



Meer halen uit de biologische kringloop

Wat is het effect van digestaat op de bodemkwaliteit?

Een heel gamma digestaatproducten is beschikbaar, zowel voor landbouwtoepassing als voor gebruik in de groenvoorziening. Goede resultaten naar groei, opbrengst, kwaliteit, zijn al veelvuldig aangetoond, maar wat gebeurt er onder de grond? Welke effect heeft digestaat op de bodemkwaliteit? De voorbije jaren ondernam Vlaco hier ook actie. We deden een uitgebreide bodemscreening van een bodem waar al 6 jaar lang verschillende digestaatproducten gebruikt worden. We hebben hierbij zowel naar de chemische, biologische als fysische bodemkwaliteit gekeken.

Beschrijving proefveld

Het uitgebreide bodemonderzoek is uitgevoerd op een proefveld in Melle. Op het proefveld wordt al sinds 2010 een bemesting met verschillende digestaatproducten uitgevoerd. Deze producten worden vergeleken met een behandeling met dierlijke mest en een minerale bemesting. De toegepaste hoeveelheden zijn weergegeven in Bijlage 1. Alle objecten kregen 200 eenheden totale N. Waar de organische bemesting niet voldeed om dit in te vullen is aangevuld via kunstmest.

Voor dit bodemonderzoek zijn 5 behandelingen gekozen namelijk: 2 types gedroogd digestaat (met en zonder mest), dikke fractie digestaat en de controle behandelingen met drijfmest en minerale bemesting.

De bemonstering voor alle onderzoek gebeurde in maart 2016 en de monsters zijn over een diepte van 30 cm genomen.

Chemische bodemvruchtbaarheid

Deze metingen beschrijven de nutriënten- en organische stoftoestand van de bodem.

Bijlage 2 geeft een overzicht van alle resultaten. Er zijn slechts enkele significante verschillen vastgesteld. Namelijk voor de pH (KCl) en het natriumgehalte (na extractie met ammoniumlactaat). De pH van de behandelingen met drijfmest is significant hoger dan in de bodems waarop gedroogd digestaat zonder mest en minerale bemesting toegepast is. Ook naar zware metalen toe zijn geen verschillen teruggevonden. De waarden voor EC zijn allemaal laag en vormen dus geen probleem. Het organische stofgehalte is op verschillende manieren bepaald: totaal organisch koolstofgehalte en de heetwaterextraheerbare koolstof (HWC). Het totaal organisch koolstofgehalte heeft weer hoeveel organische stof in de bodem aanwezig is. De HWC geeft aan hoeveel makkelijk afbreekbare organische stof aanwezig is, en is een goeie indicator voor de totale microbiële biomassa in de bodem. Deze koolstoffractie is betrokken bij de aggregaatforming en –stabiliteit. Daarnaast is er ook een relatie tot de microbiële activiteit. HWC wordt beschouwd als een indicator voor de bodemkwaliteit. Er zijn geen verschillen in koolstofgehalte van de bodem vastgesteld tussen de verschillende behandelingen, noch in totaal organisch koolstofgehalte noch in HWC.

Fosfor is ook op verschillende manieren bepaald: totale fosfor, heetwaterextraheerbare fosfor (HWP) en fosfor geëxtraheerd met ammoniumlactaat, ammoniumoxalaat en met calciumchloride. De HWP is een indicator voor de gemakkelijk beschikbare fosfor in de bodem. In het doctoraat van Thijs Vanden Nest werd aangetoond dat deze parameter een goeie indicatie geeft voor het risico op fosfor-uitloging, en dat deze indicator minder afhankelijk was van temporele variatie dan de CaCl₂-extraheerbare fosfor.

De met ammoniumlactaat geëxtraheerde fosfor (P_{AL}) is een maat voor de fosfaatcapaciteit van de bodem. Dit is de hoeveelheid fosfaat in de bodem die over een middellange termijn beschikbaar kan komen voor het gewas



Meer halen uit de biologische kringloop

De met calciumchloride geëxtraheerde fosfor (P_{CaCl_2}) is een indicatie voor de fosfaatintensiteit van de bodem. Dit is de fosfor die op korte termijn beschikbaar zal zijn voor de plant.

De fosfor na extractie in ammoniumoxalaat geeft aan hoeveel P op lange termijn beschikbaar zal zijn. Deze is bepalend voor de fosfaatverzadigingsgraad van de bodem. Ook de fosfaatverzadigingsgraad van de bodem is bepaald (uitgedrukt als percentueel aandeel van het fosfaatbindend vermogen van de bodem). Bij alle behandelingen schommelt dit rond de 30%.

Voor de heetwater extractie van koolstof en de verschillende fosforanalyses zijn de analyseresultaten van de bodem met digestaattoepassing gelijkaardig aan deze waarop dierlijke mest of minerale meststoffen gebruikt worden.

Wat wel opvalt is dat alle behandelingen die onderzocht zijn, hoge HWC-waarden en relatief lage HWP-waarden hebben, wat wijst op een relatief goeie bodemkwaliteit bij deze veldproef. Bij de Bopact-proef bij ILVO (effect van compostgebruik, type drijfmest en bodembewerking) werden waarden voor HWC tussen 878-1035 mg/kg en voor HWP tussen 20.9-23.7 mg/kg gemeten (D'Hose et al., 2016). Bij de bemestingsproef bij UGent (effect van verschillende types organische meststoffen) werden waarden voor HWC tussen 737-964 mg/kg en voor HWP tussen 15.5-22.7 mg/kg gemeten (Vanden Nest et al., 2014).

Fysische bodemvruchtbaarheid

Naast de chemische bodemvruchtbaarheid zijn ook heel wat bodemfysische eigenschappen van belang. In dit onderzoek zijn zowel het waterbergend vermogen van de bodem, de bulkdensiteit, het totaal poriënvolume en de aggregaatstabiliteit bekeken.

Waterbergend vermogen

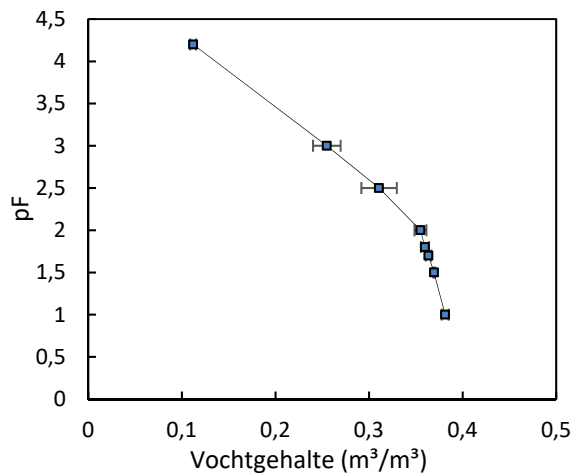
Bodems met een goede bodemstructuur zijn in staat om de watertoevoer te reguleren en water op te vangen. Een bodem bestaat uit vaste deeltjes, water en lucht. Een goede bodemstructuur heeft voldoende poriën in verschillende grootte. Wormen, ander actief bodemleven en plantenwortels vormen deze poriën. Een goede bodem laat water voldoende snel infiltreren en houdt in droge periode ook voldoende water vast. Aanvoer van organische stof en een actief bodemleven zijn belangrijke factoren voor een goede bodemkwaliteit en –structuur.

Het waterbergend vermogen van de onderzochte bodem is bepaald via een vocht karakteristiek. Een vocht karakteristiek (of pF curve, zie [Figuur 1](#)) geeft het verband tussen de drukhoogte van het bodemvocht en het vochtgehalte in de grond weer. Dit is voor iedere bodem verschillend. In de vocht karakteristiek zijn steeds volgende punten van belang:

- Veldcapaciteit: dit is het bodemvochtgehalte na draineren van alle overvloedig regenwater. Deze bodemtoestand wordt bekomen bij een pF 2.
- Verwelkingspunt: dit is het bodemvochtgehalte waarbij de planten geen water meer kunnen opnemen uit de bodem (pF 4,2).
- Plantbeschikbare hoeveelheid water: dit is de hoeveelheid water tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt. Dit wordt vaak nog opgedeeld naar gemakkelijk opneembaar vocht en moeilijk opneembaar vocht.



Meer halen uit de biologische kringloop



Figuur 1 Vocht karakteristiek voor de bodem na toepassing van gedroogd digestaat met mest.

