

Verslag 2005

Bodemvruchtbaarheid

bemestingsstrategie voor vruchtbare en levende bodem



**Willemijn Cuijpers & Geert-Jan van der Burgt (LBI)
Wim Voogt & Aat van Winkel (WUR)**

Dit verslag is tot stand gekomen binnen het Biokas project, en mede mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van het ministerie van LNV, Rabobank en het LIB.

Bodem en bemesting; verslag Biokas 2005

Auteurs:

Willemijn Cuijpers (LBI)

Geert-Jan van der Burgt (LBI)

Wim Voogt (WUR)

Aat van Winkel (WUR)

Met aanvullende bijdragen van:

Frans Smeding (LBI) (bodemleven)

Jan Bokhorst (LBI) (bodemstructuur)

Eiri Kaku (student WUR) (Fusarium)

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen. De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl

© 2007 Louis Bolk Instituut

Bodem en bemesting; verslag Biokas 2005

LBI publicatienummer LB16

Zoektermen: glasgroente, bodem, bemesting, voedselweb

Dit rapport kan als PDF-bestand opgehaald worden van www.louisbolk.nl en van www.biokennis.nl

Inhoud

Samenvatting	3
Inleiding	4
1. Mineralenbalansen	5
2. Praktijktoets bemestingsrichtlijn 2005	10
3. Bodemstructuur	23
4. Bodemleven en ziekteverendheid	25
4.1. Bodemvoedselweb	25
4.2. Ziekteverendheid tegen <i>Fusarium oxysporum</i>	34
4.3. Mycorrhiza kolonisatie	38
4.4. Regenwormen	40
5. Database meststoffen	42
6. Communicatie	44
Bijlagen:	
1. Samenvatting mineralenbalansen alle bedrijven	46
2. Mineralenbalansen per bedrijf	49
3. Metingen van Stikstof, Kalium en EC per bedrijf	65
4. Analyse bodemleven	72
5. Voedselweb analyse per bedrijf	74
6. Regenwormen per bedrijf	78

Samenvatting

Van 2002 tot eind 2005 is door het Louis Bolk Instituut onderzoek verricht op zeven biologische glasgroente bedrijven. Dit verslag heeft betrekking op met name 2005, maar waar nodig zijn ook eerdere onderzoeksresultaten in dit verslag verwerkt.

Een belangrijk onderwerp was bemesting en mineralenbalansen, en de toepassing van de nieuw ontwikkelde bemestingsrichtlijn en adviesbasis om bemesting en gewasbehoefte beter op elkaar af te stemmen. Hoewel de spreiding tussen de bedrijven groot is blijkt er in de loop van vier jaar een duidelijke afname van het mineralenoverschot te hebben plaatsgevonden. Toepassing van de bemestingsrichtlijn heeft de overschotten teruggebracht zonder de opbrengst negatief te beïnvloeden. Het aandeel van de voorraadbemesting kan nog verder worden teruggebracht zonder de organische stof voorziening van de bodems in gevaar te brengen. Hierdoor wordt het nog beter mogelijk vraag en aanbod van mineralen op elkaar af te stemmen, wat gezien de toch nog aanwezige overschotten van met name stikstof en fosfaat zeker nog nodig is. De kennis over hulp meststoffen is toegenomen en deze kennis is verwerkt in de database meststoffen.

Geconcludeerd wordt dat toepassing van bemestingsrichtlijn verder bevorderd moet worden.

De bodemstructuur 0-25 cm is op de meeste bedrijven verbeterd in de loop van vier jaar. Waarschijnlijk speelt de hoge toevoer van organische stof daar een grote rol bij. Problematisch is in een aantal gevallen de slechte structuur van de ondergrond (25-50 cm) en de scherpe overgang van bovengrond naar ondergrond.

Van de bedrijven zijn voedselwebdiagrammen opgesteld en er is een hypothetische indeling in typen voedselwebben gemaakt. Er blijken inderdaad onderscheidbare typen voedselwebben te bestaan, gekoppeld aan type bedrijfsvoering. Zowel deze koppeling als de functionaliteit van de typen voedselwebben verdient verder onderzoek.

In een potproef is de ziekteverendheid van een groot aantal kasgronden onderzocht met *Fusarium* als toets. Er traden significante verschillen tussen gronden naar voren. De resultaten zijn gecorreleerd aan bedrijfsvoering, waarbij bleek dat bodems van zogenaamde “extensieve” bedrijven over het algemeen een grotere ziekteverendheid hebben dan bodems van “intensieve” bedrijven. Dit valt deels samen met wel/niet stomen van de grond.

De mycorrhiza bezetting van kasgewassen is laag tot afwezig. Alleen bedrijven waar nooit gestoomd is hebben mycorrhiza's, op een uitzondering na. Of mycorrhiza's onder kasomstandigheden een wezenlijke rol kunnen vervullen zou nader onderzocht moeten worden.

De regenwormenpopulaties zijn het grootst op bedrijven waar niet gestoomd wordt, maar er zijn ook bedrijven met regenwormen die wel stomen, en vice versa.

Inleiding

In 2005 is het onderzoek naar bodemkwaliteit, bemesting en mineralenhuishouding van de biologische bedekte teelten voortgezet en tot een voorlopige afronding gebracht. Daarvan wordt hier verslag uitgebracht. Het betreft voornamelijk de verslaggeving van het uitgevoerde onderzoek in 2005. Voor de onderwerpen ‘mineralenbalans’ en ‘bodemstructuur’ betreft het ook een samenvatting van de resultaten over vier jaar onderzoek in de biologische bedekte teelten.

Het aantal bedrijven waar voor de verschillende onderwerpen waarnemingen verricht zijn verschilt per onderwerp.

De volgende onderwerpen komen aan de orde:

1. Mineralenbalansen
2. Praktijkttoets bemestingsrichtlijn 2005
3. Bodemstructuur.
4. Bodemleven en ziekteverendheid
 - 4.1. Bodemvoedselweb
 - 4.2. Ziekteverendheid tegen *Fusarium oxysporum*
 - 4.3. Mycorrhiza kolonisatie
 - 4.4. Regenwormen
5. Database meststoffen
6. Communicatie

Per onderwerp worden de werkwijze, de resultaten en de discussie daarover weergegeven.

Om de privacy van de deelnemende bedrijven te waarborgen wordt in dit rapport uitsluitend met bedrijfscodes (letters) gewerkt.

Naast dit verslag is voor alle deelnemende bedrijven een map samengesteld met de bedrijfsspecifieke resultaten.

1. Mineralenbalansen 2002-2005

Willemijn Cuijpers (LBI), Geert-Jan van der Burgt (LBI), Wim Voogt (WUR), Aat van Winkel (WUR)

Werkwijze

Een samenvattende tabel van de mineralenbalansen van alle bedrijven staat in bijlage 1.

De mineralenbalansen per bedrijf zijn opgenomen in bijlage 2. Van alle bedrijven worden de resultaten in bijlage 2 op twee manieren weergegeven.

Per bedrijf geeft de linker tabel ('jaarbalans') de mineralenbalans op jaarbasis weer: alle bemestingen die voor deze teelt zijn toegepast aan de aanvoerkant, en de totale gewasopname (geogste vrucht + blad gedurende teelt + plant einde teelt) aan de afvoerkant. Hierbij is gebruik gemaakt van metingen van mineraleninhoud die verricht zijn aan product, geplukt blad en planten einde teelt. Aangezien het continue oogstprocessen zijn is op regelmatige tijden bemonsterd en zijn mengmonsters samengesteld (bladafval) danwel analysecijfers gemiddeld (geogst product). Per bedrijf en per jaar betreft dat verschillende aantallen monsters. Van de gepresenteerde cijfers zit de grootste onzekerheid in die van het bladafval. Het bladafval is voor een aantal situaties berekend op basis van regelmatig van de grond opgeraapt afval, en dat was al deels aan het afbreken.

De rechter tabel ('beschikbaar-N') gaat in op de stikstofbeschikbaarheid. Hierin wordt bij "aanvoer" gerekend met de N-min bij aanvang van de teelt, de snel beschikbare stikstof uit meststoffen en de langzamere stikstofmineralisatie uit diverse bronnen. N-min einde teelt is als voorraadpost opgenomen; deze stikstof is immers niet verloren gegaan. Bij de berekening van de mineralisatie zijn de volgende aannames gehanteerd:

- Van de hulpmeststoffen wordt verondersteld dat de stikstof daaruit volledig tijdens de teelt vrijkomt. Dit resulteert in een kleine overschatting van de stikstofbeschikbaarheid in het jaar van toediening. De nawerking in volgende jaren wordt op nul gesteld, terwijl er echter een geringe nawerking verwacht mag worden. Deze over- en onderschatting compenseren elkaar gedeeltelijk.
- Van de basisbemesting (dierlijke mest, compost) wordt verondersteld dat de daarin aanwezige minerale N volledig direct beschikbaar is.
- De mineralisatie van de diverse organische stof componenten in de bodem is berekend binnen het computerprogramma "bemestingsrichtlijn" (methode MINIP (B. Jansen)). Daarbij is gecorrigeerd voor de lengte van de teeltduur, variërend van 7 tot 11 maanden. Het betreft de componenten bodem organische stof, historische bemesting, gewasresten van voorgaande teelt en bemesting van dit jaar.
- Om overlap tussen mineralisatie uit bodem organische stof enerzijds en historische bemesting anderzijds te minimaliseren is uitgegaan van 3 jaar historische bemesting (tevens het maximale aantal jaren historische bemesting in het programma bemestingsrichtlijn) en de gemeten organische stof van april 2002. Bij bedrijven die rond aanvang 2002 een zware organische (compost)gift hadden toegepast is het organische stof gehalte daarop naar beneden bijgesteld.
- Een van de parameters in het model is de initial age van de bodem organische stof. Deze initial age van de kasbodems is meerdere malen gemeten (2 tot 4 keer). Deze uitslag heeft uit de aard der zaak betrekking op een mengsel van (ouder) bodem organische stof en (recente) organische bemesting. In het model wordt de stikstoflevering uit bodemorganische stof en die van recent uitgevoerde bemestingen ("historische bemesting") separaat uitgerekend. Indien voor de bodem organische stof de gemeten initial age gebruikt zou worden zou dat een dubbeltelling betekenen van de historische bemesting, omdat die impliciet in de gemeten initial age verrekend zit en expliciet in "historische bemesting". Voor de initial age van de bodem organische stof is in het model gebruik gemaakt van de gemiddelde waarde van de metingen per bedrijf, vermeerderd met 2 om daarmee overlap met historische bemesting te minimaliseren. Deze verhoging met 2 komt voort uit enkele modelberekeningen (vergelijkingen met en zonder historische bemesting), maar het blijft een inschatting.
- In geen van de berekeningen is rekening gehouden met geplukt blad bij tomaat dat tijdens de teelt op de grond komt en daar mineraliseert. Hoewel de vertering snel kan gaan is onbekend hoe effectief de benutting van de daaruit vrij komende nutriënten is. Het weglaten van deze

stroom betekent dus een in grootte onbekende onderschatting van de beschikbare nutriënten. Voor de balansberekening is dit echter niet van belang omdat de post balansneutraal is.

Daarnaast moet nog het volgende worden opgemerkt wat betreft de aansluiting van de mineralisatiebalansen van jaar tot jaar.

- De mineralisatiebalansen sluiten in de opvolgende jaren niet naadloos op elkaar aan. Aan het einde van de teelt wordt de balans opgemaakt inclusief N-min einde teelt. De aanvang van de volgende teelt ligt enkele weken tot enkele maanden later. Op dat moment is de beginwaarde N-min weer gemeten. In de periode tussen de twee teelten kan zowel mineralisatie als verlies opgetreden zijn. Gezien de omstandigheden van dat moment – lage temperatuur, geen watergiften – zullen deze processen op een laag pitje staan. Alleen in geval van spoelen van de grond kan aanzienlijke uitspoeling optreden, maar die zou dan zichtbaar worden in een sterke afname van de N-min gaande van ‘einde teelt’ naar ‘begin nieuwe teelt’.
- Er kan enige overlap in het cijfermateriaal zitten. Indien de N-min meting ‘aanvang teelt’ plaatsvond nadat de basisbemesting was toegediend wordt de minerale stikstof in de mest twee keer meegeteld, namelijk zowel bij de mest zelf als bij de bodemvoorraad.

Resultaten: Stikstof

De in de bijlage afgedrukte balansen zijn zeer geschikt voor een analyse toegespitst op de betreffende bedrijven. Ze lenen zich echter niet voor een algemene beschouwing omdat de bedrijfsvoering en teeltplannen van de afzonderlijke bedrijven te variabel zijn. Om toch op algemeen niveau uitspraken te kunnen doen zijn de cijfers per jaar gemiddeld. De samenvatting van de jaarbalsen voor stikstof staat in tabel 1. Het betreft de gemiddelden van de zeven onderzochte bedrijven, waarbij dus cijfers van verschillende teelten (tomaat, paprika etc) gemiddeld zijn. Dat kan de verhouding van jaar tot jaar vertekenen. Tomaat vraagt meestal meer stikstof dan paprika, dus als er een jaar is met relatief veel tomatenteelt op de zeven bedrijven drijft dat de gewasbehoefte op.

In de vier gepresenteerde jaren liggen de gemiddelde gewasopnames redelijk bij elkaar in de buurt. De spreiding tussen de bedrijven is groot.

Tabel 1. Gemiddelde N gewasbehoefte, toegediende stikstof uit voorraadbemesting, toegediende stikstof uit hulpmeststoffen en berekend overschot, gemiddelde per jaar van zeven bedrijven. Alle getallen in kg ha⁻¹. Tussen haakjes de minimum en maximum waarde

Jaar	Gewasbehoefte	N uit voorraadbemesting	N uit hulpmeststoffen	Overschot
2002	763 (452/1263)	892 (276/3178)	582 (335/1096)	711 (215/2667)
2002*		581 (276/739)		400 (215/591)
2003	638 (371/1012)	439 (198/739)	659 (216/1142)	460 (254/747)
2004	781 (382/1179)	382 (136/903)	550 (316/1042)	151 (-507/681)
2005	765 (584/976)	312 (0/937)	531 (117/954)	78 (-389/898)

)* Cijfermateriaal gecorrigeerd voor éénmalige extreme compostgift bij bedrijf E.

De gemiddelde gewasbehoefte varieert van 638 tot 781 kg N per hectare. Per bedrijf en per teelt loopt de gewasbehoefte veel verder uiteen (zie ook bijlage 2). Gewasbehoefte is berekend als totale N-opname in het hele groeiseizoen in de hele plant; op een aantal bedrijven wordt een deel daarvan (geplukt blad) niet afgevoerd. Zie daarvoor hoofdstuk 2: praktijktoets bemestingsrichtlijn 2005.

De N uit toegediende hulpmeststoffen loopt gemiddeld uiteen van 531 tot 659. Beide hebben geen duidelijk verloop van 2002 naar 2005. De N uit voorraadbemesting loopt gemiddeld uiteen van 312 tot 892. Hierbij moet worden opgemerkt dat de hoge waarde in 2002 wordt veroorzaakt door een eenmalige reparatiebemesting met compost op bedrijf E. Indien deze gift in de berekening wordt vervangen door 1000 kg N uit compost (ongeveer 1/3 van de werkelijke gift; dat is iets hoger dan de hoogste voorraadbemesting van alle bedrijven in alle jaren) zien de cijfers er uit zoals in de cursieve regel achter 2002*. Nu varieert de N uit voorraadbemesting van 312 tot 581 waarbij duidelijk sprake is van een consequent dalende lijn, niet vertekend door de eenmalige reparatiebemesting. Het berekende overschot laat daardoor ook een duidelijk dalende tendens zien.

Om na te gaan hoe ver de voorraadbemesting omlaag kan is een modelberekening gemaakt met NDICEA 4.59.2. Hierbij stond niet de stikstoflevering centraal maar het in stand houden van een gewenst percentage organische stof. Hierbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- Gewenst in stand houden 5% bodem organische stof in bodemlaag 0-25 cm.
- Gestookte teelt van tomaat van eind december tot begin november
- Geplukt tomatenblad wordt op de grond achtergelaten: 10.000 kg d.s. met 90% organische stof, 3% N in droge stof en een initial age van 0,99
- Gewasresten einde teelt worden in de grond gewerkt: 8000 kg d.s. met 90% organische stof, 2,5% N in droge stof en een initial age van 1,2
- Toediening van compost met 65% droge stof, 20% organische stof, 4,5 kg N per ton verse compost en een initial age van 3,4
- Wortelresten en organische stof toevoer door hulp meststoffen wordt buiten beschouwing gelaten.

Onder deze aannames is jaarlijks 50 ton compost nodig met daarin 225 kg N om 5% bodem organische stof in 0-25 cm in stand te houden. Paprika en komkommer hebben kleinere gewasresten dan tomaat. In het rekenvoorbeeld verzorgt de compost 74% van de blijvende organische stof voorziening en de gewasresten de overige 26%. Acht ton meer compost kan aldus de aanzienlijk lagere gewasresten (tot 50%) van paprika of komkommer compenseren.

In 50 ton van deze compost zit 225 kg stikstof. Dat is veel minder dan de gewasbehoefte. Indien de bodem organische stof in evenwicht verkeert wordt jaarlijks ook 225 kg stikstof gemineraliseerd. Dat is dan de niet-stuurbare stikstof, die echter bij een passende bedrijfsvoering grotendeels benut kan worden. De aanvullende benodigde stikstof kan – lees: moet – dan uit hulp meststoffen verkregen worden

Conclusies, stikstof:

- Tijdens de vier onderzoeksjaren lijkt het stikstofoverschot terug te lopen. Dit wordt met name veroorzaakt door teruglopende toediening van voorraadbemesting en niet door grotere gewasafvoer of verminderde toevoer van hulp meststoffen.
- De opbrengst lijdt hier niet onder, deels omdat er in de beginjaren mogelijk onnodig veel stikstof gegeven is, en deels omdat investering in bodem organische stof zijn effect heeft gehad. Eerder toegediende stikstof komt pas later tot werking, en cumulatief werkt dat sterk door.
- Voor de instandhouding van het gewenste percentage organische stof is een jaarlijkse compost- of mestgift noodzakelijk, maar deze gift kan lager liggen dan het niveau waarop de teelten nu gemiddeld uitkomen.
- Compensatie voor deze verminderde compost- of mestgift door extra hulp meststoffen te geven blijkt in veel gevallen niet nodig vanwege het ruime overschot. Echter er kon bij deze balansmethode geen denitrificatie – en uitspoelings verlies berekend worden. Uit ander onderzoek blijkt dat dit soms aanzienlijk is.
- Balansberekeningen waarbij mineralisatie als uitgangspunt wordt genomen in plaats van aan- en afvoer op jaarbasis kunnen ondersteuning bieden aan de telers bij het opstellen van bemestingsplannen. Bij het opstellen van een bemestingsplan moet met de (deels onvermijdbare) verliezen via denitrificatie en uitspoeling wel rekening worden gehouden..

Resultaten: fosfor

De balansen per bedrijf staan in bijlage 2.

In tabel 2 is voor P de samenvatting van de balansen gegeven, met gemiddelde cijfers en spreiding per jaar. Er is wederom gecorrigeerd voor de eenmalige reparatiebemesting in 2002 op bedrijf E (zie onder Resultaten: stikstof).

Tabel 2. Gemiddelde P gewasbehoefte, toegediende fosfor uit voorraadbemesting, toegediende fosfor uit hulpmeststoffen en berekend overschot, gemiddelde per jaar van zeven bedrijven. Alle getallen in kg ha⁻¹. Tussen haakjes minimum en maximum waarde.

Jaar	Gewasbehoefte	P uit voorraadbemesting	P uit hulpmeststoffen	Overschot
2002	109 (61/186)	219 (118/684)	72 (0/195)	182 (26/617)
2002		157 (118/183)		120 (26/192)
2003	99 (48/172)	119 (58/183)	117 (0/432)	136 (-40/444)
2004	121 (41/203)	124 (40/366)	95 (7/163)	98 (-49/332)
2005	106 (67/134)	84 (0/303)	54 (0/163)	33 (-68/235)

De gemiddelde P-behoefte varieert van 99 tot 121 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Per bedrijf per teelt loopt de behoefte veel sterker uiteen (zie ook bijlage 2). Gewasbehoefte is berekend als totale P-opname in het hele groeiseizoen in de hele plant; op een aantal bedrijven wordt een deel daarvan (geplukt blad) niet afgevoerd. Zie daarvoor hoofdstuk 2: praktijktoets bemestingsrichtlijn 2005.

Er is sprake van een in de tijd afnemend overschot aan P, wat voor een groot deel samenhangt met de teruglopende jaarlijkse gemiddelde voorraadbemesting (zie onder Resultaten: stikstof). Ook de hoeveelheid P uit hulpmeststoffen lijkt afgenomen, al is dat veel minder duidelijk. Niettemin is ook in 2005 nog sprake van een fosfaatoverschot, zowel absoluut (33 kg P ha⁻¹) als relatief ten opzichte van de gewasbehoefte (31% overschot).

Indien de voorraadbemesting teruggebracht zou worden tot 50 ton compost ha⁻¹ jaar⁻¹ (zie bij stikstof) met een P₂O₅-gehalte van 2,1 kg ton⁻¹ versgewicht zou daarmee 105 kg P₂O₅ gegeven worden, oftewel 45 kg P. Dat is aanzienlijk lager dan momenteel met voorraadbemesting gegeven wordt en aanzienlijk lager dan de P-behoefte. Er is dus voldoende speelruimte om de voorraadbemesting terug te brengen en de P-balans met hulpmeststoffen aan te vullen. Gezien echter de door de bemestingshistorie veelal zeer hoge P niveau's in de bodem bij alle bedrijven is het niet nodig P via hulpmeststoffen aan te voeren. Verzorging van de bodemstructuur, pH, bewortelingspotentieel en bodemlevenactiviteit kunnen er voor zorgen dat de aanwezige fosfaat ook daadwerkelijk beschikbaar komt voor de gewassen.

Conclusies: fosfor

- Tijdens de vier onderzoeksjaren lijkt het fosfaatoverschot terug te lopen. Dit wordt met name veroorzaakt door teruglopende toediening van voorraadbemesting en misschien door verminderde toevoer uit hulpmeststoffen, en niet door grotere gewasafvoer.
- De opbrengst lijdt niet onder deze afname omdat er nog steeds sprake is van een overschot. Bodemanalyses (hier niet gepresenteerd) wijzen ook op een hoge voorraad en beschikbaarheid van fosfaat..
- Instandhouding van het bodem organische stof gehalte met compost brengt aanzienlijk minder fosfaat mee dan de gewasbehoefte. Hiermee wordt ruimte gecreëerd voor verlaging van de vaak zeer hoge P-toestand in de bodem. Het verdient daarbij aanbeveling te zoeken naar hulpmeststoffen met zo laag mogelijk P. .
- Het uitputten van het in de loop der tijd ontstane P-niveau in de grond door een jaarlijks tekort op de P-balans is uitvoerig onderzocht in de gangbare teelt en biedt zeker perspectief..

Resultaat: kalium

De balansen per bedrijf staan in bijlage 2.

In tabel 3 is voor K de samenvatting van de balansen gegeven, met gemiddelde cijfers per jaar en tussen haakjes de spreiding. Er is wederom gecorrigeerd voor de eenmalige reparatiebemesting in 2002 op bedrijf E (zie onder Resultaten: stikstof).

Tabel 3. Gemiddelde gewasbehoefte, toegediende kalium uit voorraadbemesting, toegediende kalium uit hulpmeststoffen en berekend overschot, gemiddelde per jaar van zeven bedrijven. Alle getallen in kg ha⁻¹. Tussen haakjes de minimum en maximum waarde.

Jaar	Gewasbehoefte	K uit voorraad	K uit hulpmst	Overschot
2002	1200 (670/2182)	1005 (490/3037)	592 (107/1907)	396 (-689/3392)
2002		714 (490/934)		105 (-689/212)
2003	976 (534/1734)	563 (183/934)	817 (0/1986)	404 (-198/1186)
2004	1233 (572/1668)	405 (171/939)	460 (33/1059)	-368 (-863/521)
2005	1132 (796/1657)	359 (0/1089)	384 (24/817)	-389 (-1136/212)

De gemiddelde K-behoefte varieert van 976 tot 1233 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Per bedrijf per teelt loopt de behoefte veel sterker uiteen (zie bijlage 2). Gewasbehoefte is berekend als totale K-opname in het hele groeiseizoen in de hele plant; op een aantal bedrijven wordt een deel daarvan (geplukt blad) niet afgevoerd. Zie daarvoor hoofdstuk 2: praktijktoets bemestingsrichtlijn 2005.

Er is sprake van grote verschillen over de jaren: twee jaren van overschotten worden gevolgd door twee jaren met flinke tekorten. Dit is voor het grootste deel te wijten aan de teruglopende jaarlijkse gemiddelde voorraadbemesting.

Indien de voorraadbemesting teruggebracht zou worden tot 50 ton compost ha⁻¹ jaar⁻¹ (zie bij resultaten stikstof) met een K₂O-gehalte van 4,5 kg ton⁻¹ versgewicht zou daarmee 225 kg K₂O gegeven worden, oftewel 172 kg K. Dat is aanzienlijk lager dan momenteel met voorraadbemesting gegeven wordt. Er is dus enerzijds voldoende speelruimte en anderzijds noodzaak om de K-balans met hulpmeststoffen aan te vullen.

Conclusies: kalium

- Tijdens de vier onderzoeksjaren lopen de kalium overschotten / tekorten ver uiteen.. Dit wordt veroorzaakt door zowel teruglopende toediening van voorraadbemesting als door verminderde toevoer uit hulpmeststoffen, en niet door grotere gewasafvoer.
- De opbrengst lijkt niet onder deze fluctuaties en afname geleden te hebben, maar mogelijk heeft de vruchtkwaliteit er wel onder geleden. Afhankelijk van verleden en type grondsoort moet de kaliumbalans wel in de gaten worden gehouden.
- Instandhouding van het bodem organische stof gehalte met compost brengt aanzienlijk minder kalium mee dan de gewasbehoefte. Er is dus voldoende ruimte en zelfs noodzaak voor aanvullende K-bemesting.

Algemene conclusies mineralenbalans

- Er is sprake van sterke overschotten die echter in de loop van vier jaar gemiddeld flink afnemen
- Het aandeel van voorraadbemesting ten opzichte van hulpmeststoffen is afgenomen en kan nog verder omlaag zonder dat de organische stof voorziening van de bodem in gevaar komt.
- Door deze afname van de voorraadbemesting kan de inzet van hulpmeststoffen groter worden, waarmee de mogelijkheden om gericht op de behoefte van het systeem (de samenhang van gewas, historie, bodemsituatie en watergift) te bemesten sterk toenemen. De teeltsituatie kan zo worden geoptimaliseerd en overschotten kunnen daardoor verder teruggebracht worden.
- De balans in termen van N-beschikbaarheid vergroot het inzicht in de stikstofstromen en is een bruikbaar instrument voor verfijning van de (N-)bemesting.

2. Praktijktoets bemestingsrichtlijn 2005

Willemijn Cuijpers (LBI), Geert-Jan van der Burgt (LBI), Wim Voogt (WUR), Aat van Winkel (WUR)

Werkwijze bemestingsrichtlijn

In 2005 is het computerprogramma 'Bemestingsrichtlijn biologische kasteelten' getest door zeven innovatiebedrijven; in 2004 was dat het geval voor twee bedrijven. Voorafgaand aan de teelt zijn de bemestingsplannen doorgesproken met de telers. Vervolgens is met behulp van de bemestingsrichtlijn het originele bemestingsplan doorgerekend en aangepast om evenwicht in de N- en K-balans te bereiken. Per bedrijf zijn twee proefvakken aangelegd, waarbij in één proefvak volgens het originele plan bemest is, en in één proefvak volgens het met behulp van de richtlijn aangepaste plan. In beide proefvakken zijn gedurende de teelt de nutriëntengehaltes (stikstof en kalium) en EC in de grond gemeten. Indien mogelijk is in beide proefvakken afzonderlijk de opbrengst bepaald. Daarnaast is een schatting gemaakt van de gewasafvoer tijdens de teelt en is de afvoer van plantmateriaal aan het eind van de teelt gemeten. Op één bedrijf (bedrijf D) is een proefvak aangelegd met de speciale doelstelling de piek in stikstof aan het begin van de teelt te verlagen of kwijt te raken. Dat werd beoogd door niet direct aan het begin van de teelt snelwerkende hulp meststoffen toe te dienen maar gefaseerd tijdens de teelt.

Resultaten bemestingsrichtlijn

Bij alle gepresenteerde bedrijven gaat het om de gegevens van 2005. Om alle gegevens die betrekking hebben op de bemestingsrichtlijn bij elkaar te hebben worden van bedrijf E en N ook de gegevens van 2004 weergegeven.

Evenals in de mineralenbalansen van bijlage 2 is sprake van twee presentaties: de jaarbalans en de mineralisatie-balans. Die staan hieronder telkens in aparte tabellen weergegeven.

Naast een balansbenadering is op de bedrijven de feitelijke beschikbaarheid van mineralen regelmatig gemeten. Dat wordt bij de bespreking betrokken. De grafieken met de meetwaarden staan in bijlage 3. In de tabellen is sprake van "Standaard" en "Bemestingsrichtlijn". Met "standaard" wordt bedoeld het bemestingsregime zoals het dat jaar door de teler voor dat gewas is toegepast. Dat is dus per bedrijf verschillend. Met "bemestingsrichtlijn" wordt bedoeld het bemestingsregime zoals dat door de bemestingsrichtlijn is uitgerekend. Ook dit is dus per bedrijf verschillend. Het bemestingsregime op basis van het toepassen van de bemestingsrichtlijn kwam bij alle bedrijven uit op een lagere bemesting dan "standaard".

Bedrijf B

Gewas: Trostomaat

Opbrengstverwachting: 45 kg m^{-2}

Schatting afvoer op basis van opbrengstverwachting: $921 \text{ kg N ha}^{-1} - 253 \text{ kg P ha}^{-1} - 1595 \text{ kg K ha}^{-1}$

Behaalde opbrengst: 37 kg m^{-2} .

Uiteindelijk is er geen onderscheid aangebracht tussen "standaard" en "bemestingsrichtlijn". De beide geplande bijbemestingen in de "standaard" (juni en juli 2005) bleken niet nodig te zijn en zijn dus niet uitgevoerd. In het voorjaar waren er teeltproblemen. Dit heeft tot een lager dan verwachte totaalopbrengst geleid. Dit probleem had evenwel niets te maken met de stikstofhuishouding.

