdvlooi op lusern. Drempelwaarde = 1100 plantluis en 330 erdvlooi per monster onderskeidelik.**





**Figuur 3.6. Persentasie steekproefnemingsfout vir (A) Sitona-snitkewer, (B) lusernskoelapper, en (C) swartsandmyt op lusern. Aantal steekproefnemingsseenhede = 16)**

## Operasionele karakteristieke kurwes:

### Plantluis en lusernerdvlooi

#### Werklike getalle

Operasionele karakteristieke (OK) kurwes is vir  $n = 12$  en die drempelwaarde = 330 erdvlooi (Figuur 3.7A) en 1100 plantluis per monster (Figuur 3.7B-F) bereken. Wanneer 300 erdvlooi per monster waargeneem word, sal die besluit om nie plaagbeheer toe te pas nie, deur byvoorbeeld te spuit, bewei of te sny, in 90% van gevalle korrek wees. Vanaf 300 tot 330 erdvlooi per monster neem die waarskynlikheid om die korrekte besluit te neem vinnig af tot by 50% (Figuur 3.7A).

Die OK-kurwes van die ertjieluis, ongeveuelde blougroenluis en ongeveuelde gevlekte lusernluis stem baie ooreen. Die OK-kurwes van die gevleuelde blougroenluis en gevleuelde gevlekte lusernluis stem ook baie ooreen. By die 90% waarskynlikheidsvlak verskil die gevleueldes en ongeveueldes van die blougroenluis en gevlekte lusernluis met ongeveer 95 plantluis (Figuur 3.7B-F). Met 'n drempelwaarde van 1100 plantluis per monster is hierdie verskil egter relatief klein, veral wanneer inaggeneem word dat 'n reeks van 940 tot 1250 plantluis per monster ook gebruik kan word. In hierdie reeks word daar voorsiening gemaak vir 'n verskil van 310 plantluis per monster tussen die boonste (1250) en onderste (940) grens van die drempelwaarde. Die statisties betekenisvolle verskille tussen die ongeveueldes en gevleueldes van die blougroenluis en gevlekte lusernluis is dus nie van praktiese belang nie. Dit sal dus nie nodig wees om 'n onderskeid tussen die verskillende plantluis en vorms (ongeveuelde of gevleuelde) te tref nie. Wanneer 970 tot 1065 plantluis per monster waargeneem word, sal die besluit om nie plaagbeheer toe te pas nie in 90% van gevalle korrek wees.

#### Aanwesigheid-afwesigheid data

Die verband tussen die werklike erdvlooi- en plantluisgetalle, en die aanwesigheid-afwesigheid data is bepaal. Tabel 3.12 bevat die korrelasie koëffisiënte en regressie vergelykings. Hierdie verband was vir al hierdie plae reglynig (Figure 3.8 en 3.9). 'n



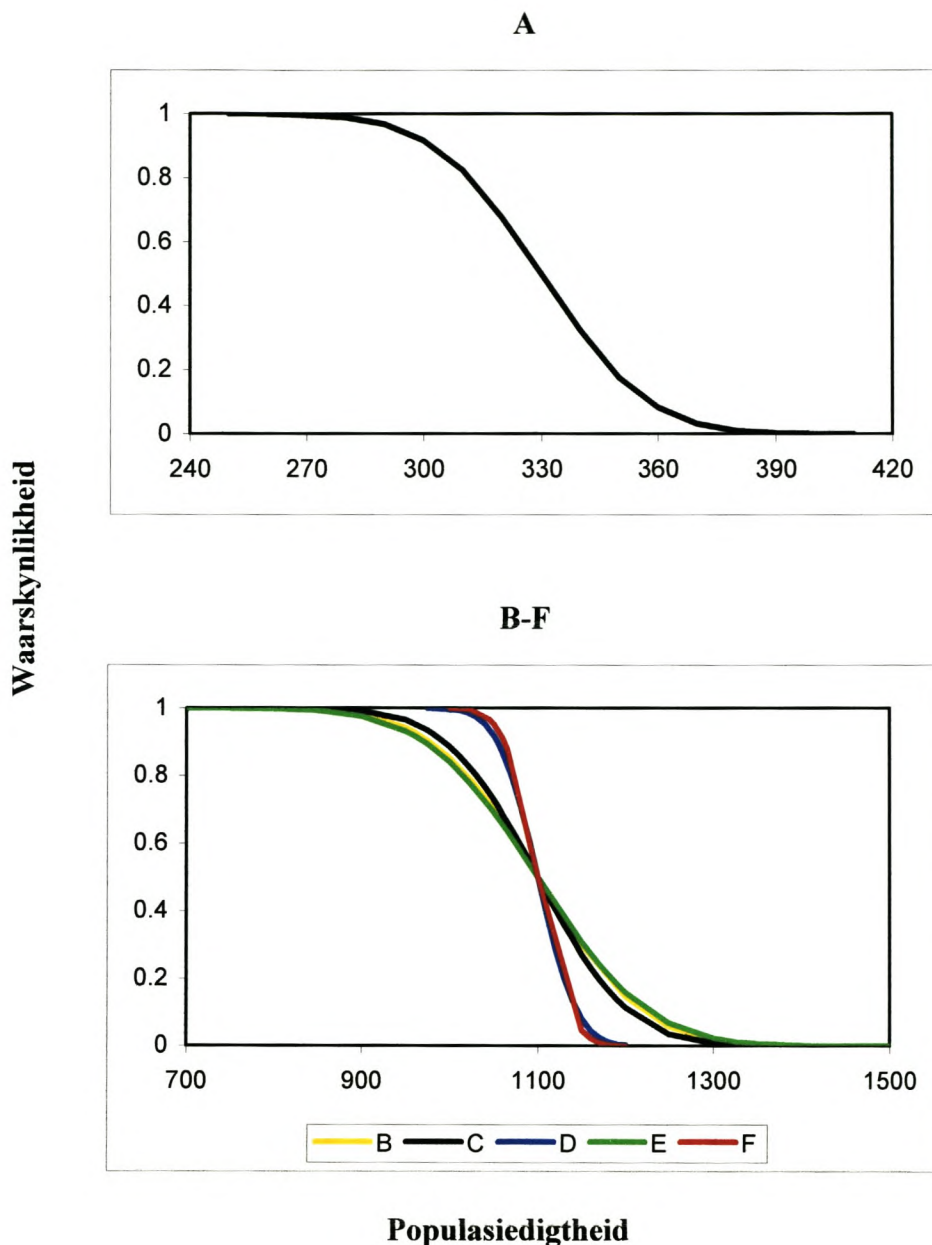
Besmetting van 99% van die monsters gaan gepaard met bevolkingsvlakke van 20, 18, 12, 8, en 7 vir die ertjieluis, lusernerdvlooi en ongeveuelde blougroenluis, ongeveuelde gevlekte lusernluis, gevleuelde blougroenluis, en gevleuelde gevlekte lusernluis onderskeidelik. Hierdie bevolkingsvlakke is egter aansienlik laer as die drempelwaardes van 330 erdvlooi en 1100 plantluis per monster, en nie van veel praktiese belang nie. Gevolglik word aanwesigheid-afwesigheid monitoring nie vir die lusernerdvlooi en plantluis aanbeveel nie en die OK-kurwes is nie getrek nie

**Tabel 3.12. Korrelasie koëffisiënte (r), P-waardes vir afwyking van 'n liniêre verband, en regressie vergelykings vir die verband tussen werklike insekgetalle en aanwesigheid-afwesigheid data.**

Plae	r	P	Regressie vergelyking
Lusernerdvlooi	0.97	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.53+0.71\ln \bar{x}$
Ertjieluis	0.96	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.57+0.70\ln \bar{x}$
Blougroenluis			
Ongeveueled	0.86	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.65+0.75\ln \bar{x}$
Gevleueled	0.98	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.28+0.86\ln \bar{x}$
Gevlekte lusernluis			
Ongeveueled	0.98	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.44+0.79\ln \bar{x}$
Gevleueled	0.98	<0.001	$\ln(-\ln(1-p)) = -0.21+0.88\ln \bar{x}$

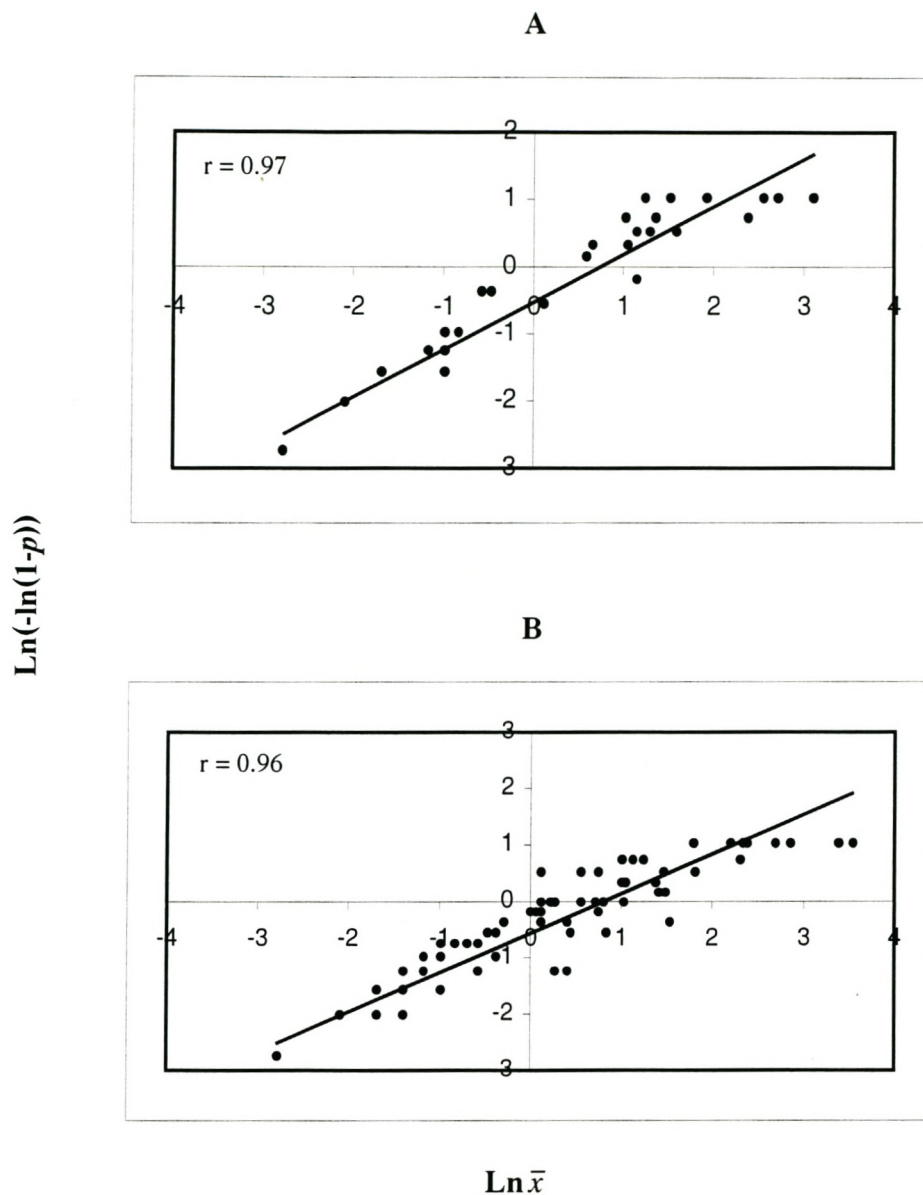
#### Ander plae

Aangesien daar nie drempelwaardes vir die swartsandmyt, Sitona-snuitekwer en lusernskoenlapper beskikbaar is nie, kon die OK-kurwes nie getrek word nie.

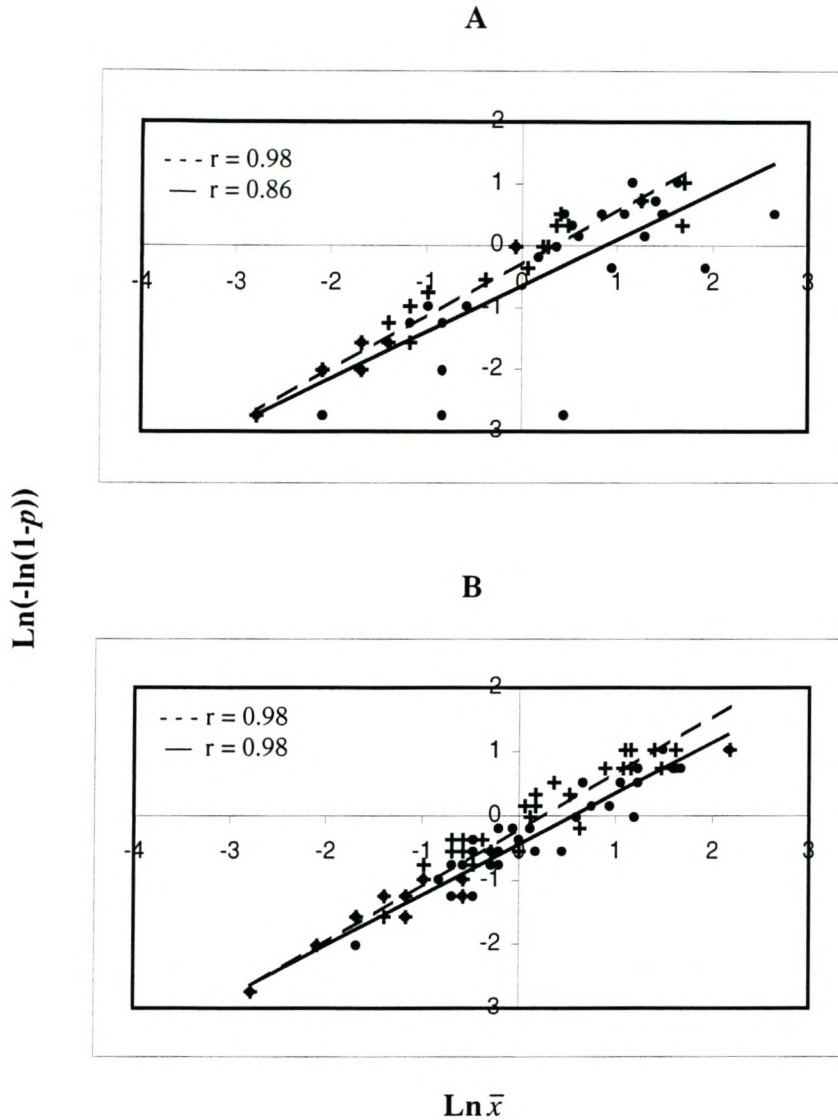


**Figuur 3.7. Operasionele karakteristieke kurwe vir monitoring van die (A) lusernerdvlooi, (B) ertjieluis, (C) ongeveuelde blougroenluis, (D) gevleuelde blougroenluis, (E) ongeveuelde gevlekte lusernluis, en (F) gevleuelde gevlekte lusernluis op lusern, met behulp van die swaainet. Drumpelwaardes = 330 erdvlooi en 1100 plantluis per monster.**





**Figuur 3.8.** Verband tussen die werklike insekgetalle en aanwesigheid-afwesigheid data vir die (A) lusernerdvlooi en (B) ertjieluis. (•) Werklike  $\text{Ln}(-\ln(1-p))$ ; (—) Geskatte  $\text{Ln}(-\ln(1-p))$ .