De vocht karakteristieken zijn voor de verschillende bemestingen bepaald (zie bijlage 3). Er zijn slechts kleine verschillen waargenomen, tussen de verschillende producten, die niet significant zijn.

Aggregaatstabiliteit

De aggregaatstabiliteit is een maat voor de gevoeligheid van bodemaggregaten aan invloeden die de aggregaten willen stuk maken, zoals bijvoorbeeld de inslag van regendruppels.

Er zijn nog geen significante verschillen in de aggregaatstabiliteit teruggevonden. Er is wel een tendens dat de minerale bemesting resulteert in een lagere aggregaatsstabiliteit (net boven het aangenomen significantieniveau). De resultaten zijn te vinden in bijlage 3.

Biologische bodemvruchtbaarheid

Totale microbiële biomassa via fumigatie-extractie

Er zijn geen significante verschillen de totale microbiële biomassa tussen de verschillende bemestingsstrategieën teruggevonden.

Tabel 1 Gemiddeldes en standaardafwijking (tussen haakjes) van de totale microbiële biomassa voor de verschillende behandelingen. Waarden die niet dezelfde letter als superscript bevatten, verschillen significant. Voor elke behandeling waren er drie herhalingen.

	Mengmest	Gedroogd digestaat met mest	Dikke fractie digestaat	Minerale bemesting	Gedroogd digestaat zonder mest
Microbiële biomassa [mg C/kg droge bodem]	130.92 (4.56) ^a	135.21 (6.46) ^a	128.23 (4.06) ^a	131.69 (39.08) ^a	128.36 (11.92) ^a

Totale microbiële biomassa via phospho-lipid fatty acids (PLFA)

Met deze methode worden de fosfolipide vetzuren aanwezig in een bodemstaal geanalyseerd.

Fosfolipide vetzuren zijn aanwezig in alle membranen van levende wezens en bepaalde vetzuren zijn specifiek voor bepaalde microbiële groepen (gram+ en gram- bacteriën, schimmels, mycorrhiza,...).

De resultaten geven niet alleen informatie over welke groepen aanwezig zijn en verschuiven door



Meer halen uit de biologische kringloop

bodembeheer, maar geven ook informatie over de totale biomassa in de bodem en de schimmel-bacterie verhouding.

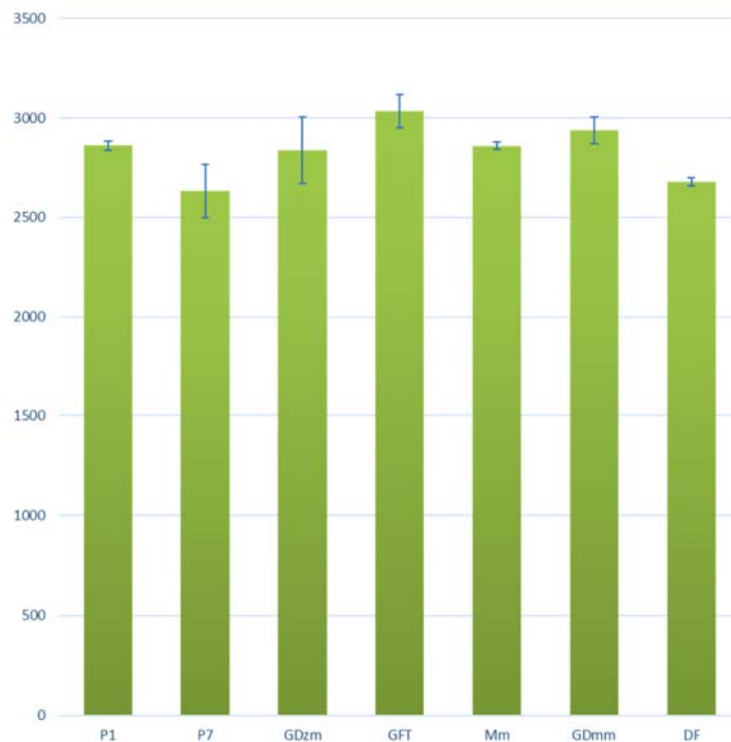
Er zijn geen statistische verschillen tussen de behandelingen terug gevonden. Dit geeft aan dat digestaatgebruik niet voor verschuivingen in de microbiële groepen zorgt.

Als we deze waarden vergelijken met de waarden van andere veldproeven dan zien we dat deze waarden consistent iets hoger dan bij de Bopact-proef (D'Hose et al., 2016): vb. totale biomassa = tussen 40-60 nmol vetzuren/g bodem bij de Bopact-proef terwijl we tussen 60-100 nmol vetzuren/g bodem gemeten hebben bij deze proef. Dit stemt overeen met de hogere HWC-concentraties in het onderzochte proefveld t.o.v. de Bopact-proef.

Microbiële diversiteit: NGS-technologie

Om het microbiële bodemleven (bacteriën en schimmels) in de verschillende behandelingen van de digestaatproef meer gedetailleerd in kaart te brengen werd eveneens amplicon sequencing gebruikt. Dit is een dna-gebaseerde techniek, meer bepaald een metabarcoding techniek voor taxonomische profilering. Hierbij kan je de rijkheid, samenstelling en diversiteit van een microbiële populatie bepalen.

Er werden geen statistische verschillen in soortenrijkheid voor schimmels en bacteriën op basis van de OTU-samenstelling (=operational taxonomic units) tussen de verschillende behandelingen vastgesteld. Er werden geen verschillen vastgesteld in relatieve abundantie tussen de behandelingen voor de bacteriën. Er werden wel verschillen vastgesteld in relatieve abundantie tussen de behandelingen voor de schimmels, en dit voornamelijk in de minerale bemesting t.o.v. van de andere behandelingen. De geteste digestaatproducten geven na herhaalde toepassing aan de bodem in een meerjarige proefopzet geen aanleiding tot verschuivingen in soortenrijkheid en relatieve abundantie voor schimmels en bacteriën t.o.v. bemesting met drijfmest.

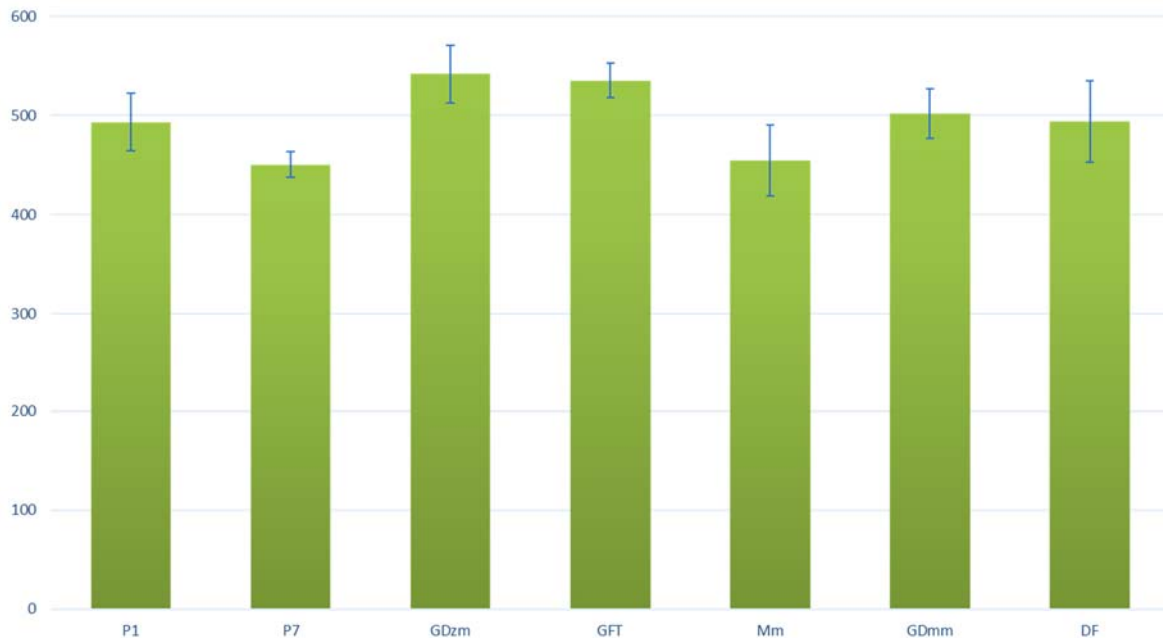


Figuur BBB. Bacteriële rijkheid (aantal soorten) in de verschillende behandelingen (P1 = extra negatieve controle, geen bemesting; P7 = kunstmest; GDzm = gedroogd digestaat zonder mest; GFT =



