

# De bijdrage van visvijvers aan de nutriënthuishouding op gemengde kleinschalige landbouwbedrijven

Door M.C.J. Verdegem (Wageningen Universiteit) en P. Muendo

Vijvers kunnen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de nutriëntenkringloop op gemengde landbouwbedrijven. Nutriënten aanwezig in bijproducten van productie op land kunnen de opbrengst van vijvers verhogen. Nutriëntrijk viswater en vijversediment op hun beurt kunnen de landgebonden productie stimuleren. Bijgevolg kan het integreren van water- en landgebonden productie in gemengde bedrijven leiden tot een verhoogde efficiëntie van het nutriëntgebruik. Bij evaluatie van visteelt wordt vaak alleen gekeken naar de oogst, zonder aandacht voor andere voordelen van visteelt zoals waterbeschikbaarheid of efficiëntie van nutriëntgebruik. Bovendien verkiezen boeren vaak geformuleerde voeders boven bijproducten als nutriëntinput omdat men gelooft dat hogere producties gehaald zullen worden met voer dan met organische bemesting. In de eenvoudige onbeluchte vijvers waarover de meeste kleinschalige boeren beschikken is dit echter niet evident. Waarschijnlijk is het mogelijk de efficiëntie van nutriëntgebruik in gemengde bedrijven te verbeteren. Een onderzoeksproject werd opgestart om de mogelijkheden in kaart te brengen.

De studie concentreerde zich op het kwantificeren van de nutriëntverrijking in vijversediment en het evalueren van de bruikbaarheid van vijversediment als bemesting voor de productie van landbouwgewassen binnen het gemengde bedrijf. De vijvers op hun beurt werden bemest met bijproducten van de landgebonden productie, en er werd gekeken welke fractie van de nutriënteninput in de vijver wordt opgenomen door de vis of ophoopt in het sediment. Op basis van de gerealiseerde efficiëntie werd berekend wat het effect van het inbrengen van een visvijver in een gemengd bedrijf in de hooglanden van Kenia zal zijn op de productiviteit en efficiëntie van het totale bedrijf. Landbouw in de hooglanden van Kenia lijdt aan een chronisch nutriëntentekort en het

is de vraag of het integreren van visteelt daarin verbetering kan brengen.

## *Methoden*

In een eerste experiment werd de structuur van het vijverecosysteem vergeleken tussen organisch bemeste en met voerkorrels gevoerde vijvers. Als organische mest werd of kippenmest of grascompost gebruikt. De organisch bemeste vijvers werden bezet met 1 tilapia/m<sup>2</sup>, de met korrels gevoerde vijvers met 2 tilapia/m<sup>2</sup>. Bij bezetting was het gemiddelde lichaamsgewicht 18-20 g/tilapia. De bezettingsdichtheid in de met korrels gevoerde vijvers was hoger omdat de boeren stelden dat de productiecapaciteit in gevoerde vijvers hoger is dan in bemeste vijvers. De mest- en korrelgift

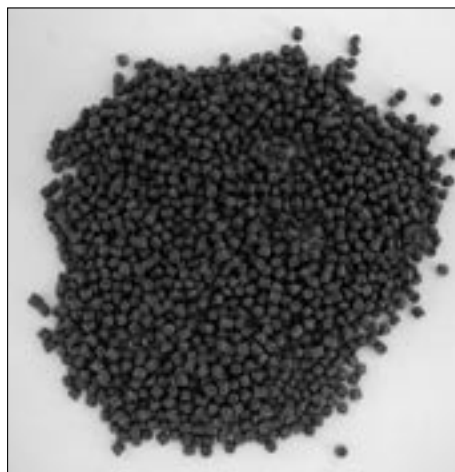
waren zo berekend dat in alle vijvers de stikstof (N) input per vis gelijk was. Er waren 3 herhalingen per behandeling. In de behandeling met korrels werd een voerniveau van 3% lichaamsgewicht/dag aangehouden. Elke maand werd minimum 10% van het visbestand bemonsterd om de mest- of korrelgift bij te stellen. De duur van het experiment was 139 dagen. Telkens als het zuurstofniveau voor zonsopgang daalde onder de 2 mg/l werd de bemesting of het voeren stopgezet totdat het niveau zich hersteld had. Temperatuur, zuurstof en pH werden 2x per dag gemeten (6.00 en 15.00 uur), Secchi disc (voor meting van