Tabel 4 A. Jaarbalans mineralen bedrijf B (kg ha^{-1})

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN					
Mest	kg/ha	N	P	K	
Compost	78.400	353	31	273	
Farmers'house	2.735	240	25	85	
Monterra Malt 9-1-4	1.172	105	5	39	
Patentkali	500	0	0	125	
Aanvoer		698	60	522	
Afvoer		958	128	1657	
Balans		- 259	- 68	- 1.136	

Tabel 4 B. Balans N-mineralisatie bedrijf B (kg ha^{-1}).

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	194
Megrow compost	17
Farmers' house	240
Monterra Malt 9-4-1	105
Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	428
Megrow compost	65
Gewasrest paprika	122
Historische bemesting	171
Totaal beschikbaar	1342
Gewasbehoefte	958
N-min einde teelt	139
Balans	245

Resultaten monitoring N, K, EC

Het verloop van N, K en EC vertoont een vrij uniform beeld: hoog in de eerste weken van de teelt, dalend tot een minimum op twee derde van de teeltperiode, en dan gelijkblijvend of iets stijgend. Het grote kalium-tekort op de balans komt niet tot uitdrukking in de gemeten waarden: de tweede helft van de teelt ligt het K-niveau rond 3 mmol/l. Ook in gewas en vrucht blijkt geen kali-tekort. De grondsoort – zeelei – zal hierin een belangrijke rol spelen. Op langere termijn moet de kali-balans wel kloppend worden gemaakt.

Evaluatie

Aan de hand van de cijfers over 2005 is er op de in-uit balans een tekort van 250 kg N en op de balans van N-beschikbaar een overschot van circa 250 kg N. De nalevering door organische stof en historische bemesting zijn samen goed voor zo'n 600 kg N. De bodem organische stof van dit bedrijf had in de respiratietesten telkens de laagste initial age van alle bedrijven (gegevens hier niet gepresenteerd), dus de hoogste afbraaksnelheid. Het feit dat in deze situatie in 2005 uiteindelijk niet bijbemest hoefde te worden, ondanks de verwachting dat dit twee keer nodig zou zijn, laat zien dat de buffer in de bodem inderdaad erg groot is. Wellicht speelt mee dat dit bedrijf het kortst van alle onderzochte bedrijven in omschakeling is (ca 6 jaar), waarbij in de beginjaren jaarlijks zeer grote hoeveelheden compost zijn aangevoerd ($> 300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$)

Bedrijf C

Hoofddeelt: Komkommer

Opbrengstverwachting: 30 kg m^{-2}

Schatting afvoer nutriënten: $516 \text{ kg N ha}^{-1} - 83 \text{ kg P ha}^{-1} - 768 \text{ kg K ha}^{-1}$

Behaalde opbrengst: 33 kg m^{-2}

Tabel 5 A. Jaarbalans mineralen bedrijf C (kg ha^{-1})

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest	kg/ha	N	P	K	Mest	Kg/ha	N	P	K
Compost	100.000	439	64	340	Compost	60.000	263	38	204
Patentkali	800	0	0	200	Patentkali	800	0	0	200
Bloedmeel	900	117	0	0	Bloedmeel	900	117	0	0
Aanvoer		556	64	540	aanvoer		380	38	403
Afvoer		595	128	948	afvoer		595	128	948
Balans		- 39	- 65	- 409	balans		- 215	- 90	- 545

Tabel 5 B. Balans N-mineralisatie bedrijf C (kg ha⁻¹).

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	119	N-min begin teelt	119
Compost	10	Compost	6
Bloedmeel	117	Bloedmeel	117
Geleidelijk beschikbaar:		Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	185	Bodem organische stof	185
Historische bemesting	72	Historische bemesting	72
Gewasrest paprika	39	Gewasrest paprika	39
Compost	57	Compost	34
Totaal beschikbaar	599	Totaal beschikbaar	572
Gewasbehoefte	595	Gewasbehoefte	595
N-min einde teelt	65	N-min einde teelt	60
Balans	- 66	Balans	- 83

Resultaten monitoring N, K, EC

Standaard en bemestingsrichtlijn lagen wat metingen betreft dicht bij elkaar in de buurt. Dat komt overeen met de verwachting, gezien het geringe verschil tussen de twee bemestingsvarianten. Stikstof lag laag gedurende de hele teelt (<2 mmol/l) evenals kalium en EC. Er was geen sprake van een piek bij aanvang van de teelt.

Evaluatie

Het verschil tussen standaard en bemri bestaat alleen uit de voorraadbemesting. De opbrengst was circa 10% hoger dan de inschatting vooraf. Er is echter niet gekozen voor een nateelt andijvie. Wat betreft beschikbaar-N is er bij standaard en bemri sprake van een licht tekort van 66 respectievelijk 83 kg N. Het gemeten stikstofniveau lag gedurende de hele teelt vrij laag. Naast meet- en schattings onnauwkeurigheid kan het schijnbare tekort gedekt zijn door mineralisatie van stikstof uit bladafval gedurende de teelt. De nalevering van de organische stof in combinatie met de historische bemesting zorgen naar schatting samen voor meer dan de helft van de beschikbaar komende stikstof.

Gezien het hoge P-Al getal is het tekort aan fosfaat in de bemesting geen probleem. Wel moet gelet worden op de kalium balans. Ook wanneer gewasresten worden teruggevoerd is de kalium balans behoorlijk negatief.

Bedrijf D

Hoofddeelt: Paprika

Opbrengstverwachting: 14 kg m²

Schatting afvoer nutriënten: 540 kg N ha⁻¹ – 89 kg P ha⁻¹ – 792 kg K ha⁻¹

Behaalde opbrengst Standaard: 14,2 m²

Behaalde opbrengst Bemestingsrichtlijn: 14,2 m²

Tabel 6 A. Jaarbalans mineralen bedrijf D (kg ha⁻¹)

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest	kg/ha	N	P	K	mest	kg/ha	N	P	K
Groencompost	200.000	937	303	1089	Verenmeel	815	106	0	0
Ecofertil	1.000	90	13	25	Verenmeel	2.100	273	0	0
Verenmeel	2.500	325	0	0	Patentkali	2.500	0	0	623
Verenmeel	1000	130	0	0					
Aanvoer		1482	316	1114	aanvoer		379	0	623
Afvoer		584	81	796	afvoer		560	76	768
Balans		898	235	317	balans		- 181	- 76	- 145

Tabel 6 B. Balans N-mineralisatie bedrijf D (kg ha⁻¹).

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	163	N-min begin teelt	147
Groencompost	59	Verenmeel	106
Ecofertiël	90	Verenmeel	273
Verenmeel	325		
Bijbemesting	130		
Geleidelijk beschikbaar:			
Bodem organische stof	61	Bodem organische stof	61
Historische bemesting	77	Historische bemesting	77
Gewasresten	44	Gewasresten	44
Groencompost	135		
Totaal beschikbaar	1084	Totaal beschikbaar	708
Gewasbehoefte	584	Gewasbehoefte	560
N-min einde teelt	105	N-min einde teelt	74
Balans	395	Balans	74

Resultaten monitoring N, K, EC

De doelstelling – verlaging van begin-piek – werd goed gerealiseerd. Voor zowel stikstof als kalium is de piek bij bemri minder dan de helft van die bij standaard. Het verloop na de aanvangspiek is grilliger. Het verschil in de EC is bij beide proefvakken in het begin slechts gering; daarna is de EC bij bemri zelfs hoger. Deze strategie heeft nauwelijks tot een lagere opbrengst geleid.

Evaluatie

Op dit bedrijf is geprobeerd om met behulp van het uitstellen van de initiële gift van snelwerkende hulpmeststoffen, de piek in stikstof aan het begin van de teelt kwijt te raken. Deze piek is in het algemeen op veel bedrijven zichtbaar en wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren. Vanuit milieu-oogpunt is het wenselijk om deze piek kwijt te raken, in verband met mogelijk risico op uitspoeling en denitrificatie van stikstof. Daarnaast zijn verliezen door uitspoeling en/of denitrificatie ook ongewenst in verband met verlaagde werkingsefficiëntie van de toegediende stikstof in de meststoffen.

Het verschil in bemesting tussen “standaard” en “bemestingsrichtlijn” is groot; een verschil in opbrengst is er nauwelijks. De “bemestingsrichtlijn” laat een negatieve balans zien voor alle voedingsstoffen. De bodemvoorraad was groot genoeg om de mineralenopname te dekken. Voor stikstof blijkt dat ook uit de balans voor beschikbaarheid.

Bedrijf E

2004

Gewas: Trostomaat

Opbrengstverwachting: 40 kg m²

Schatting afvoer nutriënten: 819 kg N ha⁻¹ – 225 kg P ha⁻¹ – 1418 kg K ha⁻¹

Behaalde opbrengst: 44,2 kg m²

Tabel 7 A. Jaarbalans mineralen bedrijf E 2004 (kg ha⁻¹)

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
mest	kg/ha	N	P	K	Mest	kg/ha	N	P	K
Potstalmest	15.000	149	44	137	Potstalmest	15.000	149	44	137
Groencompost	40.000	196	39	176	Ecomix-2	7.812	547	137	778
Osmo Pro-5	6.076	448	117	571	Patentkali	1.736	0	0	432
Orgapoul	1.736	51	13	27	Kieseriet	868	0	0	0
Patentkali	1.736	0	0	423					
Kieseriet	868	0	0	0					
Osmo Biomix 2	3.472	347	15	29					
aanvoer		1.190	228	1.373	aanvoer		695	180	1.348
afvoer		980	182	1.550	afvoer		967	180	1.522
balans		211	46	- 178	balans		-271	1	-175

Tabel 7 B. Balans N-mineralisatie bedrijf E 2004 (kg ha⁻¹).

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	266	N-min begin teelt	266
Potstalmest	11	Potstalmest	11
Groencompost	12	Ecomix-2	547
Osmo Pro-5	448		
Orgapoul	51		
Osmo Biomix-2	347		
Geleidelijk beschikbaar:		Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	228	Bodem organische stof	228
Historische bemesting	225	Historische bemesting	225
Gewasrest aubergine	50	Gewasrest aubergine	50
Potstalmest	80	Potstalmest	80
Groencompost	32		
Totaal beschikbaar	1.750	Totaal beschikbaar	1.407
Gewasbehoefte	980	Gewasbehoefte	967
N-min einde teelt	245	N-min einde teelt	213
Balans	525	Balans	227

Bedrijf E

2005

Gewas: Zoete puntpaprika

Opbrengstverwachting: 14 kg m²

Schatting afvoer nutriënten: 540 kg N ha⁻¹ – 89 kg P ha⁻¹ – 792 kg K ha⁻¹

Behaalde opbrengst: 12,6 kg m²

Tabel 8 A. Jaarbalans mineralen bedrijf E 2005 (kg ha⁻¹)

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
mest	kg/ha	N	P	K	Mest	kg/ha	N	P	K
compost	50.000	245	48	220	compost	50.000	245	48	220
Osmo proII	6.944	416	152	404	Osmo proII	5.208	312	114	303
Ricinus	1700	68	11	113	Ricinus	1700	68	11	113
Patentkali	1075	0	0	268	Patentkali	1075	0	0	268
Vinasse	430	17	1	32	Vinasse	430	17	1	32
aanvoer		747	212	1036	aanvoer		643	174	935
afvoer		562	67	853	afvoer		562	67	853
balans		185	144	184	balans		81	107	83

Tabel 8 B. Balans N-mineralisatie bedrijf E 2005 (kg ha⁻¹)

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	245	N-min begin teelt	213
Compost	2	Compost	2
Osmo pro II	417	Osmo pro II	313
Ricinus	68	Ricinus	68
Vinasse	17	Vinasse	17
Geleidelijk beschikbaar:			
Bodem organische stof	251	Bodem organische stof	251
Compost	45	Compost	45
Gewasrest tomaat	98	Gewasrest tomaat	98
Historische bemesting	196		196
Totaal beschikbaar	1339	Totaal beschikbaar	1203
Gewasbehoefte	562	Gewasbehoefte	562
N-min einde teelt	280	N-min einde teelt	312
Balans	497	Balans	329

Resultaten monitoring N, K, EC

In 2004 ligt het stikstofniveau bij bemri lager dan bij standaard, volgens verwachting. Voor kalium en EC is het beeld wisselend. Nooit liggen de niveau's laag.

In 2005 laat de monitoring een merkwaardig verloop zien. De waarden van de standaard liggen een groot deel van het seizoen onder de waarden van de bemestingsrichtlijn. Een verklaring is niet voorhanden.

Evaluatie

In eerste instantie was het bemestingsplan opgesteld voor een 'normale' paprikateelt met een opbrengstverwachting van 28 kg/m² en een schatting van de nutriëntenafvoer van maar liefst 999 kg N/ha – 174 kg P/ha en 1570 kg K/ha. Nadat de voorraadbemesting gegeven was bleek hier een teelt

van zoete puntpaprika te komen. De opbrengstverwachting voor deze teelt lag de helft lager. De gewasbehoefte was echter moeilijk in te schatten, omdat deze teelt verhoudingsgewijs meer vegetatief ontwikkeld dan geblokte paprika. Vermoedelijk zouden er dus relatief meer nutriënten door bladafval en planten aan het einde van de teelt afgevoerd worden. Door de hoge stikstoflevering uit bodemorganische stof en historische bemesting, plus de N-min in het bodemvocht aan het begin van de teelt, zou de gewasbehoefte aan stikstof al ruimschoots (meer dan 150%) gedekt zijn. Volgens de bemestingsrichtlijn zou dan eigenlijk totaal geen bemesting nodig zijn. Er is uiteindelijk in de bemri minder bijbemest dan in standaard.

Zowel op de in-uit balans als op de N-beschikbaar balans is sprake van overschotten. Gezien de overschotten in de beschikbaarheid balans en gezien de metingen van minerale N was bijbemesten inderdaad niet nodig.

Bedrijf F

Gewas: Paprika

Opbrengstverwachting: 24 kg m⁻²

Schatting afvoer nutriënten: 926 kg N ha⁻¹ – 153 kg P ha⁻¹ – 1358 kg K ha⁻¹

Behaalde opbrengst: 23,3 kg m⁻²

In de teelt was uiteindelijk geen onderscheid tussen standaard en bemestingsrichtlijn

Tabel 9 A. Jaarbalans mineralen bedrijf F (kg ha⁻¹)

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest	kg/ha	N	P	K
Korrels 9-2-2	417	38	4	7
Vinassekali	5433	206	24	451
Fontana	667	23	3	44
Ricinusschroot	4250	43	0	106
Flanamat 7-7-2	1742	122	53	29
Ricinus 4-1.5-7	875	35	6	51
Flanamat 6-1.5-5	2517	151	16	104
Aanvoer		618	106	792
Afvoer		737	126	1.125
Balans		- 119	- 20	- 333

Tabel 9 B. Balans N-mineralisatie bedrijf F (kg ha⁻¹).

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	37
Korrels 9-2-2	38
Vinassekali	206
Fontana	23
Ricinusschroot	43
Flanamat 7-7-2	122
Ricinus 4-1.5-7	35
Flanamat 6-1.5-5	151
Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	118
Historische bemesting	116
Totaal beschikbaar	889
Gewasbehoefte	737
N-min einde teelt	159
Balans	- 7

Resultaten monitoring N, K, EC

Er was sprake van een flinke piek in N, K en EC in de eerste weken van de teelt. Daarna zakten de niveau snel tot 20 – 30% van de piekwaarden. Standaard en bemri liepen behoorlijk parallel.

Evaluatie

Er is geen onderscheid ontstaan tussen standaard en bemestingsrichtlijn. Het bemestingsplan was opgesteld binnen de bemestingsrichtlijn. Omdat er geen voorraadbemesting met compost was gegeven, was er veel ruimte om tijdens de teelt bij te bemesten. Hierdoor is er gedurende de teelt niet de noodzaak ontstaan om onderscheid te gaan maken tussen de ‘standaard’ en de ‘bemestingsrichtlijn’. Op jaarbasis was er sprake van een negatieve balans voor alle voedingsstoffen. Voor stikstof wordt aannemelijk gemaakt dat er sprake is van evenwicht indien de stikstofdynamiek door het jaar bekeken wordt. De flink negatieve kalium-balans zal op dit type gronden vrij snel tot problemen kunnen leiden.

Bedrijf G

Gewas: Tomaat

Opbrengstverwachting: 45 kg m²

Schatting afvoer nutriënten: 921 kg N ha⁻¹ – 253 kg P ha⁻¹ – 1595 kg K ha⁻¹

Behaalde opbrengst: 42 kg m²

Tabel 10 A. Jaarbalans mineralen bedrijf G (kg ha⁻¹)

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest:	kg/ha	N	P	K	Mest	kg/ha	N	P	K
Geitenmest	36.785	210	47	354	Geitenmest	25.000	143	32	240
Zwarte grond	119.000	417	95	238	Zwarte grond	119.000	417	95	238
Monterra Malt	1.550	140	27	13	Monterra Malt	1000	90	17	8
Monterra N+	952	124	0	4	Bietvinasse	4000	130	4	282
Monterra Malt	952	86	17	8	Monterra Malt 9-4-1	1.800	162	31	12
Bietvinasse	4435	189	6	411	Monterra Nitrogen	4.500	585	0	0
Aanvoer		1.164	192	1.028	Aanvoer		1.526	180	781
Afvoer		896	134	1.631	Afvoer		956	146	1717
Balans		268	58	- 603	Balans		569	34	- 937

Tabel 10 B. Balans N-mineralisatie bedrijf G (kg ha⁻¹).

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	148	N-min begin teelt	148
Geitenmest	48	Geitenmest	32
Zwarte grond	60	Zwarte grond	60
Monterra Malt	226	Monterra Malt	252
Monterra N+	124	Bietvinasse	130
Bietvinasse	189	Monterra Nitrogen	585
Geleidelijk beschikbaar:		Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	89	Bodem organische stof	89
Geitenmest	83	Geitenmest	58
Zwarte grond	31	Zwarte grond	31
Historische bemesting	53	Historische bemesting	53
Totaal beschikbaar	1051	Totaal beschikbaar	1438
Gewasbehoefte	896	Gewasbehoefte	956
N-min einde teelt	90	N-min einde teelt	291
Balans	65	Balans	191

Resultaten monitoring N, K, EC

Volgens verwachting liggen de waarden van bemri in het begin onder die van de standaardbehandeling. De waarden zakten echter zeer sterk. De metingen van N-mineraal werden, tegen verwachting, dermate laag dat alsnog in bemri, in afwijking van het oorspronkelijke plan, aanzienlijk is bijbemest, meer zelfs dan in standaard. Dit is in de metingen terug te vinden, en bemri eindigt dit seizoen hoger dan standaard.

Evaluatie

Er is een aangepast bemestingsplan opgesteld op basis van de bemestingsrichtlijn met in bemri een lagere voorraadbemesting in de vorm van minder geitenmest en minder Monterra dan in standaard. Door de zeer lage gemeten N-min is in bemri afgeweken van het advies en is zelfs meer bijbemest dan in standaard. Dat heeft geleid tot een groter stikstofoverschot en bemri, zowel in de in-uit balans als in de N-beschikbaarheid balans. Het slechter scoren van de bemri ten opzichte van standaard wordt dus niet veroorzaakt door het hanteren van de bemestingsrichtlijn als zodanig, maar door vooralsnog onverklaarbaar lage waarden van N-mineraal tijdens de teelt.

Er is sprake van een sterk negatieve kalibalans, wat op dit soort gronden op relatief korte termijn tot problemen kan leiden.

Bedrijf N

2004

Gewas: Komkommer en nateelt andijvie

Opbrengst: Komkommer 31,9 kg m⁻². Andijvie: 3,5 kg m⁻²

NB Dit is de enige balans waarin de nateelt is meegenomen. Alle overig balansen hebben uitsluitend betrekking op de hoofdteelt.

Tabel 11 A. Jaarbalans mineralen bedrijf N 2004 (kg ha⁻¹)

STANDAARD					BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest:	kg/ha	N	P	K	Mest	kg/ha	N	P	K
Paardenmest	112.000	514	150	939	Paardenmest	85.000	390	114	713
Humusaarde	77.778	389	90	375	Humusaarde	38.889	194	45	178
Monterra Malt	2.522	128	11	104	Monterra M	2.463	123	11	102
Monterra Nitrogen +	2.639	343	0	11	Monterra Nitrogen +	787	102	0	3
Kippenmest korrel Activit	1.923	69	23	35	Kippenmest korrel Activit	1.923	69	23	35
Aanvoer		1.443	274	1.464	Aanvoer		879	193	1.041
Afvoer		762	98	942	Afvoer		780	100	961
Balans		681	176	521	Balans		99	93	79

Tabel 11 B. Balans N-mineralisatie bedrijf N 2004 (kg ha⁻¹).

STANDAARD		BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha	Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	617	N-min begin teelt	617
Paardenmest	10	Paardenmest	8
Humusaarde	23	Humusaarde	12
Monterra Malt	128	Monterra Malt	123
Monterra Nitrogen plus	343	Monterra Nitrogen plus	102
Kippenmestkorrel Activit	69	Kippenmestkorrel Activit	69
Geleidelijk beschikbaar:		Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof	217	Bodem organische stof	217
Historische bemesting	69	Historische bemesting	69
Gewasrest paprika	67	Gewasrest paprika	67
Paardenmest	196	Paardenmest	149
Humusaarde	62	Humusaarde	31
Totaal beschikbaar	1.801	Totaal beschikbaar	1.464
Gewasbehoefte	762	Gewasbehoefte	780
N-min einde teelt	493	N-min einde teelt	488
Balans	546	Balans	197

Bedrijf N

2005

Gewas: Groene paprika

Opbrengstverwachting: 18 kg m²

Schatting afvoer nutriënten: 671 kg N ha⁻¹ – 113 kg P ha⁻¹ – 1014 kg K ha⁻¹

Geen onderscheid tussen standaard en richtlijn.

Tabel 12 A. Jaarbalans mineralen bedrijf N 2005 (kg ha⁻¹)

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN				
Mest	kg/ha	N	P	K
Monterra Malt 5-1-5	3.931	196	17	163
Monterra N+	231	30	0	1
Orgapower compost	648	3	1	3
Fontana potassium	19	1	0	1
Aanvoer		231	18	169
Afvoer		619	75	911
Balans		- 389	- 57	- 742

Tabel 12 B. Balans N-mineralisatie bedrijf N 2005 (kg ha⁻¹).

STANDAARD EN BEMESTINGSRICHTLIJN	
Snel beschikbaar:	Kg N/ha
N-min begin teelt	339
Monterra Malt	197
Monterra N+	30
Fontana potassium	1
Geleidelijk beschikbaar:	
Bodem organische stof (13,8%)	217
Historische bemesting	117
Gewasrest komkommer	21
Organopower compost	1
Totaal beschikbaar	923
Gewasbehoefte	619
N-min einde teelt	224
Balans	80

Resultaten monitoring N, K, EC

In 2004 lagen de waarden van N, K en EC in bemri lager dan in standaard. Een opmerkelijk verschil trad op tussen de twee kommerteeelten na solarisatie. De resulterende piek in alle drie de parameters lag voor bemri op ruwweg de helft van standaard. Dat is dus veroorzaakt door de lagere voorraadbemesting van humusaarde en paardenmest in bemri, resulterend in een lagere mineralisatie tijdens de solarisatie.

In 2005 lag de bemestingsrichtlijn in nutriëntengehalten het hele jaar iets lager dan de standaard, terwijl de bemesting dit jaar identiek was. Ook dit was het gevolg van de lagere voorraadbemesting in het voorafgaande jaar.

Evaluatie

In 2004 is sprake van forse overschotten van stikstof, zowel in de in-uit balans als in de N-beschikbaarheid balans. De bemri scoort wel aanzienlijk beter dan de standaard, en met name bij N-beschikbaarheid is de balans goed. Het overschot in de N-beschikbaarheid wordt voor een groot deel veroorzaakt door het zeer hoge niveau N-mineraal bij aanvang van de teelt: 617 kg N/ha. Dit getal moet echter genuanceerd worden: de voorraadbemesting met daarin 102 kg N/ha Monterra Malt en 241 kg N/ha Monterra Nitrogen Plus is een kleine drie weken vóór de N-min meting ingewerkt waardoor waarschijnlijk in die N-min meting een deel reeds gemineraliseerde N uit voorraadbemesting is gemeten. Dat betekent dus een gedeeltelijke dubbeltelling van stikstof uit deze meststoffen.

Aan het eind van 2004 is er voor het eerst sinds 4 jaar een gewas (andijvie) volvelds geteeld. Voor aanvang van de teelt waren de analyseresultaten in het pad zo hoog dat de grond is doorgespoeld en is er tegen de rijrichting in met een rotoreg doorgewerkt. Hierdoor begonnen de bemestingsrichtlijn en de standaard beiden op ongeveer hetzelfde nutriënteniveau.

Aan het begin van de paprikateelt in 2005 is er geen voorraadbemesting met organische meststoffen uitgevoerd, omdat de voorraad in de bodem nog erg hoog was. Qua bijbemesting is in 2005 geen verder onderscheid meer aangebracht tussen de bemestingsrichtlijn en de standaard. Ondanks de negatieve stikstofbalans is er toch ruim voldoende stikstof beschikbaar, dankzij de forse nalevering uit organische stof en bemestingshistorie. Gezien de hoge P-AI waarden in de bodem is het P-tekort op de balans waarschijnlijk geen probleem.

Ook dit bedrijf had in 2005 een zwaar negatieve kali-balans van -742 kg. Dit weerspiegelt zich slechts gedeeltelijk in de K-gehalten van het bodemvocht. Het K-gehalte schommelt gedurende het jaar en loopt de factor terug van 6 naar 2 mmol/l gedurende de teelt.

Algemene conclusies bemestingsrichtlijn

Tabel 13A. Overzicht van stikstofoverschotten standaard en bemestingsrichtlijn. Waardes in kg ha⁻¹ ; positief is overschot, negatief is tekort.

Code	Jaar	Gewas		Stand	Bemri	Verschil
C	2005	Komkommer	Balans	-39	-215	176
C	2005	Komkommer	Beschikbaar	-66	-83	17
D	2005	Paprika	Balans	898	-181	1079
D	2005	Paprika	Beschikbaar	395	74	321
E	2004	Tomaat	Balans	211	-271	482
E	2004	Tomaat	Beschikbaar	525	227	298
E	2005	Paprika	Balans	185	81	104
E	2005	Paprika	Beschikbaar	497	326	168
G	2005	Tomaat	Balans	268	569	-301
G	2005	Tomaat	Beschikbaar	155	482	-327
N	2004	Komkommer	Balans	681	99	582
N	2004	Komkommer	Beschikbaar	546	197	349

In tabel 13A staan voor stikstof de resultaten van de vergelijking tussen de standaard bemesting en de bemesting volgens de bemestingsrichtlijn samengevat. Met uitzondering van bedrijf G zijn de stikstofoverschotten bij het toepassen van de bemestingsrichtlijn aanzienlijk teruggebracht terwijl de opbrengsten gelijk zijn gebleven. De uitzondering van bedrijf G is in voorgaande tekst besproken en is niet veroorzaakt door de toepassing van de richtlijn als zodanig.

Tabel 13B. Overzicht van fosfor en kalium overschotten standaard en bemestingsrichtlijn. Waardes in kg ha⁻¹ ; positief is overschot, negatief is tekort.

Code	Jaar	Gewas	Stand	fosfor			kalium		
				Bemri	Verschil	Stand	Bemri	Verschil	
C	2005	Komkommer	-65	-90	35	-409	-545	136	
D	2005	Paprika	235	-76	311	317	-145	462	
E	2004	Tomaat	46	1	45	-178	-175	-3	
E	2005	Paprika	144	107	37	184	83	101	
G	2005	Tomaat	58	156	-98	-603	-937	334	
N	2004	Komkommer	176	93	83	521	79	442	

In tabel 13 B staan voor fosfor en kalium de vergelijkingen tussen standaard en bemestingsrichtlijn. Net als voor stikstof blijkt, met uitzondering van het reeks besproken bedrijf G, de toepassing van de bemestingsrichtlijn de overschotten van fosfor te verminderen. De verlaging van de bemesting leidt voor kalium in een aantal gevallen tot een verhoogd tekort in plaats van een verlaagd overschot. Hieraan is bij de verdere ontwikkeling van de bemestingsrichtlijn aandacht geschonken.

Conclusie

De toepassing van de kennis over de stikstofdynamiek in de bemestingsrichtlijn leidt tot een verlaging van de kosten en een vermindering van de mineralenoverschotten en –verliezen. Gecombineerd met controles van beschikbare stikstof in de loop van de teelt, wat toch al vaak routine is, is de bemestingsrichtlijn een zeer waardevol en bruikbaar instrument in de glastuinbouw om tot een nauwkeuriger afstemming te komen tussen gewasbehoefte en bemesting.

Het blijkt lastig een goede balans te vinden tussen de aan- en afvoer van N-P en K.

Opvallend is echter dat in veel gevallen de K-balans tekorten vertoond, terwijl dit niet zichtbaar is in bodemanalyses, of ook – schijnbaar- in negatieve effecten op vruchtkwaliteit of productie. Dit aspect zal in het vervolg nader aandacht moeten krijgen.

3. Bodemstructuurbeoordeling en ontwikkeling 2002-2005

Willemijn Cuijpers, Jan Bokhorst

Werkwijze

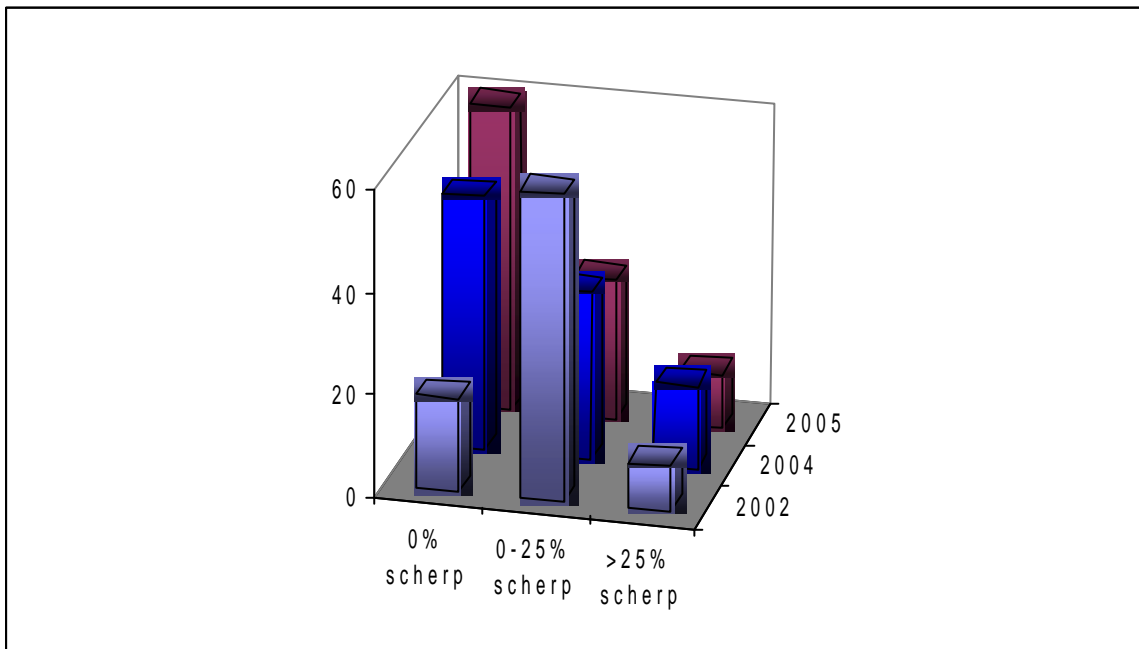
In de periode 2002-2005 is drie maal op alle betrokken Biokas bedrijven een bodemstructuurbeoordeling uitgevoerd. Hierbij wordt gelet op de kwaliteit en opbouw van de bodemstructuur en doorworteling. In 2005 is op een aantal bedrijven voor het eerst een structuurbepaling uitgevoerd.