Meer halen uit de biologische kringloop

extra positieve controle = gft-compost; GDmm = gedroogd digestaat met mest; Mm = dierlijke mest; DF = dikke fractie ander meststof)



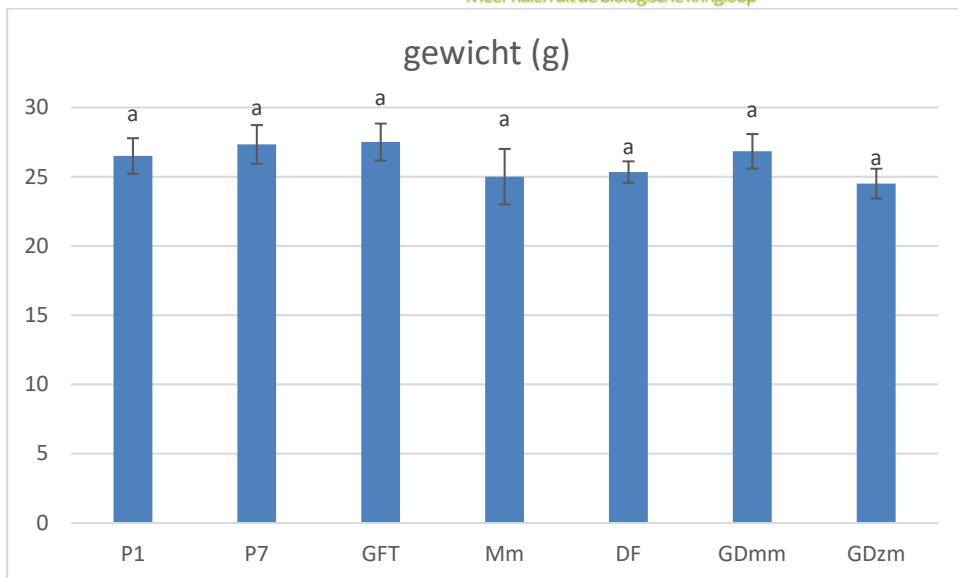
Figuur BBB. Rijkheid (aantal soorten) aan schimmels in de verschillende behandelingen (P1 = extra negatieve controle, geen bemesting; P7 = kunstmest; GDzm = gedroogd digestaat zonder mest; GFT = extra positieve controle = gft-compost; GDmm = gedroogd digestaat met mest; Mm = dierlijke mest; DF = dikke fractie ander meststof)

Ziekteverendheid

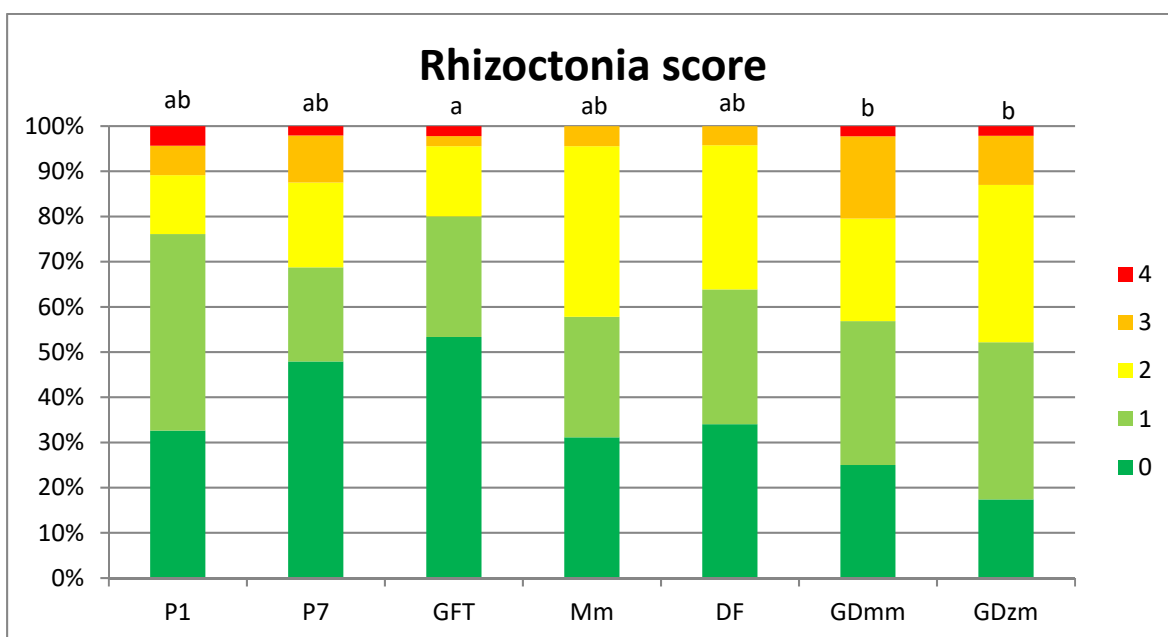
In een biotoets met sla werd de ziekteverendbaarheid voor *Rhizoctonia solani* vergeleken bij de verschillende behandelingen. Statistische analyse wees uit dat de behandelingen geen significante invloed hadden op het versgewicht (Figuur 2) en het waterverbruik van de slaplantjes. Er werd geen statistisch verschil aangetoond voor ziekteverendbaarheid tussen de digestaatbehandelingen en bemesting met dierlijke mest of minerale meststoffen (Figuur 3 en Figuur 4).



Meer halen uit de biologische kringloop



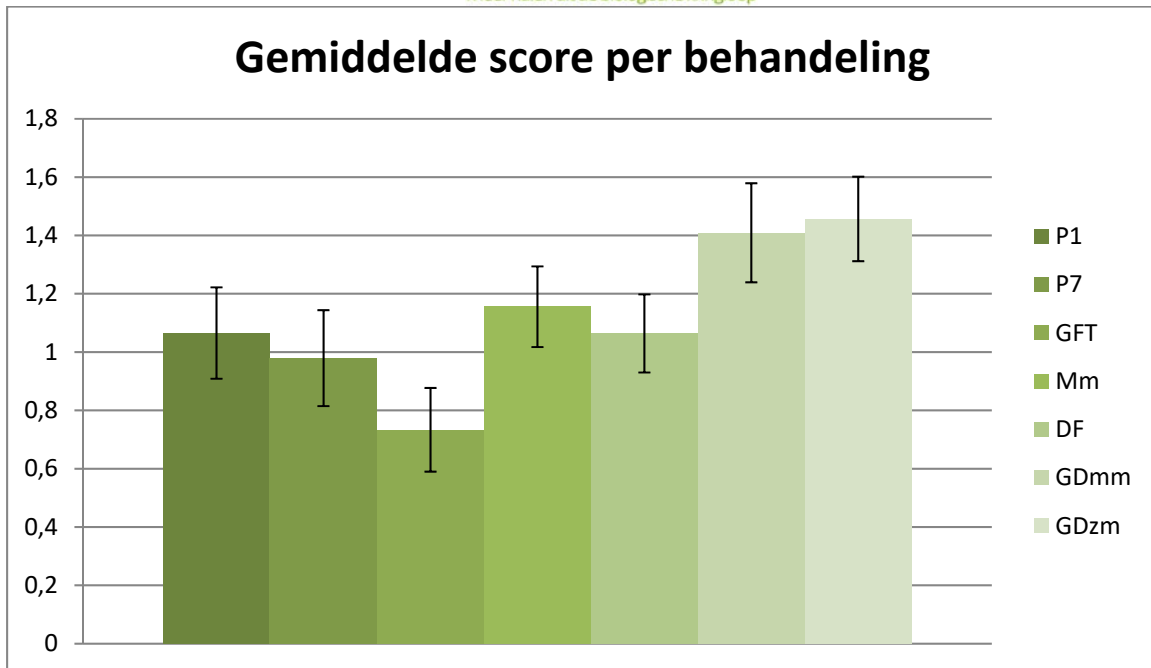
Figuur 2 Versgewicht van de slaplanten bij de verschillende behandelingen.



Figuur 3 Verdeling van de ziekte-scores voor *Rhizoctonia solani* van de individuele bladeren bij de verschillende behandelingen. Lage scores wijzen op meer ziekteveerbaarheid dan hoge scores.