de helderheid van het water) 1x om 12.00 uur. Om de twee weken werd de primaire productie (PP) gemeten. De beschikbaarheid van N (ammonium/ammonia, nitriet, nitraat, totale stikstof), beschikbaar fosfaat (P) en kalium (K) in de waterkolom werden om de twee weken gemeten. Ook in het sediment werd de beschikbaarheid van deze nutriënten en organische koolstof om de twee weken gemeten. De verschillen in nutriënt doorstroming tussen de verschillende behandelingen werden vergeleken gebruik makende van multi-variate factoranalyse. In een tweede experiment werd de hoeveelheid en samenstelling van het sediment dat

	<b>Behandeling</b>		
	<i>kippen</i>	<i>gras</i>	<i>voer</i>
<b>Parameter</b>	<i>mest</i>	<i>compost</i>	<i>korrels</i>
<b>Gemiddeld gewicht bij bezetting (g)</b>	18.5 <sup>a</sup>	18.3 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
<b>Aantal uitgezet*</b>	200	200	400
<b>Gemiddeld gewicht bij oogsten (g)</b>	252 <sup>a</sup>	172 <sup>b</sup>	174 <sup>b</sup>
<b>Overleving (%)</b>	41 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>
<b>Groei (gr/dag)</b>	1,7 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>
<b>Total biomassa geoogst (kg/vijver)</b>	30,7 <sup>b</sup>	26,0 <sup>b</sup>	53,1 <sup>a</sup>
<b>Netto opbrengst</b>			
<b>Kg/vijver</b>	27,0 <sup>b</sup>	22,3 <sup>b</sup>	45,5 <sup>a</sup>
<b>Kg/ha</b>	1350 <sup>b</sup>	1117 <sup>b</sup>	2275 <sup>a</sup>
<b>Kg/ha/jaar (aanname 2 cycli)</b>	2700 <sup>b</sup>	2234 <sup>b</sup>	4550 <sup>a</sup>

Bron: Muendo et al., 2006; \* elke vijver heeft een oppervlak van 200 m<sup>2</sup>.

Table 1: Groei en opbrengst van tilapia in vijvers bemest met grascompost of kippenmest of gevoerd met korrels. De waarden zijn gemiddelde van 3 herhalingen per behandeling. Per rij betekent een zelfde letter (superscript) tussen behandelingen dat deze niet significant verschillen ( $P > 0,05$ ;  $a > b$ ).



Figuur 1: gedroogde kippenmest of voederkorrels leiden tot een vergelijkbare tilapia productie in extensieve vijvers.

Parameters	Behandeling			
	KM-1	KM-2	VK-1	VK-2
Geaccumuleerd sediment (ton/vijver/cyclus-1)	3.1	1.5	2.8	1.67
<i>Stikstof N</i>				
Concentratie bij oogsten (gr/kg)	1.9	1.9	1.7	1.6
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/vijver)	5.89	2.85	4.76	2.67
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/ha)	295	143	238	124
<i>Organische koolstof (C)</i>				
Concentratie bij oogsten (g/kg)	14.5	12.5	11.7	12.7
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/vijver)	45.0	18.8	32.8	21.2
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/ha)	2.3	0.9	1.6	1.1
<i>Beschikbaar fosfaat (P)</i>				
Concentratie bij oogsten (mg/kg)	6.3	3.8	3.3	3.5
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (mg/vijver)	19	6	9	6
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/ha)	0.97	0.28	0.46	0.29
<i>Kalium (K)</i>				
Concentratie bij oogsten (mg/kg)	72	77	74	73
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/vijver)	2.23	1.16	2.07	1.22
Hoeveelheid opgehoopt in sediment (kg/ha)	112	58	104	61

Bron: Muendo, 2006

Tabel 2. Nutriënten concentratie in sediment na het afoogsten van het experiment. KM = kippenmest; VK = voerkorrel; 1 = bezettingsdichtheid van 1 vis per m<sup>2</sup>; 2 = bezettingsdichtheid van 2 vissen per m<sup>2</sup>.

ophoopt in een vijver tijdens een productiecycclus gevolgd. Elke maand werd N, P, K en organische C in het sediment gemeten en werd er een schatting gemaakt van de hoeveelheid bijgekomen sediment. De nutriëntinput bestond uit kippenmest of voerkorrels (Figuur 1), en het effect op productie werd in beide gevallen gemeten bij een bezettingsdichtheid van 1 of 2 tilapia/m<sup>2</sup>. De ophoping van nutriënten in de bodem werd gemeten, inclusief in het in de bodem aanwezige water (Figuur 2) en de ophoping van sediment in de bodem (Figuur 3).

