



Gevoeligheid van TIPSTAR voor de waarden van situatie-specifieke invoergegevens

Vertrouwelijk

Don M. Jansen, Jacques Davies & Johan Steenhuizen





Gevoeligheid van TIPSTAR voor de waarden van situatie-specifieke invoergegevens

Vertrouwelijk

Don M. Jansen, Jacques Davies & Johan Steenhuizen

Plant Research International B.V., Wageningen
juli 2003

Nota 258

© 2003 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 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : postkamer.pri@wur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Effect van bandbreedte situatie-beschrijvende variabelen	3
2.1 Doorgerekende situaties	3
2.2 Beschrijving situatie-beschrijvende variabelen	3
2.3 Schatting onzekerheidsmarge simulatieresultaten	10
2.4 Belang van individuele variabelen	10
2.5 Vergelijking simulaties en metingen van TIPSTAR evaluatie	18
3. Evaluatie met onafhankelijke gegevens	20
3.1 Doorgerekende proeven en praktijksituaties	20
3.2 Resultaten	21
4. Discussie en conclusies	27
Referenties	29
Bijlage I. Resultaten droge stof in de knol	2 pp.

1. Inleiding

Bij de evaluatie van TIPSTAR (Jansen *et al.*, 2003), bleek het model in een aantal gevallen lagere opbrengsten te berekenen dan gemeten was in de situaties die nagesimuleerd werden. Dit riep vraagtekens op betreffende de kwaliteit van TIPSTAR, aangezien in theorie het model altijd hogere opbrengsten zou moeten berekenen dan in de werkelijkheid gevonden worden omdat in het model opbrengst-reducerende factoren, zoals aaltjes en andere ziekten en plagen, niet meegenomen zijn.

Als mogelijke redenen die aangevoerd werden voor deze ‘onderspelling’ van TIPSTAR werden de volgende mogelijkheden genoemd:

1. meetfouten,
2. calibratie van TIPSTAR op een beperkt aantal proeven,
3. variabiliteit in het veld.

Bij het nasimuleren voor de evaluatie werd voor elke proef en praktijksituaties één specifieke set van schattingen gebruikt voor variabelen waarmee de specificiteit van de door te rekenen situatie werd gekwantificeerd. Het is zeer wel mogelijk dat (een deel van) deze schattingen afweken van de werkelijke situatie, omdat:

- a. voor een groot deel van deze variabelen geen harde meetgegevens beschikbaar waren en ‘expert-judgement’ nodig was om te komen tot een schatting; daarnaast zijn sommige metingen niet noodzakelijkerwijs representatief voor de situatie; zo is het bijvoorbeeld twijfelachtig of een meting aan het stikstofgehalte van vloeibare mest voorafgaande aan opslag geldig is voor elke specifieke lading die uitgereden wordt.
- b. kaartgegevens van schaal 1:50.000 gebruikt werden om bodemtypes, grondwatertrap (Gt) en bijbehorende bodemprofielen met chemische en fysische kenmerken te selecteren; deze profielen en Gt’s geven een gemiddelde situatie van deze bodemtypes weer, waar lokaal (sterk) van afgeweken kan worden.
- c. de gekozen grondwatertrap gerelateerd is aan een langjarig gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstand (respectievelijk GHG en GLG) die in het model gebruikt werden voor een schatting van het verloop van de grondwaterstand in het seizoen; door weersinvloeden kan de werkelijk optredende grondwaterstand van jaar tot jaar hiervan afwijken.
- d. er in werkelijkheid mogelijk een behoorlijke variabiliteit rondom de schattingswaarde van de variabelen is; zo zullen niet alle gepote aardappelen allemaal op hetzelfde moment kiemen en opkomen.

In Hoofdstuk 2 van dit rapport worden de resultaten besproken van het doorrekenen van alle mogelijke combinaties van geschatte hoogste en laagste waarden van invoervariabelen voor dezelfde proef- en praktijksituaties die doorgerekend waren voor de evaluatie van TIPSTAR. Als resultaat van deze berekeningen wordt een schatting gegeven van de onzekerheid van de uitkomsten van TIPSTAR als gevolg van de onzekerheid van de situatie-beschrijvende invoergegevens. Daarnaast wordt gekeken of de onderspellingen van TIPSTAR zoals gevonden in de evaluatie binnen de berekende deze onzekerheidsmarge vallen.

Bij de calibratie (Jansen *et al.*, 2002) en evaluatie waren geen gegevens gebruikt van proeven of praktijksituaties waarin bijbemest was of waar organische bemestingen een groot deel uitmaakten van de mestgift. TIPSTAR was onderwijl wel gebruikt in advisering van (bij)bemesting en er was dus vraag naar een nadere evaluatie van TIPSTAR, met name op proeven en praktijksituaties waarin bijbemesting en organische bemesting had plaatsgevonden. De resultaten van deze nadere evaluatie worden beschreven in Hoofdstuk 3.

Zowel de bepaling van het effect van de situatiebeschrijvende variabelen als de capaciteit van TIPSTAR betreffende het simuleren van situaties met bijbemesting zijn punten van belang voor het toetsen van TIPSTAR als instrument in kennisoverdracht. Een dergelijk gebruik is alleen mogelijk indien TIPSTAR gevoelig is voor verschillen in waarden van die variabelen en wanneer simulaties van bemestingstrategieën zowel in absolute zin als in relatieve zin (de 'trend' tussen bemestingstrategieën) tot reële uitkomsten leidt. In Hoofdstuk 4 worden daartoe de uitkomsten van de berekeningen bediscussieerd.

2. Effect van bandbreedte situatie- beschrijvende variabelen

2.1 Doorgerekende situaties

De doorgerekende situaties betreffen proeven uitgevoerd in 2002 door 12 telers, waaronder de bedrijfsvoerders van proefbedrijven Kooijenburg en 't Kompas, in praktijkstroken en in hetzelfde jaar gehouden specifieke TIPSTAR evaluatieproeven op beide proefbedrijven (Tabel 5).

Bij de telers zijn telkens twee situaties doorgerekend:

1. uitgevoerde bemestingen volgens het management van de teler zelf (aangeduid met P achter de telernaam);
2. uitgevoerde bemestingen door de teler, volgend op advisering door TIPSTAR (aangeduid met T achter de telernaam).

Voor teler T_2 was de bemesting in beide gevallen identiek, en wordt dus maar één set resultaten weergegeven.

Bij de TIPSTAR proeven zijn voor beide proefbedrijven elk 4 situaties doorgerekend voor beide rassen Seresta en Karakter (aangeduid met Ser, respectievelijk Kar in de naam van de proeven):

1. streven naar maximale opbrengst aan basisgewicht zonder restricties aan de bodembedekking volgens inzichten van de bedrijfsvoerder (aangeduid met de letters A_P achter de naam van het ras);
2. idem, zoals geadviseerd door TIPSTAR (aangeduid met de letters B_T achter de naam van het ras);
3. idem, maar met restrictie dat bij klappen slechts 50% bodembedekking zou zijn, volgens advisering door TIPSTAR (aangeduid met de letters D_T);
4. maximalisatie van productie van eiwit, zonder restrictie aan de bodembedekking, volgens advisering door TIPSTAR (aangeduid met de letters E_T).

