



Weerbare teeltsystemen tegen invasieve tripsplagen in de glastuinbouw

Sophie Le Hesran, Denise Sewkaransing, Kyra Vervoorn, Nathan Koedijk, Angelos Mouratidis,
Eléna Léonard, Ada Leman, Gerben Messelink

Rapport WPR-1284

Referaat

Wereldwijd zijn meer dan 6300 soorten trips beschreven en daarvan zijn honderden soorten bekend als schadelijk voor gewassen. Telers staan voor de uitdaging om hun gewas niet alleen te beschermen tegen inheemse tripssoorten, maar ook tegen nieuwe invasieve tripssoorten die via de internationale handel regelmatig vanuit andere continenten arriveren. Sommige van deze invasieve soorten kunnen ernstige schade aanrichten, zoals de Californische trips *Frankliniella occidentalis*, die in de jaren tachtig vanuit Noord-Amerika arriveerde. Het vinden van gewasbeschermingsstrategieën die zijn aangepast aan invasieve soorten blijft een uitdaging vanwege de beperkte kennis van hun kenmerken en een gebrek aan natuurlijke vijanden. Dit 3-jarige onderzoeksproject had tot doel kennis te ontwikkelen over 4 invasieve tripssoorten (*Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Dichromothrips corbetti*, *Chaetanaphothrips orchidii*) die in Nederland aanwezig zijn, om zo geschikte biologische bestrijdingsstrategieën hiertegen te vinden. We bestudeerden hun ontwikkelingstijd, hun gedrag en het potentieel van verschillende natuurlijke vijanden (insecten, mijten en micro-organismen) om ze te bestrijden in Anthurium-, lelie- en Phalaenopsis. Onze resultaten laten zien dat er veel potentie is voor biologische bestrijding van invasieve tripssoorten, maar dat de ongunstige omstandigheden voor natuurlijke vijanden in deze gewassen de effectiviteit kan beperken.

Abstract

Among the more than 6300 described thrips species, hundreds of species are known as serious pests of commercially important crops. Growers need to protect their crops not only from native thrips species, but also from new invasive thrips species which regularly arrive from other continents through international trade. Some of these invasive species can cause serious damage, like the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, arrived from North America in the 1980s. Finding crop protection strategies adapted to invasive species remains a challenge due to limited knowledge of their characteristics and a lack of natural predators. This 3-years research project aimed to develop knowledge on 4 invasive thrips species (*Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Dichromothrips corbetti*, *Chaetanaphothrips orchidii*) present in the Netherlands, in order to find suitable biological control strategies against them. We studied their developmental time, their behaviour and the potential of different natural enemies (insects, mites and microorganisms) to control them in Anthurium, lily and Phalaenopsis greenhouses. Our results show that there is great potential for biological control of invasive thrips, but that the unfavorable conditions for natural enemies in these crops can limit its effectiveness.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1284

Projectnummer: 3742306500

BO-nummer: BO-56-001-060

DOI: <https://doi.org/10.18174/648867>

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het Nederlandse Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Stichting Kennis in de Kas, Gewascoöperatie Potorchidee, Gewascoöperatie Lelie, Anthura B.V., Dümmen Orange, Landelijke commissie potanthurium, Wijnen Anthuriums B.V., Kwekerij Oosterom, Spek Flowers Moerkapelle B.V., Stichting Wageningen Research en Glastuinbouw Nederland.



Stichting
Kennis in je Kas



Disclaimer

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 - 48 56 06

F +31 (0)10 - 522 51 93

glastuinbouw@wur.nl

wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
1 Introductie	9
2 Tripsbiologie en gedrag	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Ontwikkelingstijd bij verschillende temperaturen	12
2.2.1 Materialen en methoden	12
2.2.2 Resultaten	14
2.3 Verpoppingsgedrag	17
2.3.1 Materialen en methoden	17
2.3.2 Resultaten	17
2.4 Voorkeur van <i>Thrips parvispinus</i> voor specifieke Anthuriumvariëteiten (Maart-Mei 2023)	19
2.4.1 Materialen en methoden	19
2.4.2 Resultaten	19
2.4.3 Conclusie	23
2.5 Predatiecapaciteit van <i>Thrips parvispinus</i> en <i>Thrips setosus</i> tegen roofmijteieren	24
2.5.1 Materialen en methoden	24
2.5.2 Resultaten	24
2.5.3 Conclusie	25
2.6 Effect van verschillende aanvullende voedselbehandelingen op het eilegsnelheid van <i>Thrips parvispinus</i> -vrouwtjes	25
2.6.1 Materialen en methoden	25
2.6.2 Resultaten	26
2.6.3 Conclusie	26
3 Potentiële biologische bestrijdings-strategieën tegen invasieve trips	29
3.1 Inleiding	29
3.2 Laboratoriumevaluatie van natuurlijke vijanden	30
3.2.1 Laboratoriumscreening van 17 natuurlijke vijanden tegen 4 tripssoorten	30
3.2.2 Potentieel van entomopathogene schimmels tegen <i>Thrips parvispinus</i> en <i>Thrips setosus</i>	32
3.3 Kooiproeven met natuurlijke vijanden in kasomstandigheden	36
3.3.1 <i>Thrips parvispinus</i> -Potanthurium proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (November 2021-Januari 2022)	36
3.3.2 <i>Thrips parvispinus</i> -Potanthurium proef 2: combinatie bodem- en bladroofmijten (Maart-Juni 2022)	40
3.3.3 <i>Thrips parvispinus</i> -Potanthurim proef 3: <i>Transeius montdorensis</i> en bijvoeding (Maart-Mei 2023)	44
3.3.4 <i>Thrips parvispinus</i> -Potanthurium proef 4: entomopathogene schimmels (Juli-Augustus 2023)	47
3.3.5 <i>Thrips setosus</i> -Lelie proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (Oktober 2021-Januari 2022)	51
3.3.6 <i>Thrips setosus</i> -Lelie proef 2: combinatie bodem- en bladroofmijten (September-December 2022)	54
3.3.7 <i>Thrips setosus</i> -Lelie proef 3: entomopathogene schimmels en nematoden (April-Mei 2023)	59

3.3.8	<i>Dichromothrips corbetti</i> -Phalaenopsis proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (Maart-Juni 2022)	61
3.3.9	<i>Dichromothrips corbetti</i> -Phalaenopsis proef 2: <i>Orius laevigatus</i> met bankerplanten (Augustus-Oktober 2023)	65
3.3.10	<i>Chaetanaphothrips orchidii</i> -Snijanthurium proef 1: 2 natuurlijke vijanden (Oktober-December 2023)	69
4	Conclusies	72
	Literatuur	75
Bijlage 1	Schadecategorieën gebruikt om bladschade veroorzaakt door <i>Thrips parvispinus</i> in potanthurium-planten te kwantificeren.	77
Bijlage 2	Schadecategorieën gebruikt om bloemschade veroorzaakt door <i>Dichromothrips corbetti</i> in Phalaenopsis-planten te kwantificeren.	78
Bijlage 3	Foto's van verschillende levensfasen van <i>Thrips parvispinus</i> en <i>Thrips setosus</i>	79

Voorwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van het drie jaar durende project 'Weerbare teeltsystemen tegen invasieve tripsplagen in de glastuinbouw' dat liep van 2021 tot en met 2023. Het onderzoek werd gefinancierd door het Nederlandse Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Stichting Kennis in de Kas, Gewascoöperatie Potorchidee, Gewascoöperatie Lelie, Anthura B.V., Dümmer Orange, Landelijke commissie potanthurium, Wijnen Anthuriums B.V., Kwekerij Oosterom, en Spek Flowers Moerkapelle B.V. Het project werd gecoördineerd door Glastuinbouw Nederland. We willen alle projectpartners en BCO-leden van het project hartelijk danken voor hun zeer actieve inzet en meedenken in het onderzoek. We zijn verder dank verschuldigd aan de studenten Philippe Belliard, Henri Essombe Kuoh en Nicol Astesano die aan dit onderzoek hebben bijgedragen.

Samenvatting

Tripsen zijn kleine insecten die vallen binnen de orde van de Thysanoptera met ca. 6300 beschreven soorten. Binnen deze groep zijn honderden soorten trips bekend als plaaginsect voor gewassen (Mound et al., 2022). In Nederland omvatten tripsplagen in kassen zowel inheemse als invasieve soorten. Deze laatste, die via de internationale handel van andere continenten komen, zijn bijzonder moeilijk te bestrijden. Het ontbreekt ons aan kennis over hun levensstijl en gedrag en hun oorspronkelijke natuurlijke vijanden zijn niet altijd in Nederland aanwezig. We hebben meer kennis nodig over deze invasieve tripssoorten en over het potentieel van bestaande en nieuwe natuurlijke vijanden om effectieve biologische bestrijdingsstrategieën te vinden. *Thrips parvispinus* (pepertrips), *Thrips setosus* (Japanse bloementrips), *Dichromothrips corbetti* (vandatrips) en *Chaetanaphothrips orchidii* (anthuriumtrips) komen uit Azië en zijn sinds kort een ernstige plaag in Anthurium-, lelie- en Phalaenopsiskassen in Nederland. Het doel van dit 3 jaar durende onderzoeksproject was om meer kennis te verwerven over de levenscyclus, het gedrag en de potentiële natuurlijke vijanden van deze 4 invasieve tripssoorten. Hiervoor hebben we laboratorium- en kasexperimenten uitgevoerd met *T. parvispinus* op potanthurium, *T. setosus* op lelie, *D. corbetti* op Phalaenopsis en *C. orchidii* op snijanthurium. Wat betreft de levenscyclus en het gedrag laten onze resultaten zien dat *T. parvispinus*, *T. setosus* en *D. corbetti* een veel snellere ontwikkelingstijd hebben (ongeveer 14 tot 16 dagen bij 25 °C) dan *C. orchidii* (32,5 dagen bij 25 °C). Wat betreft hun verpoppingsgedrag hebben we gezien dat *T. parvispinus* zich verpopt in de grond en aan de basis van de plant, *T. setosus* verpopt zich in de grond en *D. corbetti* verpopt zich aan de basis van de bladeren. Deze kennis is nuttig om de ontwikkeling van tripspopulaties te voorspellen en te kiezen tussen blad- en bodembioologische bestrijdingsstrategieën. Ook lieten we zien dat *T. parvispinus* een duidelijke voorkeur heeft voor specifieke Anthuriumvariëteiten, wat het mogelijk maakt om te voorspellen waar de trips heen zal gaan en om biologische bestrijdingsstrategieën te richten op deze gevoelige cultivars. We hebben geen positief effect van aanvullende voeding (pollen, Artemia, prooimijten) op *T. parvispinus*-populaties waargenomen. Deze resultaten zijn gunstig, omdat het gebruik van aanvullende voeding noodzakelijk is voor de vestiging van roofmijten in potanthurium. Wat de biologische bestrijdingsstrategieën tegen deze 4 tripssoorten betreft, hebben we verschillende soorten natuurlijke vijanden getest: roofmijten, insecten, entomopathogene schimmels en nematoden. Een van de obstakels voor succesvolle biologische bestrijding die we hebben waargenomen, is de moeilijkheid om populaties van natuurlijke vijanden in gewassen te vestigen. De roofmijt *Transeius montdorensis* was de meest succesvolle natuurlijke vijand die we tegen *T. parvispinus* hebben getest. Herhaalde introducties van grote hoeveelheden *T. montdorensis* met aanvullende voeding waren echter noodzakelijk omdat roofmijten zich niet gemakkelijk vestigen in Anthuriumplanten. *Transeius montdorensis* bestreed *T. setosus* ook met succes in lelie. Het toevoegen van Artemia-cysten in het gewas hielp bij de vestiging van deze roofmijt zonder dat de tripspopulatie toenam. Roofmijten (*A. swirskii*, *T. montdorensis*, *N. cucumeris*) en roofwantsen (*Orius laevigatus*) waren ook effectief tegen *D. corbetti* in Phalaenopsis, maar moesten wekelijks in het gewas introduceren. We hebben het effect van bankerplanten en aanvullende voeding (Artemia-cysten) op *O. laevigatus*-populaties in Phalaenopsis getest, maar de tot nu toe verkregen resultaten zijn niet bevredigend. Net als bij potanthurium kan het interessant zijn om nieuwe methoden te vinden om de vestiging van natuurlijke vijanden in Phalaenopsis te bevorderen. Tenslotte is de biologische bestrijding van *C. orchidii* in snijanthurium nog lastig vanwege de verborgen levenswijze van deze trips in het gewas: ze blijven op smalle plekken zitten die moeilijk toegankelijk zijn voor predatoren. Biologische bestrijdingsstrategieën tegen deze trips vereisen op de lange termijn nog steeds herhaalde introducties van roofmijten. Biologische bestrijding van invasieve trips met entomopathogene schimmels en nematoden in kasomstandigheden was niet bevredigend. Dit project maakte het mogelijk om kennis te ontwikkelen over 4 soorten invasieve trips, waardoor we een volgende stap kunnen zetten in de verdere ontwikkeling van effectieve biologische bestrijdingsoplossingen tegen deze plagen.

1 Introductie

Ondanks hun kleine formaat (minder dan 2 mm lang) behoren trips (orde Thysanoptera) tot de meest problematische insectenplagen in de landbouw. Er zijn wereldwijd meer dan 6300 tripssoorten bekend, met een grote verscheidenheid aan levensstijlen: het merendeel van de tripssoorten is fytofaag en voedt zich met bladeren, bloemen en soms stuifmeel. Fytofage tripsen voeden zich door het blad- en bloemweefsel te doorboren en de celinhoud eruit te zuigen, waardoor directe schade aan gewassen wordt veroorzaakt. Wereldwijd zijn er honderden soorten die bekend staan als plaag (Mound et al., 2022). Sommige tripssoorten zijn ook virusvectoren die tijdens het voeden plantenvirussen kunnen overbrengen, waardoor indirecte schade aan gewassen wordt veroorzaakt. Naast fytofage tripsen zijn sommige soorten predatoren en andere voeden zich met schimmels (sporen en hyfen) (Morse & Hoddle, 2006).

Door hun diversiteit aan voedingsgedrag, hun kleine formaat en hun voortplantingswijze (haplodiploidie: vrouwtjes kunnen eieren leggen zonder bevrucht te worden) kunnen tripsen zich aan vele omgevingen aanpassen en zijn het belangrijke plagen geworden in diverse teeltsystemen. Biologische invasies vinden plaats wanneer soorten opzettelijk of per ongeluk buiten hun oorspronkelijke of historische verspreidingsgebied worden geïntroduceerd en zich met succes in hun nieuwe omgeving verspreiden (Levine, 2008). Met de enorme toename van de internationale verplaatsingen van plantaardig materiaal sinds de jaren zestig zijn veel insecten per ongeluk tussen continenten getransporteerd (Kirk & Terry, 2003). Tussen 1980 en 1993 zijn bijvoorbeeld 55 nieuwe tripssoorten Nederland binnengekomen op internationaal verhandelde producten uit 30 landen (Morse & Hoddle, 2006). *Frankliniella occidentalis* (Californische trips) was daar één van en arriveerde in 1983 vanuit de Verenigde Staten in Nederland (Kirk & Terry, 2003). Sindsdien is het een belangrijke wereldwijde plaag geworden voor land- en tuinbouwgewassen. *Frankliniella occidentalis* blijft moeilijk te bestrijden, onder meer omdat hij resistent is geworden tegen chemische insecticiden.

Omdat er steeds nieuwe invasieve tripssoorten arriveren, heeft de Nederlandse glastuinbouwsector voortdurend te maken met nieuwe plagen, elk met verschillende kenmerken en gedragingen. Er is een grote behoefte aan wetenschappelijk onderzoek naar deze nieuwe soorten en aan nieuwe biologische bestrijdingsstrategieën om ze onder controle te houden. Dit onderzoeksproject is opgezet om aan deze behoefte te voldoen en betreft 4 soorten invasieve trips die onlangs in Nederland zijn aangekomen: *Thrips parvispinus* (pepertrips), *Thrips setosus* (Japanse bloementrips), *Chaetanaphothrips orchidii* (anthuriumtrips) en *Dichromothrips corbetti* (vandatrips). *Thrips parvispinus* (Pepertrips, Figuur 1A) komt oorspronkelijk uit Zuidoost-Azië en werd in 2019 voor het eerst in Nederland aangetroffen op *Ficus benjamina* potplanten (Plantenziektekundige Organisatie Quicksan 2019). Sindsdien is het een serieus probleem geworden in de Ficus- en potanthuriumkassen. *Thrips setosus* (Japanse bloementrips, Figuur 1B) komt uit Japan en werd in 2014 in Nederland aangetroffen in een Hortensiakas (EPPO Global Database). Ook in de leliekassen is het inmiddels een probleem. *Chaetanaphothrips orchidii* (Orchideetrrips, Figuur 1C) komt uit Zuidoost-Azië en Hawaï. Het is niet precies duidelijk wanneer de soort in Nederland aankwam, maar hij was rond 2000 al in het land aanwezig (Pijnakker et al., 2007). Het is een zeer polyfage soort, maar in Nederland is het vooral een probleem in de snijanthuriumkassen. *Dichromothrips corbetti* (vandatrips, Figuur 1D) komt uit Zuidoost-Azië, werd in de jaren tachtig in Nederland aangetroffen en is een plaag specifiek op Phalaenopsis-orchideeën (Mantel & Vrie, 1988).

Omdat er nog steeds geen effectieve biologische bestrijdingsstrategie bestaat tegen deze 4 tripssoorten, was het doel van ons project om de kennis van hun biologie, gedrag en hun potentiële natuurlijke vijanden te vergroten. We hebben ons gericht op 4 sierkasgewassen: potanthurium voor *T. parvispinus*, lelie voor *T. setosus*, Phalaenopsis voor *D. corbetti* en snijanthurium voor *C. orchidii*. De kennis die door dit project is gegenereerd, heeft tot doel bij te dragen aan de ontwikkeling van effectieve biologische bestrijdingsmethoden tegen deze 4 invasieve tripssoorten.



Figuur 1 A: *Thrips parvispinus* (pepertrips) adult vrouwtje. B: *Thrips setosus* (Japanse bloementrips) adult vrouwtje. C: *Chaetanaphothrips orchidii* (anthuriumtrips) adult vrouwtje. D: *Dichromothrips corbetti* (vandatrips) adult vrouwtje.

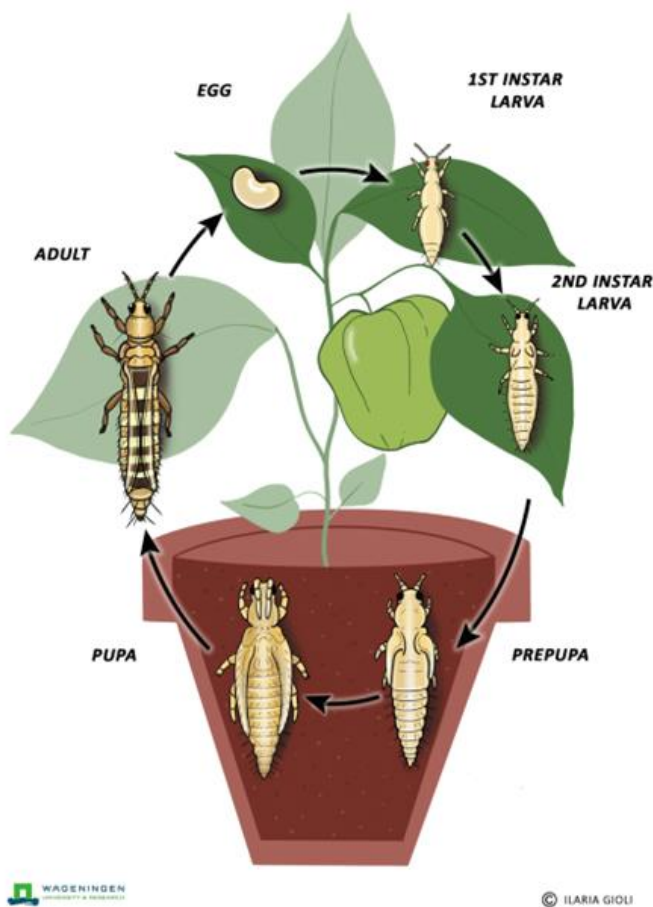
2 Tripsbiologie en gedrag

2.1 Inleiding

Kennis over de levenscyclus en het gedrag van een plaag is essentieel voor het ontwikkelen van effectieve biologische bestrijdingsstrategieën. De snelheid waarmee de plaag zich ontwikkelt, de voorkeursplaatsen op de plant of de potentiële resistentie tegen bepaalde natuurlijke vijanden zijn allemaal factoren die het succes of falen van een biologische bestrijdingsstrategie zullen bepalen. Bij aanvang van dit onderzoeksproject was er nog zeer weinig bekend over de levenscyclus en het gedrag van *Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Dichromothrips corbetti* en *Chaetanaphothrips orchidii*. We zijn daarom begonnen met het bestuderen van verschillende ontbrekende aspecten van hun biologie en gedrag.

Ontwikkelingstijd bij verschillende temperaturen

De levenscyclus van trips bestaat uit 5 stadia: ei, larve (1e en 2e stadium: L1 en L2), prepup, pup, volwassene (Figuur 2). De verpopping vindt plaats in de grond of op de plant, afhankelijk van de tripssoort, het plantstadium en de vochtigheidsomstandigheden (Buitenhuis & Shipp, 2008; Steiner et al., 2011). De ontwikkelingstijd tussen elke levensfase kan variëren afhankelijk van verschillende factoren zoals temperatuur, relatieve vochtigheid, dieet of virussen (Teulon & Penman, 1991; DeAngelis et al., 1993; Kumm & Moritz, 2010; Steiner et al., 2011; Park & Lee, 2020). Het kennen van de ontwikkelingstijd van plaagsoorten is belangrijk voor het tijdig inzetten van de natuurlijke vijanden (wanneer ze bijvoorbeeld worden gebruikt tegen een specifieke levensfase). In deze studie evalueerden we de ontwikkelingstijd van 4 tripssoorten (*T. parvispinus*, *T. setosus*, *D. corbetti*, *C. orchidii*) bij 3 verschillende temperaturen.



Figuur 2 Levenscyclus van trips. In dit voorbeeld vindt verpopping plaats in de grond.

Verpoppingsgedrag

De verpopping van trips kan plaatsvinden in de grond, op de planten of een combinatie van beide. Weten waar tripssoorten zich verpoppen is van belang voor het inzetten van adequate bestrijdingsmethoden: als een tripssoort in de bodem verpopt, richten we ons op de natuurlijke vijanden in de bodem; als ze zich op de plant verpoppen, zal de strategie anders zijn. In deze studie hebben we gekeken naar de verpoppingsplaats van *T. parvispinus*, *T. setosus* en *D. corbetti*.

Voorkeur van *Thrips parvispinus* voor specifieke *Anthurium*-variëteiten

Potanthurium telers en vermeerderders merken in hun kassen dat *T. parvispinus* een voorkeur lijkt te hebben voor specifieke *Anthurium*-variëteiten. Als dit gedrag wordt bewezen, moet er rekening mee worden gehouden bij het vaststellen van biologische bestrijdingsstrategieën. Om deze waarnemingen te verifiëren, we observeerden het gedrag van *T. parvispinus* bij blootstelling aan 4 *Anthurium*-variëteiten.

Predatiecapaciteit van *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus* tegen roofmijteieren

De roofmijten *Transeius montdorensis* en *Amblyseius swirskii* worden in de glastuinbouw gebruikt om onder andere trips te bestrijden. Deze roofmijten eten de larven van de trips. Uit eerder onderzoek blijkt echter dat *Frankliniella occidentalis* (Californische Trips) de eitjes van spintmijten en *Iphiseius degenerans* (roofmijt) kunnen eten (Trichilo & Leigh, 1986; Faraji et al., 2002). Of tripsen ook eitjes van roofmijten kunnen eten is onbekend. Dergelijk gedrag kan de opbouw van de roofmijtenpopulatie in de weg zitten, waardoor de trips minder goed bestreden kan worden. In dit experiment wordt dit predatiegedrag van tripssoorten *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus* onderzocht.

Effect van verschillende aanvullende voedselbehandelingen op het eilegsnelheid van *Thrips parvispinus*-vrouwtjes

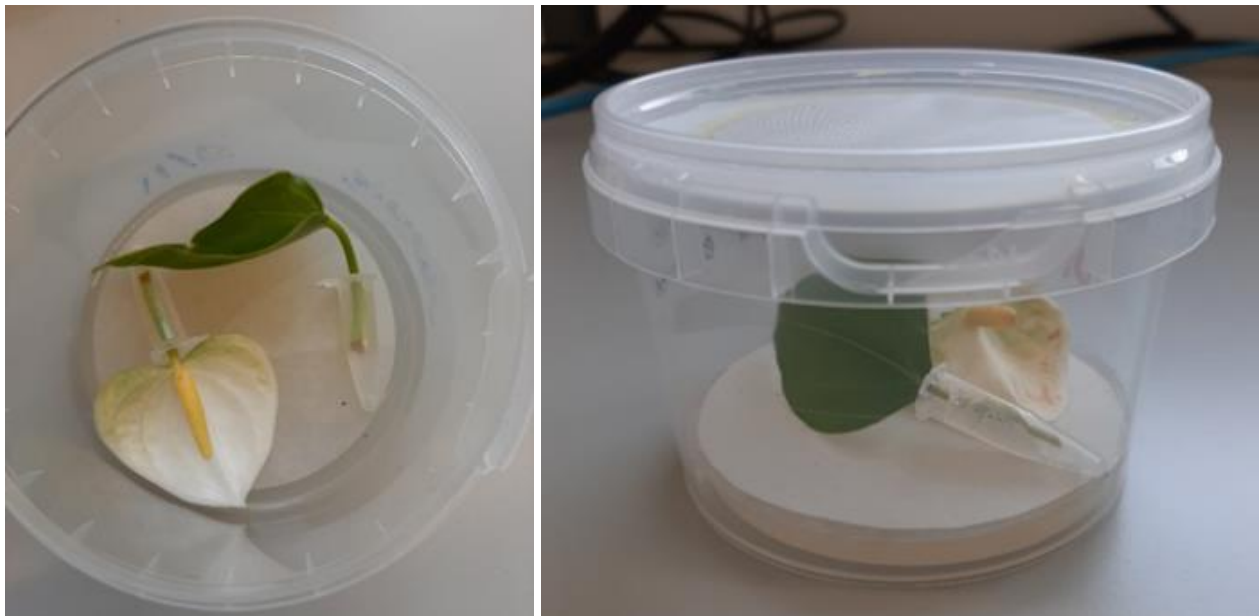
Telers gebruiken vaak aanvullende voeding (zoals stuifmeel, Artemia en prooimijten) om natuurlijke vijandpopulaties in hun gewas te ondersteunen. De aanvullende voeding kan echter ook een positieve invloed hebben op bepaalde plaagsoorten, zoals de Californische trips *Frankliniella occidentalis* met stuifmeel (Hulshof et al., 2003). Het is daarom belangrijk om het effect van verschillende aanvullende voedingsmiddelen op invasieve tripssoorten te bestuderen voordat ze worden gebruikt in biologische bestrijdingsstrategieën. In deze studie hebben we gekeken naar het effect van 3 soorten aanvullende voeding op de eilegsnelheid van *T. parvispinus*-vrouwtjes.

2.2 Ontwikkelingstijd bij verschillende temperaturen

2.2.1 Materialen en methoden

Elke tripssoort werd op een andere waardplant onderzocht: *T. parvispinus* en *C. orchidii* op *Anthurium* (variëteit Elido), *T. setosus* op lelie en *D. corbetti* op *Phalaenopsis* (Tabel 1).

Voor elke tripssoort maakten we 5 plastic cups (8,5 cm diameter, 6 cm hoog) met aan de onderkant een agarlaag bedekt met filtreerpapier (Figuur 3). In elk cup plaatsten we een blad en/of bloem van de bijbehorende waardplant (2 leliebladjes per cup, 1 *Anthurium*bloem + 1 *Anthurium*blad per cup, 1 *Phalaenopsis*-bloem per cup). De stengel van elk blad/bloem werd in een Eppendorf-buisje (1,5 mL) geplaatst, gevuld met agar, om de bloemen en bladeren in een goede staat te houden. De eerste dag van de proef plaatsten we in elk cup 5 volwassen vrouwelijke tripsen. De cups werden vervolgens gedurende 24 uur (16 uur licht: 8 uur donker) in een klimaatcel geplaatst bij de gewenste temperatuur en 70% RV, zodat de vrouwtjes eieren konden leggen. Voor de behandelingen bij 15°C en 17,6°C plaatsten we de cups de eerste 24 uur bij 25°C-70% RH, om er zeker van te zijn dat de vrouwtjes voldoende eieren zouden leggen (de cups werden vervolgens op de overeenkomstige temperatuur geplaatst). Na 24 uur haalden we de volwassen vrouwtjes uit de cups. Vervolgens controleerden we de cups elke 24 uur (behalve tijdens de weekenden) totdat de larven van het eerste stadium verschenen. De larven uit het eerste stadium hebben we overgeplaatst naar nieuwe cups (met verse bladeren en bloemen): de larven die op dezelfde dag tevoorschijn kwamen, werden gegroepeerd in dezelfde cup, met een maximum van 5 larven per cup. We bleven de cups elke 24 uur controleren totdat de eerste prepopen verschenen. We hebben de prepopen niet overgeplaatst naar nieuwe cups omdat veel prepopen verborgen waren in de agar en moeilijk te bereiken waren. In plaats daarvan werden indien nodig nieuwe bloemen en/of bladeren aan de cups toegevoegd. We controleerden de cups elke 24 uur totdat alle volwassenen tevoorschijn waren gekomen.



Figuur 3 Cups gebruikt voor het ontwikkelingstijdexperiment (hier met Anthurium).

Tabel 1 Temperatuurbehandelingen getest op 4 tripssoorten en 3 siergewassen om de ontwikkelingstijd van de trips te beoordelen, waarbij het totale aantal larven (eerste stadium), prepopen en volwassen exemplaren werd waargenomen.

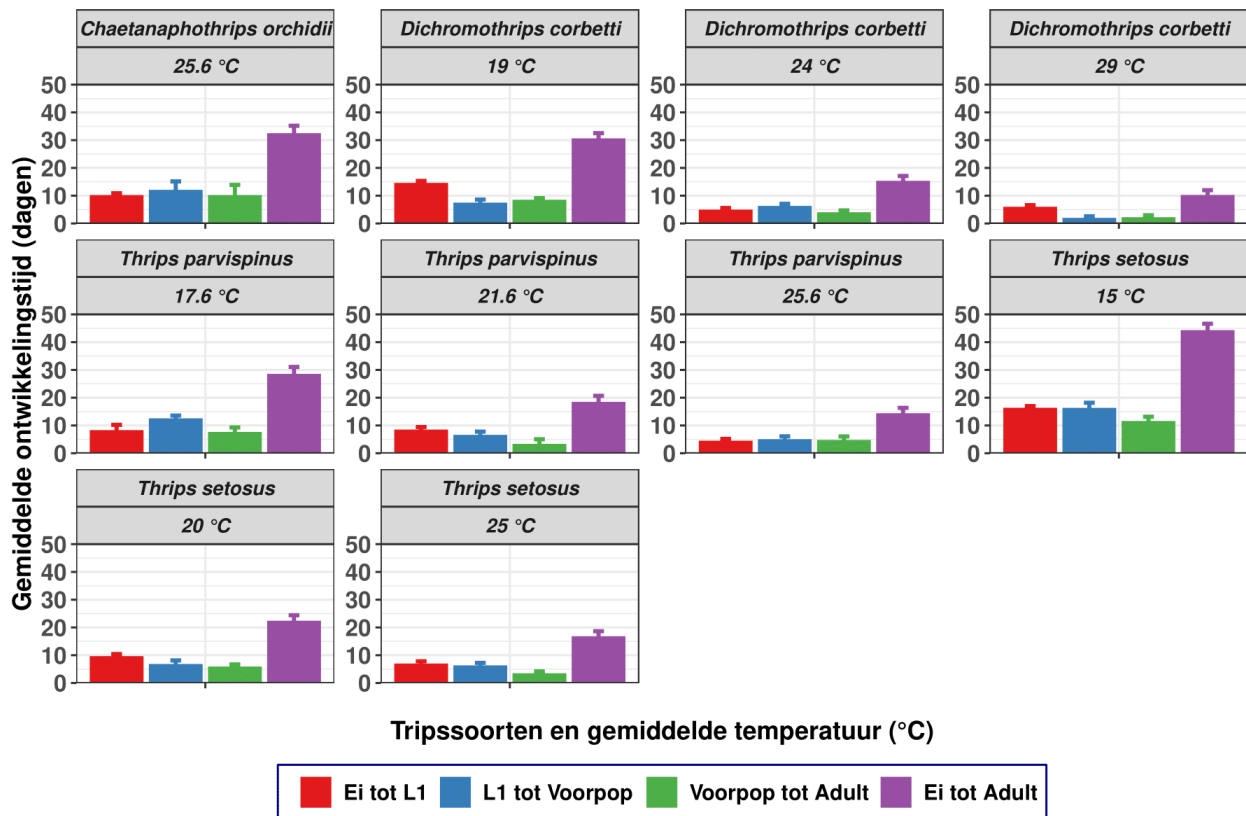
Gewas	Trips soort	Gemiddelde temperatuur (°C)	Aantal 1st stadium larven	Aantal voorpoppen	Aantal adulten
Anthurium	<i>Thrips parvispinus</i>	17.6 (16h op 19°C/8h op 15°C)	95	28	14
Anthurium	<i>Thrips parvispinus</i>	21.6 (16h op 23°C/8h op 19°C)	61	23	12
Anthurium	<i>Thrips parvispinus</i>	25.6 (16h op 27°C/8h op 23°C)	134	18	22
Lelie	<i>Thrips setosus</i>	15	32	9	8
Lelie	<i>Thrips setosus</i>	20	24	6	6
Lelie	<i>Thrips setosus</i>	25	19	6	5
Phalaenopsis	<i>Dichromothrips corbetti</i>	19	13	6	3
Phalaenopsis	<i>Dichromothrips corbetti</i>	24	44	18	20
Phalaenopsis	<i>Dichromothrips corbetti</i>	29	135	21	16
Anthurium	<i>Chaetanaphothrips orchidii</i>	25.6 (16h op 27°C/8h op 23°C)	58	10	4

Voor elke herhaling (plastic cups) van elke tripssoort berekenden we de gemiddelde ontwikkelingstijden en standaarddeviaties van de verschillende levensfasen (ei tot larven van het eerste stadium, larven van het eerste stadium tot prepopen, prepopen tot volwassen). Vervolgens berekenden we de gewogen gemiddelde ontwikkelingstijden en de gewogen standaardafwijkingen door rekening te houden met het aantal trips in elke herhaling. We hebben de gewogen gemiddelde ontwikkelingstijden opgeteld om de ontwikkelingstijd van ei tot volwassen exemplaar voor elke tripssoort te verkrijgen.

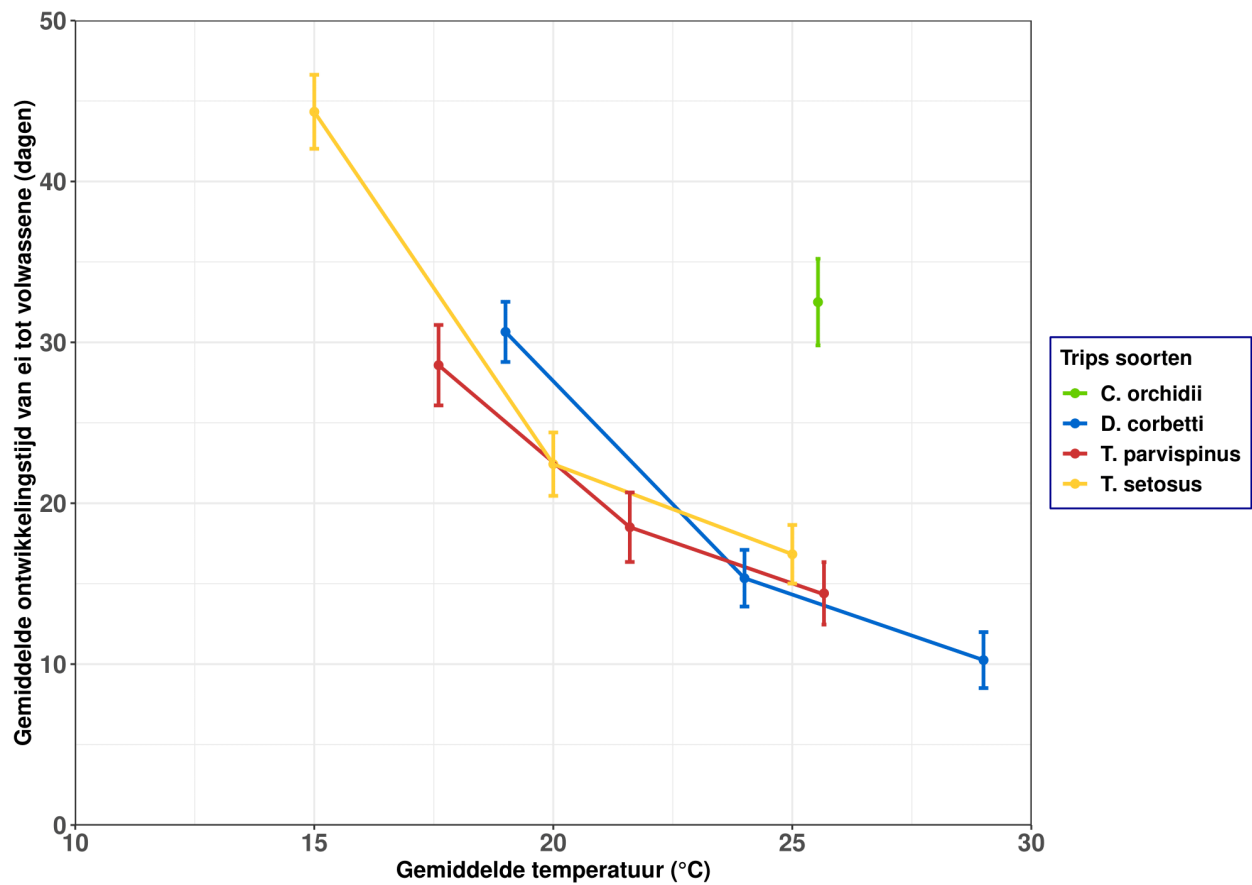
Bij het berekenen van de standaardafwijkingen van de gemiddelden hebben we rekening gehouden met de onzekerheid in de metingen die veroorzaakt werd door het feit dat de vrouwtjes de eerste 24 uur eieren in de kopjes legden en dat we de kopjes alleen met tussenpozen van 24 uur controleerden (law of uncertainty propagation).