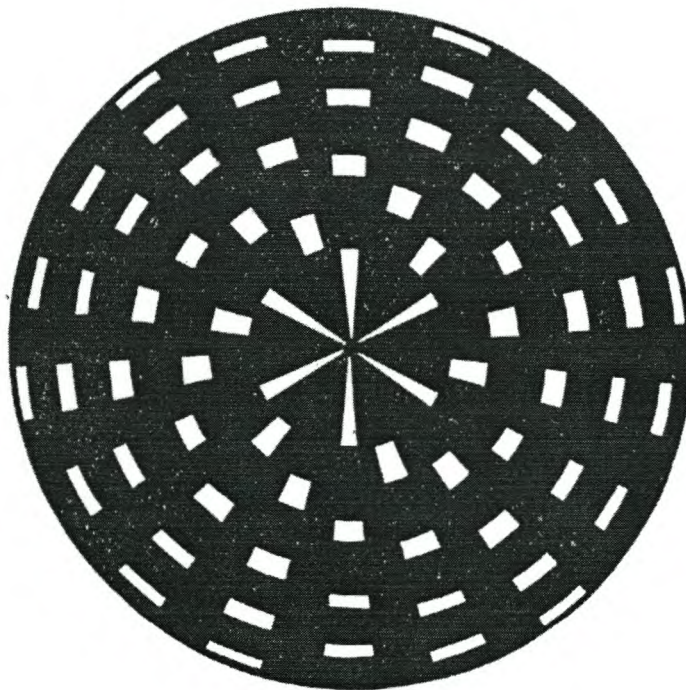


**Figuur 3.9.** Verband tussen die werklike insekgetalle en aanwesigheid-afwesigheid data vir die (A) blougroenluis en (B) gevlekte lusernluis. (•) en (+) Werklike  $\text{Ln}(-\ln(1-p))$  vir ongefleueldes en gevleueldes onderskeidelik; (—) en (- - -) Geskatte  $\text{Ln}(-\ln(1-p))$  vir ongefleueldes en gevleueldes onderskeidelik.



### Die neem van submonsters:

Aangesien aanwesigheid-afwesigheid monitering nie geskik is vir die monitering van die lusernerdvlooi en plantluise nie, moet die werklike insektellings gebruik word. Die tel van die insekte kan egter baie tydrowend wees, veral wanneer piekgetalle in die bevolkings voorkom. In plaas van om al die insekte per monster te tel, kan submonsters geneem word. 'n Eenvoudige manier is om die monster op te skud in 70% alkohol, waarna dit in 'n petribakkie gegooi word en toegelaat word om te stabiliseer. Die petribakkie word dan oor 'n telrooster soos in Figuur 3.10 geplaas en die insekte getel. Alle insekte wat heeltemal in die oop areas is of wat oorvleuel met die linkerkantste of buitenste grense moet getel word. Hierdie aantal sal een sesde van die totaal wees (Southwood 1968). Dus word plaagbeheer aanbeveel wanneer daar een sesde van 1100, naamlik 183 plantluise, en een sesde van 330, naamlik 55 lusernerdvlooië oor die telrooster getel word.



**Figuur 3.10. Illustrasie van 'n telrooster.**

Volgens Strickland (1954 in Southwood 1968) varieër die persentasie fout vir die tel van plantluise deur gebruik te maak van die telrooster, vanaf 5 (met  $\pm 3000$  plantluise/petribakkie) tot 15 (met  $<500$  plantluise/petribakkie). Indien daar te veel insekte is om in die petribakkie te tel, kan 'n tweede submonster geneem word deur die suspensie van insekte in alkohol te verdeel (Southwood 1968). Die suspensie kan byvoorbeeld in twee of meer submonsters, afhangende van die bevolkingsvlak, verdeel word, waarna een submonster geneem en in die petribakkie oor die telrooster getel word.

### 3.2. Seisoenale voorkoms van plae

#### Plantluise

Vir al drie plantluisspesies was daar aansienlik minder gevleuelde as ongevleuelde (Figure 3.11-3.13). Beide die gevleelde en ongevleelde ertjieluis het by die besproeiende aanplantings (aanplantings 1, 2 en 3) 'n piek in die bevolkingsvlak om en by September getoon (Figuur 3.11). 'n Daling van hierdie piek in Oktober was as gevolg van toepassing van chemiese beheermaatreëls by aanplantings 2 en 3, en die sny of beweiding van die aanplantings. By aanplanting 1 is 'n tweede piek vir beide plantluise (gevleeld en ongevleeld) in Junie waargeneem. Hierdie piek het as gevolg van die sny van die aanplanting gedaal. By die droëland aanplantings (aanplantings 4 en 5) was die bevolkingsvlakke vir beide vorme deur die jaar laag (Figuur 3.11).

Beide die gevleelde en ongevleelde blougroenluise het by aanplantings 2, 3, 4 en 5 'n piek in die bevolkingsvlak in September getoon (Figuur 3.12). Die daling van die bevolkingsvlak in Oktober word, soos in die geval van die ertjieluis, aan chemiese beheermaatreëls en/of die sny of beweiding van die aanplantings toegeskryf. Die verdere daling in die bevolkingsvlak in November, wat duideliker te sien is by die gevleeldes, word toegeskryf aan die sny van aanplantings 2 en 3 in November. By aanplanting 1 het die gevleeldes eers 'n piek in getalle bereik in Oktober, moontlik as gevolg van die sny van die aanplanting in September. Die daling van die getalle in November was as gevolg van die sny van aanplanting 1. In aanplanting 1 was die getalle van ongevleeldes baie laag (Figuur 3.12A). Dit is moontlik as gevolg van die



bespuiting met dimetoat voor die aanvang van die opnameperiode in hierdie aanplanting.

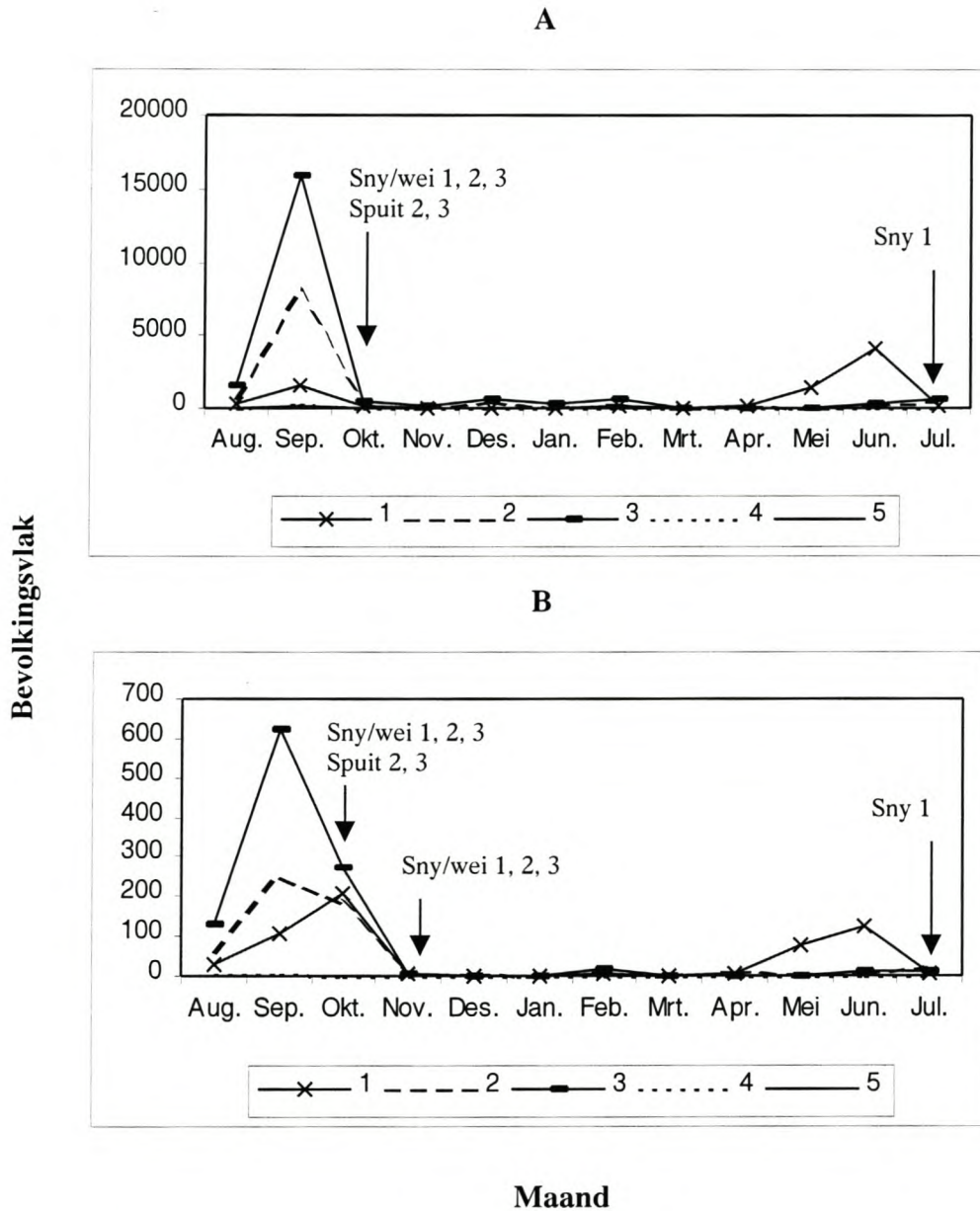
Beide die gevleuelde en ongevleuelde gevlekte lusernluisse het by die besproeide aanplantings pieke in die bevolkingsvlak teen Februarie (aanplantings 2 en 3) en April tot Mei (aanplantings 1, 2 en 3) bereik (Figuur 3.13). By die droëland aanplantings is bevolkingsvlakpieke vir die ongevleueldes teen April (aanplanting 4) en Mei (aanplanting 5) bereik (Figuur 3.13). Die bevolkingsvlakke van die gevleueldes het ook pieke bereik in September (droëland aanplantings) en Oktober (besproeide aanplantings). Die dalings in getalle was as gevolg van die sny of beweiding van die aanplantings (Figuur 3.13).

#### Ander insekplae

Die lusernerdvlooi het 'n piek in die bevolkingsvlak teen September bereik (Figuur 3.14A). Die daling in getalle gedurende Oktober word toegeskryf aan die bespuiting van aanplantings 2 en 3 net voor die aanvang van die Oktober opnames, en die sny of beweiding van al die aanplantings in Oktober. Met die aanvang van die herfsreëns het die bevolkingsvlakke by die besproeide aanplantings weer tot en met Julie gestyg (Figuur 3.14A). Die rede vir die lae getalle in Augustus is moontlik die bespuiting van aanplanting 1 net voordat die opnames in Augustus begin is, die sny van aanplantings 2 en 3 in Augustus, en die beweiding van aanplantings 4 en 5 gedurende Augustus.

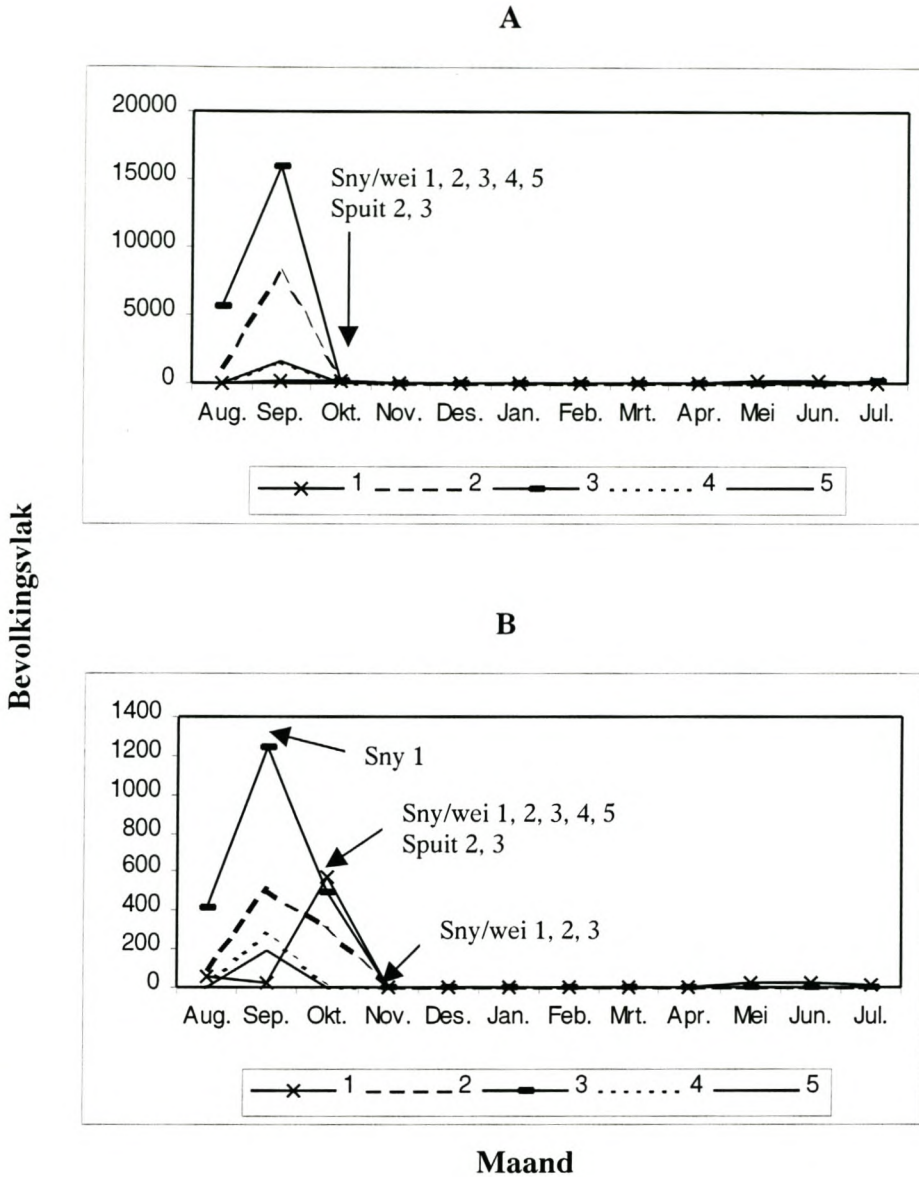
Die Sitona-snuitekwer het by die droëland aanplantings (aanplantings 4 en 5) piekgetalle teen Oktober bereik (Figuur 3.14B). Die daling in die bevolkingsvlak gedurende November word toegeskryf aan die beweiding van die aanplantings teen die einde van Oktober en begin van November (Figuur 3.14B). By die besproeide aanplantings is bevolkingspieke vir die Sitona-snuitekwer in November waargeneem (Figuur 3.14B). Die daling in getalle gedurende Desember word toegeskryf aan die sny van hierdie aanplantings aan die einde van November. By die besproeide aanplantings is ook 'n tweede en kleiner piek waargeneem teen ongeveer Mei en Junie (Figuur 3.14B).