Na 5 maanden werden de vijvers geoogst. Het geaccumuleerde sediment van de verschillende behandelingen werd getest als bemesting voor maïsproductie en vergeleken met de behaalde opbrengst in niet bemeste grond (negatieve controle) of in velden die een standaarddosis anorganische meststof kregen (positieve controle).

Verschillende scenario's van vijverproductie van tilapia werden gemodelleerd op basis van beschikbare literatuurinformatie, en ingepast in een bestaande databank van stikstof (N) stromen door gemengde landbouwbedrijven in Afrika. Vier bedrijfssystemen, elk representatief voor een bestaande agro-ecologische zone in de Keniaanse hooglanden, werden geanalyseerd. Een vergelijking werd gemaakt tussen de stikstofstroom door elk van de bedrijven voor en na integratie van tilapia vijverteelt in het gemengde bedrijf.

### **Resultaten en discussie**

In het eerste experiment werd een specifieke groei gerealiseerd van 1.7% lichaamsgewicht per dag in de met kippenmest behandelde vijvers, in vergelijking tot 1.1% lichaamsgewicht per dag in de met korrels gevoerde of met grascompost bemeste vijvers. De overleving was gelijk tussen behandelingen. Omdat de N-input in de met

korrels gevoerde vijvers dubbel zo hoog was als in de bemeste vijvers, was ook de tilapiaproductie bijna 2x zo hoog (Tabel 1). Een hogere primaire productie en daaraan gekoppelde afbraakprocessen verklaarden in hoge mate de gevonden verschillen in productie. De beschikbare biomassa algen was hoger in de met kippenmest bemeste dan in de in met korrels gevoerde vijvers. Ook de hoeveelheid beschikbare zuurstof en pH waren aanzienlijk hoger in de met kippenmest behandelde vijvers dan in de andere behandelingen. Op zijn beurt stimuleert een hogere pH de P beschikbaarheid en de uitwisseling van P tussen het sediment en de bovenliggende watermassa. De hogere algenproductie was echter niet gekoppeld aan een hogere beschikbaarheid van N en organische C in het sediment. De resultaten suggereren dat bij een gelijke bezettingsdichtheid organische bemesting of voeding met korrels vergelijkbare producties opleveren. Daarom werden in een volgend experiment de effecten van kippenmest en korrels op productie en nutriëtenhuishouding vergeleken bij gelijke bezettingsdichtheid.

In het tweede experiment waren overleving en productie gelijk bij een vergelijkbare N-input in de vorm van kippenmest of voerkorrels. Ongeveer 125-300 kg N, 1,8-5,0 ton organische stof en 50-125 kg K kwam terecht in het sediment tijdens de 5-maand durende productiecycclus (Tabel 2). De hoeveelheid beschikbare P die accumuleerde in het sediment was verwaarloosbaar klein. De hoeveelheden N, organische C, P en K die zich ophoopten in het sediment waren gelijk tussen de behandelingen. Tot 173 ton nieuw sediment per ha accumuleerde in de vijverbodem tijdens de 5 maand durende productiecycclus. De herkomst van het geaccumuleerde sediment blijft voornamelijk onduidelijk, omdat de hoeveelheden die toegevoegd werden via het instromende

water en de mest of korrels veel kleiner zijn dan de hoeveelheden die zich opstapelden in het sediment. Verder onderzoek is noodzakelijk. Het geaccumuleerde sediment is echter rijk aan N, K en organische C, en is dus een goede meststof. Een bijkomend voordeel van vijversediment als meststof is dat het de textuur van de bodem verbetert. In zware klei of licht zanderige bodems verhoogt het gehalte aan organische C de bodemstructuur en het vermogen om water vast te houden. De verwaarloosbaar lage ophoping van beschikbare P in de bodem suggereert dat fosfaat vooral in niet beschikbare vorm neersloeg in de bodem. Bij vervolgonderzoek moet naast beschikbaar P ook gekeken worden naar de totale P voorraad in de bodem.