2.2.2 Resultaten

De ontwikkelingstijd van trips is sterk afhankelijk van de temperatuur: hoe hoger de temperatuur, hoe sneller de ontwikkelingstijd (Figuur 4). Van de 4 bestudeerde tripssoorten heeft de orchideetrips *Chaetanaphothrips orchidii* de langzaamste ontwikkelingstijd: gemiddeld 32,5 dagen bij 25,6 °C (van ei tot volwassen). *Dichromothrips corbetti*, *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus* hebben een snellere ontwikkelingstijd: respectievelijk 15,34 dagen bij 24 °C, 14,4 dagen bij 25,6 °C en 16,83 dagen bij 25 °C (Figuren 4, 5 en Tabel 2).



Figuur 4 Gemiddelde ontwikkelingstijd (dagen) ± SD bij verschillende temperaturen voor 4 tripssoorten (*Dichromothrips corbetti*, *Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Chaetanaphothrips orchidii*). De ontwikkelingstijd is berekend van ei tot larven van het eerste stadium (L1), van L1 tot prepoppen, van prepoppen tot volwassen en van ei tot volwassen.



Figuur 5 Gemiddelde ontwikkelingstijd ($\pm$ SD) van ei tot volwassen (dagen) voor 4 tripssoorten (*Dichromothrips corbetti*, *Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Chaetanaphothrips orchidii*) bij verschillende temperaturen.

Tabel 2 Gemiddelde ontwikkelingstijd (dagen) voor 4 tripssoorten (*Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Dichromothrips corbetti*, *Chaetanaphothrips orchidii*) bij verschillende temperaturen.

Trips soort	Gemiddelde temperatuur (°C)	Levensfase	Gemiddelde ontwikkelingstijd (dagen)	Standaard afwijking
<i>Thrips parvispinus</i>	17.6	Ei tot Adult	28.58	2.5
		Ei tot L1	8.33	1.89
		L1 tot Voorpop	12.57	1.00
		Voorpop tot Adult	7.68	1.61
	21.6	Ei tot Adult	18.51	2.16
		Ei tot L1	8.52	0.92
		L1 tot Voorpop	6.61	1.17
		Voorpop tot Adult	3.38	1.66
	25.6	Ei tot Adult	14.4	1.94
		Ei tot L1	4.52	0.64
		L1 tot Voorpop	5.05	1.03
		Voorpop tot Adult	4.79	1.26
<i>Thrips setosus</i>	15	Ei tot Adult	44.33	2.3
		Ei tot L1	16.37	0.61
		L1 tot Voorpop	16.33	1.86
		Voorpop tot Adult	11.63	1.52
	20	Ei tot Adult	22.43	1.97
		Ei tot L1	9.67	0.76
		L1 tot Voorpop	6.83	1.31
		Voorpop tot Adult	5.93	0.77
	25	Ei tot Adult	16.83	1.82
		Ei tot L1	7.00	0.82
		L1 tot Voorpop	6.33	0.92
		Voorpop tot Adult	3.50	0.68
<i>Dichromothrips corbetti</i>	19	Ei tot Adult	30.65	1.87
		Ei tot L1	14.61	0.71
		L1 tot Voorpop	7.50	1.11
		Voorpop tot Adult	8.53	0.58
	24	Ei tot Adult	15.34	1.76
		Ei tot L1	4.98	0.58
		L1 tot Voorpop	6.33	0.75
		Voorpop tot Adult	4.03	0.66
	29	Ei tot Adult	10.25	1.74
		Ei tot L1	6.00	0.58
		L1 tot Voorpop	2.00	0.58
		Voorpop tot Adult	2.25	0.71
<i>Chaetanaphothrips orchidii</i>	25	Ei tot adult	32.5	2.69
		Ei tot L1	10.2	0.67
		L1 tot Voorpop	12.1	3.04
		Voorpop tot Adult	10.2	3.69

2.3 Verpoppingsgedrag

2.3.1 Materialen en methoden

Per tripssoort plaatsten we 4 tot 5 planten (5 Anthuriumpplanten voor *T. parvispinus*, 5 lelieplanten voor *T. setosus*, 4 Phalaenopsisplanten voor *D. corbetti*) in aparte insectenkooien in een kas (één plant per kooi). Elke plant werd besmet met 20 tripslarven (L2). De grond rond de potten hebben we afgedekt met vangplaten, om de tripslarven op te vangen voor het geval ze uit de bladeren zouden vallen om te verpoppen. Om precies te weten wanneer de larven zouden verpoppen, plaatsten we een met tripslarven besmette bonenbladschijf in een Petrischaaltje naast de kooien en controleerden deze dagelijks. Toen de larven in de Petrischalen begonnen te verpoppen, hebben we alle bladeren en bloemen van de planten afgesneden en onder de microscoop bekeken op zoek naar poppen. De potten met het substraat werden in de kooien gelaten en afgedekt met een plastic bakje met aan de onderkant een vangplaat (Figuur 6). Ook werd bovenaan de kooi een vangplaat opgehangen om eventuele volwassen trips op te vangen die uit het afgedekte substraat zouden kunnen ontsnappen. Vijf dagen later controleerden we hoeveel volwassen tripsen er op de vangplaten vastzaten. Na dit experiment hebben we 3 Anthuriumpplanten opnieuw besmet met *T. parvispinus*-larven en 5 dagen later naar poppen gezocht direct aan de basis van de planten (tussen de stengels en de nieuwe bladeren) en in de grond naast de wortels (2 cm diep).



Figuur 6 1 plant per kooi omgeven door vangplaten (links). Pot met substraat na het afsnijden van de plant (midden). Pot met substraat afgedekt door een plastic bak met aan de onderkant een vangplaat (rechts).

2.3.2 Resultaten

Onze resultaten over het verpopingsgedrag zijn slechts voorlopige resultaten die bevestigd moeten worden door meer herhalingen van dezelfde experimenten. Ze geven wel een goede indicatie van de potentiële verpopingsplaatsen van de 3 onderzochte tripssoorten.

Thrips parvispinus

Op de bladeren van de Anthurium hebben we geen *T. parvispinus* poppen aangetroffen, waaruit blijkt dat *T. parvispinus* niet op de bladeren verpopt. Op de vangplaten boven de lege potten met substraat hebben we 14 volwassenen van *T. parvispinus* aangetroffen, wat erop wijst dat *T. parvispinus* zich (althans gedeeltelijk) in de grond verpopt. Toen we de basis van de Anthuriumpplanten en de grond nader bekeken, vonden we 5 poppen: 1 in de bovenste grondlaag naast de plantenwortels en 4 aan de basis van jonge bladeren, tussen de stengel en de basis van het blad (Figuur 7). Deze waarnemingen geven aan dat *T. parvispinus* zich waarschijnlijk verpopt aan de basis van Anthuriumpplanten (tussen de stengel en de jonge bladeren) en in de grond.



Figuur 7 *Thrips parvispinus* pop gevonden in de bovenste bodemlaag van een Anthuriumpplant (links). Jong Anthuriumbblad, aan de basis vonden we een pop van *T. parvispinus* (gele cirkel).

Dichromothrips corbetti

We hebben in totaal 10 *D. corbetti* poppen gevonden: 6 poppen zaten aan de basis van de Phalaenopsis plant, tussen de bladeren (Figuur 8) en 4 poppen werden gevonden op de vangplaten onder de pot. Op de bloemen en de plantenstengel hebben we geen poppen aangetroffen. Op de vangplaat die boven de lege potten met substraat is geplaatst, hebben we slechts één volwassene van *D. corbetti* aangetroffen, wat waarschijnlijk betekent dat *D. corbetti* niet verpopt in het Phalaenopsis-substraat. De vier poppen die op de vangplaten onder de pot werden gevonden, vielen waarschijnlijk van een blad waarvan de randen tot buiten de pot reikten. Op basis van deze waarnemingen vermoeden we dat *D. corbetti* zich vooral verpopt op de Phalaenopsis planten, aan de basis van de bladeren.



Figuur 8 *Dichromothrips corbetti*-poppen gevonden aan de basis van Phalaenopsis-bladeren.

Thrips setosus

Op de bladeren van de lelieplanten hebben we geen *T. setosus* poppen aangetroffen. We vonden echter 17 *T. setosus*-volwassenen op de vangplaten die de lege potten met aarde bedekten. Deze waarnemingen suggereren dat *T. setosus* zich in de grond verpopt.

2.4 Voorkeur van *Thrips parvispinus* voor specifieke Anthuriumvariëteiten (Maart-Mei 2023)

2.4.1 Materialen en methoden

Anthura BV leverde verschillende soorten Anthuriumplanten van 6 weken oud aan in potten van 14 cm diameter: Cirano, Stilo, Madural en Joli. Dit experiment is uitgevoerd in een kascompartiment bij een gemiddelde temperatuur van 22 °C en 80% RV (vergelijkbaar met omstandigheden in potanthuriumkassen). De planten werden in insectenkooien (Figuur 9 rechts) in plastic bakken met vermiculiet aan de onderkant geplaatst en wekelijks voorzien van een voedingsoplossing (2,5 EC).

Voorkeursexperiment

Om de voorkeur van *T. parvispinus* voor deze 4 variëteiten te beoordelen, plaatsten we per variëteit 3 planten bij elkaar in dezelfde kooi (12 planten per kooi: 4 rijen van 3 planten van dezelfde variëteit; Figuur 9 links). We gebruikten 4 replica's (4 kooien). We hebben 2 trips introducties gedaan: in de eerste week van de proef werden 15 volwassen vrouwtjes per kooi geïntroduceerd en 5 weken later werd een tweede introductie gedaan, met 10 volwassen vrouwtjes per kooi.

Gevoeligheidsexperiment

Om de gevoeligheid voor *T. parvispinus* van elke soort te beoordelen, plaatsten we 12 planten per soort bij elkaar in een insectenkooi (Figuur 9 midden). We gebruikten 7 replica's (kooien) per variëteit: 4 kooien besmet met 15 volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* en 3 controlekooien (zonder trips).

Alle kooien (voorkeurs- en gevoeligheidsexperiment) werden wekelijks beoordeeld gedurende 8 weken. Per ras hebben we gekeken naar het aantal volwassen trips en larven, en naar de bladschade. De bladschade werd alleen op de jonge bladeren beoordeeld, waar *T. parvispinus* doorgaans de voorkeur aan geeft. Er waren vijf schadecategorieën, van 0 tot en met 4. In oplopende volgorde zijn deze schadecategorieën 0%, 0-20%, 20-50%, 50-80% en 80-100% schade aan het blad (Bijlage Figuur 1). De schadetelling werd gedaan door elk jong blad toe te wijzen aan een van de schadecategorieën voor elke variëteit.



Figuur 9 4 variëteiten in dezelfde kooi voor het voorkeursexperiment (links), 12 Cirano-planten in dezelfde kooi voor het gevoeligheidsexperiment (midden), insectenkooien gebruikt voor de experimenten (rechts).

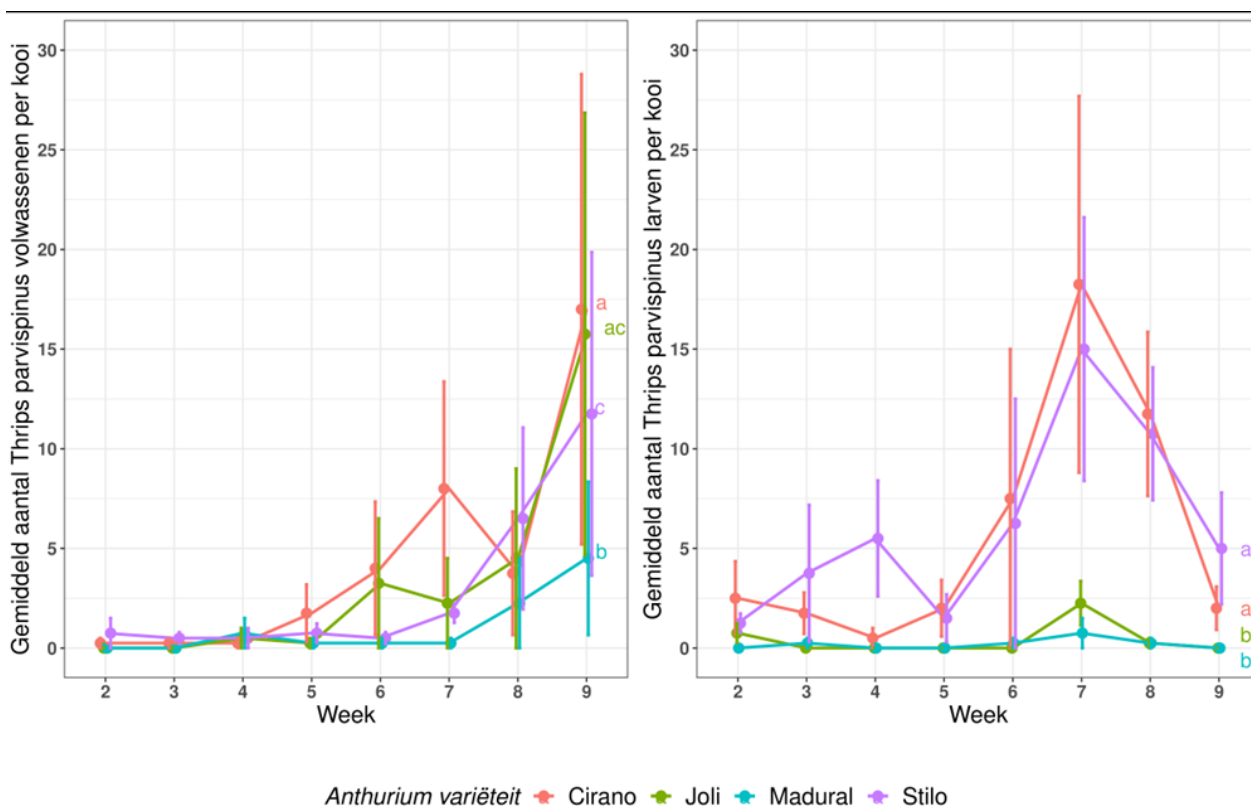
2.4.2 Resultaten

Voorkeursexperiment

Toen de 4 Anthuriumvariëteiten in dezelfde kooi werden geplaatst, constateerden we een significant verschil in het aantal *T. parvispinus*-volwassenen en larven op de 4 variëteiten (Figuren 10 en 11). Er waren aanzienlijk meer *T. parvispinus*-volwassenen op Cirano-, Joli- en Stilo-planten dan op Madural-planten. Er waren aanzienlijk meer *T. parvispinus*-larven op Cirano- en Stilo-planten dan op Joli- en Madural-planten. Het aantal tripslarven op Joli- en Madural-planten bleef gedurende de proef constant laag (bijna 0). Het is mogelijk dat *T. parvispinus*-vrouwtjes hun eieren liever op Cirano- en Stilo-planten leggen, omdat *T. parvispinus*-larven niet kunnen overleven op Joli- en Madural-planten. Het zou interessant zijn om de chemische samenstelling van plantenbladeren tussen deze 4 variëteiten te vergelijken, om te onderzoeken of Joli- en Madural-planten mogelijk bepaalde plantmetabolieten bevatten die toxisch zijn voor *T. parvispinus*.

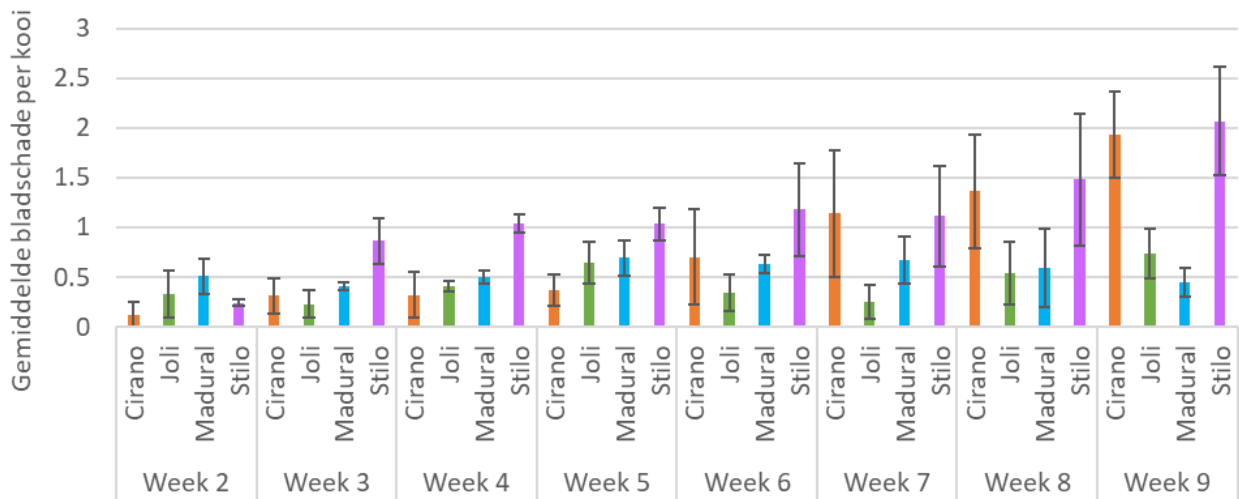


Figuur 10 4 Anthuriumvariëteiten in dezelfde kooi na 8 weken blootstelling aan *T. parvispinus*. Van links naar rechts: Stilo, Cirano, Madural, Joli.



Figuur 11 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips parvispinus* volwassenen en larven op 4 verschillende Anthuriumvariëteiten over 8 weken. De letters aan het einde van elke curve geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de variëteiten die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLMM hurdle poisson distributie voor trips volwassenen en GLMM zero-inflated poisson distributie voor trips larven; $p < 0.05$).

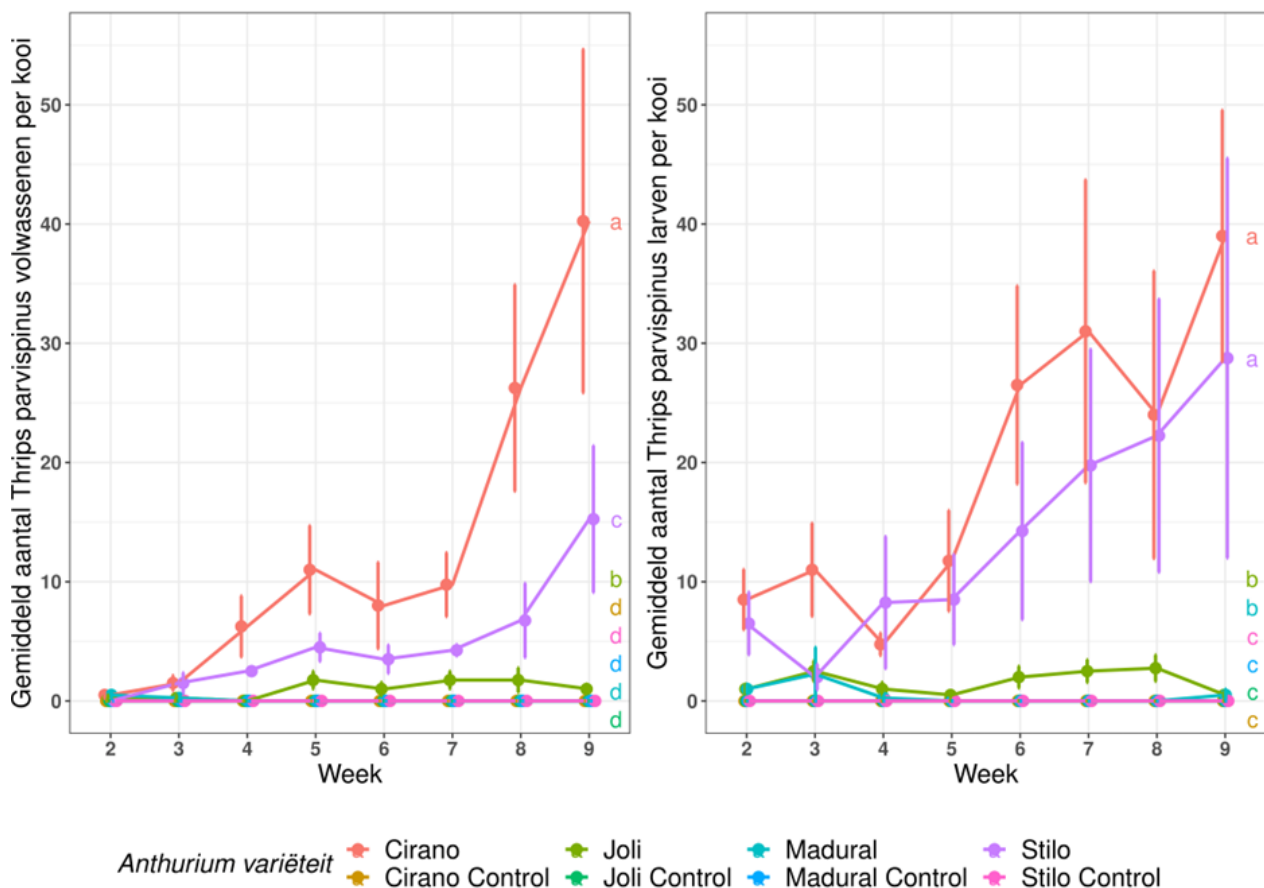
Wat betreft de bladschade veroorzaakt door *T. parvispinus*, hebben we een significant verschil waargenomen tussen de 4 variëteiten (Figuur 12, GLMM zero-inflated poisson distribution). De bladschade bij Cirano- en Stilo-planten was aanzienlijk hoger dan bij Joli- en Madural-planten, wat onze waarnemingen over de hogere aantallen *T. parvispinus* bij Cirano en Stilo bevestigt. Op een schaal van 0 tot 4 bedroeg de gemiddelde bladschade in de laatste week van het experiment 2.06 voor Stilo, 1.9 voor Cirano, 0.7 voor Joli en 0.4 voor Madural.



Figuur 12 Gemiddelde bladschade ($\pm$ SE) veroorzaakt door *Thrips parvispinus* per variëteit wanneer 4 *Anthurium*-variëteiten in dezelfde kooi werden gemengd.

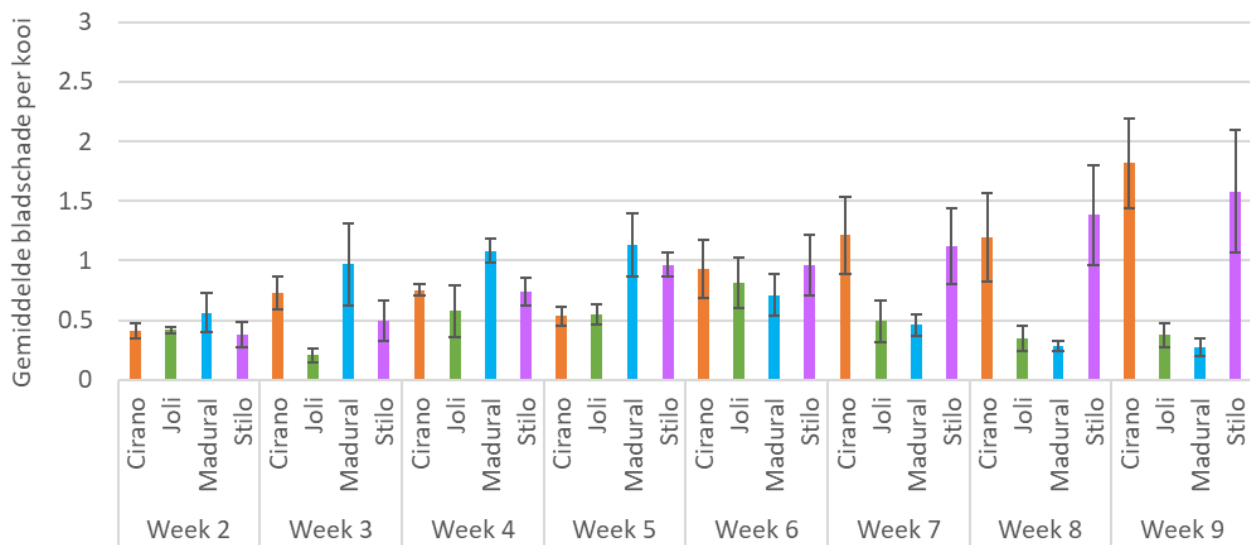
Gevoeligheidsexperiment

Wanneer de 4 *Anthurium*-variëteiten in aparte kooien werden geplaatst, constateerden we ook een significant verschil in het aantal *T. parvispinus*-volwassenen en larven op de 4 variëteiten (Figuur 13). We vonden meer *T. parvispinus*-volwassenen en larven op Cirano- en Stilo-planten dan op Madural- en Joli-planten. Bij Madural-planten was het aantal trips het laagst (bijna geen trips), wat erop wijst dat *T. parvispinus* nauwelijks in staat is een populatie op deze variëteit te ontwikkelen.

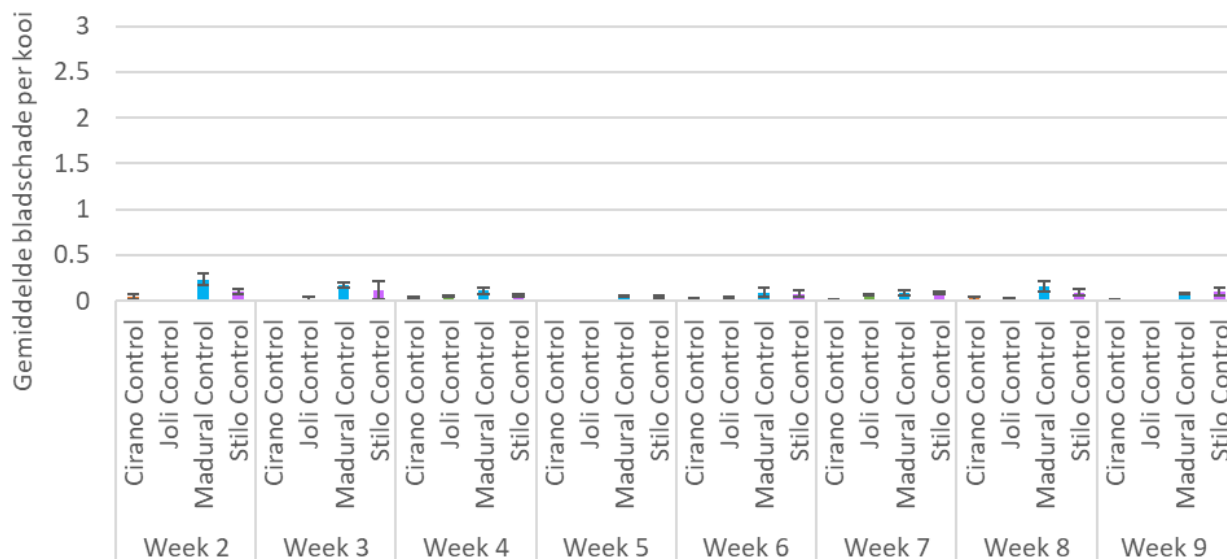


Figuur 13 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips parvispinus* volwassenen en larven op 4 verschillende Anthuriumvariëteiten over 8 weken. Voor elke variëteit hadden de controlekooien geen *T. parvispinus*. De letters aan het einde van elke curve geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de variëteiten die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLMM negative binomial distribution voor trips volwassenen, GLMM zero-inflated negative binomial distribution voor trips larven; $p < 0.05$).

Wat betreft de bladschade hadden alle aan *T. parvispinus* blootgestelde variëteiten significant meer schade dan wanneer ze in de controlekooien zaten (zonder trips) (Figuren 14, 15 en 16, GLMM zero-inflated poisson distribution). In de kooien met *T. parvispinus* hadden Cirano- en Stilo-planten significant meer bladschade dan Joli- en Madural-planten.



Figuur 14 Gemiddelde bladschade ($\pm$ SE) per variëteit wanneer 4 Anthuriumvariëteiten in verschillende kooien gescheiden werden en blootgesteld werden aan *Thrips parvispinus*.



Figuur 15 Gemiddelde bladschade ($\pm$ SE) per ras wanneer 4 Anthuriumvariëteiten gescheiden werden in verschillende kooien, zonder *Thrips parvispinus* (control kooien).



Figuur 16 Stiloplanten in een controlekooi zonder *Thrips parvispinus* (links) en na 8 weken blootstelling aan *Thrips parvispinus* (rechts).

2.4.3 Conclusie

Concluderend is het duidelijk dat *T. parvispinus* een voorkeur heeft voor Stilo- en Cirano-planten ten opzichte van Madural- en Joli-planten. De redenen voor deze voorkeur zijn nog onbekend. Er kan tussen de verschillende soorten een verschil zitten in de chemische stoffen die in de bladeren aanwezig zijn.

De sterke voorkeur van *T. parvispinus* voor sommige Anthurium-variëteiten kan mogelijk worden gebruikt om deze tripssoort onder controle te houden. De favoriete soorten kunnen mogelijk worden gebruikt als "val" om de trips in een bepaald gebied te concentreren. Ook zou een afwisseling van gevoelige en niet-gevoelige soorten gebruikt kunnen worden om de verspreiding van dit insect te vertragen.

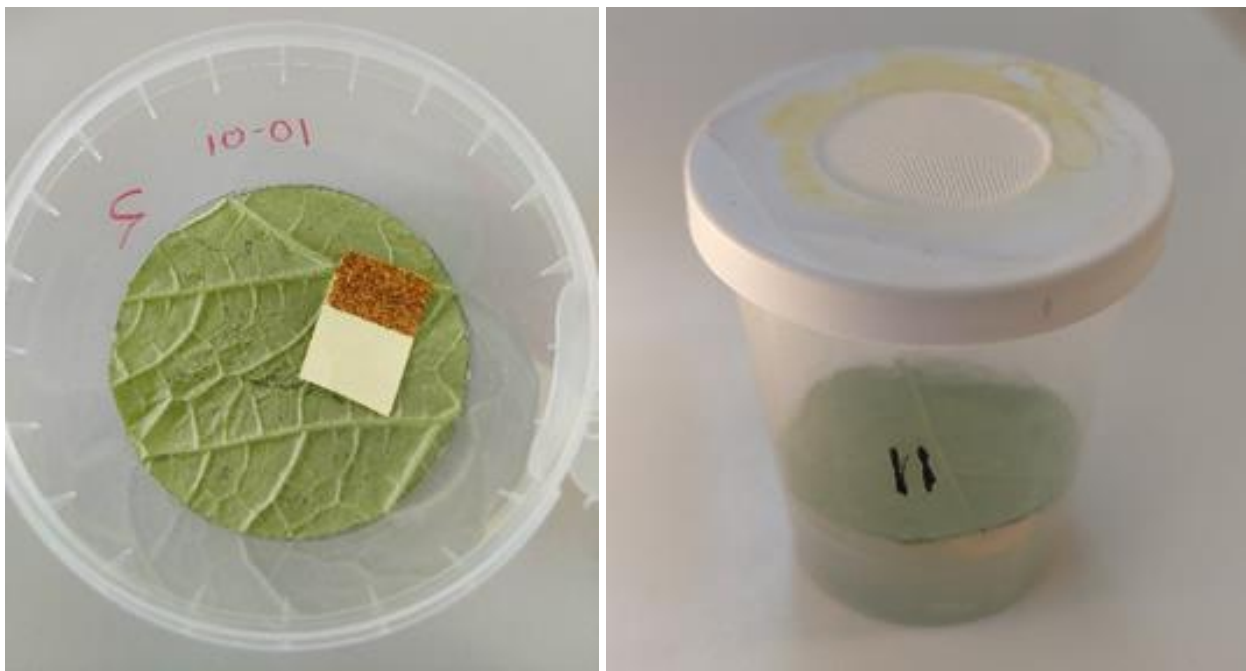
2.5 Predatiecapaciteit van *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus* tegen roofmijteieren

2.5.1 Materialen en methoden

In dit experiment werd de predatie van *T. setosus* op eitjes van de roofmijt *Transeius montdorensis*, en van *T. parvispinus* op eitjes van de roofmijt *Amblyseius swirskii* getest. Van beide soorten trips werd dit gedrag bij zowel adulten als larven onderzocht.

We verzamelden vers gelegde eieren (0 tot 24 uur oud) van *T. montdorensis* en *A. swirskii* (Figuur 17 links). De tripsen werden verzameld uit een eigen kweek op het moment dat ze nodig waren.

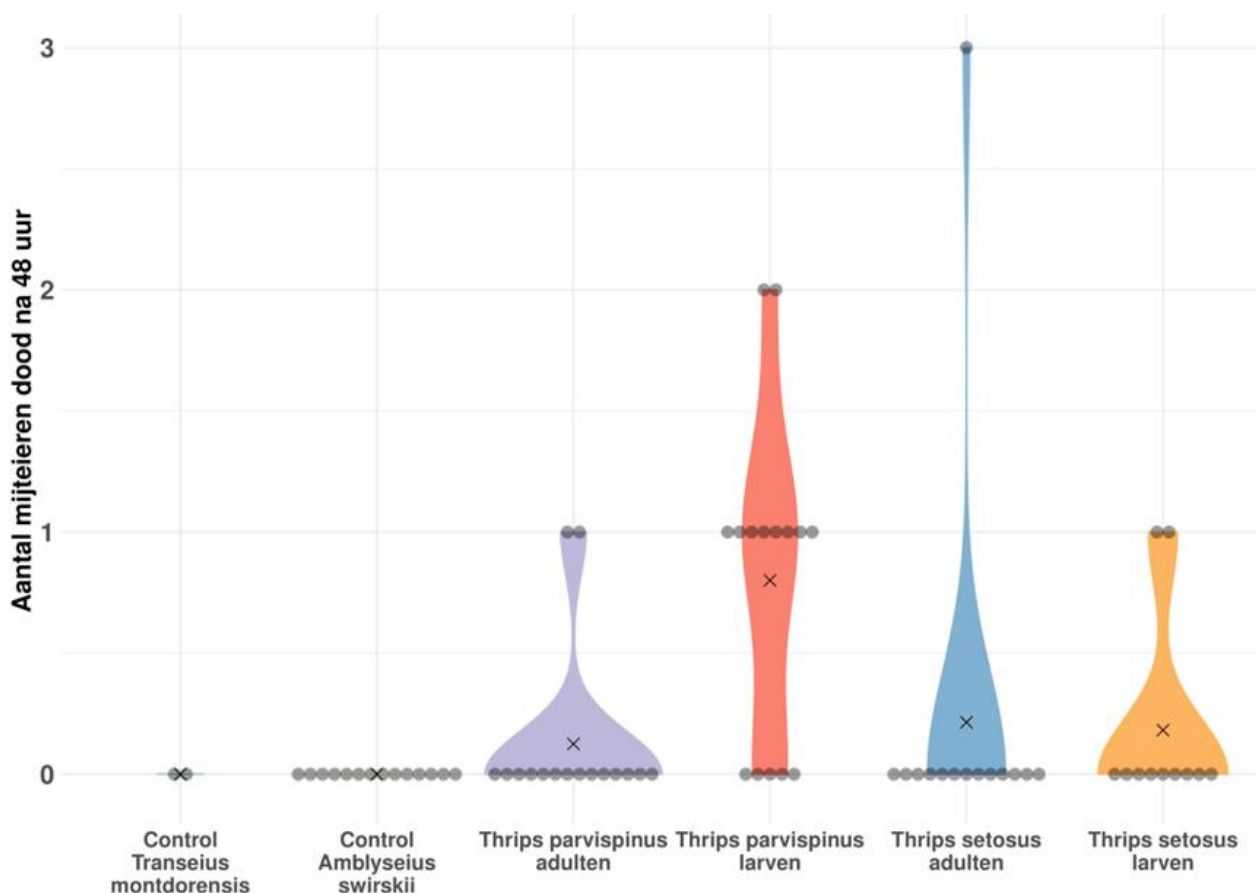
Het experiment werd uitgevoerd in kleine cups (Figuur 17 rechts) met wateragar en een bladponsje van een bruine bonenplant (deze plant is geschikt als waardplant voor beide tripssoorten). In elke cup werden, in de roofmijt-trips combinatie die hierboven is genoemd, 3 van de verzamelde eitjes (maximaal 24 uur oud) en één trips adult of larve geplaatst. Hiernaast werden er ook cups gemaakt waar alleen mijteneitjes in werden geplaatst als controle. Deze cups werden in een klimaatcel (25°C, 70% RV) geplaatst. Na 24 en 48 uur werd de staat van de eitjes bepaald (intact, uitgekomen, opgegeten). Als er na 48 uur nog steeds mijteneitjes in de kopjes zaten, wachtten we tot de larven uitkwamen, om er zeker van te zijn dat de eitjes nog leefden. We maakten tussen de 11 en 16 replicaties (cups) per behandeling (behalve voor de controles van *T. montdorensis*, waar we slechts 2 replicaties hadden vanwege problemen bij het verkrijgen van verse eieren).



Figuur 17 Cup waaruit de uitjes van roofmijten werden verzameld (links). Cup waarin de predatietest in werd uitgevoerd (rechts).

2.5.2 Resultaten

Thrips parvispinus volwassen vrouwtjes en *Thrips setosus* volwassen vrouwtjes en larven aten nauwelijks roofmijteneitjes (Figuur 18). Gemiddeld aten volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* in 48 uur 0.12 eieren van *Amblyseius swirskii*, volwassen vrouwtjes van *T. setosus* aten 0.2 eieren van *Transeius montdorensis* en larven van *T. setosus* aten 0.18 eieren van *T. montdorensis*. Ter vergelijking: de larven van *T. parvispinus* aten een groter aantal eieren van *A. swirskii*: 0.8 eieren in 48 uur. Deze predatiecijfers zijn echter vrij laag vergeleken met onze waarnemingen bij volwassen vrouwtjes van *Frankliniella occidentalis*, die in 48 uur 2.6 *A. swirskii*-eieren aten op bonenbladschijven.