Larwes van die lusernskoelapper het by aanplantings 2 en 3 'n piek in die bevolkingsvlak teen Desember bereik (Figuur 3.15A). Die daling van hierdie bevolkingsvlakpiek in Januarie word toegeskryf aan die sny van die aanplantings aan die begin van Januarie. Aanplantings 1, 4, en 5 het deurgaans baie lae bevolkingsvlakke getoon (Figuur 3.15A).

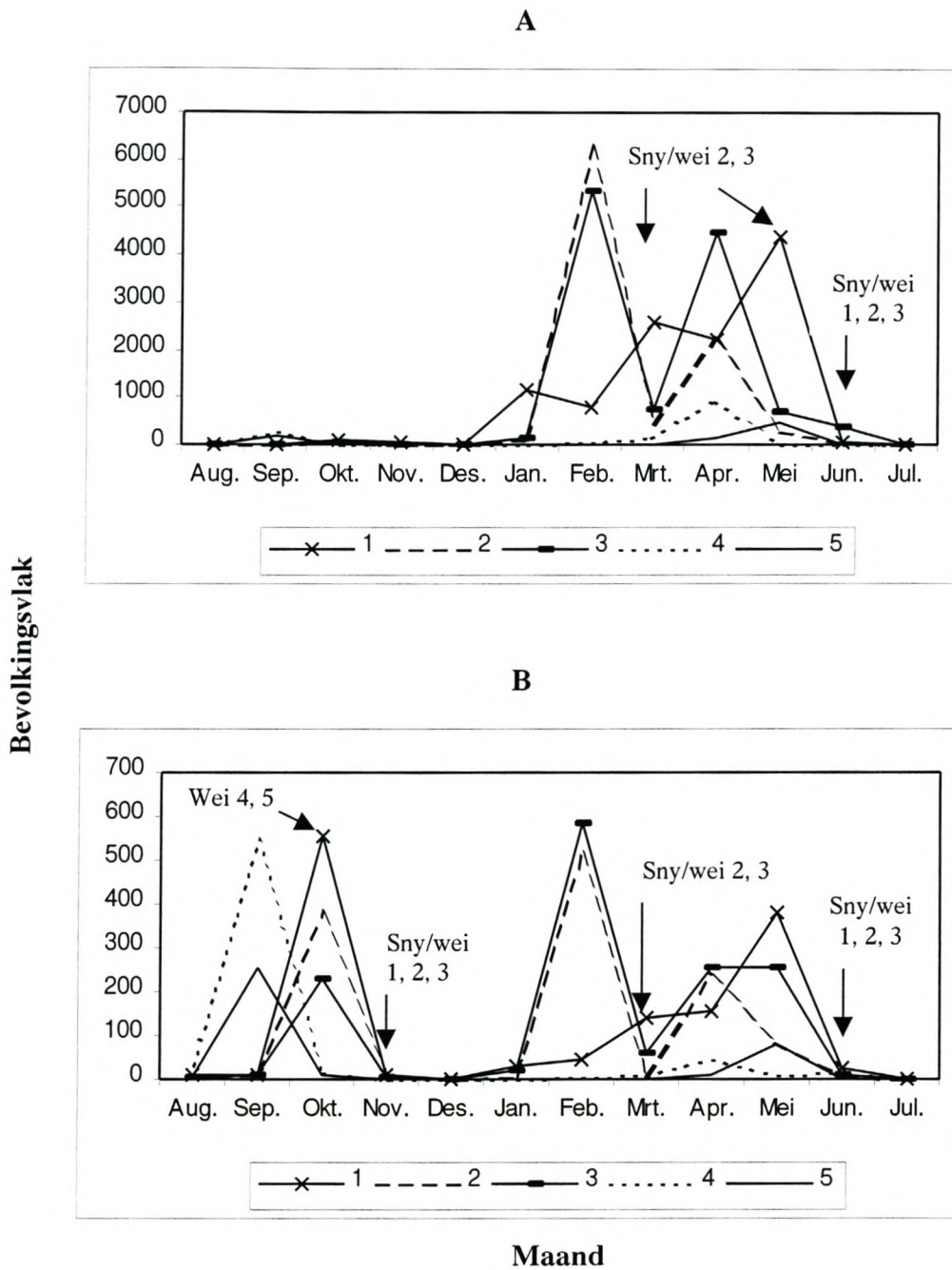


**Figuur 3.11.** Seisoenale voorkoms van die (A) ongeveuelde en (B) geveuelde ertjies op lusern. 1-5 = Aanplantings 1-5. Daling in die bevolkingsvlakke as gevolg van bestuurspraktyke word vir die onderskeie aanplantings aangedui. Dimetoaat is vir die bespuiting gebruik.





**Figuur 3.12. Seisoenale voorkoms van die (A) ongeveuelde en (B) geveuelde blougroenluis op lusern. 1-5 = Aanplantings 1-5. Daling in die bevolkingsvlakke as gevolg van bestuurspraktyke word vir die onderskeie aanplantings aangedui. Dimetoaat is vir die bespuiting gebruik.**

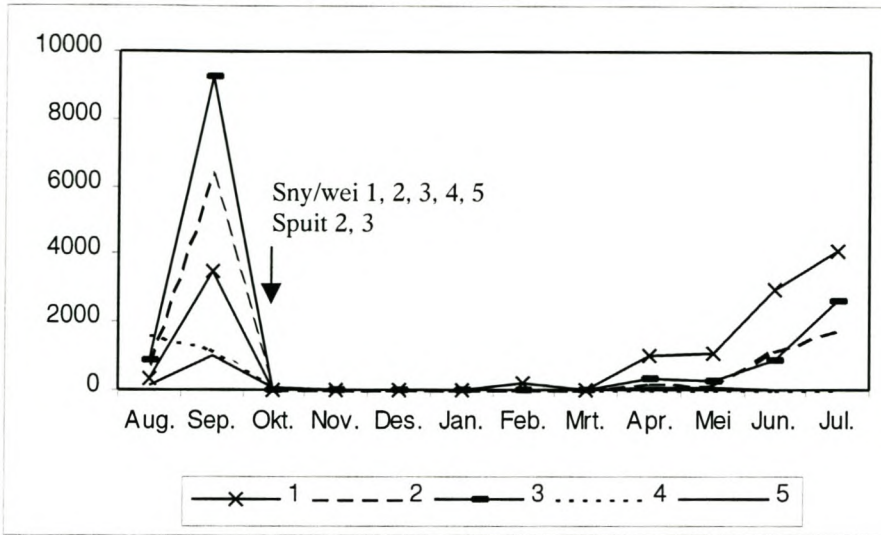


**Figuur 3.13. Seisoenale voorkoms van die (A) ongeveuelde en (B) geveuelde gevlekte lusernluis op lusern. 1-5 = Aanplantings 1-5. Daling in die bevolkingsvlakke as gevolg van bestuurspraktyke word vir die onderskeie aanplantings aangedui.**

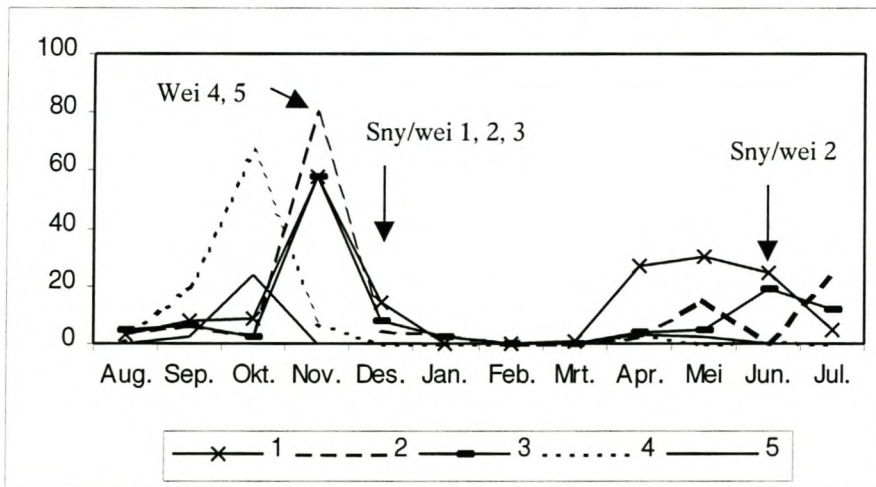


Bevolkingsvlak

A

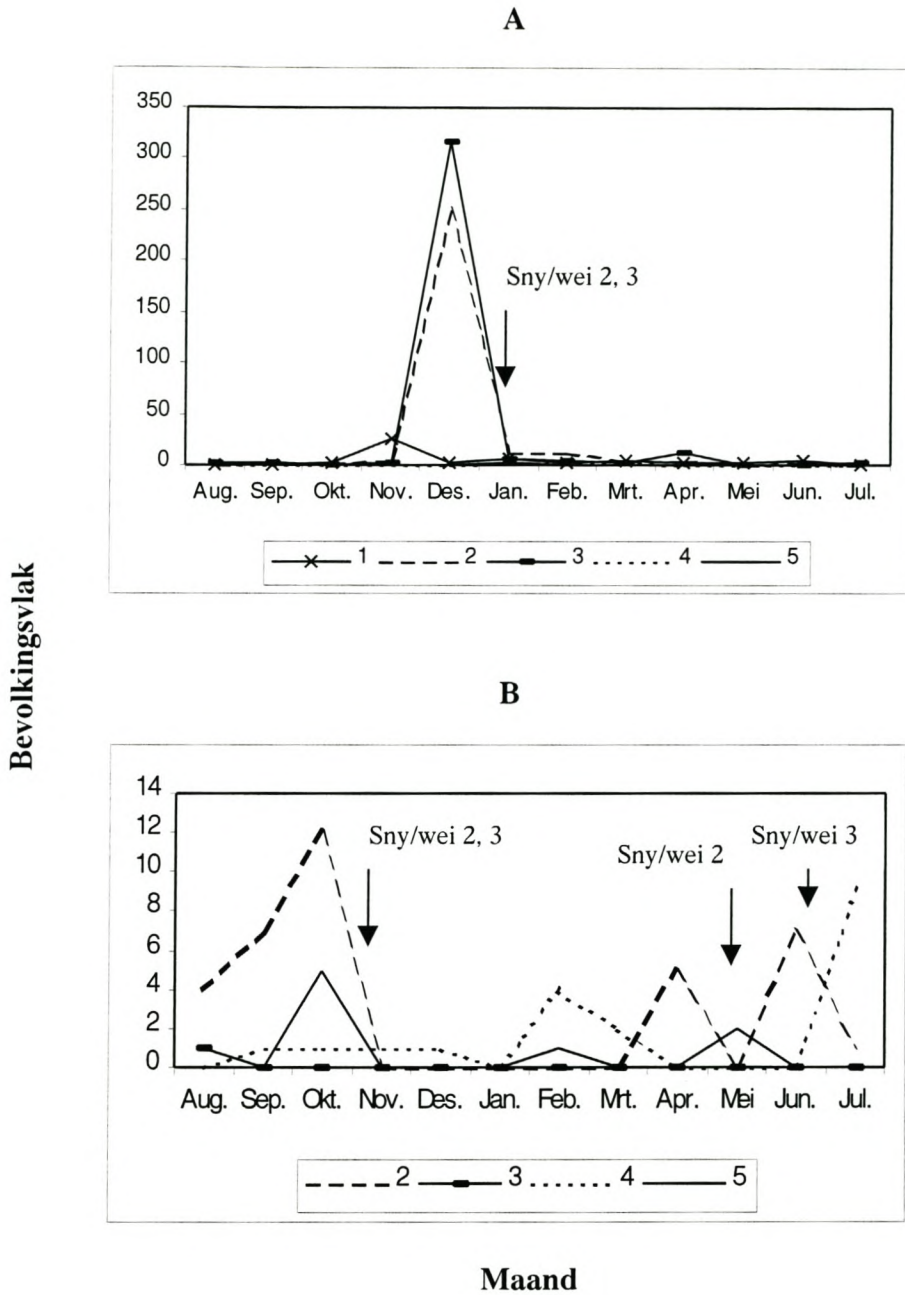


B



Maand

Figuur 3.14. Seisoenale voorkoms van die (A) lusernerd vlooi en (B) Sitona-snitkewer op lusern. 1-5 = Aanplantings 1-5. Daling in die bevolkingsvlakke as gevolg van bestuurspraktyke word vir die onderskeie aanplantings aangedui. Dimetooat is vir die bespuiting gebruik.



**Figuur 3.15. Seisoenale voorkoms van die (A) lusernскоenlapper en (B) swartsandmyt op lusern. 1-5 = Aanplantings 1-5. Daling in die bevolkingsvlakke as gevolg van bestuurspraktyke word vir die onderskeie aanplantings aangedui.**



## Swartsandmyt

Alhoewel daar verskeie pieke in die bevolkingsvlak van die swartsandmyt gesien kan word, het bevolkingsvlakke van hierdie myt so laag gebly dat selfs piekgetalle nie van belang was nie (Figuur 3.15B).

### **3.3. Insekdiversiteit en volopheid**

#### Insek- en mytfamilies

Die families wat in die onderskeie aanplantings gevind is, word in Tabel B1 in Bylaag B aangedui.

Die aanplantings by Elsenburg het grootliks ooreengestem in terme van die aantal families. Dieselfde geld vir die Tygerhoek aanplantings (Tabel B1). Die droëland lusern het egter 'n laer aantal families gehuisves as die besproeide lusern. Verder was die families by die droëland aanplantings oor die algemeen ook kleiner in terme van die aantal individue per familie (Tabel B1). Die rede hiervoor is moontlik weens die gebrek aan vog en yl stand van lusern by die droëland aanplantings. Hierdie aanplantings is ook meer gereeld beweï en was vir die grootste gedeelte van die jaar baie kort (minder as 10 cm lank). Gevolglik was daar by die droëland aanplantings minder plantmateriaal beskikbaar vir herbivore. Die laer aantal herbivore het veroorsaak dat die aantal predatore en parasitoïede ook laer was. Die ligging kan ook 'n invloed hê, want by Tygerhoek is daar 'n laer reënval as by Elsenburg.

In al die aanplantings is die grootste aantal individue per familie gevind by die familie Aphididae (Tabel B1). Hierdie familie is slegs verteenwoordig deur drie plantluis spesies, naamlik die ertjieluis, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), blougroenluis, *A. kondoi* (Shinji), en die gevlekte lusernluis, *Therioaphis trifolii* f. *maculata* (Buckton). Al drie spesies is belangrike plae van lusern. Die volgende groot familie by al die aanplantings, was Sminthuridae. Hierdie familie is slegs verteenwoordig deur die lusernerdvlooi, *Sminthurus viridis* (L.), wat ook 'n belangrike lusernplaag is.

