



Cultan in winterprei: onderzoek naar de beschikbaarheid van stikstof tijdens en na de winterperiode

Verslag van een veldproef te Roggel (2006-2007)

J.W. Steenhuizen, E.J.J. Meurs & H.F.M. ten Berge





Cultan in winterprei: onderzoek naar de beschikbaarheid van stikstof tijdens en na de winterperiode

Verslag van een veldproef te Roggel (2006-2007)

J.W. Steenhuizen, E.J.J. Meurs & H.F.M. ten Berge

© 2008 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 – 48 60 01
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Werkwijze en methoden	7
2.1 Proefopzet	7
2.2 Proefveldwerkzaamheden	8
2.3 Chemische gewasanalyses	9
2.4 Chemische bodemanalyses	10
2.5 Statistische analyse	10
3. Resultaten	11
3.1 Het weer	11
3.2 Groei van het gewas	12
3.3 Gewasopbrengsten	13
3.4 Stikstofgehalten en stikstofopname van het gewas	15
3.5 Minerale stikstof in de bodem	16
3.6 Stikstofbenutting	18
4. Conclusies en aanbevelingen	19
Literatuur	21
Bijlage I. Proefveldschema	1 p.
Bijlage II. Bemonstering gewas en bodem	1 p.
Bijlage III. Bemonsteringsschema N-mineraalmonsters Cultan-veldjes	1 p.
Bijlage IV. Logboek Cultan-proef 2006-2007	3 pp.
Bijlage V. Gewasopbrengsten en -analyses en de statistische betrouwbaarheid van het in de variantie-analyse getoetste effect	1 p.
Bijlage VI. Minerale stikstof in de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm	1 p.
Bijlage VII. Nitraat- en ammoniumstikstof in de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm bij de Cultan- en nul-N-behandeling	2 pp.

Voorwoord

Door de aanscherping van stikstofgebruiksnormen in de komende jaren dient de stikstofbenutting van het gewas te worden verhoogd om een verwachte opbrengstderving bij gereduceerde gebruiksnormen te minimaliseren. Tegen deze achtergrond is in opdracht van de BoerenBond Agro B.V. te Helden een veldproef met winterprei aangelegd om studie te kunnen verrichten naar de effecten van verschillende stikstofbemestingsmethoden. Met name bij de Cultan-methode, een stikstofbemestingsmethode, waarbij een vloeibare stikstofmeststof wordt toegediend, werd nagegaan of de stikstof uit het Cultan-depot gedurende de winter in voldoende mate beschikbaar blijft om het gewas bij de hergroei na de winter van voldoende stikstof te kunnen voorzien. De stikstof-nalevering aan het volggewas (Italiaans raaigras) werd in deze proef ook onderzocht.

De veldproef is uitgevoerd op het bedrijf van de heer B. Geraets te Neer in samenwerking met de heren W. Hilken en E. Muijsers van de BoerenBond Agro B.V. Bij dezen willen we hen hartelijk bedanken voor hun betrokkenheid, de inbreng bij het project en de prettige samenwerking.

Samenvatting

Aanscherping van de gebruiksnormen in de komende jaren noopt tot verhoging van de stikstofbenutting, om bij gereduceerde normen een verwachte opbrengstderiving te minimaliseren. De norm in 2007 en 2008 bedraagt voor winterprei 235 kg stikstof per ha.

Om een zo hoog mogelijke benutting van stikstof te verkrijgen is het noodzakelijk het aanbod van stikstof gedurende de teelt zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de vraag naar stikstof door het gewas. Hierdoor gaat er minder stikstof verloren naar grond- en oppervlaktewater, zodat het milieu minder wordt belast. Dit is mogelijk als de stikstof wordt gegeven door middel van een langzaam werkende meststof zoals Cultan of als de stikstof tijdens de groei van het gewas gedeeld wordt toegediend (bijbemesting). Op basis van de Cropscan-methode kan door middel van deling van de gift de stikstofhoeveelheid worden aangepast aan de behoefte. Bij deze methode wordt middels gewaslichtreflectiemetingen informatie verkregen over de stikstofbehoefte van het gewas tijdens de teelt.

In een veldproef te Roggel met winterprei zijn vier verschillende behandelingen aangelegd; bij (A) de Cultan-behandeling werd in september 200 kg N per ha toegediend. Bij de twee Cropscan-behandelingen werd geen Cultan toegediend, maar werd met kalkammonsalpeter (KAS) bijbemest. In de ene Cropscan-behandeling (B) werd alleen voor de winter en bij de andere behandeling (C) is ook na de winter verder bemest op basis van gewasreflectiemetingen. De (D) nul-N-behandeling bleef onbemest.

De voor het gewas beschikbare hoeveelheid stikstof, als N-mineraal, is met tussenpozen van 1 à 2 maanden bepaald. Bij de Cultan-behandeling is de bodem via een gedetailleerd bemonsteringsschema, dat afgestemd is op de ligging van het stikstofdepot, bemonsterd. Eind november werd nog 55 kg N per ha uit de Cultan teruggevonden. Begin februari was dit nog 22 kg per ha, wat daalde naar 11 (begin maart) en 5 (begin april) kg N per ha (dit is steeds de verhoging ten opzichte van de nul-N-behandeling).

De stikstofbeschikbaarheid na de winter uit Cultan, toegediend in september, was dus laag in verhouding tot de gewasvraag bij hergroei volgens de richtlijn in de adviesbasis (ophogen naar 130 kg N-mineraal per ha per begin maart). Toch vertoonde de Cultan-behandeling geen verlaagde stikstofopname of opbrengst van winterprei ten opzichte van de andere stikstofbemestingsmethoden.

Bij de Cultan-behandeling was de schijnbare terugwinningsfractie (Apparent N recovery, ANR) < 0% voor prei, 18% voor gras en 16% voor prei+gras.

De ANR was bij de Cultan-behandeling lager dan bij beide Cropscan-bemestingsmethoden.

1. Inleiding

In de preiteelt is het gebruik van Cultan, een vloeibare stikstofmeststof, volop in de belangstelling. De naam Cultan staat voor Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition. Deze manier van stikstofbemesten is afkomstig uit de Verenigde Staten en is verder ontwikkeld aan de universiteit van Bonn door Prof.Dr. K. Sommer. De geconcentreerde oplossing van ureum en ammoniumsulfaat wordt éénmalig met behulp van een pomp en een schaarinjector vlak bij de plantenwortels in de grond geïnjecteerd. Bij deze methode van bemesten kan echter in de loop van het groeiseizoen niet worden bijgestuurd.

Door een betere plaatsing en dosering van Cultan is de verwachting dat er aanzienlijk op de stikstofgift kan worden bespaard ten opzichte van vaste meststoffen zonder dat dit ten koste gaat van de opbrengst van de prei. Als verdere voordelen van de Cultan-methode worden genoemd de efficiëntie en de gelijkmatige stikstofopname en de verminderde uitspoeling van nitraat. Als gevolg van de hoge concentratie kunnen de nitrificatiebacteriën de stikstof niet onmiddellijk omzetten tot nitraatstikstof, waardoor de plant een deel van de stikstof als ammonium opneemt en er tevens minder kans op nitraatuitspoeling is.

In samenwerking met de BoerenBond Agro B.V. te Helden werd in een veldproef met winterprei nagegaan of de stikstofvoorziening na de winter voldoende is op basis van Cultan toegediend voor de winter. Naast de Cultan-behandeling zijn twee Cropscaan stikstofbijmestsystemen toegepast, waarbij de stikstofgift in de vorm van kalkammonsalpeter (KAS) kon worden aangepast aan de behoefte van het gewas. Bovendien was er een behandeling waarin geen stikstofbemesting werd gegeven.

Ook werd gekeken hoeveel stikstof bij de verschillende bemestingsmethoden na de winter nog beschikbaar is voor een volggewas.

2. Werkwijze en methoden

2.1 Proefopzet

Het proefveld is aangelegd op een perceel van het bedrijf van de heer B. Geraets aan de Bevelantstraat te Roggel. De veldproef is opgezet als een blokkenproef en bestaat uit: 4 stikstofbemestingsmethoden * 2 herhalingen, totaal 8 plots. Het proefveldschema staat in Bijlage I.

De vier stikstofbemestingsmethoden bestaan uit:

- A. **Cultan behandeling.** Deze behandeling bestaat uit: 200 kg zuivere stikstof per ha. De Cultan is om en om tussen de plantrijen geïnjecteerd.
- B. **Cropscan behandeling, met stikstofbijbemesting alleen voor de winter.** In deze behandeling wordt alleen voor de winter met kalkammonsalpeter (KAS 27% N) bemest volgens de reguliere bijmestregels van de Cropscan-methode. De Cropscan-methode is een stikstof-bijbemestingsmethode gebaseerd op de mate van gewasbedekking d.m.v. reflectiemeting met behulp van een Multispectrale Radiometer (MSR) van Cropscan Inc. te Rochester, Minnesota, USA. Deze metingen zijn twee meter boven het (grond)oppervlak uitgevoerd, waarbij aan de bovenkant het totale invallende licht van de gehele hemelbol en aan de onderkant het door het gewas gereflecteerde licht bij verschillende golflengtes werd gemeten. Op basis van het reflectiepatroon kan een reflectiekaracteristiek worden afgeleid, waarvan de Weighted Difference Vegetation Index (WDVI) het meest bruikbaar is, welke een relatie vertoont met de stikstofinhoud van het gewas. Deze niet-destructieve detectie-techniek is ontwikkeld door Plant Research International B.V. (Meurs & Booi, 2002, 2003).
- C. **Cropscan behandeling, met stikstofbijbemesting zowel voor als na de winter.** Deze behandeling is dezelfde als bij (B), maar hier wordt ook na de winter met KAS bemest op basis van de Cropscan-methode.
- D. **Nul-N behandeling.** Bij deze behandeling is geen stikstofbemesting uitgevoerd.