Resultaten

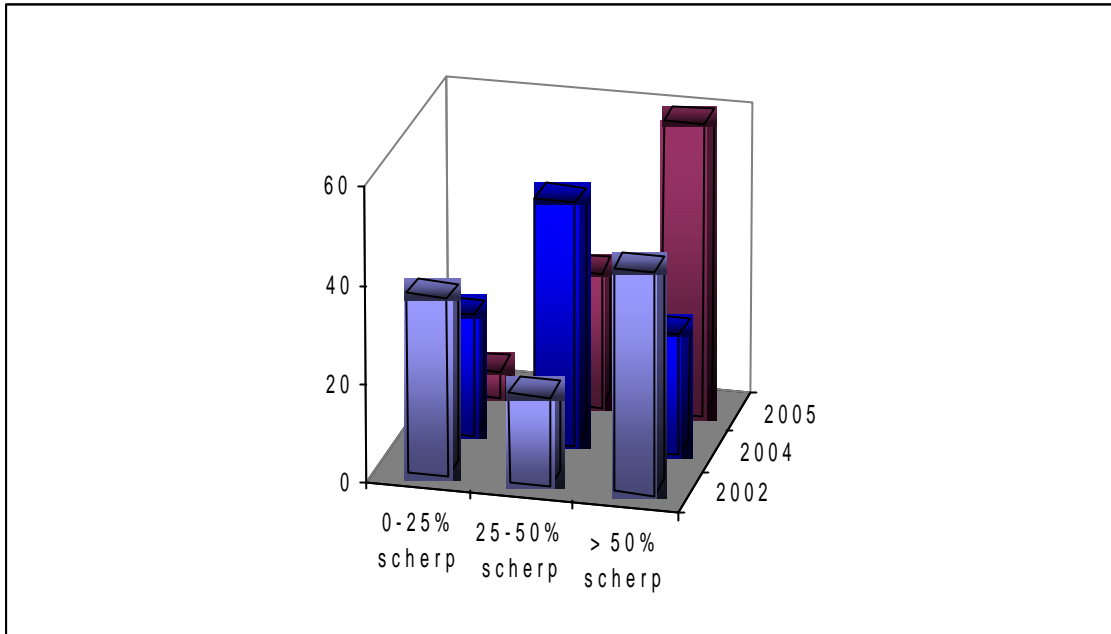
Per individueel bedrijf zijn de resultaten beoordeeld in de bedrijfsheet weergegeven die aan de bedrijven is toegestuurd. In dit verslag worden alleen de algemene resultaten gepresenteerd en besproken.

Het percentage scherpblokkige elementen in de laag van 0-25 cm is bij de meeste bedrijven zeer laag (Fig. 1). Dit hangt samen met de hoge gehalten aan organische stof die relatief recent is toegevoegd. In de laag van 25-50 cm (Fig. 2) worden daarentegen op een aantal bedrijven wel zeer hoge percentages scherpblokkige elementen gevonden (75-100% scherpblokkig).

In de vierjarige periode zijn duidelijke veranderingen in de bodemstructuur waar te nemen. Door toediening van organische stof in de vorm van compost en stalmest is op een aantal bedrijven de bodemstructuur van de laag 0-25 cm duidelijk verbeterd. Naast organische stof is ook de strategie van grondbewerking van groot belang op de ontwikkeling van de structuur. Per bodemtype afzonderlijk moet beoordeeld worden wat de beste grondbewerkingsmethode is. Management factoren zoals stomen hebben invloed op de activiteit van regenwormen en daarmee ook op de structuur.



Figuur 1. Bodem structuurbeoordeling 0-25 cm. Relatieve aantal bedrijven (in %) met aandeel scherpblokkige elementen in drie klassen (0% scherpblokkig; 0-25% scherpblokkig; >25% scherpblokkig). Waarnemingen uit drie jaren.



Figuur 2. Bodem structuurbeoordeling 25-50 cm. Relatieve aantal bedrijven (in %) met aandeel scherpblokkige elementen in drie klassen (0% scherpblokkig; 0-25% scherpblokkig; >25% scherpblokkig). Waarnemingen uit drie jaren.

Conclusie

Op een aantal bedrijven is tijdens de vier jaar durende onderzoeksperiode een aanzienlijke hoeveelheid organische stof toegevoerd met mest en compost. Dit heeft geleid tot een sterke stijging van het organische stof gehalte, wat weer een belangrijke factor is in de verbeterde structuur van de bovengrond.

Hoge percentages scherpblokkige structuurelementen kunnen de doorworteling van de bodem sterk remmen. De oorzaak hiervan is vaak in intensieve grondbewerking gelegen.

In een aantal gevallen wordt compost alleen oppervlakkig toegediend met als mogelijk risico een scherpe scheiding tussen boven- en ondergrond. Bodemleven, met name de grauwe wormen, kunnen nog een zekere menging veroorzaken, maar deze wormen zijn vaak niet in voldoende mate aanwezig of zelf afwezig. Stomen van grond is een sterk bepalende factor inzake aanwezigheid van wormen (zie hoofdstuk 4.4. regenwormen).

4. Bodemleven en ziekteverendheid onderzoek 2005

4.1. Bodemvoedselweb samenstelling op biologische glastuinbouwbedrijven

Willemijn Cuijpers, Frans Smeding

Doelstelling

De doelstelling van dit deel van het onderzoek was om meer inzicht te krijgen in de samenstelling van het bodemleven op verschillende typen glastuinbouwbedrijven. Er is nog maar weinig bekend over het voedselweb in de bodem van biologische glastuinbouwbedrijven. Door de afwijkende omstandigheden zoals klimaat (temperatuur en beregening) en management maatregelen zoals grondstomen verschildt de samenstelling van het voedselweb waarschijnlijk sterk van dat in de vollegrond. Hoewel er door analyselaboratoria 'streefwaarden' worden genoemd voor het bodemleven, zijn deze getallen niet gefundeerd door onderzoek op Nederlandse bodems of in de (biologische) glastuinbouw. Uiteindelijk willen we kijken of we de kenmerken van het bodemleven als samenhangend geheel, het voedselweb, kunnen koppelen aan bepaalde functies van de bodem, zoals het vrijmaken van nutriënten voor de plant, of het bevorderen van algemene ziekteverendheid.

Een paar kenmerken van het bodem voedselweb

1. Door naar een bodemvoedselweb te kijken in plaats van naar afzonderlijke organismen, ontstaat een dynamischer beeld dat meer relatie heeft met bijvoorbeeld de management maatregelen op een bedrijf.
2. Een bodemvoedselweb kan in een evenwichtige of onevenwichtige toestand verkeren. In een evenwichtig voedselweb zijn organismen ongeveer in dezelfde orde van grootte aanwezig gedurende de tijd. In een onevenwichtig voedselweb kunnen bepaalde organismen 'piek' gedrag vertonen. Bijvoorbeeld eerst een piek in plantparasitaire nematoden, gevolgd door een piek in de predator organismen. Er is sprake van een pionier situatie doordat het bodemleven steeds weer verstoord wordt. In een landbouwsysteem is in zekere zin altijd sprake van een pionier situatie, maar dit wordt extremer als er veel verstoring optreden bijvoorbeeld door management maatregelen als grondstomen.

Hypothese

- De samenstelling van een (evenwichtig) voedselweb in de bodem is afhankelijk van een combinatie van management (wel/niet stomen), vruchtwisseling (breed of smal) en bodemtype (zand of klei).
- Er bestaat een relatie tussen type voedselweb en bepaalde functies van de bodem, zoals algemene ziekteverendheid.

Methode

Gedurende het seizoen is in 2005 op 17 bedrijven 3x een analyse van het bodemleven gemaakt. Analyses van bacteriën, schimmels, protozoën, nematoden en mycorrhiza zijn uitgevoerd door BLGG (Soil Foodweb). Op elk bedrijf werd één afdeling bemonsterd door een mengmonster van 40 stekken te nemen in de laag 0-25 cm. Er is gekozen voor deze diepte omdat hierin ook de gangbare mineralenanalyses worden uitgevoerd, en de meest intensieve beworteling hier plaatsvindt. De monsterseries zijn genomen tijdens het seizoen in mrt/apr, mei/jun en jul/aug/sep. Er is voor gekozen op alle bedrijven zoveel mogelijk in hetzelfde gewas (tomaat) te bemonsteren. Waar dit niet mogelijk was is in komkommer bemonsterd, op één bedrijf in freesia. Op twee extensieve bedrijven is het eerste monster genomen in de afdeling waar in de zomer tomaten zou komen, en op dat moment raapsteel respectievelijk selderij stond.

De analyses van regenwormen (aantallen en determinatie soorten) zijn los van bovenstaande bemonsteringen uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut (zie hoofdstuk 4.4.) Van het gemiddelde van deze waarden is met behulp van Twinspan een multivariabele analyse uitgevoerd. Hierbij hebben de detritivore (organische stof etende) organismen van het eerste trofische niveau (schimmels en bacteriën) & regenwormen een dubbele weging gekregen (zie ook Smeding et al., 2005). Daarnaast zijn de resultaten gekoppeld aan een biotoets naar ziekteverendheid van kasgronden tegen fusarium (zie hoofdstuk 4.2.).

Resultaten en discussie

Analysecijfers organismen

Hieronder worden de resultaten van alle bedrijven gezamenlijk besproken. Voor gegevens van individuele bedrijven zie bijlage 4. Over het algemeen liggen de gemiddelde analysecijfers voor biomassa en aantallen micro-organismen veel hoger dan de streefwaarden zoals die door SFI worden weergegeven (zie tabel 14). De bacterie-activiteit ligt zelfs op geen enkel bedrijf onder de door SFI aangegeven streefwaarden. Het is de vraag of de streefwaarden die SFI opgeeft niet sowieso aan de lage kant zijn voor een bodem die het hele jaar een hogere temperatuur heeft dan in de vollegrond, en waar alle omzettingen ook sneller moeten verlopen door de hoge nutriëntenbehoefte van het gewas. Wat verder opvalt is dat alleen het aantal nematoden en de mycorrhiza kolonisatie over de hele linie achterblijft bij de streefwaarden. De oorzaak hiervan ligt vermoedelijk bij het stomen, waar niet alleen de schadelijke nematoden last van hebben, maar ook de gunstige nematoden en plant-specifieke mycorrhiza. Opvallend was verder dat op geen enkel bedrijf waar gestoomd werd, mycorrhiza werden aangetroffen.

Tabel 14. *Vergelijking van de analysecijfers van bodemorganismen (3 metingen op 17 biologische glastuinbouwbedrijven) met streefwaarden zoals die door SFI gegeven worden. Cijfers in cursief zijn waarden die onder de door SFI aangegeven streefwaarden liggen.*

	laagst aangetroffen waarde	hoogst aangetroffen waarde	gemiddelde van alle bedrijven	streefwaarde tomaat volgens SFI
bacterie actief (ug/g)	13	147	59	10-25
bacterie totaal (ug/g)	<i>113</i>	3.400	684	150-300
schimmel actief (ug/g)	9	413	73	10-25
schimmel totaal (ug/g)	<i>67</i>	642	216	150-300
flagellaten (aantal/g)	<i>7.000</i>	255.000	74.000	> 10.000
amoeben (aantal/g)	<i>861</i>	373.000	80.000	> 10.000
ciliaten (aantal/g)	<i>17</i>	3.300	630	50-100
nematoden (aantal/g)	<i>2</i>	95	<i>17</i>	20-30
% mycorrhiza kolonisatie	<i>0</i>	<i>19</i>	2	40-80

Samenstelling bodemvoedselweb

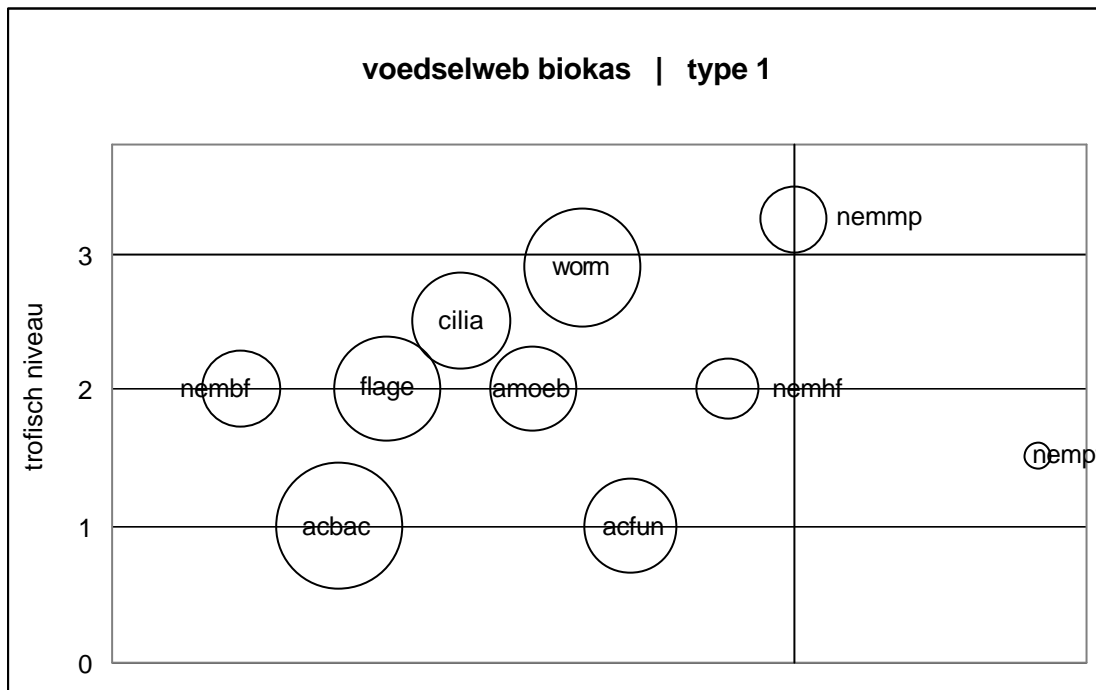
De figuren 3 t/m 6 geven een beeld van de voedselweb structuren zoals we die gevonden hebben in biologische kassen. De bolletjes in het voedselweb geven bepaalde groepen organismen (zoals 'schimmels') aan. Hoe groter het bolletje, hoe groter de populatie organismen. De organismen bovenin het voedselweb, leven van de organismen die onderaan het voedselweb staan.

Gezien het beperkte aantal (17) bedrijven waarop een voedselwebanalyse is uitgevoerd, moeten deze indeling als een voorlopige karakterisering worden beschouwd. Er is een eenvoudig multivariate analyseprogramma gebruikt (Twinspan) om de belangrijkste verschillen en overeenkomsten tussen de bedrijven in beeld te brengen. Op basis hiervan zijn 3 karakteristieke typen voedselwebben onderscheiden, waarbij het tweede type nog onderverdeeld kan worden in subtypen a en b.

Wat meer in detail zien de diagrammen in figuur 3 t/m 6 er als volgt uit:

Op de **vertikale as** staat het 'trofische niveau' van de organismen. Niveau 1 zijn de detritivoren: de 'afval eters' die van dood organisch materiaal leven. Hiertoe behoren de actieve schimmels (acfun) en actieve bacteriën (acbac). Ook de plant-parasitaire aaltjes, die levende plantenwortels eten, behoren tot dit niveau. Op het tweede trofische niveau staan de organismen die op hun beurt weer van schimmels en bacteriën leven: de bacterie-etende nematoden (nembf), eencelligen die van schimmels en bacteriën leven zoals flagellaten (flag) en amoeben (amoe); en schimmel-etende nematoden (nemhf). Op het derde trofische niveau staan de top-predators: zij eten weer de organismen van het tweede en soms ook eerste niveau: hiertoe behoren de grootste eencelligen, de ciliaten (cilia) en de predator-nematoden

(nem mp). De regenwormen (worm) staan ook op het derde trofische niveau. De belangrijkste voedselbronnen voor regenwormen zijn schimmels en op de tweede plaats eencelligen (met name ciliaten en amoeben). Daarna komen de algen; en daarna pas de bacteriën. Regenwormen hebben een divers voedselaanbod nodig om te groeien. Ze hebben ook voorkeuren voor bepaalde schimmelsoorten. Verder is bekend dat regenwormen zich niet kunnen voortplanten als er behalve schimmels en bacteriën, geen eencelligen voorkomen in hun voedselaanbod. In het algemeen hebben schimmels een grotere voedingswaarde voor regenwormen dan bacteriën. (Edwards & Bohlen, 1996) Op de **horizontale as** staan links de bacteriën en bacterie-eters, en rechts de schimmels en schimmeleters. Helemaal rechts staan de organismen die levende plantenwortels eten zoals sommige aaltjes (nempf), omdat deze qua morfologie het meest op schimmeleters lijken.



Figuur 3. Schematische weergave van voedselweb type 1. Bedrijven: L, N (vóór het stomen), S, Z en AA.

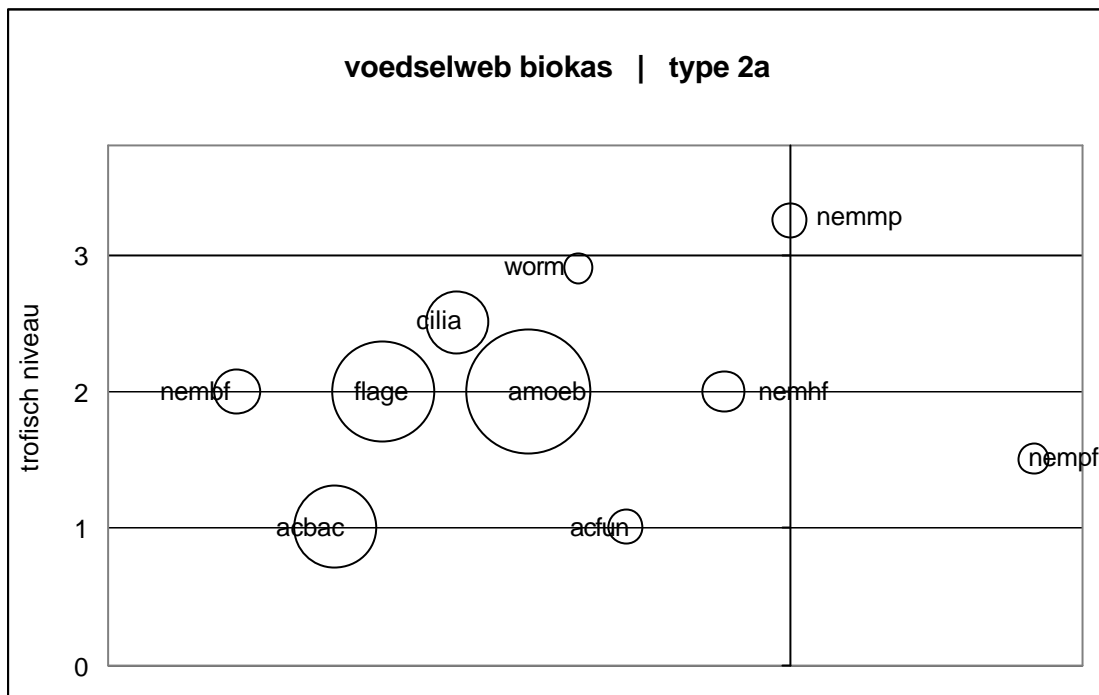
Voedselweb type 1 (Fig. 3)

Omschrijving.

Dit voedselweb type heeft veel wormen, veel actieve bacteriën (acbac) en schimmels (acfun). Ook de eencelligen (flagellaten, amoeben en ciliaten) zijn goed vertegenwoordigd. Er zijn weinig planteneterende nematoden (nempf).

Locaties

Dit type wordt gevonden op de 'extensieve' glastuinbouwbedrijven. Dit zijn bedrijven die niet stomen, en een brede vruchtwisseling hebben met vruchtgroenten en een grote verscheidenheid aan tuinbouwgewassen. De bedrijven zijn qua grondtypen op zand en zavel gelegen. Binnen de dataset was geen extensief bedrijf op klei aanwezig. De ziekteverendigheid tegen fusarium (zie hoofdstuk 4.2) was zowel bij de hoge als bij de lage besmettingsgraad op deze bedrijven het sterkst.



Figuur 4. Schematische weergave van voedselwebtype 2a. Dit type wordt gevonden op de bedrijven E, N(na het stomen) en O.

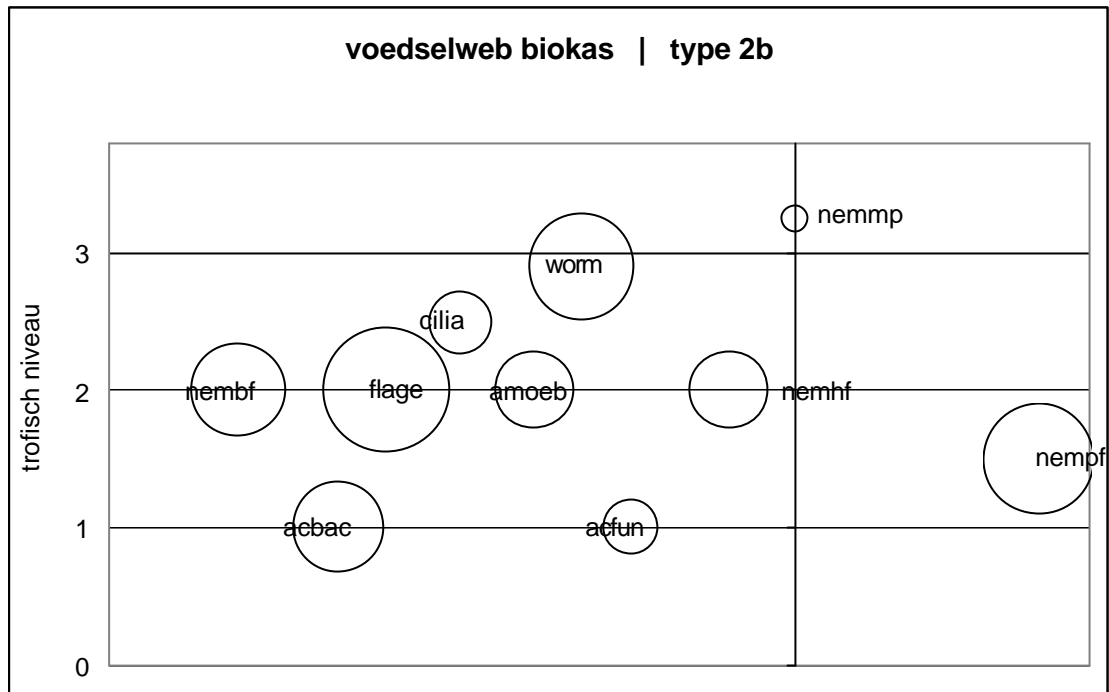
Voedselweb type 2a (Fig. 4)

Omschrijving

Beide subtypen (2a en 2b) hebben weinig bacteriën. Type 2a zou gekarakteriseerd kunnen worden als een ‘verarmd’ voedselweb. Bijna alle organismen zijn in lage aantallen aanwezig. Er zijn zeer weinig wormen, schimmels en schimmel- en bacterie-etende nematoden. Opvallend is dat er wel veel amoeben zijn. Een mogelijke hypothese is dat er competitie optreedt tussen de amoeben is met de bacterie-etende nematoden (nem bf) en tussen de flagellaten en de schimmel-etende nematoden (nem hf), waarbij de eencelligen sneller kunnen koloniseren dan de nematoden.

Locaties

Dit type voedselweb wordt gevonden op intensieve glastuinbouwbedrijven met een beperkte vruchtwisseling van vruchtgroenten (1:2) en een intensieve toepassing van grondstomen. De bedrijven zijn hierdoor in staat om de planten-etende nematoden (nem pf) te onderdrukken, maar dit lijkt ook ten koste te gaan van de rest van het voedselweb. De ziekteverendheid tegen fusarium was in dit voedselwebtype het slechtst. De respiratie was daarentegen wél hoog. Met name omdat op het bedrijf waar net gestoomd was, een erg hoge respiratie werd gemeten. Dit kan ermee samenhangen dat er binnen korte tijd veel bodemleven gedood is, en daarmee ook veel ‘voedsel’ aanwezig is voor het resterende microleven.



Figuur 5. Schematische weergave van voedselweetype 2b. Dit type wordt gevonden op de bedrijven B, C, D, Q en AD.

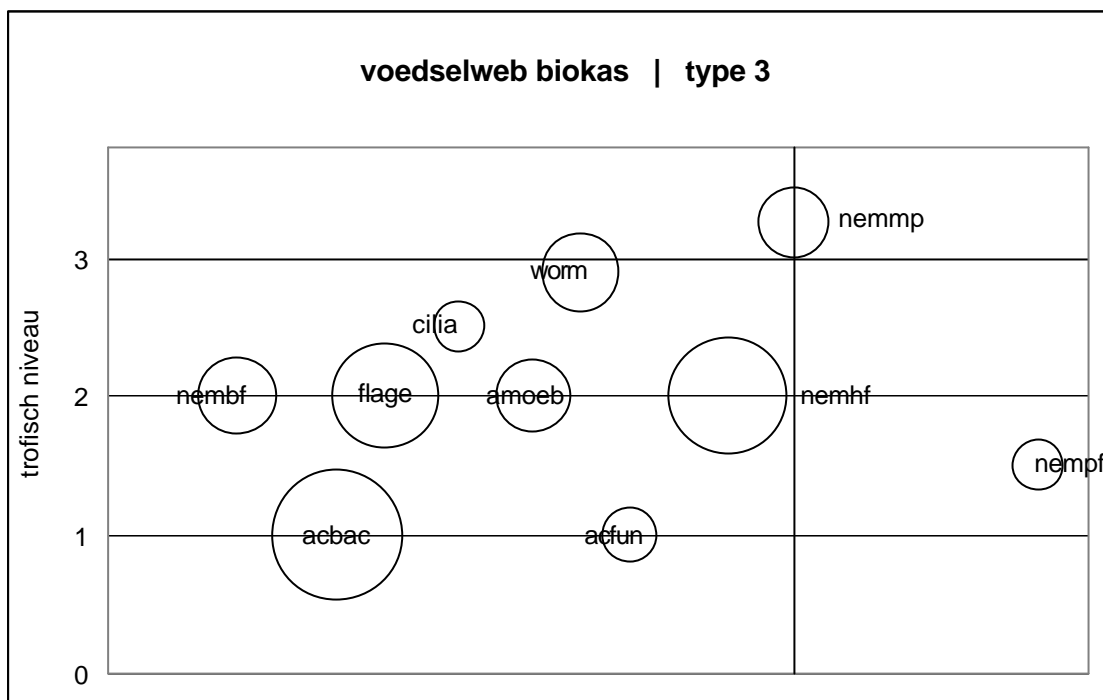
Voedselweb type 2b (Fig. 5)

Omschrijving

Voedselweb met weinig bacteriën. Opvallend is dat er ten opzicht van type 2a wel veel plantenetende (nempf) en schimmel-etende (nemhf) nematoden aanwezig zijn.

Locaties

Op de meeste van de bedrijven in Type 2 wordt gestoomd (5 van de 7). Uitzonderingen zijn C en AD. Deze bedrijven zijn eigenlijk type 1 qua bedrijf, maar worden gekenmerkt door een tegenvallend microleven en veel schimmel- en planten-etende aaltjes; er zijn wel veel wormen à la type 1 aanwezig. Een hypothese zou kunnen zijn dat deze twee extensieve bedrijven qua bodemleven uit evenwicht zijn, waardoor ook problemen met de plant-parasitaire aaltjes kunnen ontstaan. De intensievere bedrijven lijken qua bodemleven tussen 2a en 3 in te liggen. Door het intensieve karakter van de bedrijven zullen ze echter nooit Type 1 worden.



Figuur 6. Schematische weergave van voedselwebtype 3. Dit type wordt gevonden op de bedrijven F, G, H, AB en AC.

Voedselweb type 3 (Fig. 6)

Omschrijving

Voedselweb met veel bacteriën en veel schimmelende nematoden. Dit type heeft weinig wormen, en lijkt in dit opzicht op type 2a.

Locaties

Het type wordt gevonden in biologische kassen op zandgronden, waar over het algemeen weinig gestoomd wordt. (Bedrijf AB stoomt zeer ondiep om bodemleven te sparen, Bedrijf H heeft meer dan 10 jaar geleden gestoomd). De enige uitzondering is het bedrijf F: een intensief bedrijf op zandgrond waar wél gestoomd wordt. Een hypothese is dat op dit bedrijf bodem management maatregelen worden toegepast waardoor het effect van stomen (zichtbaar in het 'verarmde' voedselweb type 2a) wordt opgeheven.

Koppeling van bodemvoedselweb aan functies

Uiteindelijk is het de bedoeling om een bepaalde samenstelling van het voedselweb te kunnen koppelen aan de functies die het bodemleven vervult. Een eerste poging hiertoe is gedaan door de resultaten van de voedselwebanalyse te koppelen aan de resultaten van de biotoets naar ziekteverendheid van de kasgronden tegen fusarium (zie tabel 15 A). Hieruit bleek dat bedrijven met een voedselwebtype 1 een hogere ziekteverendheid lieten zien tegen fusarium. Fusarium is een pathogene schimmel die gevoelig is voor concurrentie met het overige bodemleven, en de ziekteverendheid tegen Fusarium is dan ook een goede maat voor de algemene ziekteverendheid van de grond.