Die predatoriese familie wat by al die aanplantings die meeste aantal individue gehad het, was Anystidae (Tabel B1). Hierdie familie is deur die Anystis-roofmyt, *Anystis wallacei*, verteenwoordig. Hierdie roofmyt is 'n belangrike biologiese beheeragent van die lusernerdvlou en swartsandmyt (Walters 1970; Annecke & Moran 1982; Smith Meyer 1981, 1996; Smith Meyer *et al.* 1989; Loubser 1996; Weiss & McDonald 1998; Laubscher 2000). Die volgende volop predatoriese familie was die Coccinellidae. Die skilpadkewers kan help om ligte plantluisbesmettings te beheer, veral in kombinasie met verbouingspraktyke soos beweiding en sny van die lusern (Dr. J. M. Laubscher, persoonlike mededeling).

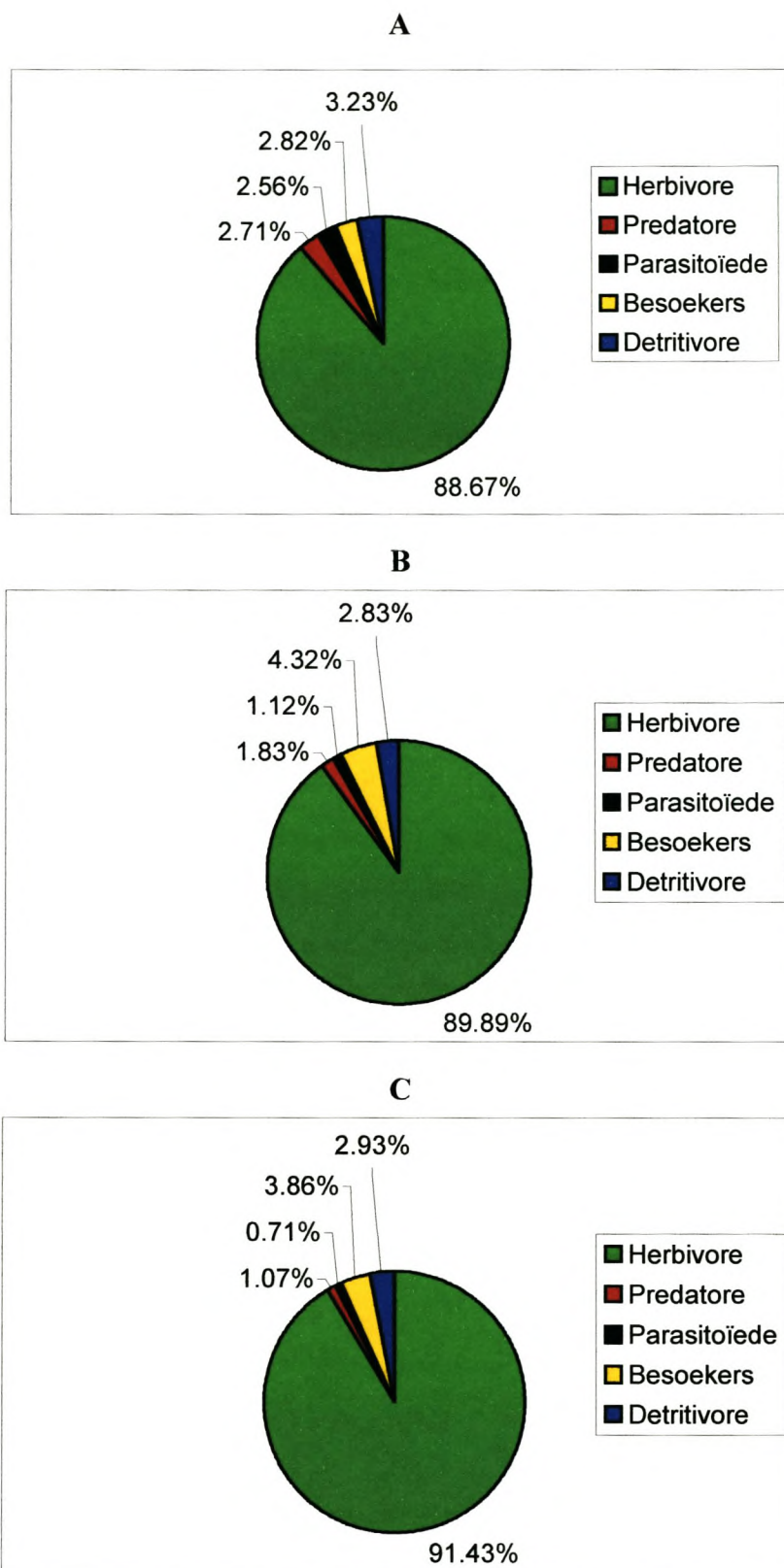
Die parasitoïede wat in die grootste getalle by al die aanplantings aangetref is, was die superfamilie Chalcidoidea en familie Braconidae (Tabel B1). Die grootste aantal detritivore is gevind in die suborde Arthropleona, en die families Mycetophilidae (by aanplantings 1-3) en Mycetophagidae (by aanplantings 4-5) (Tabel B1). By al die aanplantings was die volopste besoekers in die families Chironomidae, Drosophilidae en Tephritidae.

### Gildes

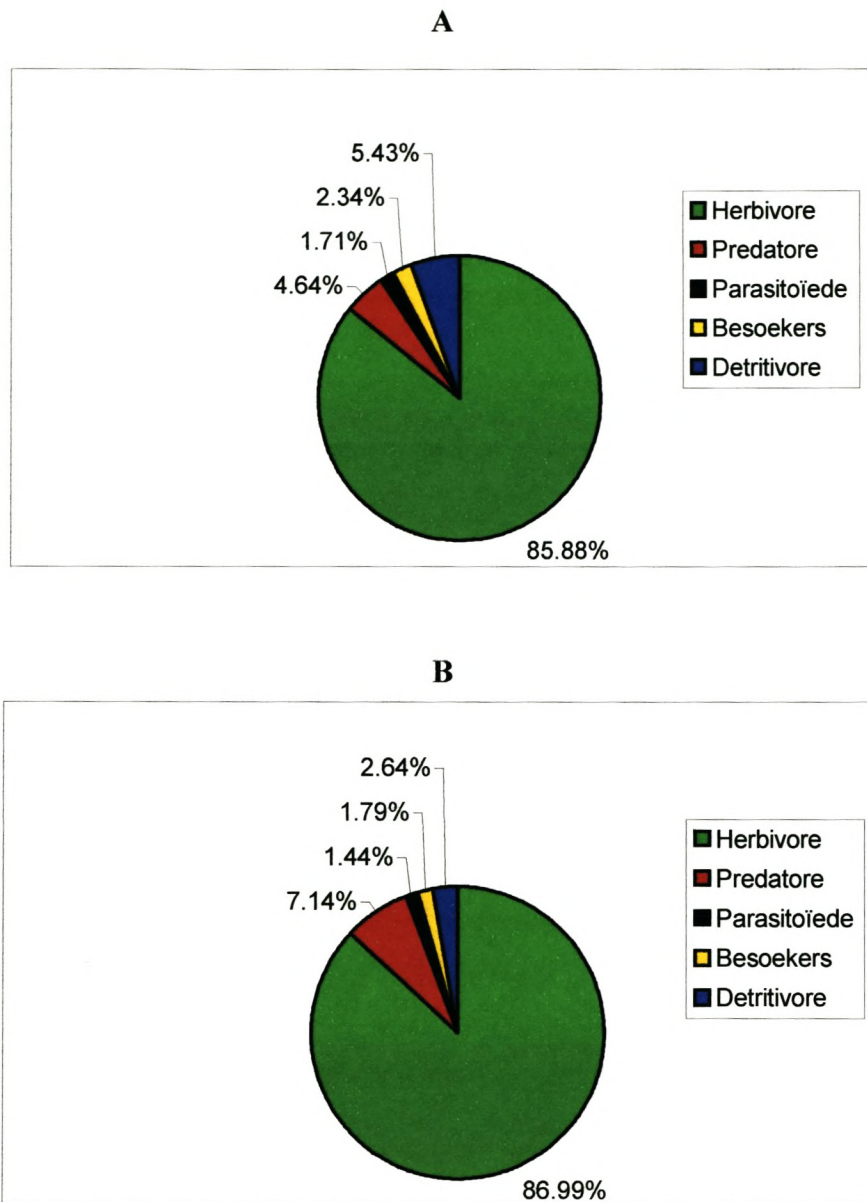
Die verdeling van die gildes kan gesien word in Figure 3.16 en 3.17.

By al die aanplantings het die herbivore die grootste persentasie van die gildes uitgemaak. Die persentasie predatore was die hoogste by aanplanting 5, naamlik 7.14% (Figuur 3.17B), gevolg deur aanplanting 4 met 4.64% (Figuur 3.17A). Vir aanplantings 1-3 was daar 'n laer persentasie predatore (1.07-2.71%) (Figuur 3.16). Die persentasie parasitoïede was oral laag. Die hoogste persentasie detritivore is gevind by aanplanting 4, met 5.43% (Figuur 3.17A). Die persentasies het baie ooreengestem by aanplantings 1, 2, 3 en 5, met waardes tussen 2.64 en 3.23%.





**Figuur 3.16.** Verdeling van insek- en mytgildes op besproeide lusern by (A) aanplanting 1, (B) aanplanting 2, en (C) aanplanting 3.



**Figuur 3.17.** Verdeling van insek- en mytgildes op droëland lusern by (A) aanplanting 4, en (B) aanplanting 5.

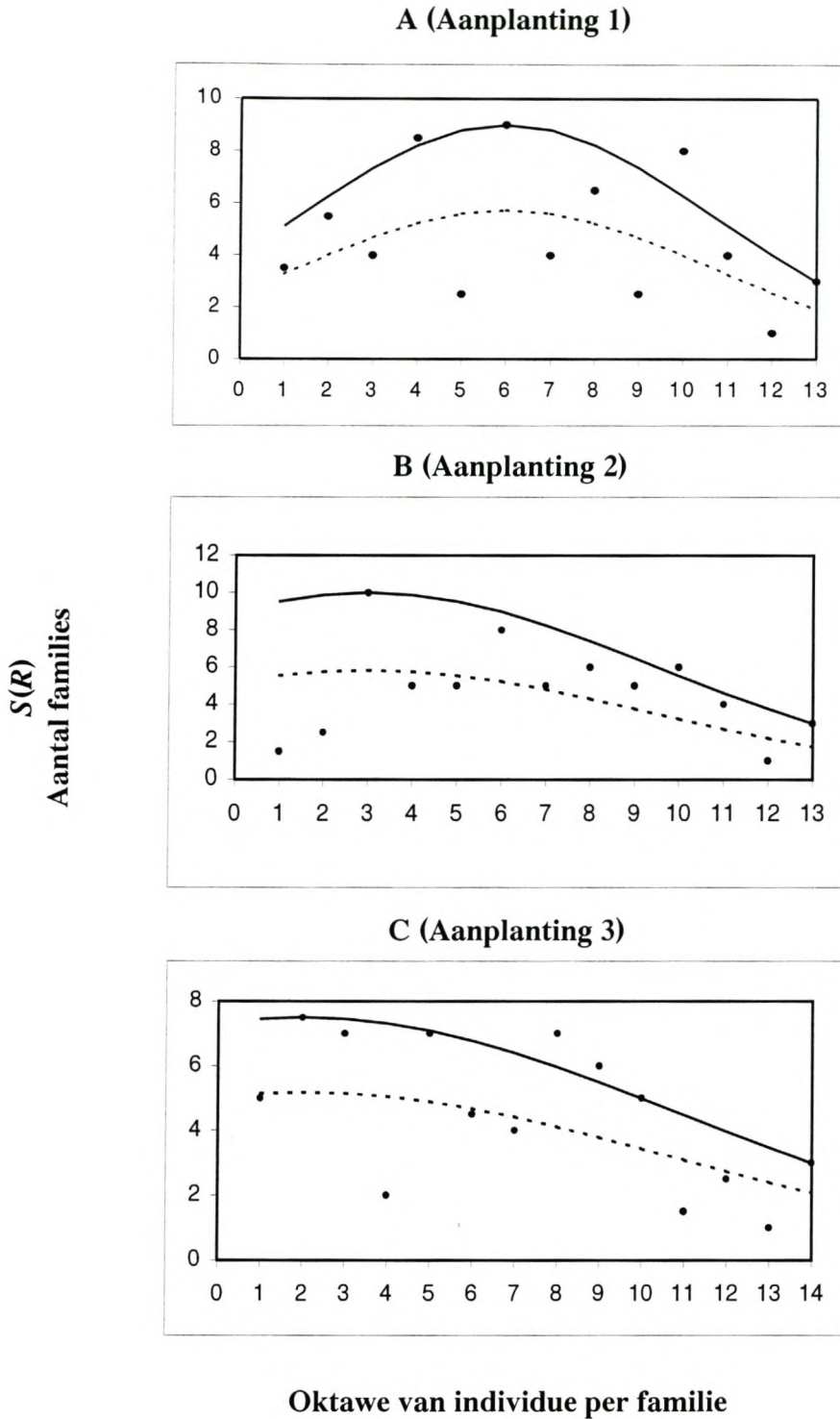


Aanplantings 2 en 3 se verdeling van die gildes het baie ooreengestem, met herbivore as die meeste, gevolg deur besoekers, detritivore, predatore en parasitoïede (Figuur 3.16B-C). Hierdie ooreenstemming kan toegeskryf word aan die feit dat die aanplantings direk langs mekaar geleë is, en dat dieselfde wei- en snypraktyke by beide toegepas is. Aanplanting 1 se verdeling was herbivore as die meeste, gevolg deur detritivore, besoekers, predatore en parasitoïede (Figuur 3.16A).