De netto oppervlakte van de veldjes was $17.00 * 5.25 = 89.25 \text{ m}^2$.

2.2 Proefveldwerkzaamheden

Gewassen

De winterprei (*Allium Porrum* L.) is op 4 augustus 2006 geplant. Het ras is Maine van Seminis, voorheen Royal Sluis (Foto 1). Dit ras heeft bleke, weinig opgerichte, brede bladeren. De schacht is zeer vast en de prei is goed pelbaar. De prei werd op 11 april 2007 geoogst.

Na de oogst van de prei is op 25 april 2007 als vanggewas Italiaans raaigras ingezaaid om de stikstof-nalevering uit de Cultan in het volgz seizoen te kunnen vaststellen. Omdat de grond na het zaaien erg droog werd, is vlak daarna op 27 april 2007 een kunstmatige beregening uitgevoerd (20-25 mm).



Foto 1. De stikstofbemestingsmethoden-veldproef met winterprei te Roggel op 26 oktober 2006.

Bemesting

Voorafgaand aan de preiproef is het perceel in het voorjaar van 2004 bemest met 100 m³ champost per ha. In het voorjaar van 2005 werd 22 m³ varkensdrijfmest en in het najaar na de aardappeloogst nog eens 20 m³ varkensdrijfmest per ha toegediend.

Ruim een maand na het planten van de winterprei is volgens het proefplan op 14 september 2006 de Cultan geïnjecteerd (Tabel 1). De Cultan is om en om tussen de plantrijen geïnjecteerd, midden tussen de plantrijen op een diepte van 18 cm. De afstand tussen de plantrijen bedroeg 75 cm. De Cultan is als het ware in een band in de grond (het stikstofdepot) toegediend (zie Bijlage III. Bemonsteringsschema N-mineraalmonsters Cultan-veldjes). In 100 liter Cultan zit 40 kg ammoniumsulfaat en 35 kg ureum, totaal 24.5 kg stikstof per 100 liter.

Vanaf september 2006 tot april 2007 is de grondbedekking van het gewas van alle objecten vastgesteld op basis van reflectiemeting met behulp van een Multispectrale Radiometer van Cropscan. Deze metingen zijn verricht op 14 september 2006, 26 oktober 2006, 8 maart 2007 en 11 april 2007. In een positie van twee meter boven het grondoppervlak is de meting uitgevoerd, wat neerkomt op een gemeten (grond)oppervlak met een diameter van één meter. Op basis van de Cropscan-metingen is op 27 september en 1 november 2006 over de vier Cropscan-veldjes 20 kg stikstof per ha, in de vorm van KAS, gestrooid. Na de winter op 16 maart 2007 is KAS toegediend aan twee Cropscan-veldjes, 62 kg stikstof per ha (Tabel 1).

Tabel 1. Bemesting en toedieningsdata bij de verschillende stikstof-bemestingsmethoden te Roggel (2006-2007).

Stikstofbemestingsmethode	Datum bemestingsgift				totaal
	14-9-2006	27-9-2007	1-11-2007	16-3-2007	
Stikstof, kg per ha					
Cultan	200				200
Cropscan voor de winter		20	20		40
Cropscan na de winter		20	20	62	102
Nul N					0

Gewaswaarnemingen, -oogsten en -bemonstering

Om de beworteling van de winterprei van de Cultan behandeling te kunnen volgen, werd maandelijks dwars op de preirij een profielkuil gegraven met een diepte van ongeveer 50 cm. Op 27 september 2006, 1 november 2006, 18 november 2006, 1 februari 2007, 8 maart 2007 en 11 april 2007 is met een digitale fotocamera de beworteling vastgelegd.

Van alle veldjes is de prei drie keer gedurende de teelt geoogst. De eerste periodieke oogst werd uitgevoerd op 28 november 2006, de tweede op 8 maart 2007 en de eindoogst vond plaats op 11 april 2007. Bij de eerste twee oogsten is per veldje 1.5 m² gewas geoogst, bij de eindoogst 4.5 m². De bruto- en netto-opbrengst van de prei en het drogestofgehalte hiervan werden bepaald.

Het Italiaans raaigras is geoogst met een Haldrup grasmaaier, de maaibalk hiervan heeft een breedte van 1.50 m. Hiermee zijn bij de oogst drie stroken met een lengte van 18.5 m per veldje gemaaid. De opbrengst is twee keer bepaald: op 12 juni (1^e snede) en 17 juli 2007 (2^e snede, eindoogst). Het geoogste oppervlak is 83 m² per veldje. Van het Italiaans raaigras werd ook het drogestofgehalte bepaald.

Bodembemonstering

De bemonstering van de bodem, laag 0-30 en 30-60 cm beneden maaiveld, werd iedere maand verricht. De monsters werden gestoken op: 27 september 2006, 1 november 2006, 28 november 2006, 1 februari 2007, 8 maart 2007, 11 april 2007, 12 juni 2007 en 17 juli 2007. De grondmonsters werden geanalyseerd op N-mineraal (zie Bijlage II. Bemonstering gewas en bodem).

De bemonstering van de Cultan-veldjes is intensiever uitgevoerd (Foto 2). Loodrecht op de preirij is de bodem bemonsterd. Door grondmonsters te nemen met steeds een onderlinge afstand van 2 cm werd rekening gehouden met de geconcentreerde plaatsing van de stikstof (zie Bijlage III. Bemonsteringsschema N-mineraalmonsters Cultan-veldjes).

2.3 Chemische gewasanalyses

De winterprei en het Italiaans raaigras (vanggewas) is regelmatig bemonsterd (zie Bijlage II. Bemonstering gewas en bodem). De monsternamen en voorbehandeling van de gewasmonsters zijn uitgevoerd volgens het protocol van het Plantkundig Proefcentrum Wageningen van Plant Research International. De gewasmonsters zijn gedroogd bij 70 °C. Het totaal-stikstofgehalte is geanalyseerd door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van de Wageningen Universiteit. Via een Dumas-methode zijn de te analyseren monsters verbrand en vervolgens is het stikstofgehalte gemeten m.b.v. een warmtegeleidbaarheidsdetector (Valkenburg, 1996).

2.4 Chemische bodemanalyses

Het proefveld ligt op een zandgrond met een organische-stofgehalte in de laag van 0-30 cm beneden maaiveld van 3.3% (op basis van gloeiverlies). De bodemlaag 30-60 cm heeft een gehalte van 3.0%.

De monsternamen en voorbehandeling van de grondmonsters zijn uitgevoerd volgens het protocol van het Plantkundig Proefcentrum Wageningen van Plant Research International. De nitraat- en ammoniumgehalten zijn geanalyseerd door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van Wageningen Universiteit en Research.



Foto 2. Gedetailleerde bodembemonstering van de Cultan-velden te Roggel op 28 november 2006.

2.5 Statistische analyse

De proefopzet is gegeven in Bijlage I. De statistische analyse is gebaseerd op variantie-analyse (ANOVA). Het getoetste behandelingseffect is de stikstofbemestingsmethode. Toetsing van het verschil tussen twee behandelingen is gebaseerd op het kleinste significante verschil (LSD), met als betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = 0,05$, tweezijdig).

De statistische analyse is uitgevoerd met Genstat 5, Release PL18.1 (Payne et al., 1993).

3. Resultaten

3.1 Het weer

De weersomstandigheden waren in augustus 2006 gunstig, er viel ruim voldoende neerslag om de winterprei te kunnen planten. De temperatuur in de herfst, de winter en het voorjaar was hoger dan het meerjarig gemiddelde (Tabel 2). Gedurende de maanden januari en mei viel er meer neerslag dan normaal. De oogst van de prei kon in april 2007 onder goede omstandigheden plaats vinden. De condities voor het zaaien van het Italiaans raigras waren minder gunstig. In de maand april viel er geen neerslag. Om de kieming van het graszaad te bevorderen moest er kunstmatige beregening worden toegepast. De maanden mei en juli waren echter erg nat, er viel bijna twee keer zoveel neerslag dan het dertigjarig gemiddelde.

Tabel 2. Weersgegevens augustus 2006 – juli 2007.