Meer halen uit de biologische kringloop



Figuur 4 Gemiddelde ziektescores voor *Rhizoctonia solani* per behandeling. Lage scores wijzen op meer ziekteveerbaarheid dan hoge scores.

Beworteling

Digestaatgebruikers stellen ook de vraag of digestaat een invloed heeft op de beworteling van hun gewas. In volveldsomstandigheden is dit moeilijk te bepalen. Daarom is dit in potproeven met gras en met gecontroleerde watergift bekeken. Er zijn geen verschillen in beworteling tussen minerale meststoffen en digestaat teruggevonden. Er waren bij de verschillende behandelingen geen ijle plekken qua beworteling en de wortelconcentratie was in alle gevallen onderaan de bak.

Simulaties van lange termijnevoluties adhv de Demetertool

Om het model te kunnen toepassen voor digestaatproducten voor deze producten een opsplitsing van het aangebrachte organische materiaal over verschillen koolstoffracties gebeuren. Ugent deed dit op basis van de beschikbare data (zie bijlage xxx). Als er nieuwe data beschikbaar zijn, kunnen deze aangepast moeten worden.

Simulaties

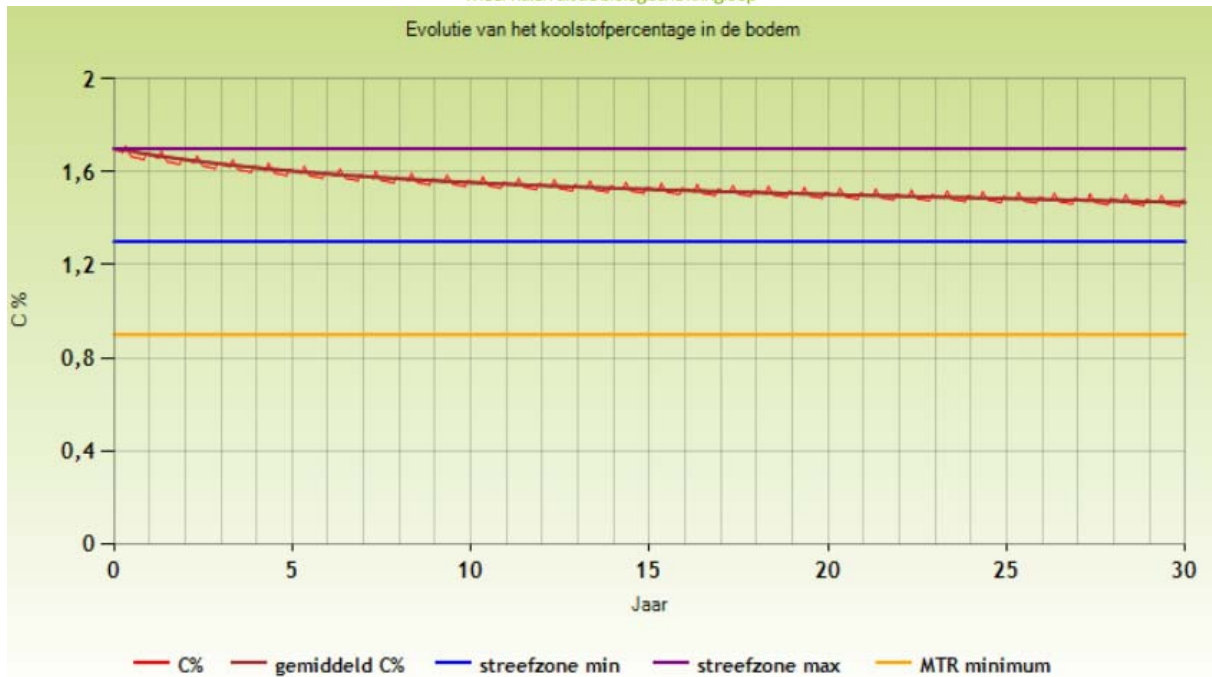
De invloed van gedroogd digestaat en dikke fractie digestaat op de lange-termijn C-balans werd a.d.h.v. Demetertool gesimuleerd. We beschouwen drie rotaties, voordien reeds gehanteerd als voorbeelden door VLM: monocultuur maïs op een zandbodem, een 4-jarige rotatie akkerbouw-rotatie op een leembodem, een 4-jarige groenten-rotatie op een leembodem.

1° Monocultuur snijmaïs

De berekening voor een monocultuur met snijmaïs wordt uitgevoerd voor een zandbodem, met een gunstig koolstofpercentage van 1,7 % en 40 mg P kg^{-1} (NH_4 -lactaat-extraheerbaar) in de bouwvoor (30cm) en in het verleden steeds bemest met dierlijke mest ('maximale toepassing van organische bemesting' in de Demetertool). Voor de snijmaïs wordt jaarlijks 35 ton runderdrijfmest aangevoerd (Fig.1).

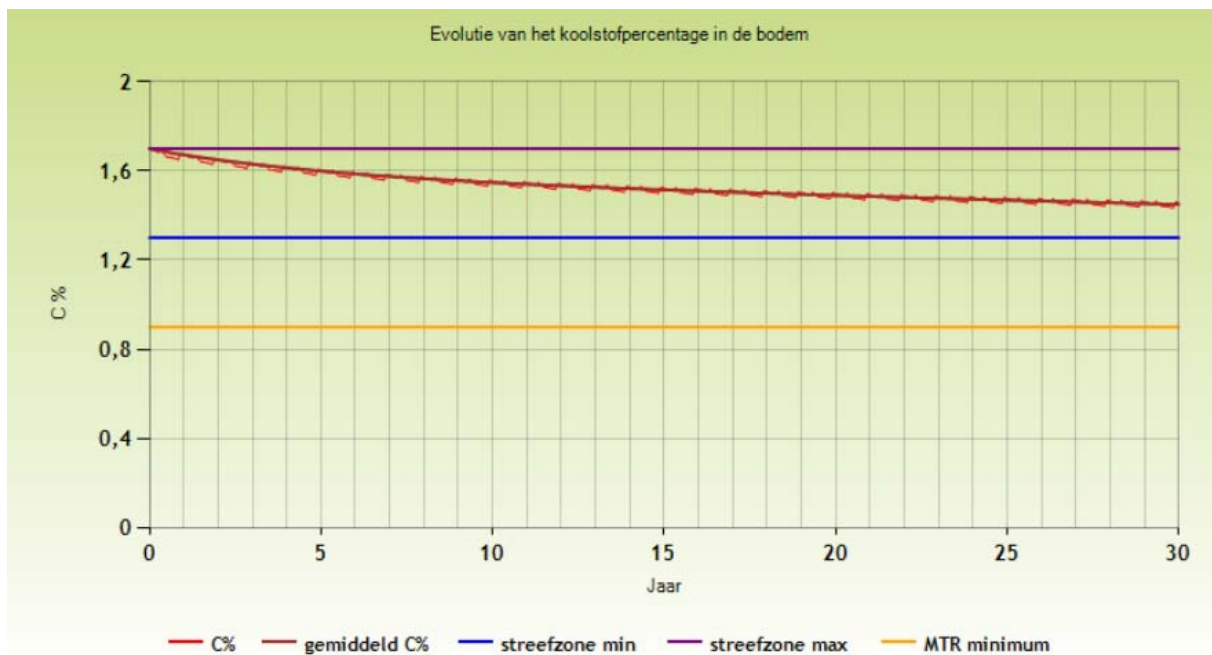


Meer halen uit de biologische kringloop



Figuur 1 Bodem C evolutie bij monocultuur snijmaïs met jaarlijkse toediening van 35t runderdrijfmest / ha

Gedroogd digestaat: Indien het perceel onder Klasse III valt is de P_2O_5 bemestingsnorm 70 kg/ha. In een alternatief scenario met maximale invulling van de P-bemesting: 2.4 t gedroogd digestaat (P_2O_5 28.58 kg / t x 2.4 = 68.6 kg P_2O_5) en zonder mest kan het gestage verlies aan bodem organische stof niet worden tegengegaan. Dit is evident aangezien slechts 0.69t C / jaar wordt aangevoerd t.o.v. 1.34t C door 35t runderdrijfmest, hoewel het organische stof% van gedroogd digestaat 9x hoger ligt. De hoge P-inhoud van gedroogd digestaat beperkt sterk haar toepasbaarheid. De bemestingsnorm werd daarentegen door de runderdrijfmest slechts voor 49kg P_2O_5 ingevuld.