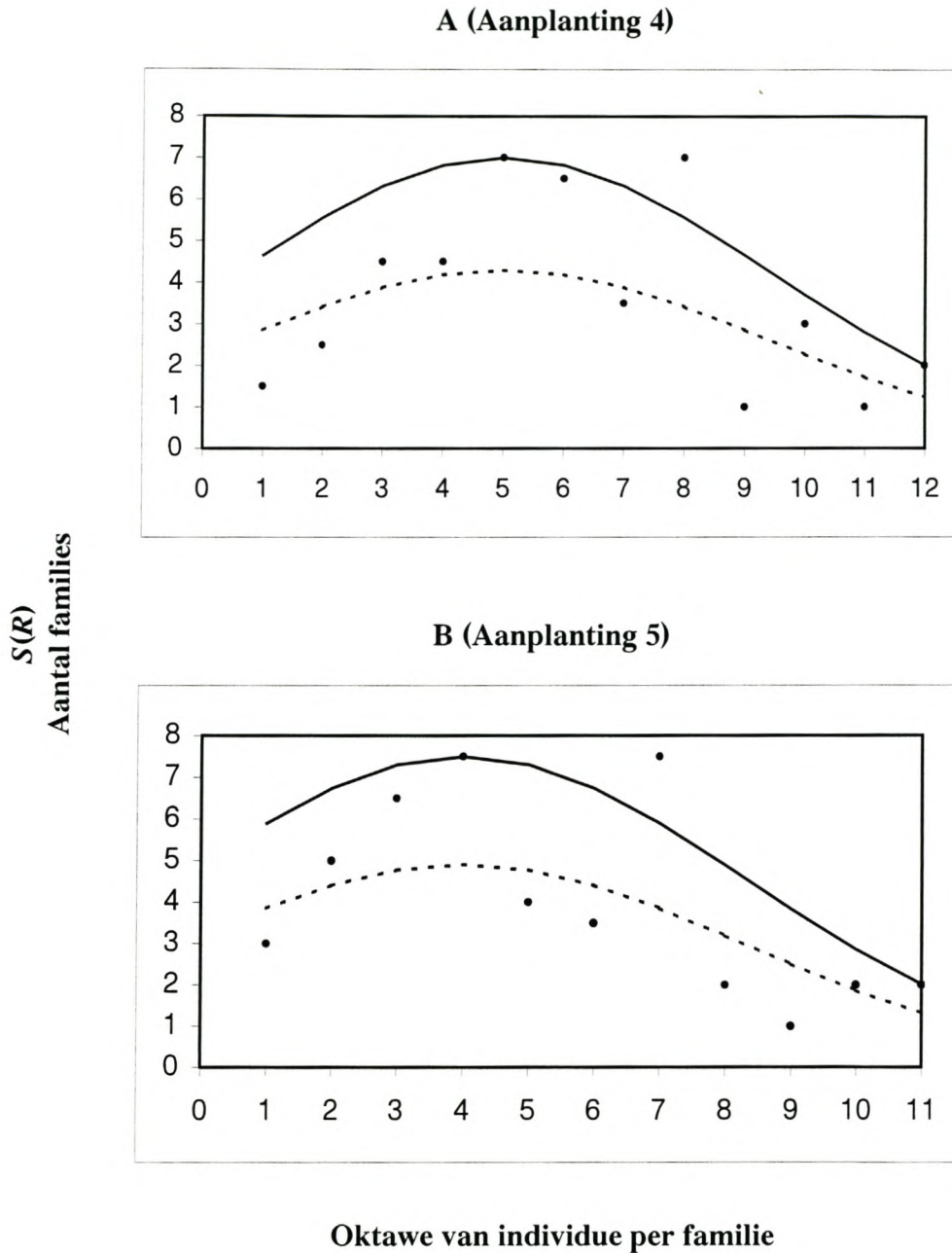
By al drie aanplantings op Elsenburg was die predatore en die parasitoïede die twee kleinste groepe, met die detritivore en besoekers as effens groter groepe. By die aanplantings op Tygerhoek, was die twee kleinste groepe egter die parasitoïede en besoekers, met die detritivore en predatore as effens groter groepe. Dit wil dus voorkom of die predatore 'n groter deel van die bevolking beslaan by die droëland lusern, en die besoekers 'n kleiner deel. Dit kan toegeskryf word aan die bestuurspraktyke by die droëland lusern, waar die aanplanting minder gereeld geblom het as by die lusern onder besproeiing, en sodoende minder gereeld blombestuiwers en nektarvoeders lok. Daar is ook vrugtebome en wingerde in die nabyheid van die Elsenburg aanplantings, wat kan bydrae tot meer vrugtevlieë (Tephritidae). By beide Tygerhoek en Elsenburg is pogings om die Anystis-roofmyt te vestig, aangewend. Die hoër persentasie predatore by die droëland aanplantings kan toegeskryf word aan die feit dat die aanplantings nie chemies bespuit is nie, wat die oorlewing van die predatore bevorder het. Die aanplantings op Elsenburg is wel chemies bespuit met dimetooat. Aanplanting 1 is 'n week voor die aanvang van die opnames bespuit, en aanplantings 2 en 3 is een keer gedurende die opname periode bespuit, naamlik in Oktober 2000 toe die bevolkingsvlakke van die plantluise hoog was.

### Lognormale verdelings

Die lognormale kurwes vir die vyf aanplantings word in Figure 3.18 en 3.19 gegee. Die chi-kwadraat statistiek word in Tabelle 3.13-3.17 gegee.



**Figuur 3.18** Aantal insekfamilies teen oktawe by verskillende aanplantings op besproeide lusern: (•) waargenome data; (—) gepaste lognormale model met  $S_0$  as waargenome aantal families in modale oktaaf: (A)  $S_0=9$ ,  $a=0.15$ , (B)  $S_0=10$ ,  $a=0.11$ , (C)  $S_0=7.5$ ,  $a=0.08$ ; (- -) gepaste lognormale model met  $S_0$  bereken volgens formule (4): (A)  $S_0=5.74$ ,  $a=0.15$ , (B)  $S_0=5.82$ ,  $a=0.11$ , (C)  $S_0=5.17$ ,  $a=0.08$ .



**Figuur 3.19.** Aantal insekfamilies teen oktawe by verskillende aanplantings op droëland lusern: (•) waargenome data; (—) geskatte lognormale model met  $S_0$  as waargenome aantal families in modale oktaaf: (A)  $S_0=7$ ,  $a=0.16$ , (B)  $S_0=7.5$ ,  $a=0.164$ ; (- -) geskatte lognormale model met  $S_0$  bereken volgens formule (4): (A)  $S_0=4.29$ ,  $a=0.16$ , (B)  $S_0=4.9$ ,  $a=0.164$ .



Tabel 3.13. Pasgehalte toets vir die lognormale modelle by aanplanting 1, besproeiende lusern, vir waargenome  $S_0$  en  $S_0$  bereken deur vergelyking (4). V.g. = 11.

Oktaaf	R	$a = 0.15$			$a = 0.15$	
		Waargenome families ( $S(R)$ )	Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$	$S_0$ bereken deur (4) =5.74	$\chi^2$
1	-5	3.5	5.13	0.52	3.27	0.02
2	-4	5.5	6.28	0.10	4.00	0.56
3	-3	4	7.35	1.53	4.69	0.10
4	-2	8.5	8.23	0.01	5.25	2.02
5	-1	2.5	8.80	4.51	5.61	1.73
6	0	9	9.00	0.00	5.74	1.85
7	1	4	8.80	2.62	5.61	0.46
8	2	6.5	8.23	0.36	5.25	0.30
9	3	2.5	7.35	3.20	4.69	1.02
10	4	8	6.28	0.47	4.00	3.99
11	5	4	5.13	0.25	3.27	0.16
12	6	1	4.00	2.25	2.55	0.95
13	7	3	2.99	0.00	1.91	0.63
<b>Totaal</b>		62	87.57	15.82	55.84	13.79
<b>P</b>				0.148		0.245

**Tabel 3.14. Pasgehalte toets vir die lognormale modelle by aanplanting 2, besproeide lusern, vir waargenome  $S_0$  en  $S_0$  bereken deur vergelyking (4). V.g. = 11.**

Oktaaf	R	Waargenome families ( $S(R)$ )	$\alpha = 0.11$ Waargenome $S_0 = 10$		$\alpha = 0.11$ $S_0$ bereken deur (4) = 5.82	
			Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$	Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$
1	-2	1.5	9.53	6.76	5.55	2.95
2	-1	2.5	9.88	5.51	5.75	1.84
3	0	10	10.00	0.00	5.82	2.99
4	1	5	9.88	2.41	5.75	0.10
5	2	5	9.53	2.15	5.55	0.05
6	3	8	8.97	0.10	5.22	1.48
7	4	5	8.24	1.27	4.80	0.01
8	5	6	7.39	0.26	4.30	0.67
9	6	5	6.47	0.33	3.77	0.40
10	7	6	5.53	0.04	3.22	2.40
11	8	4	4.61	0.08	2.68	0.64
12	9	1	3.75	2.02	2.19	0.64
13	10	3	2.98	0.00	1.74	0.92
<b>Totaal</b>		62	96.76	20.93	56.34	15.09
<b>P</b>				0.034		0.178

**Tabel 3.15. Pasgehalte toets vir die lognormale modelle by aanplanting 3, besproeide lusern, vir waargenome  $S_0$  en  $S_0$  bereken deur vergelyking (4). V.g. = 12.**

Oktaaf	R	Waargenome families ( $S(R)$ )	$a = 0.08$		$a = 0.08$	
			Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$	Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$
			Waargenome $S_0 = 7.5$		$S_0$ bereken deur (4) = 5.17	
1	-1	5	7.45	0.81	5.14	0.00
2	0	7.5	7.50	0.00	5.17	1.05
3	1	7	7.45	0.03	5.14	0.67
4	2	2	7.31	3.86	5.04	1.84
5	3	7	7.08	0.00	4.88	0.92
6	4	4.5	6.77	0.76	4.67	0.01
7	5	4	6.39	0.89	4.41	0.04
8	6	7	5.96	0.18	4.11	2.04
9	7	6	5.48	0.05	3.78	1.30
10	8	5	4.98	0.00	3.43	0.71
11	9	1.5	4.47	1.97	3.08	0.81
12	10	2.5	3.95	0.54	2.73	0.02
13	11	1	3.46	1.75	2.38	0.80
14	12	3	2.98	0.00	2.06	0.43
<b>Totaal</b>		63	81.23	10.84	56.02	10.64
<b>P</b>				0.543		0.560



Tabel 3.16. Pasgehalte toets van die lognormale modelle by aanplanting 4, droëland lusern, vir waargenome  $S_0$  en  $S_0$  bereken deur vergelyking (4). V.g. = 10.

Oktaaf	R	Waargenome families ( $S(R)$ )	$a = 0.16$ Waargenome $S_0 = 7$		$a = 0.16$ $S_0$ bereken deur (4) = 4.29	
			Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$	Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$
1	-4	1.5	4.65	2.13	2.85	0.64
2	-3	2.5	5.56	1.68	3.41	0.24
3	-2	4.5	6.32	0.52	3.88	0.10
4	-1	4.5	6.82	0.79	4.18	0.02
5	0	7	7.00	0.00	4.29	1.71
6	1	6.5	6.82	0.02	4.18	1.28
7	2	3.5	6.32	1.26	3.88	0.04
8	3	7	5.56	0.37	3.41	3.78
9	4	1	4.65	2.86	2.85	1.20
10	5	3	3.69	0.13	2.26	0.24
11	6	1	2.79	1.14	1.71	0.29
12	7	2	2.00	0.00	1.22	0.49
<b>Totaal</b>		44	62.18	10.90	38.12	10.03
<b>P</b>				0.365		0.438

**Tabel 3.17. Pasgehalte toets van die lognormale modelle by aanplanting 5, droëland lusern, vir waargenome  $S_0$  en  $S_0$  bereken deur vergelyking (4). V.g. = 9.**

Oktaaf	R	Waargenome families ( $S(R)$ )	$\alpha = 0.164$ Waargenome $S_0 = 7.5$		$\alpha = 0.164$ $S_0$ bereken deur (4) = 4.9	
			Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$	Verwagte families ( $S(R)$ )	$\chi^2$
1	-3	3	5.89	1.42	3.85	0.19
2	-2	5	6.74	0.45	4.40	0.08
3	-1	6.5	7.30	0.09	4.77	0.63
4	0	7.5	7.50	0.00	4.90	1.38
5	1	4	7.30	1.49	4.77	0.12
6	2	3.5	6.74	1.55	4.40	0.18
7	3	7.5	5.89	0.44	3.85	3.47
8	4	2	4.88	1.70	3.19	0.44
9	5	1	3.83	2.09	2.50	0.90
10	6	2	2.85	0.25	1.86	0.01
11	7	2	2.01	0.00	1.31	0.36
<b>Totaal</b>		44	60.93	9.48	39.80	7.76
<b>P</b>				0.394		0.559

Die verwagte aantal families, geskat deur die lognormale verdeling, het nie van die waargenome aantal families verskil by enige van die aanplantings wanneer  $S_0$  volgens vergelyking 4 bereken is nie. Dit word weerspieël deur nie-beduidende ( $P > 0.05$ ) chi-kwadraat waardes (Tabelle 3.13 – 3.17). Wanneer die waargenome waarde van  $S_0$  gebruik is (aantal families in die modale oktaaf) het die aantal families, geskat deur die lognormale verdeling, slegs in aanplanting 2 verskil van die waargenome aantal families ( $P < 0.05$ ) (Tabel 3.14). In al die gevalle was die verwagte aantal families egter nader aan die waargenome aantal families wanneer  $S_0$  volgens vergelyking 4 bereken is as wanneer die waargenome (modale) waarde vir  $S_0$  gebruik is. Dus, in hierdie geval word voorgestel dat  $S_0$  geskat deur vergelyking 4 gebruik word vir die pas van die lognormale verdeling. Vir aanplantings 2 en 3 was die kurwes platter as wat die geval was by aanplantings 1, 4 en 5 (Figure 3.18 en 3.19). Laasgenoemde



word weerspieël deur die laer hellings (parameter  $a$ ) by die kurwes vir aanplantings 2 en 3. Dit dui aan dat die verdeling van die individue tussen die families meer eweredig was by aanplantings 2 en 3.

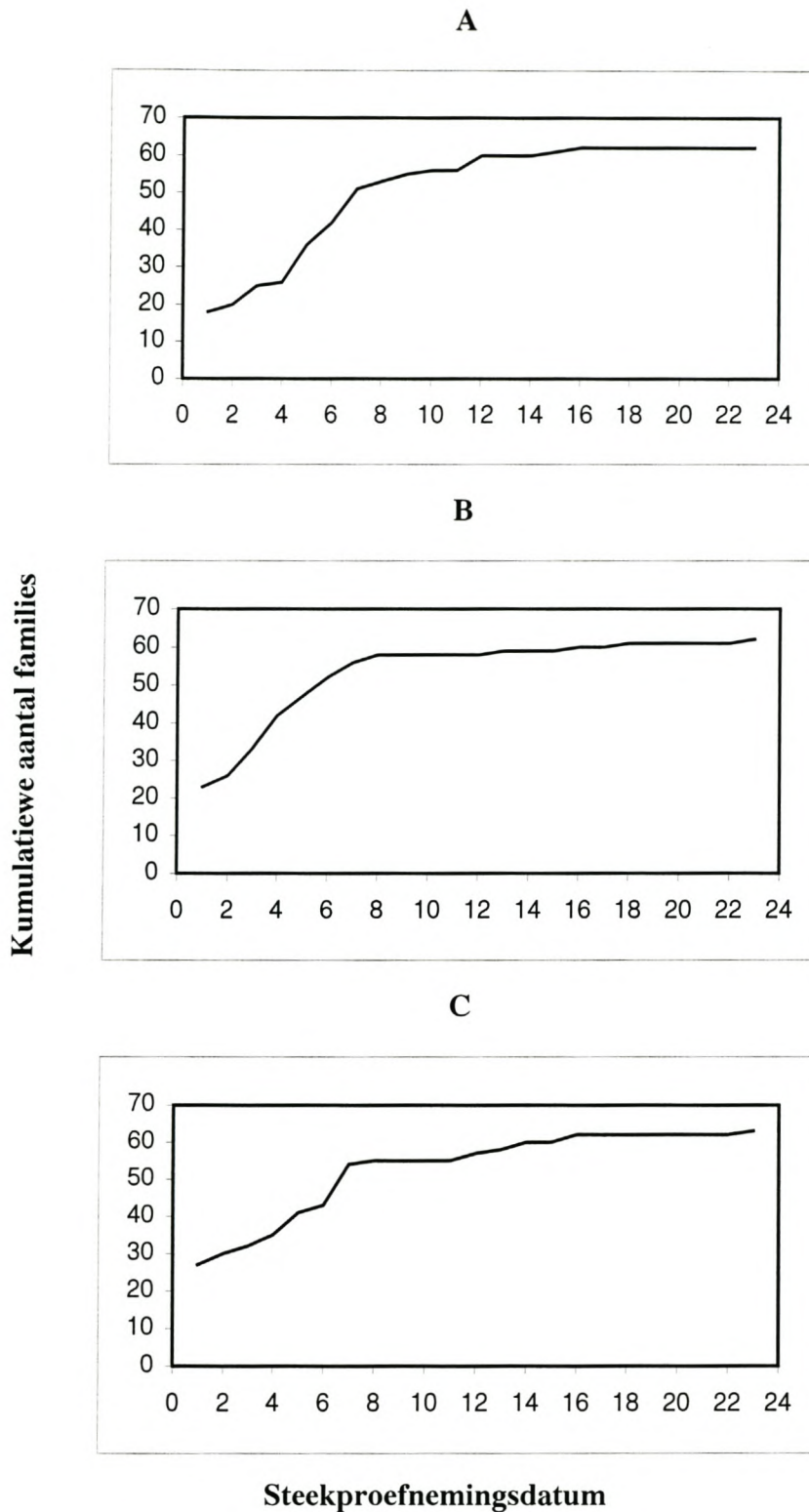
### Diversiteit en gelykmatigheid

Vir al die aanplantings wil dit voorkom of die oorgrote meerderheid insekfamilies wat op lusern voorkom, waargeneem is, soos weerspieël deur die afplatting van die kurwes van die kumulatiewe aantal families by elke steekproefnemingsdatum (Figure 3.20 en 3.21).