Voor nadere details van proeven en praktijksituaties, zie Jansen *et al.*, 2003.

2.2 Beschrijving situatie-beschrijvende variabelen

Voor 10 verschillende situatie-beschrijvende variabelen is in overleg met Rob van Haren (Avebe) een keuze gemaakt van de redelijk mogelijke bandbreedte ten opzichte van de als gemiddelde schatting beschouwde originele waarde. De variabelen zijn gekozen op basis van de theoretische mogelijkheid dat ze de opbrengst kunnen beïnvloeden via veranderingen in:

1. snelheid van initiële groei van het bladoppervlak door plantdichtheid en dag van opkomst;
2. bereikbaarheid van stikstof reserves in de bodem door initiële en maximale bewortelingsdiepte;
3. hoeveelheid en beschikbaarheid van stikstof uit organische mest door CN-ratio van organische mest (bij hogere CN-ratios minder snel beschikbaar) en totale hoeveelheid toegediende organische N;
4. beschikbaarheid van anorganische N in de bodem door anorganische N in bovenste 60 cm van de bodem in het voorjaar;
5. snelheid van tot beschikking komen van stikstof uit organische stof in de bodem door de fractie stabiele organische stof in bodem en het bodemtype (waarin de hoeveelheid organische stof per bodemlaag vastgelegd is);
6. beschikbaarheid van water door het bodemtype en de GHG-GLG combinatie waarmee naast het waterhoudend vermogen van de bodem ook de mogelijkheid van capillaire opstijging van water vanuit het grondwater vastgelegd wordt.

Van deze variabelen is het bodemtype kwalitatief en zijn de overigen kwantitatief. Voor de kwantitatieve variabelen is een minimum en een maximum waarde gekozen. Voor het bodemtype is een aantal typenummers gekozen die refereren aan een profielbeschrijving in een bodemdatabase waarin fysische en chemische eigenschappen van bodem horizonten beschreven zijn (zie Jansen *et al.*, 2002).

De systematiek achter de gekozen waarden per variabele betreft:

1. plantdichtheid (# ha⁻¹)
 - a. maximum (= origineel): plantdichtheid volgend op de door telers opgegeven afstand tussen en binnen de rijen
 - b. minimum: 80% van maximum
2. dag van 50% opkomst
 - a. maximum: +10 dagen van origineel
 - b. minimum: - 10 dagen van origineel
3. doorwortelbare diepte (m t.o.v. van maaiveld voor het op ruggen zetten)
 - a. maximum: 0.75 m (m.u.v. teler T_6 waarbij foutief 1.88 m aangenomen is in een deel van de berekeningen)
 - b. minimum: 0.25 m
4. bewortelings-diepte bij opkomst (m)
 - a. maximum: 0.25 m
 - b. minimum: 0.05 m
5. CN-ratio toegediende organische stof (kg C kg⁻¹ N)
 - a. maximum: variabel; zie onder voor nadere uitleg.
 - b. minimum: idem
6. toegediende organische N (kg N ha⁻¹)
 - a. maximum: variabel; zie onder voor nadere uitleg.
 - b. minimum: idem
7. anorganische N in bovenste 60 cm van de bodem in het voorjaar (kg N ha⁻¹)
 - a. maximum: 50 kg N ha⁻¹, m.u.v. 't Kompas waarvoor 115 kg N ha⁻¹ werd genomen
 - b. minimum: 15 kg N ha⁻¹, m.u.v. 't Kompas waarvoor 50 kg N ha⁻¹ werd genomen

Metingen uitgevoerd in het kader van het Agrobiokon project lieten voor situaties waar in het voorjaar nog niet bemest was waarden zien tussen 9 en 110 kg N ha⁻¹ (Tabel 1)
8. Fractie stabiele organische stof in bodem (f_{somi})
 - a. maximum: origineel (=0.5) + 0.2 = 0.7
 - b. minimum: origineel (=0.5) – 0.2 = 0.3
9. Bodemtype

Per doorgerekende situatie werden alle bodemtypes die volgens de 1:50000 bodemkaart voorkomen op het betreffende perceel geselecteerd. Dit resulteerde in minmaal één en maximaal 4 bodemtypen
10. GHG-GLG combinatie: per teler zijn alle Gt's die in de buurt van de proefstrook voorkwamen meegenomen. Voor elke Gt is een specifieke gemiddelde waarde voor de GHG en GLG gekozen uit de standaard bandbreedte die bij deze Gt passen; (Tabel 2) voor deze waarden is daarna door-gerekend met een 25% hogere en 25% lagere waarde

De bandbreedte van de CN-ratio en de hoeveelheid N in de toegediende organische stof (mest plus ingeploegde groenbemester) is afhankelijk van het N gehalte en de fractie droge stof van de toegediende organische stof. De gebruikte maxima en minima in de verschillende organische meststoffen en groenbemers staat vermeld in Tabel 3 . Bij de doorrekening werden naast de originele waarden alleen die combinaties van N gehalte en fractie droge stof gebruikt die resulteerden in de maximum en minimum CN-raties en totale toegediende organische N.

Omdat het voor dit onderzoek ging om het onderzoeken van de breedte van de onzekerheidsmarge van de modelsituaties als gevolg van onzekerheden in de situatiebeschrijvende situaties is er voor gekozen om van alleen alle combinaties van de maximum en minimum waarde van elke variabele (met uitzondering van bodemtype) door te rekenen.

Omdat alle mogelijke combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen doorgerekend zijn, zijn er maximaal 2^8 (combinaties van kwantitatieve variabelen) * 4 (maximum aantal GHG-GLG combinaties per bodemtype) * 4 (maximaal aantal bodemtypes) + 1 (originele waarden variabelen) = 3073 runs gemaakt.. Voor elk bodemtype minder dan 4 worden er $2^9 = 512$ minder runs gemaakt. Voor T_10 zijn 3 GHG-GLG combinaties gebruikt per bodemtype, voor Kooijenburg en Kompas 4 en voor de andere telers 2. Op Kooijenburg en Kompas is geen organische mest gebruikt en zijn er dus geen waarden voor de CN-ratio en hoeveelheid toegediende organische N doorgerekend, terwijl er voor telkens drie bodemtypes 4 GHG-GLG combinaties zijn doorgerekend, zodat het totaal komt op $3 * 4 * 2^6 + 1 = 769$.

De doorgerekende bodemtypes en bijbehorende maximum en minimum GHG en GLG verschillen per teler (Tabel 4), terwijl ook de minima en maxima van een groot deel van de andere situatiebeschrijvende variabelen ook per teler verschillen (Tabel 5).