Figuur 18 Violin plot van het aantal roofmijteieren dat door *Thrips parvispinus* (voor *A. swirskii*) en *Thrips setosus* (voor *T. montdorensis*) volwassenen en larven in 48 uur wordt gegeten. Elke zwarte stip vertegenwoordigt het aantal eieren dat in één herhaling (cup) is gegeten en elk kruis vertegenwoordigt het gemiddelde aantal eieren dat per behandeling is gegeten (alle herhalingen samen). De controles zijn bakjes waarin we uitsluitend roofmijteneieren hebben geplaatst, zonder trips.

2.5.3 Conclusie

Dit lage predatiepercentage van *T. parvispinus* en *T. setosus* op roofmijteneieren is goed nieuws voor de effectiviteit van biologische bestrijdingsstrategieën. We vermoeden echter dat de predatiecapaciteit van deze tripssoorten afhangt van de waardplant. Het is bekend dat omnivoor insecten hun dieet veranderen afhankelijk van de kwaliteit van de waardplant (Magalhaes et al., 2005). We hebben onze proeven uitgevoerd met bonenbladschijven, maar het zou kunnen dat we op een andere waardplant andere resultaten hadden behaald. Deze hypothese moet nog worden geverifieerd.

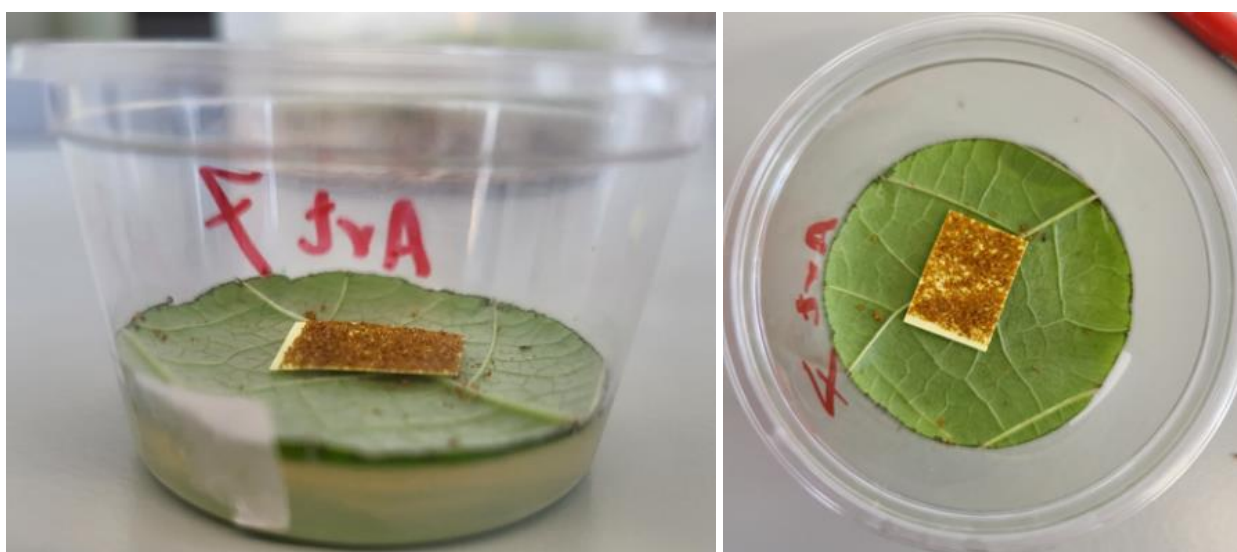
2.6 Effect van verschillende aanvullende voedselbehandelingen op het eilegsnelheid van *Thrips parvispinus*-vrouwtjes

2.6.1 Materialen en methoden

In dit laboratoriumexperiment hebben we het effect van 4 behandelingen op het aantal eitjes bij volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* getest:

- *Typha latifolia* stuifmeel (Nutrimite, Biobest)
- *Artemia franciscana* cysts (Bioartfeed, BioBee)
- *Thyreophagus entomophagus* (Mitefood II, Bioline)
- Controle (zonder aanvullende voeding)

Per behandeling voerden we 15 herhalingen uit. Elke replica bestond uit een plastic cupje (4-cm diameter) met een bonenbladschijf (onderzijde van het blad naar boven gericht) bovenop een agarlaag. Voor de stuifmeel- en Artemia-behandelingen hebben we in elk cupje een sticky note toegevoegd bedekt met stuifmeel of Artemia (1,3 cm x 1,3 cm) (Figuur 19). Dit komt ongeveer overeen met 90 mg artemia en 20 mg stuifmeel per cupje. Voor de behandeling met *T. entomophagus* vulden we het deksel van een Eppendorf-buisje van 0,5 ml met ongeveer 12 mg Mitefood II-materiaal (mijten + houtmateriaal), wat overeenkomt met ongeveer 500 *T. entomophagus*-mijten per replicaat. De cupjes van de controlebehandeling bevatten alleen de bonenbladschijf, zonder aanvullende voeding. We plaatsten één volwassen vrouwtje van *T. parvispinus* per cupje en bewaarden de cupjes gedurende 3 dagen in een klimaatcel bij 25 °C, 75% RH en een lichtregime van 16uur:8uur (licht: donker). Na 3 dagen werd elk vrouwtje voor nog eens 3 dagen overgeplaatst naar een nieuwe cupje (met dezelfde voedselbehandeling). Vervolgens telden we het aantal *T. parvispinus*-larven dat in de twee sets cupjes naar voren kwam, wat ons het eileggsnelheid van de *T. parvispinus*-vrouwtjes opleverde na 3 en 6 dagen op de respectievelijke diëten.



Figuur 19 Cupjes gebruikt om het effect van de aanvullende voedselbehandelingen te testen (hier sticky note met Artemia-cysten).

2.6.2 Resultaten

Na 3 dagen op dieet legden de vrouwtjes van *T. parvispinus* significant minder eieren bij de *T. entomophagus*-behandeling, vergeleken met de andere 3 behandelingen (Figuur 20). Na 6 dagen op het dieet legden de vrouwtjes gevoed met Artemia-cysten en de prooimijt *T. entomophagus* aanzienlijk minder eieren dan de vrouwtjes in de cups van de controle- en stuifmeelbehandelingen (Figuur 21). We hadden niet verwacht dat de behandelingen met Artemia of prooimijten een 'negatief' effect zouden hebben op het aantal eitjes van *T. parvispinus*. Bij de prooimijtbehandeling kan het zijn dat de prooimijten schade aanrichten aan de bonenbladschijven in de cups, waardoor deze minder voedzaam worden voor de trips. Voor de Artemia weten we niet waarom deze behandeling een afname van het aantal oviposities van *T. parvispinus* veroorzaakte.

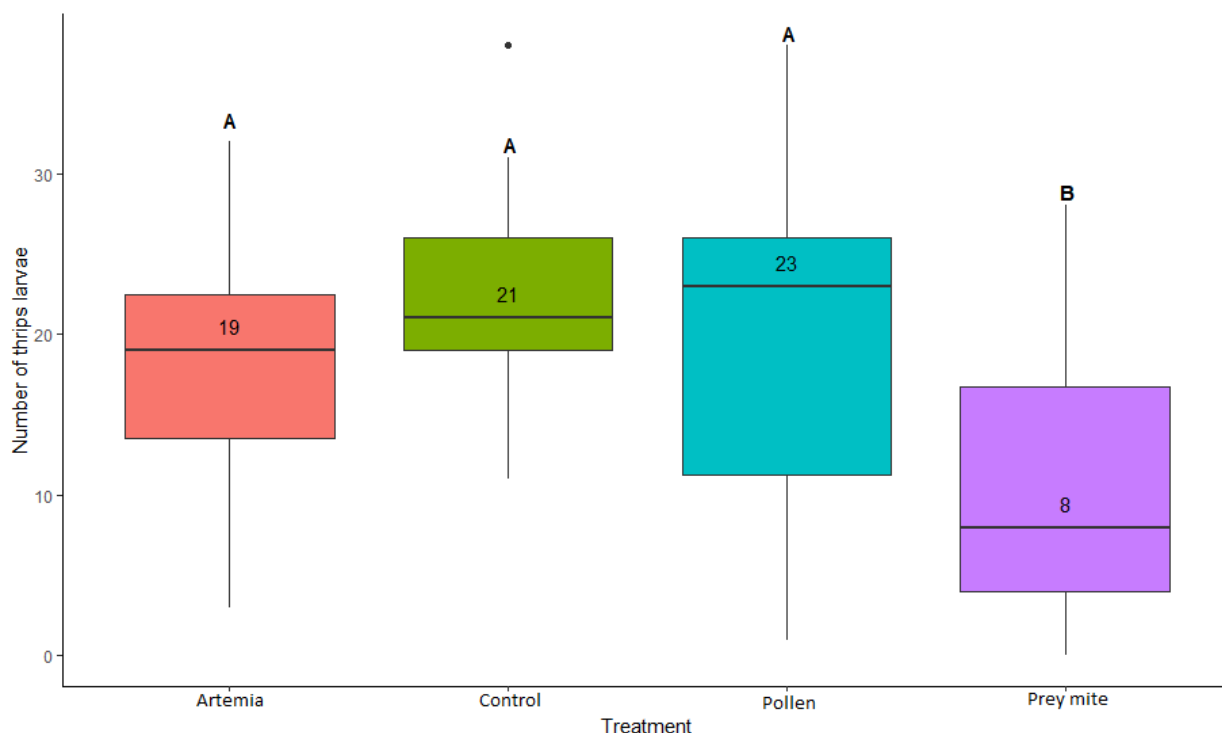
2.6.3 Conclusie

Concluderend laten deze resultaten zien dat geen van de geteste aanvullende voedselbehandelingen een positief effect had op het eileggsnelheid van *T. parvispinus*-vrouwtjes, vergeleken met de controlebehandeling zonder aanvullende voeding. Dit is goed nieuws voor biologische bestrijdingsstrategieën tegen *T. parvispinus*.

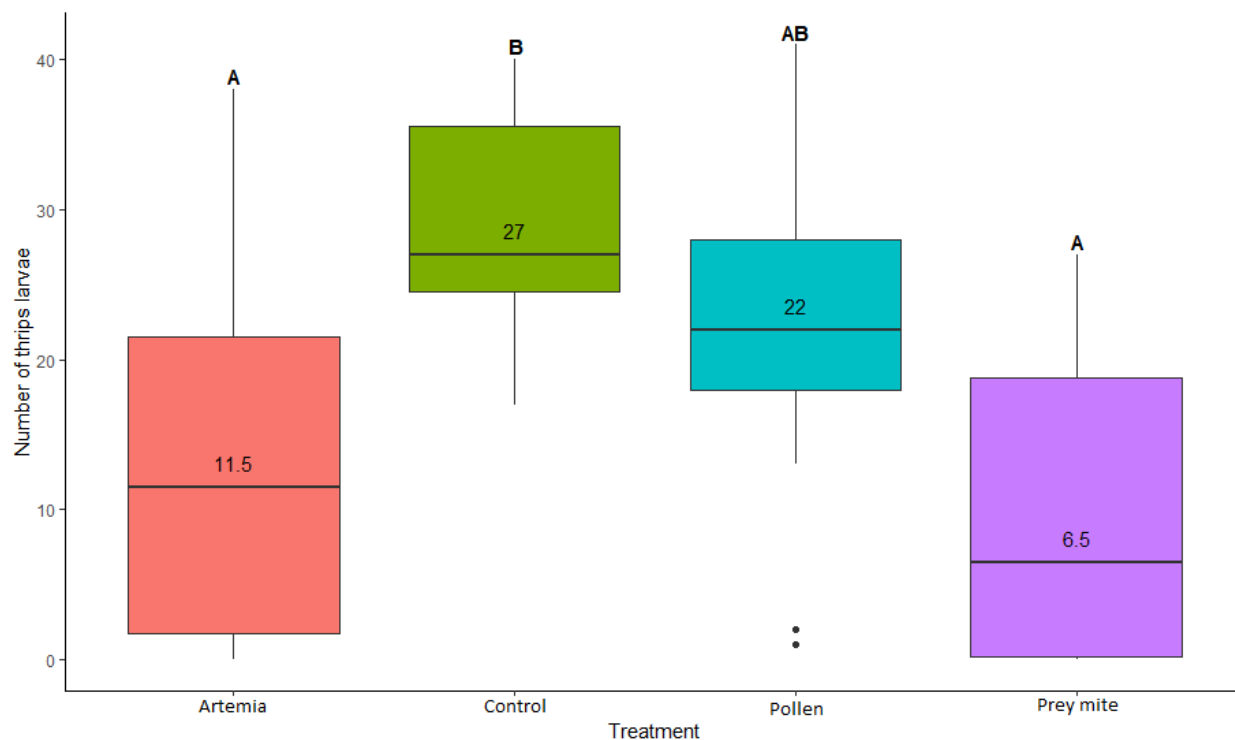
Er is echter nog een aantal aspecten waarmee we rekening moeten houden:

- Het voedingsgedrag van *T. parvispinus* kan afhankelijk zijn van de waardplant. Als we dit experiment met een andere waardplant (in plaats van boon) hadden gedaan, hadden we misschien andere resultaten verkregen. Dit moet nog verder onderzocht worden.

- We hebben het effect van verschillende diëten gedurende 6 dagen getest en geen positief effect op het aantal eitjes van *T. parvispinus* waargenomen. Het zou kunnen dat een effect pas na een langere periode zichtbaar wordt, hoewel in eerder onderzoek met Californische trips na 3 dagen al een positief effect van bijvoeren met pollen op eileg werd gevonden (Leman & Messelink, 2015).



Figuur 20 Boxplot van het aantal getelde larven nadat de vrouwtjes van *Thrips parvispinus* gedurende 3 dagen zijn blootgesteld aan verschillende diëten. De verschillende behandelingen op volgorde zijn Artemiacysten (rood), Onbehandeld (Control, groen, zonder aanvullende voeding), *Typha latifolia* stuifmeel (blauw) en de prooimijt *Thyreophagus entomophagus* (paars). De getallen in de boxplots zijn het gemiddelde aantal gelegde eieren per *T. parvispinus*-vrouwtje na 3 dagen voor elke behandeling. De letters boven de boxplots geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de behandelingen die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (One-way ANOVA, $p < 0.05$).



Figuur 21 Boxplot van het aantal getelde larven nadat de vrouwtjes van *Thrips parvispinus* gedurende 6 dagen zijn blootgesteld aan verschillende diëten. De verschillende behandelingen op volgorde zijn artemiacysten (rood), Control (groen, zonder aanvullende voeding), *Typha latifolia* stuifmeel (blauw) en de prooimijt *Thyreophagus entomophagus* (paars). De getallen in de boxplots zijn het gemiddelde aantal gelegde eieren per *T. parvispinus*-vrouwtje na 6 dagen voor elke behandeling. De letters boven de boxplots geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de behandelingen die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM negative binomial distribution, $p < 0.05$).

3 Potentiële biologische bestrijdingsstrategieën tegen invasieve trips

3.1 Inleiding

Synthetische chemische insecticiden worden in Nederland nog steeds veel gebruikt om trips in de sierteelt in de kas te bestrijden. Telers vertrouwen echter om verschillende redenen steeds meer op biologische bestrijdingsstrategieën: sommige tripssoorten zijn resistent geworden tegen chemische insecticiden, steeds meer chemische insecticiden worden om gezondheids- of milieubeleidsredenen uit de handel genomen en telers willen de effecten van hun landbouwpraktijken op het milieu en de menselijke gezondheid minimaliseren.

Er zijn veel biologische bestrijdingsmogelijkheden tegen trips: roofmijten (op planten en in de bodem), roofwantsen en kevers, gaasvliegen, spinnen, entomopathogene schimmels en nematoden. Onderzoekers hebben ook kennis ontwikkeld over het gebruik van aanvullende voeding om de vestiging van natuurlijke vijanden in kassen te ondersteunen en biologische bestrijdingsbedrijven hebben vervolgens aanvullende voedingsproducten (pollen, prooimijten, *Artemia*-cysten...) voor natuurlijke vijanden ontwikkeld. Het is echter mogelijk dat deze natuurlijke vijanden niet effectief zijn tegen alle tripssoorten en ook niet in alle gewassen. Het vinden van effectieve biologische bestrijdingsstrategieën voor nieuwe tripssoorten is dan ook geen gemakkelijke opgave en vereist talloze proeven in het laboratorium en de kas.

Bij de start van dit project was er nog weinig bekend over de biologische bestrijding tegen *T. parvispinus*, *T. setosus*, *D. corbetti* en *C. orchidii*: In Indonesië wordt de Europese roofmijt *Neoseiulus cucumeris* gebruikt tegen *T. parvispinus* in paprika en chilipeper (Prabaningrum et al., 1999). In een onderzoek in een snijanthuriumkas in Nederland zijn de roofmijten *Amblyseius swirskii*, *N. cucumeris* en *Stratiolaelaps scimitus* (voorheen *Hypoaspis miles*) en de rooftrips *Franklinothrips vespiformis* (Figuur 22 links) geïdentificeerd als potentiële vijanden tegen *C. orchidii* (Pijnakker et al., 2007). Tenslotte zorgden de larven van gaasvlieg *Chrysoperla carnea* (Figuur 22 rechts) in combinatie met *F. vespiformis* voor een goede bestrijding van *T. setosus* in hortensia in Nederland (Pijnakker et al., 2019).

Het doel van dit onderzoeksproject was om kennis te vergaren over het potentieel van verschillende natuurlijke vijanden tegen *T. parvispinus*, *T. setosus*, *D. corbetti* en *C. orchidii* in potanthurium, lelie, Phalaenopsis en snijanthurium. Deze kennis, in combinatie met de kennis over de biologie en het gedrag van trips, zou vervolgens door de telers worden gebruikt om effectieve biologische bestrijdingsstrategieën tegen deze plagen te ontwikkelen.



Figuur 22 *Franklinothrips vespiformis* larve eet een volwassen trips (links). *Chrysoperla carnea* larve eet een tripslarve (rechts).

3.2 Laboratoriumevaluatie van natuurlijke vijanden

Voordat de werkzaamheid van natuurlijke vijanden onder kasomstandigheden wordt getest, is het belangrijk om hun predatievermogen onder laboratoriumomstandigheden te beoordelen om er zeker van te zijn dat ze kunnen predateren op de betreffende plaag. We hebben de predatiecapaciteit van verschillende natuurlijke vijanden (commercieel en niet-commercieel verkrijgbaar) getest in verschillende levensfasen van *T. parvispinus*, *T. setosus*, *D. corbetti* en *C. orchidii* (Tabel 3).

3.2.1 Laboratoriumscreening van 17 natuurlijke vijanden tegen 4 tripssoorten

3.2.1.1 Materialen en methoden

Voor het uitvoeren van de bioassays gebruikten we kleine plastic cups (4,5 cm diameter, 3 cm hoog) met tripsbestendige gaasdeksels. Snijbonenbladschijven (*Phaseolus vulgaris*) werden ondersteboven (abaxiale kant naar boven) op een dunne laag 0,75% agar op de bodem van elke cup geplaatst om de natuurlijke vijanden die op bladeren werden gebruikt, te testen (Figuur 23 links). Tegelijkertijd werd nat filtreerpapier op de bodem van andere cups geplaatst (zonder agar) en bedekt met een dunne laag vochtige potgrond om de in de bodem gebruikte natuurlijke vijanden tegen tripspoppen te testen (Figuur 23 rechts). In elke cup werden 3 tripslarven, of poppen of volwassenen op de bladschijf (larven of volwassenen) of grond (poppen) geplaatst, waarna één individuele natuurlijke vijand aan de cup werd toegevoegd (rechtstreeks van een commercieel product of uit onze eigen kweek als de soort niet commercieel verkrijgbaar was). De controlebehandeling bestond uit cups met trips zonder natuurlijke vijanden.

De tripssterfte werd na 24 uur onderzocht. Gedurende deze periode werden de cups bewaard in klimaatkamers bij 25 °C en 75% relatieve luchtvochtigheid (lichtregime 16L:8D). De sterfte werd bepaald door het aantal levende en dode trips in elke cup te tellen. Ontbrekende trips werden als dood beschouwd. Voor elke natuurlijke vijand hebben we 4 herhalingen (cups) parallel uitgevoerd met 4 controleherhalingen (zonder natuurlijke vijand). De herhalingen waarbij de natuurlijke vijand stierf of uit de cup ontsnapte, zijn uit onze data verwijderd.



Figuur 23 Plastic cups gebruikt voor het predatiecapaciteitsexperiment (links: bonenbladschijven voor tripsvolwassenen en larven, rechts: grond voor tripspoppen).

Tabel 3 Lijst van natuurlijke vijanden getest in laboratoriumomstandigheden tegen verschillende levensstadia van *Thrips parvispinus*, *Thrips setosus*, *Dichromothrips corbetti* en *Chaetanaphothrips orchidii*.

Trips soort	Prooi stadium	Natuurlijke vijand	Type natuurlijke vijand	Commercieel
<i>T. parvispinus</i>	Larve	<i>Amblyseius swirskii</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Blattisocius mali</i>	Mijt (Acari: Blattisociidae)	Nee
	Larve	<i>Transeius montdorensis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Chrysoperla carnea</i>	Gaasvlieg larve (Neuroptera: Chrysopidae)	Ja
	Larve	<i>Micromus variegatus</i>	Gaasvlieg larve (Neuroptera: Hemerobiidae)	Nee
	Larve, Adult	<i>Erigone dentipalpis</i>	Spin (Araneae: Linyphiidae)	Nee
	Larve	<i>Trisopsis tyroglyphi</i>	Galmug larve (Diptera: Cecidomyiidae)	Nee
	Larve, Pop	<i>Dalotia coriaria</i>	Kortschildkever (Coleoptera: Staphylinidae)	Ja
	Pop	<i>Stratiolaelaps scimitus</i>	Mijt (Mesostigmata: Laelapidae)	Ja
	Pop	<i>Macrocheles robustulus</i>	Mijt (Mesostigmata: Macrochelidae)	Ja
<i>T. setosus</i>	Larve	<i>Amblyseius swirskii</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Transeius montdorensis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve, Adult	<i>Erigone dentipalpis</i>	Spin (Araneae: Linyphiidae)	Nee
	Larve	<i>Trisopsis tyroglyphi</i>	Galmug larve (Diptera: Cecidomyiidae)	Nee
	Larve, Pop	<i>Dalotia coriaria</i>	Kortschildkever (Coleoptera: Staphylinidae)	Ja
<i>D. corbetti</i>	Larve	<i>Orius laevigatus</i>	Kever (Hemiptera: Anthocoridae)	Ja
	Larve	<i>Orius majusculus</i>	Kever (Hemiptera: Anthocoridae)	Ja
	Larve	<i>Euseius ovalis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Nee
	Larve	<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Transeius montdorensis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Iphiseius degenerans</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Amblyseius swirskii</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Franklinothrips vespiformis</i>	Rooftrips (Thysanoptera: Aeolothripidae)	Ja
	Larve, Adult	<i>Mermessus denticulatus</i>	Spin (Araneae: Linyphiidae)	Nee
<i>C. orchidii</i>	Larve	<i>Orius laevigatus</i>	Kever (Hemiptera: Anthocoridae)	Ja
	Larve	<i>Orius majusculus</i>	Kever (Hemiptera: Anthocoridae)	Ja
	Larve	<i>Euseius ovalis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Nee
	Larve	<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Transeius montdorensis</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Amblyseius swirskii</i>	Mijt (Acari: Phytoseiidae)	Ja
	Larve	<i>Franklinothrips vespiformis</i>	Rooftrips (Thysanoptera: Aeolothripidae)	Ja
	Larve	<i>Mermessus denticulatus</i>	Spin (Araneae: Linyphiidae)	Nee

3.2.1.2 Resultaten

Het is belangrijk te vermelden dat dit laboratoriumexperiment slechts een screening was van natuurlijke vijanden om een eerste indruk te krijgen van hun werkzaamheid tegen 4 tripssoorten. Vanwege het lage aantal herhalingen (4) per natuurlijke vijand en de mogelijke wisselende kwaliteit van commerciële producten zullen we de resultaten niet in grafieken weergeven, maar eerder een samenvatting van onze waarnemingen geven. Alle in Tabel 3 genoemde predatoren waren in staat te prederen op stadia van *T. parvispinus*, *T. setosus*, *D. corbetti* of *C. orchidii*.

De predatoren die de meeste trips consumeerde van *T. parvispinus*-larven waren *C. carnea*, *D. coriaria* en *A. swirskii* (>60% consumptie). De spin *E. dentipalpis* had een hoge predatiecapaciteit en consumeerde in alle gevallen 100% van de aangeboden volwassenen van *T. parvispinus*; net als *D. coriaria* en *M. robustulus* die meer dan 90% van *T. parvispinus*-poppen consumeerden (Figuur 24).

Ook bij *T. setosus*-larven werd de meest consumptie in 24 uur waargenomen bij de natuurlijke vijanden *D. coriaria* en *E. dentipalpis* (sterfte hoger dan 60%). *Erigone dentipalpis* veroorzaakte een sterfte van meer dan 90% bij volwassenen van *T. setosus* en *D. coriaria* veroorzaakte een sterfte van meer dan 75% bij *T. setosus* poppen.

De meest vraatzuchtige predatoren tegen *D. corbetti*-larven waren *O. laevigatus*, *O. majusculus*, *F. vespiformis*, *N. cucumeris* en *T. montdorensis* (sterfte hoger dan 60%). De spin *M. denticulatus* veroorzaakte een sterftetecijfer van meer dan 60% bij *D. corbetti*-volwassenen.

Voor *C. orchidii*-larven waren de meest vraatzuchtige predatoren *O. laevigatus*, *O. majusculus* en *F. vespiformis* (sterfte hoger dan 60%).



Figuur 24 *Chrysoperla carnea* larve eet een *Thrips parvispinus* larve (links), *Erigone dentipalpis* eet een *Thrips parvispinus* volwassen vrouwtje (midden), *Dalotia coriaria* eet een *Thrips parvispinus* pop (rechts).

3.2.2 Potentieel van entomopathogene schimmels tegen *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus*

Naast roofinsecten en mijten kunnen ook entomopathogene schimmels (EPF=entomopathogenic fungi) deel uitmaken van biologische bestrijdingsstrategieën tegen trips. Deze entomopathogenen hebben complexe mechanismen ontwikkeld voor het infecteren en uiteindelijk doden van hun insectengastheren. Ze bereiken dit door gespecialiseerde sporen (conidia) te produceren die zich hechten aan het exoskelet van hun gastheren en deze binnendringen. De mechanismen waarmee entomopathogene schimmels op gastheerinsecten inwerken, zijn complex en kunnen in drie delen worden verdeeld: adhesie van de conidia, penetratie door de cuticula en vestiging in de gastheer. Na de hechting van conidia aan de epicuticula van insecten, is conidiale kieming de eerste stap bij het vaststellen van infectie van terrestrische insecten (Luz & Farques, 1997). Succesvolle ontkieming van de conidia hangt af van de beschikbaarheid van gunstige temperatuur, vochtigheid en voedingsstoffen op de cuticula van het insect. De penetratie van de cuticula door de ontkiemende conidia wordt vervolgens gemedieerd door mechanische en enzymatische afbraak, een proces dat zeer gevoelig is voor temperatuur-, RV- en pH-omstandigheden. Na penetratie groeien schimmels in de hemolymfe van de gastheer, waarbij ze voedingsstoffen opnemen, gifstoffen produceren, gastheercellen vernietigen en uiteindelijk het insect doden (Roy & Pell, 2000). Om het proces nog complexer te maken, beschikt het insect over afweermechanismen om de infectie te stoppen. Er wordt vermoed dat deze afweermechanismen ook worden beïnvloed door temperatuur en vochtigheid (James et al., 1998; Mishra et al., 2015).

De werkzaamheid van EPF op diverse tripssoorten zoals Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) (Ansari et al., 2007; Gouli et al., 2009; Kivett et al., 2016; Lee et al., 2017), Chilli trips (*Scirtothrips dorsalis*) (Arthurs et al., 2013) en uientrips (*Thrips tabaci*) (Ain et al., 2021) zijn al eerder onderzocht, maar niet op *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus*. We evalueerden de werkzaamheid van verschillende entomopathogene schimmels tegen deze twee trips-soorten.

3.2.2.1 Materialen en methoden

Laboratoriumproeven van commerciële entomopathogene schimmelisolaten tegen Thrips parvispinus

We hebben de werkzaamheid van drie verschillende EPF-isolaten (verkrijgbaar als commerciële producten) tegen volwassen pepertrips getest. De behandelingen voor dit experiment waren *Beauveria bassiana* GHA (BotaniGard), *Akanthomyces muscarius* Ve6 (Mycotal) en *Metarhizium brunneum* F52 (BIO1020). Dit experiment werd in twee rondes uitgevoerd vanwege de beperkte beschikbaarheid van *T. parvispinus*.

Culturen van de EPF-isolaten werden verkregen door de schimmels uit de commerciële producten te isoleren op aardappeldextrose-agar (PDA) in Petrischalen (Figuur 25 links). Na succesvolle isolatie werden de isolaten gekweekt op PDA in Petrischalen van 9 cm bij 25°C in het donker. Conidia werden geoogst uit 10-14 dagen oude culturen in Petrischalen van 9 cm door de platen te overspoelen met 10 ml steriel gedestilleerd water dat 0,01% (w/v) Tween 20 bevatte. Om de hydrofobe deeltjes (in dit geval de conidia) in de sporensuspensies te verspreiden, werden polysorbaten zoals Tween 20 gebruikt. De sporensuspensie werd door steriele kaasdoek gefiltreerd en de concentratie werd met behulp van de hemocytometer van Neubauer op 1×10^7 CFU/ml gebracht. In de eerste ronde van dit experiment werd het experiment uitgevoerd door volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* in groepen van 20 voorzichtig gedurende 5 seconden onder te dompelen in de toegewezen sporensuspensies. De behandelde trips werden in plastic bekertjes (280 cc) met snijbonenbladschijven (*Phaseolus vulgaris*) (abaxiale zijde naar boven) geplaatst op een laag van 0,75% agar. De cups werden afgesloten met tripsbestendige gaasdeksels. Steriel gedestilleerd water dat alleen 0,01% (w/v) Tween 20 bevatte, werd als controlebehandeling gebruikt. Voor elke behandeling hebben we 3 herhalingen uitgevoerd. Eén herhaling bevatte 20 volwassen tripsen.

In de tweede ronde van dit experiment hebben we besloten om de spraymethode te gebruiken in plaats van de dompelmethode, die te zwaar was voor de trips en we waren bang dat dit hun sterftecijfer kunstmatig zou kunnen verhogen. De sporensuspensies werden verkregen zoals hierboven vermeld. Dit experiment werd uitgevoerd door 10 volwassen *T. parvispinus* (vrouwtjes) in plastic bekertjes (280 cc) met snijbonenbladschijven (*P. vulgaris*) (abaxiale zijde naar boven) te plaatsen op een laag van 0,75% agar met behulp van een fijne borstel. De kopjes werden vervolgens besproeid met ongeveer 3 ml van de toegewezen sporensuspensies en afgesloten met tripsbestendige gaasdeksels. Voor de controlebehandeling werd steriel gedestilleerd water met alleen 0,01% (w/v) Tween 20 gebruikt als controlebehandeling. Voor elke behandeling hebben we 3 herhalingen uitgevoerd. Eén herhaling bevatte 10 volwassen tripsen.

De trips mortaliteit werd na 24 uur tot opvolgende tien dagen onderzocht. Gedurende deze periode werden de cups in klimaatkamers geplaatst bij 25°C en 80% relatieve vochtigheid (lichtregime 16L:8D). De mortaliteit werd geregistreerd door het aantal levende en dode of geïnfecteerde trips in elk bakje te tellen (Figuur 25 rechts).



Figuur 25 *Beauveria bassiana*-isolaat op PDA (links). *T. parvispinus*-volwassenen besmet met *B. bassiana* (rechts).

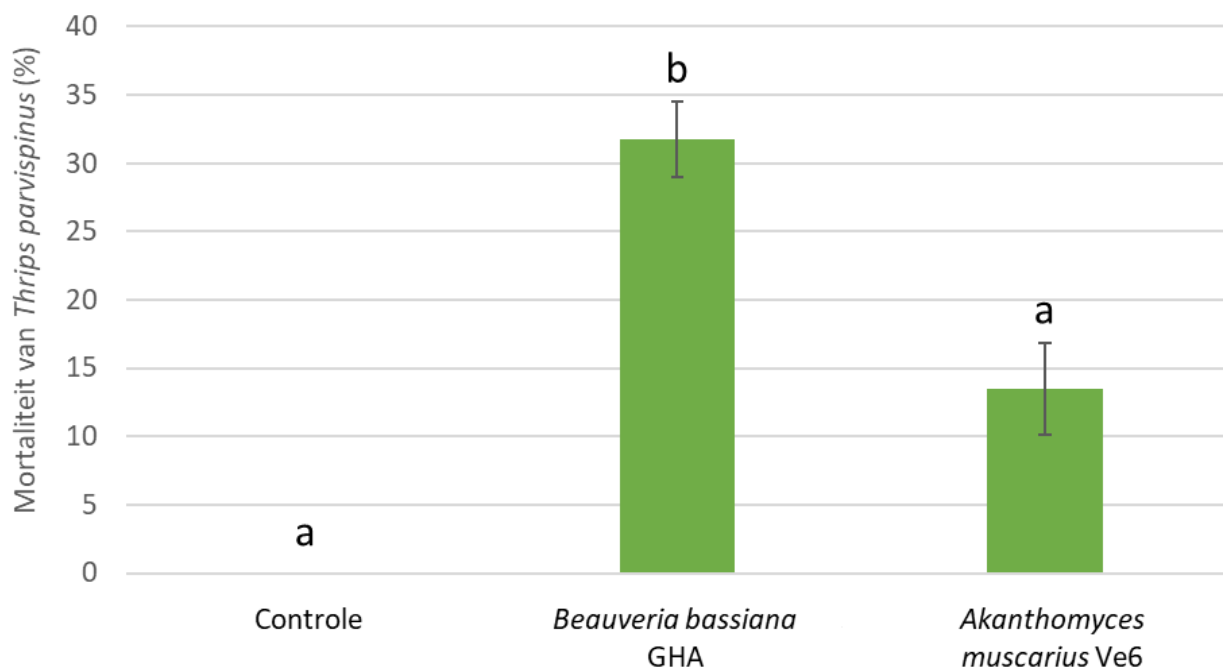
Laboratoriumproeven van commerciële EPF-isolaten tegen *Thrips setosus*

We hebben de werkzaamheid van drie verschillende EPF-stammen van *B. bassiana* tegen *Thrips setosus* getest. EPF-culturen en sporensuspensies werden verkregen zoals beschreven in het vorige experiment. De behandelingen voor dit experiment waren *B. bassiana* GHA (BotaniGard), *B. bassiana* PPRI 533 (Velifer), *B. bassiana* ATCC 74040 (Naturalis). Voor dit experiment werden 10 volwassen *T. setosus* (vrouwjes) in plastic bekertjes (280 cc) met snijbonenbladschijven (*P. vulgaris*) (abaxiale zijde naar boven) op een laag van 0,75% agar geplaatst met behulp van een fijne borstel. De cupjes werden besproeid met ongeveer 3 ml van de toegewezen sporensuspensies en afgesloten met tripsbestendige gaasdeksels. Voor de controlebehandeling werd steriel gedestilleerd water gebruikt dat alleen 0,01% (w/v) Tween 20 bevatte. Voor elke behandeling voerden we 2 herhalingen uit. In dit experiment werd als referentie de Californische trips (*Frankliniella occidentalis*) gebruikt, omdat het effect van *B. bassiana* op deze soort al bekend is. De trips mortaliteit werd na 24 uur tot opeenvolgende tien dagen onderzocht. Gedurende deze periode werden de cups in klimaatkamers geplaatst bij 25°C en 80% relatieve vochtigheid (lichtregime 16L:8D). De mortaliteit werd geregistreerd door het aantal levende en dode of geïnfecteerde trips in elke bakje te tellen.