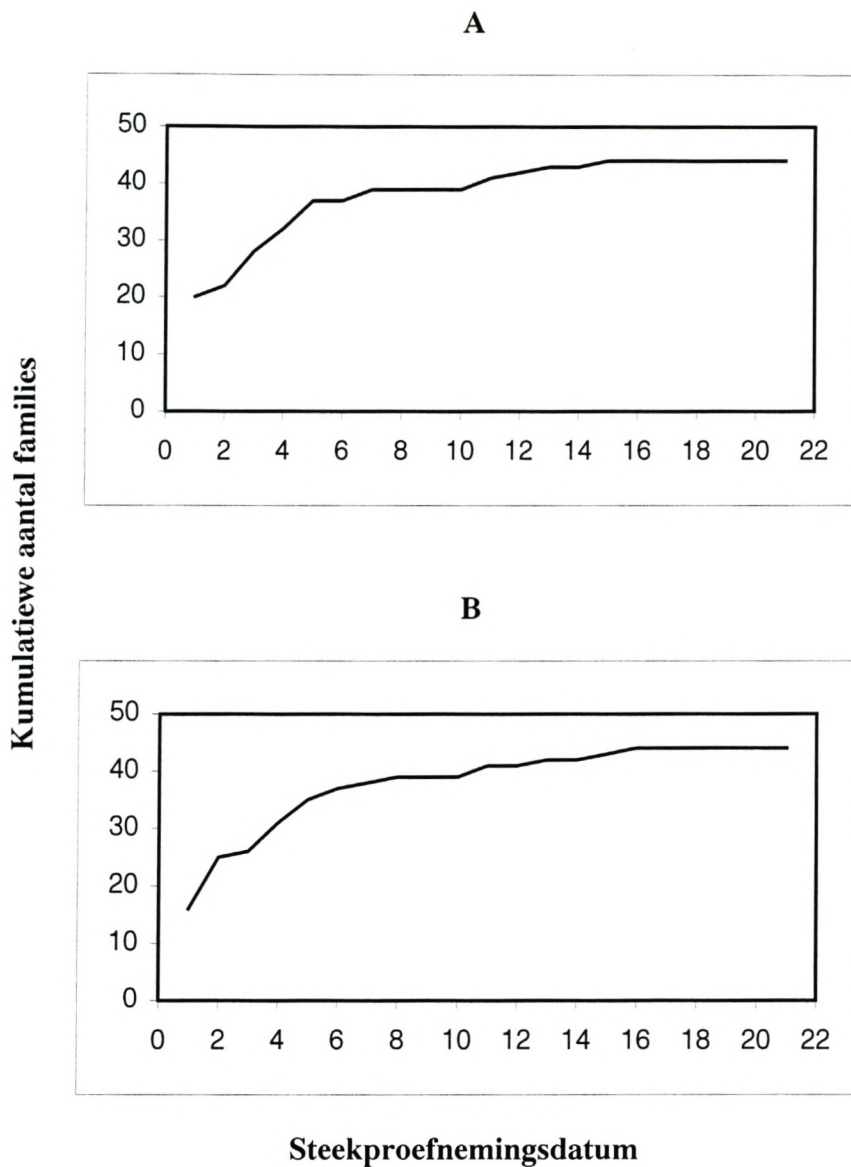
Aanplanting 4 het volgens alle indekse die hoogste diversiteit gehad, gevolg deur aanplantings 1, 5, 2 en aanplanting 3 met die laagste diversiteit (Tabel 3.18). Van die droëland aanplantings is aanplanting 4 minder straf bewei as aanplanting 5. By die besproeide aanplantings is aanplanting 1 slegs gesny, teenoor aanplantings 2 en 3 wat gesny én bewei is. By aanplanting 1 was die plante dus oor die algemeen langer. Dit wil dus voorkom of diversiteit afneem met strawwer wei- en/of snypraktyke, wat aandui dat hierdie praktyke ekologies versteurend mag wees.

Anders as die diversiteitsindekse, het die vyf gelykmatigheidsindekse nie dieselfde interpretasie van die data gegee nie. Volgens indekse  $E1$ ,  $E2$ ,  $E3$  en  $E5$  het aanplantings 1, 4 en 5 die grootste gelykmatigheid gehad, en aanplantings 2 en 3 die laagste (Tabel 3.18). Hierdie strook egter nie met die lognormale verdelings nie waarvolgens aanplantings 2 en 3 die grootste gelykmatigheid gehad het (Figuur 3.18B-C), en aanplantings 1, 4 en 5 die laagste (Figuur 3.18A en Figuur 3.19). Aangesien dit moeilik is om die gelykmatigheidsindekse te interpreteer, is dit geriefliker om van die lognormale verdelings gebruik te maak. Hiervolgens blyk daar 'n negatiewe verband tussen diversiteit en gelykmatigheid te wees, sodat meer diverse insekgemeenskappe minder gelykmatig is.





**Figuur 3.20.** Kumulatiewe aantal insekfamilies per steekproefnemingsdatum op besproeide lusern by (A) aanplanting 1, (B) aanplanting 2, en (C) aanplanting 3. Steekproefneming is elke twee of drie weke gedoen vir 'n periode van een jaar (10 Augustus 2000 – 26 Julie 2001).



**Figuur 3.21.** Kumulatiewe aantal insekfamilies per steekproefnemingsdatum op droëland lusern by (A) aanplanting 4, en (B) aanplanting 5. Steekproefneming is elke twee of drie weke gedoen vir 'n periode van een jaar (14 Augustus 2000 – 27 Julie 2001).

**Tabel 3.18** Diversiteits- en gelykmatigheidsindekse vir insekfamilies op besproeide (aanplantings 1-3) en droëland (aanplantings 4-5) lusern.

Indekse	Aanplantings				
	1	2	3	4	5
<i>Diversiteit</i>					
$\hat{\lambda}$	0.29	0.40	0.47	0.28	0.33
$\hat{H}'$	1.76	1.56	1.31	1.84	1.68
N1	5.83	4.74	3.71	6.32	5.37
N2	3.41	2.53	2.11	3.63	2.99
<i>Gelykmatigheid</i>					
$E1$	0.43	0.38	0.32	0.49	0.44
$E2$	0.09	0.08	0.06	0.14	0.12
$E3$	0.08	0.06	0.04	0.12	0.10
$E4$	0.58	0.53	0.57	0.57	0.56
$E5$	0.50	0.41	0.41	0.49	0.46

#### Ooreenstemmings-analise

Dimensies 1 en 2 verklaar 92.69% van die verwantskappe (Tabel 3.19). Dit is dus nie nodig om in meer as twee dimensies te werk nie. Die koördinate van die aanplantings en gildes word grafies in Figuur 3.22 voorgestel.

**Tabel 3.19.** Eigenwaardes geassosieer met gildes en lokaliteite.

Dimensies	Eigenwaardes	Persentasie van inersie	Kumulatiewe persentasie
1	0.01125	77.22	77.22
2	0.00225	15.47	92.69
3	0.00078	5.30	97.99
4	0.00029	2.01	100.00

Dit wil voorkom of dimensie 1 insekgetalle beskryf. Die aanplantings met die laagste aantal insekte is links van die oorsprong, terwyl dié met die hoogste aantal insekte regs van die oorsprong is. Aanplanting 5 het die laagste aantal insekte gehad, gevolg

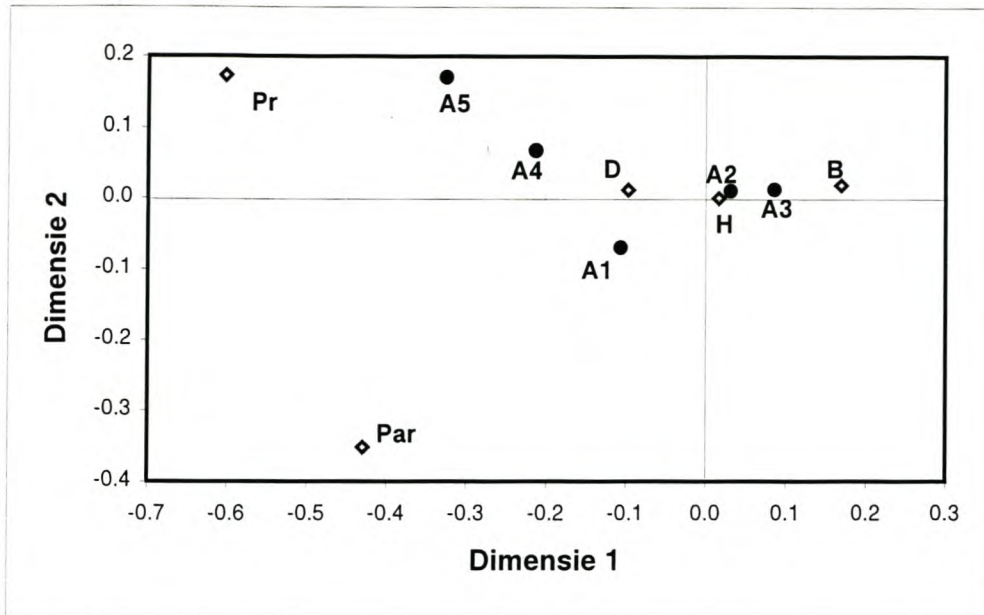


deur aanplantings 4, 1, 2 en 3 met die hoogste aantal insekte (Tabel 3.20). In Figuur 3.22 word hierdie volgorde van links na regs behou. Die insekgetalle neem dus toe van links na regs. In die geval van die aantal insekte in die gildes, is hierdie patroon nie so duidelik nie, maar die drie gildes met die laagste aantal insekte (predatore, parasitoïede en detritivore) (Tabel 3.20) is links van die oorsprong, terwyl die twee gildes met die hoogste aantal insekte (herbivore en besoekers) (Tabel 3.20) regs van die oorsprong is (Figuur 3.22).

Dit wil ook voorkom of dimensie 2 sterk beïnvloed word deur die parasitoïede. Die parasitoïede is die enigste gilde onder die oorsprong, terwyl aanplanting 1 die enigste aanplanting onder die oorsprong is. Aanplanting 1 het aansienlik meer parasitoïede as die ander aanplantings gehad (Tabel 3.20).

Aanplanting 1 is alleen in 'n kwadrant, terwyl aanplantings 2 en 3 saam is, asook aanplantings 4 en 5 (Figuur 3.22). Hierdie patroon word verklaar aan die hand van die ligging en bestuurspraktyke van die aanplantings. Aanplantings 1-3 is op Elsenburg geleë, terwyl aanplantings 4 en 5 op Tygerhoek is. By aanplanting 1 is daar slegs gesny, terwyl daar by aanplantings 2 en 3 gesny én bewei is. Die aantal kere wat daar gesny of bewei is was ook heelwat meer by aanplantings 2 en 3 as by aanplanting 1. Verder is aanplantings 2 en 3 langs mekaar geleë, met aanplanting 1 ongeveer 500 meter daarvandaan. Dit kan dus verwag word dat aanplanting 1 van aanplantings 2 en 3 sal verskil.

Aanplantings 2 en 3 toon 'n verband met die herbivore en besoekers (Figuur 3.22). Aanplanting 1 kan moontlik hierby ingesluit word. Buitendien het aanplantings 2 en 3 die hoogste persentasie herbivore en besoekers gehad (Figuur 3.16B-C en Tabel 3.20). Persentasiegewys is die verskil tussen die herbivore van die vyf aanplantings nie van groot belang nie. In die ooreenstemmings-analise is daar egter gebruik gemaak van die werklike aantal insekte. Aanplantings 4 en 5 het aansienlik laer getalle herbivore en besoekers gehuisves as aanplantings 1, 2 en 3 (Tabel 3.20). Dit is moontlik as gevolg van die bestuurspraktyke van gereelde beweiding en droëland lusern.



**Figuur 3.22.** Ooreenstemmings-analise ordinasie van die vyf aanplantings en vyf gildes. H = herbivore, Pr = predatore, Par = parasitoïede, D = detritivore, B = besoekers, A1-A5 = aanplantings 1-5.


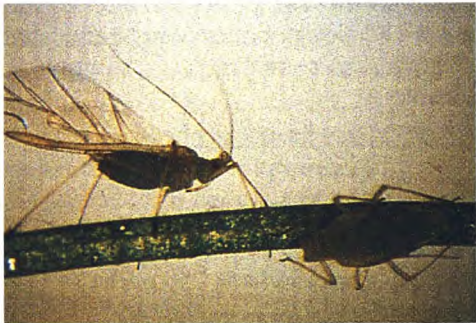

**Tabel 3.20.** Die aantal insekte en myte in gildes op lusern.

Gildes	Aanplantings					Totaal
	1	2	3	4	5	
Herbivore	44155	48739	82916	8817	5141	189768
Predatore	1349	993	971	476	422	4211
Parasitoïede	1277	609	645	176	85	2792
Besoekers	1406	2343	3499	240	106	75945
Detritivore	1608	1535	2653	558	156	6510
<b>Totaal</b>	49795	54219	90684	10267	5910	

Daar blyk ook 'n verband te wees tussen die predatore en aanplanting 5. Hierdie aanplanting het die hoogste persentasie predatore gehad (Figuur 3.17B). Die verband tussen aanplanting 4 en die predatore is ook sterker as wat die geval is by aanplantings 1, 2 en 3. Naas aanplanting 5 het aanplanting 4 die hoogste persentasie predatore gehad (Fig. 3.17A). Redes vir die groter persentasie predatore by die droëland aanplantings is reeds bespreek.