Tabel 1. *Gemeten hoeveelheid minerale stikstof aanwezig in het voorjaar in de bovenste 60 cm van het profiel (metingen gedaan in kader van Agrobiokon onderzoek).*

Jaar	Teler (nr. proef of nr. teler uit regioproeven)	Voorvrucht	Dag N- bemonstering ¹⁾	Stikstof in 0-60 cm kg/ha	Opmerking ¹⁾
1998	KB981118	graszaad	97272	18.0	
1998	KB981119	graszaad	97272	18.0	
1999	KB991139	zomergerst	n.b.	9.0	
1999	KB991140	zomergerst	n.b.	9.0	
2001	KB019045T3	zomergerst	vj 2001	7.0	laag 0-30 cm
2000	KB009036	suikerbieten	00087	32.1	
2000	KB009036	suikerbieten	00087	32.1	
2000	KP009060	suikerbieten	00084	51.2	
2000	KP009060	suikerbieten	00084	51.2	
1998	5002.01	suikerbieten	98085	210.1	98074 N-bemest
1998	5007.01	suikerbieten	98091	268.7	98074 N-bemest
1998	5010.01	bieten	98085	374.7	98074 N-bemest
1998	5011.01	wintertarwe	98086	78.3	97319 N-bemest
1998	5025.01	zomergerst	98085	56.9	98083 N-bemest
1999	6001.02	zomergerst	99091	46.4	
1999	6010.02	suikerbieten	99088	53.6	
1999	6011.02	zomergerst	99092	49.9	
1999	6015.02	zomergerst	99091	20.3	98227 N-bemest
1999	6017.02	suikerbieten	99089	49.8	
2000	7005.03	zomergerst/snijmaïs	00082	58.8	99319+00081 N-bemest
2000	7007.02	suikerbieten	00083	109.7	
2000	7012.02	suikerbieten	00084	85.5	
2000	7013.02	rogge	00089	52.1	99258 N-bemest
2000	7017.03	maïs	00083	24.1	
2000	7018.02	suikerbieten	00083	52.0	00081 N-bemest
2000	7024.02	suikerbieten	00084	81.6	
2000	7029.02	zomergerst/gele mosterd	00088	74.6	99320 N-bemest
2000	7053.02	graszaad	00095	98.7	
2000	7054.02	maïs	00083	163.5	00077 N-bemest
2000	7056.01	grasland	00097	59.9	
			gemiddeld	48.9	bij afwezigheid van
			maximum	109.7	N bemesting kort
			minimum	9.0	voor meting

¹⁾ datum aanduiding: jjddd met jj = jaar (00 = 2000) en ddd = dag in het jaar (1 januari = 001)

Tabel 2. GHG en GLG waarden in relatie tot Gt uit 1:50000 bodemkaart voor gebruikte Gt's.

Gt	Range GHG	Range GLG	Gekozen GHG	Gekozen GLG
III	< 0.4	0.8-1.2	0.3	1.0
IV	> 0.4	0.8-1.2	0.6	1.0
V	< 0.4	> 1.2	0.3	1.5
VI	0.4-0.8	> 1.2	0.6	1.5
VII	> 0.8	> 1.2	1.0	1.8

Tabel 3. Gebruikte maximum en minimum gehalten van N en droge stof in vers toegediende organische mest en groenbemesters.

Organische stof type	% N (kg N kg ⁻¹ ds)		Fractie DS (kg ds kg ⁻¹ vers)	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Varkens drijfmest (VDM)	0.1	0.03	0.15	0.05
Zeugen drijfmest (ZDM)	0.14	0.06	0.12	0.04
Avebe slib	0.11	0.03	0.15	0.05
Bladrammenas	0.09	0.03	0.12	0.06
Gerstopslag	0.05	0.01	0.15	0.05

Tabel 4. Doorgerekende bodemtypes en bijbehorende maxima en minima voor GHG en GLG per teler.

	T_1	T_2	T_3	T_4	Kooijenburg	T_5	Kompas	T_6	T_7	T_8	T_9	T_10T
Bodem	2060	10130	4070	4010	4070	1330	2160	4010	2130	2060	4010	2060
GHG	origineel	0.40	0.40	1.00	0.60	0.30	0.60	0.60	0.30	0.30	0.60	0.30
	origineel	0.75	0.50	1.25	1.25	0.50	0.75	1.25	0.50	0.75	0.60	0.50
	max.	0.45	0.23	0.30	0.45	0.23	0.45	0.23	0.30	0.23	0.60	0.23
GLG	origineel	1.00	1.30	1.5	1.5	1.00	1.00	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50
	max.	1.88	1.63	1.88	1.88	1.25	1.88	1.88	1.88	1.88	1.50	1.88
	min.	1.13	0.75	1.13	1.13	0.75	0.75	0.45	0.75	1.13	1.50	0.75
Bodem	4010	1100	4010	2060	4010	2060	2060	2120	1110	2160	2060	1340
GHG	origineel	0.50	0.50	1.25	1.25	0.75	0.75	0.38	0.50	0.38	1.25	0.50
	max.	0.45	0.23	0.30	0.45	0.23	0.45	0.23	0.30	0.23	0.23	0.23
GLG	origineel	1.25	1.63	1.88	1.88	1.88	1.88	1.25	1.88	1.88	1.88	1.88
	max.	1.13	0.75	1.13	1.13	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.13	0.75
Bodem	10110	10110	4030	2070	4140	4010	4010	10130	4010	2160	2060	2160
GHG	origineel	0.75	0.50	1.25	1.25	0.75	0.75	0.50	0.75	0.38	1.25	0.50
	max.	0.30	0.30	0.75	0.45	0.45	0.45	0.30	0.30	0.23	0.23	0.23
GLG	origineel	1.88	1.63	1.88	1.88	1.88	1.88	1.63	1.88	1.88	1.88	1.88
	max.	0.98	0.75	1.13	1.13	0.75	0.75	0.98	0.75	0.75	1.13	0.75
Bodem	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140	4140
GHG	origineel	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	max.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
GLG	origineel	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.63	1.88	1.88	1.88	1.88
	max.	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	0.98	1.13	1.13	1.13	1.13
	min.	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	0.98	1.13	1.13	1.13	1.13

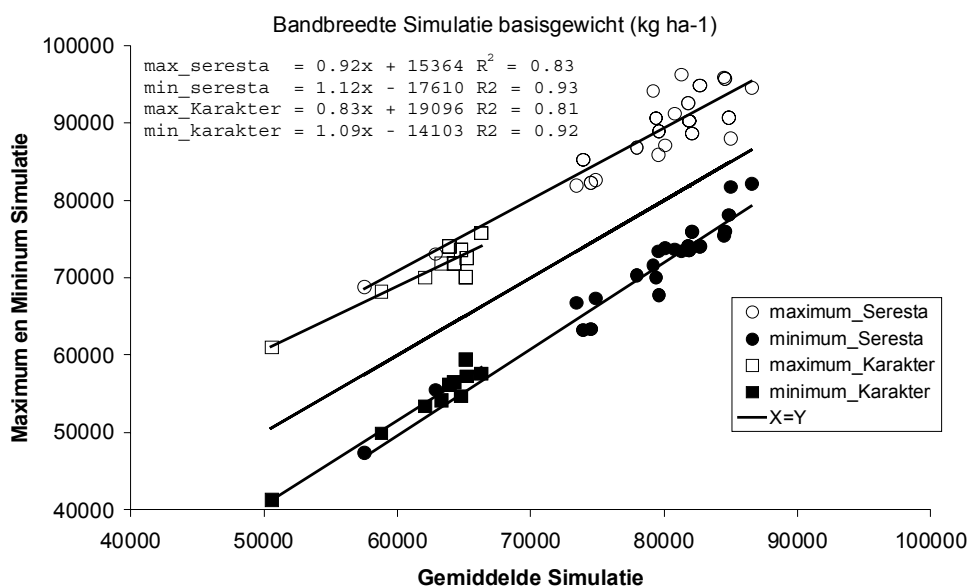
Table 5. Doorgerekende bandbreedte van situatie-beschrijvende variabelen per teler.