Een van de karakteristieken van voedselwebtype 1 is een zeer hoge schimmelactiviteit (162 ug actieve schimmels/gram grond), maar ook veel actieve bacteriën (89 ug/g), ciliaten (1220 stuks/gram grond) en regenwormen (62 gram/m²). Wat opvalt, is dat de algemene activiteit van het bodemleven (uitgedrukt als bodemademhaling of respiratie), op deze bedrijven wel hoog is (444 mg C/kg grond in 8 weken), maar niet het hoogst van alle voedselwebben (namelijk type 2a met een respiratie van 464 mg C/kg). Een zeer hoge respiratie kan echter ook veroorzaakt worden doordat het bodemleven onder stress staat (bijvoorbeeld vlak na stomen), waardoor de omzettingprocessen energetisch ongunstigere routes gaan kiezen, met als resultaat een verhoogde CO₂ productie.

In vergelijking met het voedselweb type 2a (slechtste ziektevering tegen Fusarium) valt op dat type 2a het laagst lag in zowel de schimmelactiviteit (23 ug/g) als bacterieactiviteit (34 ug/g). Verder waren er in dit voedselwebtype geen regenwormen aanwezig, en een heel laag aantal bacterie-etende nematoden.

Vanwege het relatief geringe aantal bedrijven waarmee de analyse is uitgevoerd, zijn de relaties tussen samenstelling van het voedselweb en functies als algemene ziektevering echter alleen heel voorzichtig te stellen. De verschillen tussen afzonderlijke bedrijven binnen 1 voedselwebtype zijn vaak nog aanzienlijk. Alleen wat betreft voedselwebtype 1 lijken er zowel wat betreft een aantal organismen, als wat betreft de ziektevering bij hoge fusariumbesmetting, duidelijke verschillen te bestaan met de bedrijven uit de andere typen.

Relatie met streefwaarden

De uitkomsten van de ziektevering toets (zie hoofdstuk 4.2.) in combinatie met de voedselweb diagrammen bevestigen echter wel het vermoeden dat de streefwaarden voor actieve bacteriën en schimmels zoals die door SFI worden gegeven aan de (zeer) lage kant liggen. Voedselwebtype 2a voldoet qua aantallen actieve schimmels (23 ug/g) en bacteriën (34 ug/g) aan de streefwaarden (tussen 10-25 ug/g), maar functioneert slecht als het gaat om algemene ziektevering van de grond. Qua totaal aantal schimmels (145 ug/g) ligt dit voedselwebtype overigens inderdaad onder de streefwaarden die door SFI gegeven worden (150-300 ug/g). We nemen echter aan dat in het algemeen een functie als "algemene ziektevering" niet het resultaat is van de werking van een enkele groep organismen, en om deze reden willen we het hele voedselweb in ogenschouw nemen.

Tabel 15 A. Bedrijfskenmerken van voedselweb typen. De respiratie is gegeven in mg C / kg grond geproduceerd in 8 weken. De gevoeligheid van de grond voor een fusariumbesmetting is zowel bij lage (L) als bij hoge (H) besmetting met fusarium gemeten in een biotoets. Voor de biotoets is vlas in combinatie met *Fusarium oxysporum f.s. linii* gebruikt. Deze biotoets geeft een goede maat voor de algemene (op concurrentiemechanismen gebaseerde) ziektevering van de grond. De waarden zijn weergegeven als het 'oppervlak onder de progressieve ziektecurve' (AUDPC). Hoe hoger de AUDPC waarde, hoe gevoeliger de grond is voor besmetting, dus hoe minder ziektevering.

type	lokatie		abiotische factoren						biotische factoren		
	bedrijven	aantal extensief	aantal intensief	lutum	OS	P-Al	CaCO ₃	pH-KCl	respiratie	fusarium gevoeligheid (L)	fusarium gevoeligheid (H)
1	F, L, N (vóór stomen), Z, AA	5	0	10	9,3	216	1,5	6,7	444	7	17
2a	E, O, N (na stomen)	0	3	17	8,7	176	1,6	6,8	464	14	27
2b	B,C,D,Q, AD	2	3	8	7,1	194	2,0	6,7	416	11	26
3	F, G, H, AB, AC	3	2	4	5,9	156	0,3	6,3	377	10	24

Tabel 15 B. Biotische factoren. Gemiddelde waarden voor verschillende componenten van het bodemvoedselweb, bij de verschillende bedrijfstypen. (actieve/totaal bacteriën en actieve/totaal schimmels in (ug/gram grond), flagellaten, amoeben, ciliaten en nematoden in (aantallen per gram grond) en regenwormen in (gram/m²)).

type	lokatie	Biotische factoren: gemiddelde analysecijfers bodemleven											
		actieve bacterie	totaal bacterie	actieve schimmel	totaal schimmel	flagellaten	amoeben	ciliaten	bacterie-stend nematoden	schimmelstend nematoden	predatoren nematoden	nematoden plantentend	biomassa wormen
1	F, L, N (vóór stomen), Z, AA	89	900	162	294	79,000	94,000	1220	13	1	0	0	62
2a	E, O, N (na stomen)	34	704	23	145	64,000	166,000	472	4	0	0	0	0
2b	B,C,D,Q, AD	41	488	51	185	97,000	64,000	467	17	1	0	1	24
3	F, G, H, AB, AC	61	763	41	241	52,000	45,000	244	9	2	0	0	4

Koppeling van voedselweb aan management

De Twinspan indeling in verschillende voedselwebtypen kan gekoppeld worden aan bedrijfsmanagement. Interessante factoren waarop de bedrijven verschillen zijn:

1. Intensief versus extensief. Intensief betekent een krappe vruchtwisseling (1:2 of 1:3) en een relatief hoge productie. Extensief betekent een brede vruchtwisseling (tot 25 gewassen per bedrijf) en een relatief lage productie.
2. Preventief versus curatief bodembeheer. Curatief betekent ingrijpen in het bodemleven door stomen bij het optreden van plagen. Preventief betekent zonder stomen parasitaire organismen onderdrukken, bijvoorbeeld door stimulering van een 'gezond' bodemleven.

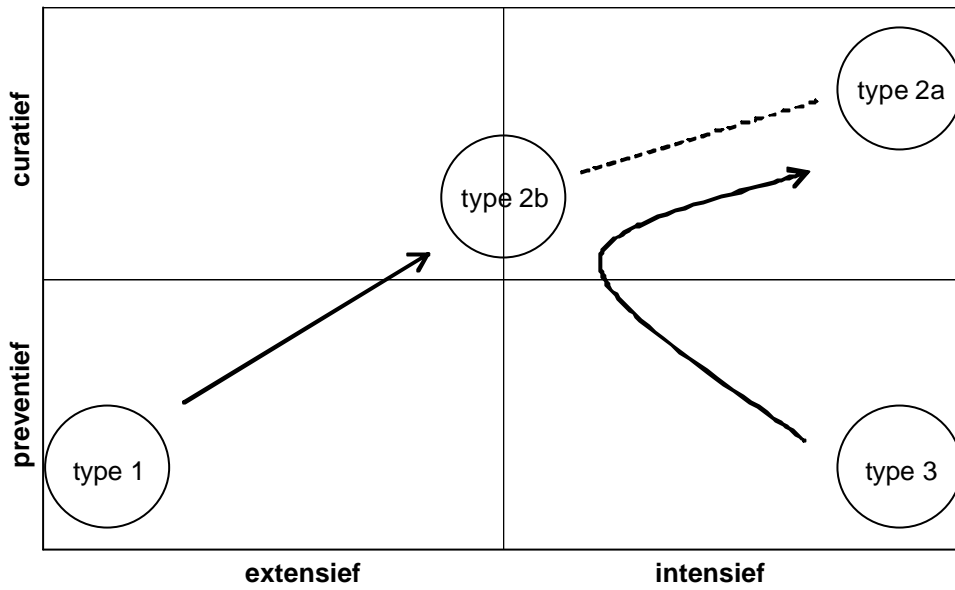
De locatie van de verschillende voedselweb typen binnen deze management maatregelen zou kunnen worden weergegeven zoals in figuur 7. Een hypothese kan zijn dat type 1 kan overgaan in type 2b op het moment dat er een intensivering optreedt waarbij meer curatieve maatregelen ingezet worden. Wanneer er zeer rigoureuze maatregelen genomen worden in de vorm van regelmatig grondstomen, kan type 3, mogelijk via type 2b, overgaan in type 2a.

Literatuur

Eekeren, N. van, E. Heeres en F. Smeding, 2003. Leven onder de graszode - Discussiestuk over het beoordelen en beïnvloeden van bodemleven in de biologische melkveehouderij. LBI 2003 - LV52, Louis Bolk Instituut, Driebergen. 149 pp.

Edwards, CA en PJ Bohlen. 1996. Earthworms & Microorganisms. In: Biology and Ecology of Earthworms. Chapter 9, pp. 181-195. Chapman & Hall, London.

Smeding, F.W., N. van Eekeren en A.J. Schouten. 2005. Bodemvoedselwebben op melkveebedrijven - Methode voor een kwalitatieve analyse van de voedselwebstructuur. Intern rapport 14, Bioveem, Lelystad. 36 pp.



Figuur 7. Hypothese hoe de positie van verschillende voedselwebtypen kan variëren binnen bepaalde management maatregelen.

4.2. Ziekteverendheid tegen *Fusarium oxysporum*

Willemijn Cuijpers, Eiri Kaku

Doelstelling

Doelstelling van de biotoets is het vergelijken van gronden wat betreft hun ziekteverendheid tegen *Fusarium oxysporum*. Ziekteverendheid tegen *Fusarium* staat hierbij model voor zogenaamde "algemene ziekteverendheid": ziekteverendheid die gebaseerd is op de algemene activiteit van het bodemleven als geheel, en niet toe te wijzen is aan de activiteit van één of een groep specifieke organismen (antagonisten). Het mechanisme van algemene ziektevering berust op concurrentie of "fungistase" van de bodem. Dit is een andere term voor de "schimmelverendheid" van de bodem. Nieuwe pathogene schimmels kunnen dan geen voet aan de grond krijgen, omdat alle bodemdeeltjes als het ware al 'bezet' zijn door inheemse schimmels en bacteriën.

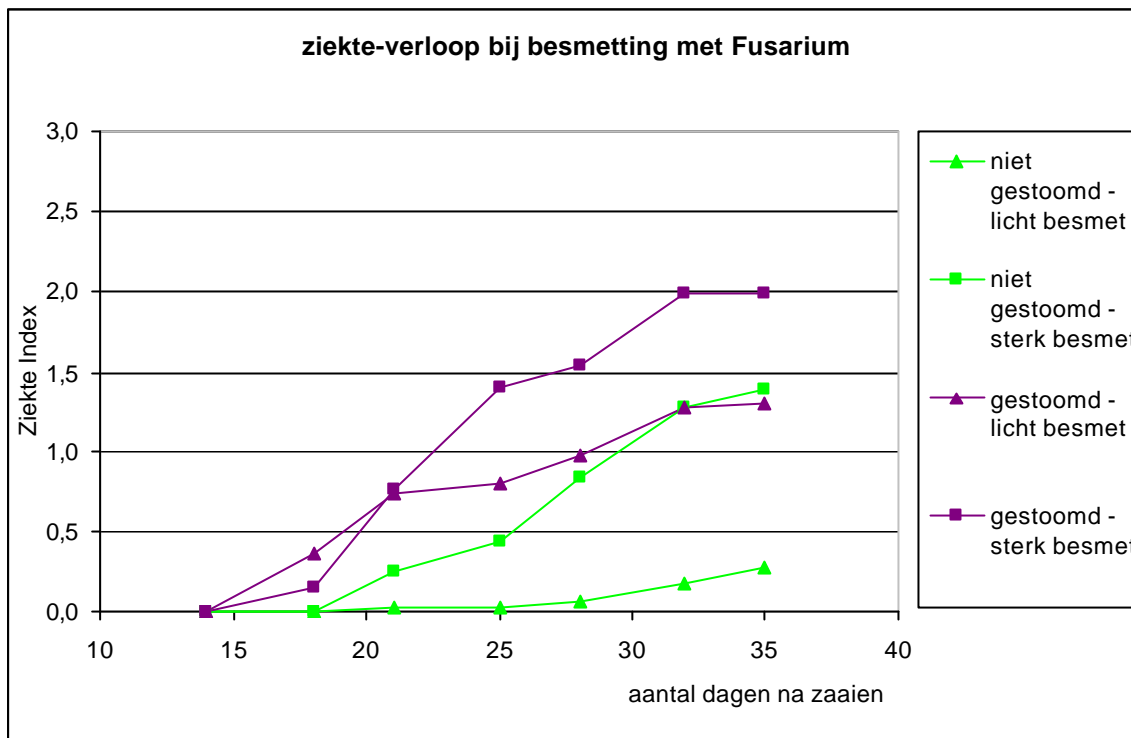
Methode

In 2005 is op 17 bedrijven grond verzameld voor een biotoets. De grond is zoveel mogelijk op percelen verzameld waar op dat moment tomaat werd geteeld. Als dit niet mogelijk was werd gekozen voor komkommer, en op één bedrijf werd het monster genomen in de freesia teelt. Van één van de bedrijven is daarnaast grond verzameld tijdens de teeltwisseling tussen twee komkommerteelten: vlak voor (N voor stomen), en vlak nadat (N na stomen) er gestoomd is. De grond van de verschillende bedrijven is vervolgens in potten gedaan, en besmet met *Fusarium oxysporum* f.s. linii. Het inoculum is verstrekt door Wim Blok (leerstoelgroep Biologische Bedrijfssystemen, Wageningen UR). Voor elk bedrijf zijn 15 potten met grond gevuld, waarbij telkens 5 potten besmet zijn met verschillende hoeveelheden inoculum (controle zonder inoculum, lage besmetting (10^4 CFU's (kolonievormende eenheden)/gram grond) en hoge besmetting (10^5 CFU's/gram grond). Vervolgens zijn er in elk potje 12 voorgekiemde vlaszaden geplant (cv. Belinka, een *Fusarium*-gevoelige vlassoort). De planten zijn na opkomst gedund tot 10 planten/potje. Gedurende een aantal weken is het ziekteverloop gevolgd. De mate van aantasting is gescoord op een schaal van 0-3. (0 = geen aantasting, 1 = < 50 % aantasting, 2 = > 50% aantasting, 3 = dood). De biotoets is uitgevoerd als pilot experiment door een stagiaire van Wageningen UR. De planten werden 16 uur belicht, maar zijn verder onder niet-geconditioneerde omstandigheden (wat betreft temperatuur en luchtvochtigheid) opgekweekt. De planten zijn in het laboratorium opgesteld volgens een volledig gewarde blokkenproef. Van de verschillende grondmonsters is de bodemrespiratie en de samenstelling van het bodemvoedselweb bepaald (zie hoofdstuk 4.1.).

Resultaten en discussie

Vergelijking van dezelfde grondsoort voor en na stomen

De biotoets liet een duidelijk verschil zien tussen de grond van hetzelfde bedrijf voor (N vóór stomen) en vlak na (N na stomen) stomen. De planten op de net gestoomde grond werden in een eerder stadium, en in sterkere mate ziek dan de planten op ongestoomde grond (zie figuur 8). Hierbij moet opgemerkt worden dat de grondmonsters direct na het stomen genomen zijn. Wanneer er een langere periode tussen het stomen en de besmetting ligt, zou de grond zich dus mogelijk weer kunnen herstellen.



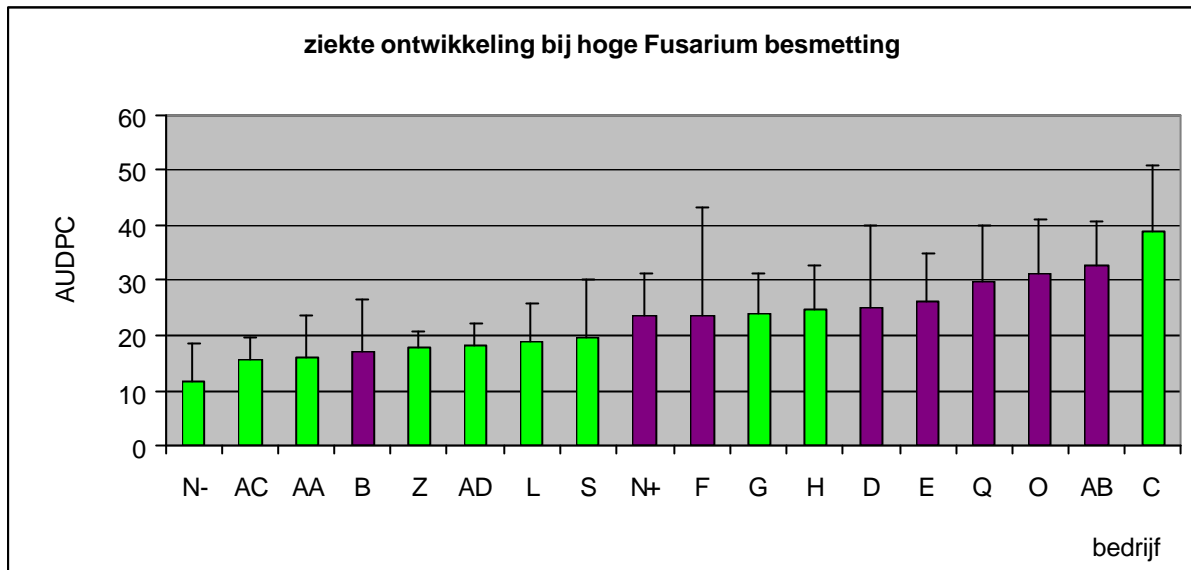
Figuur 8. Ziekteverloop in vlasplanten bij besmetting van grond met *Fusarium oxysporum* f.s. linii. Paarse lijn: pas gestoomde grond. Groene lijn: ongestoomde grond. Driehoekjes: een lage besmetting met fusarium (104 CFU's/gram grond), vierkantjes: een hoge besmetting met fusarium (105 CFU's/gram grond). De ziekte-index is weergegeven op een schaal van 0-3. 0 = gezonde planten, 1 = < 50% van de planten ziek, 2 = > 50% van de planten ziek en 3 = dode planten.

Conclusie:

Direct na het stomen is de algemene ziekteverendigheid van de grond tegen *Fusarium* sterk verlaagd. Bij besmetting met *Fusarium* vlak na het stomen, worden planten sneller en sterker ziek dan op ongestoomde grond

Vergelijking van ziekteverendigheid tussen verschillende bedrijven

Er is gekeken naar de relatie tussen ziekteverendigheid van de grond en bedrijfsmanagement. Hierbij is een indeling gemaakt tussen meer of minder intensieve bedrijfsvoering. Dit omvat de aspecten vruchtwisseling (breed of smal), klimaat (warme of koude kas) en ziekte-management (preventief of curatief, waarbij het laatste gelijkgesteld is aan frequent gebruik maken van stomen). Vooral bij een hoge fusariumdruk werden de verschillen tussen de intensievere en de extensievere bedrijven duidelijk zichtbaar (Figuur 9 en 10). Grond van extensieve bedrijven was bij een hoge ziektedruk in het algemeen ziekteverender dan grond van intensieve bedrijven.



Figuur 9. Ziekte-ontwikkeling op verschillende kasgronden bij een hoge Fusarium besmetting. De groen gekleurde balkjes zijn gronden waar nog nooit op gestoomd is, of meer dan 10 jaar geleden. De paars gekleurde balkjes zijn gronden waar regelmatig gestoomd wordt. De hoogte van de balk geeft de AUDPC (Area Under Disease Progressive Curve) aan: de oppervlakte onder de grafiek van de ziekte-index. Hoe hoger de AUDPC, hoe sneller en eerder de planten ziek werden, dus hoe lager de ziekteverendheid.

Conclusie:

Bij een hoge ziektedruk van Fusarium is grond van extensievere bedrijven in het algemeen ziekteverender dan grond van intensieve bedrijven. Er zijn echter ook een paar uitzonderingen op deze trend.

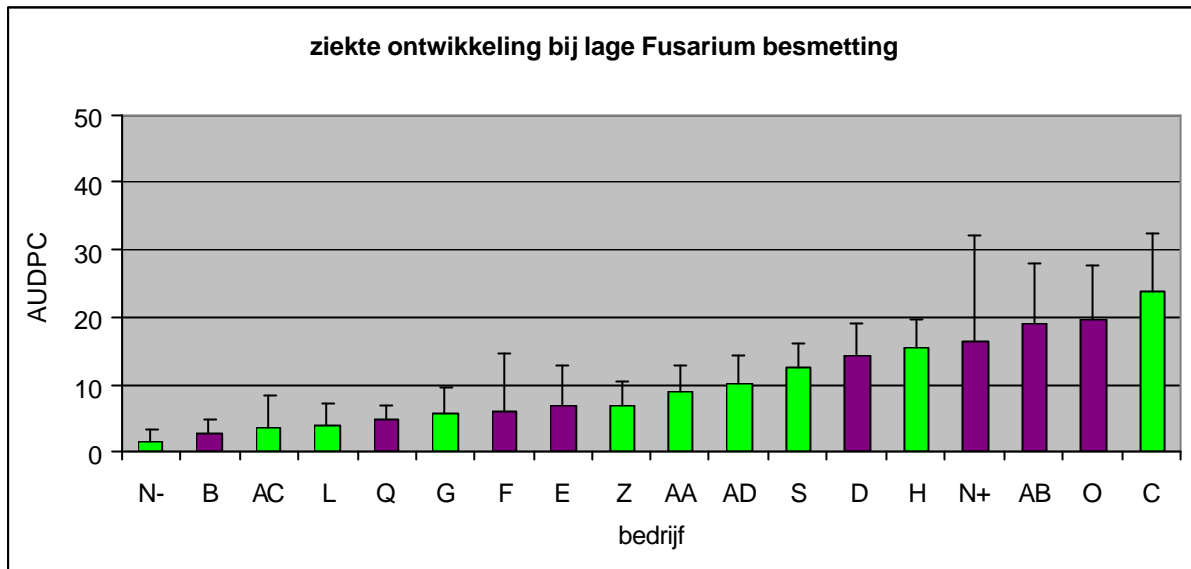
Daarnaast wordt de hypothese dat stomen de ziektevering verlaagd, weerlegt door een paar bedrijven die een afwijking van deze trend laten zien. Interessant voor vervolgonderzoek zijn bedrijven die in Figuur 9 uiterst links liggen (goede ziektevering), maar wel stomen (zoals *kon*), en bedrijven die uiterst rechts in de grafiek liggen (slechte ziektevering), maar geen gebruik maken van stomen (zoals *aar*).

Relatie tussen bodemleven en ziekteverendheid

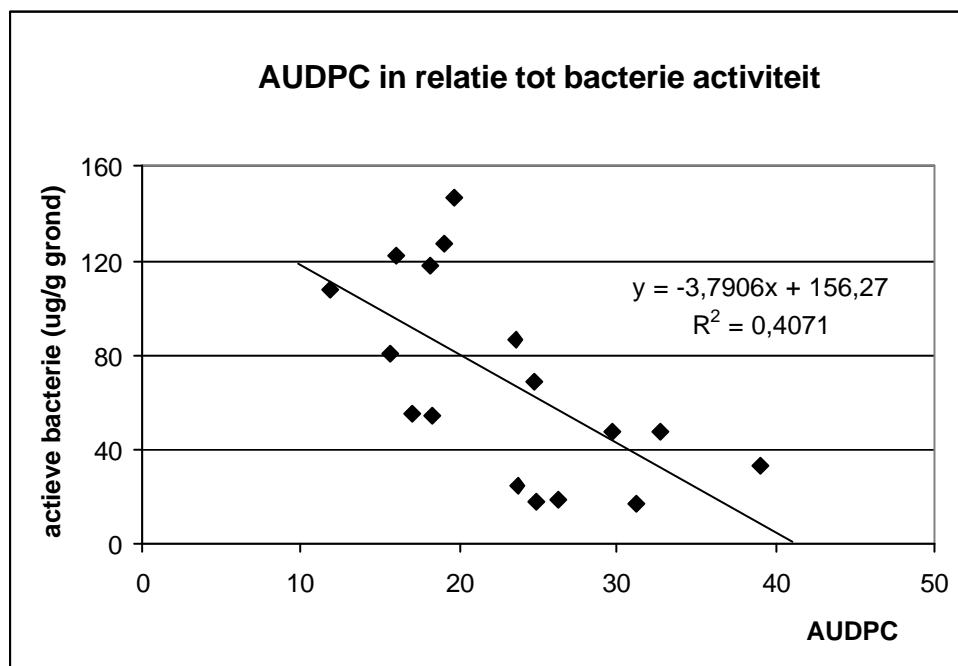
Tenslotte is gekeken naar mogelijke correlaties tussen de gegevens over biomassa en aantallen bodemleven en de ziekteverendheid tegen fusarium. Alleen voor de actieve bacteriële biomassa werd een relatie gevonden met ziekteverendheid. Hoe hoger de actieve bacteriële biomassa, hoe hoger de ziektevering (= hoe lager de AUDPC (Area Under Disease Progressive Curve) van de grond (zie figuur 11). In het hoofdstuk over bodemvoedselwebben wordt de relatie tussen voedselwebtype en ziekteverendheid verder besproken.

Conclusie:

Bij een hoge ziektedruk lijkt een relatie te bestaan tussen de bacteriële activiteit van de grond en de algemene ziektevering. Hoe hoger de bacteriële activiteit, hoe hoger de ziekteverendheid tegen fusarium



Figuur 10. Ziekte-ontwikkeling op verschillende kasgronden bij een lage Fusarium besmetting. Voor een toelichting bij de grafiek, zie Figuur X. Bij een lage Fusarium besmetting is het effect van bedrijfsmanagement (extensief of intensief) op ziekteverendheid niet duidelijk.



Figuur 11. Ziekteverendheid tegen *Fusarium oxysporum* bij een hoge ziektedruk, in relatie tot de biomassa actieve bacteriën in de grond. Elk ruitje stelt de ziekteverendheid op één bedrijf voor, in relatie tot de bacterie-activiteit van de bodem. Hoe hoger de AUDPC (Area Under Disease Progressive Curve), hoe lager de ziekteverendheid. De grafiek laat zien dat hoe hoger de hoeveelheid actieve bacteriën in de grond is, hoe beter de ziekteverendheid is tegen *Fusarium*.

4.3. Mycorrhiza kolonisatie

Achtergrond

Mycorrhiza schimmels hebben in relatie tot het gewas waarop en waarin ze voorkomen de volgende functies:

- Opname van nutriënten, met name fosfaat;
- Opname van water;
- Bodemstructuurverbetering door aggregaatforming;
- Ziektewering.

Over het algemeen wordt een hogere mycorrhiza kolonisatie gevonden bij een lagere fosfaatbeschikbaarheid van de bodem. Omdat de fosfaattoestand van de kasgronden in het algemeen zeer hoog is, is er geen effect op de fosfaatopname door het gewas te verwachten. De mycorrhiza's kunnen echter wel van betekenis zijn voor de opname van andere sporenelementen, het voorkomen van droogtestress en ziekteverendheid

Qua ziektevering wordt gezegd dat mycorrhiza's de plant met name beschermen tegen ziekteverwekkende schimmels. Ook zouden mycorrhiza enige bescherming kunnen bieden tegen aaltjes, doordat de aaltjes de wortels niet meer herkennen als wortels, maar als zijnde een schimmel..

Werkwijze

In 2005 is op 17 biokas bedrijven 3x de mycorrhiza kolonisatie van de wortels gemeten. Een representatieve hoeveelheid wortels werd verzameld en de analyse is uitgevoerd door BLGG/Soil Food Web. Bij de meeste bedrijven is er op tomaat bemonsterd, bij enkele bedrijven op komkommer en bij één bedrijf op freesia. Op 9 van deze bedrijven is er gestoomd (soms ver in het verleden); op 8 bedrijven is nog nooit gestoomd.

Tabel 16. Mycorrhiza kolonisatie (hoogst gemeten percentage tijdens 3 bemonsteringen) in verschillende gewassen, fosfaattoestand van de grond en toepassing van stomen op het bedrijf.

(*) = stomen meer dan 10 jaar geleden.

Bedrijf Code	Gewas	hoogste gemeten % mycorrhiza kolonisatie wortels	fosfaattoestand bodem (P-Al waarde)	stomen ja/nee
N	Komkommer	19 %	423	nee
C	Tomaat	12 %	240	nee
AB	Freesia	10 %	242	ja
S	Tomaat	4 %	123	nee
AD	Tomaat	4 %	150	nee
G	Tomaat	4 %	119	nee
L	Tomaat	0 %	152	nee
Z	Tomaat	0 %	233	nee
AC	Tomaat	0 %	113	nee
H	Tomaat	0 %	98	ja (*)
B	Tomaat	0 %	155	ja
Q	Tomaat	0 %	191	ja
O	Komkommer	0 %	176	ja
AA	Tomaat	0 %	247	ja (*)
E	Tomaat	0 %	203	ja
D	Tomaat	0 %	133	ja
F	Tomaat	0 %	203	ja

Resultaten

De resultaten staan weergegeven in tabel 16. Ter vergelijking zijn daarin twee andere factoren opgenomen. Dat is ten eerste de P-AI, vanwege de over het algemeen omgekeerde relatie tussen P-AI en mycorrhiza kolonisatie. Ten tweede is vermeld of er sprake is van gestoomde grond.

Discussie

Mycorrhiza werden alléén aangetroffen op bedrijven waar nog nooit gestoomd is. Er is één uitzondering: een bedrijf waar freesia's geteeld worden en waar toch gestoomd wordt. Het stomen gebeurt hier echter bewust zeer oppervlakkig – tot 20 cm diep – waardoor mycorrhiza's wellicht vanuit de ondergrond terug kunnen komen. Niet stomen is echter geen garantie voor aanwezigheid van mycorrhiza's: op drie locaties is niet gestoomd maar komen toch geen mycorrhiza's voor.

Op bedrijf N werd bemonsterd voor en na het stomen. Vóór het stomen was er 19% kolonisatie van de wortels, ná het stomen waren de mycorrhiza's helemaal verdwenen (niet in tabel opgenomen). In alle soorten bemonsterde gewassen (tomaat, komkommer en freesia) zijn mycorrhiza's aangetroffen. Er is niet geanalyseerd om welke soorten mycorrhiza's het gaat.

Soil Foodweb noemt als streefwaarde voor mycorrhiza kolonisatie van de wortels 40-80 % kolonisatie. Zulke hoge waarden worden in de kas niet aangetroffen.

Voor vervolgonderzoek liggen nog vragen open:

Bij welk percentage wordt de kolonisatie interessant uit oogpunt van het voorkomen van droogtestress, opname van sporenelementen en ziekteverendheid?