De hoeveelheid nutriënten die per ha oplopen in het vijversediment gedurende de 5 maanden lange productiecycclus voldoet aan de bemestingsbehoefte van N en K voor 1,5 ha maïs. Bij deze verhouding was de maïsproductie op basis van vijversediment gelijk aan de productie bij een standaard bemestingsschema. Deze experimenten werden uitgevoerd in de Nijl delta in Egypte, en zijn natuurlijk lo-

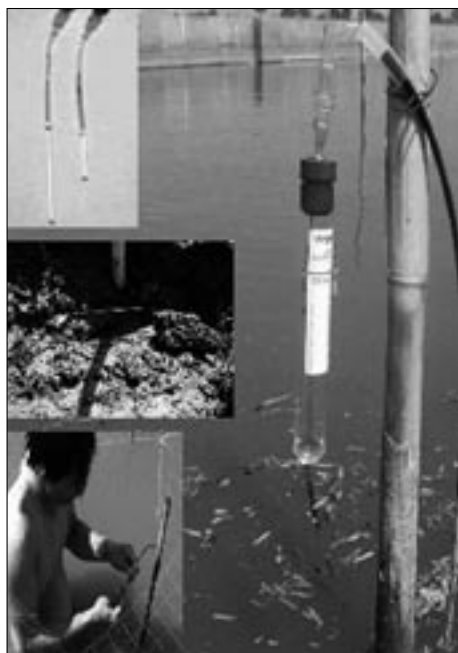
catie- en situatiespecifiek. Voorzichtigheid is dus geboden bij veralgemening van de onderzoeksresultaten. Voor de Egyptische situatie echter tonen de resultaten aan dat vijversediment een uitstekende meststof is, ongeacht of het sediment afkomstig is van vijvers bemest met kippenmest of gevoerd met korrels (Tabel 3).

In de 4 agro-ecologische zones van de Keniaanse hooglanden is uitputting van N in de bodem de regel. Door voor elke zone een typisch gemengd bedrijf te definiëren en daarna visvijver in te passen in het bedrijf wordt de bodemuitputting verminderd met 23-35%, afhankelijk van de zone. De resultaten tonen aan dat het toevoegen van vijverteelt toelaat gebruik te maken van aanwezige nutriënten in bijproducten die anders verloren zouden gaan tijdens opslag en gebruik op het land (Tabel 4). Bovendien, door de vijver te positioneren op het laagste punt in het gemengde bedrijf worden nutriëntverliezen ten gevolge van erosie geminimaliseerd. De resultaten van de studie zijn zo hoopvol dat het uittesten van 1 of meerdere scenario's in het veld wordt aanbevolen, waarbij ook aandacht geschonken kan worden aan de beschikbaarheid van arbeid. Op een

	<i>Totale plant biomassa</i>	<i>Korrelgewicht</i>
<b>Type bemesting</b>	<i>(kg/veldje)</i>	<i>(ton/ha)</i>
<b>Vijversediment van vijver met korrels</b>	7,5 <sup>a</sup>	6,3
<b>Vinversediment van vijver met kippenmest</b>	6,0 <sup>a</sup>	5,0
<b>Standaard dosis anorganische meststoffen</b>	5,3 <sup>a</sup>	4,4
<b>Geen</b>	2,5 <sup>b</sup>	2,1

Bron: Muendo, 2006.

Tabel 3. Maïsproductie in onbemeste grond, grond bemest met een standaard dosis anorganische meststoffen, en grond bemest met vijversediment. Per kolom betekent een zelfde letter (superscript) tussen behandelingen dat deze niet significant verschillen ( $P > 0,05$ ;  $a > b$ ). Geen superscripts worden gegeven als de behandelingen niet significant van elkaar verschillen.