Meer halen uit de biologische kringloop

Fig.2 Bodem C evolutie bij monocultuur snijmaïs met jaarlijkse toediening van 2.4t gedroogd digestaat / ha

Dikke fractie digestaat: Maximale jaarlijkse invulling van de P-norm met 7.8t ($7.8t \times 8.9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 = 69.4\text{kg P}_2\text{O}_5$) resulteert in een iets minder negatieve lange-termijn evolutie van het bodem C%. Na 30 jaar strand dit op 1.46%C t.o.v. 1.40%C bij toediening van 35 t runderdrijfmest.

Demetertool berekent eveneens de P-balans per rotatie-cyclus. De onttrekking door kuilmaïs is jaarlijks $78 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ welke niet geheel wordt gecompenseerd door de runderdrijfmest ($49 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} = 29 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$) en in mindere mate door het gedroogd digestaat en de dikke fractie van het digestaat met telkens een jaarlijks tekort van $9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$.

2° 4-jarige rotatie wintertarwe/aardappelen/wintergerst/suikerbieten

We bekijken een leembodem, normaal bemest, met een koolstofpercentage van 1,2 % in de bouwvoor. Op het voorbeeldperceel wordt een vierjarige teeltrotatie toegepast: wintertarwe, met inwerking van het tarwestro, aardappelen, wintergerst en suikerbieten. Na de wintertarwe en de wintergerst wordt gele mosterd als groenbedekker ingezaaid en voor zowel de aardappelen als de suikerbieten wordt in het voorjaar telkens 20 ton vleesvarkensdrijfmest toegediend. Hoe ziet het koolstofpercentage er dan uit na 30 jaar?

Als we deze vierjarige teeltrotatie in Demetertool invoeren, dan zien we (Fig. 3) dat het koolstofpercentage geleidelijk stijgt en dat het bodem C% na ongeveer 10 jaar in de streefzone komt (1.40%C). Bij deze rotatie werden dan ook belangrijke inspanningen geleverd om de bodemkoolstof te beschermen: een vrij gunstige teeltrotatie met twee graangewassen op vier, inwerken van stro, groenbedekkers waar mogelijk en dierlijke mest.

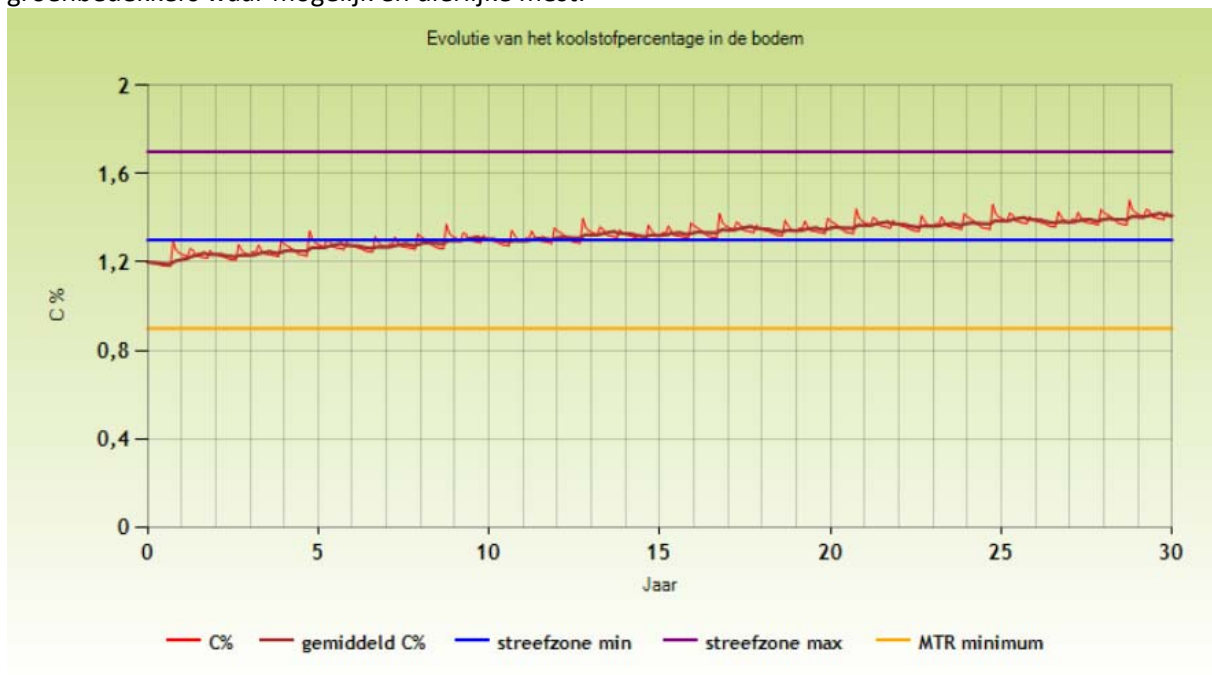


Fig. 3 Bodem C evolutie bij een 4-jarige akkerbouwrotatie met 2x toediening van 20t vleesvarkensdrijfmest, inwerking van tarwestro en 1x inzaaien van gele mosterd

Gedroogd digestaat: Indien het perceel onder Klasse II valt is de P_2O_5 bemestingsnorm 75 kg/ha voor wintertarwe en wintergerst. In een alternatief scenario met maximale invulling van de P-bemesting voor beide teelten in de rotatie: $2.6 \text{ t gedroogd digestaat}$ ($\text{P}_2\text{O}_5 28.58 \text{ kg / t} \times 2.6 = 74.3 \text{ kg P}_2\text{O}_5$) naast de $2x 20 \text{ t}$ mest voor aardappel en suikerbiet stijgt het bodem C% tot 1.49% (Fig. 4), een netto opslag van zo'n $3t \text{ C}$ t.o.v. de referentie rotatie met enkel varkensdrijfmest.



Meer halen uit de biologische kringloop

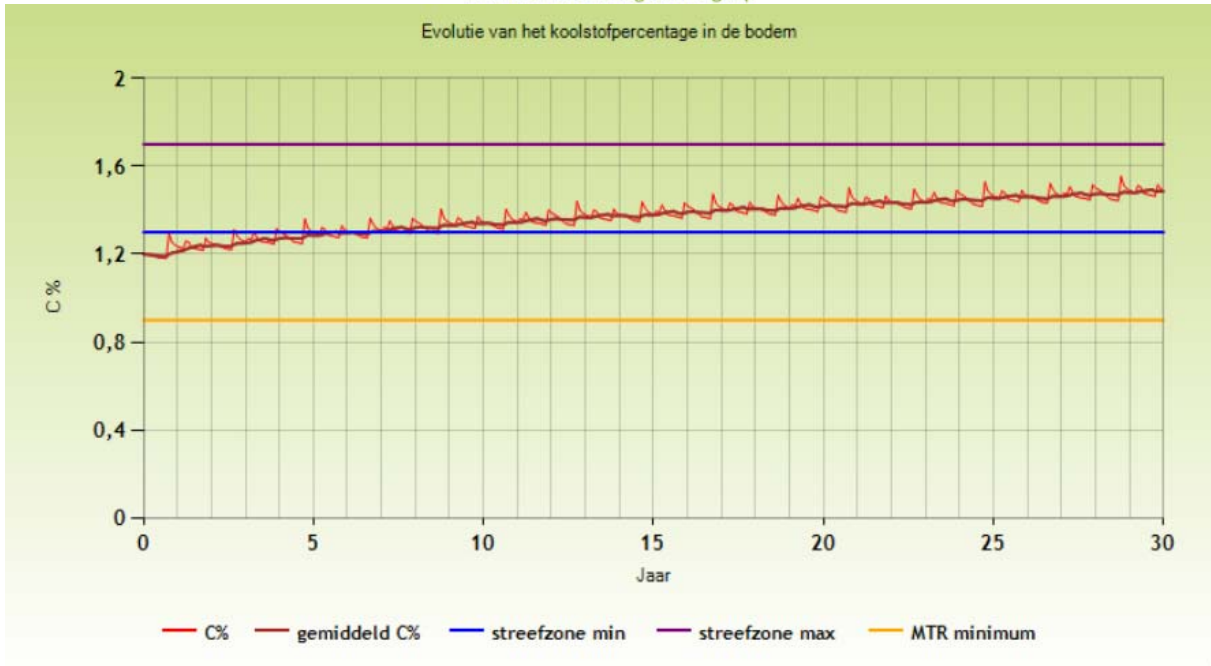


Fig. 4 Bodem C evolutie bij een 4-jarige akkerbouwrotatie met 2x toediening van 20t vleesvarkensdrijfmest en 2 x 2.6t gedroogd digestaat, inwerking van tarwestro en 1x inzaaien van gele mosterd

Dikke fractie digestaat: Maximale jaarlijkse invulling van de P-norm met 8.4t (8.4t x 8.9 kg P₂O₅ = 74.8kg P₂O₅) resulteert in een positievere lange-termijn evolutie van het bodem C%. Na 30 jaar eindigt dit op 1.54%C, een netto C-opslag van 5 t C t.o.v. de referentie met enkel varkensdrijfmest (Fig. 6).