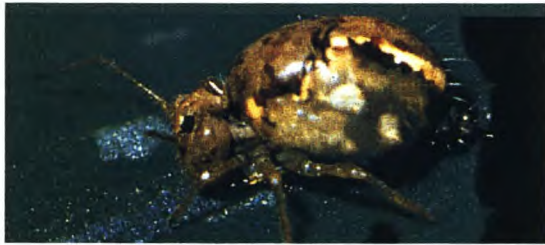
## Bylaag A

<b>KORT BESKRYWING VAN LUSERNPLAE</b>	
<b>Ertjieluis, <i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris), (Hemiptera: Aphididae)</b>	
<p>Volwassenes lig- of geelgroen tot donkergroen, soms met 'n pienkerige tint. Rooi oë is opvallend. Pote en kornikels bevat gewoonlik geel spikkels. Taamlik groot insekte (4-5 mm lank). Kornikels en antennae lank en dun.</p>	
<b>Ertjieluis</b>	<b>Blougroenluis</b>
	 <p>Casey 1995</p>
<b>Blougroenluis, <i>Acyrtosiphon kondoi</i> Shinji, (Hemiptera: Aphididae)</b>	
<p>Liggaam blougroen tot groengrys, ongeveer 2-3 mm lank. Word soos volg van die ertjieluis onderskei: <i>A. kondoi</i> is blougroen / <i>A. pisum</i> is meer groen; <i>A. kondoi</i> se gevleeldes het donkerder bruin toraks; derde antennale segment is eenvormig gepigmenteer by <i>A. kondoi</i>, maar het 'n donkerder band aan distale end by <i>A. pisum</i>.</p>	
<b>Gevlekte lusernluis, <i>Therioaphis trifolii</i> f. <i>maculata</i> (Buckton), (Hemiptera: Aphididae)</b>	
 <p>Casey 1995</p>	<p>Bleekgeel, groenerig-wit tot byna wit, effens blink. Rooi oë. Drie paar bruin kolle dorsaal op elke abdominale segment. Antennae is net so lank of langer as liggaam. Kornikels en kauda is kort. Hulle spring wanneer hulle versteur word.</p>



**Lusernerdvlooi, *Sminthurus viridis* (L.), (Collembola: Sminthuridae)**

Kleur varieër vanaf gryswit, geelgroen, bruin tot swart. Selde eenvormig gekleur en het gewoonlik spikkels. Volwassenes het sagte ronde liggaam en is ongeveleud. Wanneer hulle versteur word, spring hulle met behulp van 'n gevurkte springorgaan, die furcula, geleë aan die onderkant van die vierde abdominale segment. Jong nimfe is ongeveer 1 mm lank en geel van kleur, maar verkry groen skynsel namate hulle ouer word.

**Lusernerdvlooi**

Casey 1995

**Swartsandmyt**

Casey 1995

**Swartsandmyt, *Halotydeus destructor* (Tucker), (Acarina: Penthaleidae)**

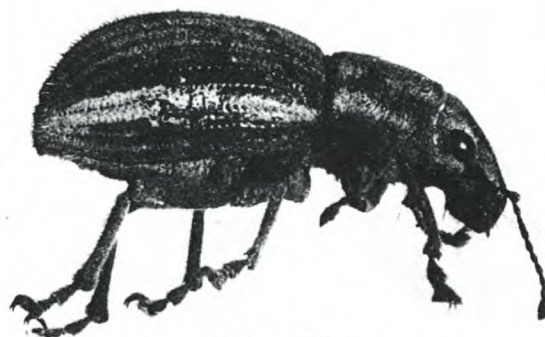
Swart ovaalvormige liggaam met rooi/pienk pote en pluimvormige liggaamshare. Die volgroeide myt is omtrent 1 mm lank – so groot soos 'n speldekop. Hulle is gregaries wanneer hulle voed en kom in groepe van 3-36 op die bokante van blare voor. Wanneer plante versteur word, val die myte dadelik op die grond vanwaar hulle in alle rigtings versprei.

**Sitona-snuitkewer, *Sitona discoideus* Gyllenhal, (Coleoptera: Curculionidae)**

Grysbruin snuitkewer met kort snuit. Kop is effens korter as protoraks. Pronotum is in middel effens verbreed. Daar is 'n baie duidelike dorsale wit band in middel van pronotum, asook breër wit dorsolaterale band. Volwasse kewers 4-5 mm lank.

**Sitona-snuitkewer**

Casey 1995

**Witsykantkewer**

Walters 1978

**Witsykantkewer, *Naupactus leucoloma* (Boheman), (Coleoptera: Curculionidae)**

Volwasse kewer 10-16.5 mm lank, met kort, breë snuit. Vaal- tot donkergrys van kleur, met 'n bruin skynsel. Het fyn lengteverlopende wit lyne op elytra, en 'n breë lengteverlopende wit band weerskante van die liggaam. Liggaam is bedek met kort, digte bleek hare, wat effens langer is op die vlerkbedekkings. Die harde elytra is mediaal vergroei en die agtervlerke, wat onder die elytra ingevou is, is onderontwikkeld. Die kewer kan dus nie vlieg nie.



**Lusernskoenlapper, *Colias electo* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)**

Geel en oranje rasse kom voor. Daar is wit vorme in beide rasse (D). Wyfie (C) het vlerkspan van ongeveer 40 mm; mannetjie (B) is kleiner. Vlerke het swart grense rondom punte, wat by die wyfie 'n ry van geel merke het wat min of meer die buitelyne van die vlerk volg.

**A**

Migdoll 1988

**B**

Migdoll 1988

**C**

Migdoll 1988

**D**

Migdoll 1988

Larwes (E) is donkerbruin wanneer hulle uitbroei, maar word gou groen. Het fyn wit streep weerskante van liggaam. 25-40 mm lank wanneer volgroeid.

**E**Henning *et al.* 1997



**Bylaag B****Tabel B1. Gildes en families van insekte op lusern (1-3 = Elsenburg, besproei; 4-5 = Tygerhoek, droëland).**

Familie	Orde	Aantal insekte in aanplanting					Totaal
		1	2	3	4	5	
<i>Herbivore</i>							
Aphididae	Hemiptera	22788	32312	60529	4406	3100	<b>123135</b>
Sminthuridae	Collembola	13242	10214	14295	2952	1360	<b>42063</b>
Agromyzidae	Diptera	5192	2975	4314	21	8	<b>12510</b>
Thripidae	Thysanoptera	1497	1527	2025	736	187	<b>5972</b>
Lygaeidae	Hemiptera	321	192	223	340	262	<b>1338</b>
Pyralidae	Lepidoptera	262	335	365	4	7	<b>973</b>
Curculionidae	Coleoptera	219	174	152	108	37	<b>690</b>
Pieridae	Lepidoptera	45	288	344	4	2	<b>683</b>
Cicadellidae	Hemiptera	130	157	194	76	55	<b>612</b>
Acrididae	Orthoptera	30	110	140	82	91	<b>453</b>
Chrysomelidae	Coleoptera	128	140	120	13	8	<b>409</b>
Lycaenidae	Lepidoptera	82	46	80	10	2	<b>220</b>
Miridae	Hemiptera	97	49	31	19	3	<b>199</b>
Delphacidae	Hemiptera	58	65	39	10	4	<b>176</b>
Geometridae	Lepidoptera	19	66	43	4	4	<b>136</b>
Penthaleidae*	Acarina	0	36	1	23	8	<b>68</b>
Elateridae	Coleoptera	17	30	8	0	1	<b>56</b>
Noctuidae	Lepidoptera	9	4	2	6	2	<b>23</b>
Pentatomidae	Coleoptera	8	4	1	0	0	<b>13</b>
Nymphalidae	Lepidoptera	5	4	3	0	0	<b>12</b>
Tingidae	Hemiptera	3	3	1	3	0	<b>10</b>
Coccidae	Hemiptera	1	3	2	0	0	<b>6</b>
Meloidae	Coleoptera	2	3	0	0	0	<b>5</b>
Coreidae	Hemiptera	0	2	1	0	0	<b>3</b>
Pyrrhocoridae	Hemiptera	0	0	3	0	0	<b>3</b>

\* Mytfamilie

Tabel B1 (vervolg)

Familie	Orde	Aantal insekte in aanplanting					Totaal
		1	2	3	4	5	
<i>Predatore</i>							
Anystidae*	Acarina	440	417	384	301	311	1853
Coccinellidae	Coleoptera	398	363	351	69	62	1243
Reduviidae	Hemiptera	378	121	120	36	4	659
Staphylinidae	Coleoptera	27	18	65	27	32	169
Anthicidae	Coleoptera	69	20	15	25	6	135
Empididae	Diptera	17	21	16	3	2	59
Cleridae	Coleoptera	2	4	3	15	4	28
Chrysopidae	Neuroptera	5	13	4	0	0	22
Syrphidae	Diptera	6	9	7	0	0	22
Anthochoridae	Hemiptera	1	3	3	0	1	8
Hemerobiidae	Neuroptera	3	3	1	0	0	7
Lampyridae	Coleoptera	1	1	1	0	0	3
Mantidae	Mantodea	2	0	0	0	0	2
Carabidae	Coleoptera	0	0	1	0	0	1
<i>Parasitoïede</i>							
Chalcidoidea**	Hymenoptera	787	340	339	86	34	1586
Braconidae	Hymenoptera	401	213	219	73	43	949
Eupelmidae	Hymenoptera	59	38	66	11	5	179
Encyrtidae	Hymenoptera	22	12	12	6	3	55
Ichneumonidae	Hymenoptera	6	6	9	0	0	21
Mutillidae	Hymenoptera	1	0	0	0	0	1
Tachinidae	Diptera	1	0	0	0	0	1

\* Mytfamilie

\*\* Superfamilie

**Tabel B1 (vervolg)**

Familie	Orde	Aantal insekte in aanplanting					Totaal
		1	2	3	4	5	
<i>Besoekers</i>							
Chironomidae	Diptera	772	907	2534	96	23	4332
Drosophilidae	Diptera	533	849	680	57	26	2145
Tephritidae	Diptera	70	546	241	54	39	950
Apidae	Hymenoptera	28	26	27	1	0	82
Formicidae	Hymenoptera	2	12	12	32	18	76
Baetidae	Ephemeroptera	0	2	2	0	0	4
Bombyliidae	Diptera	0	1	1	0	0	2
Coenagrionidae	Odonata	0	0	2	0	0	2
Scolytidae	Coleoptera	1	0	0	0	0	1
<i>Detritivore</i>							
Arthropleona*	Collembola	701	681	1024	239	74	2719
Mycetophilidae	Diptera	354	510	1293	18	13	2188
Mycetophagidae	Coleoptera	269	89	79	267	42	746
Platystomatidae	Diptera	92	116	104	12	8	332
Muscidae	Diptera	69	41	35	2	1	148
Scathophagidae	Diptera	36	27	48	1	0	112
Pipunculidae	Diptera	27	18	21	5	11	82
Nitidulidae	Coleoptera	24	27	24	0	1	76
Gelechiidae	Lepidoptera	7	9	10	11	1	38
Tenebrionidae	Coleoptera	6	3	11	1	4	25
Calliphoridae	Diptera	9	4	1	2	0	16
Scarabaeidae	Coleoptera	7	5	1	0	1	14
Ptiliidae	Coleoptera	6	4	2	0	0	12
Bibionidae	Diptera	1	1	0	0	0	2
<b>Totaal</b>		<b>49795</b>	<b>54219</b>	<b>90684</b>	<b>10267</b>	<b>5910</b>	<b>210875</b>
<b>Totale aantal families</b>		<b>62</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	

\* Suborde



## HOOFSTUK 4

### GEVOLGTREKKINGS

Die swaainet blyk geskik te wees vir monitering van die vernaamste lusernplae. 'n Moniteringsprogram kan slegs vir die lusernerdvlooi en die plantluse gegee word, aangesien daar slegs vir hierdie plae drempelwaardes beskikbaar is. Wanneer 'n 29 cm deursnee swaainet vir ses lang treë een keer per tree geswaai word, kan die lusernerdvlooi en plantluse gemonitor word deur werklike getalle te gebruik in 12 sistematies gekose moniteringspunte. Behandeling vir die lusernerdvlooi word aanbeveel wanneer 330 erdvlooië per monster waargeneem word. Vir die plantluse word behandeling aanbeveel wanneer 1100 gevleuelde en/of ongevleuelde plantluse, ongeag die spesie, per monster waargeneem word. Operasionele karakteristieke kurwes kan gebruik word om die risiko verbonde aan die besluit om nie plaagbeheer toe te pas nie, te bepaal. Dit is egter belangrik om te besef dat hierdie aanbevelings gegrond is op drempelwaardes wat in ander lande vasgestel is. Voordat 'n moniteringsprogram geïmplementeer kan word, moet hierdie drempelwaardes eers onder Suid-Afrikaanse toestande getoets word. Verder moet die aanname dat die blougroenluis en gevlekte lusernluis dieselfde drempelwaardes as die ertjieluis het ook eers getoets word. Aanbevelings ten opsigte van monitering en die mate van akkuraatheid van besluite om plaagbeheer toe te pas al dan nie, kan nie vir die Sitona-snuitekwer, lusernskoenlapper en swartsandmyt gegee word voordat hulle drempelwaardes nie vasgestel is nie.

Vir die Sitona-snuitekwer en witsykantkwer moet die verband tussen die aantal volwasse kewers en die potensiële skade wat deur die opvolgende larwale stadia veroorsaak kan word vasgestel word. Sodoende kan die swaainet vir die monitering van hierdie plae gebruik word sonder dat die skadelike larwes wat ondergronds voorkom versamel word.

Bestuursprakyke soos chemiese beheer, beweiding en sny van die aanplantings het telkens die bevolkingsvlakpieke van die plae laat daal. Beweiding en sny blyk goeie beheer te verskaf en kan, veral met ligte besmettings, moontlik in die plek van

chemiese beheer gebruik word. By die besproeide aanplantings was daar regdeur die jaar 'n hoë plaagaktiwiteit teenwoordig. Monitering sal dus regdeur die jaar op 'n twee-weeklikse basis moet geskied. By die droëland aanplantings was die plaagaktiwiteit egter laag gedurende die somermaande (Desember tot Februarie). In plaas van om elke twee weke te monitor, kan monitering gedurende hierdie maande dus elke drie of selfs vier weke gedoen word.

Dit is verblydend dat die belangrikste natuurlike vyand van die lusernerdvlooi en swartsandmyt, naamlik die Anystis-roofmyt, die volopste predator was. Hulle was egter in betreklik lae getalle teenwoordig. Die roofmyt kan baie effektiewe biologiese beheer verskaf en word by Elsenburg vermeerder, vanwaar dit op aanvraag verkry kan word vir loslatings. Deur gebruik te maak van sny en/of beweiding om plaë te beheer word die oorlewing van die roofmyt en ander natuurlike vyande soos skilpadkewers bevorder.