Maand	Neerslag, mm ¹		Temperatuur, °C ¹			
		Meerj. gem. ²	Gemiddeld	Maximum	Minimum	Meerj. gem. ²
2006						
Augustus	139	55	16,1	20,8	12,0	17,6
September	10	57	18,0	23,5	12,8	14,3
Oktober	71	57	13,9	17,8	9,9	10,3
November	75	60	8,9	12,2	5,2	5,9
December	74	66	6,0	8,2	3,7	4,0
2007						
Januari	120	58	6,7	9,1	3,9	2,6
Februari	78	43	6,1	9,2	2,9	2,9
Maart	60	60	7,8	12,3	3,2	5,9
April	0	42	13,4	20,2	5,9	8,6
Mei	112	65	14,5	19,2	9,7	13,1
Juni	95	76	17,7	22,4	13,3	15,6
Juli	124	67	17,1	22,0	12,3	17,7
Jaar gem.	956	706	12,2	16,4	7,9	9,9

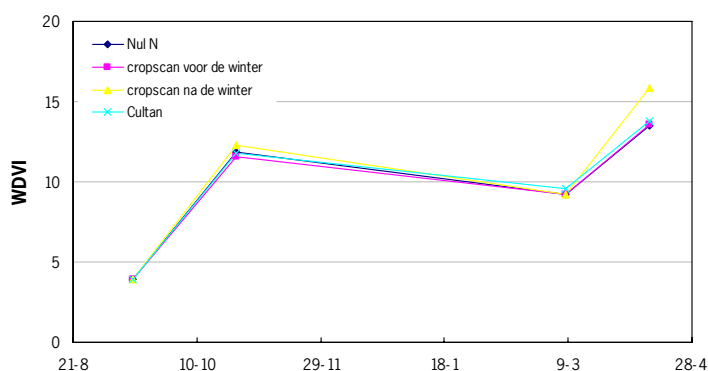
¹ KNMI-station Eindhoven.

² Gemiddelde van 1971-2000 Roermond.

3.2 Groei van het gewas

In de volgende paragrafen, 3.2 - 3.6, wordt het verzamelde cijfermateriaal van de metingen en wegingen aan het gewas en de bodem per soort van waarneming afzonderlijk vermeld.

Met behulp van de Cropscan werd de groei van de winterprei gemeten. Op basis van deze reflectiemetingen is het verloop van de Weighted Difference Vegetation Index (WDVI) van de vier verschillende behandelingen gevolgd. Tussen de verschillende behandelingen is vrijwel geen verschil in WDVI (Figuur 1). Deze neemt in het groeiseizoen eerst sterk toe en neemt, na een geringe afname in de winter, vervolgens in het voorjaar weer toe. De extra stikstof-toediening op 16 maart 2007 heeft bij de Cropscan-behandeling een sterkere toename van de bodembedekking tot gevolg ten opzichte van de andere stikstofbestedingsmethoden.



Figuur 1. Het verloop van de gewaslichtreflectie (WDVI) van winterprei bij de verschillende stikstofbestedingsmethoden te Roggel (2006-2007).

Om de beworteling van de winterprei bij de Cultan-behandeling in de tijd te kunnen volgen is maandelijks dwars op een preirij een profielkuil gegraven. Op basis van de gemaakte foto's kan worden geconstateerd dat op 27 september 2006, acht weken na het planten, de eerste wortels het stikstofdepot al bereikten. Op 1 november bevinden zich al iets meer wortels rond het depot. Op 1 februari 2007 bevinden zich duidelijk meer wortels direct onder de preiplant (Foto 3).



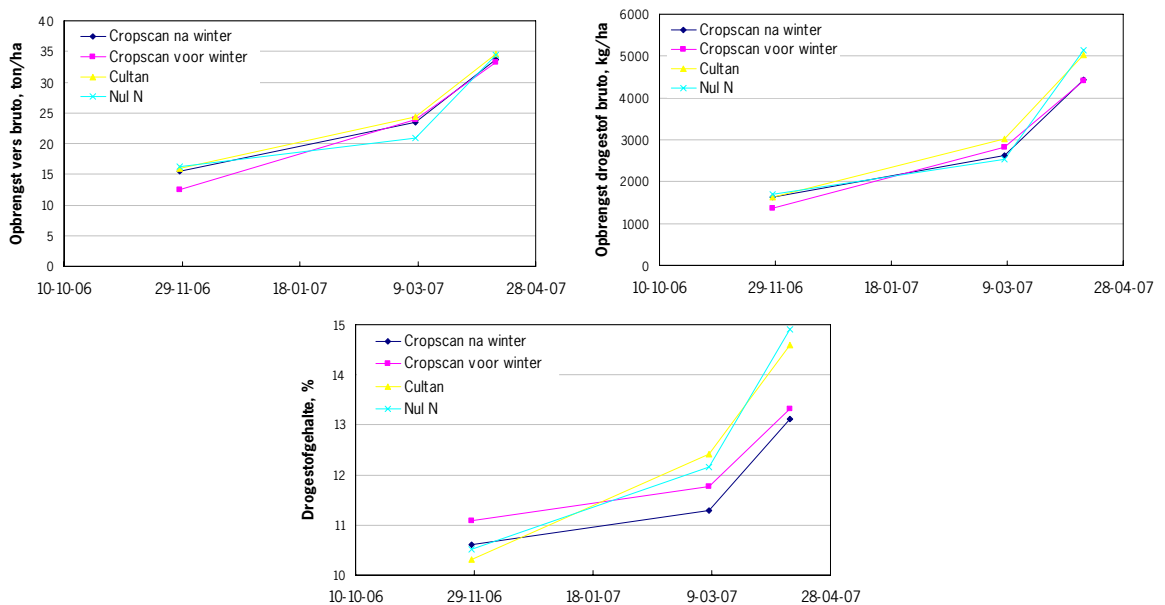
Foto 3. De beworteling van de winterprei rond het stikstofdepot van de Cultan-behandeling op 1 februari 2007.

3.3 Gewasopbrengsten

Voor een landbouwkundige vergelijking van de verschillende stikstofbestedingsmethoden worden in deze paragraaf de opbrengsten en de drogestofgehalten van de winterprei en het Italiaans raaigras besproken. De resultaten van de statistische verwerking staan vermeld in Bijlage V.

Winterprei

Het verloop van de veldopbrengst aan prei, op basis van vers- en drogestof, is weergegeven in Figuur 2. Tussen de behandelingen was geen verschil in opbrengst. Bij de eind oogst was de opbrengst 33 à 34 ton bruto vers product per ha. De lage opbrengst hangt samen met het late planttijdstip. Het drogestofgehalte nam gedurende de teelt toe (Figuur 2). Aan het eind van de teelt was het drogestofgehalte bij de nul-N- en de Cultan-behandeling iets hoger dan bij de Cropscaan-methoden, maar het verschil was statistisch niet betrouwbaar.



Figuur 2. Het verloop van de opbrengst, op basis van vers- en drooggewicht, en het drogestofgehalte van winterprei bij de verschillende stikstofbestedingsmethoden te Roggel (2006-2007).

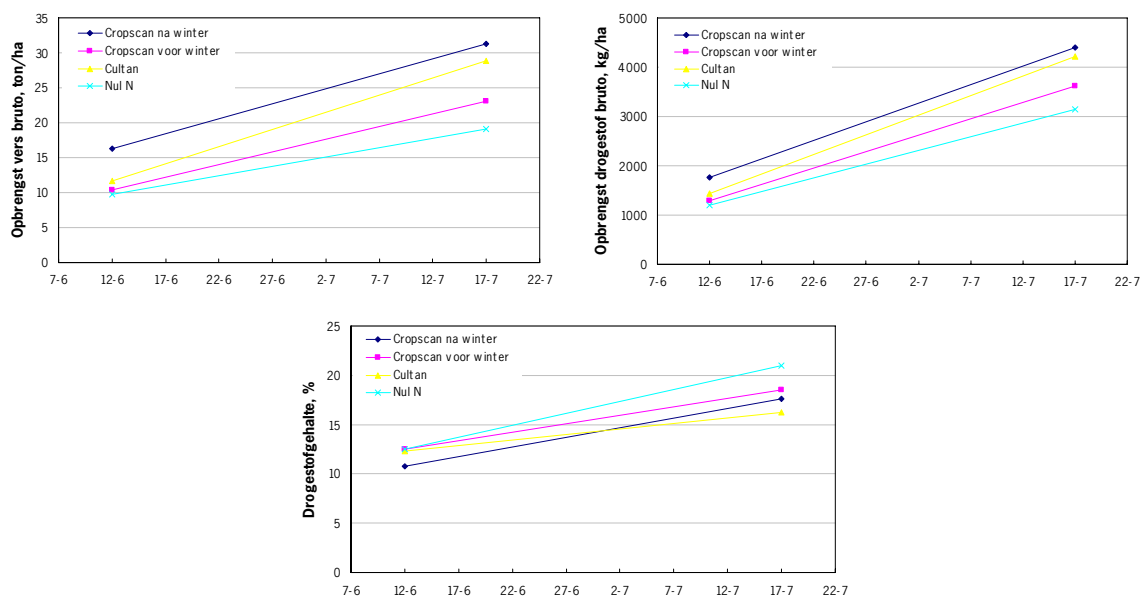
Italiaans raaigras

Het verloop van de opbrengst aan Italiaans raaigras, op basis van vers- en drogestof, is weergegeven in Figuur 3. Zowel op basis van verse- als op basis van drogestofopbrengst was de opbrengst aan Italiaans raaigras steeds het hoogst bij het object Cropscan met bemesting voor en na de winter, gevolgd door Cultan en daarna Cropscan met bemesting alleen voor de winter en bij nul-N het laagst. De verschillen zijn echter statistisch niet significant.