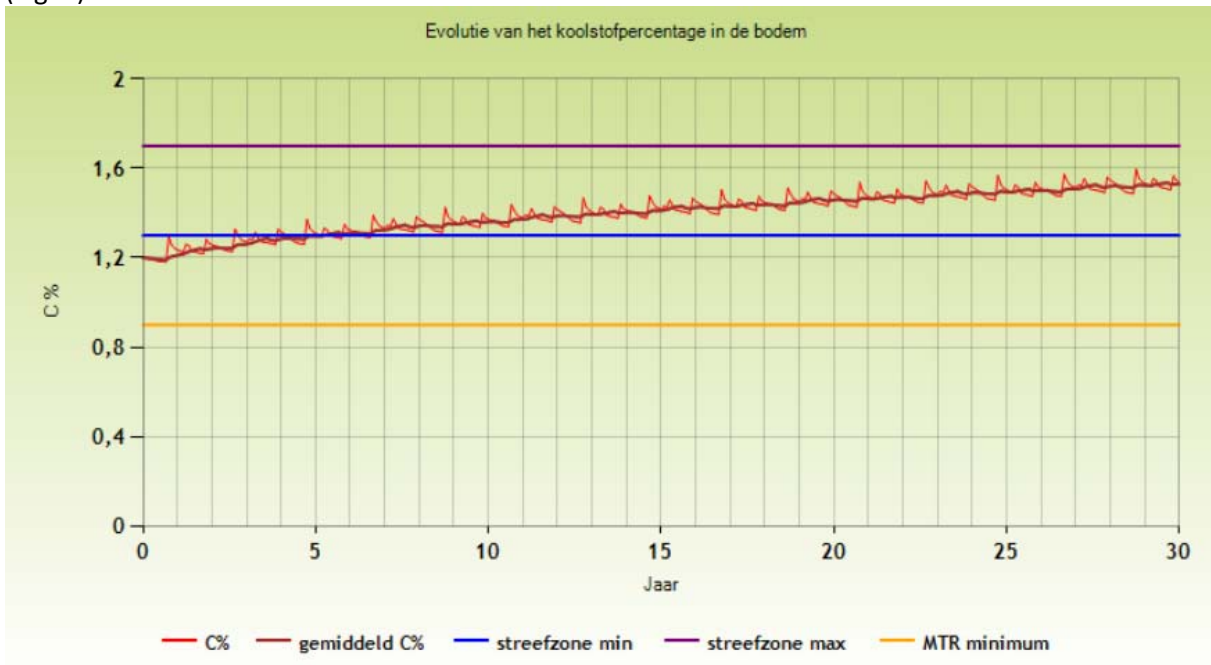


Fig. 6 Bodem C evolutie bij een 4-jarige akkerbouwrotatie met 2x toediening van 20t vleesvarkensdrijfmest en 2 x 8.4t dikke fractie digestaat, inwerking van tarwestro en 1x inzaaien van gele mosterd

3° 4-jarige rotatie bloemkool/aardappelen/prei/stamslabonen



Meer halen uit de biologische kringloop

Op een zandleembodem (1.0%C, Klasse III) wordt nu een vierjarige teeltrotatie met voornamelijk groenten toegepast: bloemkool, aardappelen, prei, stamslabonen facelia als groenbedekker na de halfvroeg aardappelen en 20 ton vleesvarkensdrijfmest in het voorjaar vóór de bloemkool, aardappelen en prei.

De berekening in de Demetertool geeft aan dat het koolstofpercentage constant blijft, maar niet voldoende om tot in de streefzone te geraken (Fig. 7). De inzaai van de groenbedekker is zeker een goede maatregel, maar er zijn nog bijkomende inspanningen nodig om het koolstofpercentage te doen stijgen.

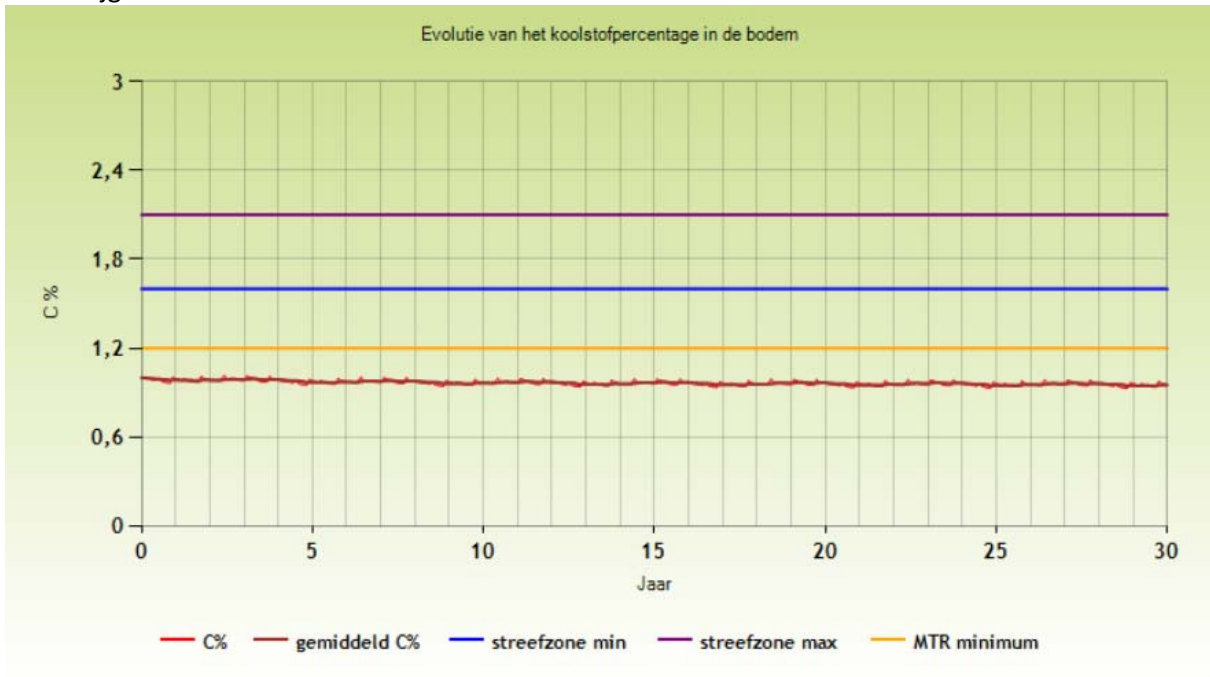


Fig. 7 Bodem C evolutie bij een 4-jarige vollegrondsgroenten rotatie met 3x toediening van 20t vleesvarkensdrijfmest en 1x inzaaien van facelia als groenbedekker

Gedroogd digestaat: Indien het perceel onder Klasse III valt is de P_2O_5 bemestingsnorm 55 kg/ha voor iedere groente. In een alternatief scenario met maximale invulling van de P-bemesting voor stamslabonen en prei in de rotatie: 1.9 t gedroogd digestaat (P_2O_5 28.58 kg / t x 1.9 = 54.3 kg P_2O_5) naast dan nog 2x 20 t mest voor vroege aardappel en bloemkool stijgt het bodem C% zeer licht tot 0.98%, een netto opslag van zo'n 1t C t.o.v. de referentie rotatie met enkel varkensdrijfmest.

Dikke fractie digestaat: Maximale invulling van de P-norm met 6.1t (6.1t x 8.9 kg P_2O_5 = 54.3kg P_2O_5) voor stamslabonen en prei resulteert in een verdere licht positievere lange-termijn evolutie van het bodem C%. Na 30 jaar eindigt dit op 1.00%C, een netto C-opslag van 2 t C t.o.v. de referentie met enkel varkensdrijfmest.