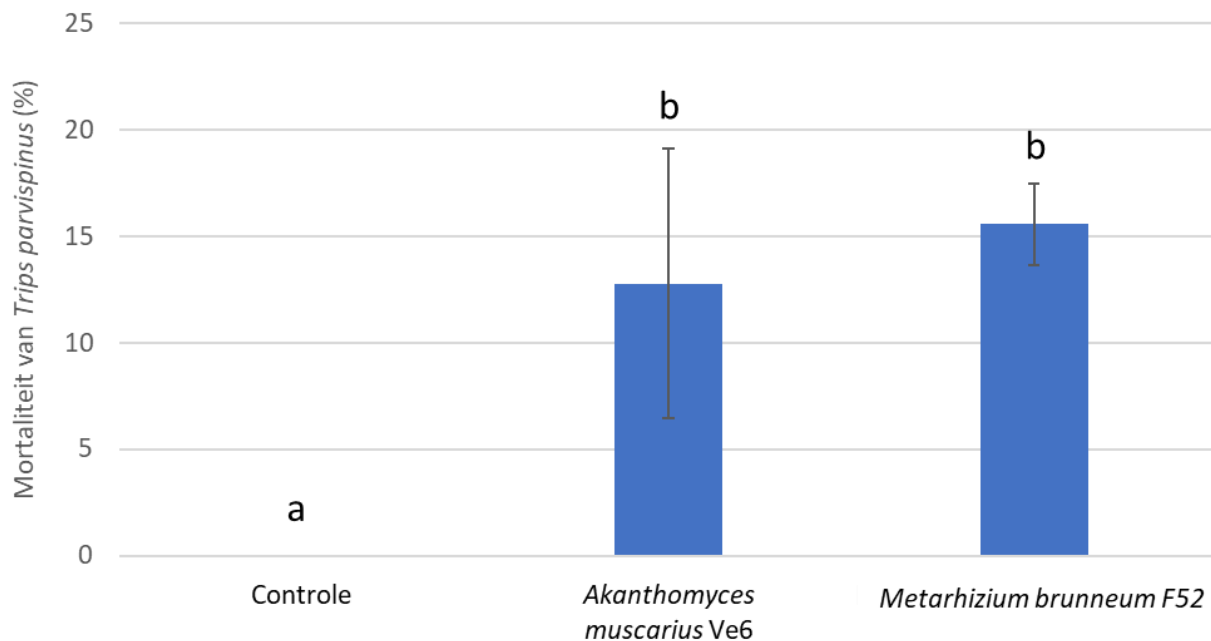
3.2.2.2 Resultaten

Laboratoriumproeven van commerciële entomopathogene schimmelisolaten tegen *Thrips parvispinus*

In de bioassay met de dompelmethode had alleen de *B. bassiana*-behandeling een significant effect op de sterfte van *T. parvispinus*-volwassenen ($31.7 \pm 2.75\%$ mortaliteit), vergeleken met de controle (0% mortaliteit, Figuur 26). *Akanthomyces muscarius* Ve6 veroorzaakte een relatief lage mortaliteit aan *T. parvispinus* van $13.5 \pm 3.35\%$. In de bioassay met de spraymethode hadden alle EPF-isolaten echter een significant effect op de totale mortaliteit van *T. parvispinus*-volwassenen, vergeleken met de controle (Figuur 27). De sterfte door *A. muscarius* en *M. brunneum* was echter nog steeds vrij laag ($12.8 \pm 6.31\%$ en $15.6 \pm 4.01\%$ respectievelijk). Hoewel de behandelingen een statistisch significant effect hadden op de totale tripssterfte, is de *T. parvispinus*-sterfte veroorzaakt door deze schimmels onder gunstige laboratoriumomstandigheden nog steeds laag (niet meer dan 31.7%). Het is ook belangrijk om te vermelden dat we een laag aantal herhalingen per behandeling hadden (3), daarom kunnen we nog geen sterke conclusies trekken over de werkzaamheid van EPF tegen trips. Deze resultaten zijn indicatief.



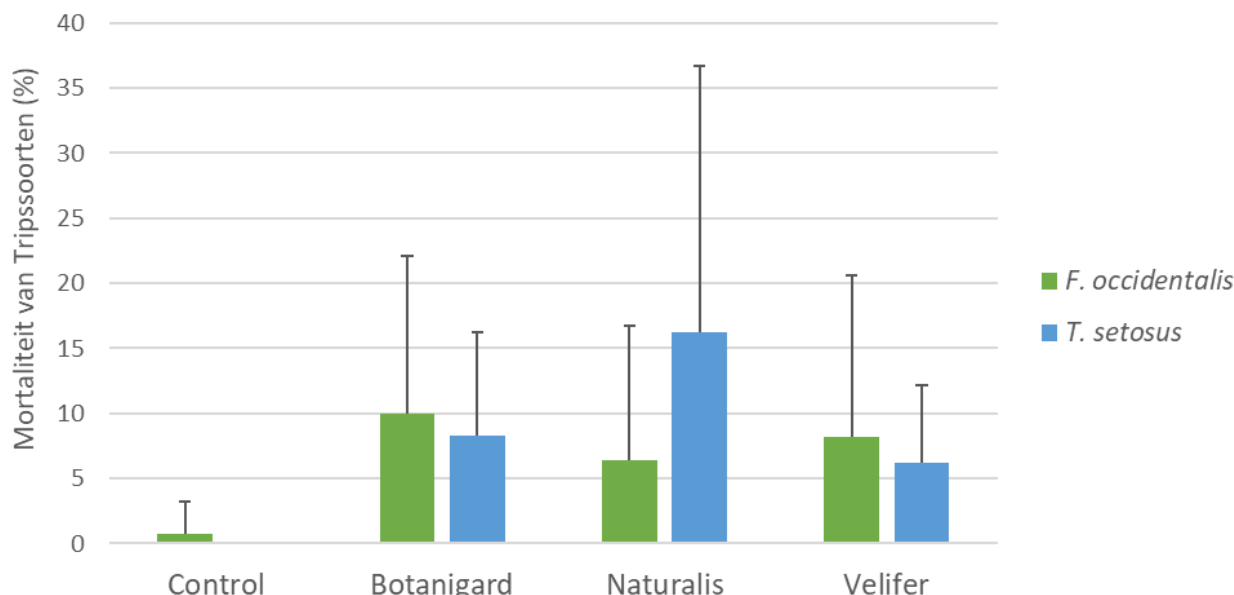
Figuur 26 Gemiddelde mortaliteitscijfers ($\pm$ SD) van volwassenen *T. parvispinus* 10 dagen na EPF-behandelingen. De letters bovenaan elke balk zijn betekenisletters: de behandelingen die geen betekenisletter gemeen hebben, zijn significant verschillend.



Figuur 27 Gemiddelde mortaliteitscijfers ($\pm$ SD) van volwassenen *T. parvispinus* tien dagen na EPF-behandelingen. De letters bovenaan elke balk zijn betekenisletters: de behandelingen die geen betekenisletter gemeen hebben, zijn significant verschillend.

Laboratoriumproeven van commerciële EPF-isolaten tegen *Thrips setosus*

De drie commerciële soorten van *B. bassiana*: *B. bassiana* GHA (BotaniGard), *B. bassiana* PPRI 533 (Velifer) en *B. bassiana* ATCC 74040 (Naturalis) veroorzaakten weliswaar mortaliteit door *T. setosus*, maar de mortaliteit was relatief laag. De totale mortaliteit onder *T. setosus* veroorzaakt door *B. bassiana* GHA (BotaniGard), *B. bassiana* PPRI 533 (Velifer) en *B. bassiana* ATCC 74040 (Naturalis) waren respectievelijk $8,3 \pm 7,85\%$, $6,24 \pm 5,89\%$ en $16,25 \pm 20,45\%$ (Figuur 28). Met betrekking tot *F. occidentalis* bedroeg de totale mortaliteit veroorzaakt door *B. bassiana* GHA (BotaniGard), *B. bassiana* PPRI 533 (Velifer) en *B. bassiana* ATCC 74040 (Naturalis) $10 \pm 12,05\%$, $8,18 \pm 12,46\%$ en $6,42 \pm 10,35\%$ respectievelijk. We hebben geen enkele statistische analyse op deze resultaten uitgevoerd, aangezien we slechts twee herhalingen per behandeling hadden. Nogmaals, deze resultaten moeten zorgvuldig worden geïnterpreteerd. Ze vormen een eerste indicatie voor de werkzaamheid van EPF tegen *T. setosus*.



Figuur 28 Mortaliteitscijfers ($\pm$ SD) van volwassenen *F. occidentalis* en *T. setosus* tien dagen na EPF-behandelingen.

3.3 Kooiproeven met natuurlijke vijanden in kasomstandigheden

Nadat de natuurlijke vijanden in het laboratorium zijn getest, werden de meest veelbelovende kandidaten getest in kasomstandigheden. Alle insectenkooien die in de kasproeven werden gebruikt, hadden de volgende afmetingen: 75 x 75 x 115 cm.

3.3.1 *Thrips parvispinus*-Potanthurium proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (November 2021-Januari 2022)

3.3.1.1 Materialen en methoden

In deze proef hebben we het predatiecapaciteit van 4 verschillende natuurlijke vijanden tegen *Thrips parvispinus* getest, als curatieve behandelingen.

De 5 behandelingen waren:

- *Amblyseius swirskii* (roofmijt)
- *Amblyseius swirskii* + *Chrysoperla carnea* eieren (gaasvlieg)
- *Amblyseius swirskii* + *Dalotia coriaria* (kortschildkever)
- *Macrocheles robustulus* (bodemroofmijt)
- Control (alleen trips)

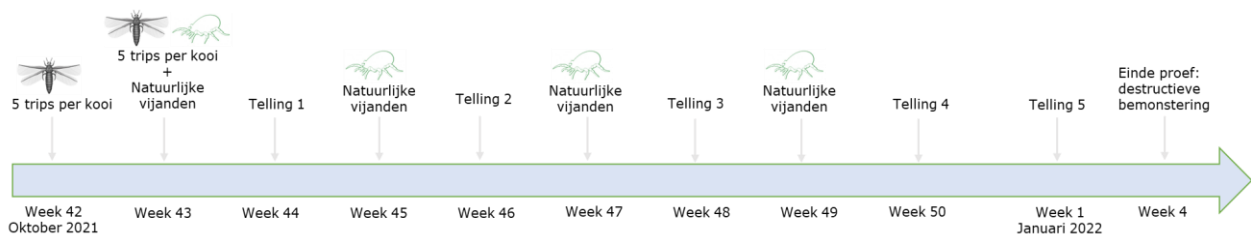
We gebruikten 4 herhalingen per behandeling. Elke herhaling bestond uit een insectenkooi met 6 potanthurium planten (Elido) in potten van 12 cm (Figuur 29). In week 42 en 43 introduceerden we 5 volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* per kooi, wat een totaal opleverde van 10 *T. parvispinus* per kooi. In totaal zijn er 4 keer natuurlijke vijanden vrijgelaten: in week 43, 45, 47 en 49. Voor elke introductie van natuurlijke vijanden hebben we 15 *A. swirskii* (op bladeren), 5 *C. carnea* eieren, 6 *D. coriaria* (in grond), en 10 *M. robustulus* (in grond) ingezet. Elke 2 weken (vanaf week 44) telden we het aantal volwassen trips en larven per kooi door 2 jonge en 2 oude Anthuriumbladeren te bemonsteren, voor een totale periode van 9 weken (Figuur 30). Daarnaast werden ook de aantallen *T. parvispinus*-larven en -volwassenen op Anthuriumbloemen geteld.

Aan het einde van de proef hebben we een destructieve bemonstering uitgevoerd door de planten aan de basis af te snijden in 2 kooien per behandeling (in totaal 10 monsters). We plaatsten deze planten in 10 Berlese trechters in het laboratorium, verzamelden 5 dagen later de volwassen tripsen en larven in alcoholflessen en telden ze. In de 10 kooien waar we de planten afknipten, namen we 2 potten en plaatsten de grondmonsters (2 per kooi) in berlese trechters. We telden het aantal *M. robustulus* en *D. coriaria* verzameld in de bodemonsters. Ook hebben we boven de potten in de kooien waar we de planten afknipten een vangplaat gehangen en 7 dagen later telden we het aantal volwassen trips op de vangplaten.

De gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid in de kas waren 22° C en 83% RV ($\pm 20\%$) en er was 12 uur kunstlicht per dag. De planten kregen één keer per 3 dagen water (2,2 EC).



Figuur 29 6 potanthuriumplanten per kooi.



Figuur 30 Tijdlijn van het Anthuriumkasproef 1 van oktober 2021 tot januari 2022.

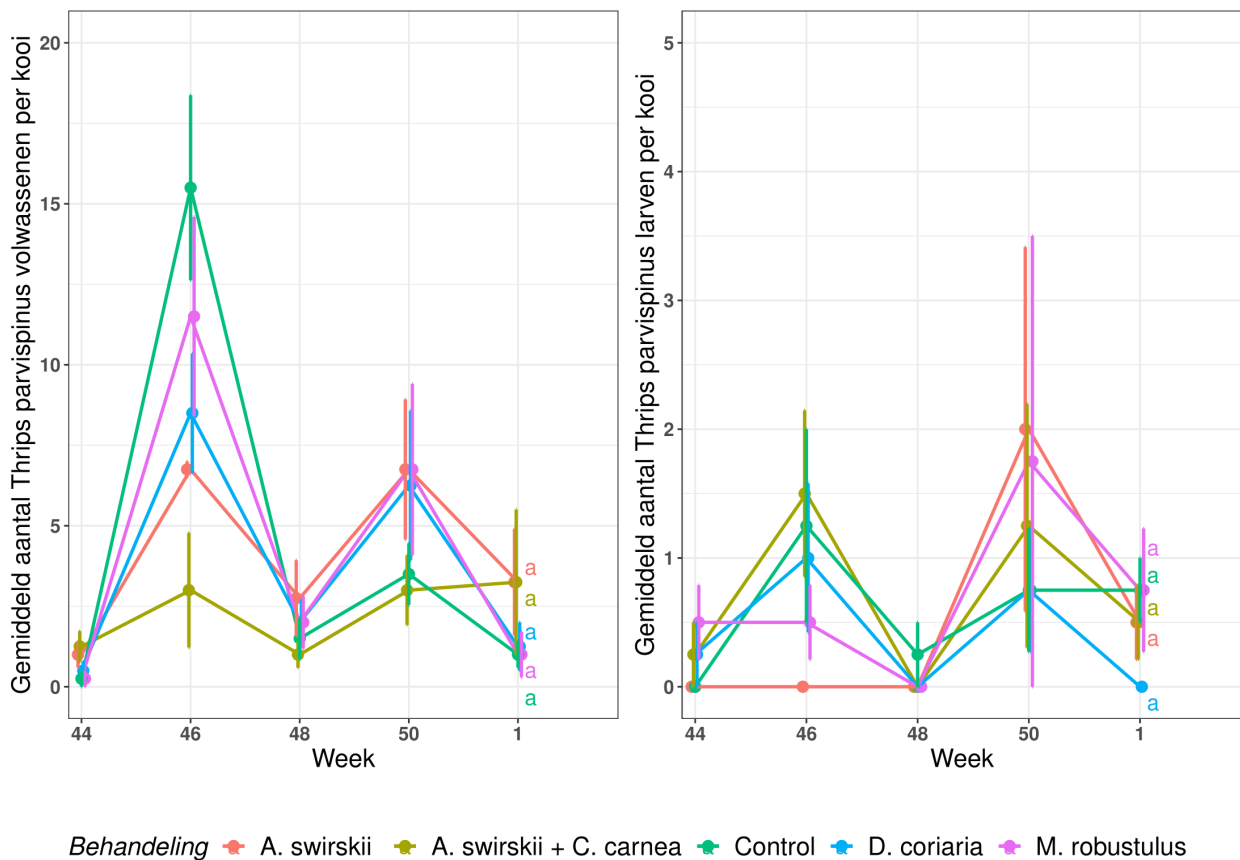
3.3.1.2 Resultaten

Gedurende de 9 weken van de proef was er geen significant verschil in het aantal *T. parvispinus*-larven en -volwassenen tussen de behandelingen (Figuur 31). Er waren evenveel *T. parvispinus*-volwassenen en larven in de kooien waar de predatoren werden geïntroduceerd als in de controlekooien. In week 46 hadden de kooien met de behandeling *A. swirskii* + *C. carnea* echter een opmerkelijk laag aantal *T. parvispinus*-volwassenen (gemiddeld 3 per kooi) vergeleken met de andere behandelingen en de controlekooien (tussen 6,75 en 15,5 volwassenen per kooi). Twee weken later (week 48) daalde het aantal volwassen tripsen in alle kooien significant en was het verschil niet meer significant. De combinatie van *A. swirskii* met *C. carnea* kan in het begin een tijdelijk positief effect hebben gehad op de bestrijding van volwassen trips, maar dit positieve effect hield niet aan tot het einde van de proef.

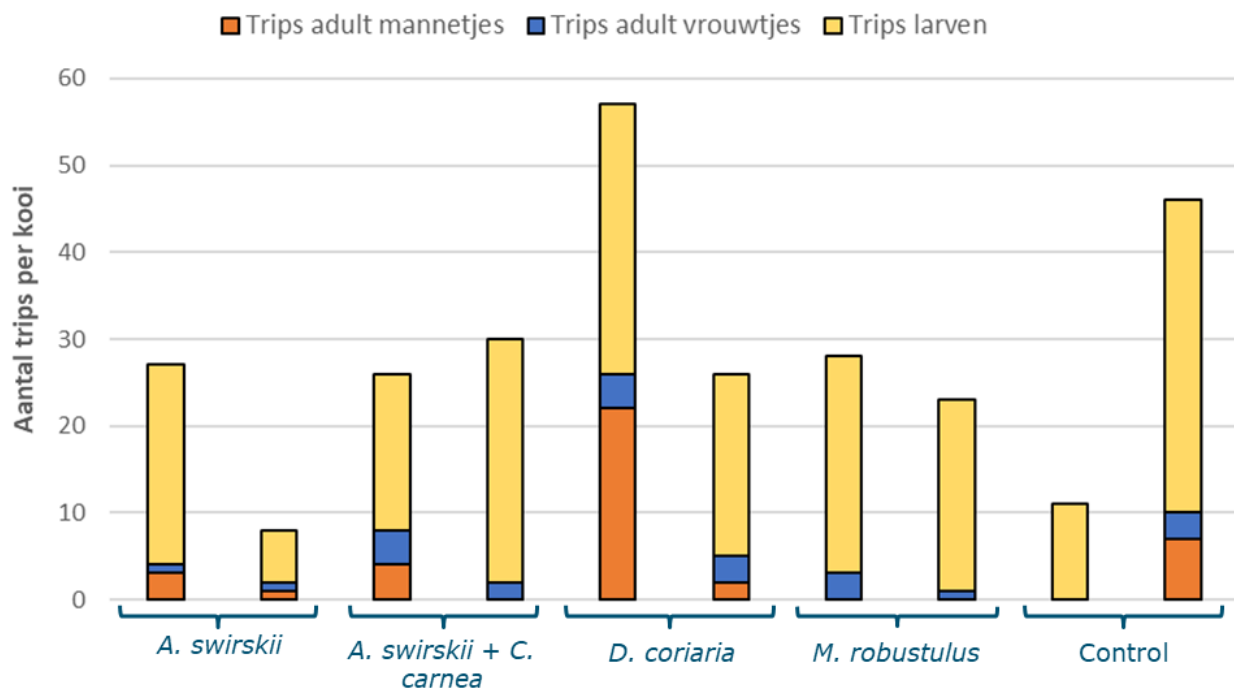
Wat het aantal *T. parvispinus* larven betreft, was het laagste aantal larven in week 46 bij de behandeling met *A. swirskii* (gemiddeld 0 larven per kooi), maar het verschil met de andere behandelingen was niet zo opmerkelijk als bij de volwassenen (tussen 0,5 en 1,5 larven per kooi).

Aan het einde van de proef hebben we een destructieve bemonstering gedaan en per behandeling al het plantmateriaal uit 2 kooien verzameld (Figuur 32). Er was enige variatie tussen de kooien, maar over het algemeen was er geen groot verschil tussen de behandelingen en de controle. Eén kooi uit de *D. coriaria*-behandeling had een zeer hoog aantal *T. parvispinus*-adulten vergeleken met de andere kooien. We hebben zeer weinig *A. swirskii*-mijten aangetroffen (slechts 7) in de plantenmonsters van de kooien van de 2 behandelingen waarbij dit mijt werd geïntroduceerd. Dit laat zien hoe moeilijk het is om roofmijten in potanthurium te vestigen zonder aanvullende voeding.

Wat betreft de grondmonsters (2 potten per kooi) hebben we in geen enkel monster een *M. robustulus* mijt aangetroffen, wat aantoont dat deze roofmijt zich niet goed heeft gevestigd. Wel hebben we in alle grondmonsters van alle behandelingen de bodemroofmijt *Geolaelaps aculeifer* aangetroffen. Deze mijt, ook een tripspredator, was van nature in het substraat aanwezig en was duidelijk beter gevestigd dan *M. robustulus*. We vonden 6 *D. coriaria*-larven in de monsters van de 2 kooien van de *D. coriaria*-behandeling, wat aantoont dat deze predator zich in de grond vestigde en zich voortplantte. We vonden ook 2 *D. coriaria*-larven in een *A. swirskii*-kooi en 1 *D. coriaria*-larve in een controlekooi. Deze individuen kunnen afkomstig zijn van een verontreiniging tussen de behandelingen door, maar kunnen ook van nature in de bodem aanwezig zijn. Tenslotte hebben we geen volwassen trips aangetroffen op de vangplaten die we na afloop van de destructieve bemonstering in de kooien hebben gehangen. Dit is een indicatie dat er aan het eind van de proef waarschijnlijk geen tripspoppen in de grond van de potten zaten.



Figuur 31 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips parvispinus* volwassenen en larven per kooi voor verschillende natuurlijke vijandelijke behandelingen: *A. swirskii*, *A. swirskii* + *C. carnea*, *D. coriaria*, *M. robustulus*, Control (alleen trips). De letters aan het einde van elke curve zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-Poisson distributie).



Figuur 32 Aantal volwassenen en larven van *T. parvispinus* op de plantenmonsters verzameld tijdens de destructieve bemonstering aan het einde van de proef. Per behandeling hebben we plantenmonsters genomen uit 2 kooien.

3.3.1.3 Conclusie

Concluderend konden de 4 geteste natuurlijke vijanden de *T. parvispinus*-populatie tijdens de proef niet duidelijk controleren (vergeleken met de controle). Het lijkt erop dat de combinatie van *A. swirskii* + *C. carnea* het potentieel heeft om het aantal *T. parvispinus*-volwassenen op korte termijn te verminderen. Dit vereist echter een constante introductie van deze predatoren en waarschijnlijk het verstrekken van aanvullend voedsel in het gewas. Het feit dat de tripspopulatie ook in de controlekooien afnam, zou kunnen wijzen op een groeivertraging als gevolg van het begin van de winter, ook al werd deze proef uitgevoerd bij constante temperatuur en kunstlicht. Een andere verklaring kan zijn dat de bodemroofmijt *Geolaelaps aculeifer*, die in alle kooien aanwezig was, de tripspopulaties in alle kooien laag heeft gehouden.

3.3.2 *Thrips parvispinus*-Potanthurium proef 2: combinatie bodem- en bladroofmijten (Maart-Juni 2022)

3.3.2.1 Materialen en methoden

In deze proef hebben we de werkzaamheid van 4 natuurlijke vijanden getest: 3 soorten bladbewonende roofmijten (*A. swirskii*, *T. montdorensis*, *N. cucumeris*) en één bodemroofmijt (*S. scimitus*). Wij gebruikten de bodemroofmijt in combinatie met de plantroofmijten.

We hebben 5 behandelingen getest, met 4 replicaties (kooien) per behandeling. De kooien werden willekeurig in 2 rijen van 10 kooien (met 2 kooien per behandeling per lijn) in de kas geplaatst (Figuur 33).

- Stratiolaelaps scimitus + Amblyseius swirskii (Behandeling A)
- Stratiolaelaps scimitus + Transeius montdorensis (Behandeling B)
- Stratiolaelaps scimitus + Neoseiulus cucumeris (Behandeling C)
- Stratiolaelaps scimitus (Behandeling D)
- Controle (Behandeling E)



Figuur 33 Positie van de kooien per behandeling in de kas.

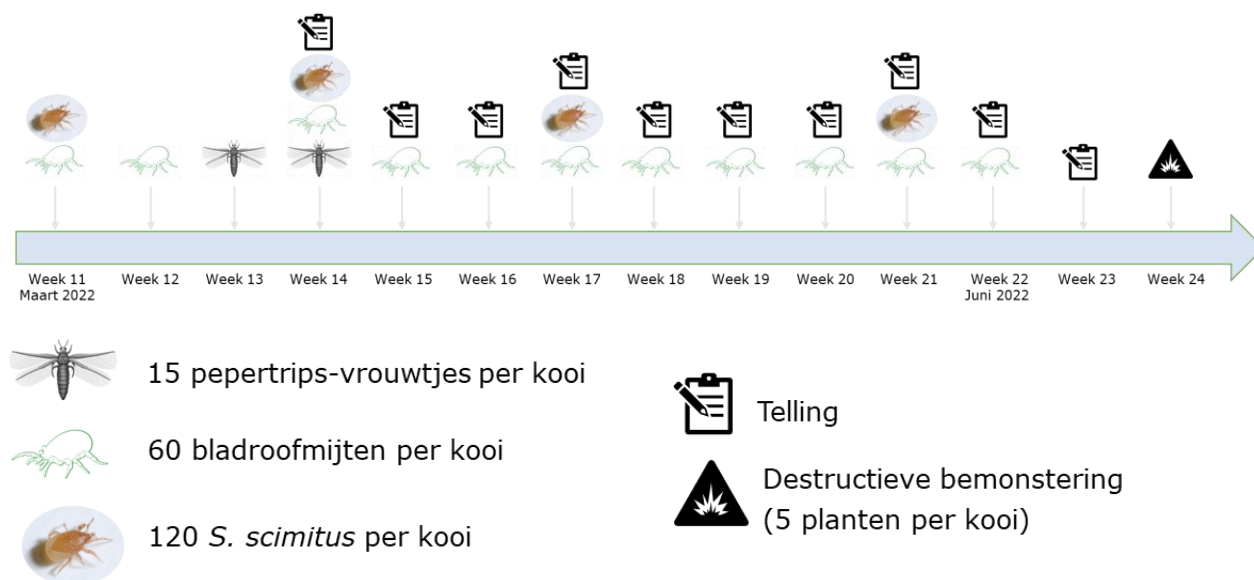
In elke kooi plaatsten we 11 potanthuriumplanten (variëteit Elido) in een tray met vermiculiet op de bodem. We zijn 2 weken voor de trips begonnen met het uitzetten van de roofmijten, door per kooi 60 plantenroofmijten en 120 *S. scimitus* uit te zetten (Figuur 34). Vervolgens lieten we wekelijks 60 plantenroofmijten per kooi los en elke 3 weken 120 *S. scimitus* per kooi tot week 22. We gebruikten commercieel flesmateriaal (van Koppert) met zemelen als drager en prooimijten erin. In week 13 en 14 introduceerden we 15 volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* per kooi.

Van week 14 tot en met week 23 telden we wekelijks het aantal jonge bladeren per kooi en kenden we aan elk jong blad een schadecategorie toe. De bladschade werd beschreven in 5 categorieën (zie foto's in Bijlage 1):

- Categorie 0: geen pepertripsschade.
- Categorie 1: 1-20% van het blad met pepertripsschade.
- Categorie 2: 20-50% van het blad met pepertripsschade.
- Categorie 3: 50-80% van het blad met pepertripsschade.
- Categorie 4: 80-100% van het blad met pepertripsschade.

Aan het einde van de proef (week 24) voerden we een destructieve bemonstering uit door de planten aan de basis (5 planten per kooi) in alle kooien af te snijden. We plaatsten deze planten in Berlese trechters in het laboratorium, verzamelden 5 dagen later de volwassen tripsen en larven en de roofmijten in alcoholflessen en telden ze. We namen ook 2 potten per kooi (met alleen aarde erin) en plaatsten de grondmonsters in Berlese trechters. We telden het aantal *S. scimitus* dat in de grondmonsters werd verzameld.

De gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid in de kas waren 23° C en 87% RV ($\pm 10\%$) en er was 12 uur kunstlicht per dag. De planten kregen 2 keer per week water (2,2 EC).



Figuur 34 Tijdlijn van het potanthurium proef 2 van Maart tot Juni 2022.

3.3.2.2 Resultaten

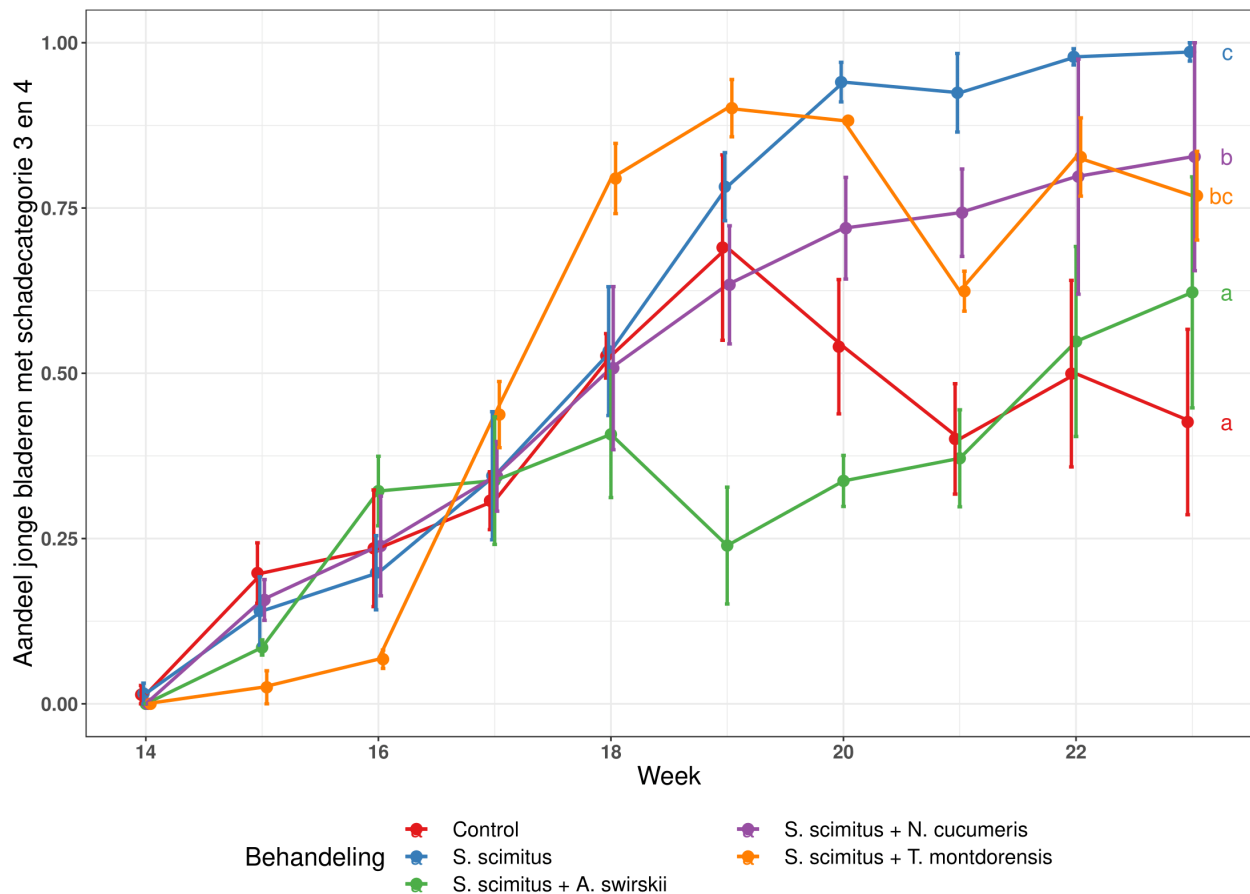
De bladschade bij de Anthuriumplanten werd door de geteste behandelingen sterk beïnvloed (Figuur 35).

De hoogste bladschade (meer bladeren met schadecategorie 3 en 4) werd waargenomen in de kooien van de *S. scimitus*-behandeling. Er was significant minder bladschade bij de behandeling met *S. scimitus* + *A. swirskii* en bij de controle (zonder predatoren) dan bij de overige behandelingen. Het is verrassend dat de controle één van de twee behandelingen is met de minste bladschade. Dit geeft aan dat de combinaties van blad- en bodemroofmijten de populatie van *T. parvispinus* niet onder controle hielden.

Wat betreft de destructieve bemonstering aan het einde van het proef (Figuur 36), vonden we de laagste aantallen *T. parvispinus*-volwassenen bij de behandeling met *S. scimitus* + *A. swirskii* en bij de Controle. Het laagste aantal *T. parvispinus*-larven werd ook gevonden bij de behandeling met *S. scimitus* + *A. swirskii*. Het hoogste aantal *T. parvispinus*-volwassenen werd gevonden bij de behandeling met *S. scimitus* en het hoogste aantal *T. parvispinus*-larven werd gevonden bij de behandeling met *S. scimitus* + *T. montdorensis*. Deze resultaten komen overeen met wat we hebben waargenomen bij de bladschade: over het algemeen had de behandeling met *S. scimitus* + *A. swirskii* de laagste bladschade en het laagste aantal *T. parvispinus*-individuen.

Bij de behandelingen met *A. swirskii*, *T. montdorensis* en *N. cucumeris* hebben we zeer weinig bladroofmijten op de planten aangetroffen (minder dan 15 per kooi). Dit zou deels kunnen verklaren waarom de roofmijten *T. parvispinus* niet beter onder controle wisten te houden dan in de Controlekooien. Ook al lieten we per week 60 bladroofmijten vrij, deze vestigden zich niet in het gewas. Het ontbrak hen waarschijnlijk aan voedselbronnen en schuilplaatsen (haren op de bladeren) om hun eieren te leggen.

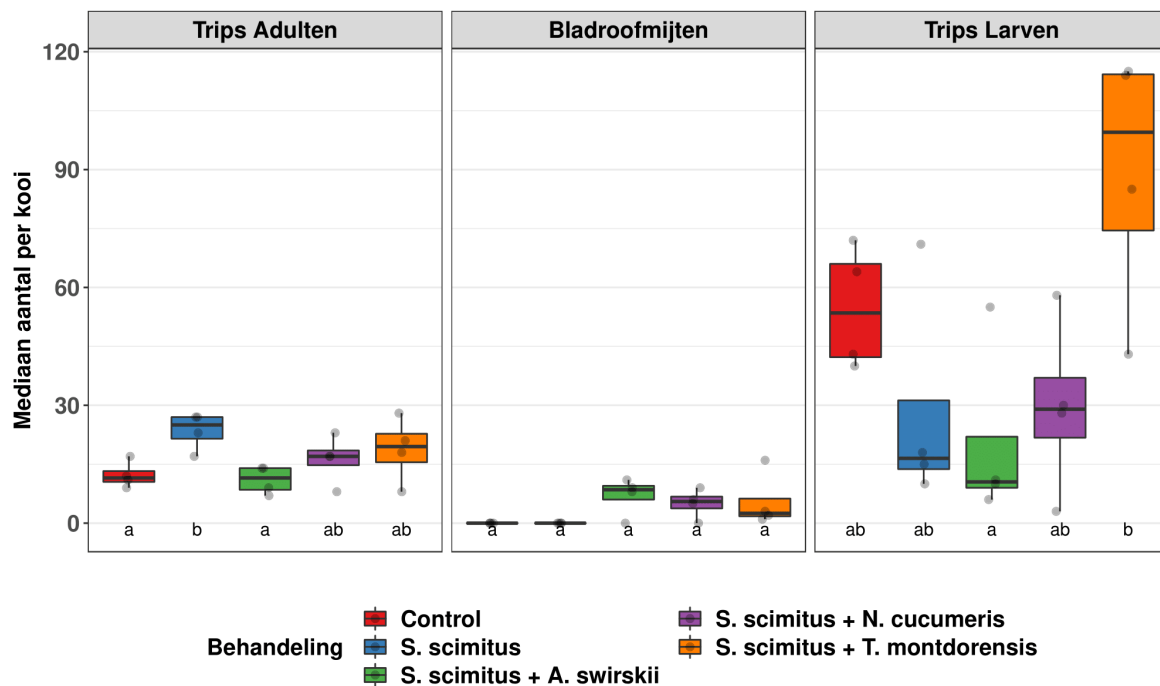
De bodemroofmijten *Stratiolaelaps scimitus* en *Gaeolaelaps aculeifer* waren aan het eind van de proef in de bodem aanwezig, zonder noemenswaardig verschil in aantallen tussen de behandelingen (Figuur 37). We vonden *S. scimitus* bij alle behandelingen behalve bij de Controle, waar we *G. aculeifer* aantroffen. De bodemroofmijt *G. aculeifer* (ook een predator van tripspoppen) is van nature aanwezig in de bodem, wat verklaart waarom we hem in de controlekooien aantroffen. *Gaeolaelaps aculeifer* was waarschijnlijk ook van nature aanwezig in de bodem van de andere behandelingen voordat we met de proef begonnen, maar de herhaalde introducties van *S. scimitus* zorgden waarschijnlijk voor een onevenwicht tussen deze soorten, waarbij *S. scimitus* *G. aculeifer* inhaalde.



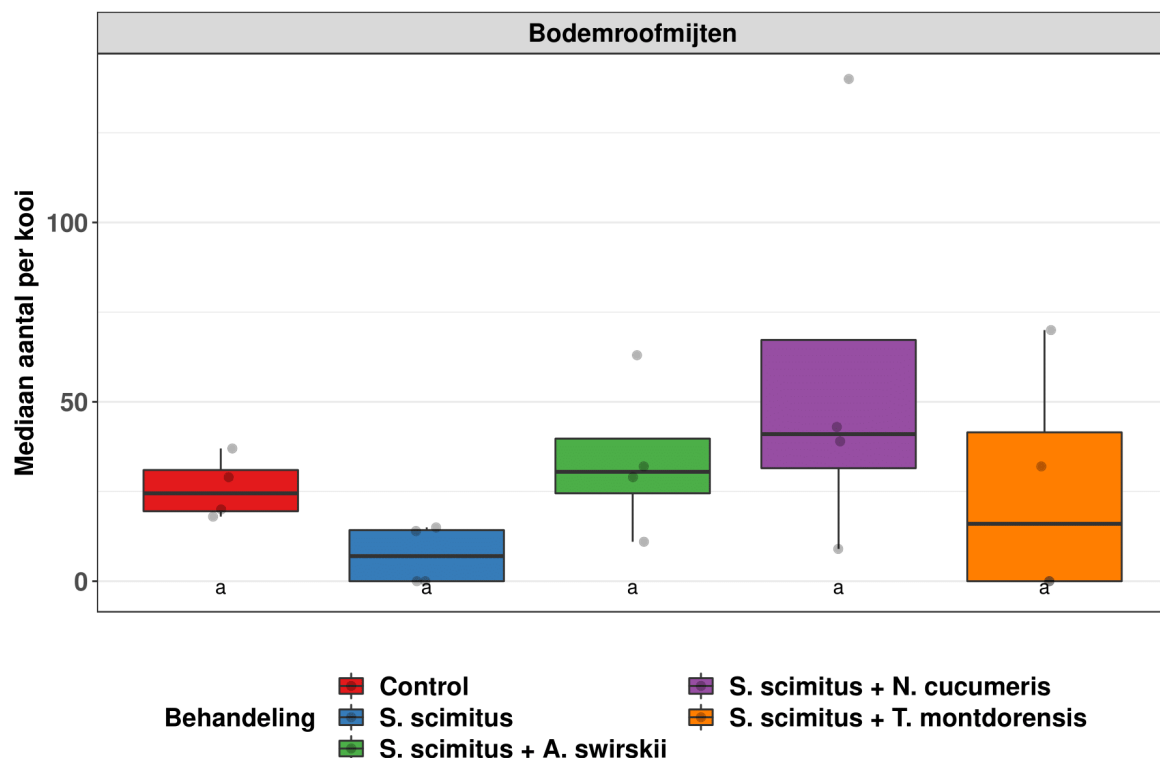
Figuur 35 Gemiddeld aandeel ($\pm$ SE) jonge bladeren met schadecategorie 3 en 4 per kooi voor 5 behandelingen. De letters aan het einde van elke curve zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLMM-binomial distribution, $p < 0.05$).