Is het mogelijk mycorrhiza's te introduceren in gestoomde grond, bij voorbeeld door plantgoed in een zeer jong stadium met deze schimmels te inoculeren?

Is het mogelijk de kolonisatie verder te stimuleren door bijvoorbeeld introductie van gewas-specifieke mycorrhiza met een hoge P-tolerantie?

4.4. Regenwormen

Achtergrond

Regenwormen vervullen verschillende functies in agroecosystemen, waaronder organische stof afbraak, structuurbevordering, ontwatering en beluchting. Regenwormen kunnen ingedeeld worden in drie soorten ecologische groepen met elk hun eigen functie. In tabel 17 staat kort de functie van de 3 groepen weergegeven.

Tabel 17. Ecologische kenmerken van de verschillende groepen regenwormen.

Groep	Kleur	Beweeglijk	Diepte	Voedsel	Hoofdfunctie
Strooiselbewoners	Rood	Snel	0-20 cm	Plantenresten en mest	Vertering organisch materiaal
Bodembewoners	Grauw	Zwak	0-40 cm	Organische stof	Structuurverbetering
Pendelaars	Rood/Roze	Matig	0-300 cm	Plantenresten	Drainage, beluchting, beworteling

Werkwijze

Per bedrijf is op drie tijdstippen een kluit uitgestoken van 25 x 25 cm en 50 cm diepte. Deze is ter plekke uitgezocht op aanwezigheid van wormen. Omdat het een klein (maar niet ongebruikelijk) aantal bemonsteringen betreft binnen een tijdvak van enkele maanden moet de interpretatie met het nodige voorbehoud plaatsvinden.

Resultaten

In tabel 18 staan de resultaten samengevat van de bepalingen van aantallen, biomassa en soortenrijkdom van regenwormen op 17 bedrijven. De analyses zijn uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut. In bijlage 5 staat per bedrijf een verdere specificering van aantallen en soorten regenwormen.

Tabel 18. Resultaten van bemonstering regenwormen op 17 biokas bedrijven in 2005. (*) resultaten van het bedrijf vóórdat er gestoomd werd. Na het stomen zijn er geen regenwormen meer gevonden. (**) langer dan 10 jaar geleden voor het laatst gestoomd. (***) Alleen heel kleine juvenielen gevonden, die niet zijn gedetermineerd. Mogelijk zijn dit potwormen en geen echte regenwormen.

Bedrijf	Massa per m ² (gr)	Aantal volwassen per m ²	Aantal juveniel per m ²	Aantal totaal per m ²	Soorten strooisel	Soorten bodem	Soorten pendelaar	Totaal aantal soorten	Stomen ja/nee
S	153	221	394	615	1	3	1	5	nee
L	68	164	300	464	1	3	0	4	nee
N (*)	55	68	1004	1072	2	0	0	2	nee
AD	50	123	129	252	2	3	0	5	nee
C	46	103	114	217	2	3	0	5	nee
AA	18	59	44	104	0	3	0	3	ja (**)
Z	15	72	72	144	0	3	0	3	nee
Q	15	46	79	124	3	1	0	4	ja
G	13	16	13	29	4	2	0	6	nee
B	10	7	175	183	1	0	0	1	ja
F	6	0	355	355	0	0	0	0 (***)	ja
H	2	2	13	15	4	0	0	4	ja (**)
E	1	3	12	15	0	1	0	1	ja
AC	0	0	0	0	0	0	0	0	nee
AB	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
O	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
D	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

Discussie

Op de bedrijven waar niet gestoomd wordt zijn duidelijk de hoogste aantallen regenwormen aanwezig. Er zijn een paar uitzonderingen: bedrijven waar geen regenwormen aanwezig zijn ondanks het feit dat er niet gestoomd wordt. De oorzaak daarvan kan liggen in de geringe toevoer van voeding voor de wormen (vers organisch materiaal) en/of het (zeer) droog houden van de kas in de winterperiode. Dit kan vooral op zandgronden met een diepe grondwaterstand het geval zijn. Qua soortenrijkdom worden er in totaal 5 soorten strooiselbewoners, 3 soorten bodembewoners en één pendelaarssoort (*A. longa*) in de kas aangetroffen. De pendelaars zijn echter moeilijk te “vangen” in een grondmonster van 50 cm diep, dus het kan zijn dat ook de tweede pendelaarssoort (*Lumbricus terrestris*) toch in de kassen voorkomt. Het hoogste aantal dat op één bedrijf (*G*) werd aangetroffen is 6 soorten.

5. Uitbreiding database meststoffen en bemestingsrichtlijn met P- en zoutbalans

Wim Voogt (WUR)

De eerdere versies van de ontwikkelde Bemestingsrichtlijn was toegespitst op N, P en K. Bij telers bleek duidelijk behoefte naar meer informatie, met name gericht op S, Na en Cl. Er is daarom gezocht naar aanvullende gegevens over de samenstelling van meststoffen. Bij de diverse leveranciers en producten bleek deze informatie echter niet of nauwelijks voorhanden. Daarom zijn in een aantal gevallen meststoffen die toch al geanalyseerd zouden worden vanwege proefobjecten ook aanvullend onderzocht op de ontbrekende onderdelen. Daarnaast zijn er aanvullend nog een aantal meststoffen geanalyseerd en in enkele gevallen zijn gegevens uit literatuur gehaald.

In tabel 19 staan de gemiddelden en de minimale en maximale waarden, van een aantal groepen meststoffen. Let op, niet van alle meststoffen binnen de genoemde categorieën zijn de gehalten bekend.

Tabel 19. Overzicht van de gehalten aan ballastzouten Na, Cl en S in een aantal categorieën en bij een aantal specifieke meststoffen, de gemiddelden, maximaal en minimaal aangetroffen gehalten, in kg/ton vers product.

Soort meststof	Na g/kg			Cl kg/ton			S kg/ton		
	Gem	min	max	Gem	min	max	Gem	min	max
hulpmeststof dierlijk	2,4	1,3	3,7	7,4	0,9	23,7	7,7	1,2	15,0
hulpmeststof plantaardig	6,9	0,4	13,4	4,5	1,4	10,4	15,0	2,8	34,7
minerale mest	8,3	5,0	12,0	18,0	18,0	18,0	180,0	130,0	210,0
dierlijke mest	1,6	0,5	2,7	8,1	0,2	25,3	3,6	0,5	10,4
composten	2,0	0,2	9,5	1,1	0,2	3,6	4,5	0,5	25,0

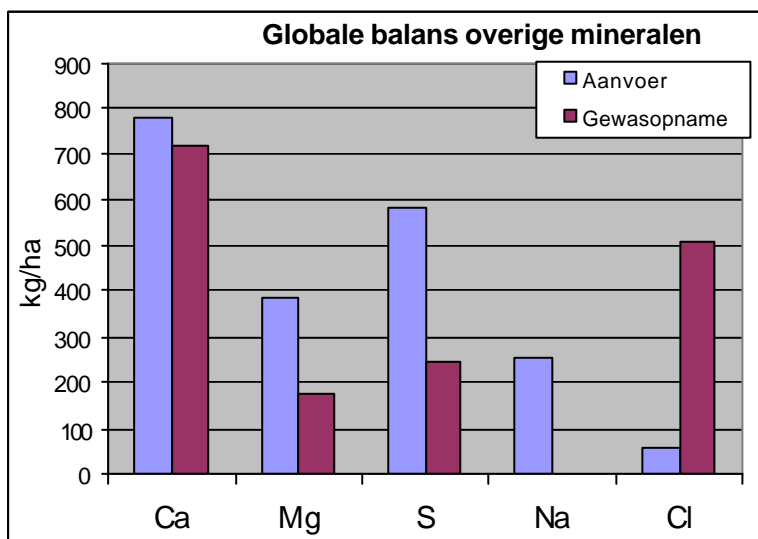
Meststof	Na g/kg	Cl kg/ton	S kg/ton
champost	1,1	0,6	7,3
groencompost	0,6	1,3	1,4
rundermest	0,5	5,1	5,1
grupstalmest (rund)	2,0	0,6	4,1
geitenmest			1,7
kippenmest	2,7	9,4	3,2
Runderdrijfmest		6,1	0,8
varkensgier		10,8	4,0
13 x x Bloedmeel	3,1		
13 x x Verenmeel	2,4	0,9	10,1
4 3 6 Eco Mix 3	12,0	2,5	32,0
Flanamat 722		7,0	7,4
Monterra Malt	3,7	23,7	1,2
Ricinus 4 1.5 8	13,4	1,6	34,7
Ricinus 5 2 0	0,4	1,4	2,8
Bietvinsasse		8,0	11,5

Het valt op dat in de categorie hulpmeststoffen soms heel hoge gehalten aan Na en S voorkomen. Bij de minerale meststoffen zijn de S gehalten logischerwijs hoog vanwege de sulfaatmeststoffen (patentkali, kieseriet).

In de bemestingsrichtlijnprogramma is een balansberekening opgenomen voor genoemde Ca, Mg, S, Na en Cl. De gewasafvoer/opname is ontleend aan de database van bekende opnames. In het geval van tomaat, paprika en komkommer konden ook hier regressievergelijkingen worden gebruikt. Voor de overige gewassen zijn schattingen gemaakt, op basis van de relaties met N en K. De aanvoer vanuit meststoffen voor genoemde elementen is berekend door de dosering te vermenigvuldigen met het bekende gehalte. Er wordt geen rekening gehouden met vertraagd vrijkomen door mineralisatie. In theorie geldt dit niet voor Na en Cl, net zomin als voor K. Voor S wordt hiermee wellicht een overschatting gedaan, aangezien dit element mogelijk net zo afhankelijk is van microbiologische afbraak als N. Daarnaast, en dit geldt ook voor Ca en Mg ligt de situatie nog complexer, omdat ook neergeslagen zouten in de meststof meedoen bij het vrijkomen, in interactie met de bodemeigenschappen. Het is daarbij ook onmogelijk scheiding aan te brengen tussen de dynamiek van adsorptie – resorptie – fixatie vanuit de bodem en de toegediende meststof. Echter, omdat de precisie bij andere posten ook niet hoog is, wordt volstaan met een globale aan- afvoerbalans voor de elementen.

Bij de output wordt de berekende Na, Cl en Mg, Ca en S balans grafisch weergegeven, zodat in een oogopslag zichtbaar is waar een eventueel knelpunt zou kunnen ontstaan. In veel gevallen blijkt overigens dat de S aanvoer aanzienlijk hoger is dan de gewasvraag. Soms komt dit door een veelvuldig gebruik van patentkali of kieseriet, in andere gevallen heeft het te maken met gebruik van vinassekali. Tot voor kort was het niet goed mogelijk een aanvullende K bemesting te doen bovenop de voorraadbemesting met dierlijke mest of compost, zonder tegelijk veel S te geven. Er zijn nu wel enkele alternatieven met laag S (Bietvinasse, vernieuwde ricinus)

Een voorbeeld van de output in het bemestingsprogramma is weergegeven in onderstaande figuur 12.



Figuur 12. Voorbeeld van output van het programma “bemestingsrichtlijn”.

6. Communicatie

In 2005 heeft op de volgende wijze de communicatie plaatsgevonden.

Telersbijeenkomsten

In 2005 zijn 3 bijeenkomsten voor telers geweest die specifiek op de bodem gericht waren. Twee bijeenkomsten waren op specifieke groepen telers gericht: de studiegroep Noord, die voornamelijk uit extensievere bedrijven bestaat, en de groep siertelers. De QLIF workshop betreft een internationale seminar voor studenten en onderzoekers op het gebied van bodemkwaliteit (www.qlif.org).

- Februari, Schalkwijk, QLIF workshop op bedrijf van Ron van Dijk
- Februari, Velden/Horst werkgroep sierteelt bij gebroeders Verbeek en Hans Cuppen
- Februari, Dronten, studiegroep Noord in de nieuwe kas van Warmonderhof
- Oktober, Sint Annaland, bijeenkomst glastuinders bij Gert van Brakel en Mathijs van Luijk

Update bemestingsrichtlijn

Eind 2005 is een nieuwe update van de bemestingsrichtlijn voor de biologische kasteelten verschenen, waarmee ook de zoutbalans berekend kan worden. Deze richtlijn is op CD-ROM verschenen en was daarnaast gratis te downloaden vanaf de BIODAS website (www.biokas.nl), tegenwoordig op www.biokennis.nl).

Publicaties

Behalve de onderstaande publicaties, hebben alle deelnemende telers in een zogenaamde 'bedrijfsheet' ontvangen, met daarin een samenvatting van de mineralen balans gegevens, verloop van de mineralengehaltes in de bodem over de afgelopen 4 jaar, bodemstructuur en bodemleven gegevens, specifiek gericht op hun bedrijf. Daarnaast zijn er gedurende het jaar verschillende actuele onderzoeksresultaten gepubliceerd in de Biokas Nieuwsbrief.

Burgt, G.J.H.M. van der (2006). *Smaak en kwaliteit biologische trostomaat*. Biokas-rapport, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Cuijpers, W.J.M. en L. Janmaat (eds) (2005) *Bodem & Bemesting: Gezonde bodem basis voor geslaagde teelt*. DLV, Louis Bolk Instituut en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving; Driebergen.

Cuijpers, W.J.M., C.J. Koopmans, A. van den Bos, W. Voogt & A. van Winkel (2005). Thema Bodemvruchtbaarheid. In: *Jaarverslag 2004* (L. Janmaat, C.J. Koopmans & R. van Paassen eds.), p. 10-24. Naaldwijk.

Cuijpers, W.J.M., F.W. Smeding, J. Amsing, J. Postma & C.J. Koopmans (2005). Effect of Organic Fertilizers on Regeneration of Biodiversity after Soil Steaming in Organic Glasshouses. In *Researching Sustainable Systems. Proceedings of the First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Held in Cooperation with the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and the National Association for Sustainable Agriculture (NASAA), 21-23 September 2005* (Köpke, U., U. Niggli, D. Neuhoff, P. Cornish, W. Lockeretz & H. Willer, eds.), pp. 160-163. ISO FAR; Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia.

Cuijpers, W.J.M., F.W. Smeding, C.J. Koopmans & J. Postma (2005). *Bodemleven lastig te sturen met mest of compost: Top van bodemvoedselweb krijgt harde klap bij stomen*. Ekoland nr. 7/8, p. 20-21.

Cuijpers, W.J.M., W. Voogt & C.J. Koopmans (2005). Balancing Fertilization Strategy with Crop Requirements in Organic Greenhouse Cultivation of Sweet Pepper. In *Researching Sustainable Systems. Proceedings of the First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Held in Cooperation with the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and the National Association for Sustainable Agriculture (NASAA)*,

21-23 September 2005 (U. Köpke, U. Niggli, D. Neuhoff, P. Cornish, W. Lockeretz & H. Willer, eds.), pp. 513-516. ISOFAR; Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia.

Koopmans, C.J., W.J.M. Cuijpers, W. Voogt, A. van Winkel & A. van den Bos (2005). *Biologische kasteelt op zandgrond: bodem en bemesting*, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

- Toepassing van bemestingsrichtlijn – adviesbasis op meerdere bedrijven
- Minimum P-bemesting: lagere P-gift dan gewasbehoefte en het effect daarvan op gewasopbrengst, kwaliteit en bodemeigenschappen.
- Fijnafstemming van toegediende meststoffen op een combinatie van mineralen, waaronder zwavel en natrium.
- Effect van verbeterde structuur op beworteling, mineralenbenutting, ziekteverendheid en opbrengst: verbetering door aangepaste grondbewerking en verbetering door regenwormen.
- Mycorrhiza's: Bij welk percentage wordt de kolonisatie interessant uit oogpunt van het voorkomen van droogtestress, opname van sporenelementen en ziekteverendheid? Is het mogelijk mycorrhiza's te introduceren in gestoomde grond, bij voorbeeld door plantgoed in een zeer jong stadium met deze schimmels te inoculeren? Is het mogelijk de kolonisatie verder te stimuleren door bijvoorbeeld introductie van gewas-specifieke mycorrhiza met een hoge P-tolerantie?
- Relatie tussen typen voedselweb en bodemeigenschappen (ziekteverendheid) en tussen type voedselweb en teeltmaatregelen (kun je toewerken naar een bepaald gewenst type?).

Bijlage 1. Mineralenbalans Stikstof (A), Fosfor (B) en Kali (C); samenvatting van alle bedrijven.

A. Samenvatting mineralenbalansen 2002-2005: Stikstof (kg ha^{-1})

bedrijf	jaar	gewasbehoefte	N uit		N uit hulpmeststoffen
			overschot	voorraadbemesting	
B	2002	1263	572	739	1096
B	2003	645	639	739	545
B	2004	900	-75	422	403
B	2005	958	-259	353	346
C	2002	603	319	276	646
C	2003	489	437	283	643
C	2004	382	591	338	635
C	2005	595	-39	439	117
D	2002	579	296	540	335
D	2003	371	437	592	216
D	2004	530	126	340	316
D	2005	584	898	937	545
E	2002	988	2667	3178	477
E	2003	689	283	198	774
E	2004	980	211	149	1042
E	2005	967	185	245	907
F	2002	810	591	617	784
F	2003	677	747	501	923
F	2004	1179	-507	136	536
F	2005	737	-119	0	618
G	2002	452	317	408	361
G	2003	1012	420	290	1142
G	2004	731	30	383	378
G	2005	896	268	210	954
N	2002	647	215	489	373
N	2003	583	259	469	373
N	2004	762	681	903	540
N	2005	619	-389	0	230

B. Samenvatting mineralenbalansen 2002-2005: P (kg ha⁻¹)

bedrijf	jaar	gewasbehoefte	P uit		P uit hulpmeststoffen
			overschot	voorraadbemesting	
B	2002	186	192	183	195
B	2003	82	205	183	104
B	2004	120	63	84	99
B	2005	128	-68	31	29
C	2002	102	26	123	5
C	2003	95	48	124	19
C	2004	41	332	366	7
C	2005	128	-65	63	0
D	2002	74	71	118	27
D	2003	48	96	144	0
D	2004	100	-27	60	13
D	2005	81	235	303	13
E	2002	136	617	684	69
E	2003	96	155	58	193
E	2004	182	46	83	145
E	2005	67	144	48	163
F	2002	119	157	122	154
F	2003	121	444	133	432
F	2004	203	-49	40	114
F	2005	126	-20	0	106
G	2002	61	106	167	0
G	2003	172	-40	71	61
G	2004	103	143	83	163
G	2005	134	58	142	50
N	2002	84	108	137	55
N	2003	81	47	119	9
N	2004	98	176	150	124
N	2005	75	-56	0	19

C. Samenvatting mineralenbalansen 2002-2005: K (kg ha⁻¹)

bedrijf	jaar	gewasbehoefte	K- uit		K uit hulpmeststoffen	
			overschot	voorraadbemesting		
B	2002	2182	-689		934	559
B	2003	929	658		934	653
B	2004	1500	-681		394	425
B	2005	1657	-1136		273	248
C	2002	993	-46		588	359
C	2003	783	-198		428	157
C	2004	572	122		504	190
C	2005	948	-409		340	199
D	2002	822	-225		490	107
D	2003	534	-178		356	0
D	2004	994	-761		200	33
D	2005	796	317		1089	24
E	2002	1552	3392		3037	1907
E	2003	983	1186		183	1986
E	2004	1550	-178		313	1059
E	2005	853	184		220	817
F	2002	1403	86		683	806
F	2003	1030	863		705	1188
F	2004	1668	-736		171	761
F	2005	1125	-333		0	792
G	2002	670	212		638	244
G	2003	1734	316		552	1498
G	2004	1404	-863		314	227
G	2005	1631	-603		592	436
N	2002	780	43		664	159
N	2003	842	183		785	240
N	2004	942	521		939	524
N	2005	911	-742		0	169

Bijlage 2. Mineralenbalansen per bedrijf.

Mineralenbalans bedrijf B

Trostomaat Durinta 2002 - bedrijf B

jaarbalans						beschikbaar-N	
7 februari - 15 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
structuurcompost Megrow	168.000	739	183	934	0	N-min begin teelt (onbekend)	100
beendermeel	800	48	56	0	0	structuurcompost	20
patentkali	800	0	0	199	48	beendermeel	48
kippenkorrels	3.500	123	46	58	0	kippenkorrels	123
DCM Ecomix 9-3-3	1.600	144	21	40	0	DCM Ecomix 9-3-3	424
varkensgier	2.400	3	0	7	0	DCM Ecomix II (7-4-12)	124
bitterzout	2.000	0	0	0	193	bloedmeel	374
						varkensgier	3
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
bloedmeel	3.115	374	0	0	0	nalevering organische stof 6,6%	428
DCM Ecomix 9-3-3	3.115	280	41	78	0	structuurcompost	182
DCM Ecomix 2 (7-4-12)	1.776	124	31	177	0	Historische bemesting	
totaal-aanvoer		1.835	378	1.493	241	totaal-aanvoer	1.826
Vruchten		519	93	1.115	40	gewasbehoefte	1.263
Bladafval		367	39	480	70	N-min einde teelt	59
Planten		377	54	587	82	overschot	504
gewasbehoefte		1.263	186	2.182	192		
overschot		572	192	-689	50		

Paprika 2003 bedrijf B

jaar balans						beschikbaar-N	
23 december - 15 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
gewasresten tomaat	125.740	375	54	584	82	N-min begin teelt (1,7 mmol/l)	85
Groencompost	168.000	739	183	934	0	groencompost	19
Farmershouse kippenkorrel	3.200	112	42	53	0	Farmershouse kippenkorrel	112
DCM Ecomix I (9-3-3)	640	58	8	16	0	DCM Ecomix I (9-3-3)	58
Bitterzout	1.200	0	0	0	116	mineralisatie gedurende teelt	
totaal-aanvoer		1.284	287	1.587	198	nalevering organische stof 6,6%	428
Vruchten		451	63	622	27	historische bemesting	96
Bladafval		47	4	47	6	gewasresten trostomaat	70
Planten		147	15	260	38	groencompost	175
gewasbehoefte		645	82	929	71	totaal-beschikbaar	1.043
overschot		639	205	658	126	gewasbehoefte	645
						N-min einde teelt	126
						overschot	272

Trostomaat Cedrico 2004 bedrijf B

jaar balans						beschikbaar-N		
17 januari - 10 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha		
voorraad						direct beschikbaar		
Megrow structuurcompost	93.800	422	84	394	122	N-min begin teelt (2,3 mmol/l)	124	
Kippenmestkorrels	3.500	307	72	131	5	Megrow structuurcompost	11	
DCM korrel	1.000	43	13	21	6	Kippenmestkorrels	307	
Patentkali	800	0	0	199	48	DCM korrel	96	
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt		
DCM Ecomix II	750	53	13	75	0	nalevering organische stof 6,6%	389	
totaal-aanvoer						historische bemesting		
		825	183	819	180	gewasresten paprika	111	
Vruchten			574	90	1.100	0	Megrow structuurcompost	101
Bladafval			147	142	14	totaal-beschikbaar		
Planten			115	15	184	1.250		
gewasbehoefte			836	247	1.298	gewasbehoefte	836	
overschot			-11	-64	-479	N-min einde teelt	156	
						overschot	258	

Trostomaat Vienna 2005 | standaard en bemestingsrichtlijn - bedrijf B

jaar balans						beschikbaar-N		
december - november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha		
voorraad						direct beschikbaar		
Megrow compost	78.400	353	31	273	61	N-min begin teelt (3,6 mmol/l)	194	
Farmers' house	2.735	240	25	85	2	Megrow compost	17	
Monterra Malt 9-1-4	1.172	105	5	39	0	Farmers' house	240	
Patentkali	500	0	0	125	30	Monterra Malt 9-1-4	105	
totaal-aanvoer						mineralisatie gedurende teelt		
		698	60	522	94	Historische bemesting	171	
Vruchten			415	66	961	33	Megrow compost	65
Blad gedurende de teelt			444	45	480	126	nalevering organische stof 6,6%	428
Planten aan het einde van de teelt			99	18	216	35	gewasresten paprika	122
gewasbehoefte			958	128	1.657	194	totaal-beschikbaar	1.342
overschot			-259	-68	-1.136	-100	gewasbehoefte	958
						N-min einde teelt	139	
						overschot	245	

Mineralenbalans bedrijf C

Trostomaat 2002 - bedrijf C

jaar balans						beschikbaar-N	
11 maart - 11 december	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
potstalmest	63.577	276	69	342	0	N-min begin teelt (4,5 mmol/l)	226
groencompost Van Iersel	61.269	334	54	246	0	potstalmest	45
bloedmeel	1.000	120	0	0	0	groencompost	18
orgabloed	600	48	0	0	0	bloedmeel	210
orgasol	600	54	5	10	0	orgabloed	48
patentkali	0	0	0	349	84	orgasol	54
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
bloedmeel	750	90	0	0	0	nalevering organische stof 8%	237
kieseriet	500	0	0	0	0	gewasresten paprika	57
totaal-aanvoer		922	128	947	84	potstalmest	133
Vruchten		334	65	656	25	groencompost	50
Blad gedurende de teelt		213	25	224	71	totaal N-beschikbaar	1.078
Planten einde teelt		56	12	113	19	gewasbehoefte	603
gewasbehoefte		603	102	993	115	N-min einde teelt	194
overschot		319	26	-46	-31	overschot	281

Komkommer 2003 - bedrijf C

jaar balans						beschikbaar-N	
27 februari - 31 juli	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
groencompost Van Iersel	58.231	283	53	173	149	N-min begin teelt (4 mmol/l)	201
zoogkoeien stalmest	55.769	218	71	255	47	zoogkoeienmest	39
tabaksschroot orgasol 9-2-2	500	45	4	8	0	groencompost	17
orgabloed 8-0-0	500	40	0	0	0	tabaksschroot orgasol	90
monterra nitrogen 13-0-0,5	500	65	0	2	0	orgabloed	40
bijbemesting						monterra nitrogen	143
tabaksschroot orgasol 9-2-2	500	45	4	8	0	ecomix I	54
ecomix I 9-3-3	600	54	8	15	0	monterra malt	25
monterra malt 5-1-5	500	25	2	21	0	bloedmeel	72
bloedmeel	600	72	0	0	0	mineralisatie gedurende teelt	
monterra nitrogen 13-0-0,5	600	78	0	2	0	nalevering organische stof 8%	132
biotrisol 3-3-6	15	0	0	1	0	historische bemesting	43
aminogreen 12-0-0	5	1	0	0	0	gewasresten tomaat	51
patentkali	400	0	0	100	24	zoogkoeienmest	58
totaal-aanvoer		925	143	585	221	groencompost	23
Vruchten		316	53	445	26	totaal N-beschikbaar	988
Blad gedurende de teelt		54	16	128	28	gewasbehoefte	489
Planten einde teelt		119	26	210	47	N-min einde teelt	81
gewasbehoefte		489	95	783	101	overschot	418
overschot		437	48	-198	120		

Paprika 2004 - bedrijf C

jaar balans						beschikbaar-N	
16 februari - 8 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha	
voorraad						direct beschikbaar	
biologische zeugenmest/biggen	59.444	338	301	217	136	N-min begin teelt (3,4 mmol/l)	183
compost Den Ouden	59.577	334	65	287	72	zeugenmest	80
monterra verenmeel 13-0-0,5	700	91	0	3	0	compost den Ouden	9
zeewierkalk (46% Ca)	1.400	0	0	0	0	verenmeel	91
orgabloed 8-1-1	1.600	128	7	13	0	orgabloed	128
kiezeriet	500	0	0	0	78	bloedmeel	83
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
bloedmeel	640	83	0	0	0	nalevering organische stof 8%	237
patentkali	700	0	0	174	42	historische bemesting	93
totaal-aanvoer		973	373	695	329	gewasresten komkommer	38
Vruchten		254	31	356	18	zeugenmest	136
Blad gedurende de teelt		32	3	41	8	compost den ouden	24
Planten einde teelt		96	7	175	41	totaal N-beschikbaar	1.102
gewasbehoefte		382	41	572	68	gewasbehoefte	382
overschot		591	332	122	261	N-min einde teelt	136
						overschot	584

Komkommer 2005 / "standaard" - bedrijf C

jaar balans						beschikbaar-N	
2 maart - september	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha	
voorraad						direct beschikbaar	
Compost Den Ouden	100.000	439	64	340	121	N-min begin teelt (2,2 mmol/l)	119
patentkali	400	0	0	100	24	compost Den Ouden	10
bloedmeel	400	52	0	0	0	bloedmeel	117
kiezeriet	300	0	0	0	47	mineralisatie gedurende teelt	
bijbemesting						nalevering organische stof (8%)	185
patentkali	400	0	0	100	24	historische bemesting	72
bloedmeel	500	65	0	0	0	gewasresten paprika	39
totaal-aanvoer		556	64	540	216	compost Den Ouden	57
Vruchten		431	89	663	42	totaal N-beschikbaar	599
Blad gedurende de teelt		74	26	192	45	gewasbehoefte	595
Planten einde teelt		90	13	93	37	N-min einde teelt	65
gewasbehoefte		595	128	948	125	overschot	-61
overschot		-39	-65	-409	91		

Komkommer 2005 / "bemestingsrichtlijn" - bedrijf C

jaar balans						beschikbaar-N		
2 maart - september	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha		
voorraad						direct beschikbaar		
Compost Den Ouden	60.000	263	38	204	72	N-min begin teelt (2,2 mmol/l)	119	
patentkali	400	0	0	100	24	compost Den Ouden	6	
bloedmeel	400	52	0	0	0	bloedmeel	117	
kiezeriet	300	0	0	0	47	mineralisatie gedurende teelt		
bijbemesting						nalevering organische stof (8%)		185
patentkali	400	0	0	100	24	historische bemesting	72	
bloedmeel	500	65	0	0	0	gewasresten paprika	39	
totaal-aanvoer		380	38	403	168	compost Den Ouden	34	
Vruchten		431	89	663	42	totaal N-beschikbaar	572	
Blad gedurende de teelt		74	26	192	45	gewasbehoefte		
Planten einde teelt		90	13	93	37	N-min einde teelt	60	
gewasbehoefte		595	128	948	125	overschot	-83	
overschot		-215	-90	-545	43			

Mineralenbalans bedrijf D

Groene paprika 2002 - bedrijf D

jaar balans						beschikbaar-N	
1 april - 22 oktober	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
Humusaarde	100.000	540	118	490	121	N-min begin teelt (8,6 mmol/l)	432
Bloedmeel	1.100	143	0	0	0	Humusaarde	30
Ecofertiel	1.100	99	14	27	0	Ecofertiel	190
						Gier	3
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
Gier	2.000	3	0	6	0	nalevering organische stof 1,5%	53
Patentkali	200	0	0	50	12	Humusaarde	81
Ecofertiel	1.000	90	13	25	0		
totaal-aanvoer		875	146	598	133	totaal N-beschikbaar	789
Vruchten		229	38	279	16		
Blad gedurende de teelt		64	6	75	14		
Planten einde teelt		286	31	469	98		
gewasbehoefte		579	74	822	129	gewasbehoefte	579
						N-min einde teelt	209
overschot		296	71	-225	4	overschot	1