Analoog aan de akkerbouwrotatie werd weer de P-balans per rotatie opgemaakt met Demetertool. Het P-overschot was gemiddeld 40 kg P_2O_5 ha⁻¹ jr⁻¹ in de scenario's met extra toediening van dikke fractie digestaat of gedroogd digestaat, en vergelijkbaar aan het scenario met 3x vleesvarken mest van 38 kg P_2O_5 ha⁻¹ jr⁻¹.

Integratie van dikke fractie digestaat of gedroogd digestaatproducten in de klassieke akkerbouw is realistischer (dan gebruik bij maïs) aangezien meestal niet alle teelten (wintergranen) steeds dierlijke mest ontvangen. Zelfs in een scenario met een goed OS-beheer (inwerken stro, groenbemesters) - heeft 2x toediening per rotatie van gedroogd digestaat en van de dikke fractie nog een bijkomend positief effect op de organische stof balans. Uit verder onderzoek zal moeten blijken of de P-voorziening aan wintergranen voldoende wordt gegarandeerd, aangezien bijkomende minerale P-



Meer halen uit de biologische kringloop

bemesting wettelijk uitgesloten wordt. In de geteste scenario's op een klasse II perceel resulteerden de toedieningen van dikke fractie digestaat en het gedroogd digestaat tot kleine overschotten op de P-balans.

Binnen de groenteteelt is er mogelijk een eerder beperkt potentieel om de organische stofbalans te verbeteren a.d.h.v. gedroogd digestaat en de dikke fractie van vers digestaat. Toediening lijkt vooral aangewezen aan minder N-behoefte teelten en leguminosen.



Meer halen uit de biologische kringloop

Bijlage 1 Samenstelling en toegediende hoeveelheden van de verschillende meststoffen op het proefveld

Jaar				Gedroogd digestaat met mest	Gedroogd digestaat zonder mest	Dikke fractie digestaat	Mengmest	
2010	Samenstelling	N	(% N/vers)	1,81	2,97	0,59	0,34	
		P	(% P2O5/vers)	2,36	3,32	0,62	0,13	
		K	(% K2O/vers)	2,64	1,91	0,43	0,43	
		Dosis		(kg/ha)	3602	2560	13688	58824
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	65	76	81	200	
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	76	
		K	(kg K2O /ha)	95	49	59	250	
2011	Samenstelling	N	(% N/vers)	2,57	3,01	0,58	0,43	
		P	(% P2O5/vers)	2,81	4,50	0,65	0,13	
		K	(% K2O/vers)	3,32	3,70	0,44	0,52	
		Dosis		(kg/ha)	3025	1889	13077	46512
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	78	57	76	200	
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	61	
		K	(kg K2O /ha)	100	70	58	242	
2012	Samenstelling	N	(% N/vers)	2,30	1,62	0,68	0,38	
		P	(% P2O5/vers)	3,31	5,15	0,92	0,15	
		K	(% K2O/vers)	1,94	4,81	0,43	0,45	
		Dosis		(kg/ha)	2568	1650	9259	52493
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	59	27	63	200	
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	77	
		K	(kg K2O /ha)	50	79	40	237	
2013	Samenstelling	N	(% N/vers)	1,53	1,65	0,58	0,46	
		P	(% P2O5/vers)	2,38	4,58	2,09	0,21	
		K	(% K2O/vers)	4,61	1,90	0,43	1,00	
		Dosis		(kg/ha)	3573	1856	4059	40865
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	55	31	24	188	
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	85	
		K	(kg K2O /ha)	165	35	17	409	
2014	Samenstelling	N	(% N/vers)	1,80	2,45	1,21	0,42	



Meer halen uit de biologische kringloop

		P	(% P2O5/vers)	2,49	4,20	1,47	0,16
		K	(% K2O/vers)	2,89	1,09	0,38	0,38
	Dosis		(kg/ha)	3414	2024	5782	47619
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	61	50	70	200
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	75
		K	(kg K2O /ha)	99	22	22	179
2015	Samenstelling	N	(% N/vers)	2,69	1,59	0,52	0,23
		P	(% P2O5/vers)	2,13	2,34	0,58	0,12
		K	(% K2O/vers)	5,10	4,82	0,65	0,35
	Dosis		(kg/ha)	1995	1812	7265	36957
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	54	29	38	85
		P	(kg P2O5 /ha)	43	42	42	44
		K	(kg K2O /ha)	102	87	47	129
2016	Samenstelling	N	(% N/vers)	2,35	2,53	0,47	0,24
		P	(% P2O5/vers)	2,96	2,09	0,41	0,13
		K	(% K2O/vers)	0,53	5,50	0,39	0,37
	Dosis		(kg/ha)	2872	4067	20732	67460
	Toeg. Hoev.	N	(kg N /ha)	67	103	97	162
		P	(kg P2O5 /ha)	85	85	85	85
		K	(kg K2O /ha)	15	224	81	250

Bijlage 2 Analyseresultaten van de bodem voor de verschillende objecten.