Variabele	T_1	T_2	T_3	T_4	Kooijenburg	T_5	Kompas	T_6	T_7	T_8	T_9	T_10
Plantdichtheid (ha ⁻¹)	org.	44444	40404	37037	40000	44444	44444	41700	45977	42000	42000	47619
	min.	35555	32323	29629	32000	35555	35555	33360	36781	33600	33600	38095
Dag van 50% opkomst	org.	128	133	142	130	154	130	130	134	133	128	142
	max.	138	144	152	140	164	140	140	144	143	138	152
Doorwortelbare diepte (m)	min.	118	123	132	120	144	120	120	124	123	118	132
	org.	0.60	0.60	0.60	0.70	0.60	0.50	0.60	0.40	0.60	0.60	0.40
Bewortelings- diepte bij opkomst (m)	max.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.88	0.75	0.75	0.75	0.75
	min.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
CN_ratio toegediende o.s. (kg C kg ⁻¹ N)	org.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	max.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Toegediende organische N (kg N ha ⁻¹)	min.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	org.	8.6	13.3	12.4	10.9	nvt	17.5	10.1	8.6	10.9	9.9	8.1
Anorganische N in voorjaar (kg N ha ⁻¹)	max.	22.2	22.2	17.5	19.3	nvt	23.3	23.0	13.3	15.7	16.7	11.7
	min.	6.7	6.7	5.0	5.9	nvt	7.8	6.8	5.1	4.3	5.6	5.0
Fractie stabiele organische stof in bodem	org.	168.0	112.5	180.3	265.0	nvt	80.0	143.3	175.1	183.2	152.3	118.8
	max.	280.1	225.0	446.4	495.0	nvt	180.0	238.4	292.5	465.3	270.0	259.2
Fractie stabiele organische stof in bodem	min.	64.8	62.5	127.2	150.0	nvt	48.0	63.1	97.3	101.8	84.6	82.5
	org.	15.0	20.0	30.0	30.0	28.0	30.0	30.0	30.0	15.0	20.0	20.0
Fractie stabiele organische stof in bodem	max.	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	min.	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Fractie stabiele organische stof in bodem	org.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	max.	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Fractie stabiele organische stof in bodem	min.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

2.3 Schatting onzekerheidsmarge simulatieresultaten

Uit de resultaten van alle doorgerekende combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen zijn per teler-behandeling combinatie de hoogste en laagste waarden geselecteerd van de gesimuleerde basisgewichten en hoeveelheden droge stof in de knollen. Aannemende dat de doorgerekende bandbreedte van de variabelen een reëel beeld geeft van de werkelijke variabiliteit in die variabelen, dan geven die hoogste en laagste simulatieresultaten een reëel beeld van de bandbreedte rondom de gemiddelde simulatiewaarden. Met andere woorden, met de hoogste en laagste waarden kan voor de simulatiewaarden een onzekerheidsmarge aangegeven worden die puur en alleen gerelateerd is aan mogelijke variatie in de situatiebeschrijvende variabelen.

Voor zowel Seresta als Karakter blijkt dat gemiddeld gesteld kan worden dat de gemiddelde onzekerheidsmarge voor de uitgevoerde simulaties tussen de ongeveer +10 en -10 ton ha⁻¹ rondom het gemiddelde liggen (Figuur 1). Voor de hoeveelheid droge stof in de knol wordt op eenzelfde wijze een onzekerheidsmarge van +2 ton ha⁻¹ gevonden (Figuur 11 in Bijlage I).

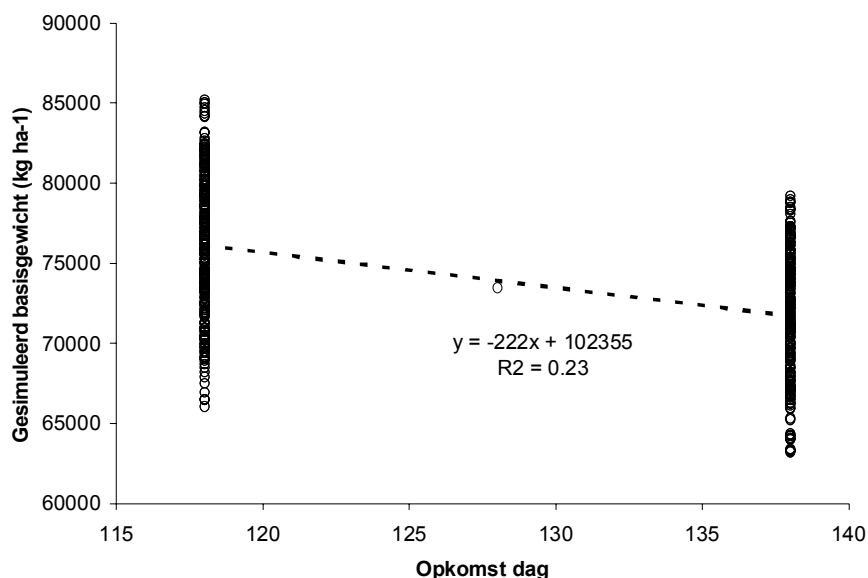


Figuur 1. *Gevonden maxima en minima van gesimuleerde basisgewicht voor alle doorgerekende combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen ten opzichte van het gemiddelde van alle simulaties.*

2.4 Belang van individuele variabelen

De onzekerheidsmarge wordt bepaald door de specifieke combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen. Voor het beter laten afstemmen van simulatie op de specifieke situatie is het van belang om die variabelen zo goed als mogelijk te kwantificeren. Om beter te weten aan welke van die variabelen meer aandacht besteed dient te worden bij deze kwantificatie is gekeken welke van die variabelen nu het meeste bijdraagt aan die onzekerheidsmarge. Hiertoe is via lineaire regressie gekeken naar de hoeveelheid variatie in de simulatieuitkomsten van het basisgewicht die verklaard wordt door de variatie in de die situatiebeschrijvende variabelen. Daarvoor zijn eerst lineaire regressies uitgevoerd voor elke individuele variabele tegen het basisgewicht. De resulterende R² is daarbij als maat genomen voor het belang van de variabele.

Een voorbeeld van een dergelijke lineaire regressie is gegeven in Figuur 2, waarbij de bandbreedte van de gesimuleerde basisgewichten bij het maximum en minimum van de opkomstdatum het effect weergeeft van de variatie in de waarden van alle doorgerkende situatiesbeschrijvende variabelen tezamen.



Figuur 2. Voorbeeld van lineaire regressie met op de x-as de opkomst dag (minimum links, maximum rechts, origineel in het midden) en op de y-as de gesimuleerde basisgewichten van alle doorgerkende combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen.

Omdat interacties en correlaties tussen variabelen mogelijk zijn, zijn ook regressies gemaakt van alle variabelen minus één tegen het basisgewicht ('eliminatie' benadering). Hierbij is de verandering in R^2 ten opzichte van de R^2 van de regressie van alle variabelen genomen als maat voor de 'belangrijkheid' van de individuele variabelen. Voor regressie met de kwalitatieve variabele bodemtype is de methode gevolgd zoals beschreven door Oude Voshaar (1995). Omdat de GHG en GLG sterk gecorreleerd waren zijn bij de regressies deze twee variabelen in de multiple regressie analyses gegroepeerd tot één (genoemd Gt).