Bij de oogst van de eerste snede op 12 juni 2007 is het effect van het Cultan-depot nog duidelijk zichtbaar als donker groene banen in het gras (Foto 4).



Foto 4. Het effect van het Cultan-depot is nog zichtbaar als donker groene banen in het volggewas (Italiaans raaigras) op 12 juni 2007.



Figuur 3. Het verloop van de opbrengst, op basis van vers- en drooggewicht, en het drogestofgehalte van Italiaans raaigras bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2007).

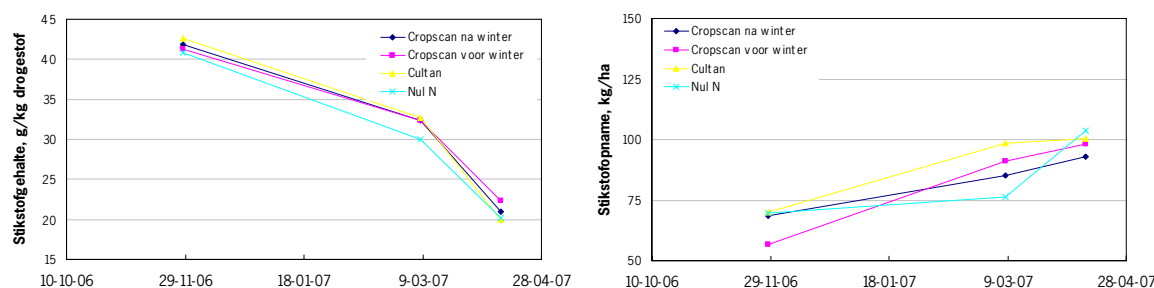
3.4 Stikstofgehalten en stikstofopname van het gewas

Voor een beter begrip van het effect van de verschillende stikstofbemestingsmethoden, met name om na te kunnen gaan wat het effect is van de aangeboden stikstof op de opbrengst, zijn gedurende de teelt bovendien de gehalten aan stikstof en de stikstofopname van de winterprei en het Italiaans raaigras bepaald. De resultaten van de statistische verwerking hiervan staan vermeld in Bijlage V.

Winterprei

Het verloop van het stikstofgehalte en de stikstofopname van de prei is weergegeven in Figuur 4. Het stikstofgehalte in het gewas neemt gedurende de teelt af tot 2%, hetgeen erg laag is. Bij de eind oogst was de opname aan stikstof toegenomen tot 100 kg N per ha. Er waren geen significante verschillen tussen de behandelingen.

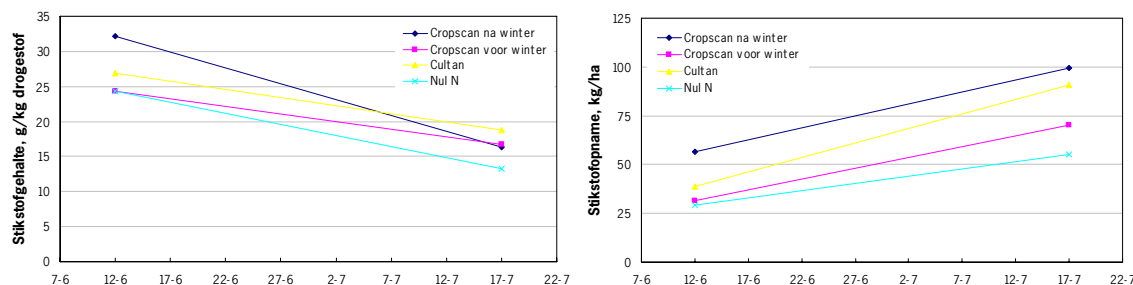
Frappant hierbij is de sterke toename van de N-inhoud van het gewas bij het nul-N-object na de winter ten opzichte van de andere behandelingen (Figuur 4). Waarschijnlijk omdat er ook zonder N-bemesting geen tekort was c.q. de bodem van zichzelf voldoende stikstof leverde.



Figuur 4. Het verloop van het stikstofgehalte en de stikstofopname van winterprei bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2006-2007).

Italiaans raaigras

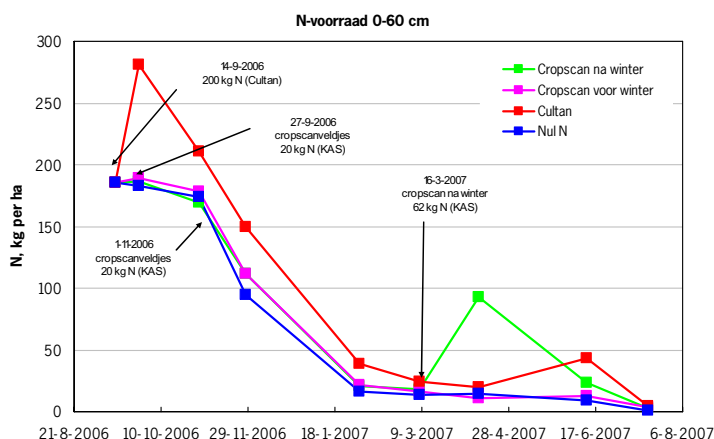
Het stikstofgehalte en de stikstofopname van het Italiaans raaigras gedurende de teelt is weergegeven in Figuur 5. Het stikstofgehalte in Italiaans raaigras neemt evenals bij de winterprei in de tijd af. Bij de stikstofopname is eenzelfde tendens als bij de opbrengsten is waar te nemen. De opname is het hoogst bij het object Cropscaan met bemesting voor en na de winter, gevolgd door Cultan en daarna Cropscaan met bemesting alleen voor de winter en het laagst bij nul-N. De verschillen zijn echter statistisch niet significant.



Figuur 5. Het verloop van het stikstofgehalte en de stikstofopname van Italiaans raaigras bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2007).

3.5 Minerale stikstof in de bodem

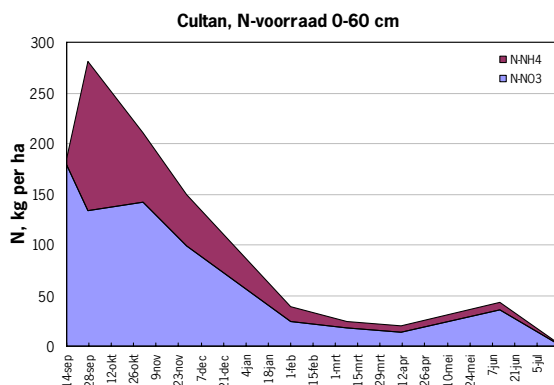
Om een indicatie te krijgen van het verloop van de minerale-stikstofvoorraad in de bodem werden regelmatig gedurende de teelt bodemmonsters genomen van het bewortelbare deel van het bodemprofiel; deze monsters werden geanalyseerd op N-mineraal. Het verloop van de voor het gewas beschikbare hoeveelheid minerale stikstof is weergegeven in Figuur 6. In deze figuur zijn voor de vier verschillende behandelingen de hoeveelheden N-mineraal weergegeven die in de laag 0-60 cm minus maaiveld zijn gevonden. Voor het verloop van de minerale stikstof in de lagen 0-30 en 30-60 cm minus maaiveld afzonderlijk zie Bijlage VI. Figuur VI.1 en VI.2.



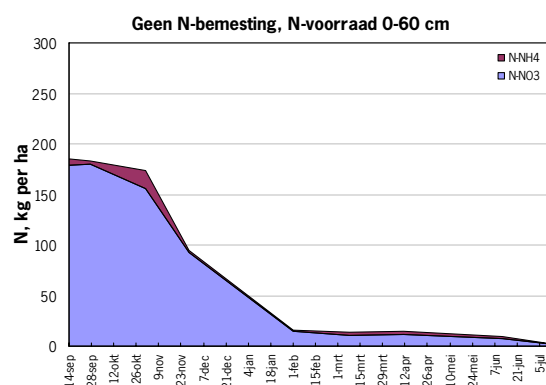
Figuur 6. Het verloop van de minerale stikstof in de laag 0-60 cm minus maaiveld bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2006-2007).

Vlak voor de bemesting met Cultan, die is uitgevoerd op 14 september 2006, zat in de bodemlaag 0-60 cm totaal 186 kg minerale stikstof per ha (Figuur 6). Bij de bemonstering veertien dagen later op 27 september 2006 is er bij de Cultan-behandeling een verhoging van hoeveelheid minerale stikstof in deze laag te zien van 100 kg N per ha. De totale hoeveelheid toegediende stikstof (200 kg per ha) vinden we op dat moment echter niet volledig terug. Vanaf dat tijdstip neemt de hoeveelheid stikstof in de bodem bij alle behandelingen, door de overmatige neerslag gedurende de herfst en winter, snel af. Op 8 maart 2007 is bij de Cultan-behandeling nog 25 kg en bij de andere behandelingen 10 kg minerale stikstof per ha in de bodemlaag 0-60 cm aanwezig. De stikstofbemesting van 16 maart 2007 gaf voor de Cropsan-behandeling bij de bemonstering op 11 april een verhoging van hoeveelheid minerale stikstof in deze laag te zien. Op dat moment zat 63 kg N per ha in de bodemlaag 0-60 cm. Tijdens de teelt van het Italiaans raaigras als volggewas was er bij de Cultan-behandeling een nalevering van minerale stikstof. Bij de bemonstering op 2 juni 2007 was er een verhoging van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem van 32 kg N per ha ten opzichte van de hoeveelheid stikstof in de bodem van de nul-N-behandeling.