3.3.2.3 Conclusie

Concluderend kan worden gesteld dat de door ons geteste combinatie van blad- en bodemroofmijten de *T. parvispinus*-populatie niet onder controle had vergeleken met de controle behandeling zonder predatoren. De bladroofmijten hebben zich niet succesvol in het gewas gevestigd, waarschijnlijk als gevolg van een gebrek aan voedselbronnen en schuilplaatsen. De bodemroofmijten vestigden zich succesvol in de bodem, maar waren niet voldoende om de tripspopulatie onder controle te houden. Er zou meer aandacht moeten worden besteed aan de succesvolle vestiging van bladroofmijten in Anthuriumkassen.



Figuur 36 Mediane hoeveelheid (boxplot) van *T. parvispinus* volwassenen, bladroofmijten, en *T. parvispinus* larven per kooi (voor 5 planten per kooi) voor 5 behandelingen. De letters onder elke boxplot zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-quasipoisson distributie, $p < 0.05$). Elke grijze stip vertegenwoordigt het resultaat voor één kooi (herhaling).



Figuur 37 Mediane hoeveelheid (boxplot) van bodemroofmijten (*Stratiolaelaps scimitus* of *Gaeolaelaps aculeifer*) per kooi (voor 2 potten per kooi) voor 5 behandelingen. *Gaeolaelaps aculeifer* individuen werden gevonden in de kooien van de controlebehandeling, waar *S. scimitus* niet werd vrijgelaten. De letters onder elke boxplot zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-quasipoisson distributie, $p < 0.05$). Elke grijze stip vertegenwoordigt het resultaat voor één kooi (herhaling).

3.3.3 *Thrips parvispinus*-Potanthurim proef 3: *Transeius montdorensis* en bijvoeding (Maart-Mei 2023)

3.3.3.1 Materialen en methoden

In dit experiment hebben we het effect van verschillende soorten aanvullende voedselbehandelingen op de werkzaamheid van *T. montdorensis* bij de bestrijding van *T. parvispinus* getest:

- *Transeius montdorensis* + *Typha latifolia* stuifmeel (Nutrimite Biobest)
- *Transeius montdorensis* + *Artemia* cysts (Bioartfeed BioBee)
- *Transeius montdorensis* + *Thyreophagus entomophagus* (Mitefood II Bioline)
- *Transeius montdorensis*
- Controle

We gebruikten 4 herhalingen (kooien) voor de 3 behandelingen met aanvullende voeding en 3 herhalingen voor de *T. montdorensis* en de controle behandelingen. Elke replica bestond uit een insectenkooi met 12 potanthuriumplanten (6 Elido + 6 Zizou) in een plastic tray met vermiculiet aan de onderkant (Figuur 38 links). De kooien werden willekeurig in 2 rijen van 9 kooien (met 1 of 2 kooien per behandeling per lijn) in de kas geplaatst. Aan het begin van het experiment (week 11) hebben we één Montdo-Mite Plus (Koppert) zakje in alle kooien geïntroduceerd, behalve in de 3 controlekooien (Figuur 39). Elk zakje bevatte 250 *T. montdorensis*-mijten, samen met houtsnippers en prooimijten. Een week later (week 12) introduceerden we 15 volwassen vrouwtjes van *T. parvispinus* per kooi. Nieuwe *T. montdorensis*-zakjes werden 3 en 8 weken na de eerste introductie van de zakjes in elke kooi geïntroduceerd. In week 16 werden er opnieuw 10 *T. parvispinus* volwassen vrouwtjes per kooi uitgezet. Voor elke aanvullende voerbehandeling werd gedurende de gehele proef wekelijks het bijbehorende voer versprekt. Voor de *Artemia*- en stuifmeel behandelingen werden in elke kooi 4 sticky notes geplaatst, met een oppervlakte van ongeveer 6,5 cm x 1,3 cm per sticky note bedekt met stuifmeel of *Artemia* (Figuur 38 rechts). Dit komt neer op ongeveer 440 milligram *Artemia* en 120 milligram stuifmeel per kooi per week. De "oude" sticky notes werden na 2 weken uit de kooien verwijderd. In het geval van *T. entomophagus* werd 290 milligram product over alle planten in de bijbehorende kooien gestrooid. Dit vertegenwoordigt ongeveer 12.700 *T. entomophagus*-individueen per kooi per week.

Van week 13 tot en met week 20 telden we wekelijks het aantal *T. parvispinus* adulten, larven en *T. montdorensis* mijten per kooi. In de laatste week van het experiment (week 21), telden we het aantal jonge bladeren per kooi en kenden we aan elk jong blad een schadecategorie toe. De bladschade werd beschreven in 5 categorieën (zie foto's in Bijlage 1):

Categorie 0: geen pepertripsschade.

Categorie 1: 1-20% van het blad met pepertripsschade.

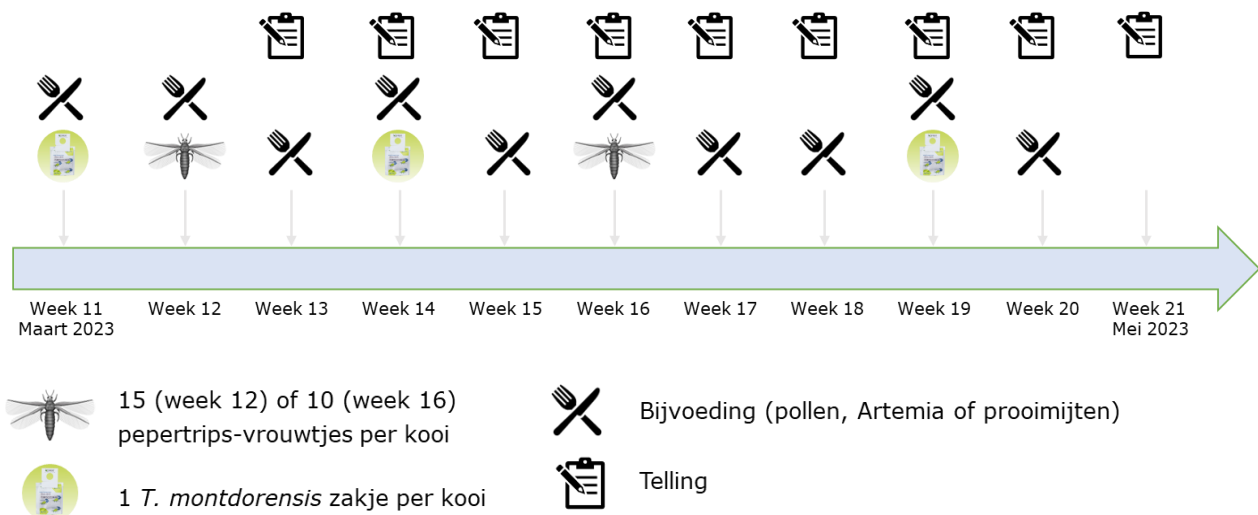
Categorie 2: 20-50% van het blad met pepertripsschade.

Categorie 3: 50-80% van het blad met pepertripsschade.

Categorie 4: 80-100% van het blad met pepertripsschade.



Figuur 38 Links: 12 potanthuriumplanten per kooi (variëteiten Elido + Zizou). Rechts: Sticky notes met Artemia als bijvoeding.



Figuur 39 Tijdlijn van het potanthurium proef 3 van Maart tot Mei 2023.

3.3.3.2 Resultaten

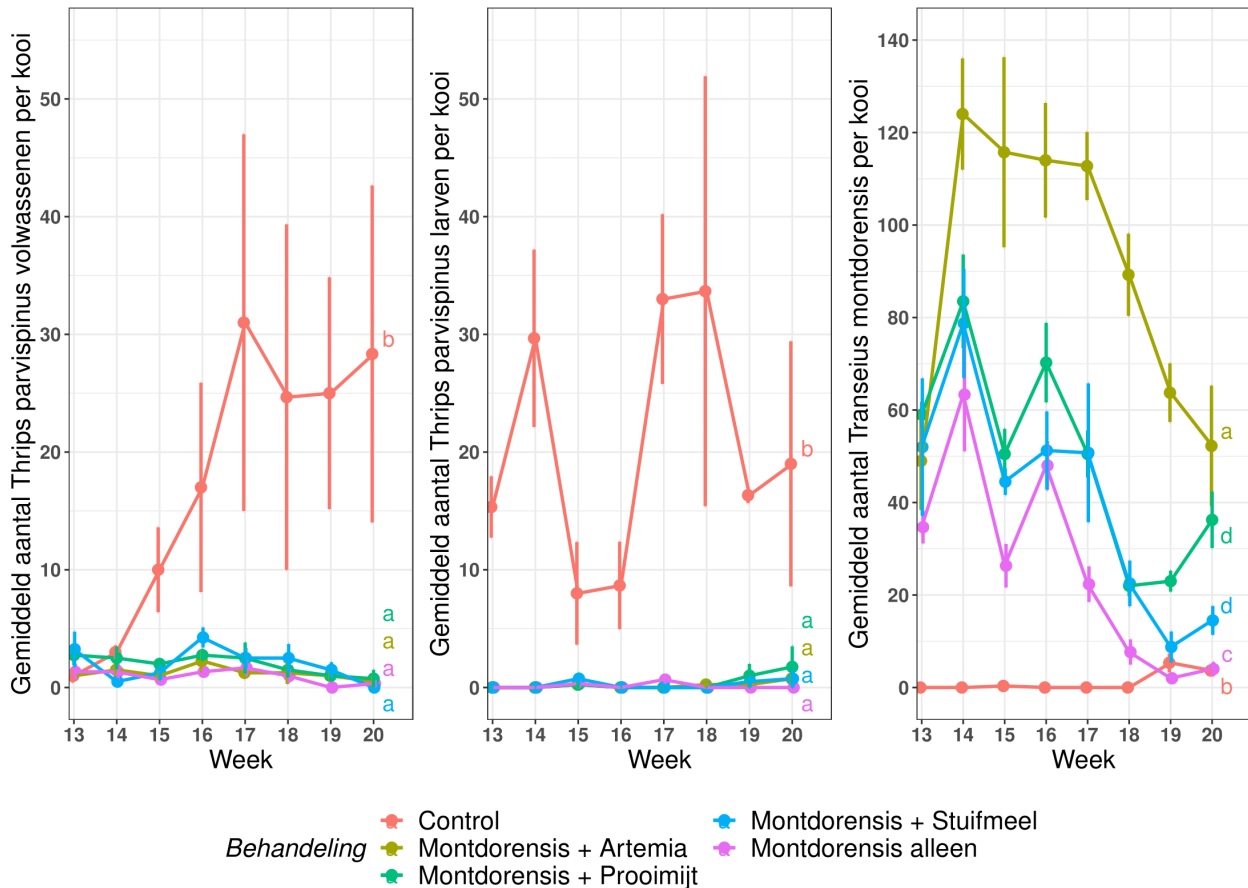
Het aantal volwassen *T. parvispinus* en larven was significant hoger bij de controlebehandeling (zonder *T. montdorensis*) dan bij de andere behandelingen (Figuur 40). In alle kooien waar *T. montdorensis* aanwezig was, was het aantal *T. parvispinus* gedurende de gehele proef zeer laag (minder dan 5 *T. parvispinus* volwassenen of larven per kooi). Er was geen verschil in aantallen *T. parvispinus* tussen de *T. montdorensis* behandelingen met of zonder aanvullende voeding. Dit betekent dat de *T. montdorensis*-zakjes alleen al voldoende waren om de *T. parvispinus*-populatie onder controle te houden.

Bij de behandeling met Artemia als aanvullende voeding vonden we significant meer *T. montdorensis* mijten dan bij de andere behandelingen (Figuur 40). De laagste aantallen *T. montdorensis* werden gevonden bij de behandelingen met alleen *T. montdorensis* en de controle (zonder roofmijten). Hoewel de aanvullende voedselbehandelingen het aantal *T. montdorensis* in de kooien aanzienlijk deden toenemen, hadden ze geen significante invloed op de bestrijding van *T. parvispinus*.

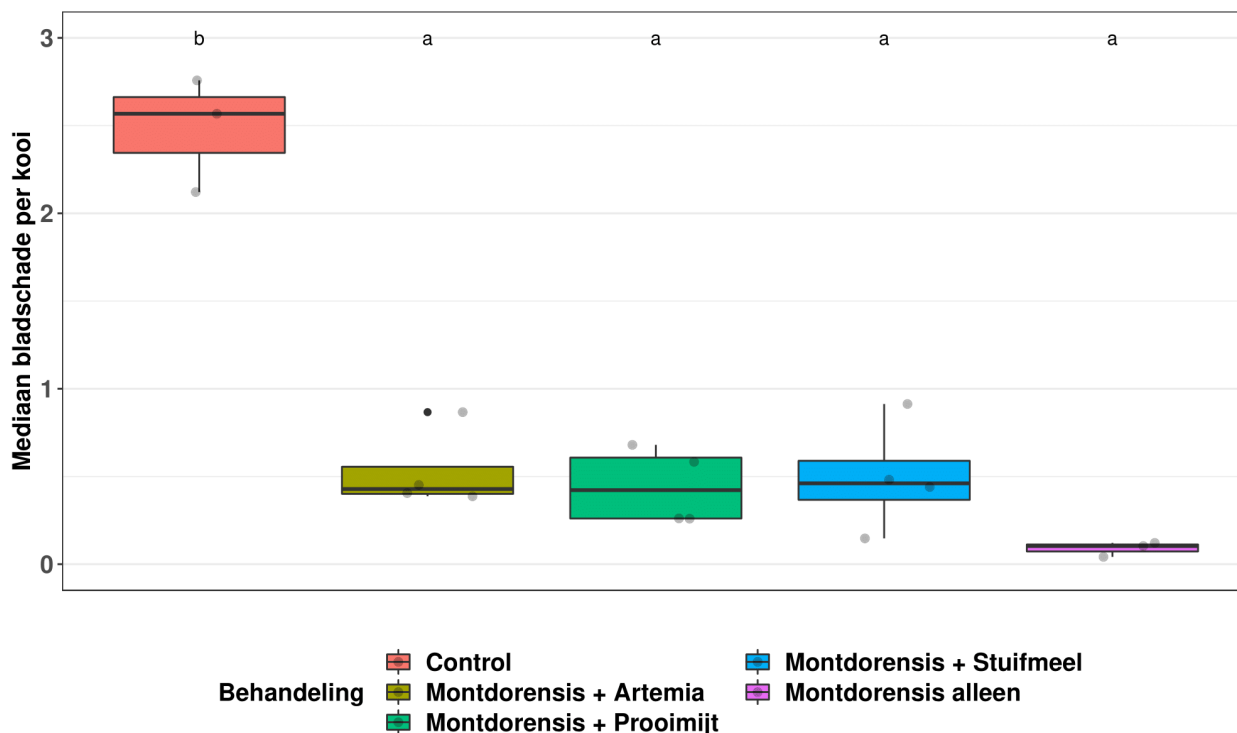
Wat betreft de bladschade (Figuur 41), vonden we een significant hoger schadeniveau op planten in de kooien van de controle behandeling (zonder *T. montdorensis*). De bladschade tussen de 4 behandelingen met *T. montdorensis* (met en zonder bijvoeding) was niet significant verschillend. Deze resultaten bevestigen onze waarnemingen over het aantal *T. parvispinus* tussen de verschillende behandelingen: *T. montdorensis*-zakjes alleen waren voldoende om de *T. parvispinus*-populatie onder controle te houden en het niveau van bladschade laag te houden.

3.3.3.3 Conclusie

Concluderend lijken *T. montdorensis*-zakjes een effectieve strategie om *T. parvispinus* in potanthurium te bestrijden. De uitdaging is nu om ze in voldoende hoeveelheden vrij te laten en hun vestiging in het gewas op de lange termijn te ondersteunen. Dit kan via het continu inbrengen van een hoge dichtheid aan zakjes of via het verstrekken van bijvoeding in het gewas.



Figuur 40 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips parvispinus* volwassenen, *T. parvispinus* larven en *Transeius montdorensis* mijten per kooi voor 5 behandelingen met verschillende bijvoeding. De letters aan het einde van elke curve zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-Poisson distributie, $p < 0.05$).



Figuur 41 Mediane bladschade (0=geen pepertripsschade, 3=50-80% van het blad met pepertripsschade) per kooi voor 5 behandelingen met verschillende bijvoeding. De letters boven de boxplots zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-negative binomial distribution, $p < 0.05$).

3.3.4 *Thrips parvispinus*-Potanthurium proef 4: entomopathogene schimmels (Juli-Augustus 2023)

Uit onderzoek is gebleken dat entomopathogene schimmels (EPF) en producten die EPF bevatten in staat zijn tripspopulaties in een kasomgeving te onderdrukken (Ansari et al., 2008; Arthurs et al., 2013; Ain et al., 2021). Er is echter weinig bekend over de effectiviteit van EPF tegen *T. parvispinus* onder kasomstandigheden. Dit kasexperiment werd uitgevoerd om de werkzaamheid van 2 EPF tegen *T. parvispinus* te testen met bladbesproeiing (tegen volwassenen en larven) en bodemtoepassingen (tegen poppen).

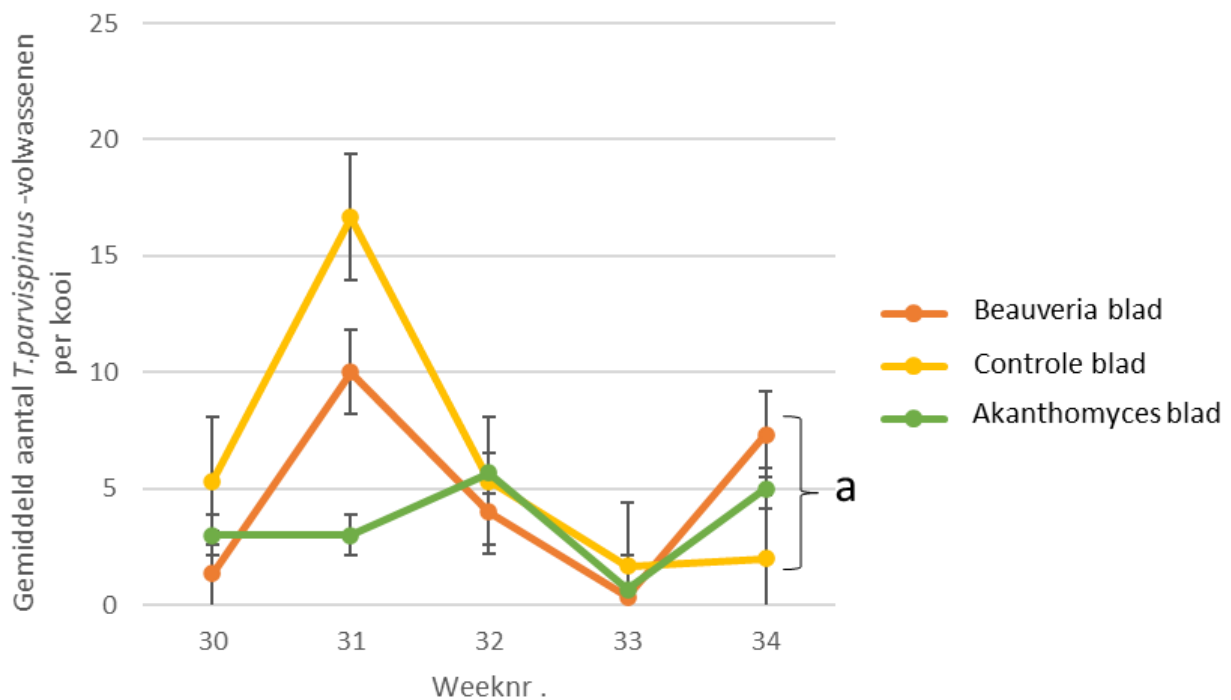
3.3.4.1 Materialen en methoden

We hebben de werkzaamheid van *Beauveria bassiana* GHA en *Akanthomyces muscarius* Ve6 tegen *T. parvispinus* getest in potanthurium onder kasomstandigheden. EPF-culturen en sporensuspensies werden verkregen zoals beschreven in de laboratoriumexperimenten (zie 3.2.2). De concentraties van de sporensuspensies waren $2,3 \times 10^7$ CFU/ml voor *B. bassiana* GHA en $1,0 \times 10^7$ CFU/ml voor *A. muscarius* Ve6, overeenkomend met de aanbevolen dosering van hun respectievelijke producten. In dit experiment had elke EPF een afzonderlijke blad- en bodemtoepassing (behandelingen). De bladtoepassing werd uitgevoerd door de sporensuspensies te besproeien met een Birchmeier Super star 1,5 L handspuit. Voor de bodemtoepassing werden de wortels en de basis van de planten gedrenkt door 100 ml van de sporensuspensies aan de basis van de planten te gieten. Steriel gedestilleerd water dat slechts 0,01% (w/v) Tween 20 bevatte, werd als controlebehandeling gebruikt. Dit experiment werd uitgevoerd in insectenkooien en elke kooi bevatte zes Elido- planten, die in trays met vermiculiet werden geplaatst. Voor dit experiment werden 40 volwassen *T. parvispinus* per kooi geïntroduceerd (op week 28). Elke behandeling bestond uit drie herhalingen (één herhaling = 1 kooi). Tijdens dit experiment werden alle behandelingen tweemaal per week gedurende drie weken (op week 29, 30, 31) onafgebroken toegepast (in totaal 6 schimmelbehandelingen). Bij het toepassen van de bladbehandelingen werden de kooien bedekt met plastic schermen om kruisbesmetting van EPF te voorkomen. Alle behandelingen werden in de middag rond 17.00 uur uitgevoerd. Opvallend is dat vlak voor aanvang van deze proef de Anthuriumplanten besmet waren met bladluizen en daardoor *Aphidoletes aphidimyza*- volwassenen werden vrijgelaten in de kooien. We gaan ervan uit dat *A. aphidimyza* geen enkele impact heeft gehad op de tripspopulatie, aangezien het geen trips predator is. De gemiddelde temperatuur en

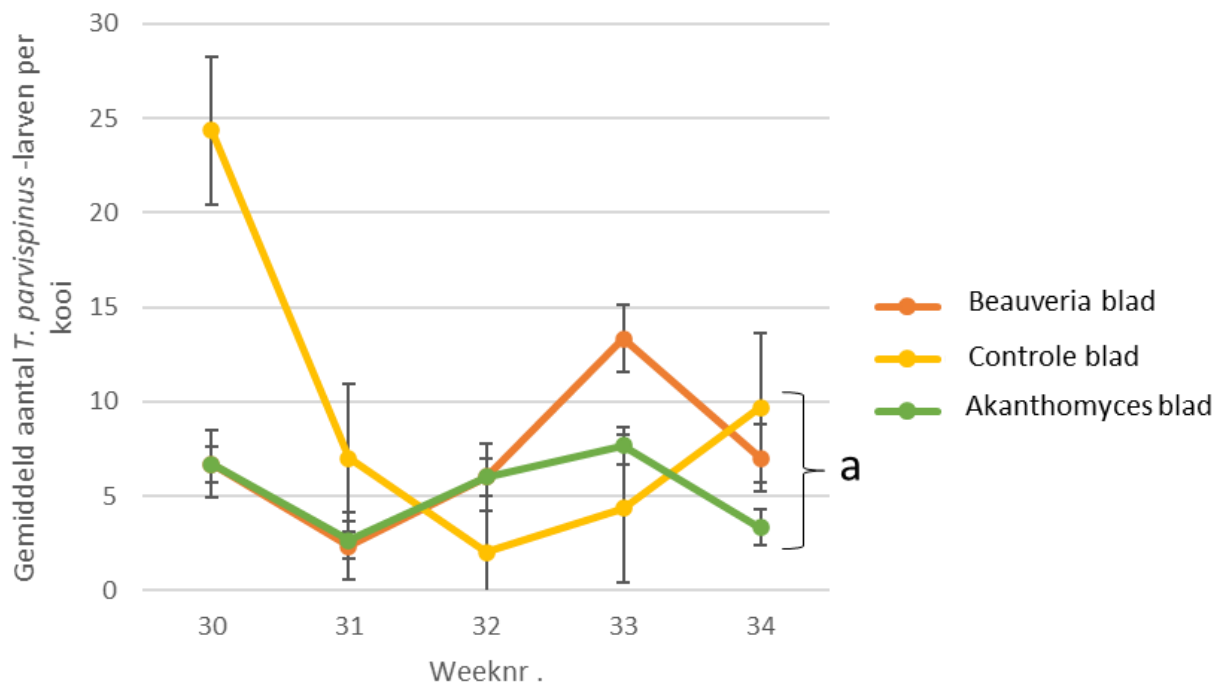
vochtigheid in de kooien tijdens het experiment waren 23,6 °C en 88,6% RV. De gemiddelde temperatuur en RV in de kooien in de 24 uur na de 1e, 2e, 3e en 4e bespuitingen waren: 22.3 °C en 82.1%; 23.7 °C en 83.9%; 24.2 °C en 87.9%; 24.3 °C en 93.6% respectievelijk. Van de laatste 2 bespuitingen hebben we geen klimaatgegevens. De trips mortaliteit werd geregistreerd door het aantal levende en dode of geïnfecteerde tripsvolwassenen en -larven één keer per week gedurende de daaropvolgende vier weken te tellen.

3.3.4.2 Resultaten

Gedurende de 5 weken van de proef was er geen significant verschil in het aantal volwassen pepertrips en larven tussen de EPF-bladbehandelingen en de controle (Figuren 42 en 43). Aan het einde van het experiment was het gemiddelde aantal *T. parvispinus* -volwassenen in de kooien met bladbehandelingen van *B. bassiana* GHA, *A. muscarius* Ve6 en Controle respectievelijk 7.33 ± 7.05 , 5.00 ± 4.35 en 2.00 ± 2.64 . Het gemiddelde aantal *T. parvispinus*- larven voor de behandelingen: *B. bassiana* GHA, *A. muscarius* Ve6 en Controle waren respectievelijk 7.00 ± 8.18 , 3.33 ± 3.51 en 9.67 ± 7.50 .

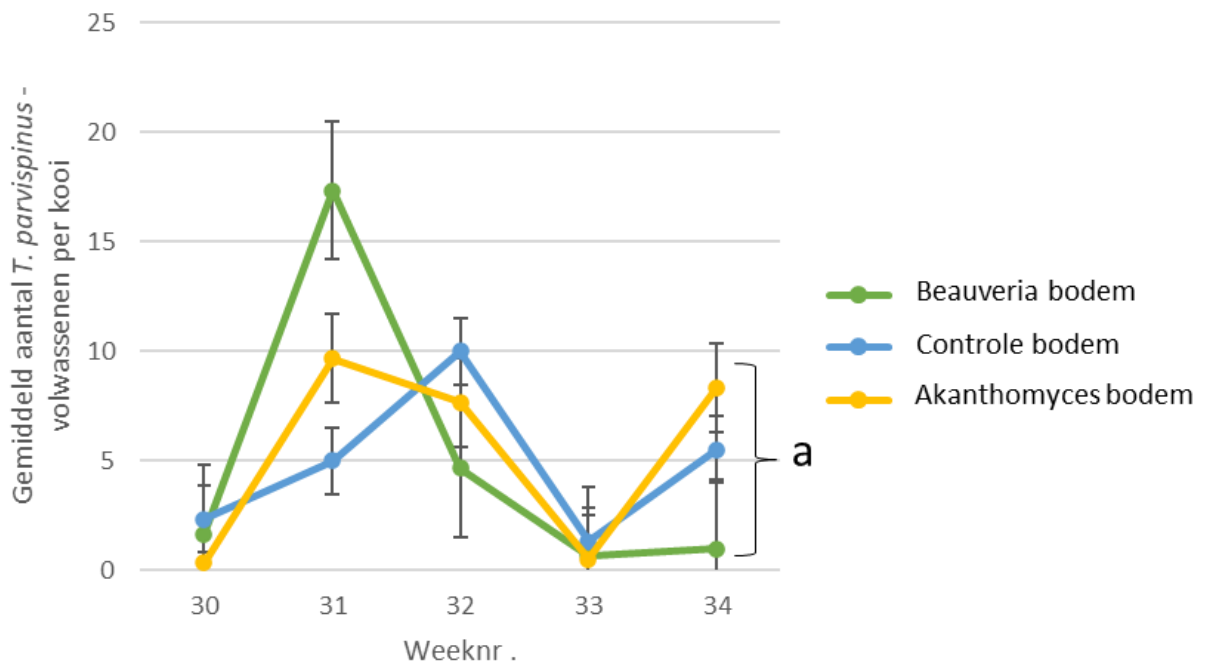


Figuur 42 Gemiddeld aantal ($\pm$ SD) volwassenen van *T. parvispinus* per Anthuriumkooi na bladbehandelingen met EPF en Controle gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distributie, $p < 0.05$).

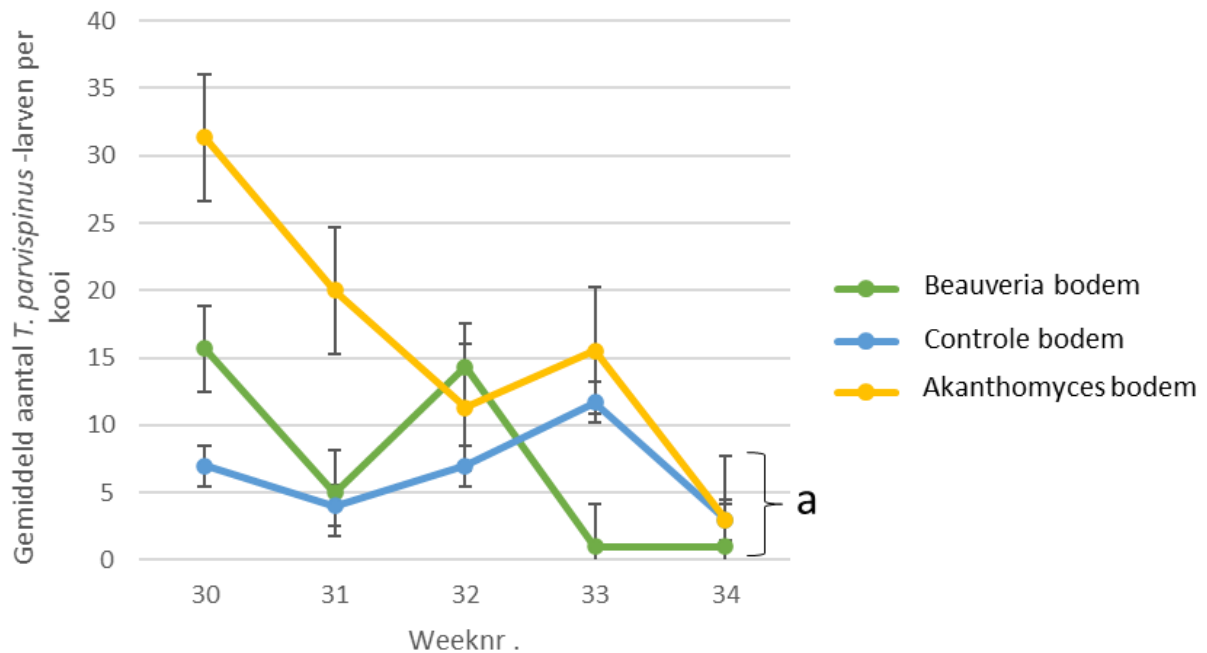


Figuur 43 Gemiddeld aantal ($\pm$ SD) *T. parvispinus*-larven per Anthuriumkooi na bladbehandelingen met EPF en Controle gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distribution, $p < 0.05$).

Gedurende de 5 weken van de proef hadden de EPF-bodembehandelingen geen significant effect op *T. parvispinus*- volwassenen en larven in potanthurium (Figuren 44 en 45). Het gemiddelde aantal *T. parvispinus*- volwassenen in de kooien met bodembehandelingen van *B. bassiana* GHA, *A. muscarius* Ve6 en controle waren respectievelijk 1.00 ± 0.00 , 8.33 ± 3.05 en 5.50 ± 2.12 . Het gemiddelde aantal *T. parvispinus*- larven voor de behandelingen: *B. bassiana* GHA, *A. muscarius* Ve6 en controle waren respectievelijk 1.00 ± 1.41 , 3.00 ± 4.35 en 3.00 ± 1.41 .



Figuur 44 Gemiddeld aantal ($\pm$ SD) *T. parvispinus*-volwassenen per Anthuriumkooi na bodembehandelingen met EPF en Controle gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distribution, $p < 0.05$).



Figuur 45 Gemiddeld aantal ($\pm$ SD) *T. parvispinus*-larven per Anthuriumkooi na bodembehandeling met EPF en Controle gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distribution, $p < 0.05$).

3.3.4.3 Conclusie

Op basis van de resultaten van deze kasproef kunnen we niet zeggen of entomopathogene schimmels (EPF) effectief zijn tegen *T. parvispinus* in potanthuriumkassen. Noch de bladbehandeling, noch de bodembehandeling gaven goede resultaten vergeleken met de controles. Over het algemeen zijn EPF sterk temperatuur- en vochtigheidsafhankelijk. Voor *A. muscarius* is koloniegroei mogelijk tussen 5 en 30 °C, waarbij optimale groei optreedt bij 25 °C (Kope et al., 2008). Wat de luchtvochtigheid betreft, zijn isolaten van *A. muscarius* virulent bij een bereik van vochniveaus tussen 53 en 98,5% RH (Vidal et al., 2003). De optimale temperatuur voor het ontkiemen van *B. bassiana* conidia is 25 tot 30 °C, en ontkieming kan plaatsvinden tussen 15 en 35 °C. *Beauveria bassiana* conidia hebben een hoge luchtvochtigheid nodig om te ontkiemen, bij voorkeur boven de 90% RV (Walstad et al., 1970). In onze kasproef, de gemiddelde temperatuur en vochtigheid in de kooien na het besproeien met EPF lagen tussen 22,3 en 24,3 °C en 82 en 93% RV. Deze klimatologische omstandigheden zouden gunstig moeten zijn voor de kieming van de sporen van *A. muscarius* en *B. bassiana*. Voor de bodembehandeling kennen we de temperatuur- en vochtigheidsomstandigheden in de bodem niet, maar ze waren waarschijnlijk zelfs beter dan op de bladeren, omdat de grond één keer per week water kreeg. Wij denken daarom niet dat de lage werkzaamheid van de schimmels verklaard kan worden door ongunstige klimatologische omstandigheden.

In plaats daarvan hebben we andere hypothesen: pepertrips is een zeer actieve trips en het is mogelijk dat deze zich tijdens het bespuiten met de schimmels diep in de plant heeft verstopt. Tenslotte is de werkzaamheid van EPF ook sterk afhankelijk van de gebruikte schimmelstam. De in dit project geteste EPF-isolaten zijn mogelijk niet geschikt voor *T. parvispinus* in potanthurium.

3.3.5 *Thrips setosus*-Lelie proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (Oktober 2021-Januari 2022)

3.3.5.1 Materialen en methoden

In deze proef hebben we het predatiecapaciteit van 4 verschillende natuurlijke vijanden tegen *Thrips setosus* getest, als curatieve behandelingen.