Paprika 2003 - bedrijf D

jaar balans						beschikbaar-N	
1 april -	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
VAM compost	77.922	592	144	356	150	N-min begin teelt (7,4 mmol/l)	372
bloedmeel	1.500	195	0	0	0	VAM compost	23
						Bloedmeel	195
totaal-aanvoer		787	144	356	150	mineralisatie gedurende teelt	
Vruchten		174	26	245	12	nalevering organische stof 1,5%	53
Blad gedurende de teelt		98	11	125	18	historische bemesting	55
Planten einde teelt		99	11	163	35	VAM compost	72
gewasbehoefte		371	48	534	65	totaal N beschikbaar	770
						gewasbehoefte	371
overschot		417	96	-178	86	N-min einde teelt	197
						overschot	202

Tomaat Anjovine 2004 bedrijf D

jaar balans						beschikbaar-N	
19 maart - 8 november	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
Natuurcompost Conviro	100.000	340	60	200	420	N-min begin teelt (niet bekend)	200
Ecofertiel	1.000	90	13	25	18	Natuurcompost Conviro	17
Monterra N+ verenmeel	1.700	221	0	0	0	Ecofertiel	90
						Monterra N+ verenmeel	221
						Gier	4
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
Gier	3.000	4	0	8	0	nalevering organische stof 1,5%	61
						historische bemesting	79
						Natuurcompost Conviro	43
totaal-aanvoer		655	73	233	438	totaal N beschikbaar	715
Vruchten		360	64	686	27		
Blad gedurende de teelt		65	13	98	23		
Planten einde teelt		105	23	210	26		
gewasbehoefte		530	100	994	76	gewasbehoefte	530
						N-min einde teelt	421
overschot		126	-27	-761	362	overschot	-236

Paprika geel 2005 / "standaard" - bedrijf D

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
Groencompost	200.000	937	303	1089	340	N-min begin teelt	163
Ecofertil	1.000	90	13	25	18	groencompost	59
Verenmeel	2.500	325	0	0	0	Ecofertil	90
bijmest		130	0	0	2	Verenmeel	325
totaal-aanvoer		1.482	316	1.114	360	bijmest	130
						mineralisatie gedurende teelt	
Vruchten		248	41	355	18	Bodem organische stof 1,5%	61
Blad gedurende de teelt		181	19	147	24	Historische bemesting	77
Planten einde teelt		155	22	294	48	Groencompost	135
gewasbehoefte		584	81	796	90	Gewasresten	44
						totaal N beschikbaar	1.084
overschot		898	235	317	270	gewasbehoefte	584
						N-min einde teelt	105
						overschot	395

Paprika geel 2005 / "bemestingsrichtlijn" bedrijf D

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
Verenmeel		106	0	0	0	N-min begin teelt	147
Verenmeel		273	0	0	0	Verenmeel	106
Patentkalk		0	0	623	0	Verenmeel	273
totaal-aanvoer		379	0	623	0	mineralisatie gedurende teelt	
Vruchten		248	41	355	18	Bodem organische stof 1,5%	61
Blad gedurende de teelt		169	16	136	22	Historische bemesting	77
Planten einde teelt		142	19	277	43	Gewasresten	44
gewasbehoefte		560	76	768	83	totaal N beschikbaar	708
						gewasbehoefte	560
overschot		-181	-76	-145	-83	N-min einde teelt	74
						overschot	74

Mineralenbalans bedrijf E

Tomaat 2002 - bedrijf E

jaar balans						beschikbaar-N	
14 januari - 15 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha	
voorraad						direct beschikbaar	
groencompost	648.649	3.178	626	2.854	782	N-min begin teelt (onbekend)	200
stalmest	20.000	198	58	183	47	stalmest	14
DCM Ecomix 2	1.500	105	26	149	0	groencompost	195
bijbemesting						DCM ecomix II	273
Varkensmest vloeibaar	4.400	6	0	12	0	Varkensmest vloeibaar	6
Bitterzout	6.850	0	0	0	661	mineralisatie gedurende teelt	
Patentkali	6.050	0	0	1.507	365	nalevering organische stof 5,3%	228
DCM Ecomix 2	2.400	168	42	239	0	stalmest	105
totaal-aanvoer		3.655	752	4.945	1.855	groencompost	520
Vruchten		493	78	954	33	totaal N-beschikbaar	1.541
Blad gedurende de teelt		315	29	320	106	gewasbehoefte	988
Planten einde teelt		181	29	279	54	N-min einde teelt	38
gewasbehoefte		988	136	1.552	193	overschot	515
overschot		2.667	617	3.392	1.662		

Paprika groen 2003 - bedrijf E

jaar balans						beschikbaar-N	
16 januari - 15 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha	
voorraad						direct beschikbaar	
stalmest	20.000	198	58	183	47	N-min begin teelt (0,9 mmol/l)	45
ecomix 7-4-12	3.157	221	55	315	0	stalmest	14
patentkali	3.157	0	0	786	190	DCM ecomix II	774
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
ecomix 7-4-12	7.893	553	138	786	0	nalevering organische stof 5,3%	228
patentkali	400	0	0	100	24	historische bemesting	292
bitterzout	350	0	0	0	34	gewasresten komkommer	74
totaal-aanvoer		972	251	2.169	295	stalmest	105
Vruchten		412	69	578	31	totaal N-beschikbaar	1.532
Blad gedurende de teelt		64	9	72	14	gewasbehoefte	689
Planten einde teelt		214	18	334	42	N-min einde teelt	159
gewasbehoefte		689	96	983	86	overschot	684
overschot		283	155	1.186			

Tomaat 2004 | Cedrico op Maxifort - bedrijf E

jaar balans "standaard"						beschikbaar-N	
4 januari - 16 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	kg N/ha	
voorraad						direct beschikbaar	
potstalmest	15.000	149	44	137	35	N-min begin teelt (5,3 mmol/l)	266
groencompost	40.000	196	39	176	48	potstalmest	11
Osmo Pro-5	3.472	256	67	326	74	groencompost	12
Orgapoul	1.736	51	13	27	0	Osmo Pro-5	448
patentkali	1.736	0	0	432	105	Orgapoul	51
kieseriet	868	0	0	0	136	Osmo Biomix 2	347
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
Osmo Pro-5	2.604	192	50	245	18	nalevering organische stof 5,3%	228
Osmo Biomix 2	3.472	347	15	29	0	historische bemesting	225
totaal-aanvoer		1.190	228	1.373	417	gewasrest aubergine (onbekend)	50
Vruchten		446	86	971	41	potstalmest	80
Blad gedurende de teelt		366	55	288	98	groencompost	32
Planten einde teelt		168	41	291	40	totaal beschikbaar	1.750
gewasbehoefte		980	182	1.550	179	gewasbehoefte	980
overschot		211	46	-178	237	N-min einde teelt	245
						overschot	525

Tomaat 2004 | Cedrico op Maxifort - bedrijf E

jaar balans "bestedingsrichtlijn"					
4 januari - 16 november	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg
voorraad					
potstalmest	15.000	149	44	137	35
Ecomix II	3.472	243	61	346	0
patentkali	1.736	0	0	432	105
kieseriet	868	0	0	0	136
bijbemesting					
Ecomix II	4.340	304	76	432	0
totaal-aanvoer		695	180	1.348	276
Vruchten		433	84	943	40
Blad gedurende de teelt		168	41	291	40
Planten aan het einde van de teelt		366	55	288	98
gewasbehoefte		967	180	1.522	178
Balans		-271	1	-175	98

beschikbaar-N	
	kg N/ha
direct beschikbaar	
N-min begin teelt (5,3 mmol/l)	266
potstalmest	11
Ecomix II	547
mineralisatie gedurende teelt	
nalevering organische stof 5,3%	228
historische bemesting	225
gewasrest aubergine (onbekend)	50
potstalmest	80
totaal beschikbaar	1.407
gewasbehoefte	967
N-min einde teelt	213
overschot	227

Zoete puntpaprika 2005 | Ramiro - bedrijf E

jaar balans "standaard"					
22 december - datum einde	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg
voorraad					
Compost	50.000	245	48	220	60
Osmo pro II 6-5-7 +4	3.472	208	76	202	84
bijbemesting					
Osmo pro II 6-5-7 +4	3.472	208	76	202	84
Ricinus 4-1,5-8	1.700	68	11	113	
Patentkali	1.075	0	0	268	
Vinassekali	430	17	1	32	
totaal-aanvoer		747	212	1.036	228
Vruchten		243	37	345	16
Blad gedurende de teelt		48	5	52	9
Planten aan het einde van de teelt		271	25	456	61
gewasbehoefte		562	67	853	85
Balans		185	144	184	143

beschikbaar-N	
	kg N/ha
direct beschikbaar	
N-min begin teelt (4,5 mmol/l)	245
Compost	2
Osmo pro II 6-5-7 +4	417
Ricinus 4-1,5-8	68
Vinassekali	17
mineralisatie gedurende teelt	
Nalevering org. stof 5,3%	251
Compost	45
Gewasrest tomaat	98
Historische bemesting	196
Totaal beschikbaar	1.339
Gewasbehoefte	562
N-min einde teelt	280
Overschot	497

Zoete puntpaprika 2005 | Ramiro bedrijf E

jaar balans "bestedingsrichtlijn"					
22 december - datum einde	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg
voorraad					
Compost	50.000	245	48	220	60
Osmo pro II 6-5-7 +4	3.472	208	76	202	84
bijbemesting					
Osmo pro II 6-5-7 +4	1.736	104	38	101	42
Ricinus 4-1,5-8	1.700	68	11	113	
Patentkali	1.075	0	0	268	
Vinassekali	430	17	1	32	
totaal-aanvoer		643	174	935	186
Vruchten		243	37	345	16
Blad gedurende de teelt		48	5	52	9
Planten aan het einde van de teelt		271	25	456	61
gewasbehoefte		562	67	853	85
Balans		81	107	83	101

beschikbaar-N	
	kg N/ha
direct beschikbaar	
N-min begin teelt (3,9 mmol/l)	213
Compost	2
Osmo pro II 6-5-7 +4	313
Ricinus 4-1,5-8	68
Vinassekali	17
mineralisatie gedurende teelt	
Nalevering org. stof 5,3%	251
Compost	45
Gewasrest tomaat	98
Historische bemesting	196
Totaal beschikbaar	1.203
gewasbehoefte	562
N-min einde teelt	312
overschot	329

Mineralenbalans bedrijf F

Trostomaat 2002 - bedrijf F

jaar balans						beschikbaar-N	
13 december - begin december	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad							
Ecomix	425	38	6	11	0	direct beschikbaar	
Prosol	849	68	7	14	0	N-min begin teelt (onbekend)	100
Maltaflor	425	21	2	18	0	compost (alle giften)	51
Compost	40.761	148	58	235	32	Ecomix	38
						Prosol	478
						Maltaflor	191
						Farmershouse	76
bijbemesting							
Prosol	5.129	410	45	85	0	mineralisatie gedurende teelt	
Maltaflor	3.390	170	15	141	0	nalevering organische stof 3,2 %	118
Compost	129.865	469	122	683	102	historische bemesting	210
Patentkali	1.104	0	0	275	67	compost (alle giften)	213
Bitterzout	2.930	0	0	0	283		
Farmershouse	1.698	76	22	28	0	totaal beschikbaar	1.475
totaal-aanvoer		1.401	276	1.489	483		
Vruchten		458	78	958	38	gewasbehoefte	810
Blad gedurende de teelt		247	22	267	64	N-min einde teelt	69
Planten einde teelt		104	18	178	28	overschot	596
gewasbehoefte		810	119	1.403	130		
overschot		591	157	86	353		

Komkommer 2003 - bedrijf F

jaar balans						beschikbaar-N	
half januari -	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad							
Vivisol vruchtbaar bodemleven	1.019	0	0	0	0	direct beschikbaar	
Levende fosfor	510	10	67	0	0	N-min begin teelt (1,3 mmol/l)	80
Prosol	1.529	122	13	25	0	compost (alle giften)	52
Ricinusschroot	408	20	4	0	0	Levende fosfor	10
						Prosol	530
						Ricinusschroot	122
						Maltaflor	212
						Farmershouse	38
bijbemesting							
Compost	171.196	501	133	705	134	mineralisatie gedurende teelt	
Prosol	5.095	408	44	85	0	nalevering organische stof 3,2%	107
Maltaflor	4.246	212	19	176	0	historische bemesting	218
Ricinusschroot	2.038	102	18	0	0	compost (alle giften)	136
Farmershouse	849	38	11	14	0		
Patentkali	3.567	0	0	888	215	totaal beschikbaar	1.505
Levende fosfor	510	10	67	0	0		
Softrock	1.359	0	190	0	0		
totaal-aanvoer		1.424	565	1.893	349		
Vruchten		430	81	609	41	gewasbehoefte	677
Blad gedurende de teelt		61	9	113	23	N-min einde teelt	103
Planten einde teelt		185	31	309	55	overschot	725
gewasbehoefte		677	121	1.030	118		
overschot		747	444	863	231		

Trostomaat 2004 - bedrijf F

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
						N-min begin teelt (1,9 mmol/l)	117
						compost	12
						Ricinusschroot	127
						Maltaflor	212
						Farmershouse	76
						Flanamat	119
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
Ricinusschroot	2.548	127	22	0	0	nalevering organische stof 3,2 %	107
Maltaflor	4.246	212	19	176	0	historische bemesting	191
Farmershouse	1.698	76	22	28	0	gewasresten komkommer	43
Patentkali	2.123	0	0	529	128	compost	32
Compost eigen bedrijf	40.000	136	40	171	31		
Flanamat	1.698	119	52	28	0		
totaal-aanvoer		671	154	932	159	totaal beschikbaar	1.037
Vrucht		448	95	965	38		
Blad		593	71	489	131		
Plant		137	37	214	38		
gewasbehoefte		1.179	203	1.668	208	gewasbehoefte	1.179
						N-min einde teelt	27
overschot		-507	-49	-736	-48	overschot	-169

Paprika 2005 - bedrijf F

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad						direct beschikbaar	
						N-min begin teelt (0,5 mmol/l)	37
						Korrels 9-2-2	38
						Vinassekali	206
						Fontana	23
						Ricinusschroot (Vlamings)	43
						flanamat 7-7-2	122
						Ricinus 4-1.5-7	35
						Flanamat 6-1.5-5	151
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
Korrels 9-2-2	417	38	4	7	0	Nalevering organische stof 3,2%	118
Vinassekali	5433	206	24	451	0	Historische bemesting	116
Fontana	667	23	3	44	3		
Ricinusschroot (Vlamings)	4250	43	0	106	0		
flanamat 7-7-2	1742	122	53	29			
Ricinus 4-1.5-7	875	35	6	51			
Flanamat 6-1.5-5	2517	151	16	104			
totaal-aanvoer		618	106	792	2	totaal beschikbaar	889
Vrucht		440	67	614	29		
Blad		99	12	102	25		
Plant		148	11	224	43		
gewasbehoefte		737	126	1.125	97	gewasbehoefte	737
						N-min einde teelt	159
overschot		-119	-20	-333	-95	overschot	-7

Mineralenbalans bedrijf G

Paprika 2002 - bedrijf G

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N	P	K	Mg		kg N/ha
		kg/ha					
voorraad							
geitenstalmest	80.000	408	128	538	164	direct beschikbaar	
wormencompost	40.000	252	40	100	46	N-min begin teelt (onbekend)	100
						geitenstalmest	32
bijbemesting							
bloedmeel	833	108	0	0	0	beschikbaar tijdens teelt	
patentkali	980	0	0	244	59	nalevering organische stof 5,3%	59
bitterzout	2.567	0	0	0	248	grasklaver	40
dolokal	850	0	0	0	26	geitenstalmest	167
						wormencompost	102
						bloedmeel	108
totaal-aanvoer		768	168	882	542	totaal N-beschikbaar	608
gewasbehoefte		452	61	670	onbekend	gewasbehoefte	452
						N-min einde teelt	85
overschot		317	106	212	onbekend	overschot	71

Tomaat 2003 - bedrijf G

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N	P	K	Mg		kg N/ha
		kg/ha					
voorraad							
geitenstalmest	50.000	290	71	552	106	direct beschikbaar	
kippenmestkorrels	3.000	127	48	70	19	N-min begin teelt (1,6 mmol)	80
monterra malt	3.000	150	13	125	0	geitenstalmest	80
patentkali	2.000	0	0	498	121	kippenmestkorrels	127
dolokal	3.000	0	0	0	90	monterra malt	150
						bloedmeel	885
bijbemesting							
bitterzout	3.094	0	0	0	298	beschikbaar tijdens teelt	
bloedmeel	6.856	865	0	0	0	nalevering organische stof 5,3%	65
patentkali	3.232	0	0	805	195	historische bemesting	87
kieseriet	774	0	0	0	121	gewasresten paprika	70
						geitenstalmest	122
totaal-aanvoer		1.432	131	2.050	950	totaal N-beschikbaar	1.646
Vruchten		428	77	912	36	gewasbehoefte	1.012
Blad gedurende de teelt		402	80	578	183	N-min einde teelt	60
Planten einde teelt		182	35	244	79	overschot	574
gewasbehoefte		1.012	172	1.734	278		
overschot		420	-40	316	672		

Paprika 2004 (gestoomd) - bedrijf G

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N	P	K	Mg		kg N/ha
		kg/ha					
voorraad							
Geitenstalmest	45.000	383	83	314	109	direct beschikbaar	
Bloedmeel Ecostyle	1.000	113	8	6	1	N-min aanvang teelt	100
Vivifos / levende fosfor	1.000	48	139	7	7	Geitenstalmest	60
						Bloedmeel Ecostyle	332
						Vivifos / levende fosfor	48
bijbemesting							
Bloedmeel Ecostyle	1.938	219	16	12	2	Beschikbaar tijdens teelt	
Patentkali	812	0	0	202	49	nalevering organische stof 5,3%	65
						historische bemesting	74
totaal-aanvoer		762	246	541	168	geitenstalmest	106
Vruchten		517	84	1.032	29	Totaal N-beschikbaar	785
Blad gedurende de teelt		59	6	67	20	gewasbehoefte	731
Planten einde teelt		155	14	305	92	N-min einde teelt	69
gewasbehoefte		731	103	1.404	141	Overschot	-15
overschot		30	143	-863	27		

Tomaat 2005 / "standaard" - bedrijf G

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N kg/ha	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad							
Geitenmest	36.785	210	47	354	65	direct beschikbaar	
Zwarte grond	119.000	417	95	238	84	N-min begin teelt (2.4 mmol)	148
Monterra Malt	1.550	140	27	13	0	geitenstalmest	48
bijbemesting							
Monterra N+	952	124	0	4	0	zwarte grond	60
Monterra Malt	952	86	17	8	0	Monterra Malt	226
Bietvinasse	4.954	189	6	411	0	Monterra N+	124
totaal-aanvoer							
		1.164	192	1.028	149	Bietvinasse	189
Vruchten		517	84	1.032	29	beschikbaar tijdens teelt	
Blad gedurende de teelt		260	35	352	89	nalevering organische stof 5,3%	89
Planten einde teelt		119	14	247	37	historische bemesting	53
gewasbehoefte		896	134	1.631	155	Geitenmest	83
overschot		268	58	-603	-5	Zwarte grond	31
						totaal N-beschikbaar	1.051
						gewasbehoefte	896
						N-min einde teelt	90
						overschot	65

Tomaat 2005 / "bemestingsrichtlijn" - bedrijf G

jaar balans						beschikbaar-N	
	mest	N kg/ha	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad							
Geitenmest	25.000	143	32	240	44	direct beschikbaar	
Zwarte grond	119.000	417	95	238	84	N-min begin teelt (2.4 mmol)	148,0
Monterra Malt	1.000	90	17	8	0	geitenstalmest	32,0
bijbemesting							
Bietvinasse	3.400	130	4	282	0	zwarte grond	60,0
Monterra Malt 9-4-1	1.800	162	31	12	0	Monterra Malt	252
Monterra Nitrogen	4.500	585				Monterra Nitrogen	585
totaal-aanvoer		1.526	180	781	129	Bietvinasse	130
Vruchten		576	93	1.150	32	beschikbaar tijdens teelt	
Blad gedurende de teelt		260	35	352	89	nalevering organische stof 5,3%	89
Planten einde teelt		120	17	215	32	historische bemesting	53
gewasbehoefte		956	146	1.717	153	geitenstalmest	58,0
overschot		569	34	-937	-24	Zwarte grond	31
						totaal N-beschikbaar	1.438
						gewasbehoefte	956
						N-min einde teelt	291
						overschot	191

Mineralenbalans bedrijf N

Komkommer 2002 - bedrijf N

jaar balans						beschikbaar-N	
31-december - november	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
bloedmeel	613	74	4	5	0	N-min begin teelt (onbekend)	200
Asco Vita Mix Super	852	47	22	24	4	vaste paardemest	13
Asco Bio Mix	831	21	11	63	5	asco vita mix super	47
DCM Ecomix 1	639	58	8	16	0	asco biomix	21
vaste paardemest	148.148	489	137	664	107	DCM ecomix I	58
						bloedmeel	345
						varkensgier	4
bijbemesting						mineralisatie gedurende teelt	
bloedmeel	1.426	171	9	12	0	nalevering organische stof 13,8%	169
varkensgier	4.000	4	0	8	0	vaste paardemest	145
patentkali	125	0	0	29	8		
basaltlavameel	407	0	0	0	25		
bitterzout	25	0	0	0	1		
totaal-aanvoer		863	192	822	150	totaal beschikbaar	1.002
gewasbehoefte		647	84	780		gewasbehoefte	647
overschot		215	108	43		N-min einde teelt	402
						overschot	-47

Paprika 2003 - bedrijf N

jaar balans						beschikbaar-N	
4 februari - 4 december	mest	N	P	K	Mg	kg N/ha	
		(kg/ha)					
voorraad						direct beschikbaar	
Paardestalmest	107.407	489	119	785	84	N-min begin teelt (6,8 mmol/l)	420
						vaste paardemest	10
bijbemesting						monterra malt	49
Patentkali	800	0	0	186	48	bloedmeel	93
Bitterzout	439	0	0	0	16	monterra N verenmeel	231
Monterra malt	972	49	4	40	0	mineralisatie gedurende teelt	
Bloedmeel	778	93	5	6	0	nalevering organische stof 13,8%	241
Monterra N verenmeel	1.713	231	0	7	0	historische bemesting	58
						gewasrest komkommer	43
totaal-aanvoer		843	128	1.025	148	vaste paardemest	181
gewasbehoefte		583	81	842		totaal beschikbaar	1.326
overschot		259	47	183		gewasbehoefte	583
						N-min einde teelt	561
						overschot	182

Komkommer | Andijvie 2004 - bedrijf N

jaar balans standaard						beschikbaar-N	
2 januari - 14 september						kg N/ha	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	direct beschikbaar	
voorraad							
Monterra Malt	2.037	102	9	85	0	N-min begin teelt (10 mmol/l)	617
Monterra Nitrogen plus	1.852	241	0	8	0	vaste paardemest	10
humusaarde	77.778	389	90	375	70	humusaarde	23
vaste paardemest	112.000	514	150	939	115	monterra Malt	128
						monterra Nitrogen plus	343
						Kippenmestkorrel Activit	69
bijbemesting							
Monterra Malt	485	26	2	19	0	mineralisatie gedurende teelt	
Monterra Nitrogen plus	787	102	0	3	0	nalevering organische stof 13,8%	217
Kippenmestkorrel Activit	1.923	69	23	35	17	historische bemesting	69
totaal-aanvoer		1.443	274	1.464	203	gewasrest paprika	67
						vaste paardemest	196
						humusaarde	62
						totaal beschikbaar	1.801
gewasbehoefte komkommer		674	87	808		gewasbehoefte	762
gewasbehoefte andijvie		88	11	134	2	N-min einde teelt	493
gewasbehoefte totaal		762	98	942		overschot	546
overschot		681	176	521			

Komkommer | Andijvie 2004 - bedrijf N

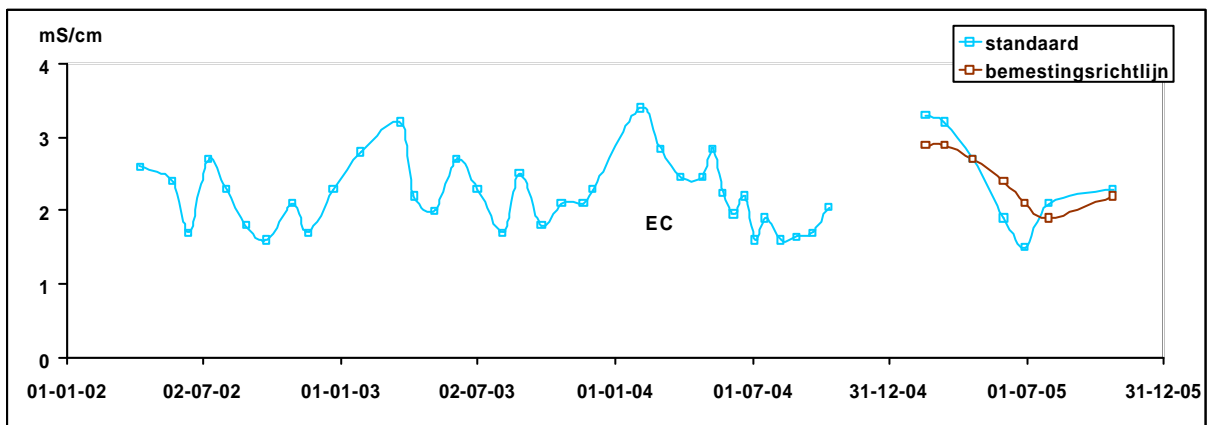
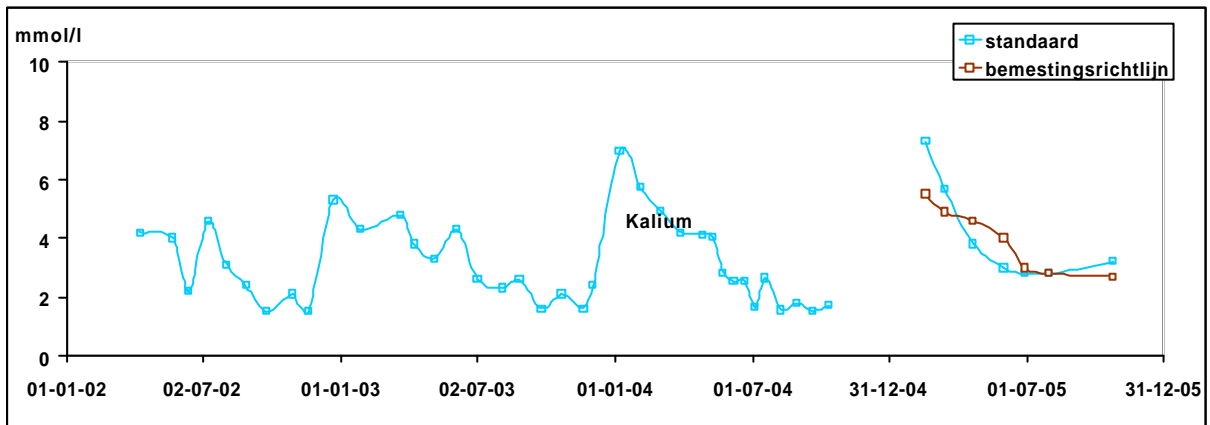
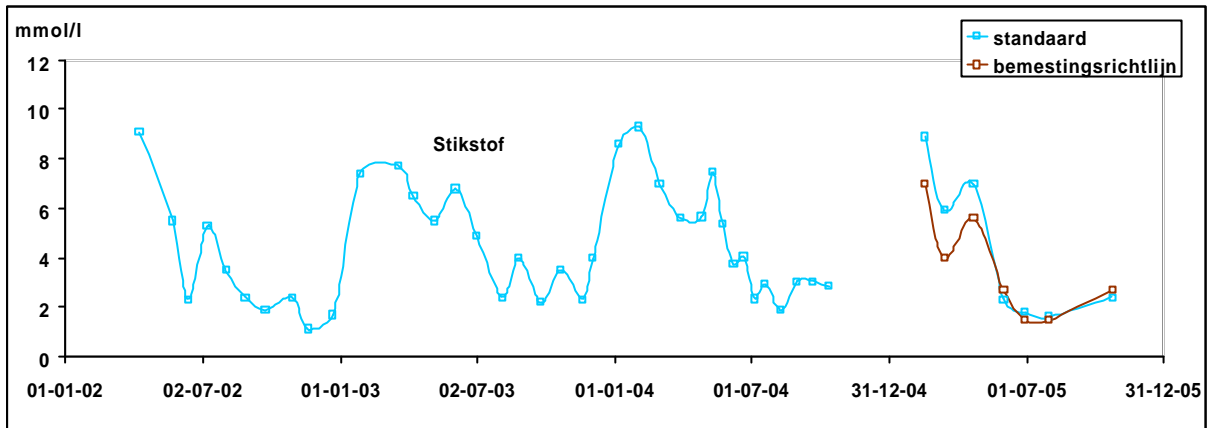
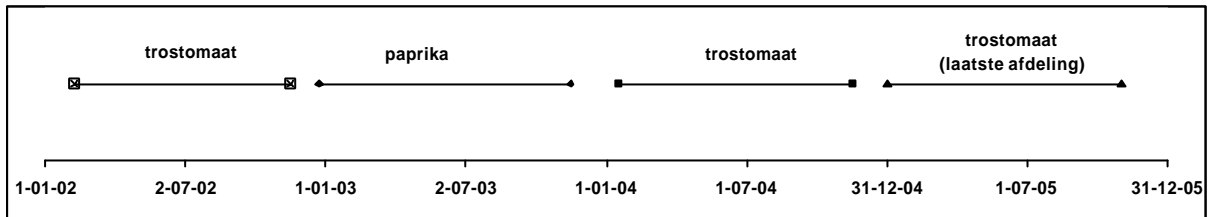
jaar balans bemestingsrichtlijn						beschikbaar-N	
2 januari - 14 september						kg N/ha	
	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg	direct beschikbaar	
voorraad							
Monterra Malt	2.000	100	9	83	0	N-min begin teelt (10 mmol/l)	617
humusaarde	38.889	194	45	187	35	vaste paardemest	8
vaste paardemest	85.000	390	114	713	87	humusaarde	12
						monterra Malt	123
						Monterra Nitrogen plus	102
						Kippenmestkorrel Activit	69
bijbemesting							
Monterra Malt	463	23	2	19	0	mineralisatie gedurende teelt	
Monterra Nitrogen plus	787	102	0	3	0	nalevering organische stof 13,8%	217
Kippenmestkorrel Activit	1.923	69	23	35	17	historische bemesting	69
totaal-aanvoer		879	193	1.041	140	gewasrest paprika	67
						vaste paardemest	149
						humusaarde	31
						totaal beschikbaar	1.464
gewasbehoefte komkommer		692	89	828		gewasbehoefte	780
gewasbehoefte andijvie		88	11	134	2	N-min einde teelt	488
gewasbehoefte totaal		780	100	961		overschot	197
overschot		99	93	79			