Het verloop van de minerale stikstof in de bodemlaag 0-60 cm, uitgesplitst in nitraat- en ammoniumstikstof, is voor de Cultan- en nul-N-behandeling weergegeven in respectievelijk Figuur 7 en 8. Voor het verloop van de nitraat- en ammonium-N in de lagen 0-30 en 30-60 cm minus maaiveld afzonderlijk zie Bijlage VII. Figuur VII.1-4. Na de toediening van de Cultan wordt in de herfst een lagere hoeveelheid aan nitraatstikstof bij de Cultan-methode gevonden dan bij de nul-N-behandeling. Hieruit kan worden geconcludeerd dat zolang er sprake is van nitrificatieremming, dit ook geldt voor de stikstof die mineraliseert. Deze komt eerst als ammoniumstikstof vrij en wordt vervolgens omgezet in nitraatstikstof. Bij de Cultan-behandeling zal die omzetting worden vertraagd.



Figuur 7. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 0-60 cm minus maaiveld bij de Cultan-behandeling te Roggel (2006-2007).



Figuur 8. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 0-60 cm minus maaiveld bij de nul-N-behandeling te Roggel (2006-2007).

De bodem van de Cultan-methode werd regelmatig gedetailleerd bemonsterd op minerale stikstof (zie Bijlage III. Bemonsteringsschema N-mineraalmonsters Cultan-veldjes). De resultaten van deze bemonsteringen staan vermeld in Tabel 3. Op 27 september 2006, twee weken na de Cultan-toediening is in compartiment 4, het compartiment waarin zich het stikstofdepot bevindt, een sterke verhoging van het ammoniumgehalte. Op dat tijdstip is er in dit compartiment nog geen verhoging van het nitraatgehalte te zien. In compartiment 8, het compartiment dat zich 30 cm direct onder compartiment 4 met het stikstofdepot bevindt, is de ammoniumconcentratie ook verhoogd, maar in mindere mate dan bij compartiment 4. Zeven weken na de Cultan-toediening op 1 november 2006 is er ook een verhoging van het nitraatgehalte in compartiment 4, in compartiment 8 is nog geen verhoging van het nitraatgehalte. Op dit tijdstip zijn de ammoniumgehalten in beide compartimenten al aanzienlijk lager dan bij de voorgaande bemonstering op 27 september 2006. Elf weken na de Cultan-toediening op 28 november 2006 is het ammonium- en het nitraatgehalte in beide compartimenten hoger dan die van de naast gelegen compartimenten. Dit is in de winter op 1 februari 2007 nog steeds het geval, maar in mindere mate. In het voorjaar op 8 maart en 11 april 2007 is in het bovenste compartiment de ammonium volledig omgezet en is er ook geen verhoogd nitraatgehalte meer. Alleen de nitraat- en ammoniumgehalten zijn in het daaronder gelegen compartiment nog iets hoger ten opzichte van die van daar naastgelegen compartimenten.

Tabel 3. Detailbemonstering van nitraat- en ammoniumstikstof in de bodem bij de Cultan-methode te Roggel (2006-2007).

Datum	Laag, cm		30-60					
	0-30							
	Compartiment							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>N-NO₃, (kg/ha)</i>							
27-9-2006	37	61	59	51	51	101	111	63
1-11-2006	24	28	44	152	61	80	93	89
28-11-2006	6	11	12	84	28	38	65	154
1-2-2007	5	10	11	14	4	6	6	40
8-3-2007	5	8	9	5	3	5	6	32
11-4-2007	4	6	5	5	3	4	4	23
	<i>N-NH₄, (kg/ha)</i>							
27-9-2006	1	4	3	501	1	1	1	79
1-11-2006	1	4	2	237	0	1	1	27
28-11-2006	1	1	3	142	0	2	2	49
1-2-2007	0	1	1	7	0	1	1	49
8-3-2007	0	2	1	0	0	0	1	19
11-4-2007	1	2	2	1	0	1	1	21

3.6 Stikstofbenutting

In Tabel 4 worden de hoeveelheden stikstof gegeven die bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden totaal zijn toegediend en die bij de oogst van de gewassen zijn afgevoerd. In deze tabel worden ook de daaruit berekende schijnbare terugwinningsfracties (= Apparent N recovery rate) van de verschillende bemestingsmethoden gepresenteerd. De Apparent N recovery rate (ANR) is de mééropname (ten opzichte van de nul-N-behandeling) gedeeld door de gift, uitgedrukt in procenten.

Tabel 4. De apparent N recovery rate (ANR) van de verschillende stikstofbemestingsmethoden.

Stikstofbemestings- methode	N toevoer, kg/ha meststof	N afvoer, kg/ha			N-balans*, kg per ha	Apparent N recovery rate, %		
		prei	gras	totaal		prei	gras	prei + gras
Cropscan na winter	102	93	100	193	-91	< 0	43	33
Cropscan voor winter	40	98	71	169	-129	< 0	38	24
Cultan	200	101	91	191	9	< 0	18	16
Nul N	0	104	55	159	-159			

* De N-depositie is hier buitenbeschouwing gelaten.

Alle behandelingen hebben een sterk negatief N-overschot (Tabel 4), hetgeen vooral wordt veroorzaakt door de hoge N-opname uit de bodem bij nul-N-behandeling. Alleen bij de Cultan-behandeling is de aanvoer ongeveer gelijk aan de onttrekking.

De hoogste ANR werd bereikt met de Cropscan-methode, waarbij voor en na de winter met stikstof werd bemest, gevolgd door de Cropscan-behandeling waar alleen voor de winter stikstof is toegediend en vervolgens de Cultan-methode. De Cultan-methode had een ANR van 16%, wat betekent dat bij deze behandeling 84% van de 200 kg stikstof die werd toegediend in de bodem achterblijft en/of verloren gaat.

4. Conclusies en aanbevelingen

1. Op basis van gemaakte profielkuilen kan worden geconstateerd dat op 27 september 2006, acht weken na het planten, de eerste wortels het stikstofdepot van de Cultan-behandeling al bereikten. De afstand tussen het stikstofdepot, dat zich op een diepte van 18 cm in de bodem bevindt, en de plantrij is 37.5 cm.
2. De N-mineraal voorraad in de bodem (0-60 cm) werd met tussenpozen van 1 à 2 maanden bepaald. De stikstofbeschikbaarheid, als N-mineraal, na de winter uit Cultan op 14 september 2006 toegediend, is laag in verhouding tot de gewasvraag bij hergroei volgens de richtlijn in de adviesbasis: ophogen naar 130 N-mineraal per begin maart. Op 28 november 2006 werd in de Cultan-behandeling nog 55 kg N per ha uit deze vloeibare stikstofmeststof teruggevonden. Per 1 februari 2007 was dit nog 22 kg per ha, wat daalde naar 11 (8 maart 2007) en 5 (11 april 2007) kg N per ha (dit is steeds de verhoging ten opzichte van de nul-N behandeling). Toch had dit schijnbaar lage N-aanbod geen nadelig effect op de stikstofopname en de opbrengst van de winterprei. De opbrengst was in alle behandelingen gelijk: 33 à 34 ton per ha (ook de nul-N-behandeling, waar de N-opname na de winter nog 104 kg bedroeg ondanks de lage N-mineraal voorraad in de bouwvoor).
3. Bij het Italiaans raaigras, werd in de Cultan-behandeling op 12 juni en 17 juli 2007 respectievelijk 34 en 4 kg stikstof per ha uit de Cultan in de bodem teruggevonden. Ook bij dit vanggewas was er tussen de verschillende stikstofbemestingsmethoden geen effect op de stikstofopname en de opbrengst.
4. De eerste twee maanden na de injectie van de Cultan neemt de stikstofconcentratie in het depot vrij snel af, tot een derde van de beginconcentratie. De vloeibare Cultan-meststof zakt door de extreme regenval gedurende de maanden januari en februari verder uit en verspreidt zich door de grond, waardoor het depot wordt verdund.
5. Op 27 september 2006, veertien dagen na de Cultan-bemesting, werd niet alle stikstof als ammonium en nitraat in de bodem terug gevonden. De helft - 98 kg stikstof per ha - werd op dat tijdstip teruggevonden. Circa de helft van de stikstof uit Cultan is in ureumvorm. Ureum $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ wordt door het enzym urease in de bodem omgezet in ammonium. De hydrolysesnelheid van ureum is afhankelijk van de bodemtemperatuur. Het is bekend dat de geconcentreerde toediening bij Cultan die omzetting waarschijnlijk niet vertraagt, in tegenstelling tot de omzetting van ammonium in nitraat. In een Cultan-onderzoek van PPO, uitgevoerd op de proeftuin Meterikse Veld (bij Horst) in 1999-2000 werd 7-10 dagen na toediening niet of nauwelijks ureum terug gevonden (van Geel, 2000). Het valt niet uit te sluiten dat er een (tijdelijke) stikstofvastlegging optreedt, ammoniumstikstof wordt gemakkelijker door het bodemleven vastgelegd dan nitraatstikstof.
6. Na de toediening van de Cultan in de herfst werd een lagere hoeveelheid aan nitraatstikstof bij de Cultan-methode gevonden dan bij de nul-N-behandeling. Mogelijk wijst dit op remming van de nitrificatie van stikstof die uit de bodem door mineralisatie vrijkomt. Deze komt eerst als ammoniumstikstof vrij en wordt vervolgens omgezet in nitraatstikstof. Bij de Cultan-behandeling werd die omzetting mogelijk vertraagd.
7. Bij de Cultan-behandeling was de schijnbare terugwinningsfractie (Apparent N recovery, ANR) voor winterprei + gras 16%. Deze waarde is lager dan de ANR in Cultan-proeven uitgevoerd door PPO in een late herfstteelt (eind juni geplant en eind november geoogst). In deze proeven was de Apparent N recovery rate gemiddeld 30%, maar varieerde per proef en moment van toediening (Van Geel, pers. meded., 2006). In de regel wordt er in de praktijk zo'n 200-250 kg stikstof per ha toegediend, terwijl het gewas vóór de winter circa 100-150 kg stikstof per ha opneemt. De rest zal waarschijnlijk in organische stof worden vastgelegd en in de winter uitspoelen naar het grondwater.