*Figuur 2: Om de verrijking aan nutriënten in het in de bodem aanwezige water te meten werd gebruik gemaakt van rhizomen, kleine semi-permeabele buisjes waarmee bodemwater werd verzameld zonder dat daarbij de bodemstructuur verstoord wordt.*

gemengd bedrijf met seizoensgebonden activiteiten komen piekbelastingen voor in arbeidsbehoefte, en het inbrengen van visteelt als bijkomende activiteit moet ook arbeidstechnisch mogelijk zijn.

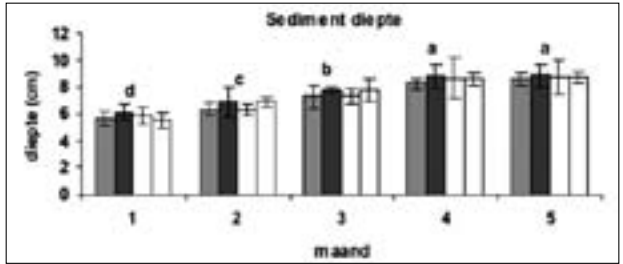
### **Conclusies**

Er werd aangetoond dat in eenvoudige vijvers, waarbij de boer niet over de mogelijkheid beschikt dagelijks grote hoeveelheden water te vervensen of mechanisch te beluchten, vergelijkbare visproducties gehaald worden op bemeste en met korrels gevoerde vijvers. Onder de omstandigheden waarbij in Egypte de experimenten werden uitgevoerd bleek het vijversediment een uitstekende meststof te zijn voor de productie van maïs, op voorwaarde dat er voldoende P wordt toegevoegd. Op een gemengd landbouwbedrijf kunnen vijvers uitstekend dienst doen als verzamel- en opslagpunt voor nutriënten, ook voor langdurige opslag, dit met een minimaal verlies aan kwaliteit. Het inpassen van visvijvers op gemengde bedrijven in de Keniaanse hooglanden leidt tot een verbeterde benutting van de beschikbare nutriënten, een minder snelle uitputting van de bodem, en een verhoging van de fractie van de nutriënten-input die vastgelegd wordt in oogstbare producten. Een verdere optima-

	<b>Bestaand gemengd bedrijf</b>	<b>Na toevoeging visteelt</b>	<b>% verandering</b>
Productie areaal (ha)	1.41	1.35	<b>-4</b>
Input van N voor primaire productieprocessen (kg/ha/jaar)	183	265	<b>45</b>
Primaire productiegewassen geoogst (kg N/ha/jaar)	19	24	<b>26</b>
N uitputtingssnelheid in bodem (Kg N/ha/jaar)	116	75	<b>-35</b>
Hoeveel N geoogst op het totale bedrijf (kg/ha/jaar)	40	81	<b>103</b>

*Tabel 4: Het effect van het inpassen van visteelt in een gemengd bedrijf in de hooglanden van Kenia op de productie en uitputtingssnelheid van N in de bodem.*

lisatie van nutriëntenkringlopen op gemengde bedrijven met een visteeltcomponent is mogelijk, maar het is wel aan te bevelen dit te doen in samenwerking met sociaal-economische onderzoekers.



**Bronnen**

- Muendo, P.N., A. Milstein, A. A. van Dam, E. Gamal, J. J. Stoorvogel and M. C. J. Verdegem, 2006. Exploring the trophic structure in organically fertilized and feed driven tilapia culture environments using multivariate analyses. *Aquaculture Research* 37: 151 - 163
- Muendo, P.N. 2006. The role of fish ponds in the nutrient dynamics of mixed farming systems. Ph.D. thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. pp. 120.

*Figuur 3: Voor aanvang van de proef werden plavuizen ingegraven in de bodem op 5 cm diepte. Elke maand werd de diepte van het sediment boven de plavuizen gemeten. De verschillende kleurcodes staan voor de behandelingen KM-1, KM-2, VK-1 en VK-2 (in deze volgorde, voor verklaring van afkortingen, zie tabel 2). De verschillen tussen de behandelingen waren niet significant ( $P > 0,05$ ).*

**DANA FEED A/S**  
[www.danafeed.dk](http://www.danafeed.dk)  
**Voortreffelijke visvoerders**  
 Onze vertegenwoordiger:  
**Joost Blom, mobiel 06- 212 938 81**