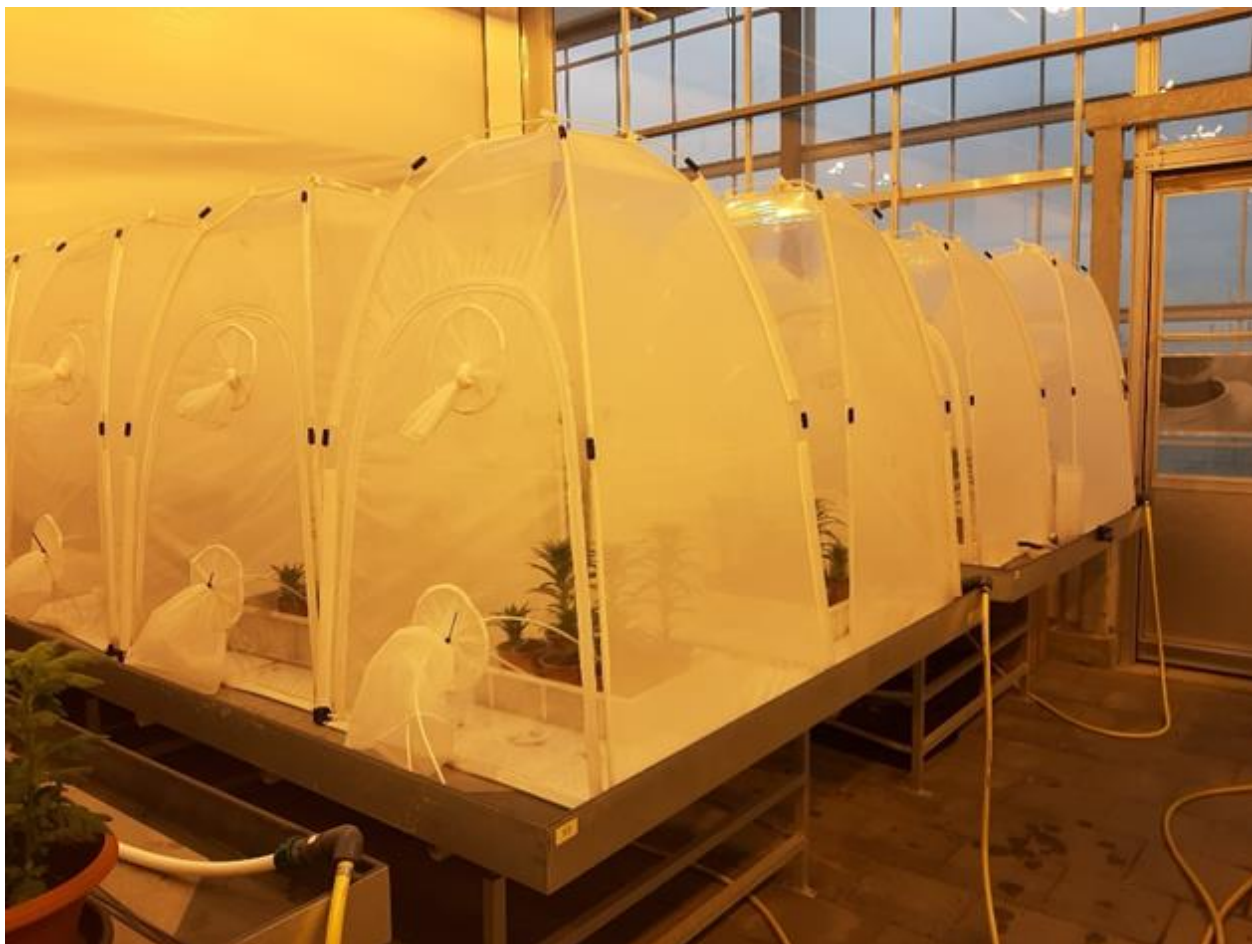
De 5 behandelingen waren:

- *Transeius montdorensis* (roofmijt)
- *Dalotia coriaria* (kortschildkever)
- *Macrocheles robustulus* (bodemroofmijt)
- *Macrocheles robustulus* + *Erigone dentipalpis* (bodemroofmijt + spin)
- Controle (alleen trips)

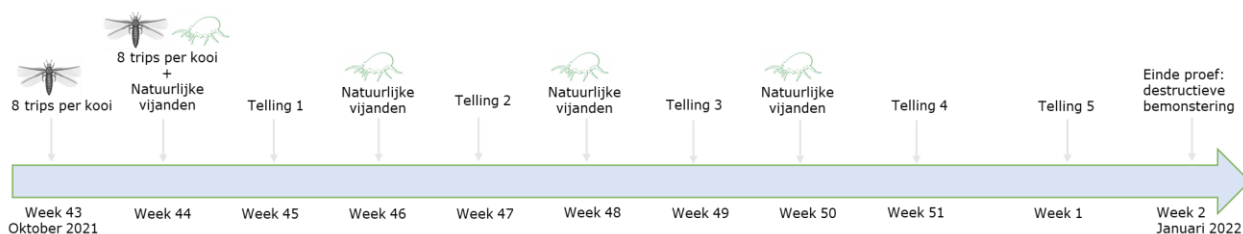
We gebruikten 4 herhalingen per behandeling. Elke herhaling bestond uit een insectenkooi met 6 lelieplanten (*Ras Longiflorum* Aziaat, soort Puma) in potten van 12 cm met turf grond (Figuur 46). In week 43 en 44 introduceerden we 8 volwassen vrouwtjes van *T. setosus* per kooi, wat een totaal opleverde van 16 *T. setosus* per kooi. In totaal zijn er 4 keer natuurlijke vijanden ingezet: in week 44, 46, 48 en 50. Voor elke introductie van natuurlijke vijanden (alleen volwassenen) hebben we 15 *T. montdorensis* (op bladeren), 6 *D. coriaria* (in de bodem), 10 *M. robustulus* (in grond) en 5 *E. dentipalpis* (op bladeren) per kooi ingezet (de geslachtsverhouding van de natuurlijke vijanden is onbekend omdat ze willekeurig werden geselecteerd). Elke 2 weken telden we het aantal volwassen trips en larven per kooi door 3 jonge (top van de plant) en 3 oude (onderkant van de plant) leliebladeren te bemonsteren, voor een totale periode van 10 weken (Figuur 47).

Aan het einde van de proef hebben we een destructieve bemonstering uitgevoerd door de planten aan de basis af te snijden in 2 kooien per behandeling (in totaal 10 monsters). We plaatsten deze planten in 10 Berlese trechters in het laboratorium, verzamelden 5 dagen later de volwassen tripsen en larven in alcoholflessen en telden ze. Ook in de alcoholflessen hebben we gezocht naar natuurlijke vijanden. In de 10 kooien waarin de planten werden geknipt, lieten we de 6 potten met aarde in de kooi en plaatsten we een vangplaat boven de potten. 7 dagen later telden we het aantal volwassen trips op de vangplaten.

De gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid in de kas waren 19° C en 51% RV ($\pm$ 20%) en er was 12 uur kunstlicht per dag (van 7h tot 19h). De planten kregen één keer per week water (1,5 EC).



Figuur 46 20 insectenkooien gebruikt in de leliekasproef 1.

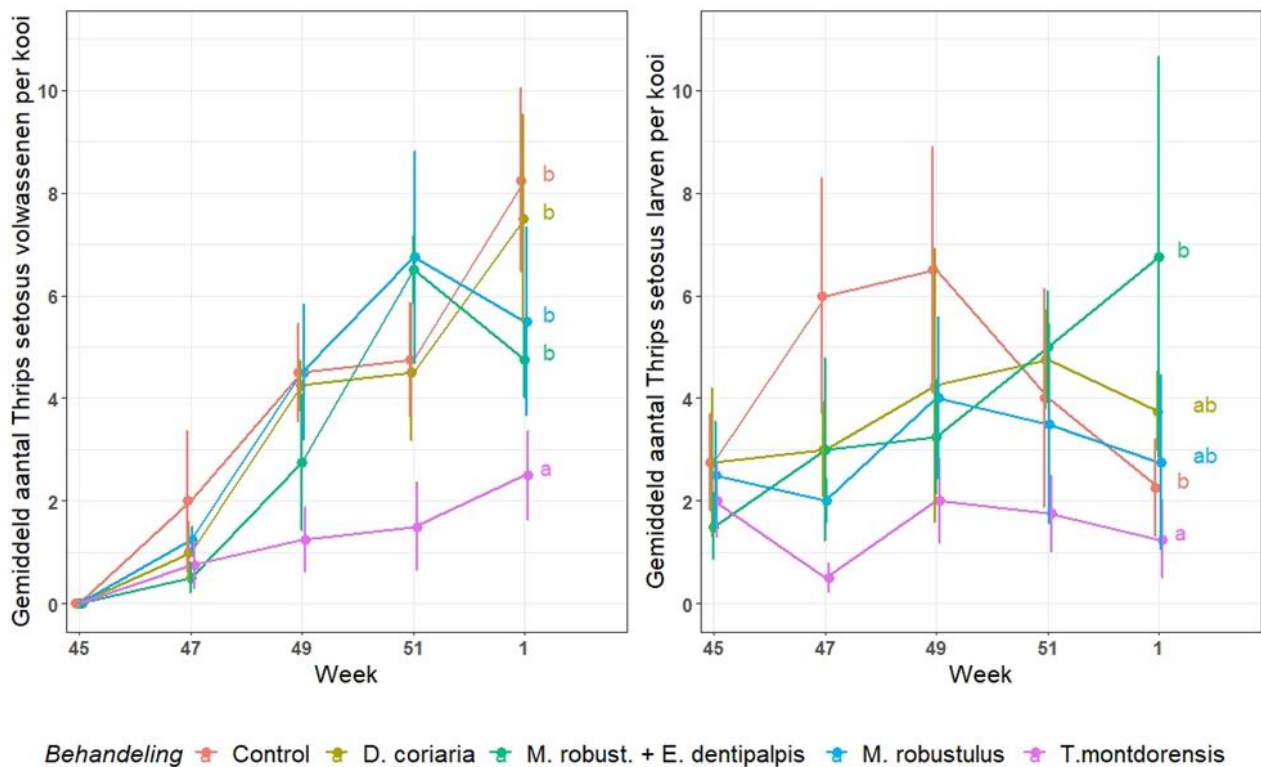


Figuur 47 Tijdlijn van het leliekasproef 1 van oktober 2021 tot januari 2022.

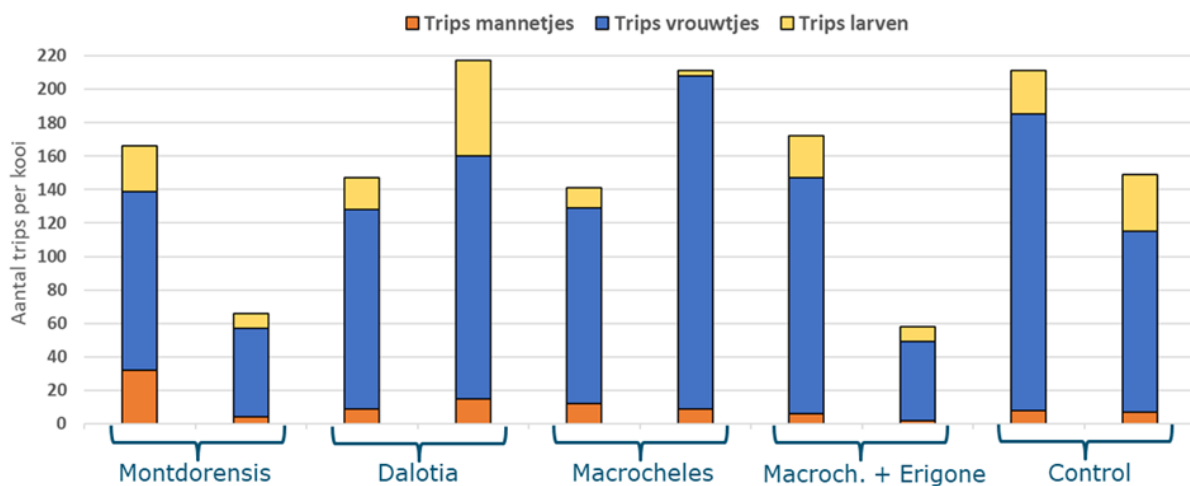
3.3.5.2 Resultaten

Het aantal *T. setosus*-volwassenen nam in de loop van de tijd bij alle behandelingen aanzienlijk toe. In de kooien met *T. montdorensis* was het aantal volwassen *T. setosus* echter significant lager dan bij alle andere behandelingen (Figuur 48 links). Het aantal *T. setosus*-larven was significant lager bij de *T. montdorensis*-behandeling dan bij de controlebehandeling en de *M. robustulus* + *E. dentipalpis*-behandeling (Figuur 48 rechts). De behandelingen *D. coriaria* en *M. robustulus* verschilden niet significant van de andere behandelingen wat betreft het aantal *T. setosus*-larven.

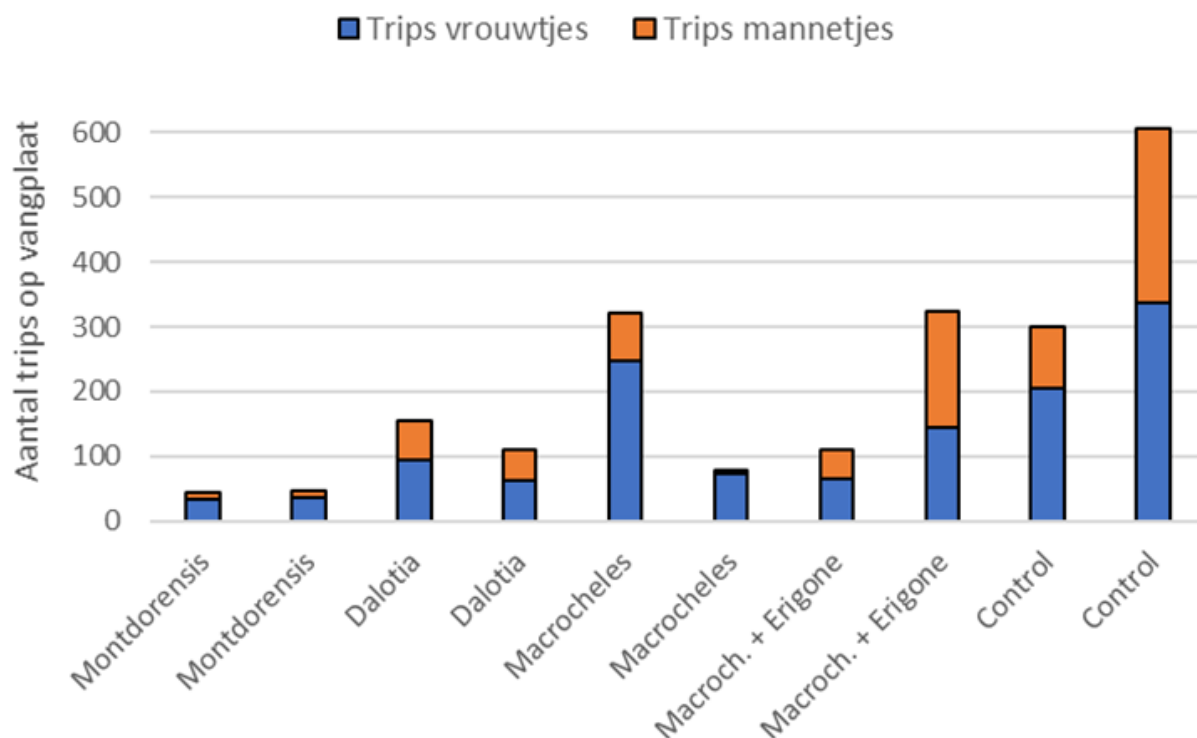
Wat betreft de destructieve bemonstering van de planten aan het einde van de proef, hebben we de kleinste aantallen *T. setosus* waargenomen bij de behandelingen met *T. montdorensis* en *M. robustulus* + *E. dentipalpis* (Figuur 49). Omdat we echter slechts naar twee kooien per behandeling hebben gekeken, hebben we niet genoeg replicaties om een statistisch significant verschil met de andere behandelingen te bevestigen. In de plantenmonsters hebben we geen van de ingezet predatoren aangetroffen. Het aantal volwassenen van *T. setosus* dat na de destructieve bemonstering op de vangplaten werd gevangen, verschilde sterk tussen de behandelingen (Figuur 50): in de 2 kooien van *T. montdorensis* telden we 44 en 48 volwassen trips, terwijl er 154 en 109 trips waren voor *D. coriaria*-kooien, 322 en 78 trips voor *M. robustulus*-kooien, 111 en 325 trips voor *M. robuustulus* + *E. dentipalpis* en 301 en 607 trips voor de controlekooien.



Figuur 48 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips setosus* volwassenen en larven per kooi voor verschillende natuurlijke vijandelijke behandelingen: *Traneisus montdorensis*, *Dalotia coriaria*, *Macrocheles robustulus*, *M. robustulus* + *Erigone dentipalpis*, Control (alleen trips). De letters aan het einde van elke curve geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de behandelingen die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-Poisson distributie, $p < 0.05$).



Figuur 49 Aantal *T. setosus* volwassenen en larven geteld in de plantenmonsters aan het einde van de proef (destructieve bemonstering van 2 kooien per behandeling). Elke gestapelde balk vertegenwoordigt één kooi.



Figuur 50 Aantal volwassen *T. setosus* gevonden op de vangplaten na de destructieve bemonstering aan het einde van de proef, voor elke behandeling. Elke gestapelde balk vertegenwoordigt één kooi.

3.3.5.3 Conclusie

Deze resultaten bevestigen wat we bij de tripstellingen tijdens het experiment hebben waargenomen: de roofmijt *T. montdorensis* was in deze proef de meest effectieve natuurlijke vijand. Dit betekent echter niet dat de andere hier geteste natuurlijke vijanden geen effectieve vijanden zijn tegen *T. setosus*. Mogelijk waren de aantallen geïntroduceerde natuurlijke vijanden per kooi te laag (vooral voor *M. robustulus* en *D. coriaria*). Bovendien blijkt uit het feit dat we bij de destructieve bemonstering aan het eind van de proef geen enkel predator hebben aangetroffen, dat deze zich niet goed in het gewas hebben gevestigd. Ze zouden effectiever zijn geweest tegen *T. setosus* als we hun vestiging in het gewas hadden ondersteund (bijvoorbeeld met aanvullende voeding).

3.3.6 *Thrips setosus*-Lelie proef 2: combinatie bodem- en bladroofmijten (September-December 2022)

3.3.6.1 Materialen en methoden

In deze proef hebben we de werkzaamheid van 3 soorten roofmijten getest, alleen en in combinatie als preventieve behandeling (natuurlijke vijanden werden vóór de trips geïntroduceerd). De 7 geteste behandelingen waren:

- *Transeius montdorensis* + Artemia-cysten
- *Macrocheles robustulus*
- *Stratiolaelaps scimitus*
- *T. montdorensis* + *M. robustulus* + Artemia-cysten
- *T. montdorensis* + *S. scimitus* + Artemia-cysten
- Controle (alleen trips)
- Controle (alleen trips) met Artemia-cysten

We gebruikten 4 herhalingen (kooien) per behandeling, behalve de 2 controlebehandelingen die 3 herhalingen hadden. In elke kooi hebben we 6 leliebollen samen in één bak met turf grond geplant (variëteit Santander, Figuur 51 links). *Transeius montdorensis* is een bladroofmijt die in kweekzakjes werd geïntroduceerd (250 *T. montdorensis* per zakje): tijdens de proef werden driemaal, 3 zakjes per kooi geïntroduceerd. Parallel aan de introductie van het eerste zakje hebben we het aantal *T. montdorensis*-mijten per zakje beoordeeld met de volgende procedure: we hebben 3 extra zakjes uit de commerciële batch genomen en deze in een lege kooi geplaatst, waarbij elk zakje bovenop een glazen container ligt omgeven door water en zeep (Figuur 51 rechts). Wekelijks telden we het aantal *T. montdorensis* mijten in het water, totdat we geen mijten meer aantroffen. De Artemia-cysten werden in elke kooi met *T. montdorensis* geïntroduceerd als aanvullend voedsel om de vestiging van dit roofmijt te helpen. Elke week introduceerden we 3 nieuwe post-its met verse Artemia-cysten op het plakkerige deel van de post-its geplakt.

Macrocheles robustulus en *S. scimitus* zijn bodemroofmijten die rechtstreeks op de bodem zijn uitgezet. Elke 2 weken introduceerden we 100 bodemroofmijten per kooi.

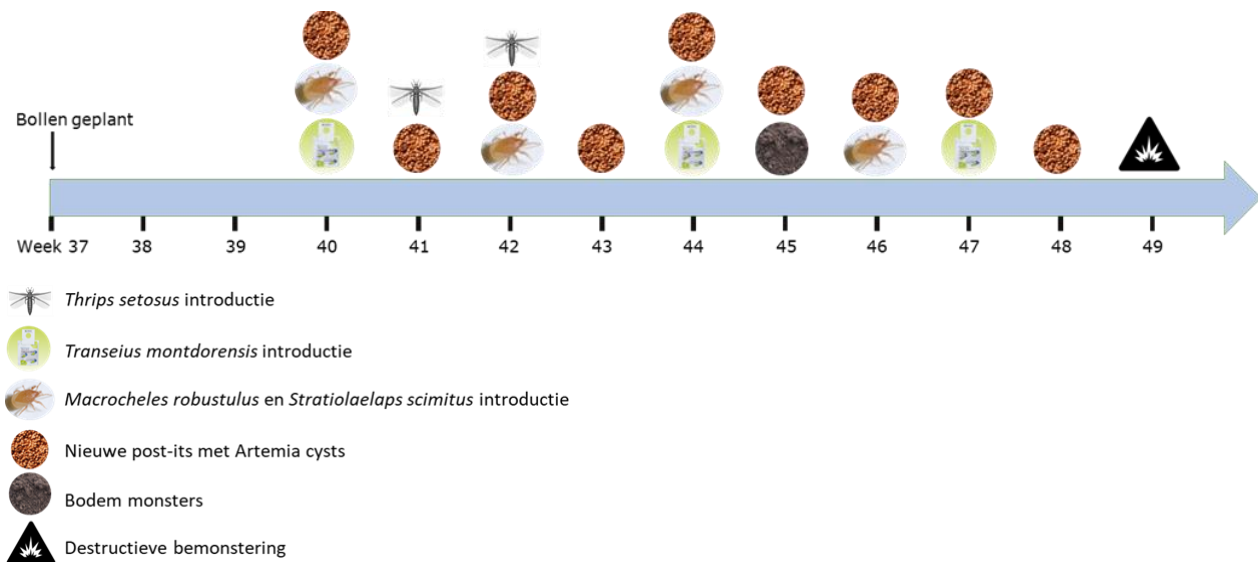
Na de eerste introductie van natuurlijke vijanden (week 40) hebben we per kooi 24 volwassen *T. setosus* geïntroduceerd: 12 trips in week 41 en 12 trips in week 42 (Figuur 52).

De gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid in de kas waren 19° C en 72% RV. De planten kregen één keer per week water (1,5 EC).



Figuur 51 Insectenkooi met 6 lelieplanten en post-its met Artemia-cysten (links). 3 zakjes *T. montdorensis* gebruikt om het aantal mijten per zakje te bepalen (rechts).

Vanaf week 43 telden we wekelijks het aantal *T. setosus* volwassenen en larven en *T. montdorensis* op 5 bladeren per plant, direct in de kooien. In week 45 hebben we in elke kooi een grondmonster (2 eetlepels aarde) genomen en onder de microscoop het aantal bodemroofmijten per behandeling geteld. Tenslotte hebben we aan het einde van de proef (week 49) een destructieve telling uitgevoerd: we hebben alle planten van de basis afgesneden en voor alle behandelingen het aantal *T. setosus* en *T. montdorensis* op elk blad van elke plant geteld. Voor het bodemonderzoek volgden we dezelfde procedure als in week 45 (Figuur 52).



Figuur 52 Tijdlijn van het leliekasproef 2 van September tot December 2022.

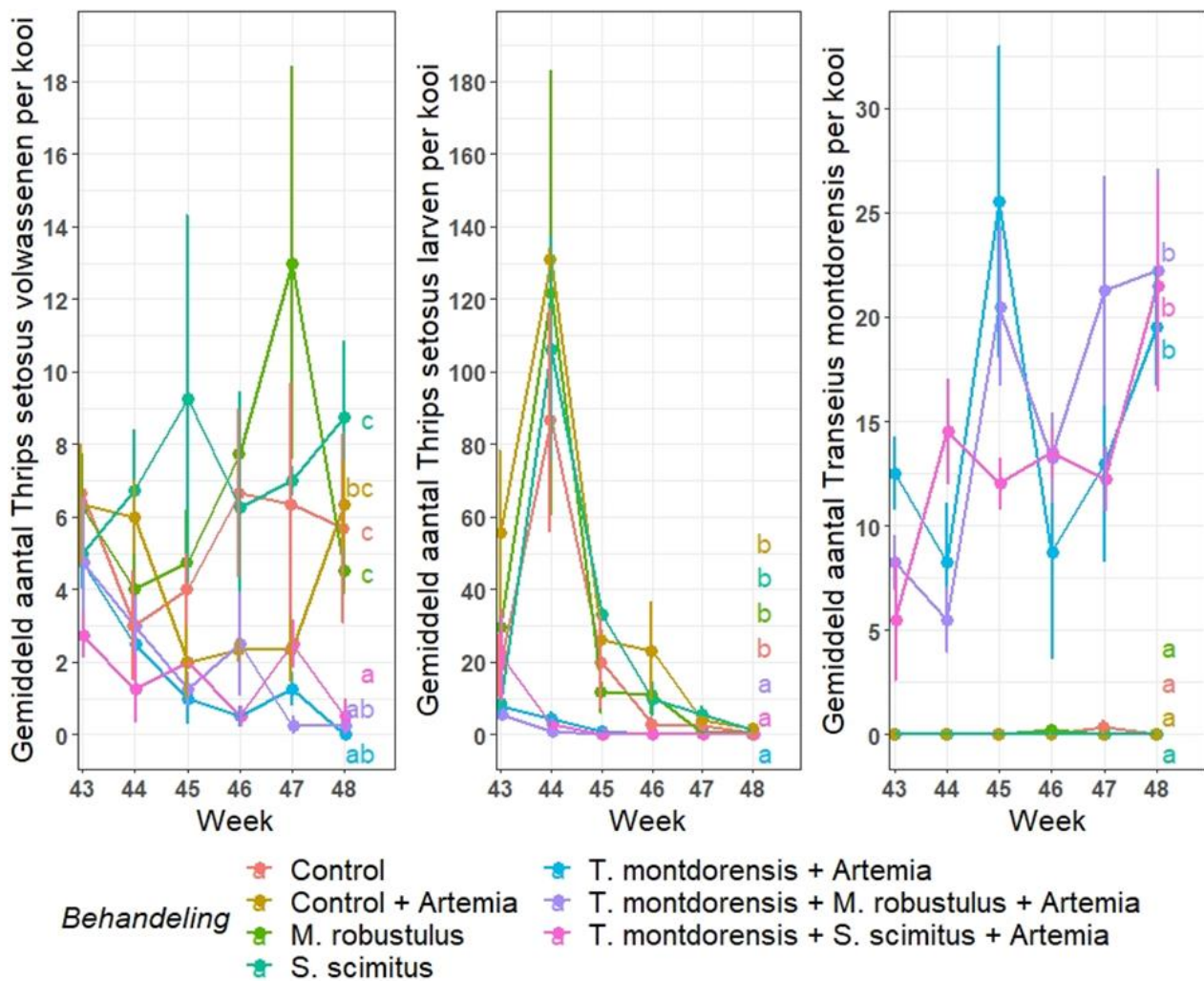
3.3.6.2 Resultaten

Aan het einde van de proef (week 48) was het gemiddelde aantal *T. setosus*-volwassenen per kooi significant lager in de kooien waar *T. montdorensis* aanwezig was (Figuur 53 links). Het aantal volwassen *T. setosus* was hoger in de controlekooien (zonder predatoren) en in de kooien met alleen bodemroofmijten (*M. robustulus* en *S. scimitus*).

Het aantal *T. setosus*-larven was aan het einde van de proef bij alle behandelingen zeer laag (Figuur 53 midden). Dit kan zijn omdat *T. setosus* geleidelijk in winterrustperiode (diapauze) raakte als gevolg van afnemende lichtniveaus. We hebben echter bij alle behandelingen zonder *T. montdorensis* bij de tweede telling (week 44) een zeer hoog aantal *T. setosus*-larven waargenomen (tussen 80 en 130 per kooi), terwijl het aantal larven zeer laag bleef in de kooien waar *T. montdorensis* was aanwezig.

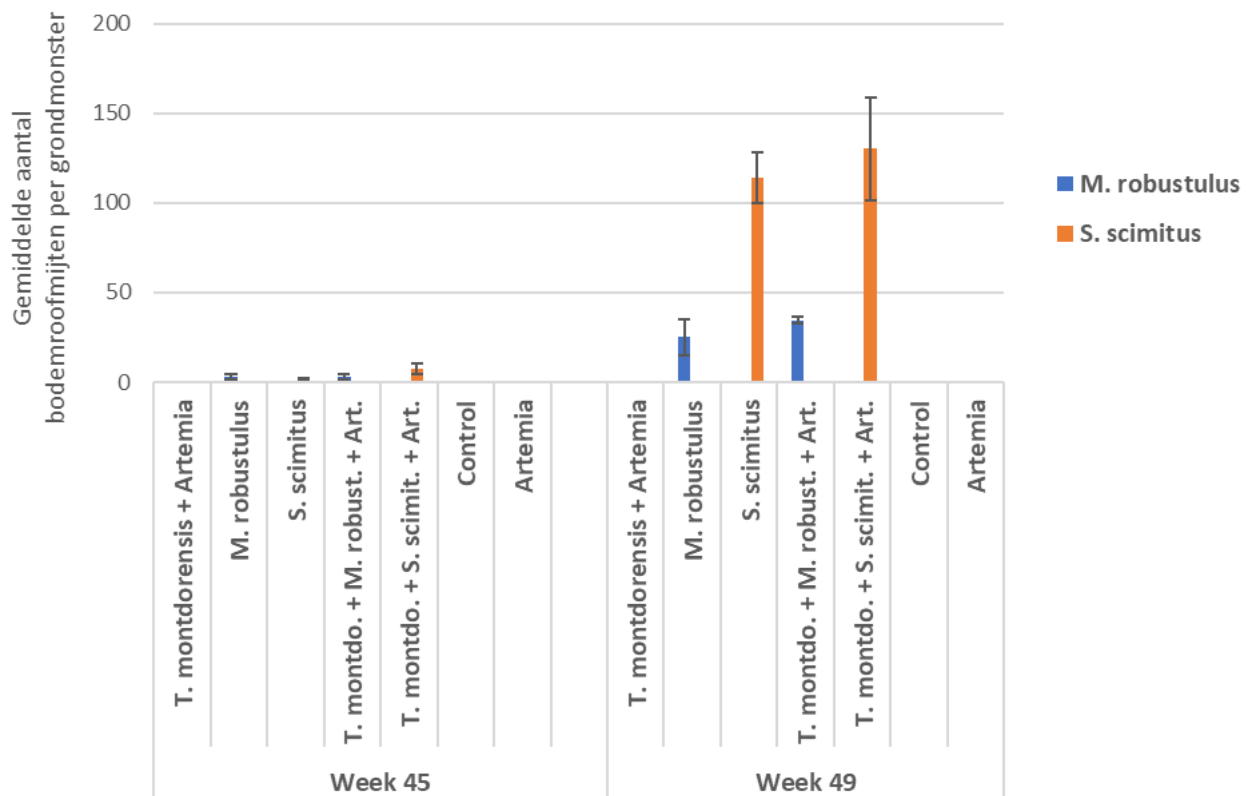
Het aantal volwassenen en larven van *T. setosus* was niet significant verschillend tussen de controlekooien met en zonder *Artemia*. Dit betekent dat het toevoegen van aanvullende voeding zoals *Artemia* voor de roofmijten waarschijnlijk geen positief effect zal hebben op de populaties van *T. setosus*.

Het aantal *T. montdorensis* mijten was vergelijkbaar in alle behandelingen waarbij dit roofmijt werd geïntroduceerd (Figuur 53 rechts), wat suggereert dat de bodemroofmijten *M. robustulus* en *S. scimitus* geen enkel negatief effect (intraguildpredatie) hadden op *T. montdorensis*.



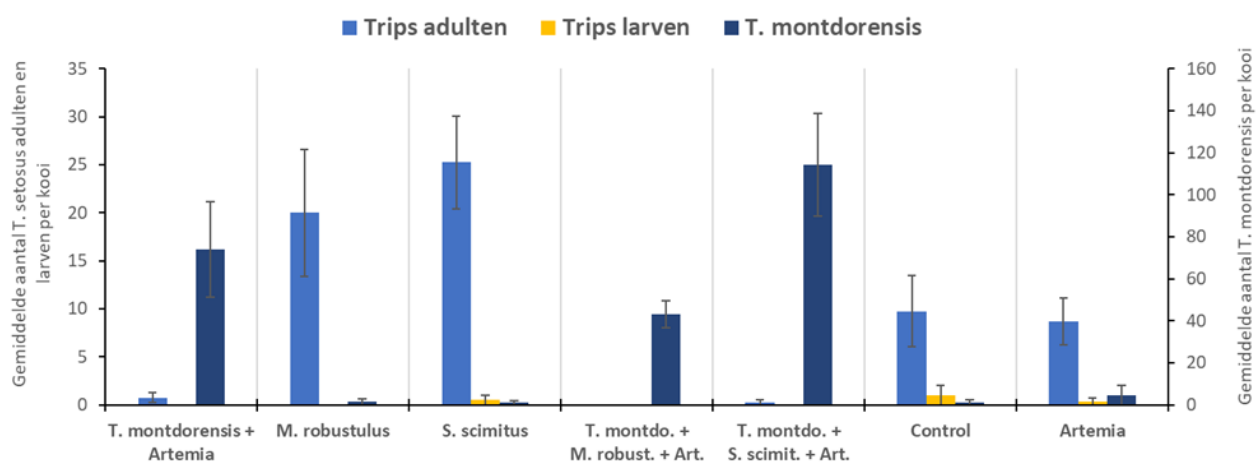
Figuur 53 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips setosus* volwassenen, *T. setosus* larven en *Transeius montdorensis* mijten per kooi voor verschillende behandelingen met natuurlijke vijanden: *T. montdorensis* + *Artemia*, *T. montdorensis* + *Macrocheles robustulus* + *Artemia*, *T. montdorensis* + *Stratiolaelaps scimitus* + *Artemia*, *M. robustulus*, *S. scimitus*, Control (alleen trips), Control + *Artemia*. De letters aan het einde van elke curve zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-Poisson distributie, $p < 0.05$).

In week 45 en 49 hebben we in elke kooi grondmonsters genomen (2 eetlepels aarde per kooi) om het aantal bodemroofmijten te beoordelen (Figuur 54). In week 45 waren er zeer weinig mijten in de bodemmonsters, maar in week 49 veel meer: per bodemmonster vonden we tussen de 100 en 150 *S. scimitus* en tussen de 25 en 35 *M. robustulus* bij de behandelingen waarbij deze soorten werden geïntroduceerd. *Stratiolaelaps scimitus* lijkt zich beter in de bodem te hebben gevestigd dan *M. robustulus*, maar geen van deze twee roofmijten had een significant effect op de *T. setosus*-populatie, vergeleken met de controlebehandelingen.



Figuur 54 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) bodemroofmijten (*Macrocheles robustulus* en *Stratiolaelaps scimitus*) per grondmonster (2 eetlepels aarde per kooi) voor 7 behandelingen in week 45 en 49.

Wat betreft de destructieve bemonstering die we aan het eind van de proef (week 49) op de planten hebben uitgevoerd, vonden we de hoogste aantallen *T. setosus*-volwassenen bij de behandelingen zonder *T. montdorensis* (Figuur 61). We hebben zeer weinig *T. setosus*-larven aangetroffen in de plantenmonsters, mogelijk als gevolg van het begin van een winterrustperiode (diapauze) in de tripspopulatie (afnemende lichtniveaus). De aantallen *T. montdorensis* in de kooien waar deze mijt werd geïntroduceerd waren aan het einde van de proef nog steeds hoog (tussen 43 en 114 mijten per kooi), wat een goede vestiging van dit roofmijt in het gewas laat zien met de wekelijkse ondersteuning van Artemia-cysten.



Figuur 55 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Thrips setosus* volwassenen en larven (linker as) en *Transeius montdorensis* mijten (rechter as) per kooi voor 7 behandelingen in week 49 (einde van de proef).

Wat betreft het aantal zakjes na de eerste introductie van *T. montdorensis*, vonden we in de 3 geteste zakjes in totaal 83, 66 en 70 *T. montdorensis* per zakje (Tabel 4).

Tabel 4 Aantal *T. montdorensis* mijten per zakje na de eerste *T. montdorensis* introductie, van week 41 tot week 46.

Week	Zakje 1	Zakje 2	Zakje 3
41	5	9	8
42	33	32	25
43	14	10	5
44	24	12	27
45	6	3	5
46	1	0	0
Total	83	66	70

3.3.6.3 Conclusie

In samenvatting, *T. montdorensis* in combinatie met Artemia-cysten is effectief genoeg om *T. setosus*-populaties in lelie onder controle te houden. De combinatie van *T. montdorensis* met de bodemroofmijten *M. robustulus* en *S. scimitus* zorgde niet voor een betere tripsbestrijding. De aanwezigheid van Artemia-cysten in het gewas had geen positief effect op de *Thrips setosus*-populatie.

3.3.7 *Thrips setosus*-Lelie proef 3: entomopathogene schimmels en nematoden (April-Mei 2023)

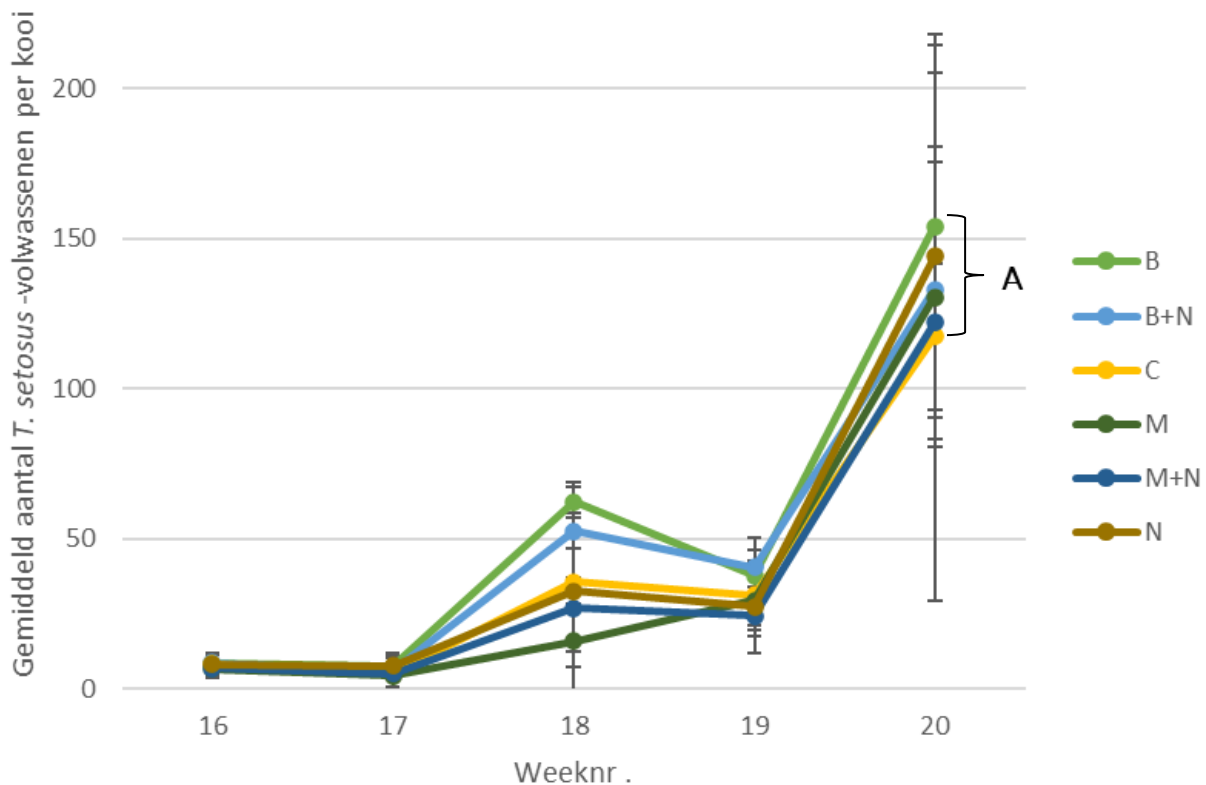
3.3.7.1 Materialen en methoden

We hebben de werkzaamheid van 3 commerciële producten getest: 2 entomopathogene schimmels-soorten (EPF) en 1 entomopathogene nematodensoort, tegen *T. setosus* in lelie onder kasomstandigheden. De producten die tijdens dit experiment werden gebruikt, waren BotaniGard WP (*B. bassiana* GHA, Certis) en Mycotal WP (*Akanthomyces muscarius* Ve6, Koppert) als bladbehandeling en Entonem (*Steinernema feltiae*, Koppert) als bodembehandeling met nematoden (deze 3 producten zijn vlak voor aanvang van de proefperiode nieuw gekocht). Per product is de aanbevolen dosering voor trips gehanteerd. De aanbevolen doseringen waren voor Botanigard: 62,5 gram/100 liter water, Mycotal: 100 gram/100 liter water en Entonem: 500.000 nematoden/m². Om de kwaliteit van de EPF-producten te controleren, plaatsten we 10 microliter van elke sporenoplossing op PDA-agarplaten en keken we naar het % sporulatie na 72 uur: er was een zeer hoog sporulatiepercentage (85 tot 90%), wat de kwaliteit van de producten bevestigde. De behandelingen van dit experiment waren: Botanigard (B), Botanigard + Entonem (B+N), Mycotal (M), Mycotal + Entonem (M+N), Entonem (N), Controle (C). Dit experiment werd uitgevoerd in insectenkooien met 6 lelieplanten per kooi. In elke kooi werden 30 *T. setosus*- volwassenen geïntroduceerd (op week 14). Elke behandeling werd tijdens dit experiment tweemaal toegepast (op week 16 en 17) met een interval van 5 dagen en had 4 herhalingen (kooien). Om kruisbesmetting te voorkomen werden de kooien tijdens het spuiten afgedekt met kartonnen schermen. We hebben de EPF aan de boven- en onderkant van de bladeren gespoten. Bovendien werden alle producten aan het einde van de dag aangebracht vanwege hun gevoeligheid voor UV-licht. De gemiddelde temperatuur en luchtvochtigheid in de kooien in week 16 was 21,3 °C en 92,9% RV. De gemiddelde temperatuur en vochtigheid in de kooien 24 uur na de eerste bespuiting met EPF was 22,1 °C en 95,7% RH.