De regressies zijn gedaan per teler-behandeling combinatie, omdat te verwachten viel dat het belang van bepaalde parameters kan beïnvloeden kan worden door de hoeveelheid toegediende N (in organische en anorganische vorm), de tijdstippen van toediening, en het al dan niet beregenen. Zo kan bij hoge anorganische bemesting verwacht worden dat het CN gehalte van de organische mest minder belangrijk is dan als alleen of grotendeels organische mest gegeven wordt.

Uit de individuele regressie bleek dat met name de dag van opkomst een belangrijke factor is: gemiddeld verklaarde de variabiliteit in deze factor ongeveer 68 % van de variabiliteit van het gesimuleerde basisgewicht (Tabel 6). Ook, maar minder van belang waren de toegediende hoeveelheid organische N (met 27% verklaard), de CN-ratio (20% verklaard), de maximale worteldiepte (6%), het bodem-type (4%), de hoeveelheid minerale N in het voorjaar (4%) en de Gt.(1%). Van nauwelijks belang bleken plantdichtheid, de fractie stabiele organische stof en de initiële worteldiepte (gemiddeld bijna 0% verklaard).

Het blijkt dat per teler-behandeling combinatie de volgorde van het belang van variabelen verschillend kan zijn, met name de volgorde van dag van opkomst en de toegediende hoeveelheid organische N wisselen soms (vergelijk bijvoorbeeld T_7P en -T met het gemiddelde in Tabel 6). Ook valt op dat bij

dezelfde teler een behandeling met hogere en/of latere toediening van anorganische N (zoals bij advisering door TIPSTAR), het belang van de toegediende hoeveelheid organische N lager is (vergelijk bijvoorbeeld T_4P en T_4T).

In een aantal teler-behandeling combinaties is de som van de R^2 over alle variabelen hoger dan 1. Dit houdt in dat er correlaties en/of interacties tussen variabelen optreden, waardoor het belang van individuele variabelen niet zomaar via één op één regressies te bepalen is.

Bij de multiple regressie met alle variabelen wordt bij alle teler-behandeling combinaties een hoge R^2 gevonden (minimaal 0.918, maximaal 0.996, zie Tabel 7). Uit de waarden van de regressie-coëfficiënten (Tabel 8) blijkt dat de 'richting' van bijdrage van een specifieke variabele niet noodzakelijkerwijs constant is: zo is de bijdrage van de CN-ratio over het algemeen negatief, wat wil zeggen dat een verhoging van deze ratio een verlaging van het basisgewicht tot gevolg heeft. Bij T_3P echter leidt een verhoging van de CN-ratio juist tot een hoger basisgewicht. Soortgelijke zaken worden gevonden bij de andere variabelen met uitzondering van de hoeveelheid toegediende organische N (waarbij een grotere hoeveelheid altijd leidt tot een verhoging van het basisgewicht) en de dag van opkomst (waarbij een later tijdstip altijd leidt tot een lager basisgewicht). Bij de GHG en GLG worden verschillen in orde van grootte van de coëfficiënt gevonden. Bij de extreem hoge getallen (zoals T_1 en T_4) zijn de bijdragen van GHG en GLG tegengesteld en heffen ze elkaar grotendeels op. Dit is een gevolg van de correlatie tussen die twee variabelen. Bij de bodemtypes (Bodem 2, 3 en 4) worden sterk wisselende getallen gevonden. Dit komt omdat de coëfficiënt uitdrukt wat het effect is van de (tot 3) additionele bodemtypes relatief ten opzichte van het originele bodemtype. Het origineel bodemtype verschilt tussen de telers, en ook de additionele bodemtypes zijn niet voor alle telers hetzelfde.

Bij eliminatie van variabelen uit de multiple lineaire regressie van alle variabelen tegen het basisgewicht blijkt dat eliminatie van variabele 'dag van opkomst' in vrijwel alle gevallen tot de grootste daling van de R^2 leidt (Tabel 9). Slechts bij teler-behandeling combinaties T_7P, T_7T en T_9P geeft eliminatie van één of meer andere variabelen een hogere daling te zien. Dit betreft de 'hoeveelheid toegediende organische N', de 'maximaal doorwortelbare diepte', de 'hoeveelheid minerale N in het voorjaar' en het 'bodemtype'. Deze variabelen zijn, in deze volgorde, na 'opkomstdag', ook gemiddeld genomen de belangrijkste variabelen.

Tabel 6. R^2 van lineaire regressie tussen individuele variabelen en basisgewicht; Som geeft totaal over alle individuele variabelen.

Teler - behandeling	Som	Dag- opk.	Org. N gift	CN- ratio mest	Max. wortel- dpt	Bodem- type	Min. N voorjaar	Gt	Plant- dh	Fr stabiel os bodem	Ini. wortel- dpt
T_1P	1.23	0.23	0.35	0.27	0.17	0.08	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00
T_1T	1.20	0.50	0.30	0.24	0.05	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
T_2P&T	1.10	0.55	0.14	0.09	0.00	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00
T_3P	1.10	0.48	0.35	0.19	0.03	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
T_3T	1.35	0.29	0.54	0.43	0.03	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
T_4P	1.61	0.14	0.70	0.66	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
T_4T	1.15	0.74	0.20	0.18	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_kar_A_P	1.00	0.99	nvt	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_kar_B_T	0.97	0.95	nvt	nvt	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_kar_D_T	0.99	0.89	nvt	nvt	0.02	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_kar_E_T	0.99	0.96	nvt	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
KB_ser_A_P	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_ser_B_T	0.98	0.96	nvt	nvt	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_ser_D_T	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_ser_E_T	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_5P	0.99	0.60	0.00	0.00	0.28	0.00	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00
T_5T	0.95	0.63	0.00	0.00	0.04	0.00	0.21	0.03	0.03	0.00	0.01
KP_kar_A_P	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KP_kar_B_T	0.99	0.98	nvt	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KP_kar_D_T	0.97	0.70	nvt	nvt	0.03	0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
KP_kar_E_T	0.97	0.92	nvt	nvt	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KP_ser_A_P	0.98	0.80	nvt	nvt	0.13	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
KP_ser_B_T	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KP_ser_D_T	0.99	0.94	nvt	nvt	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
KP_ser_E_T	0.99	0.97	nvt	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_6P	1.26	0.37	0.21	0.17	0.11	0.26	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00
T_6T	1.12	0.70	0.13	0.11	0.02	0.08	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
T_7P	1.19	0.10	0.40	0.25	0.10	0.11	0.22	0.00	0.01	0.00	0.00
T_7T	1.25	0.15	0.49	0.30	0.18	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
T_8P	1.41	0.26	0.56	0.43	0.01	0.06	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
T_8T	1.21	0.47	0.35	0.27	0.00	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00
T_9P	1.11	0.17	0.21	0.13	0.48	0.00	0.10	0.01	0.01	0.00	0.01
T_9T	1.08	0.68	0.19	0.12	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00
T_10P	0.99	0.93	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_10T	0.94	0.90	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max.	1.61	0.99	0.70	0.66	0.48	0.26	0.22	0.07	0.03	0.00	0.01
Min.	0.94	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Average	1.09	0.68	0.27	0.20	0.06	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00