8. Op basis van één jaar onderzoek kunnen nog geen eindconclusies worden getrokken. Het is aan te bevelen om het veldexperiment met prei gevolgd door een vanggewas voort te zetten om meer inzicht te verkrijgen of de resultaten worden beïnvloed door jaareffecten. Nieuwe vragen die bij de proefopzet dienen te worden onderzocht zijn: Is de Cultan-methode te optimaliseren door de N-gift beter af te stemmen op de behoefte en wat voor bemestingsstrategie dient daaromheen te worden gebouwd? Waar blijft de met de Cultan toegediende stikstof? Welk gedeelte van de toegediende hoeveelheid stikstof wordt vastgelegd in organische stof, hoeveel nitraat spoelt uit naar het grondwater en is er ammoniakvervluchtiging? De proeven kunnen het beste worden uitgevoerd op een (mineraalarme) uitspoelinggevoelige zandgrond, omdat hier de grootste voordelen van de Cultan-methode ten opzichte van breedwerpig bemesten met kalkammonsalpeter zijn te verwachten.

Literatuur

Geel, W.C.A. van, 1999.

N-verdeling in de grond na toediening van Cultan. 2 pp.

Geel, W.C.A. van, 2000.

Cultan-depot slechts beperkte periode stabiel. 2 pp.

Meurs, E.J.J. & R. Booij, 2002.

Stikstofbijbemesting op basis van Cropscan: milieukundige en landbouwkundige potentie. In opdracht van Milieucoöperatie Peel en Maas en in samenwerking met BoerenBond Helden Agro B.V. Nota 171. Plant Research International B.V., Wageningen, 24 pp.

Meurs, E.J.J. & R. Booij, 2003.

Stikstofbijbemesting in prei op basis van Cropscan: milieukundige en landbouwkundige potentie, fase II. In opdracht van Milieucoöperatie Peel en Maas en in samenwerking met BoerenBond Helden Agro B.V. Nota 240. Plant Research International B.V., Wageningen, 24 pp.

Payne, R.W., P.W. Lane, P.G.N. Digby, S.A. Harding, P.K. Leech, G.W. Morgan, A.D. Todd, R. Thompson, G. Tunnicliffe Wilson, S.J. Welham & R.P. White, 1993.

Genstat 5. Release 3. Reference Manual. Clarendon Press, Oxford, 796 pp.

Valkenburg, G.W., 1996.

Gewas-, stikstof, koolstof en waterstof – vario-el. DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek, Wageningen, 4 pp.

Bijlage I.

Proefveldschema

Cultan-proef
Projectnr. 3310331602

Versie: 10 april 2007

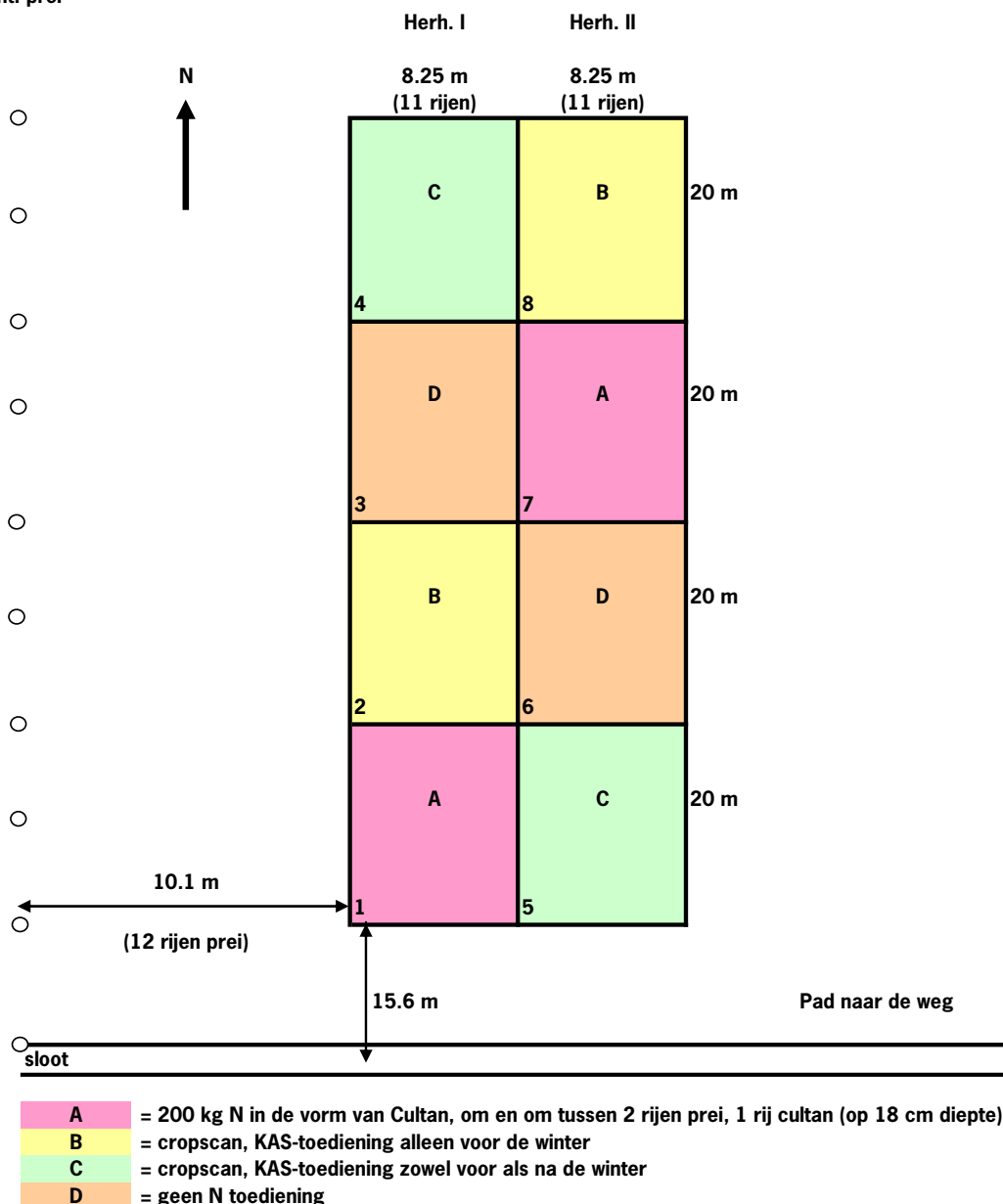
Proefveld Ben Geraets Sterrebosweg 16, 6086 RD Neer,
perceel gelegen op Bevelantstraat in Roggel, tel. 0475-491419 06-21917097

Gewas: prei
Ras: Maine
Plantdatum: 4-8-2006

Opp. bruto veldje: $20 * 8.25 = 165 \text{ m}^2$
Opp. netto veldje: $17 * 5.25 = 89.25 \text{ m}^2$

Volggewas: Italiaans raaigras
Zaaidatum: 25-4-2007

Voorvrucht: prei



Bijlage II.