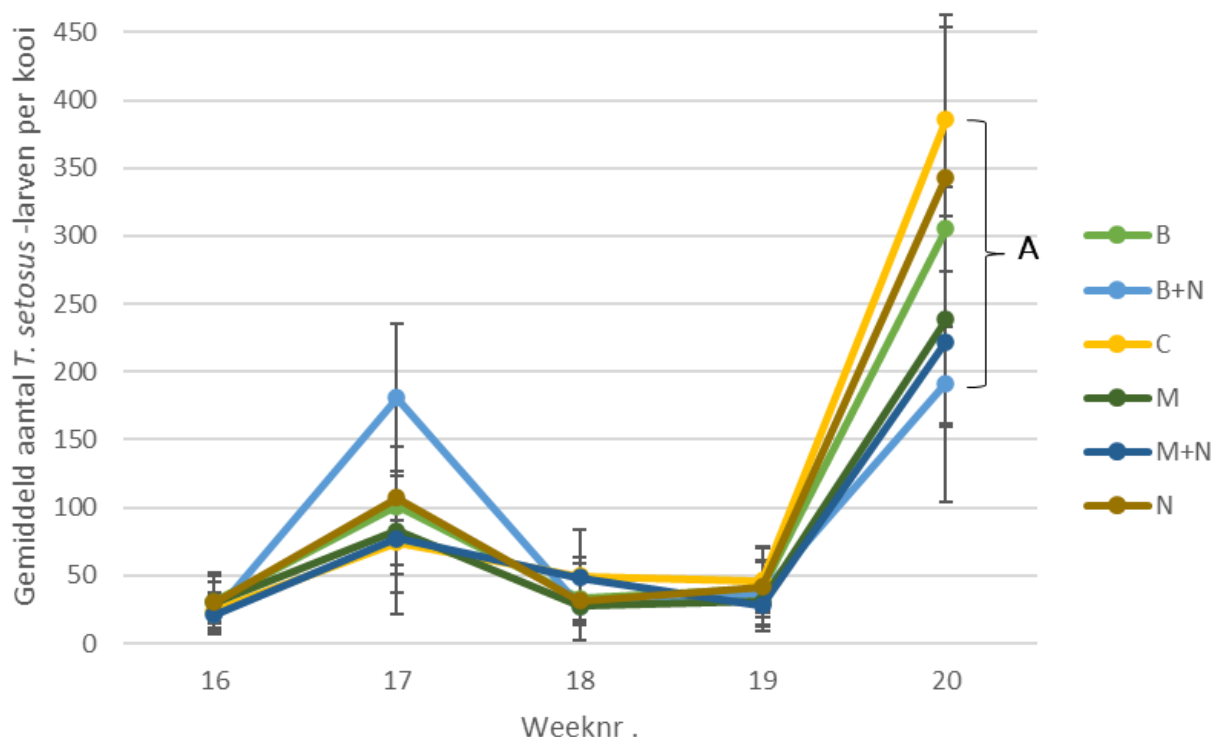
De trips mortaliteit werd geregistreerd door het aantal levende en dode of geïnfecteerde tripsvolwassenen en larven één keer per week gedurende de daaropvolgende 5 weken te tellen.

3.3.7.2 Resultaten

Gedurende de 5 weken van de proef onderdrukten de entomopathogene schimmels en nematoden de *T. setosus*- volwassenen (Figuur 56) noch de larven (Figuur 57) in Lelie. Opmerkelijk is dat het gemiddelde aantal volwassenen het laagst was in de Controle (C: 117.5), gevolgd door Mycotal met Entonem (M+N: 122), Mycotal (M: 130.5), Botanigard met Entonem (B+N: 133), Entonem (N: 144.25) en tenslotte Botanigard (B: 154.25). Het gemiddelde aantal larven was het laagst bij de behandeling Botanigard met Entonem (B+N: 191.5), gevolgd door Mycotal met Entonem (M+N: 222.25), Mycotal (M: 238.5), Botanigard (B: 305.25), Entonem (N: 343.25) en als laatste Control (C: 385.5). In de laatste week van het experiment (week 20) is het verschil in aantal tripslarven tussen de controle- en Botanigard+Entonem-behandeling significant, ook al zijn de behandelingen over het geheel genomen niet significant verschillend.



Figuur 56 Gemiddeld aantal ($\pm$ SD) volwassenen van *T. setosus* per leliekooi na behandelingen met EPF-producten: Botanigard (B), Mycotal (M), een nematodenproduct Entonem (N) en controle (C) gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distributie, $p < 0.05$).



Figuur 57 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *T. setosus*-larven per leliekooi- nabehandelingen met EPF-producten: Botanigard (B), Mycotol (M), een nematodenproduct Entonem (N) en controle (C) gedurende 5 weken. De letter aan het einde van elke curve is een significantieletter: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM Poisson distributie, $p < 0.05$).

3.3.7.3 Conclusie

De resultaten verkregen in laboratorium- en kasexperimenten met entomopathogene schimmels (EPF) tegen *T. setosus* zijn niet geheel bevredigend. Hoewel we in de laatste week van het experiment bij de Botanigard+Entonem-behandeling een afname van het aantal tripslarven constateerden ten opzichte van de Controle, was het aantal volwassen tripsen 3 weken na het besproeien van de schimmels bij alle behandelingen nog steeds zeer hoog. Bovendien hebben we op de met EPF behandelde lelieplanten geen met schimmels geïnfecteerde dode trips aangetroffen.

Net als bij het kasexperiment met EPF en pepertrips kunnen we op basis van de resultaten van deze proef niet zeggen of entomopathogene schimmels (EPF) en nematoden effectief zijn tegen *T. setosus* in leliekassen. De klimatologische omstandigheden tijdens het experiment waren gunstig voor de schimmels (21 °C en 92% RV). Een iets hogere temperatuur zou gunstiger zijn geweest voor een snellere schimmelgroei, maar 21 graden zou toch hoog genoeg moeten zijn om na 5 weken effect van de schimmels te zien. Het is mogelijk dat *T. setosus* zich tijdens het spuiten voor de schimmels kan verstoppen of zichzelf kan reinigen om de schimmelsporen uit zijn lichaam te verwijderen. Tenslotte is de werkzaamheid van EPF ook sterk afhankelijk van de gebruikte schimmelstam. De in dit project geteste EPF-isolaten zijn mogelijk niet geschikt voor *T. setosus* in lelie.

3.3.8 *Dichromothrips corbetti*-Phalaenopsis proef 1: Potentieel van 4 natuurlijke vijanden (Maart-Juni 2022)

3.3.8.1 Materialen en methoden

In deze proef hebben we het predatiecapaciteit van 4 verschillende natuurlijke vijanden tegen *Dichromothrips corbetti* getest, als preventieve behandelingen.

De 5 behandelingen waren:

- *Orius laevigatus* (roofwants)
- *Transeius montdorensis* (roofmijt)
- *Neoseiulus cucumeris* (bodemroofmijt)
- *Frankliniopsis vespiformis* (rooftrips)
- Controle (alleen trips)

We gebruikten 4 herhalingen per behandeling. Elke herhaling bestond uit een insectenkooi met 8 *Phalaenopsis* planten (Ras Ferrara, Figuur 58). In week 11 zijn we voor elke behandeling (behalve de Controle) begonnen met het introduceren van de natuurlijke vijanden in de kooien: 8 *O. laevigatus*, 60 *T. montdorensis*, 60 *N. cucumeris* of 8 *F. vespiformis* per kooi (Figuur 59). Gedurende de hele proefperiode bleven we voor elke behandeling wekelijks dezelfde hoeveelheden natuurlijke vijanden introduceren. In week 13 en 14 hebben we 15 vandatrips per kooi geïntroduceerd, wat het totaal op 30 vandatrips per kooi brengt.

Van week 14 tot en met week 23 hebben we wekelijks de tripsschade op de bloemen in elke kooi geteld. Hiervoor hebben we het totaal aantal open bloemen per kooi geteld en deze per schadecategorie gecategoriseerd. De bloemschade werd beschreven in 5 categorieën (zie foto's in Bijlage 2):

Categorie 0: geen vandatripsschade.

Categorie 1: 1-20% van het bloem met vandatripsschade.

Categorie 2: 20-50% van het bloem met vandatripsschade.

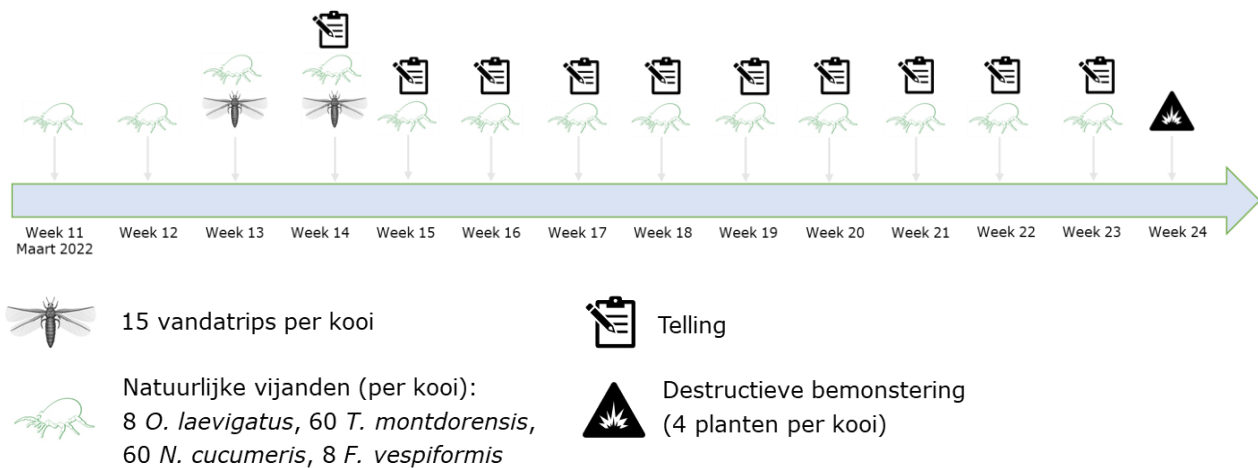
Categorie 3: 50-80% van het bloem met vandatripsschade.

Categorie 4: 80-100% van het bloem met vandatripsschade.

Aan het einde van de proef (week 24) hebben we een destructieve bemonstering uitgevoerd door 4 planten per kooi af te knippen en in het laboratorium onder de microscoop het aantal tripsvolwassenen, tripslarven, tripspoppen en natuurlijke vijanden te tellen.



Figuur 58 Links: 8 *Phalaenopsis* planten in elke kooi. Rechts: *Phalaenopsis* bloem vol vandatrips aan het eind van de proef.

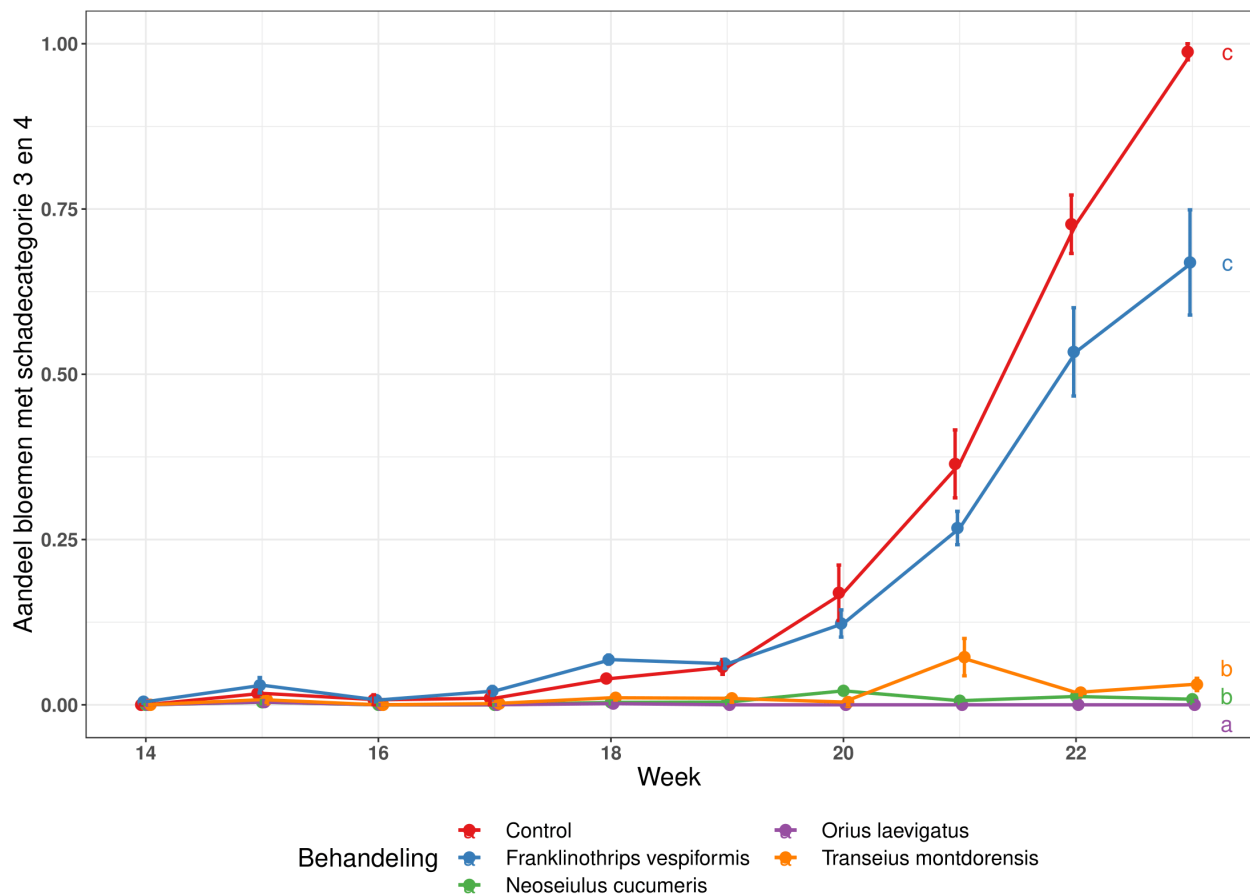


Figuur 59 Tijdlijn van het *Phalaenopsis* proef 1 van Maart tot Juni 2022.

3.3.8.2 Resultaten

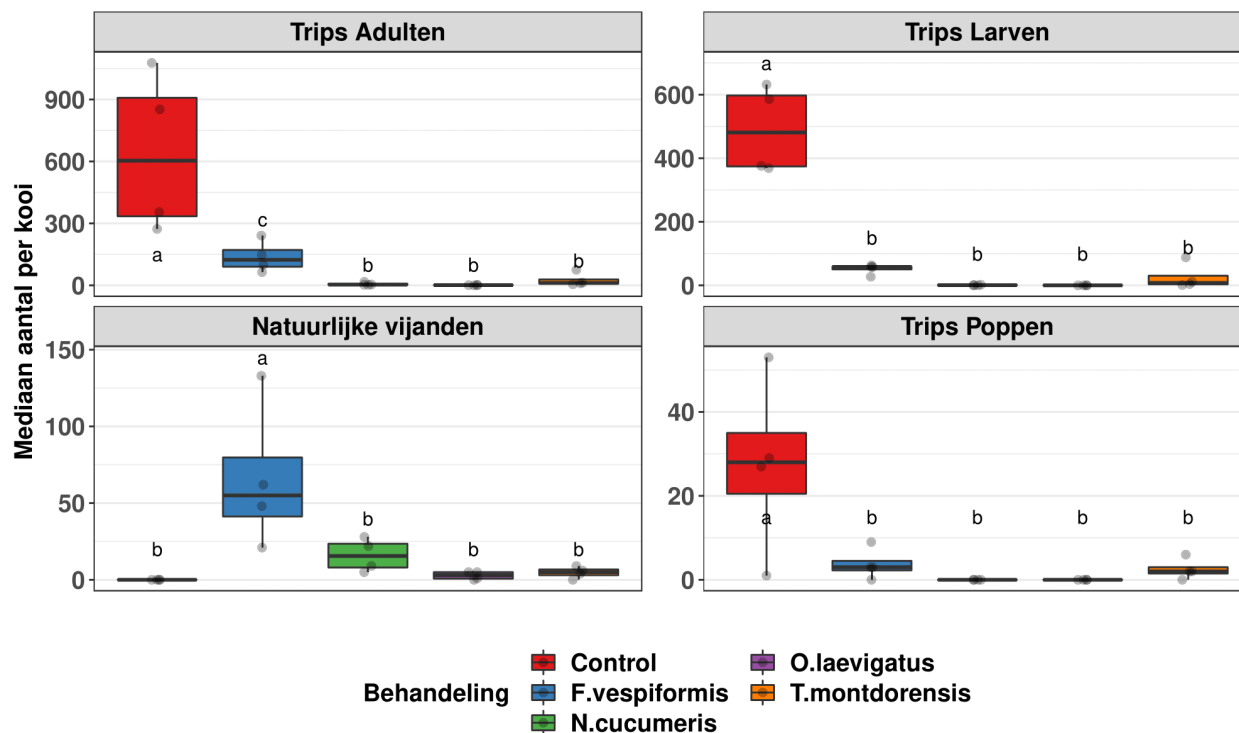
Er was een significant effect van de natuurlijke vijandbehandeling op de bloemschade veroorzaakt door vandatrips: het aantal bloemen met schadecategorie 3 en 4 (hoogste schade) was significant hoger bij de *F. vespiformis* en de Controle behandelingen dan bij de andere 3 behandelingen (Figuur 60). De bloemen bij de *O. laevigatus*-behandeling hadden ook aanzienlijk minder schade dan die bij de *T. montdorensis*- en *N. cucumeris*-behandelingen, ook al was het verschil tussen deze 3 behandelingen vrijwel verwaarloosbaar.

Over het algemeen beschermd de introductie van *O. laevigatus*, *N. cucumeris* of *T. montdorensis* in de kooien de bloemen effectief tegen vandatripschade. Daarentegen explodeerde de bloemschade bij de *F. vespiformis*- en Control-behandelingen aan het einde van de proef.



Figuur 60 Gemiddeld aandeel ($\pm$ SE) bloemen met schadecategorie 3 en 4 per kooi voor 5 behandelingen. De letters aan het einde van elke curve zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLMM-binomial distribution).

Aan het einde van het experiment hebben we met een destructieve bemonstering gekeken naar de aantallen vandatrips en natuurlijke vijanden in de kooien (Figuur 61). Het aantal vandatrips (volwassenen, larven en poppen) was bij de Controle altijd significant hoger dan bij de andere behandelingen. Alleen het aantal vandatrips-volwassenen was significant hoger bij de *F. vespiformis*-behandeling dan bij de *O. laevigatus*-, *N. cucumeris*- en *T. montdorensis*-behandelingen. Wat de natuurlijke vijanden betreft, hebben we er zeer weinig aangetroffen bij de behandelingen met *O. laevigatus*, *N. cucumeris* en *T. montdorensis* (niet verschillend van de Controlebehandeling). Het aantal *F. vespiformis*-individuen was echter aanzienlijk hoger (gemiddeld ruim 50 per kooi) dan het aantal andere natuurlijke vijanden, wat verrassend is gezien de hoge mate van schade in de kooien met *F. vespiformis*.



Figuur 61 Mediane hoeveelheid (boxplot) van *D. corbetti* volwassenen, larven, poppen en natuurlijke vijanden per kooi voor 5 behandelingen in week 24 (destructieve behandeling). De letters onder of boven elke boxplot zijn significantieletters: de behandelingen die geen significantieletter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-poisson of quasipoisson distributie). Elke grijze stip vertegenwoordigt het resultaat voor één kooi (replicaat).

3.3.8.3 Conclusie

Orius laevigatus, *Neoseiulus cucumeris* en *Traneisus montdorensis* hielden de vandatripspopulatie in Phalaenopsis onder controle. *Franklinothrips vespiformis* slaagde er daarentegen niet in de groei van de vandatripspopulatie te stoppen. Het is nog niet duidelijk waarom, aangezien we veel *F. vespiformis*-volwassenen en nimfen in de planten aantreffen, wat aantoont dat ze zich goed in het gewas vestigden. *Franklinothrips vespiformis* is echter mogelijk minder mobiel dan *O. laevigatus* of *N. cucumeris* en *T. montdorensis*, wat misschien verklaart waarom ze meer moeite hadden de vandatrips onder controle te houden. Hoewel we zeer goede resultaten behaalden met *O. laevigatus*, *N. cucumeris* en *T. montdorensis*, is het belangrijk om te onthouden dat we ze wekelijks en in grote aantallen in de kooien introduceerden. En toch vonden we er maar heel weinig terug in de planten. De uitdaging is nu om de vestiging van Orius-wantsen of roofmijten in Phalaenopsis te ondersteunen om het aantal introducties en de kosten ervan te verminderen.

3.3.9 *Dichromothrips corbetti*-Phalaenopsis proef 2: *Orius laevigatus* met bankerplanten (Augustus-Oktober 2023)

We hebben in het vorige experiment gezien dat *O. laevigatus* een goede kandidaat is tegen *D. corbetti*. *Orius laevigatus* vestigt zich echter niet goed in Phalaenopsis. We hebben het effect van bankerplanten en aanvullende voeding getest om de vestiging ervan in dit gewas te ondersteunen.

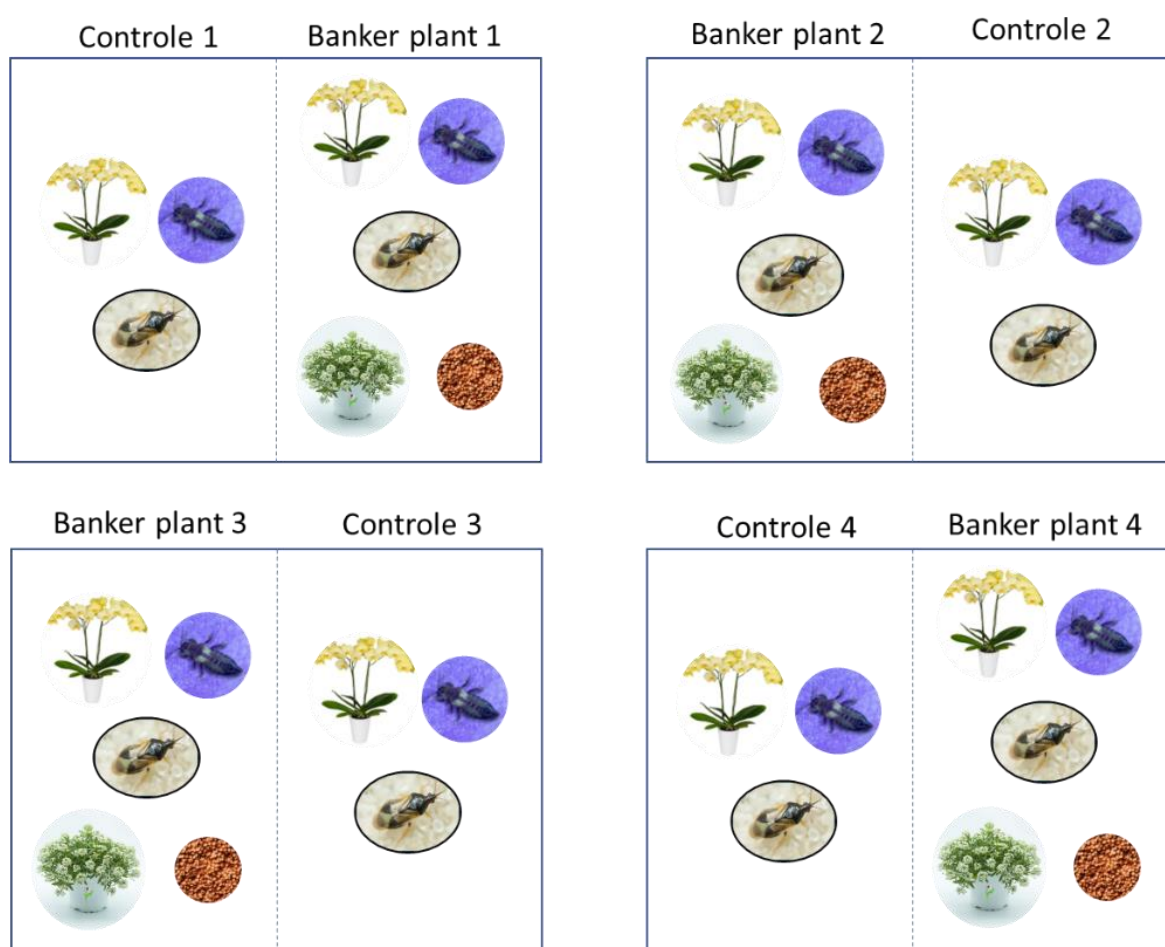
3.3.9.1 Materialen en methoden

Lobularia maritima is een goede waardplant voor *O. laevigatus*, die het kan gebruiken als ovipositieplaats en zich kan voeden met het stuifmeel in de bloemen. In dit experiment hebben we het potentieel van de roofwants *O. laevigatus* tegen *D. corbetti* getest in 2 verschillende behandelingen:

- Bankerplant (*Lobularia maritima*) + Artemia-cysten
- Controle: zonder bankerplant en Artemia-cysten

Voor dit experiment hebben we 4 grote insectenkooien (3.8x2.6x2.5m) in een kas gebruikt (Figuur 63 links). Elke kooi was verdeeld in 2 gelijke compartimenten, gescheiden door 2 lagen vliesdoek. In elk compartiment plaatsten we 20 *Phalaenopsis* planten (Ferrara, Figuur 63 midden). In één compartiment per kooi plaatsten we één banker plant (*Lobularia maritima*) midden tussen de 20 *Phalaenopsis*-planten (Figuur 63 rechts). Elke week voegden we 3 sticky notes met verse *Artemia*-cysten (oppervlakte van ongeveer 6,5 cm x 1,3 cm per sticky note bedekt met *Artemia*) toe aan de bankerplant om *O. laevigatus* te voeden. In het tweede compartiment van elke kooi hebben we geen bankerplant of *Artemia* toegevoegd. In totaal waren er 8 compartimenten: 4 herhalingen per behandeling (Figuur 62).

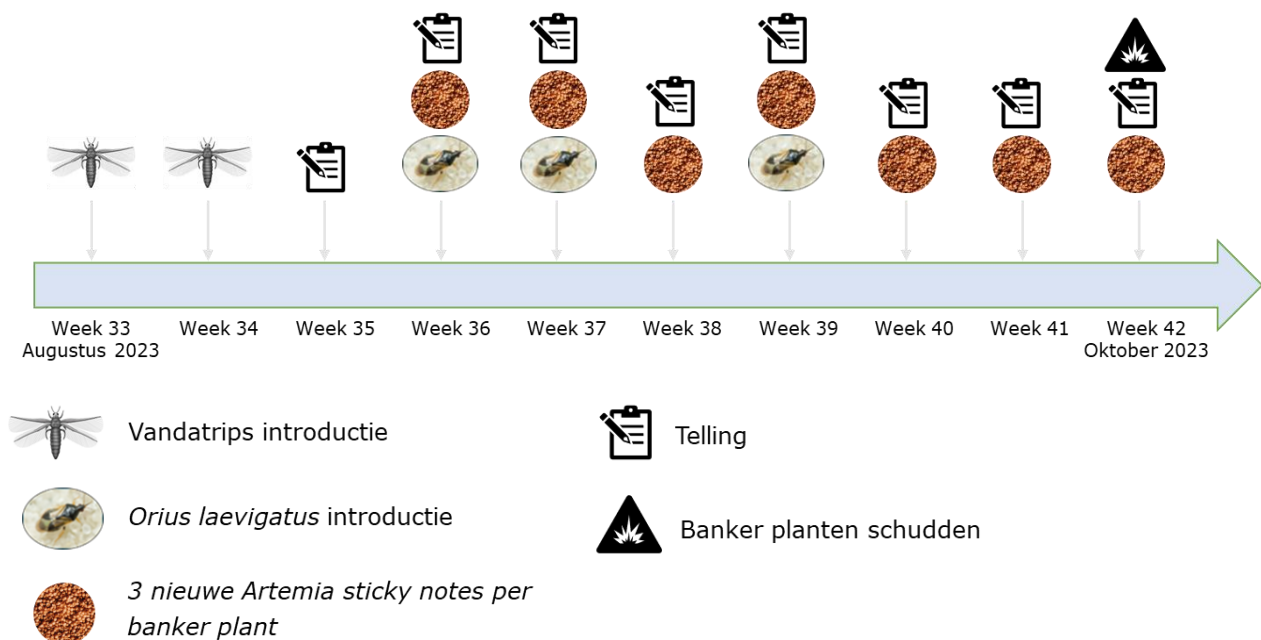
In week 33 en 34 hebben we respectievelijk 25 en 20 vandatrips per compartiment geïntroduceerd (Figuur 64). In week 36, 37 en 39 introduceerden we respectievelijk 8, 6 en 20 *Orius laevigatus* per compartiment. Voor elke introductie van *O. laevigatus* introduceerden we 50% vrouwtjes en 50% mannetjes. Van week 35 tot en met week 42 telden we wekelijks de aantallen vandatrips volwassenen, larven en *O. laevigatus* (adulten en nimfen) per compartiment. Na de laatste telling hebben we de 4 bankerplanten boven een witte bak uitgeschud om het aantal *O. laevigatus* te tellen.



Figuur 62 Combinaties van behandelingen in het experiment met vandatrips, *O. laevigatus* en banker planten in *Phalaenopsis*.



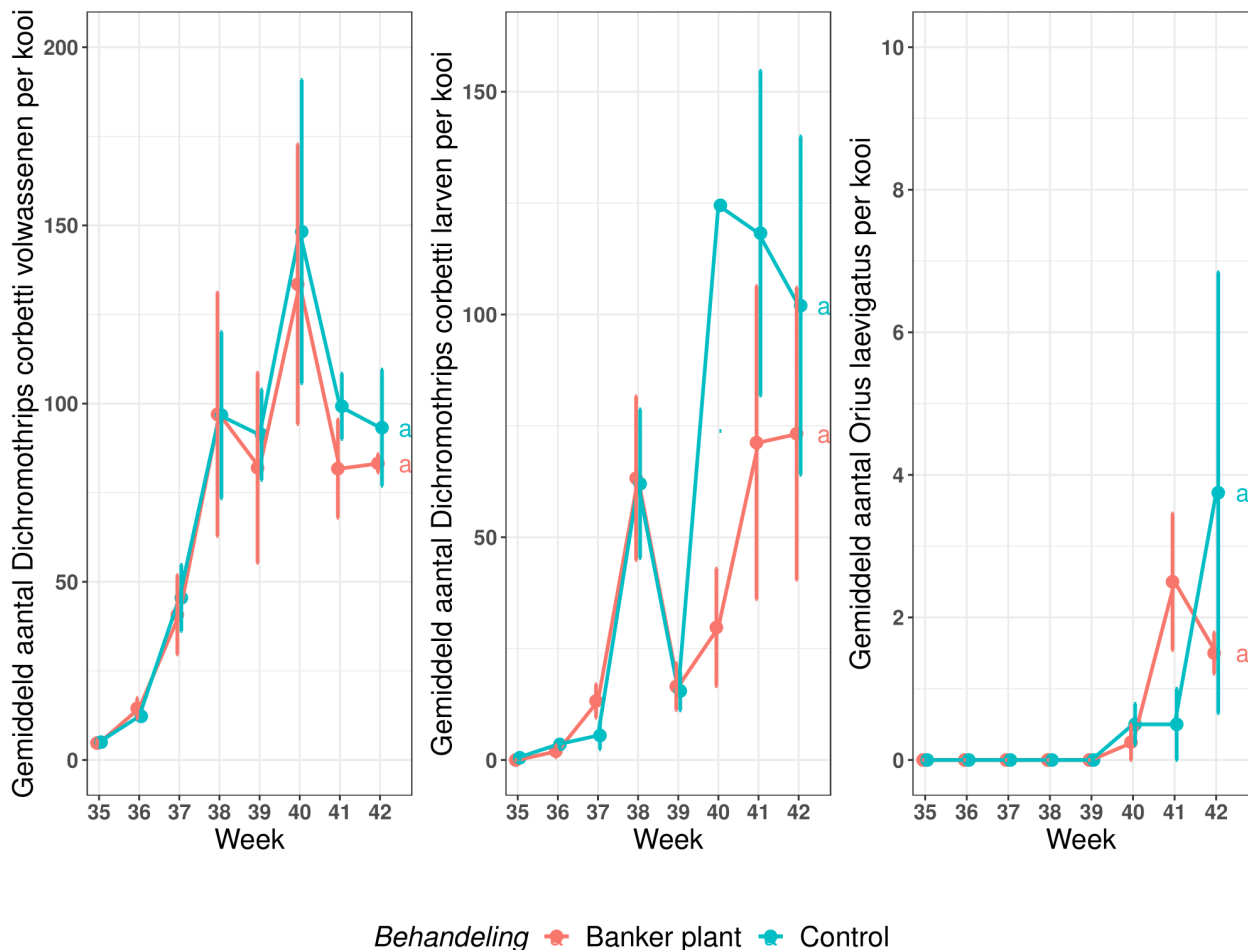
Figuur 63 Links: Grote kooien die in het experiment werden gebruikt. Midden: één compartiment met 20 *Phalaenopsis* planten in een kooi. Rechts: één bankerplant midden tussen de *Phalaenopsis* planten in de "bankerplant + *Artemia*" behandeling.



Figuur 64 Tijdlijn van het *Phalaenopsis* proef 2 van Augustus tot Oktober 2023.

3.3.9.2 Resultaten

Er was geen significant effect van de "Bankerplant + *Artemia*" behandeling op het aantal vandatrips of *O. laevigatus* (Figuur 65). Aan het einde van de proef was het aantal volwassen vandatrips en larven hoog in beide behandelingen (tussen 83 en 93 volwassenen en tussen 73 en 102 larven per compartiment in week 42). Het aantal *O. laevigatus* was bij beide behandelingen echter zeer laag (tussen 1,5 en 3,7 per compartiment in week 42). We hebben pas in week 40 een groot verschil tussen de twee behandelingen waargenomen, waarbij het aantal vandatrips-larven in de Controlebehandeling veel hoger was dan in de bankerplantbehandeling (29 larven per compartiment in de bankerplantbehandeling, 124 larven per compartiment in de Controle). Dit verschil verdween echter in week 41 en 42 toen het aantal larven in de bankerplantbehandeling weer toenam. Toen we in week 42 de bankerplanten schudden, vonden we in de bankerplanten slechts 2 *Orius laevigatus* nimfen uit 2 verschillende compartimenten (1 nimf per compartiment).



Figuur 65 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Dichromothrips corbetti* volwassenen, larven en *Orius laevigatus* per kooi voor 2 behandelingen: Bankerplant (*Lobularia maritima*) + *Artemia* cysten, Control (zonder bankerplant en *Artemia*). De letters aan het einde van elke curve geven significante verschillen tussen de behandelingen weer: de behandelingen die geen letter gemeen hebben, zijn significant verschillend (GLM-quasipoisson distribution, $p < 0.05$).