Paprika 2005 - bedrijf N

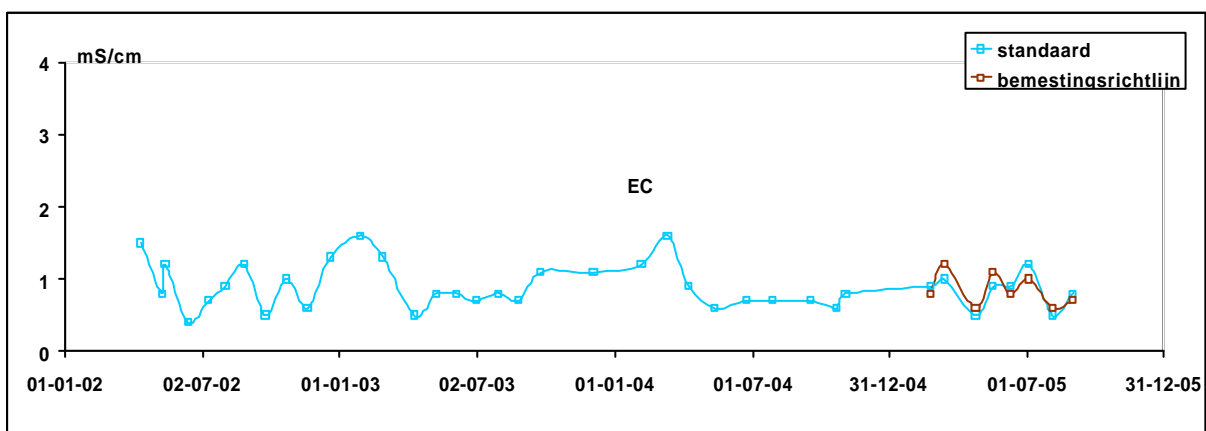
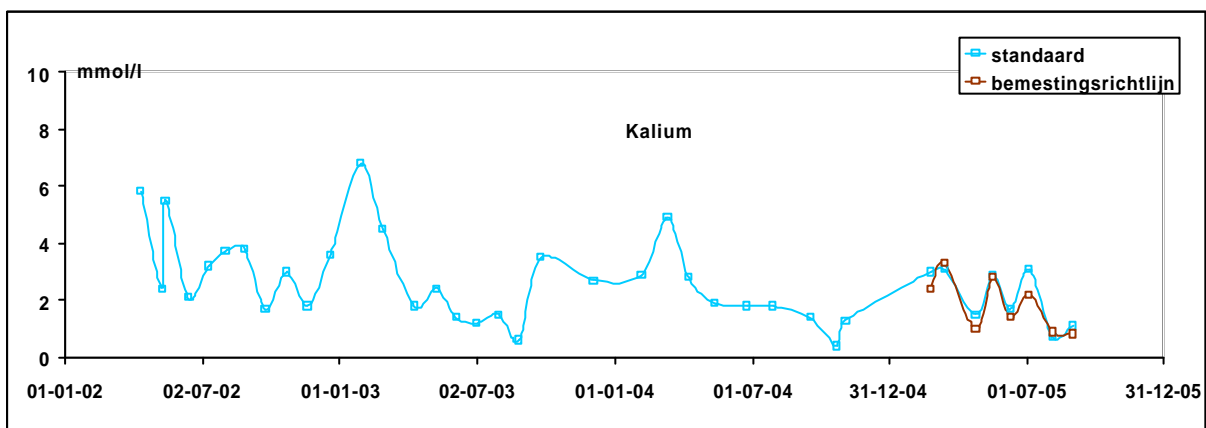
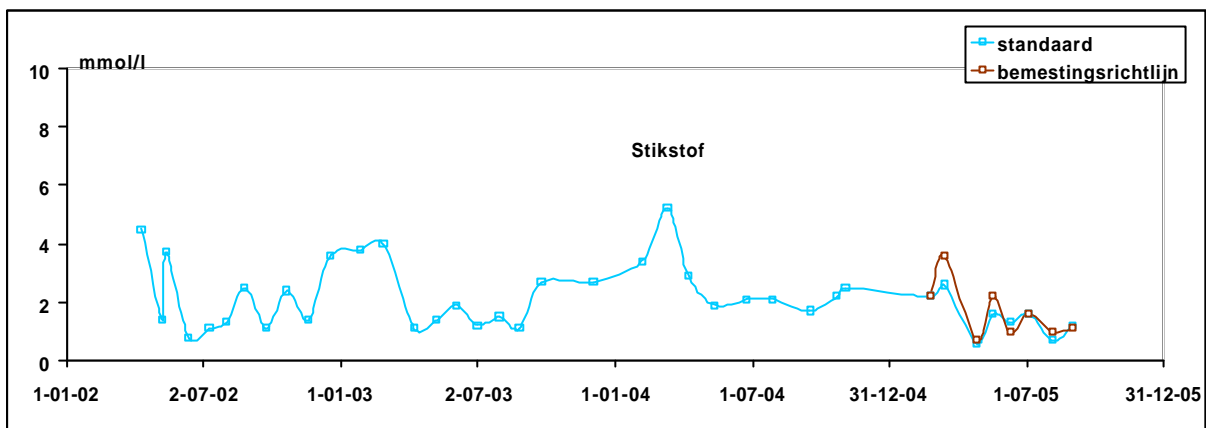
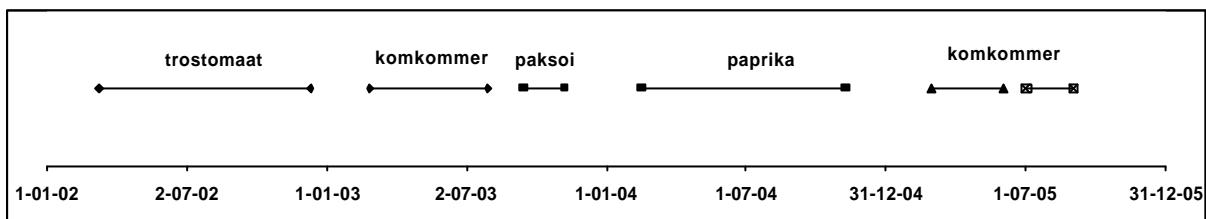
jaar balans standaard en bemestingsrichtlijn						beschikbaar-N	
22 februari -	mest	N (kg/ha)	P	K	Mg		kg N/ha
voorraad							
Bitterzout	11	0	0	0	0,4		
Monterra Malt	1.565	78	7	65	0		
bijbemesting							
Bitterzout	29	0	0	0	1		
Fontana potassium	19	1	0	1	0		
Orgapower compost	648	3	1	3	1		
Monterra N+	231	30	0	1	0		
Monterra Malt	2.367	118	10	98	0		
totaal-aanvoer		231	18	169	2		
Vruchten		385	55	587	24		
Bladafval		96	8	86	38		
Planten		138	12	238			
gewasbehoefte		619	75	911	62		
overschot		-389	-56	-742	-60		
						direct beschikbaar	
						N-min begin teelt (6,1 mmol/l)	339
						Monterra Malt	197
						Monterra N+	30
						Fontana potassium	1
						mineralisatie gedurende teelt	
						Nalevering org. stof 13,8%	217
						Historische bemesting	117
						Gewasrest komkommer	21
						Orgapower compost	1
						totaal beschikbaar	923
						gewasbehoefte	619
						N-min einde teelt	224
						overschot	80

Bijlage 3. Resultaten monitoring Stikstof, Kalium, en EC per bedrijf

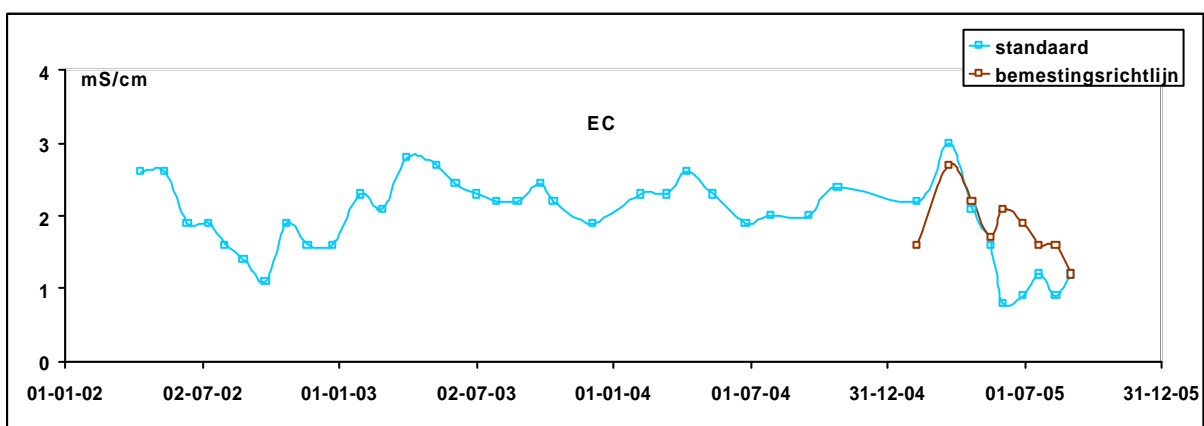
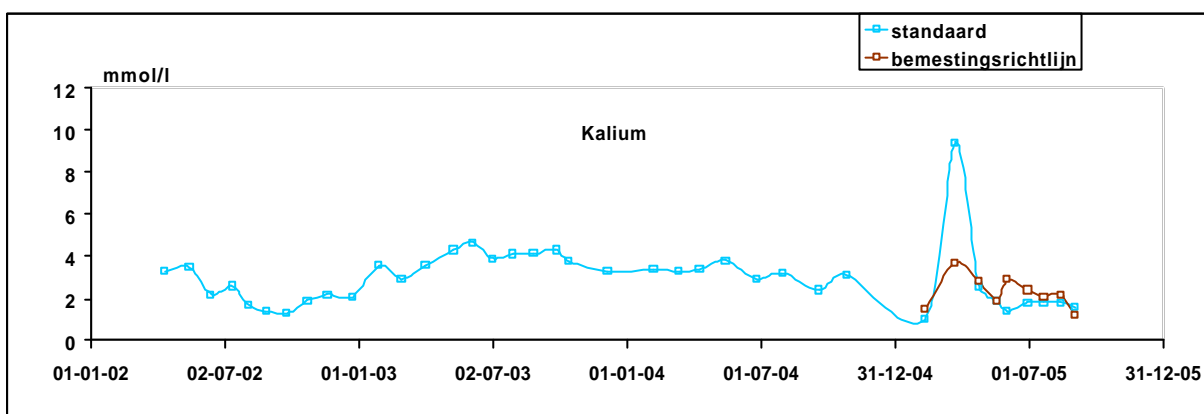
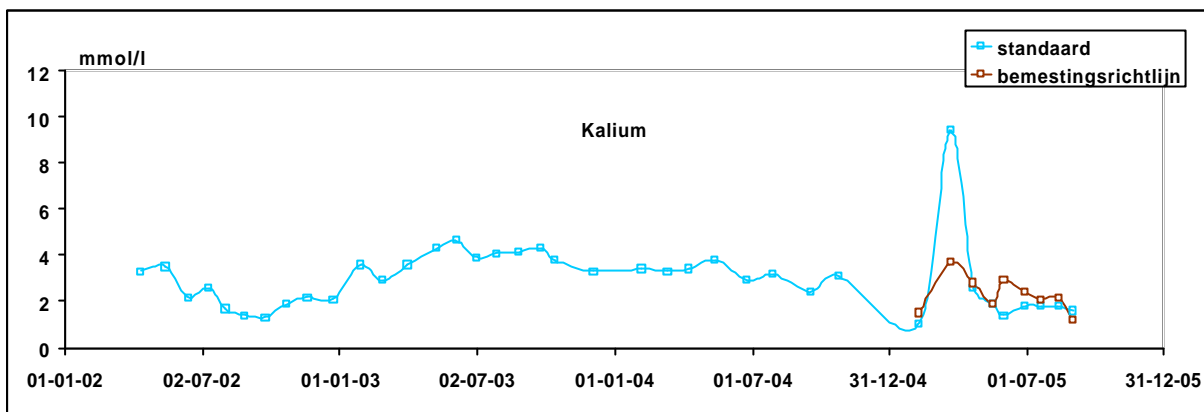
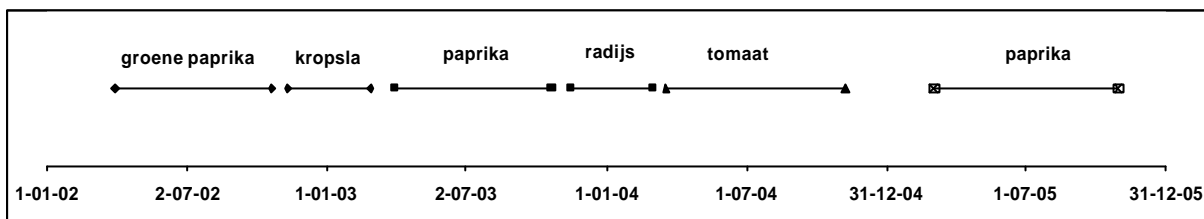
Nutriënten en EC – Bedrijf B



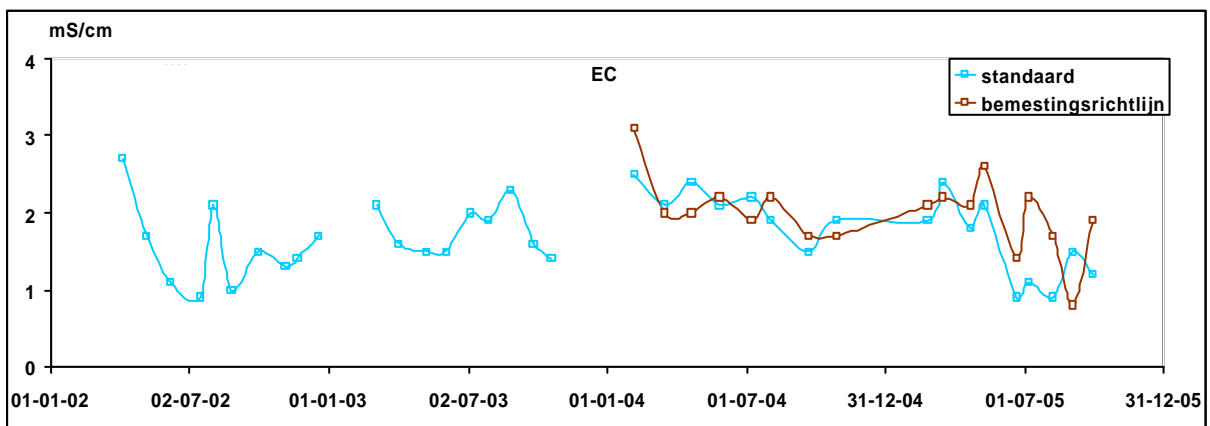
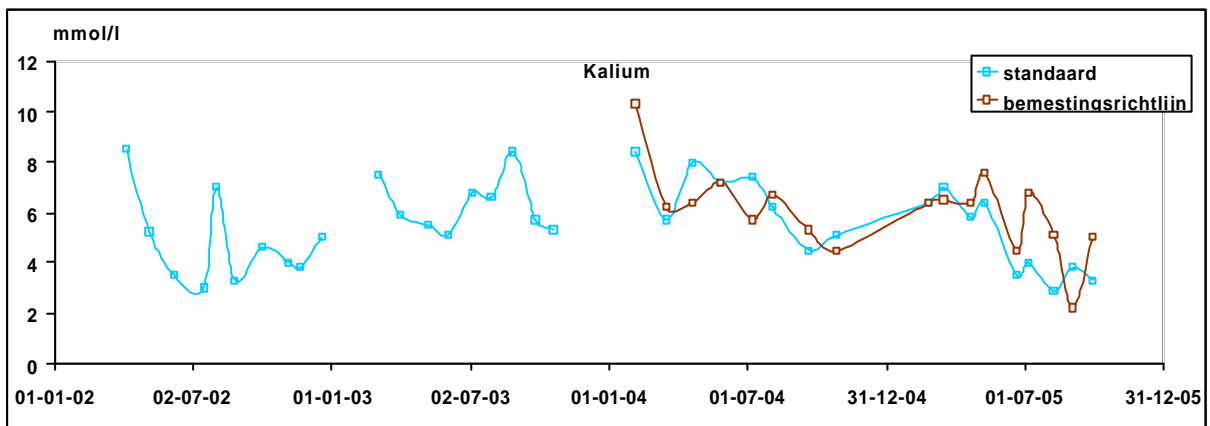
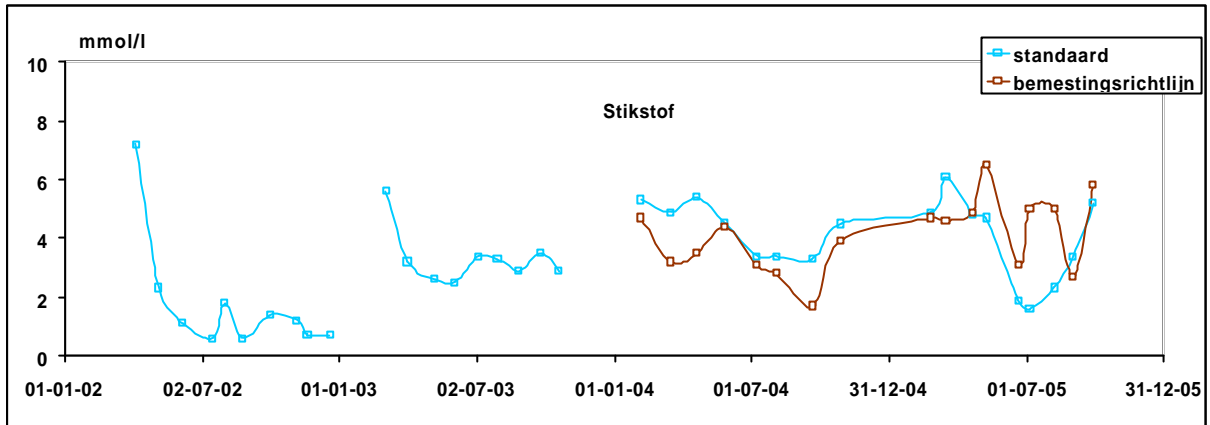
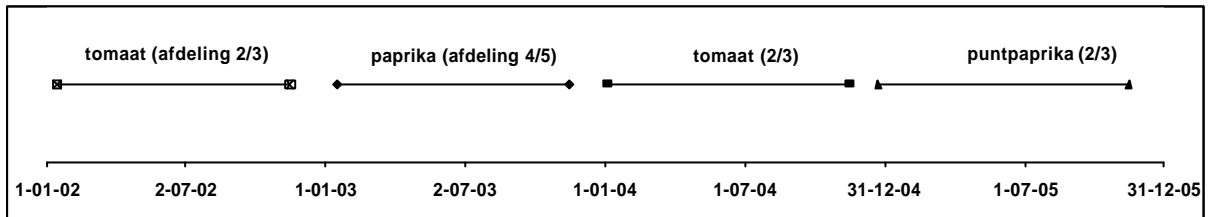
Nutriënten en EC – Bedrijf C



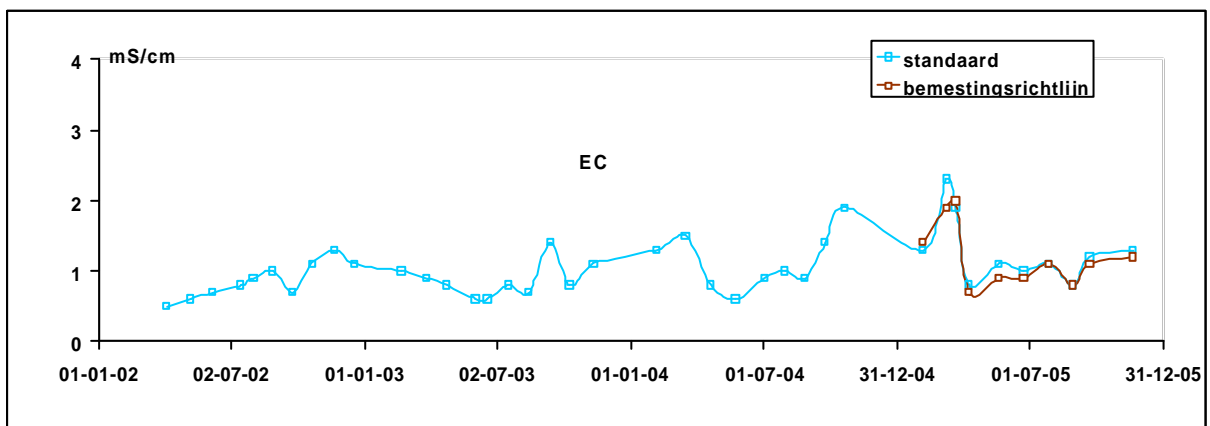
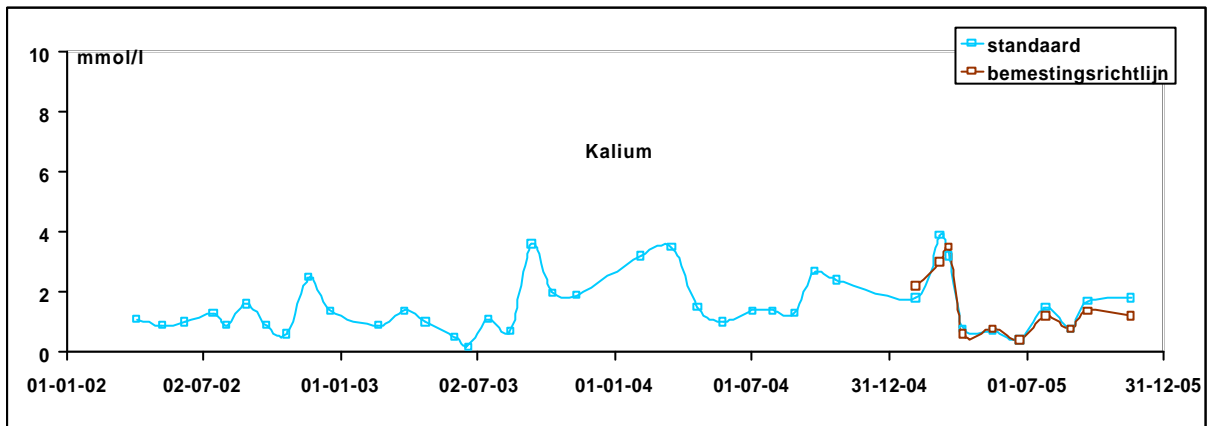
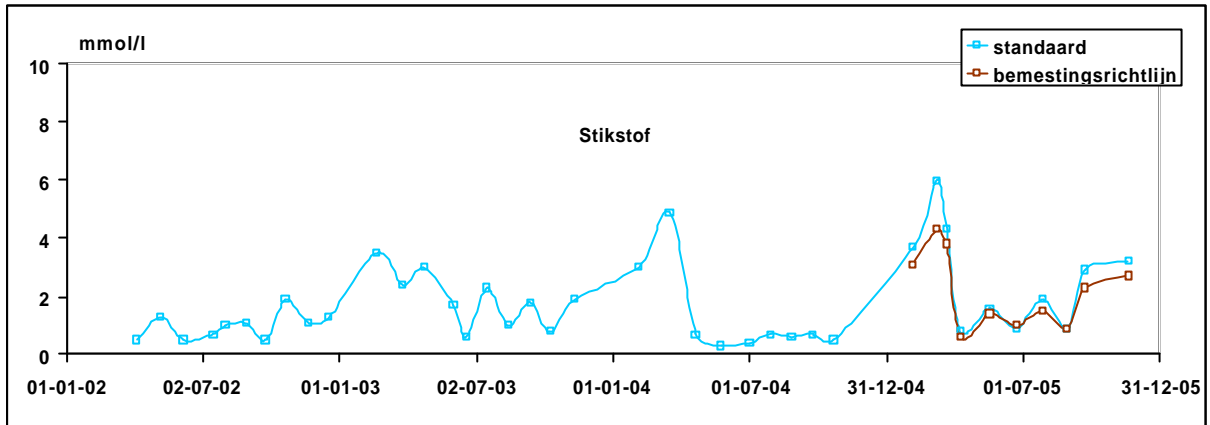
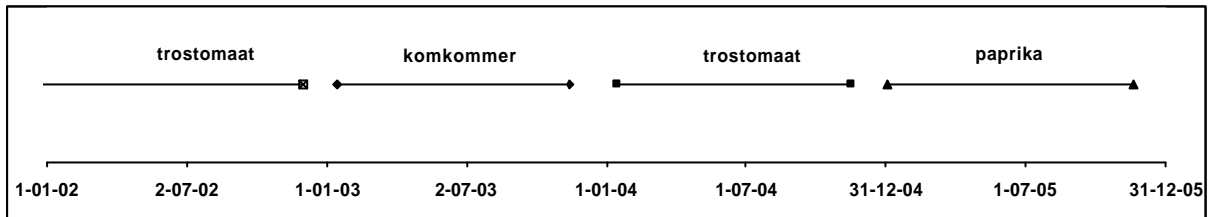
Nutriënten en EC – Bedrijf D



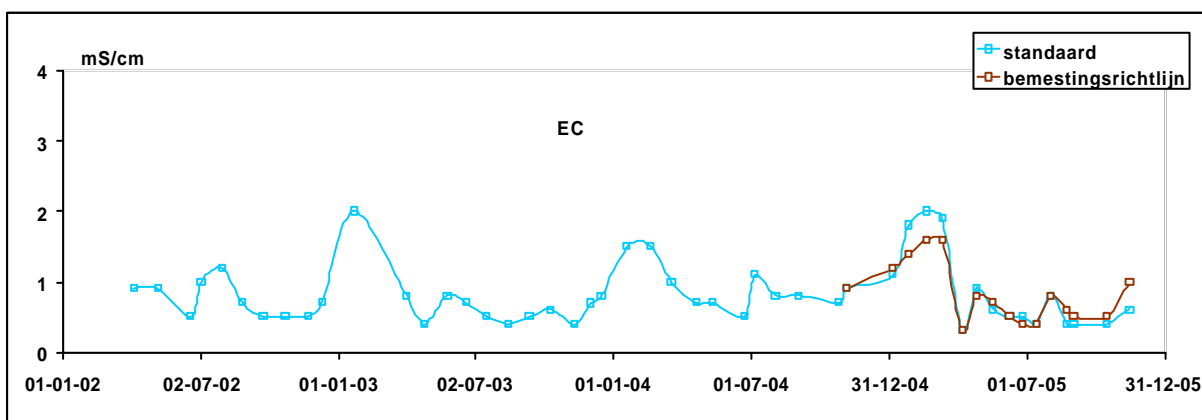
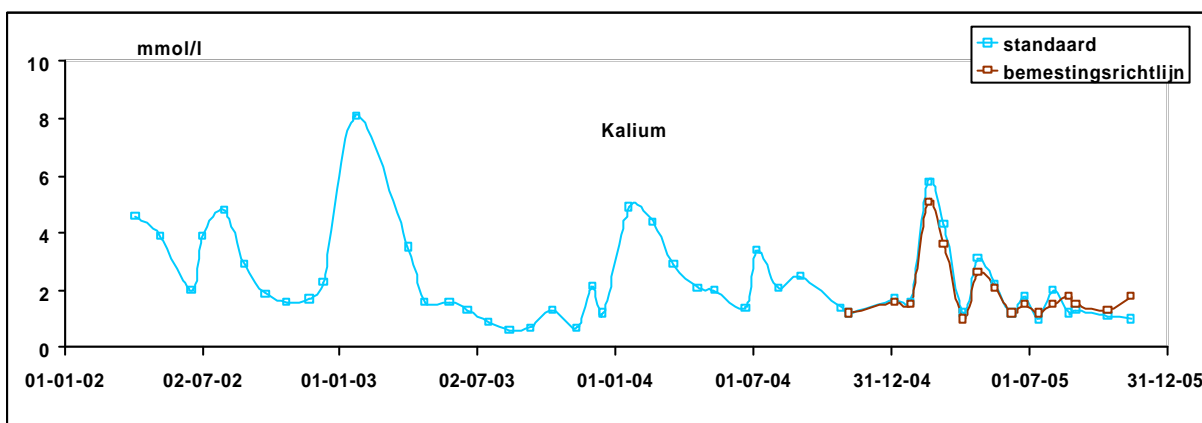
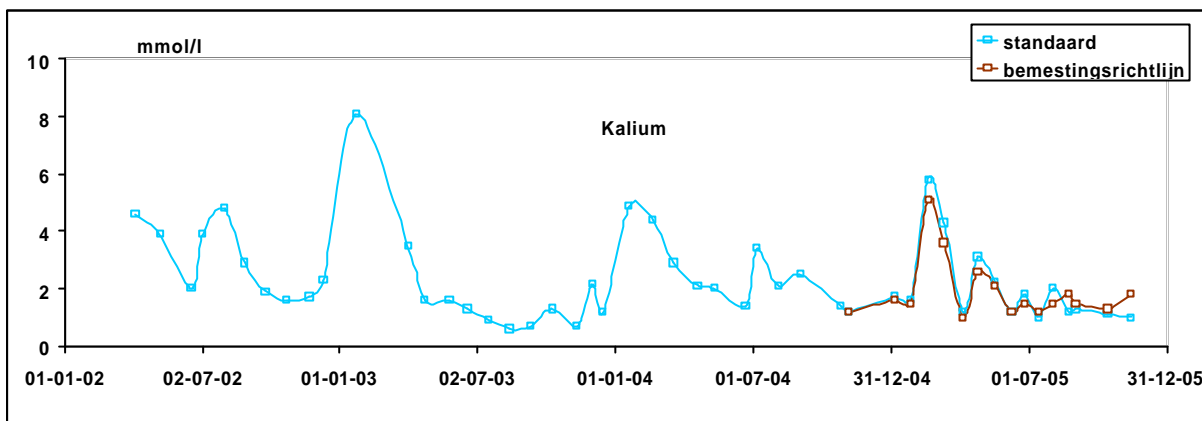
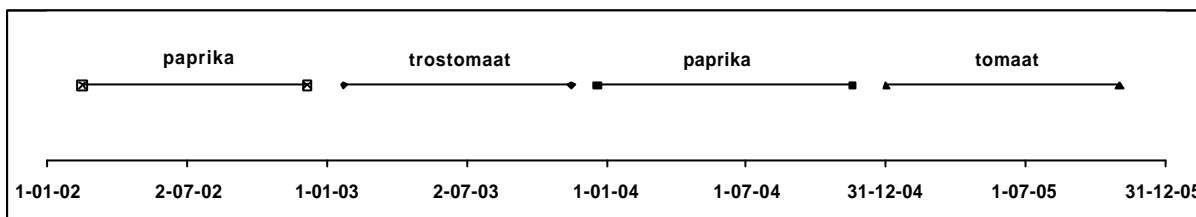
Nutriënten en EC – Bedrijf E