Tabel 7. *Aantal simulaties en R2 van multiple lineaire regressie van basisgewicht tegen alle variabelen.*

Seresta			Karakter		
Teler-behandeling	Nr. Values	R2	Teler-behandeling	Nr. Values	R2
T_1P	1025	0.958	KB_kar_A_P	769	0.996
T_1T	1025	0.958	KB_kar_B_T	769	0.967
T_2P	3073	0.978	KB_kar_D_T	769	0.988
T_3P	3073	0.918	KB_kar_E_T	769	0.986
T_3T	3073	0.920	KP_kar_A_P	765	0.987
T_4P	1537	0.953	KP_kar_B_T	769	0.990
T_4T	1537	0.969	KP_kar_D_T	769	0.971
KB_ser_A_P	769	0.995	KP_kar_E_T	769	0.968
KB_ser_B_T	769	0.979	T_10P	3073	0.987
KB_ser_D_T	769	0.991	T_10T	3073	0.939
KB_ser_E_T	769	0.990			
T_5P	1025	0.989			
T_5T	1025	0.948			
KP_ser_A_P	769	0.981			
KP_ser_B_T	769	0.993			
KP_ser_D_T	769	0.991			
KP_ser_E_T	769	0.991			
T_6P	2049	0.939			
T_6T	2049	0.972			
T_7P	2049	0.947			
T_7T	2049	0.950			
T_8P	2049	0.953			
T_8T	2049	0.918			
T_9P	1537	0.979			
T_9T	1537	0.957			

Tabel 8. Regressie coëfficiënten van multiple lineaire vergelijking tussen alle variabelen en uitbetalingsgewicht per teler-behandeling.

Teler-behandeling	CN-ratio mest	Org. N gift	Min. N voorjaar	Dag-opkomst	Max. wortel-diepte	Plant-dh	Fr. stabiel os bodem	Ini. wortel-diepte	GHG	GLG	Bodem 2	Bodem 3	Bodem 4	Intcp
T_1P	-37	33	91	-222	7688	0.08	0.00	1433	899327	-359924	2715	nvt	nvt	87191
T_1T	-48	16	48	-199	2478	0.04	0.00	1381	1001349	-400175	682	nvt	nvt	101792
T_2P	-14	20	53	-258	1030	0.02	0.00	830	165	202	-3586	32	nvt	111876
T_3P	197	29	45	-340	3147	-0.04	0.00	65	2637	682	-158	-1273	nvt	117489
T_3T	-23	24	49	-248	3185	-0.01	0.00	119	2519	632	-211	-1407	nvt	105464
T_4P	-257	26	56	-225	5568	0.04	0.33	954	393705	-263586	-241	179	-2520	102659
T_4T	-19	18	22	-516	2568	0.10	-0.24	1772	614952	-410126	-303	-57	-1414	146146
KB_kar_A_P	nvt	nvt	6	-654	325	-0.03	0.12	325	397	-139	-121	-678	nvt	166001
KB_kar_B_T	nvt	nvt	5	-588	-1477	0.10	0.01	-482	271	555	706	1321	nvt	149531
KB_kar_D_T	nvt	nvt	41	-530	3147	-0.02	6.12	657	776	-416	-555	-3101	nvt	139491
KB_kar_E_T	nvt	nvt	-5	-570	-1403	-0.18	0.00	-109	-191	355	484	802	nvt	157212
KB_ser_A_P	nvt	nvt	19	-586	2281	-0.05	0.00	26	532	198	-120	-1200	nvt	168095
KB_ser_B_T	nvt	nvt	12	-719	2515	-0.01	0.00	-110	-61	-144	-174	-1568	nvt	192127
KB_ser_D_T	nvt	nvt	19	-566	1774	0.05	0.00	804	377	60	-62	-932	nvt	156796
KB_ser_E_T	nvt	nvt	16	-664	2223	-0.08	0.00	-168	247	-8	-188	-1038	nvt	184777
T_5P	0	0	60	-265	7203	0.07	0.00	1631	3237	-1149	nvt	nvt	nvt	105797
T_5T	0	0	43	-130	-1255	0.07	0.00	1227	1128	722	nvt	nvt	nvt	97234
KP_kar_A_P	nvt	nvt	20	-648	2743	0.00	4.41	641	940	-707	1001	1017	nvt	158926
KP_kar_B_T	nvt	nvt	1	-615	-1107	-0.02	0.00	503	203	24	35	745	nvt	158968
KP_kar_D_T	nvt	nvt	77	-442	3917	0.02	0.00	-363	1035	-652	4650	2826	nvt	105194
KP_kar_E_T	nvt	nvt	-10	-611	-4667	-0.09	0.00	185	525	146	-414	1040	nvt	161640
KP_ser_A_P	nvt	nvt	36	-448	7338	0.05	0.00	823	1429	-1442	1026	356	nvt	133705
KP_ser_B_T	nvt	nvt	15	-737	3348	-0.12	0.00	409	656	85	-52	-810	nvt	197225
KP_ser_D_T	nvt	nvt	27	-488	1438	0.11	0.00	557	849	120	1184	1566	nvt	139395
KP_ser_E_T	nvt	nvt	11	-783	3545	-0.10	0.00	494	450	58	-80	-868	nvt	203907

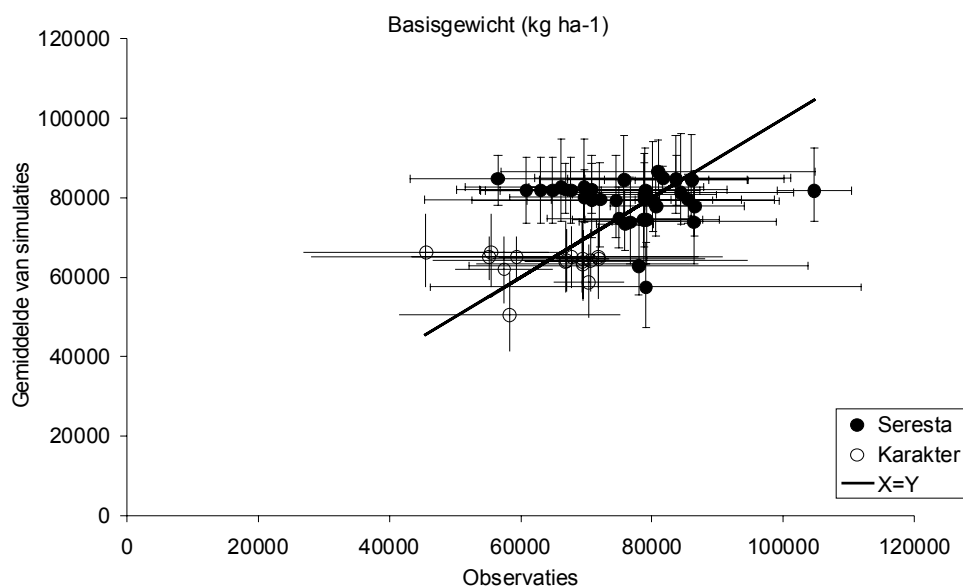
Teler- behandeling	CN- ratio mest	Org. N gift	Min. N voorjaar	Dag- opkomst	Max. wortel- diepte	Plant- dh	Fr. stabiel os bodem	Ini. wortel- diepte	GHG	GLG	Bodem				Intcp
											2	3	4	4	
T_6P	-34	27	61	-266	2425	0.05	0.00	668	3484	-1268	-3105	1138	nvt	104381	
T_6T	-31	16	40	-250	523	0.01	0.00	374	278	94	-1724	-133	nvt	113629	
T_7P	-30	35	115	-138	5565	0.11	0.00	-94	2147	420	-2874	nvt	nvt	59205	
T_7T	-28	32	52	-140	6195	0.03	0.00	-403	61	-30	-1953	nvt	nvt	71478	
T_8P	-2	24	57	-235	2253	0.07	0.00	1298	299	500	-2105	nvt	nvt	99881	
T_8T	-7	19	45	-319	-358	0.09	0.00	1467	191	629	-2080	nvt	nvt	116154	
T_9P	-13	17	54	-123	8159	0.06	-0.11	2111	887	13	-2687	nvt	nvt	86978	
T_9T	-9	15	30	-211	1643	0.01	-0.19	1061	546	559	-3592	nvt	nvt	111541	
T_10P	0	0	19	-563	4459	0.02	4.30	2519	1699	-31	-1361	-631	nvt	142339	
T_10T	-72	-2	11	-292	-1858	0.00	0.00	431	715	331	-612	-457	nvt	107937	