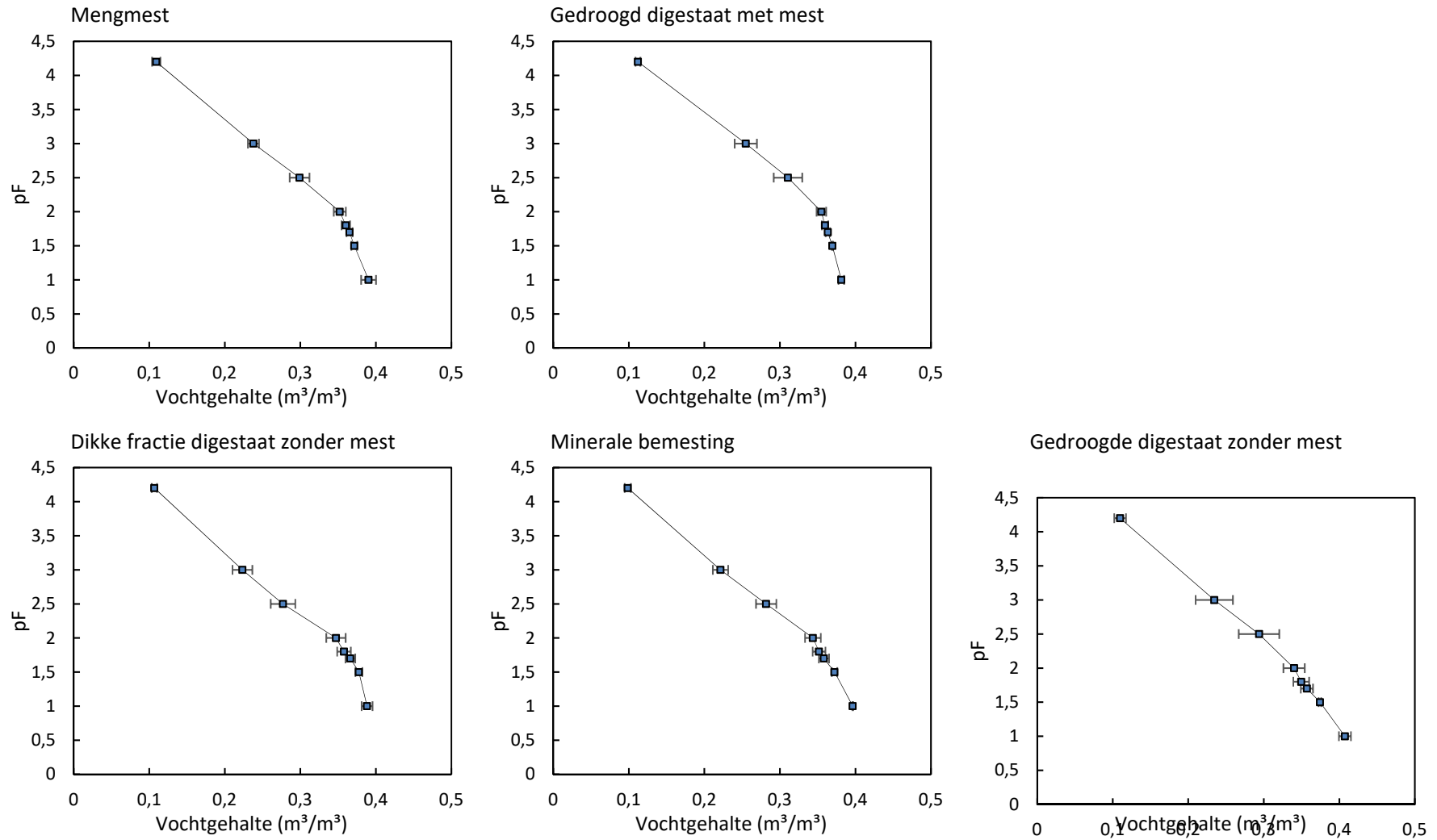
Meer halen uit de biologische kringloop

		Drijfmest	Minerale bemesting	Dikke fractie digestaat	Gedroogd digestaat (zonder mest)	Gedroogd digestaat (met mest)
pH-KCl		6.05 (0.02) ^a	5.95 (0.01) ^{bc}	6.01 (0.02) ^{abc}	5.93 (0.01) ^c	6.03 (0.03) ^{ab}
TC [%] (= OC)	%	1.32 (0.03) ^a	1.35 (0.03) ^a	1.33 (0.02) ^a	1.40 (0.06) ^a	1.36 (0.01) ^a
IC [%]	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TN [%]	%	0.15 (0.01) ^a	0.16 (0.01) ^a	0.17 (0.01) ^a	0.16 (0.00) ^a	0.15 (0.00) ^a
Na _{AL}	mg/kg droge bodem	31.02 (1.31) ^{ab}	26.24 (1.90) ^{ab}	23.17 (2.41) ^b	33.54 (2.03) ^a	33.87 (2.98) ^a
K _{AL}	mg/kg droge bodem	67.37 (5.66) ^a	61.13 (3.60) ^a	58.63 (9.45) ^a	47.87 (1.44) ^a	58.47 (3.33) ^a
Ca _{AL}	mg/kg droge bodem	1668.14 (138.34) ^a	1483.10 (55.31) ^a	1509.08 (52.72) ^a	1593.83 (90.46) ^a	1597.54 (67.47) ^a
Mg _{AL}	mg/kg droge bodem	340.09 (17.24) ^a	340.20 (3.72) ^a	357.09 (23.76) ^a	357.58 (12.93) ^a	377.84 (19.43) ^a
Fe _{AO}	mg/kg droge bodem	87.06 (0.86) ^a	86.86 (11.36) ^a	90.75 (5.07) ^a	100.19 (9.65) ^a	89.83 (7.76) ^a
Al _{AO}	mg/kg droge bodem	15.80 (0.46) ^a	16.67 (1.53) ^a	18.85 (0.57) ^a	18.81 (1.43) ^a	18.41 (2.44) ^a
EC	µS/cm	36,33	40,67	38,33	37	37,33
Cu	mg/kg DS	5.9 (0.3) ^a	4.8 (0.4) ^b	5.0 (0.0) ^a	5.4 (0.6) ^a	4.8 (0.2) ^b
Mn	mg/kg DS	117.0 (27.2) ^a	138.0 (38.4) ^a	127.5 (25.7) ^a	134.3 (4.7) ^a	112.7 (6.7) ^a
Ni	mg/kg DS	1.2 (0.1) ^a	1.2 (0.2) ^a	1.1 (0.1) ^a	1.2 (0.1) ^a	1.1 (0.0) ^a
Pb	mg/kg DS	19.2 (1.2) ^a	19.1 (1.1) ^a	18.3 (1.2) ^a	18.7 (0.9) ^a	18.4 (0.7) ^a
Zn	mg/kg DS	10.5 (0.8) ^a	8.7 (1.3) ^a	10.0 (0.6) ^a	10.0 (0.6) ^a	9.2 (0.4) ^a
HWC	mg/kg droge bodem	1463,9	1431,7	1430,4	1360,8	1464,6
Totale P	mg/kg droge bodem	989.58 (23.74) ^a	1298.09 (161.52) ^a	1063.54 (26.04) ^a	991.30 (9.76) ^a	1155.94 (70.95) ^a
P _{AL}	mg/kg droge bodem	193.06 (11.32) ^a	187.56 (8.65) ^a	195.89 (7.09) ^a	189.65 (9.16) ^a	195.19 (3.35) ^a
P _{CaCl2}	mg/kg droge bodem	2.46 (0.05) ^a	2.64 (0.24) ^a	2.94 (0.17) ^a	2.33 (0.17) ^a	2.82 (0.33) ^a
HWP	mg/kg droge bodem	11,9	12,3	12,2	11	11,7
P _{AO}	mg/kg droge bodem	15.94 (0.29) ^a	16.03 (1.38) ^a	17.65 (0.18) ^a	17.22 (1.20) ^a	15.21 (0.98) ^a
fosfaatverzadigingsgraad		31.01 (0.90) ^a	31.25 (1.24) ^a	32.36 (1.47) ^a	29.11 (1.38) ^a	28.45 (2.42) ^a



Meer halen uit de biologische kringloop

Bijlage 3 : vochtkarakteristieken (pF curves) en aggregaatstabiliteit van de verschillende bemestingen





Meer halen uit de biologische kringloop

		Drijfmest	Minerale bemesting	Dikke fractie digestaat	Gedroogd digestaat (zonder mest)	Gedroogd digestaat (met mest)
Aggregaatstabiliteit – luchtdroog		0.71 (0.05) ^a	0.50 (0.05) ^a	0.60 (0.06) ^a	0.69 (0.04) ^a	0.68 (0.04) ^a
Aggregaatstabiliteit – gesatureerd		0.94 (0.02) ^a	0.86 (0.02) ^a	0.90 (0.03) ^a	0.94 (0.01) ^a	0.93 (0.02) ^a
Vochtgehalte veldcapaciteit (pF 2)	m ³ /m ³	0.35 (0.01) ^a	0.34 (0.01) ^a	0.35 (0.01) ^a	0.34 (0.01) ^a	0.35 (0.01) ^a
Vochtgehalte verwelkingspunt (pF 4.2)	m ³ /m ³	0.11 (0.01) ^a	0.10 (0.00) ^a	0.11 (0.00) ^a	0.11 (0.01) ^a	0.11 (0.00) ^a
Bulkdichtheid	kg/m ³	1.47 (0.02) ^a	1.43 (0.01) ^a	1.45 (0.04) ^a	1.43 (0.06) ^a	1.52 (0.03) ^a
Poriënvolume	m ³ /m ³	0.45 (0.01) ^a	0.46 (0.00) ^a	0.45 (0.02) ^a	0.46 (0.02) ^a	0.43 (0.01) ^a



Meer halen uit de biologische kringloop

Bijlage 4: Parameters voor DemeterTool voor nutriënten aanvoer uit 'gedroogd digestaat' en 'dikke fractie digestaat', t.o.v. runderdrijfmest en GFT-compost

Mestsoort	Ref_N	Ref_P2O5	WC_voorjaar -tem M5	WC_voorjaar -tem M6	WC_voorjaar -tem M7	WC_voorjaar -tem M8	WC_voorjaar -tem M9	WC_voorjaar -tem M10- M12	Minerale_ N
vleesvarkensdrijfmest (niet brijbakken)	8.1	5	60	60	63	68	68	73	40
gft-compost	12	6.6	15	15	15	20	20	20	5
champost	6.8	3.9	15	15	20	25	30	30	5
gedroogd digestaat	18.9	28.58	6	6	6.5	7	7	7.5	2.6
dikke fractie digestaat	6.2	8.9	24	24	25	28	28	30	9

Referenties

Universiteit Gent rapport 'Bepaling van bodemkwaliteit op veldproef met verschillende organische stoftoedieningen' April 2017.

ILVO rapport Biotoets slaproef Vlaco Veldproef digestaat Melle 2016.

ILVO rapport Vlaco-digestaatproef: Resultaten van de amplicon sequencing van bodembacteriën en -schimmels 2016.

Tommy D'Hose, Greet Ruyschaert, Nicole Viaene, Jane Debode, Thijs Vanden Nest, Johan Van Vaerenbergh, Wim Cornelis, Koen Willekens, Bart Vandecasteele. Farm compost amendment and non-inversion tillage improve soil quality without increasing the risk for N and P leaching. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 225, 126–139.

Vanden Nest, T., Vandecasteele, B., Ruyschaert, G., Cougnon, M., Merckx, R., Reheul, D. 2014. Effect of organic and mineral fertilizers on soil P and C levels, crop yield and P leaching in a long term trial on a silt loam soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 197, 309-317.