Die belang van al hierdie plaë noodsaak die bepaling van drempelwaardes, geskik vir Suid-Afrikaanse toestande, sodat plaagbeheer betyds toegepas kan word om oesverliese te voorkom. 'n Verdere voordeel van die gebruik van drempelwaardes in 'n moniteringstelsel is dat voorkomende bespuitings, wat dikwels onnodig is, ook uitgeskakel kan word. Dit is duidelik dat die gebruik van die swaainet in 'n moniteringstelsel by lusern groot potensiaal inhou, maar verdere navorsing sal gedoen moet word voor die implementering daarvan.



## HOOFSTUK 5

### VERWYSINGS

- Aeschlimann, J. P. 1983. Sources of importation, establishment and spread in Australia, of *Microctonus aethioides* Loan (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Sitona discoideus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of the Australian Entomological Society* 22: 325-331.
- Annecke, D. P. & Moran, V. C. 1982. *Insects and mites of cultivated plants in South Africa*. Butterworth, Durban.
- Anoniem. 1990a. *Boland-substreek-Ontwikkelingsprogram*. Elsenburg Landbou-Ontwikkelingsinstituut, Departement Landbou-Ontwikkeling, Elsenburg
- Anoniem. 1990b. *Suidkussubstreek Landbou-Ontwikkelingsprogram*. Elsenburg Landbou-Ontwikkelingsinstituut, Departement Landbou-Ontwikkeling, Elsenburg.
- App, B. A. & Manglitz, G. R. 1972. Insects and Related Pests. In C. H. Hanson (ed.). *Alfalfa Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin, pp. 527-554.
- Binns, M. R. , Nyrop, J. P. & Van der Werf, W. 2000. *Sampling and Monitoring in Crop Protection: The Theoretical Basis for Developing Practical Decision Guides*. CAB International, Wallingford.
- Blackman, R. L. & Eastop, V. F. 1984. *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*. British Museum, London
- Bolton, J. L. 1962. *Alfalfa. Botany, Cultivation, and Utilisation*. Interscience Publishers, Inc., New York.
- Bolton, J. L., Goplen, B. P. & Baenziger, H. 1972. World Distribution and Historical Developments. In C. H. Hanson (ed.). *Alfalfa Science and Technology*. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin, pp. 1-34.
- Braithwaite, B. M. 1959. Insects Pests of Pastures On the North Coast of New South Wales. In K. Synnott (ed.). *The Agricultural Gazette of New South Wales. Vol. LXX*. V. C. N. Blight, Government Printer, New South Wales, pp. 586-597.



- Casey, M. C. 1995. *Pasture Plus. The Complete Guide to Pastures*. Lamb Printers Pty Ltd., Perth.
- Chapman, R. B. 1990. Insect pests. In R. H. M. Langer (ed.). *Pastures, their ecology and management*. Oxford University Press, New York, pp. 448-467.
- Davis, P. M. 1994. Statistics for describing populations. In L. P. Pedigo & G. D. Buntin (eds.). *CRC Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, pp. 33-54.
- De Kock, G. C. 1978. Historiese oorsig oor lusernverbouing. *Boerdery in Suid-Afrika*. Lusern A.1.
- Franzmann, B. A. 1994. Controlling insect pests. In K. F. Lowe (ed.). *Lucerne Management Handbook*. (3<sup>rd</sup> ed.). Department of Primary Industries, Queensland, pp. 29-32.
- Gaull, K. R. & Ridsdill-Smith, T. J. 1996. The foraging behaviour of redlegged earth mite, *Halotydeus destructor* (Acarina: Pentheleidae), in an annual subterranean clover pasture. *Bulletin of Entomological Research* 86: 247-252.
- Gaull, K. R. & Ridsdill-Smith, J. 1997. Host Plant Acceptance by Redlegged Earth Mite, *Halotydeus destructor* (Tucker) (Acarina: Pentheleidae). *Journal of Insect Behaviour* 10 (6): 859-869.
- Geertsema, H. & Volschenk, E. P. 1993. First record of *Sitona discoideus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), a pest of lucerne, in South Africa. *Phytophylactica* 25: 275-277.
- Gyrisco G. G. 1958. Forage insects and their control. *Annual Review of Entomology* 3: 421-448.
- Haws, B. A. 1978. Insects of Legumes. In R. E. Pfadt (ed.). *Fundamentals of Applied Entomology*. (3<sup>rd</sup> ed.). Macmillan Publishing Co., Inc. New York, pp. 335-367.
- Henning, G. A., Henning, S. F., Joannou, J. G. & Woodhall, S. E. 1997. *Living butterflies of Southern Africa. Biology, ecology and conservation. Volume 1*. Umदाus Press, Pretoria.
- Hutchins, S. H. 1994. Techniques for sampling arthropods in integrated pest management. In L. P. Pedigo & G. D. Buntin (eds.). *CRC Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, pp. 73-97.

- Ireson, J. E. 1993. Activity and pest status of surface-active Collembola in Tasmanian field crops and pastures. *Journal of the Australian Entomological Society* 32: 155-167.
- Iwao, S. & Kuno, E. 1971. An approach to the analysis of aggregation pattern in biological populations. In G. P. Patil, E. C. Pielou & W. E. Waters (eds.). *Spatial Patterns and Statistical Distributions. Vol. I. Statistical Ecology*. Pennsylvania State University Press, University Park, pp. 461-513.
- Joubert, C. J. 1951. The White-fringed Beetle. *Farming in South Africa* XXVI: 195-197.
- Joubert, C. J. 1952. Earth Fleas and Black Sandmites. *Farming in South Africa* XXVII: 492.
- Joubert, C. J. 1954. The White-fringed Beetle – *Graphognathus leucoloma*. *Farming in South Africa* XXIX: 504, 507.
- Klostermeyer, E. C. 1962. The relationship among pea aphids, Lygus bugs, and alfalfa seed yields. *Journal of Economic Entomology* 55: 462-465.
- Langenhoven, J. D. 1989. Knelpunte by die verbouing van lusern. *Elsenburg-joernaal* 1: 17-21.
- Langer, R. H. M. 1973. *Pastures and Pasture Plants*. New Zealand Consolidated Press Ltd., Wellington.
- Laubscher, J. M. 2000. Probleeminsekte van kleingraan en aangeplante droëland weidings in die winterreëgebied. In A. M. Engelbrecht, G. A. Agenbag, F. J. Potgieter & A. J. Uys (reds.). *Bewaringsboerdery Riglyne*. Die Bewaringsboerderykomitee, Elsenburg.
- Loubser, K. [sic] 1996. Insektebeheer. In Anoniem (red.). *Medics. Verbouingspraktyke van leierboere*. Winterreën Weidingsforum, Elsenburg.
- Ludwig, J. A. & Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.
- Manglitz, G. R. 1985. Insects and related pests. In N. L. Taylor (ed.). *Clover science and technology*. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin, pp. 269-294.
- Manglitz, G. R., Calkins, C. O., Walstrom, R. J., Hintz, S. D., Kindler, S. D. & Peters, L. L. 1966. Holocyclic strain of the spotted alfalfa aphid in Nebraska and adjacent states. *Journal of Economic Entomology* 59: 636-639.



- Matthiessen, J. N. & Shackleton, M. A. 2000. Advantageous attributes of larval whitefringed weevil, *Naupactus leucoloma* (Coleoptera: Curculionidae) for bioassaying soil fumigants, and responses to pure and plant-derived isothiocyanates. *Bulletin of Entomological Research* 90: 349-355.
- McKirdy, S. J. & Jones, R. A. C. 1997. Further studies on the incidence of virus infection in white clover pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 48: 31-37.
- McNeill, M. R., Hunt, L. M. & Chapman, R. B. 1996. Field application and effects of chlorpyrifos residues on *Sitona discoideus* (Coleoptera: Curculionidae) adults and implications for biological control by *Microctonus aethioides* (Hymenoptera: Braconidae). *Bulletin of Entomological Research* 86: 559-566.
- Migdoll, I. 1987. *Veldgids tot die skoenlappers van Suider-Afrika*. CTP Boekdrukkers, Kaapstad.
- Millar, I. M. 1990. *The Aphids (Homoptera: Aphidoidea) of South Africa. An identification guide*. Plant Protection Research Institute, Pretoria.
- Milne, W. M. 1998. Comparative performance of two biotypes of *Therioaphis trifolii* (Monell) (Hemiptera: Aphididae) on clovers (*Trifolium*) and medick (*Medicago*). *Australian Journal of Entomology* 37: 350-355.
- Nel, A., Krause, M., Ramautar, N. & Van Zyl, K. 1999. *A guide for the control of plant pests. (38<sup>th</sup> ed.)*. National Department of Agriculture. Directorate Communication, Pretoria.
- Nel, J. J. C. 1959. Lucerne springtail a serious pest in winter rainfall region. *Farming in South Africa* 35 (5): 42-43.
- Oberholzer, T., Van Heerden, J. M., D'Yvoy, E. D., Langenhoven, J. D. & Durand, W. 1996. Verbouing van lusern in die Wes-Kaap. In J. M. Van Heerden (red.). *Gewasontwikkeling Navorsing*. Departement van Landbou: Wes-Kaap. Elsenburg.
- Peairs, L. M. & Davidson, R. H. 1956. *Insect pests of farm, garden, and orchard. (5<sup>th</sup> ed.)*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Phillips, R. L. & Miles, N. 1996. *Production of lucerne in KwaZulu-Natal*. KwaZulu-Natal Department of Agriculture, Cedara.



- Pringle, K. L. 1987. *Development of a sampling system for monitoring population levels of tetranychid mites (Acarina: Tetranychidae) on apple trees in the Elgin area*. PhD (Agric) thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch.
- Pringle, K. L. & Giliomee, J. H. 1992. Dispersion statistics and sample size estimates for monitoring mite populations in commercial apple orchards. *Journal of Applied Ecology* 29: 143-149.
- Qin, T. K. 1997. Population genetics of redlegged earth mites *Halotydeus destructor* and *H. anthropus* (Acarina: Pentheleidae) from Australia and/or South Africa. *Bulletin of Entomological Research* 87: 289-298.
- Reusink, W. G. & Kogan, M. 1994. The quantitative basis of pest management: Sampling and measuring. In R. L. Metcalf & W. H. Luckman (eds.). *Introduction to Insect Pest Management*. (3<sup>rd</sup> ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 355-391.
- Smith Meyer, M. K. P. 1981. *Mytplae van landbougewasse in Suidelike Afrika*. Navorsingsinstituut vir Plantbeskerming, Pretoria.
- Smith Meyer, M. K. P. 1996. *Mite Pests and their predators on Cultivated Plants in Southern Africa. Vegetables and Berries*. Plant Protection Research Institute, Pretoria.
- Smith Meyer, M. K. P., Eulitz, E. G., Walters, S. S. & Myburgh, A. C. 1989. Plant-feeding mites. In A. C. Myburgh (ed.). *Crop Pests of Southern Africa. Vol. 4 Field crops and pastures*. Plant Protection Research Institute, Pretoria, pp. 96-102.
- Southwood, T. R. E. 1968. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Butler & Tanner, Great Britain.
- Sunnucks, P., Driver, F., Brown, W. V., Carver, M., Hales, D. F. & Milne, W. M. 1997. Biological and genetic characterization of morphologically similar *Therioaphis trifolii* (Hemiptera: Aphididae) with different host utilization. *Bulletin of Entomological Research* 87: 425-436.
- Swenson, K. G. 1952. Aphid transmission of a strain of alfalfa mosaic virus. *Phytopathology* 42: 261-262.
- Taverner, P. D., Hopkins, D. C. & Henry, K. R. 1996. A method for sampling lucerne earth flea, *Sminthurus viridis* L. (Collembola: Sminthuridae), in annual medic pastures. *Australian Journal of Entomology* 35: 197-199.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732-735.



- Taylor, L. R. 1965. A natural law for the spatial disposition of insects. *Proceedings of the XIIth International Congress of Entomology (London 1964)*: 396-397.
- Taylor, L. R. 1971. Aggregation as a species characteristic. In G. P. Patil, E. C. Pielou & W. E. Waters (eds.). *Spatial Patterns and Statistical Distributions. Vol. I. Statistical Ecology*. Pennsylvania State University Press, University Park, pp. 357-377.
- Van Emden, H. F. & Williams, G. F. 1974. Insect stability and diversity in agro-ecosystems. *Annual Review of Entomology* 19: 455-475.
- Van Heerden, J. M. 1991. *Weidingnavorsing ontwikkelingsprogram van Elsenburg Landbou-Ontwikkelingsinstituut vir die winterreëngedied*. Departement Landbou-ontwikkeling, Elsenburg.
- Wallace, M. M. H. 1975. Insects of grasslands. In R. M. Moore (ed.). *Australian Grasslands*. Australian National University Press, Canberra, pp. 361-370.
- Walters, M. C. 1964. A study of *Sminthurus viridis* (L.) (Collembola) in the western Cape Province. *Entomology Memoirs, Department of Agricultural Technical Services, South Africa* 16: 1-99.
- Walters, M. C. 1966a. The Yellow Dung-fly, *Scatophaga stercoraria* (L.) (Diptera: Cordyluridae), as a predator of the Lucerne Springtail, *Sminthurus viridis* (L.). *South African Journal of Agricultural Science* 9: 739-740.
- Walters, M. C. 1966b. Look out for Springtail and Sand Mite. *Farming in South Africa* 42 (1): 21-26.
- Walters, M. C. 1970. Black sand mite...winter pest in the Southern Cape. *Farming in South Africa* 46 (2): 7-11, 21.
- Walters, S. S. 1978. Evaluering van grondinsektisiedes vir die langtermynbeheer van die witsykantkewer *Graphognathus leucoloma* Boh. in lusernlande. *Elsenburg Joernaal* 2 (2): 8-18.
- Walters, S. S., Du Toit, F., Eulitz, E. G., Carnegie, A. J. M., Van Rensburg, G. D. J. & Millar, I. 1989a. Aphids. In A. C. Myburgh (ed.). *Crop Pests in southern Africa. Vol. 4 Field crops and pastures*. Plant Protection Research Institute, Pretoria, pp. 78-86.
- Walters, S. S., Neser, S., Möhr, J. D. & Myburgh, A. C. 1989b. Pasture and fodder pests. In A. C. Myburgh (ed.). *Crop Pests in southern Africa. Vol. 4 Field crops and pastures*. Plant Protection Research Institute, Pretoria, pp. 103-110.

- Weiss, M. J. & McDonald, G. 1998. European earwig, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), as a predator of the redlegged earth mite, *Halotydeus destructor* (Tucker) (Acarina: Pentheleidae). *Australian Journal of Entomology* 37: 183-185.
- Wise, I. L. & Lamb, R. J. 1998. Sampling plant bugs, *Lygus* spp. (Heteroptera: Miridae), in canola to make control decisions. *The Canadian Entomologist* 130: 837-851.