Tabel 9. Bijdrage van elke variabele aan R^2 van lineaire regressie tussen variabelen en basisgewicht, bepaald als verschil in R^2 van lineaire regressie met alle variabelen en met alle variabelen behalve de specifieke variabele; Som geeft totaal over alle individuele variabelen

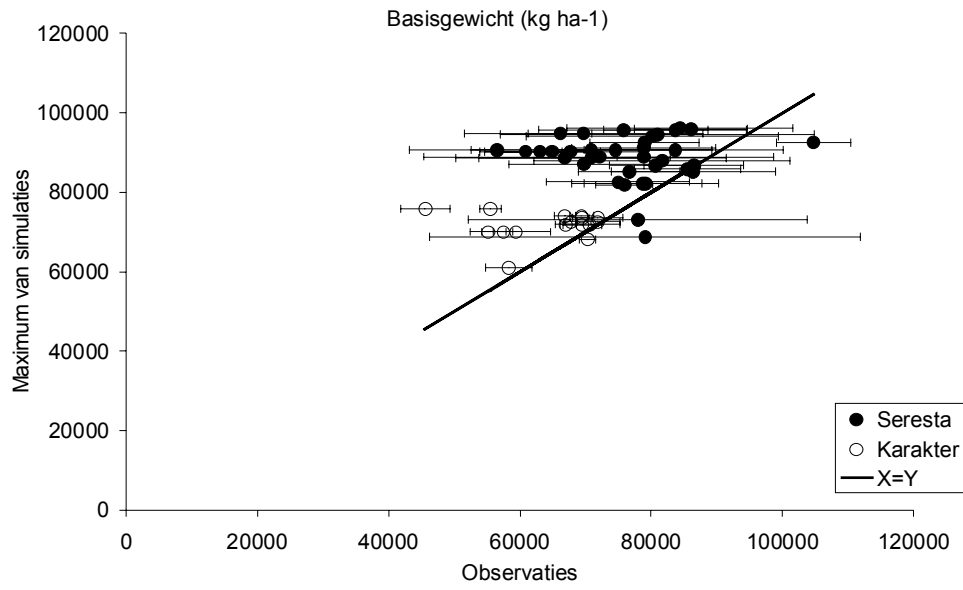
Teler- behandeling	Som	Dag- opk.	Org. N gift	Max. wortel- dpt	Min. N voor- jaar	Bodem- type	Gt	Plant- dh	CN- ratio mest	Ini. wortel- dpt	Fr. stabiel os bodem
T_1P	0.69	0.23	0.08	0.17	0.12	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
T_1T	0.72	0.50	0.06	0.05	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_2P&T	0.86	0.55	0.05	0.00	0.06	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_3P	0.73	0.48	0.17	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
T_3T	0.49	0.29	0.11	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
T_4P	0.30	0.14	0.04	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
T_4T	0.79	0.74	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KB_kar_A_P	1.00	0.99	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_kar_B_T	0.97	0.95	nvt	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_kar_D_T	0.99	0.89	nvt	0.02	0.02	0.06	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_kar_E_T	0.99	0.96	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	nvt	0.00	0.00
KB_ser_A_P	0.99	0.97	nvt	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_ser_B_T	0.98	0.96	nvt	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_ser_D_T	0.99	0.97	nvt	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KB_ser_E_T	0.99	0.97	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
T_5P	0.99	0.60	0.00	0.28	0.09	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
T_5T	0.95	0.63	0.00	0.04	0.21	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00
KP_kar_A_P	0.99	0.96	nvt	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_kar_B_T	0.99	0.98	nvt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_kar_D_T	0.97	0.70	nvt	0.03	0.11	0.13	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_kar_E_T	0.97	0.92	nvt	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_ser_A_P	0.98	0.80	nvt	0.13	0.03	0.01	0.01	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_ser_B_T	0.99	0.97	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
KP_ser_D_T	0.99	0.94	nvt	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	nvt	0.00	0.00
KP_ser_E_T	0.99	0.97	nvt	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	nvt	0.00	0.00
T_6P	0.62	0.37	0.04	0.03	0.06	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
T_6T	0.82	0.70	0.02	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_7P	0.70	0.10	0.15	0.10	0.22	0.11	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
T_7T	0.65	0.15	0.19	0.18	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_8P	0.50	0.26	0.13	0.01	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_8T	0.63	0.47	0.08	0.00	0.03	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
T_9P	0.85	0.17	0.08	0.48	0.10	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
T_9T	0.84	0.68	0.07	0.03	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
T_10P	0.99	0.93	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T_10T	0.94	0.90	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max.	1.00	0.99	0.19	0.48	0.22	0.20	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00
Min.	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Average	0.85	0.68	0.07	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.5 Vergelijking simulaties en metingen van TIPSTAR evaluatie

Bij een vergelijking van gemiddelde simulatiewaarden met waarnemingen van basisgewicht (Figuur 3) valt een aantal punten onder de 1:1 lijn, hetgeen betekent dat de gemiddelde simulatiewaarde een onderschatting geeft van de meting. Eenzelfde resultaat wordt gevonden voor de droge stof in de knollen (Figuur 12 in Bijlage I). Wordt echter de onzekerheidsmarge van de simulatiewaarde meebeschouwd door de observaties te vergelijken met het maximum van de simulatiewaarden (Figuur 4), dan vallen bijna alle punten boven of op die 1:1 lijn. De enige uitzondering waarbij het punt gezien het betrouwbaarheidsinterval van de metingen significant onder de 1:1 lijn blijft liggen betreft de 105 ton ha⁻¹ aan basisgewicht gevonden in de TIPSTAR behandeling op de praktijkstrook bij proefbedrijf 't Kompas. Op andere locaties bij het proefbedrijf waar (vrijwel) identiek management plaats had gevonden, werd deze uitzonderlijk hoge opbrengst niet gevonden en bleven basisgewichten beneden de 90 ton. Mede gezien het feit dat voor de hoeveelheid droge stof in de knol een dergelijk uitzonderlijk punt niet gevonden wordt (Figuur 13 in Bijlage I) lijkt het gerechtvaardigd om die 105 ton ha⁻¹ als een toevalligheid of een meetfout te beschouwen.