Bemonstering gewas en bodem

Proefveld Ben Geraets, Sterrebosweg 16, 6086 RD Neer, perceel gelegen aan de Bevelantstraat in Roggel

Gewas: winterprei
Plantdatum: 4-8-2006

Vanggewas: Italiaans raaigras
Zaaidatum: 25-4-2007

Bemonsteringsschema

Tijdstip	Week- nr.	Datum	Aantal veldjes	Aantal bodemlagen	Aantal monsters
Bemonstering gewas (N-totaal)					
Start prei (eind november)	48	28 nov	8 veldjes		8
Voor hergroei prei (begin maart)	10	8 mrt	8 veldjes		8
Eindoogst prei (begin april)	15	11 apr	8 veldjes		8
Italiaans raaigras (eerste oogst)	24	12 juni	8 veldjes		8
Italiaans raaigras (eindoogst)	29	17 juli	8 veldjes		8
Totaal aantal genomen gewasmonsters					40
Bemonstering grond N-mineraal (NH₄/NO₃)					
Cropscan-meting (begin september)	37	14 sep			
Cropscan-meting (eind september)	39	27 sep	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
Cropscan-meting (eind oktober)	43	26 okt			
(begin november)	44	1 nov	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
Cropscan-meting (eind november)	48	28 nov	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
(begin februari)	5	1 feb	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
Voor hergroei (begin maart) + Cropscan	10	8 mrt	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
Eindoogst prei (begin april)	15	11 apr	2 veldjes * 4 plekken * 2 lagen (0-30, 30-60) + 6 veldjes * 2 lagen =		28
Italiaansraaigras (eerste oogst)	24	12 juni	8 veldjes * 2 lagen (0-30, 30-60) =		16
Italiaans raaigras (eindoogst)	29	17 juli	8 veldjes * 2 lagen (0-30, 30-60) =		16
Totaal aantal genomen grondmonsters					200

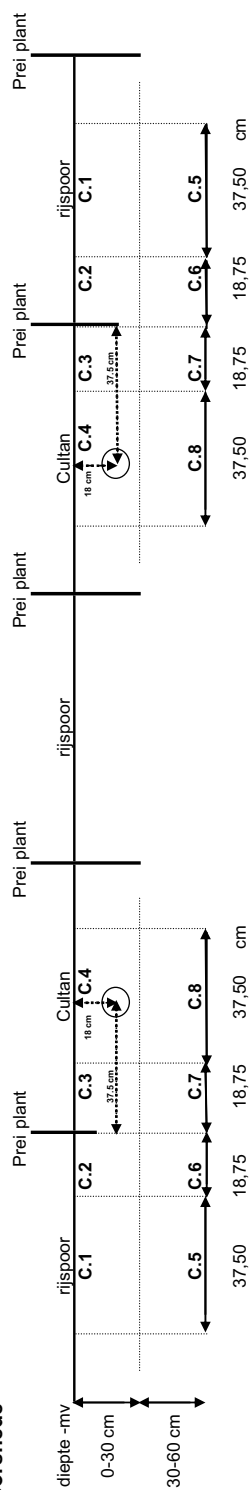
De grondmonsters zijn in een koelbox naar Plant Research International in Wageningen vervoerd.

Bijlage III.

Bemonsteringsschema N-mineraalmonsters Cultan-veldjes

Bemonstering en codering N-mineraalmonsters Cultan-veldjes

Dwarsdoorsnede



Bij de Cultan-veldjes dient per compartiment (8 compartimenten: C.1 t/m C.8) een mengmonster te worden genomen, bestaande uit minimaal 40 stekken. Zie voor de compartimenten en de codering hiervan bovenstaande figuur.
De monsters dienen naast elkaar dwars op de rij prei te worden gestoken (bv. op 4 plekken 10 stekken).
De monsters dienen in een koelbox te worden vervoerd.
Daarna de monsters goed mengen.

Bijlage IV.

Logboek Cultan-proef 2006-2007

2004

In het voorjaar 100 kubieke meter champost per ha toegediend, daarna suikerbieten gezaaid.

2005

In maart 2005 22 kubieke meter varkensdrijfmest toegediend, daarna aardappelen gepoot, die op 10 augustus zijn geroid.

Direct na de oogst 20 kubieke meter varkensdrijfmest toegediend.

2006

Prei geplant, bijbemest en in augustus geoogst. Daarna weer prei geplant, hierin ligt de proef.

2006

4 augustus 2006

Winterprei, ras Maine, geplant.

14 september 2006

Proefveld uitgezet. Cropscan-metingen uitgevoerd. Bodemonsters genomen van herhalingen I en II, diepten 0-30 en 30-60 cm minus maaiveld voor N-mineraal en organische stof. Cultan (25% N per l) toegediend volgens proefplan op 18 cm diepte, d.w.z. 107 kg ammoniumsulfaat en 98 kg ureum.

27 september 2006

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Totaal acht monsters per veldje. KAS gestrooid over de vier Cropscan-veldjes, 20 kg N per ha. Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. Er was al beworteling te zien in de buurt van het Cultan-depot.

26 oktober 2006

Alle veldjes gecropscand.

1 november 2006

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Totaal 8 monsters per veldje. KAS gestrooid over de vier Cropscan-veldjes, 20 kg N per ha. Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. Er was meer beworteling te zien in de buurt van het Cultan-depot dan op 27 september 2006.

28 november 2006

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. De beworteling in de buurt van het Cultan-depot was ongeveer het zelfde als op 1 november 2006. Er waren iets meer wortels direct onder de preiplant. Alle veldjes gecropscand. Van alle veldjes 2 x een meter preirij geoogst, totaal per veldje 2 m. Geogste opp. is $0.75 * 2.00 = 1.50 \text{ m}^2$.

2007

1 februari 2007

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. De beworteling in de buurt van het Cultan-depot was ongeveer het zelfde als op 28 november 2006. Er waren iets meer wortels direct onder de preiplant. Er was te weinig licht om de veldjes te cropscannen.

8 maart 2007

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. De beworteling in de buurt van het Cultan-depot was ongeveer het zelfde als op 1 februari 2007. Er waren iets meer wortels direct onder de preiplant. Van sommige planten was het blad iets paars gekleurd. Alle veldjes gecropscand. Van alle veldjes 2 x een meter preirij geoogst, totaal per veldje 2 m. Geoogste opp. is $0.75 * 2.00 = 1.50 \text{ m}^2$.

16 maart 2007

KAS gestrooid over de twee Cropscaan-veldjes (veldjes 4 en 5), 62 kg N per ha.

11 april 2007

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje. De twee Cultan-veldjes op vier afstanden van de rij op twee diepten bemonsterd (volgens schema). Profielkuil dwars op preirij gegraven en beworteling fotografisch vastgelegd. De beworteling in de buurt van het Cultan-depot was ongeveer het zelfde als op 8 maart 2007. Van sommige planten was het blad nog steeds iets paars gekleurd en er waren schieters. Alle veldjes gecropscand. Van alle veldjes 6 x een meter preirij geoogst, totaal per veldje 6 m. Geoogste opp. is $0.75 * 6.00 = 4.50 \text{ m}^2$. Het aantal planten is per meter geteld. Op de veldjes 4 en 5 waren de kunstmest korrels van de bemesting van 16 maart nog deels zichtbaar op de grond. De prei wordt door de teler 12 april geoogst, komt direct in grote ijzeren kratten en wordt in de koeling geplaatst. Eind mei is de bedoeling dat de prei wordt verwerkt en verkocht. Voor marktbaar product worden de bladeren verwijderd die bij de schacht nog iets geel zijn, totdat er een witte schacht te zien is. Het bovenste gedeelte van het blad wordt verwijderd zodat de totale lengte 60 cm (= kratlengte) wordt. Daarna wordt er Italiaans raaigras gezaaid. Er zal geen bemesting plaatsvinden.

De verwerking van de prei is als volgt uitgevoerd:

Alle planten schoonmaken (zand eraf kloppen of afspoelen maar geen bladeren eraf halen), per meter bij elkaar in een zak doen, en totaal gewicht van de zak met planten bepalen. Dit levert zes getallen voor bruto vers gewicht per veldje. Uit elk van die zes zakken per veldje (na weging) twee planten eruit halen en samenvoegen tot één zak van twaalf planten per veldje. De prei dient goed schoongespoeld en uitgeschud (water eruit) te worden; de planten intact laten met alle blad eraan, daarna in z'n geheel verhakselen. Dit levert acht monsters op voor drogestof en N-totaal.

De resterende planten per zak eerst nogmaals wegen, daarna schonen tot marktbaar product, en dan netto geschoond gewicht per zak bepalen. Dit levert totaal zes bruto en zes netto opbrengst cijfers per veldje.

25 april 2007

Na de oogst van de prei is er geen neerslag gevallen. Op 25 april 2007 Italiaans raaigras gezaaid. Ondergrond was nog iets vochtig.

27 april 2007

Kunstmatige beregening toegepast, 20-25 mm toegediend.

12 juni 2007

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje.

Van alle veldjes 3 x een grasstrook van 1.50 meter breed en een lengte van 18.25-18.50 meter geoogst (1^e snede).

17 juli 2007

De bodem van alle veldjes op N-mineraal bemonsterd, lagen 0-30 en 30-60 minus maaiveld, totaal twee monsters per veldje.

Van alle veldjes 3 x een grasstrook van 1.50 meter breed en een lengte van 18.30-18.70 meter geoogst (2^e snede = eindooft).

Bijlage V.