3.3.9.3 Conclusie

In dit experiment is het ons niet gelukt de vestiging van *Orius laevigatus* in *Phalaenopsis* te verbeteren. Tijdens de drie *O. laevigatus*-introducties die we deden, zagen we dat velen van hen direct wegvlogen van de planten naar de bovenkant van de kooien. Het lijkt erop dat ze later niet meer bij de planten zijn teruggekomen. *Orius laevigatus* legde eieren in de *Phalaenopsis*-planten en de bankerplanten aangezien we op beide *Orius*-nimfen aantreffen. De *Orius*-populatie groeide echter niet genoeg om de vandatrips-populatie onder controle te houden. Het kan zijn dat het aantal bankerplanten per compartiment niet hoog genoeg was. Bovendien waren onze bankerplanten jong en hadden ze niet veel bloemen, waardoor ze mogelijk minder aantrekkelijk waren voor *Orius*. Tenslotte weten we dat de *Phalaenopsis* planten 3 weken voordat we met de proef begonnen zijn bespoten met chemische bestrijdingsmiddelen tegen trips. Deze chemische behandelingen hadden waarschijnlijk een negatief effect op de eerste vandatrips die we in week 33 in de planten introduceerden (velen van hen stierven). Ook kunnen ze een negatief effect hebben gehad op de door ons geïntroduceerde *Orius*, waardoor de *Phalaenopsis* planten minder aantrekkelijk voor hen zijn geworden. Het is nog te vroeg om te concluderen dat *Orius laevigatus* zich in *Phalaenopsis* niet kan vestigen met bankerplanten en *Artemia*-cysten. Er zou meer onderzoek moeten worden gedaan met verschillende bankerplanten en waarschijnlijk naar het negatieve effect van chemische pesticiden tegen tripsen op de populaties van *Orius laevigatus*.

3.3.10 *Chaetanaphothrips orchidii*-Snijanthurium proef 1: 2 natuurlijke vijanden (Oktober-December 2023)

3.3.10.1 Materialen en methoden

In dit experiment testten we het potentieel van 2 natuurlijke vijanden tegen *Chaetanaphothrips orchidii*: de roofmijt *Amblydromalus limonicus* en de rooftrips *Franklinothrips vespiformis*.

We hebben 2 behandelingen getest:

- Behandeld: *A. limonicus* + *F. vespiformis* + Artemia
- Controle (alleen trips)

We gebruikten 3 herhalingen (kooien) voor de behandeling 'Behandeld' en één herhaling voor de controlebehandeling. Per kooi hebben we 16 Anthuriumplanten (soort Extase) geplaatst.

In de eerste week van het experiment (week 40) introduceerden we 9 volwassenen en 24 larven van *C. orchidii* per kooi (Figuur 66). In week 42 hebben we 100 *A. limonicus* en 4 sticky notes met Artemia per kooi geïntroduceerd in de kooien van de behandeling 'Behandeld'. Vervolgens plaatsten we tijdens het hele experiment elke week 4 nieuwe Artemia-sticky notes per kooi (behalve in de controlekooi). In week 43 hebben we 5 *F. vespiformis* per kooi uitgezet voor de behandeling 'Behandeld'. Omdat het moeilijk was om de populaties van *C. orchidii* in de kooien vast te stellen, hebben we deze trips nog eens 3 keer geïntroduceerd:

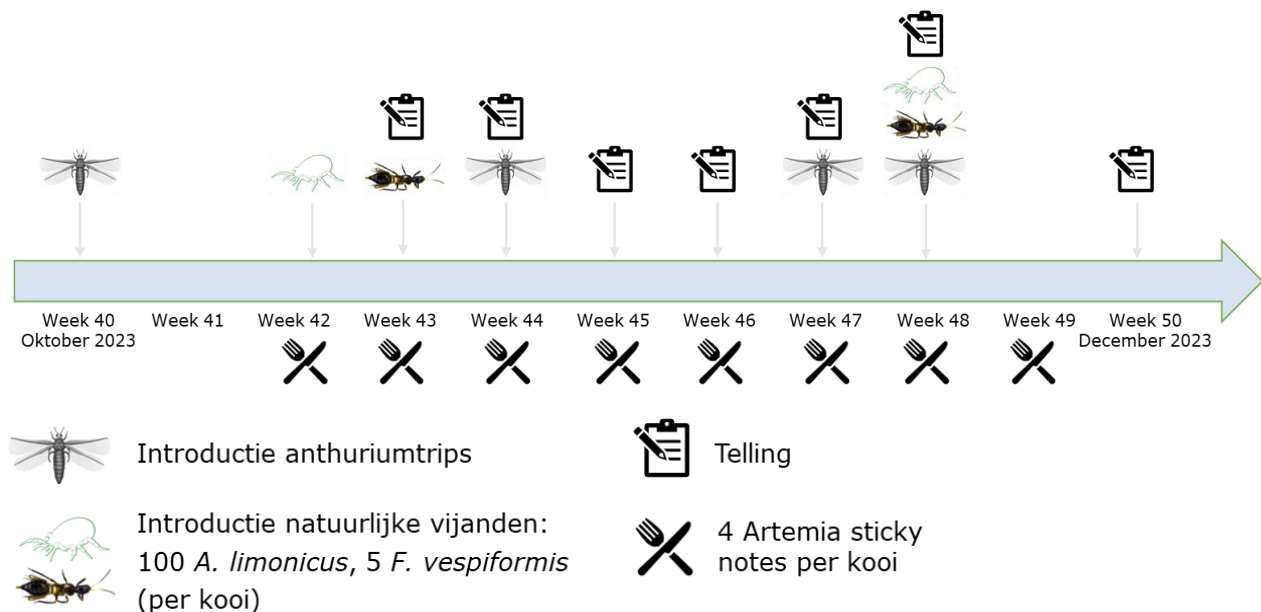
Week 44: ongeveer 10 volwassenen en 45 larven per kooi.

Week 47: ongeveer 6 volwassenen en 30 larven per kooi.

Week 48: ongeveer 3 volwassenen en 35 larven per kooi.

In week 48 hebben we weer de natuurlijke vijanden in de 'Behandeld' kooien geïntroduceerd:

100 *A. limonicus* en 5 *F. vespiformis* per kooi. Vanaf week 43 tot en met week 50 telden we wekelijks het aantal tripsvolwassenen, larven, *A. limonicus* en *F. vespiformis* op 10 bladeren per kooi.



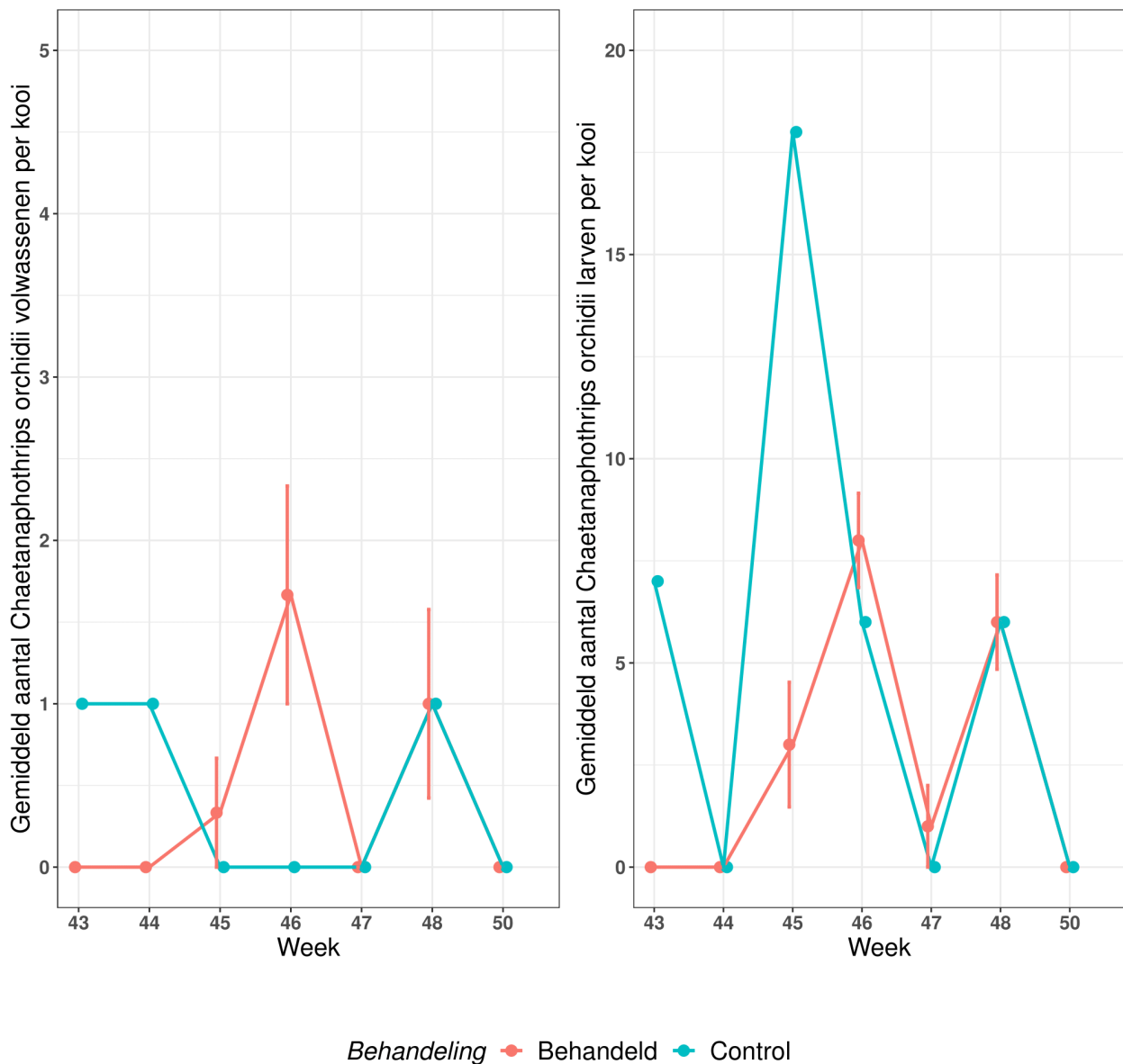
Figuur 66 Tijdlijn van het Snijanthurium proef 1 van Oktober tot december 2023.

3.3.10.2 Resultaten

Het is ons niet gelukt om met succes een *C. orchidii*-populatie in onze kooien te vestigen (Figuur 67). Het aantal *C. orchidii* volwassenen en larven per kooi bleef gedurende het hele experiment zeer laag (minder dan 2 volwassenen en 10 larven per kooi in de laatste 4 weken van de proef), zelfs in de controlekooi, ondanks de herhaalde trips introducties (in totaal werden er 134 larven en 28 volwassenen per kooi geïntroduceerd).

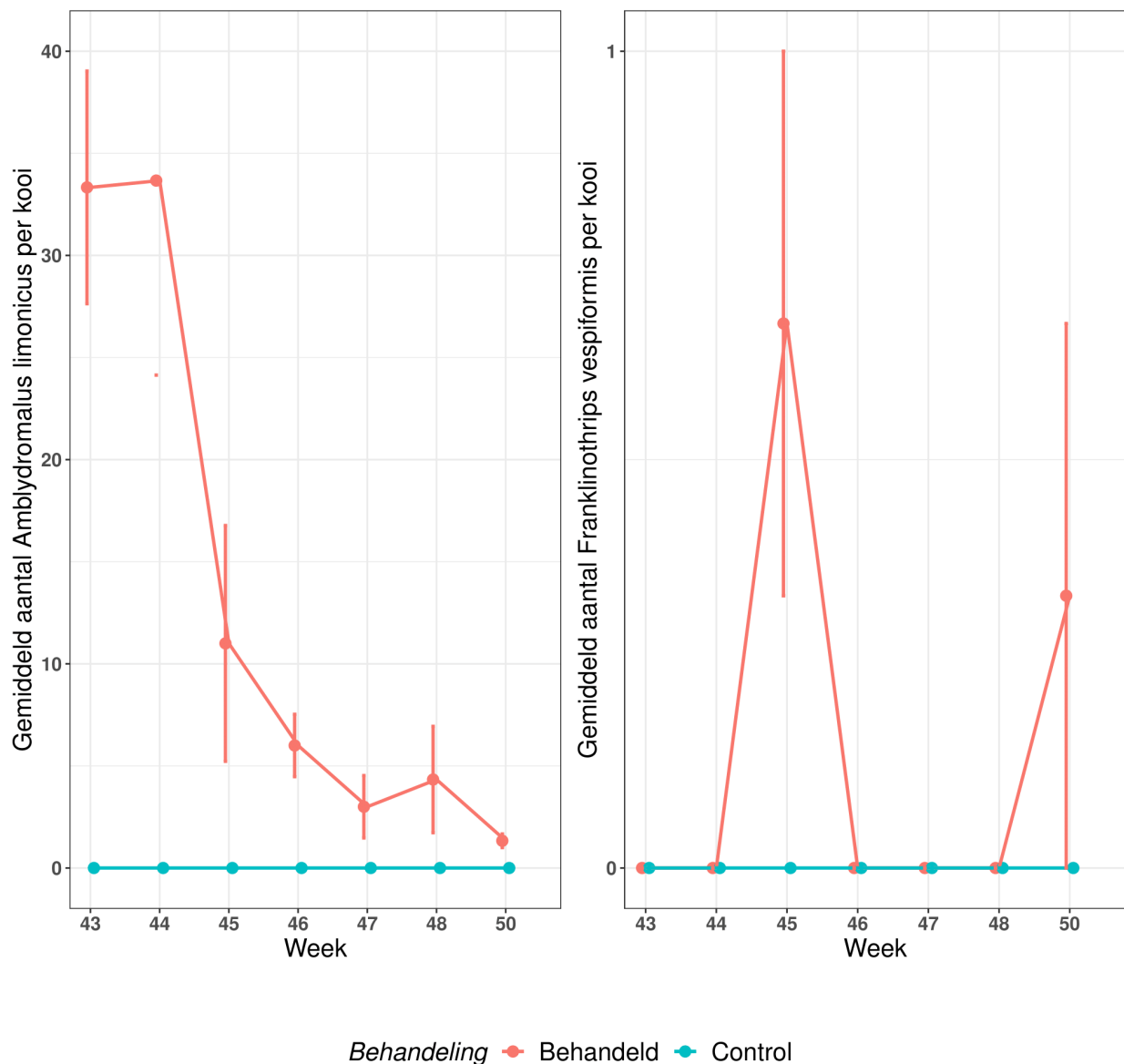
We hebben geen statistische analyse van de resultaten uitgevoerd, omdat we voor de controlebehandeling slechts één herhaling hadden. Redelijkerwijs kunnen we echter stellen dat er geen verschil lijkt te bestaan in het aantal trips tussen de controle- en de 'Behandeld'-behandeling. Pas in week 45 zien we verschil, toen we 18 tripslarven in de controlekooi en 8 tripslarven in de kooien met de natuurlijke vijanden waarnamen.

In de laatste 4 weken van het experiment waren zeer weinig trips en zeer weinig tripsschade zichtbaar op de bladeren van de planten. Waarschijnlijk zat de trips dieper in de planten, in de schachten.



Figuur 67 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *Chaetanaphothrips orchidii* adulten en larven per kooi voor 2 behandelingen: *A. limonicus* + *F. vespiformis*, Control (alleen trips).

Wat de natuurlijke vijanden betreft, troffen we in de eerste 3 weken van het experiment veel *A. limonicus* aan in de Behandeld-kooien (Figuur 68). Het aantal *A. limonicus* in de kooien bleef echter van week 46 tot en met 50 zeer laag, ondanks een nieuwe introductie in week 48. In de planten troffen we nauwelijks *F. vespiformis* aan (minder dan 1 per kooi). De 2 predatoren hadden waarschijnlijk moeite om zich te vestigen vanwege de lage aantallen trips die beschikbaar waren op de planten, ondanks de aanvullende voeding van Artemia.



Figuur 68 Gemiddeld aantal ($\pm$ SE) *A. limonicus* en *F. vespiformis* per kooi voor 2 behandelingen: *A. limonicus* + *F. vespiformis*, Control (alleen trips).

3.3.10.3 Conclusie

Dit experiment laat zien hoe lastig het is om in Anthurium een stabiele *C. orchidii*-populatie op te bouwen en de trips in dit gewas te vinden. Ze blijven niet zoals pepertrips op het blad en de bloemen zitten, maar juist dieper in de plant, tussen de stengel en de bladeren (schacht).

Het feit dat we in oktober met deze proef zijn gestart, heeft mogelijk ook een rol gespeeld in de langzame ontwikkeling van de tripspopulatie. Waarschijnlijk zijn ze langzaam in een winterslaap terechtgekomen. Daarom hebben we besloten het experiment te verlengen en te wachten tot begin voorjaar 2024 voordat we de natuurlijke vijanden weer gaan toepassen. Voorlopig kunnen we niet concluderen of *A. limonicus* en *F. vespiformis* effectief zijn tegen *C. orchidii* in snijanthurium.

Om de natuurlijke vijanden te helpen zich efficiënter in de planten te vestigen, hadden we Artemia-cysten boven de planten kunnen spuiten in plaats van ze op sticky notes te verspreiden, waardoor ze beter over de planten verspreid werden en toegankelijker voor de predatoren.

4 Conclusies

Trips behoort tot de snelst groeiende groep invasieve soorten ter wereld. Verschillende kenmerken kunnen dit invasieve succes verklaren: trips zijn klein (1-2 mm) en verblijven meestal in afgesloten ruimtes (thigmotaxis), waardoor ze moeilijk te detecteren zijn door mensen of predatoren. Ook hebben ze een korte levenscyclus, een hoge reproductiesnelheid en hebben tripsvrouwtjes geen bevruchting nodig om eieren te leggen (parthenogenese). Tripseieren worden in het plantenweefsel gelegd, waardoor ze goed beschermd zijn tegen pesticidensprays en predatoren. Ten slotte heeft trips het vermogen om detectie door predatoren te vermijden door groepen te vormen waarin individuen door anderen worden verborgen (cryptisch gedrag) en kunnen ze snel resistentie tegen insecticiden ontwikkelen. Al deze kenmerken, gecombineerd met de toegenomen mondialisering van de handel, maken exotische tripssoorten bijzonder succesvolle invasieve soorten. In Nederland zijn al veel invasieve tripssoorten aanwezig, waaronder de 4 soorten die in dit project zijn onderzocht. Ook moeten we ons voorbereiden op de komst van nieuwe exoten de komende jaren, bijvoorbeeld *Scirtothrips dorsalis* (uit Azië) of *Scirtothrips aurantii* (uit Zuid-Afrika), die in Spanje zijn aangetroffen.

Tijdens dit onderzoeksproject over invasieve trips hebben we in 3 jaar tijd 5 laboratoriumexperimenten en 12 kasexperimenten uitgevoerd (Figuur 69). Naast de experimenten kweekten we 4 tripssoorten en werkten we met 3 verschillende gewassen (Anthurium, lelie, Phalaenopsis). Aan het begin van dit project was er beperkte informatie beschikbaar over deze 4 tripssoorten. Dit onderzoeksproject heeft de fundamentele en praktische kennis over de 4 invasieve tripssoorten in sierteeltgewassen in de kas vergroot. Dit is weer een stap in de richting van de ontdekking van effectieve biologische bestrijdingsstrategieën tegen invasieve trips.

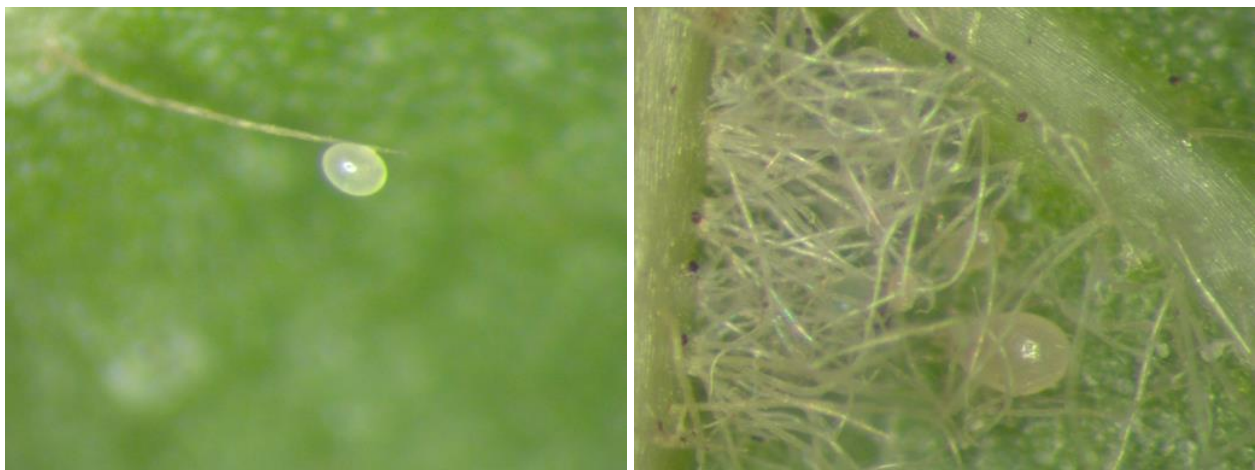
		2021	2022	2023
Labproeven	Ontwikkelingstijd			
	Predatiecapaciteit van <i>T. parvispinus</i> en <i>T. setosus</i> tegen roofmijteieren			
	Aanvullende voedselbehandelingen met <i>T. parvispinus</i>			
	Evaluatie van natuurlijke vijanden			
	Entomopathogene schimmels tegen <i>T. parvispinus</i> en <i>T. setosus</i>			
Kasproeven	Verpoppingsgedrag			
	Voorkeur van <i>T. parvispinus</i> voor specifieke Anthuriumvariëteiten			
	<i>T. parvispinus</i> -Potanthurium kasproef 1			
	<i>T. parvispinus</i> -Potanthurium kasproef 2			
	<i>T. parvispinus</i> -Potanthurim kasproef 3			
	<i>T. parvispinus</i> -Potanthurium kasproef 4			
	<i>T. setosus</i> -Lelie kasproef 1			
	<i>T. setosus</i> -Lelie kasproef 2			
	<i>T. setosus</i> -Lelie kasproef 3			
	<i>D. corbetti</i> -Phalaenopsis kasproef 1			
	<i>D. corbetti</i> -Phalaenopsis kasproef 2			
	<i>C. orchidii</i> -Snijanthurium kasproef 1			

Figuur 69 Synthese van de laboratorium- en kasproeven uitgevoerd tijdens het PPS-project Invasieve trips (2021-2024).

***Thrips parvispinus* (pepertrips)**

De pepertrips heeft een snelle ontwikkelingstijd (circa 14 dagen bij 25,6 °C) en is zeer actief, waardoor het een bijzonder lastig te bestrijden plaag is. Bij Anthuriumpplanten verpopt hij zich vooral aan de basis van de plant (tussen de stengels en de basis van de jonge bladeren) en in de grond. Ons onderzoek heeft een aantal belangrijke punten aan het licht gebracht:

- Pepertrips heeft een duidelijke **voorkeur voor enkele specifieke potanthuriummassen**. De verschillen in besmettingsniveau en schade tussen rassen zijn zeer groot. Dit onderwerp zou verder onderzocht moeten worden om te begrijpen wat sommige soorten veel aantrekkelijker maakt voor pepertrips dan andere, en waarom pepertrips moeite hebben om te overleven bij sommige soorten en niet bij andere. Deze kennis zou kunnen helpen te begrijpen hoe pepertrips naar vallen kunnen worden gelokt of uit gevoelige gewassen kunnen worden geweerd.
- Onze resultaten geven aan dat het gebruik van **aanvullende voeding** (pollen, Artemia, prooimijten) voor roofmijten op korte termijn geen sterk positief effect heeft op pepertrips populaties. Het lijkt daarom veilig om aanvullende voeding te gebruiken zonder het risico dat de ontwikkeling van pepertrips populaties wordt gestimuleerd.
- Het werkzaamheidsniveau van **entomopathogene schimmels** tegen volwassen pepertrips en larven (op de plant) of poppen (in de grond en de basis van de plant) is nog niet duidelijk. In het laboratorium zijn ze deels effectief tegen volwassen pepertrips, maar in kasomstandigheden is de werkzaamheid nog niet bewezen. Meer onderzoek naar verschillende schimmelsoorten wordt momenteel uitgevoerd in een ander PPS-project (onder leiding van Gerben Messelink). Dit onderzoek zou kunnen leiden tot een beter begrip van de omstandigheden die entomopathogene schimmels nodig hebben om volledig effectief te zijn en van de meest aangepaste schimmelsoorten tegen trips. Ook is het interessant om te onderzoeken of sommige tripssoorten een schimmelinfectie kunnen voorkomen door zichzelf schoon te maken of via hun immuunsysteem.
- **Roofmijten van de familie Phytoseiidae** zoals *Transeius montdorensis* zijn goede natuurlijke vijandkandidaten tegen pepertrips. We hebben echter waargenomen dat populaties roofmijten moeite hebben zich te vestigen in Anthuriumpplanten. Het is algemeen bekend dat morfologische eigenschappen van planten een sterk effect kunnen hebben op de verspreiding en overvloed van predatoren. **Bladharen** zoals **trichomen of domatia** zijn zeer belangrijke structuren voor deze roofmijten: ze gebruiken ze als ovipositieplaatsen en schuilplaatsen tegen predatoren en barre klimatologische omstandigheden (English-Loeb et al., 2002; Walter et al., 1992; Figuur 70). De afwezigheid van haren op Anthuriumbaladeren heeft een negatief effect op roofmijten, die deze harige structuren nodig hebben om zich goed te kunnen vestigen. Voor vervolgonderzoek is het interessant te kijken hoe de vestiging van roofmijten op gladbladige planten verbeterd kan worden.



Figuur 70 Links: Ei van *Amblyseius swirkii* op een bladhaar. Rechts: *Bladdomatium* van *Viburnum tinus* met verschillende stadia van *A. swirkii*.

- Volwassenen en larven van pepertrips kunnen prederen op **roofmijteieren**, maar ze lijken dit maar beperkt te doen en veel minder dan de Californische trips. Dit zou de werkzaamheid van roofmijten dus niet moeten beperken.
- De **interacties tussen pepertrips en andere tripssoorten** (zoals bijvoorbeeld *Frankliniella occidentalis*, de Californische trips) zijn interessant om te bestuderen, omdat ze gevolgen kunnen hebben voor de dynamiek van tripspopulaties. Sommige tripssoorten zijn omnivoren en eten naast planten ook levende prooien.
- **Spinnen** zijn ook predatoren van pepertrips. In ons Demokas 2030 (potanthurium compartiment) zijn ze in hoge dichtheden aanwezig en prederen ze trips en bladluizen. In ons nieuwe PPS-project zal meer onderzoek worden gedaan naar de potentie van spinnen tegen trips ("Biologische plaagbestrijding 2.0 - nieuwe bestrijders en technieken", 2024 tot 2027, onder leiding van Ada Leman en Sophie Le Hesran).
- Ten slotte zijn we ook geïnteresseerd in het potentieel van **nieuwe natuurlijke vijanden** tegen *T. parvispinus*.

***Thrips setosus* (Japanse bloementrips)**

Thrips setosus heeft een ontwikkelingstijd van 16,8 dagen bij 25 °C en is iets minder actief dan pepertrips. Bij lelieplanten verpoft hij zich voornamelijk in de grond.

- De **roofmijt *Transeius montdorensis*** is een effectieve natuurlijke vijand tegen *T. setosus*. De vestiging van *T. montdorensis* in lelie is succesvol met behulp van Artemia-cysten. We hebben de geschiktheid van Typha stuifmeel als aanvullend voedsel voor *T. montdorensis* bij lelie niet getest, maar we verwachten ook een positief effect van stuifmeel op de vestiging van dit predator in het gewas. In ons experiment gaf de toevoeging van bodemroofmijten met *T. montdorensis* aan het gewas geen betere beheersing van de *T. setosus*-populaties, vergeleken met alleen *T. montdorensis*.
- *Thrips setosus* volwassenen en larven kunnen prederen op **roofmijteieren**, maar ze lijken dit maar beperkt te doen en veel minder dan de Californische trips. Dit zou de werkzaamheid van roofmijten dus niet moeten beperken.
- Net als bij pepertrips, het werkzaamheidsniveau van **entomopathogene schimmels** tegen *T. setosus* volwassenen en larven is nog niet duidelijk. Ook over de werkzaamheid van **nematoden** tegen *T. setosus* poppen in de bodem konden we niets concluderen. We missen nog steeds belangrijke kennis over de optimale klimaatomstandigheden voor verschillende entomopathogene schimmelsoorten en hun werkzaamheid tegen trips. Dit wordt momenteel onderzocht in een ander PPS-project (PPS LWV22042).
- Ons advies aan lelie telers is om ***T. montdorensis* zakjes** te gebruiken in combinatie met **aanvullende voeding** (Artemia-cysten of stuifmeel) tegen *T. setosus*. 1 zakje per vierkante meter, iedere 3 tot 4 weken vernieuwen, en wekelijks verse Artemia of pollen. We hebben laten zien dat deze strategie effectief is.

***Dichromothrips corbetti* (vandatrips)**

Dichromothrips corbetti heeft een vrij snelle ontwikkelingstijd (15,3 dagen bij 24 °C). Net als *T. setosus* is hij minder actief dan pepertrips. Bij Phalaenopsis-planten verpoft hij zich vooral aan de basis van de bladeren.

- **Roofmijten van de familie Phytoseiidae en *Orius laevigatus*-roofwantsen** zijn effectief tegen *D. corbetti*. Ze vestigen zich echter nog steeds niet goed in Phalaenopsis-planten. De belangrijkste onderzoeksvraag is nu: hoe kunnen we de **vestiging** van roofmijten en Oriuswantsen in Phalaenopsis-kassen ondersteunen? Dit gaan we onderzoeken in ons nieuwe PPS-project ("Biologische plaagbestrijding 2.0 - nieuwe bestrijders en technieken", 2024 tot 2027, onder leiding van Ada Leman en Sophie Le Hesran).
- We zijn ook geïnteresseerd in het potentieel van **spinnen** als predatoren van *D. corbetti* in Phalaenopsis. Dit aspect zal ook onderzocht worden in ons nieuwe PPS-project.

***Chaetanaphothrips orchidii* (anthuriumtrips)**

In vergelijking met de andere 3 hierboven genoemde tripssoorten heeft *Chaetanaphothrips orchidii* een zeer langzame ontwikkelingstijd (32,5 dagen bij 25 °C).

- Deze trips is lastig te bestrijden vanwege zijn positie in Anthuriumplanten: ze verblijven op verborgen plaatsen in de plant die moeilijk toegankelijk zijn voor predatoren.
- Rooftrips (*Franklinothrips vespiformis*) en roofmijten (*Amblydromalus limonicus*) zijn goede potentiële natuurlijke vijanden tegen deze trips, maar moeten regelmatig en in grote aantallen worden geïntroduceerd. De uitdaging hier is om ze op de lange termijn in het gewas te vestigen, om de noodzaak voor nieuwe introducties te verminderen.

Literatuur

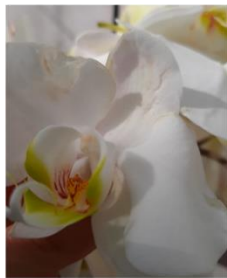
- Ain, Q., Mohsin, A. U., Naeem, M., & Shabbir, G. (2021). Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, on *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) populations in different onion cultivars. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31, 1-8.
- Ansari, M. A., Brownbridge, M., Shah, F. A., & Butt, T. M. (2008). Efficacy of entomopathogenic fungi against soil-dwelling life stages of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in plant-growing media. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127, 80-87.
- Arthurs, S. P., Aristizábal, L. F., & Avery, P. B. (2013). Evaluation of entomopathogenic fungi against chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis*. *Journal of Insect Science*, 13.
- Buitenhuis, R., & Shipp, J. L. (2008). Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *Journal of applied entomology*, 132, 86-88.
- DeAngelis, J. D., Sether, D. M., & Rossignol, P. A. (1993). Survival, development, and reproduction in western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) exposed to impatiens necrotic spot virus. *Environmental Entomology*, 22, 1308-1312.
- English-Loeb, G., Norton, A. P., & Walker, M. A. (2002). Behavioral and population consequences of acarodomatia in grapes on phytoseiid mites (Mesostigmata) and implications for plant breeding. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104(2-3), 307-319.
- Faraji, F., Janssen, A., & Sabelis, M. W. 2002: Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. *Ecological Entomology*, 27, 660-664.
- Gelman, A., Jakulin, A., Pittau, M. G., & Su, Y. S. (2008). A weakly informative default prior distribution for logistic and other regression models. *Annals of Applied Statistics*, 2, 1360-1383.
- Hulshof, J., Ketoja, E., & Vänninen, I. (2003). Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 108, 19-32.
- James, R. R., Croft, B. A., Shaffer, B. T., & Lighthart, B. (1998). Impact of temperature and humidity on host-pathogen interactions between *Beauveria bassiana* and a coccinellid. *Environmental Entomology*, 27, 1506-1513.
- Kirk, W. D., & Terry, L. I. (2003). The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5, 301-310.
- Kope, H. H., Alfaro, R. I., & Lavallée, R. (2008). Effects of temperature and water activity on *Lecanicillium spp.* conidia germination and growth, and mycosis of *Pissodes strobi*. *BioControl*, 53, 489-500.
- Kumm, S., & Moritz, G. (2010). Life-cycle variation, including female production by virgin females in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 134, 491-497.
- Leman, A., & Messelink, G. J. (2015). Supplemental food that supports both predator and pest: a risk for biological control?. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 511-524.
- Levine, J. M. (2008). Biological invasions. *Current Biology*, 18, R57-R60.
- Luz, C., Fargues, J. Temperature and moisture requirements for conidial germination of an isolate of *Beauveria bassiana*, pathogenic to *Rhodnius prolixus* (1997). *Mycopathologia* 138, 117-125.
- Magalhaes, S., Janssen, A., Montserrat, M., & Sabelis, M. W. (2005). Host-plant species modifies the diet of an omnivore feeding on three trophic levels. *Oikos*, 111, 47-56.
- Mantel, W. P., & Vrie, M. (1988). A contribution to the knowledge of Thysanoptera in ornamental and bulbous crops in the Netherlands. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 23, 301-311.
- Mishra, S., Kumar, P., & Malik, A. (2015). Effect of temperature and humidity on pathogenicity of native *Beauveria bassiana* isolate against *Musca domestica* L. *Journal of parasitic diseases*, 39, 697-704.
- Morse, J. G., & Hoddle, M. S. (2006). Invasion biology of thrips. *Annu. Rev. Entomol.*, 51, 67-89.
- Mound, L. A., Wang, Z., Lima, É. F., & Marullo, R. (2022). Problems with the concept of "pest" among the diversity of pestiferous thrips. *Insects*, 13, 61.
- Park, Y. G., & Lee, J. H. (2020). Life history characteristics of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), under fluctuating conditions of temperature or relative humidity. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23, 606-611.

-
- Pijnakker, J., Scholte-Wassink, G. M., Kok, L. W., van Leeuwen, G., & Ramakers, P. M. J. (2007). Screening van natuurlijke vijanden van orchideetrips in snij-anthurium. Wageningen UR Glastuinbouw.
- Pijnakker, J., Overgaag, D., Guilbaud, M., Vangansbeke, D., Duarte, M., & Wäckers, F. (2019). Biological control of the Japanese flower thrips *Thrips setosus* Moulton (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouse ornamentals. IOBC-WPRS Bull, 147, 107-112.
- Prabaningrum, L., Sastrosiswojo, S., & Rubiati, T. (1999). Efficacy of *Amblyseius cucumeris* in controlling *Thrips parvispinus* and *Polyphagotarsonemus latus* on hot pepper communities. Jurnal Hortikultura (Indonesia).
- Prabaningrum, L., Moekasan, T. K., Udiarto, B. K., Den Belder, E., & Elings, A. (2008). Integrated pest
- Roy, H. E., & Pell, J. K. (2000). Interactions between entomopathogenic fungi and other natural enemies: implications for biological control. Biocontrol Science and Technology, 10, 737-752.
- Steiner, M. Y., Spohr, L. J., & Goodwin, S. (2011). Relative humidity controls pupation success and dropping behaviour of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae). Australian journal of entomology, 50, 179-186.
- Subramaniam, M. S. R., Babu, A., & Deka, B. (2021). *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) Zare & Gams, as an efficient biocontrol agent of tea thrips, *Scirtothrips bispinosus* Bagnall (Thysanoptera: Thripidae). Egyptian journal of biological Pest Control, 31, 1-14.
- Teulon, D. A. J., & Penman, D. R. (1991). Effects of temperature and diet on oviposition rate and development time of the New Zealand flower thrips, *Thrips obscuratus*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 60, 143-155.
- Trichilo, P. J., & Leigh, T. F. 1986: Predation on spider mite eggs by the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), an opportunist in a cotton agroecosystem. Environmental Entomology, 15, 821-825.
- Vidal, C., Fargues, J., Rougier, M., & Smits, N. (2003). Effect of air humidity on the infection potential of hyphomycetous fungi as mycoinsecticides for *Trialeurodes vaporariorum*. Biocontrol Science and Technology, 13, 183-198.
- Walstad, J. D., Anderson, R. F., & Stambaugh, W. J. (1970). Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae*). Journal of Invertebrate pathology, 16, 221-226.
- Walter, D. E., & O'Dowd, D. J. (1992). Leaf morphology and predators: effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). Environmental Entomology, 21(3), 478-484.

Bijlage 1 Schadecategorieën gebruikt om bladschade veroorzaakt door *Thrips parvispinus* in potanthurium-planten te kwantificeren

	<u>Categorie 0</u> 0%	<u>Categorie 1</u> 1-20%	<u>Categorie 2</u> 20-50%	<u>Categorie 3</u> 50-80%	<u>Categorie 4</u> 80-100%
Geen Schade					

Bijlage 2 Schadecategorieën gebruikt om bloemschade veroorzaakt door *Dichromothrips corbetti* in Phalaenopsis-planten te kwantificeren

	Categorie 0	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3	Categorie 4
	0%	1-20%	20-50%	50-80%	80-100%
Geen schade					

Bijlage 3 Foto's van verschillende levensfasen van *Thrips parvispinus* en *Thrips setosus*

	<i>Thrips parvispinus</i>	<i>Thrips setosus</i>
L1 larve		
L2 larve		
Voorpop (rechts) en Pop (links)		
Volwassen vrouwtje		
Volwassen mannetje		

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1284

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.