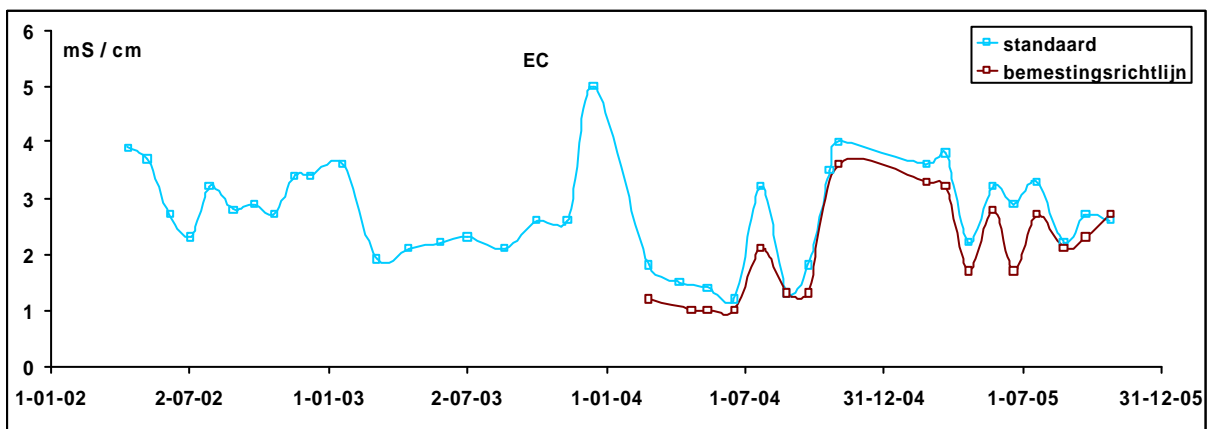
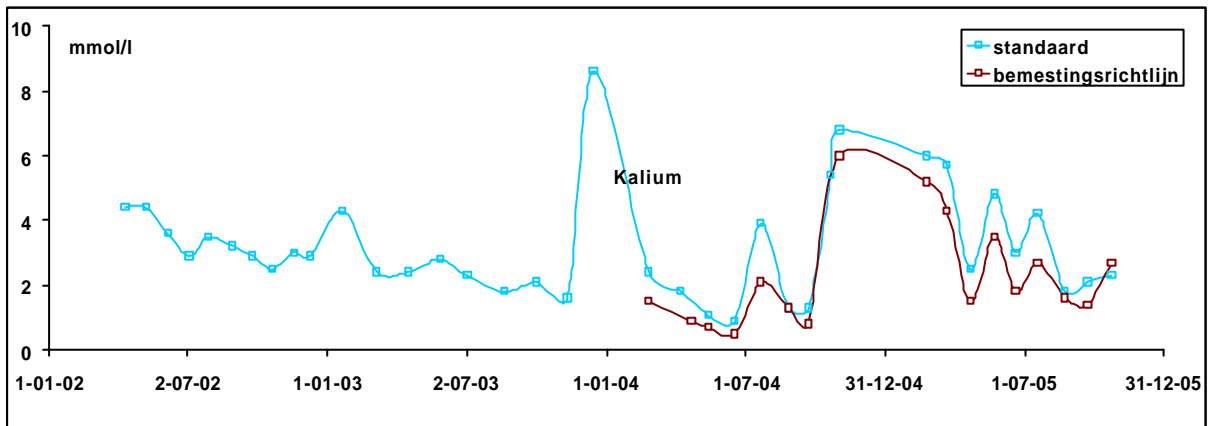
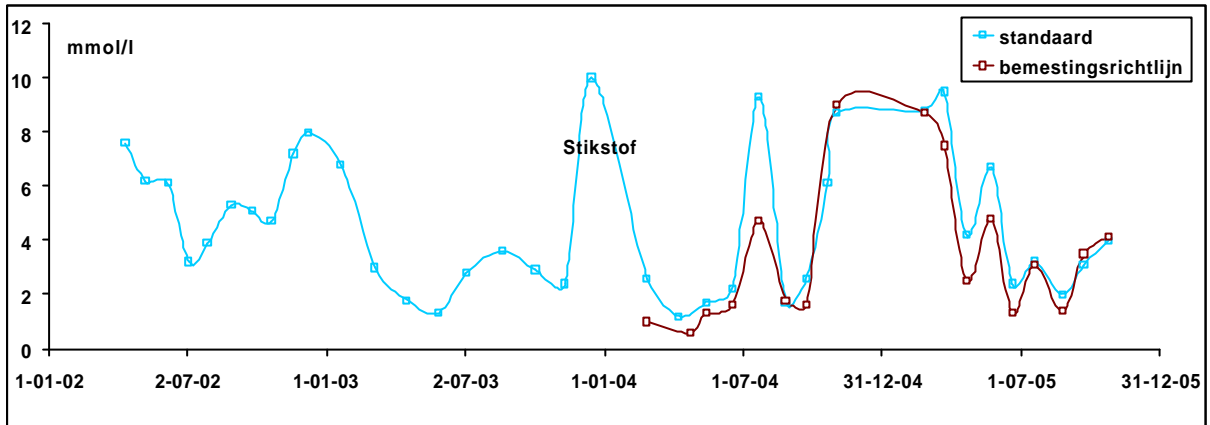
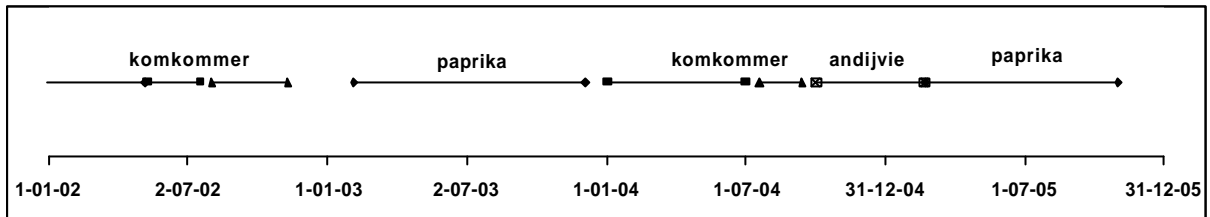
Nutriënten en EC – Bedrijf F



Nutriënten en EC – Bedrijf G



Nutriënten en EC – Bedrijf N



Bijlage 4. Analyse bodemleven

Data bodemleven van 17 biologische glastuinbouwbedrijven. De abiotische gegevens zijn van 1 bemonstering, evenals de respiratie en de ziekte-gevoeligheid van de grond voor fusarium besmetting. De aantallen bodemorganismen zijn weergegeven als het gemiddelde van 3 bepalingen gedurende het seizoen. De ziekte-gevoeligheid is weergegeven als de AUDPC (Area Under Disease Progressive Curve) bij lage en hoge besmetting van de grond met fusarium (Fol = *Fusarium oxysporum* f.s. *linii*). Hoe hoger de AUDPC, hoe slechter de ziekteverendheid van de grond tegen fusarium.

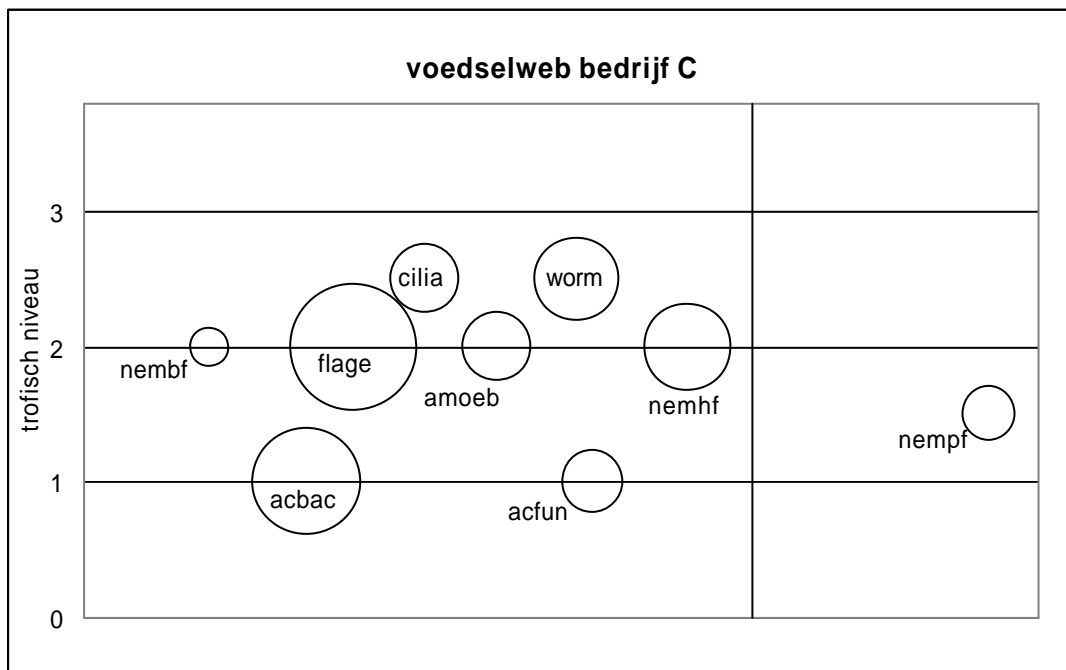
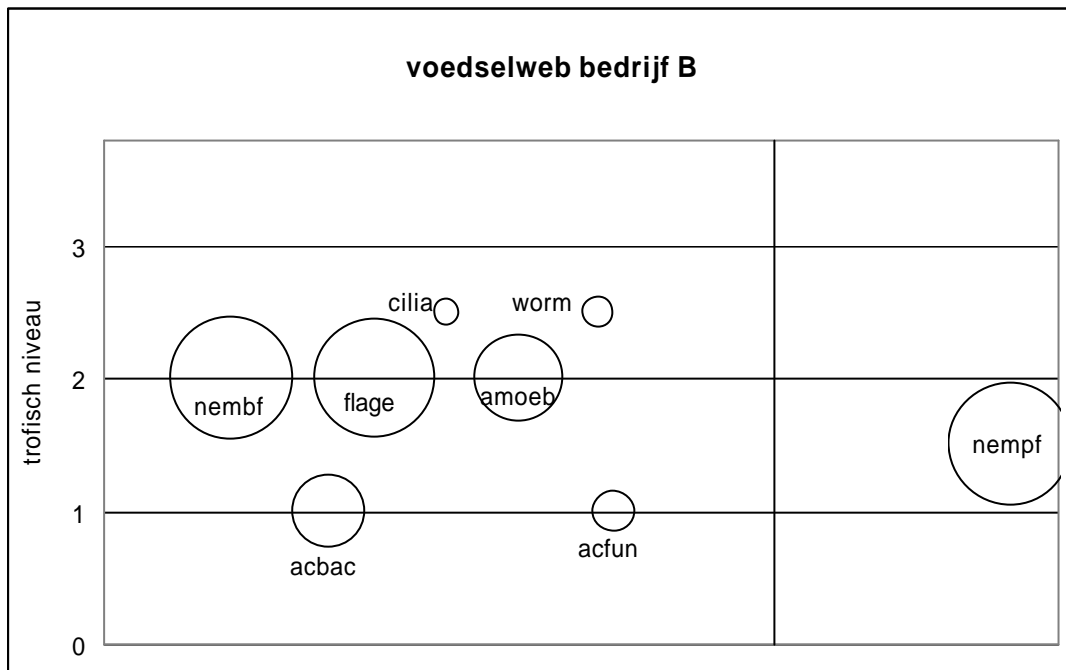
Organismen: acbac = actieve bacteriën, tobac = totaal bacteriën, acfun = actieve schimmels, tofun = totaal schimmels, flag = flagellaten, amoe = amoeben, cilia = ciliaten, nem-bf = bacterie-etende nematoden, nem-ff = schimmel-etende nematoden, nem-mp = micro-predatore nematoden, nem-pf = planten-etende nematoden, worm = regenwormen.

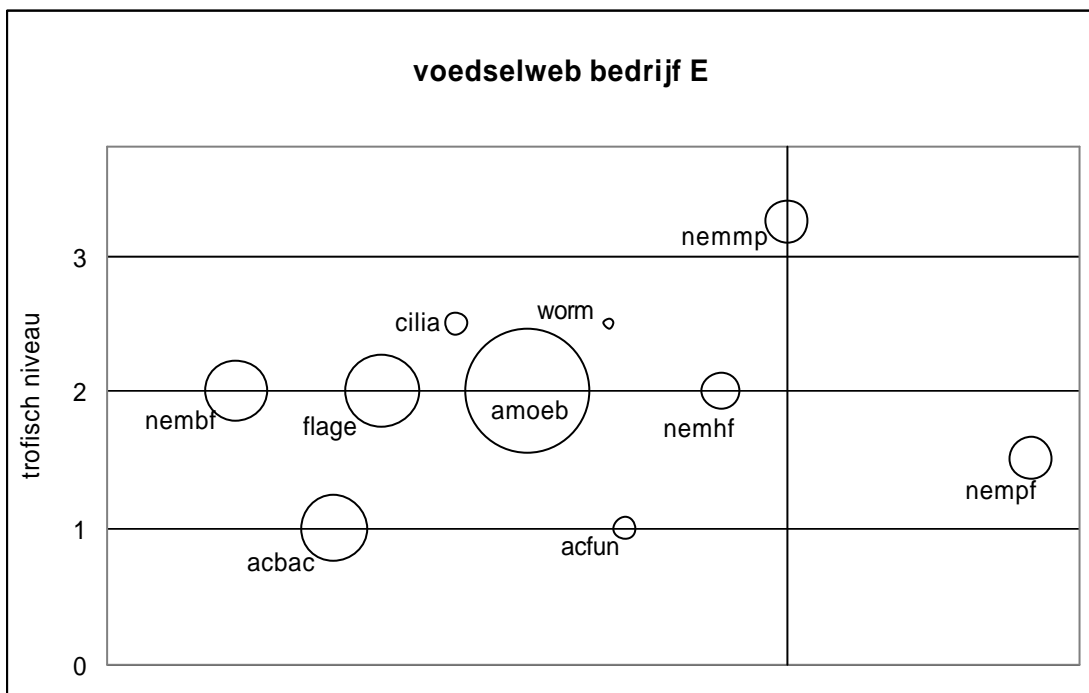
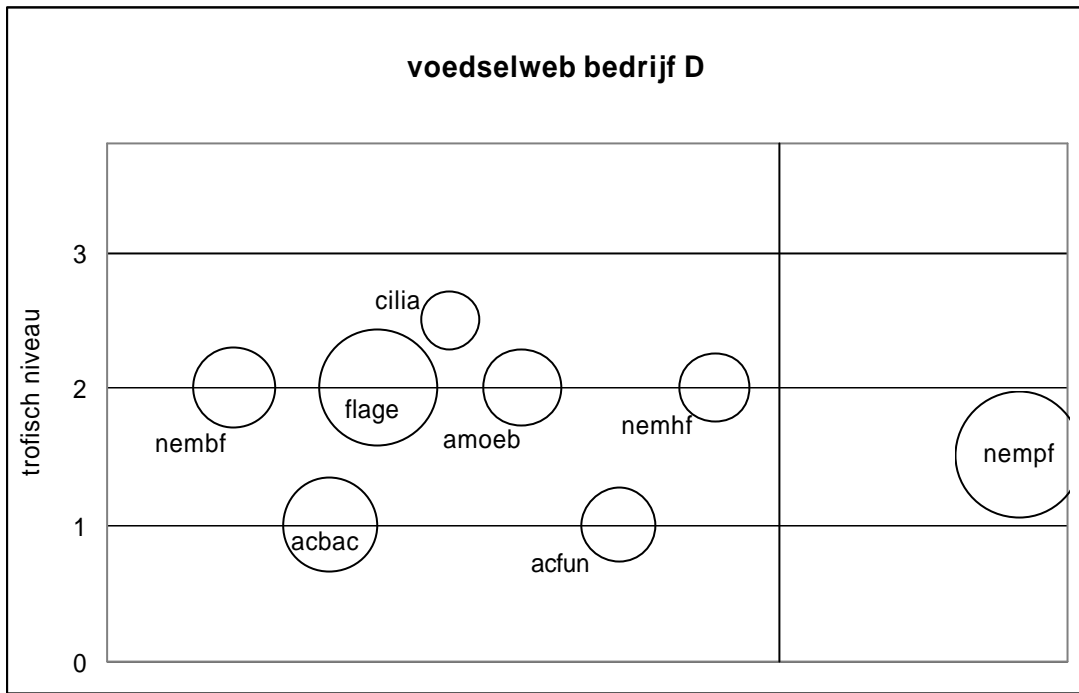
Bedr.	abiotische factoren						biotische factoren			
	Iutu m	OS %	P-Al mg/100g	CaCO 3	pH- KCl	respiratie 8 wk.	AUDP C	AUDPC Fol-		
C	2	7,4	247	0	6,4	348	24	39		
H	4	4,9	98	0	6,1	320	16	25		
AA	3	9,4	247	0,1	6,2	338	9	16		
L	14	12,7	236	1,8	6,6	845	4	19		
O	16	4,7	184	3,0	6,8	188	20	31		
AB	2	7,6	242	0,3	6,5	536	19	33		
E	27	6,7	92	1,4	6,8	501	7	26		
Z	13	4,9	233	1,0	6,9	441	7	18		
AC	6	5,5	113	0	6,4	380	4	16		
G	1	4,1	114	0,4	6,1	294	6	24		
B	12	8,8	211	3,2	7,0	743	3	17		
D	9	3,7	122	1,4	6,8	304	14	25		
N.vóór stomen	9	14,6	252	0,5	6,8	115	1	12		
N.na stomen	9	14,6	252	0,5	6,8	702	16	23		
O	16	8,2	241	5,2	6,8	335	5	30		
S	11	5,0	114	4,0	6,9	481	13	20		
F	6	7,4	211	0,8	6,6	357	6	24		
AD	2	7,4	150	0,2	6,5	350	10	18		

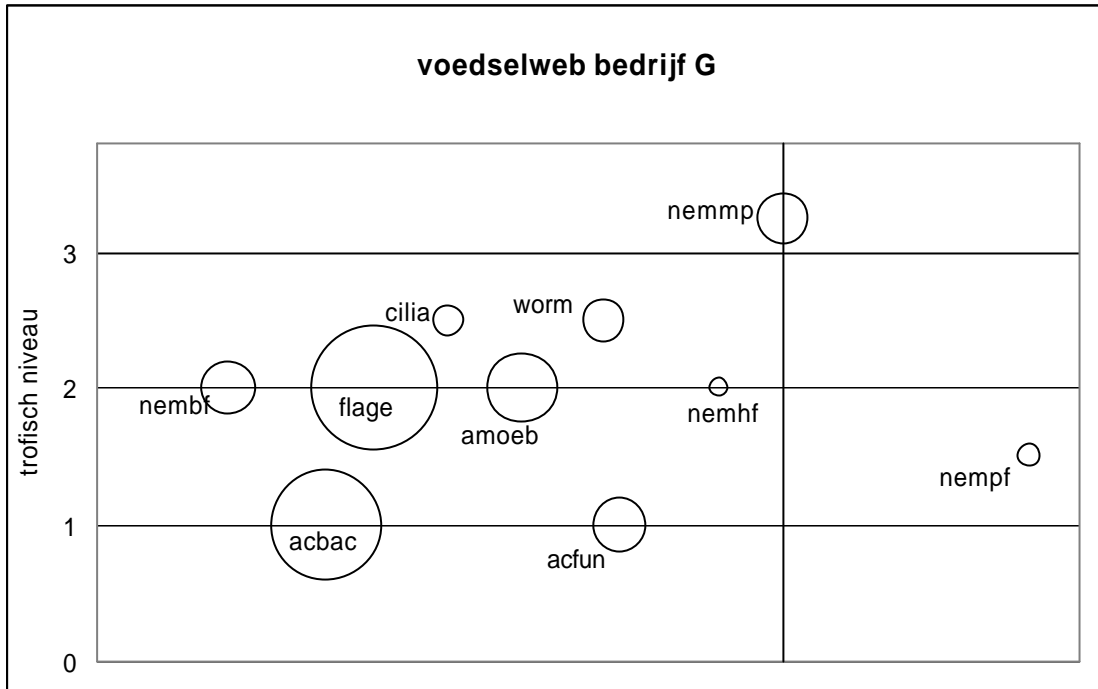
biotische factoren (vervolg)												
bedrijf	achbac (µg/g)	tobac (µg/g)	acfun (µg/g)	tofun (µg/g)	flag aantal	annoe aantal/m	cilia aantal/g	nem-bf aantal/g	nem-ff aantal/g	nem-mp aantal/g	nem-pf aantal/g	worm g/m ²
C	50	403	53	120	85	44	468	3	1,8	0,0	0,3	46
H	68	617	36	311	55	53	649	12	2,1	0,0	0,0	2
AA	82	1106	103	269	74	42	413	11	1,1	0,0	0,2	18
L	92	1485	115	206	79	122	860	5	0,2	0,2	0,1	68
O	36	795	45	135	62	106	596	4	0,2	0,1	0,0	0
AB	54	1676	52	271	43	37	234	14	5,7	0,6	0,0	0
E	22	717	11	179	35	165	66	7	0,4	0,1	0,2	1
Z	99	672	143	291	25	35	1339	19	0,9	0,0	0,0	15
AC	58	256	13	99	13	40	97	4	1,7	0,0	0,7	0
G	53	392	47	197	86	46	99	5	0,1	0,1	0,1	13
B	38	561	42	207	122	117	136	40	0,0	0,0	2,4	10
D	39	436	80	283	73	59	351	11	1,3	0,0	1,5	0
N voor stomen	69	919	344	476	120	120	1103	26	0,0	0,8	0,0	55
N na stomen	45	600	14	120	94	227	754	1	0,0	0,0	0,0	0
O	39	646	42	171	73	57	1136	19	0,7	0,2	0,5	15
S	104	316	105	227	96	152	2385	5	0,6	0,0	0,0	153
F	71	873	58	325	64	49	142	12	0,7	0,0	0,0	6
AD	36	395	37	144	132	42	245	10	0,5	0,0	0,7	50

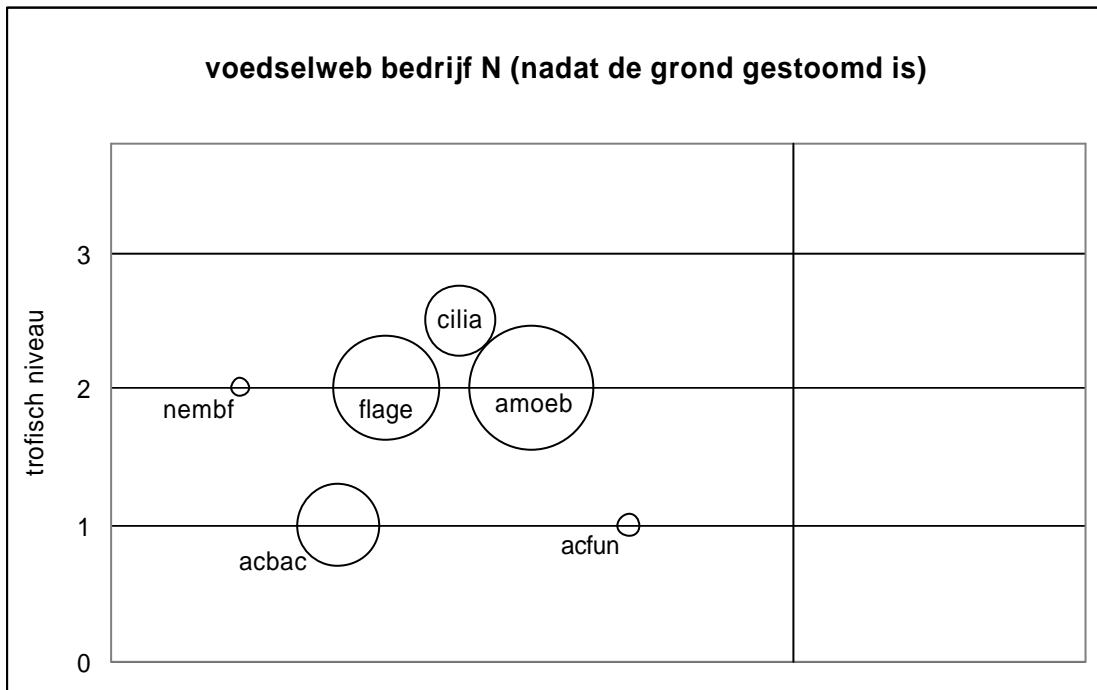
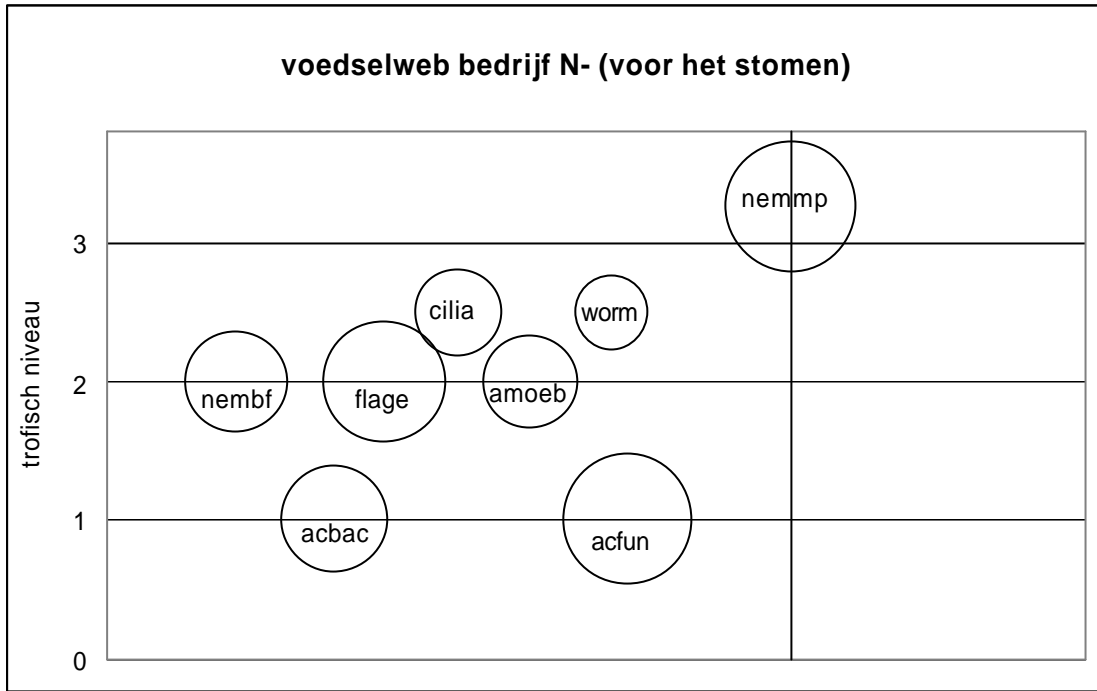
Bijlage 5. Voedselweb analyse per bedrijf

acfun = actieve schimmels
 acbac = actieve bacterien
 nembf = bacterie-etende nematoden
 flage = flagellaten
 amoe = amoeben
 nemhf = schimmeletende nematoden
 nempf = predator-nematoden
 cilia = ciliaten
 nem mp = predator-nematoden
 wrom = regenwormen









Bijlage 6. Regenwormen per bedrijf

Data bemonstering regenwormen per bedrijf. (aantallen wormen per m².)

Bedrijven: aar = van aart, bay = bayens, ber = van den berg, boo = boon, bra = brakel, cup = cuppen, dij = van dijk, dui = duiniveld, heu = heurkens, jon = jonkers, kon = koning, lui = van luijk, paa = van paassen, pol = poldervaart, vel = veltman, ver = verbeek, wei = weissenfeld.

bedrijf	totaal aantal en biomassa regenwormen					% wormen per ecologische niche		
	aantal totaal	aantal volwassen	aantal juveniel	biomassa (g)	% strooisel bewoner	% bodem bewoner	% pendelaar	
aar	216	102	114	46	5	95	0	
bay	14	2	12	2	-	-	-	
ber	104	59	44	18	0	100	0	
boo	456	163	293	68	0	100	0	
bra	0	0	0	0	-	-	-	
cup	0	0	0	0	-	-	-	
dij	15	1	13	1	-	-	-	
dui	143	71	72	15	0	100	0	
heu	0	0	0	0	-	-	-	
jon	29	16	13	13	100	0	0	
kon	183	7	176	10	100	0	0	
lui	0	0	0	0	-	-	-	
paa	714	45	669	37	100	0	0	
pol	123	44	78	15	25	75	0	
vel	603	216	386	153	0	100	0	
ver	355	0	355	6	-	-	-	
wei	250	122	128	50	3	97	0	

bedrijf	strootseibewoners (% per soort)					bodembewoners (% per soort)				pendelaars (% per soort)	
	L. castaneus	L. rubellus	E. fetida	D. hortensis	D. rubida	A. chlorotica	A. calliginosa	A. rosea	A. longa	L. terrestris	
aar	0	0	0	0	5	21	58	16	0	0	
bay	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ber	0	0	0	0	0	57	0	43	0	0	
boo	0	0	0	0	0	21	24	56	0	0	
bra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
cup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
dij	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
dui	0	0	0	0	0	45	10	45	0	0	
heu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
jon	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	
kon	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	
lui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
paa	0	0	71	29	0	0	0	0	0	0	
poi	0	0	0	25	0	0	0	75	0	0	
vel	0	0	0	0	0	3	61	36	0 (*1 stuk)	0	
ver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
wei	0	0	0	3	0	72	25	0	0	0	