Gewasopbrengsten en -analyses en de statistische betrouwbaarheid van het in de variantie-analyse getoetste effect

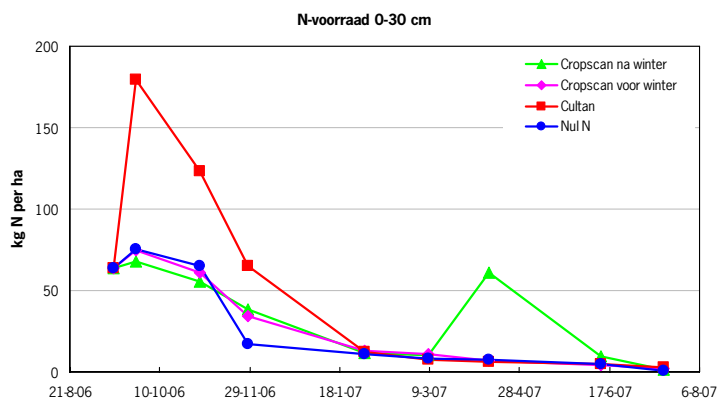
Oogstdatum	Stikstofbestedingsmethode	Opbrengst bruto vers, ton per ha	Drogestof, %	Opbrengst droog totaal, kg per ha	N-totaal, g per kg	N-opname totaal, kg per ha
Winterprei						
28-nov-06	Cropscan na winter	15,4	10,6	1633	41,8	68,4
	Cropscan voor winter	12,4	11,1	1373	41,3	56,8
	Cultan	15,9	10,3	1639	42,7	70,0
	Nul N	16,2	10,5	1707	40,8	69,6
	stat. verw. behandeling	n.s. ¹	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
8-mrt-07	Cropscan na winter	23,4	11,3	2629	32,4	85,2
	Cropscan voor winter	23,9	11,8	2815	32,4	91,0
	Cultan	24,4	12,4	3016	32,8	98,7
	Nul N	20,9	12,2	2539	30,1	76,2
	stat. verw. behandeling	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
11-apr-07	Cropscan na winter	33,8	13,1	4425	21,0	93,0
	Cropscan voor winter	33,3	13,3	4408	22,3	98,1
	Cultan	34,6	14,6	5038	19,9	100,5
	Nul N	34,4	14,9	5131	20,2	103,6
	stat. verw. behandeling	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Italiaans raaigras						
12-jun-07	Cropscan na winter	16,3	10,8	1760	32,1	56,4
	Cropscan voor winter	10,4	12,5	1287	24,3	31,3
	Cultan	11,7	12,3	1432	26,9	38,6
	Nul N	9,7	12,5	1207	24,3	29,2
	stat. verw. behandeling LSD ²	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	(+) 22,9
17-jul-07	Cropscan na winter	15,0	17,6	2635	16,4	43,1
	Cropscan voor winter	12,7	18,6	2338	16,7	39,1
	Cultan	17,1	16,3	2794	18,8	52,1
	Nul N	9,4	21,0	1946	13,2	26,2
	stat. verw. behandeling	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
1e en 2e snede	Cropscan na winter	31,3		4395		99,6
	Cropscan voor winter	23,1		3625		70,5
	Cultan	28,8		4226		90,8
	Nul N	19,1		3153		55,4
	stat. verw. behandeling	n.s.		n.s.		n.s.

¹ n.s. = niet significant, (+) = $P < 0,10$.

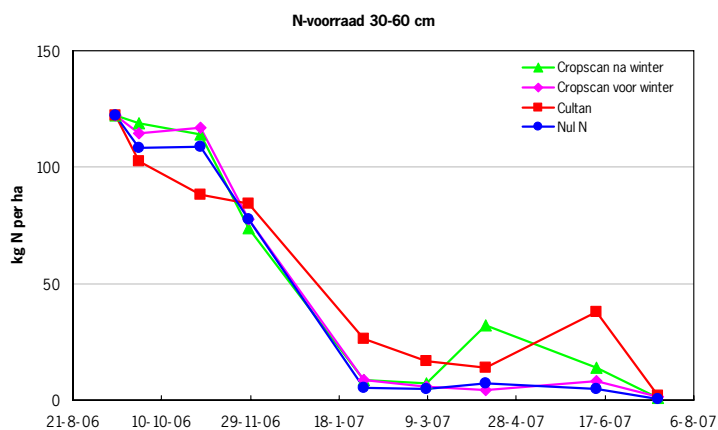
² LSD-waarde voor de vergelijking tussen de vier methoden van stikstofbesteding.

Bijlage VI.

Minerale stikstof in de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm



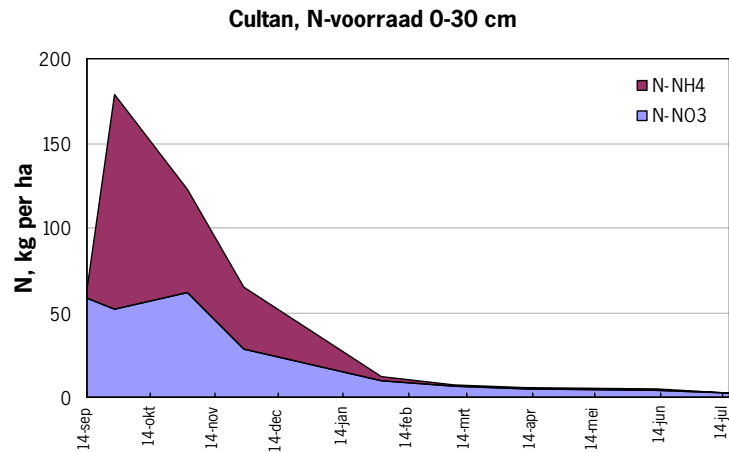
Figuur VI.1. Het verloop van de minerale stikstof in de laag 0-30 minus maaiveld bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2006-2007).



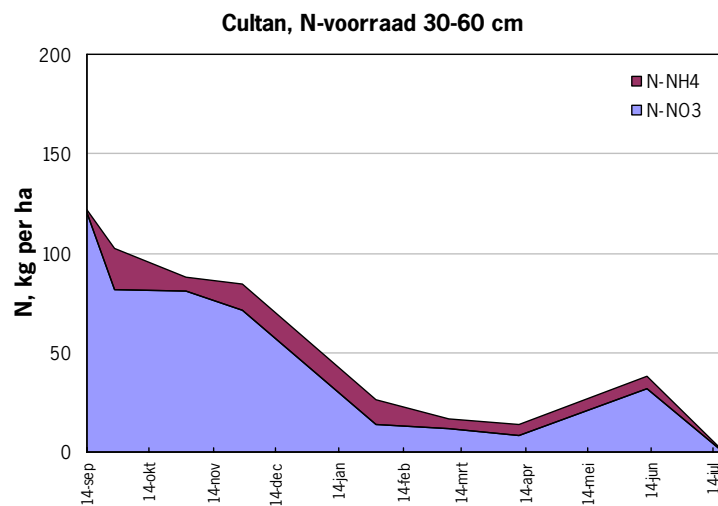
Figuur VI.2. Het verloop van de minerale stikstof in de laag 30-60 cm minus maaiveld bij de verschillende stikstofbemestingsmethoden te Roggel (2006-2007).

Bijlage VII.

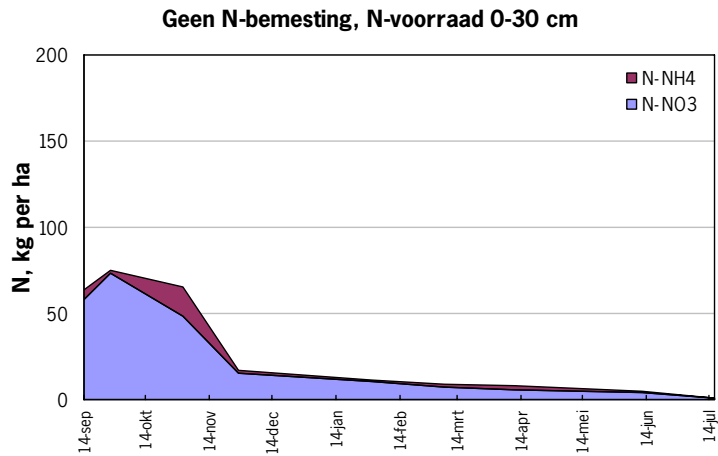
Nitraat- en ammoniumstikstof in de bodemlagen 0-30 en 30-60 cm bij de Cultan- en nul-N-behandeling



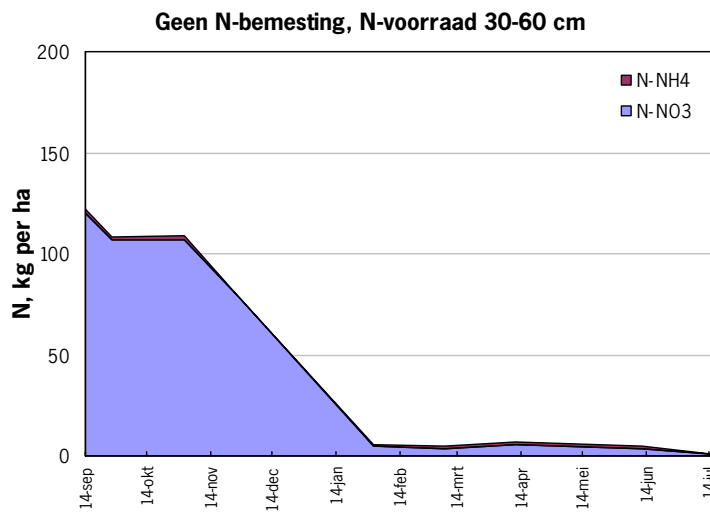
Figuur VII.1. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 0-30 cm minus maaiveld bij de Cultan-behandeling te Roggel (2006-2007).



Figuur VII.2. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 30-60 cm minus maaiveld bij de Cultan-behandeling te Roggel (2006-2007).



Figuur VII.3. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 0-30 cm minus maaiveld bij de nul-N-behandeling te Roggel (2006-2007).



Figuur VII.4. Het verloop van de nitraat- en ammoniumstikstof in de laag 30-60 cm minus maaiveld bij de nul-N-behandeling te Roggel (2006-2007).