Figuur 3. Vergelijking van observaties van basisgewicht (kg ha⁻¹) met het gemiddelde van alle simulaties per telerbehandeling combinatie.



Figuur 4. Vergelijking van observaties van basisgewicht (kg ha⁻¹) met het maximum van alle simulaties per teler-behandeling combinatie.

3. Evaluatie met onafhankelijke gegevens

3.1 Doorgerekende proeven en praktijksituaties

De doorgerekende proeven en praktijksituaties (Tabel 10) zijn niet eerder gebruikt voor calibratie of evaluatie of TIPSTAR en als zodanig zijn dit geheel onafhankelijke meetgegevens. Als geheel geven de proeven en praktijksituaties een breed beeld van het stikstofmanagement, met verschillen in totale toegediende hoeveelheid, tijdstippen van toediening, organische/anorganische bron en wel/niet bijbemesting.

Tabel 10. Doorgerekende proeven en praktijksituaties.

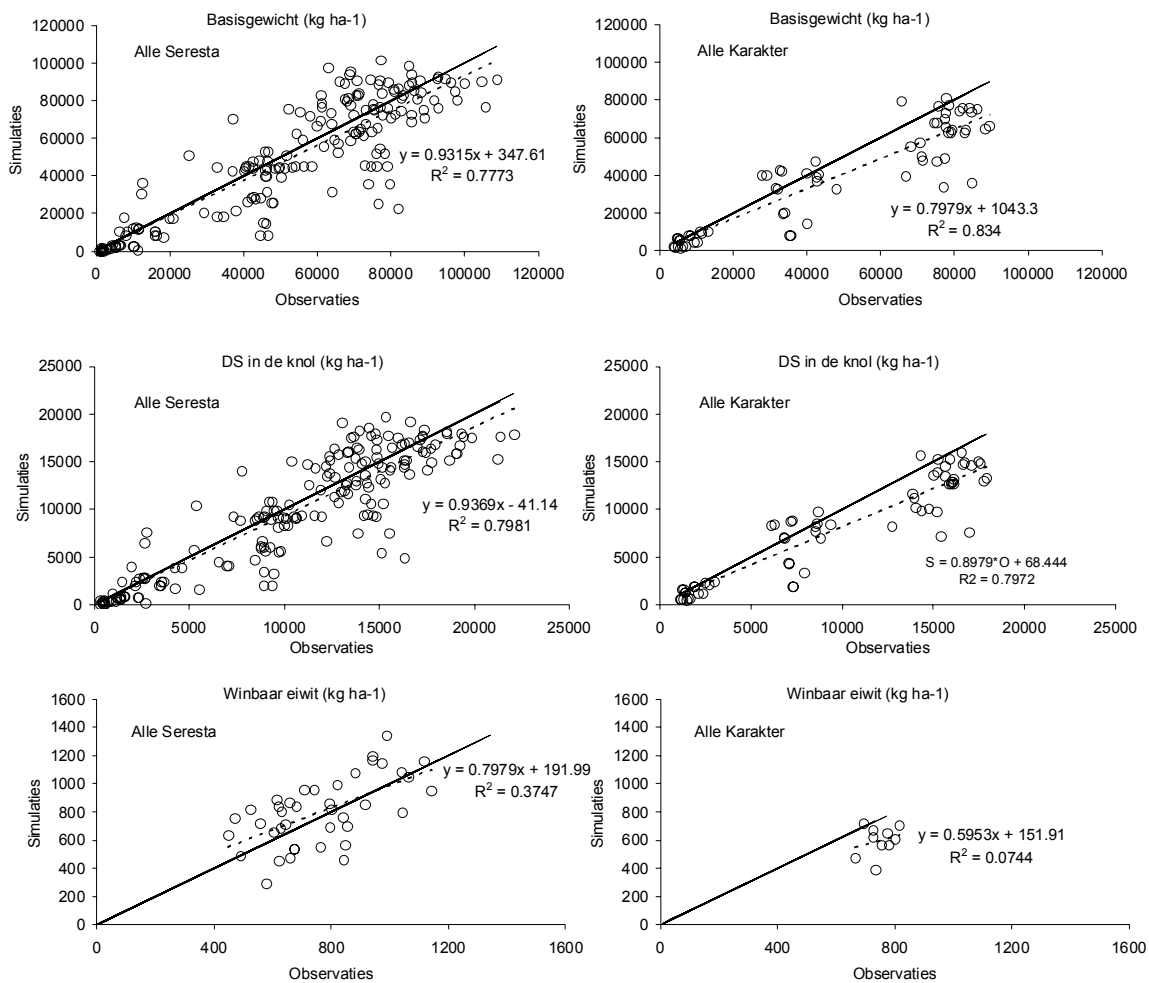
Jaar	Type proef	Proefnummer	Ras	Bijmest	Voorvrucht
1998	NBS	KB981118	Seresta	x	graszaad
1998	NBS	KB981119	Seresta	x	graszaad
1998	NBS	KP980407	Seresta	x	zomergerst
1998	NBS	KP980408	Karakter	x	zomergerst
1998	NBS	KP980408	Seresta	x	zomergerst
1999	NBS	KB991139	Seresta	x	zomergerst
1999	NBS	KB991140	Seresta	x	zomergerst
1999	NBS	KP990436	Seresta	x	zomergerst
1999	NBS	KP990437	Karakter	x	zomergerst
1999	NBS	KP990437	Seresta	x	zomergerst
2000	Groeicurve	KB009035	Seresta	x	suikerbieten
2000	Groeicurve	KP009059	Seresta		suikerbieten
2001	Groeicurve	KB019045	Seresta	x	zomergerst
2001	Groeicurve	KP019082	Seresta		suikerbieten
2000	Rassenkwaliteit	KB009036	Seresta		suikerbieten
2000	Rassenkwaliteit	KB009036	Karakter		suikerbieten
2000	Rassenkwaliteit	KP009060	Seresta		suikerbieten
2000	Rassenkwaliteit	KP009060	Karakter		suikerbieten
1998	Regio-teler	5002.01	Karakter		suikerbieten
1998	Regio-teler	5011.01	Seresta	x	wintertarwe
1998	Regio-teler	5025.01	Seresta	x	zomergerst
1999	Regio-teler	6001.02	Seresta	x	zomergerst
1999	Regio-teler	6010.02	Seresta		suikerbieten
1999	Regio-teler	6011.02	Seresta	x	zomergerst
2000	Regio-teler	7005.03	Seresta		zomergerst/snijmaïs
2000	Regio-teler	7007.02	Karakter		suikerbieten
2000	Regio-teler	7012.02	Seresta	x	suikerbieten
2000	Regio-teler	7013.02	Karakter		rogge
2000	Regio-teler	7017.03	Seresta		mais
2000	Regio-teler	7018.02	Karakter	x	suikerbieten
2000	Regio-teler	7024.02	Seresta	x	suikerbieten

3.2 Resultaten

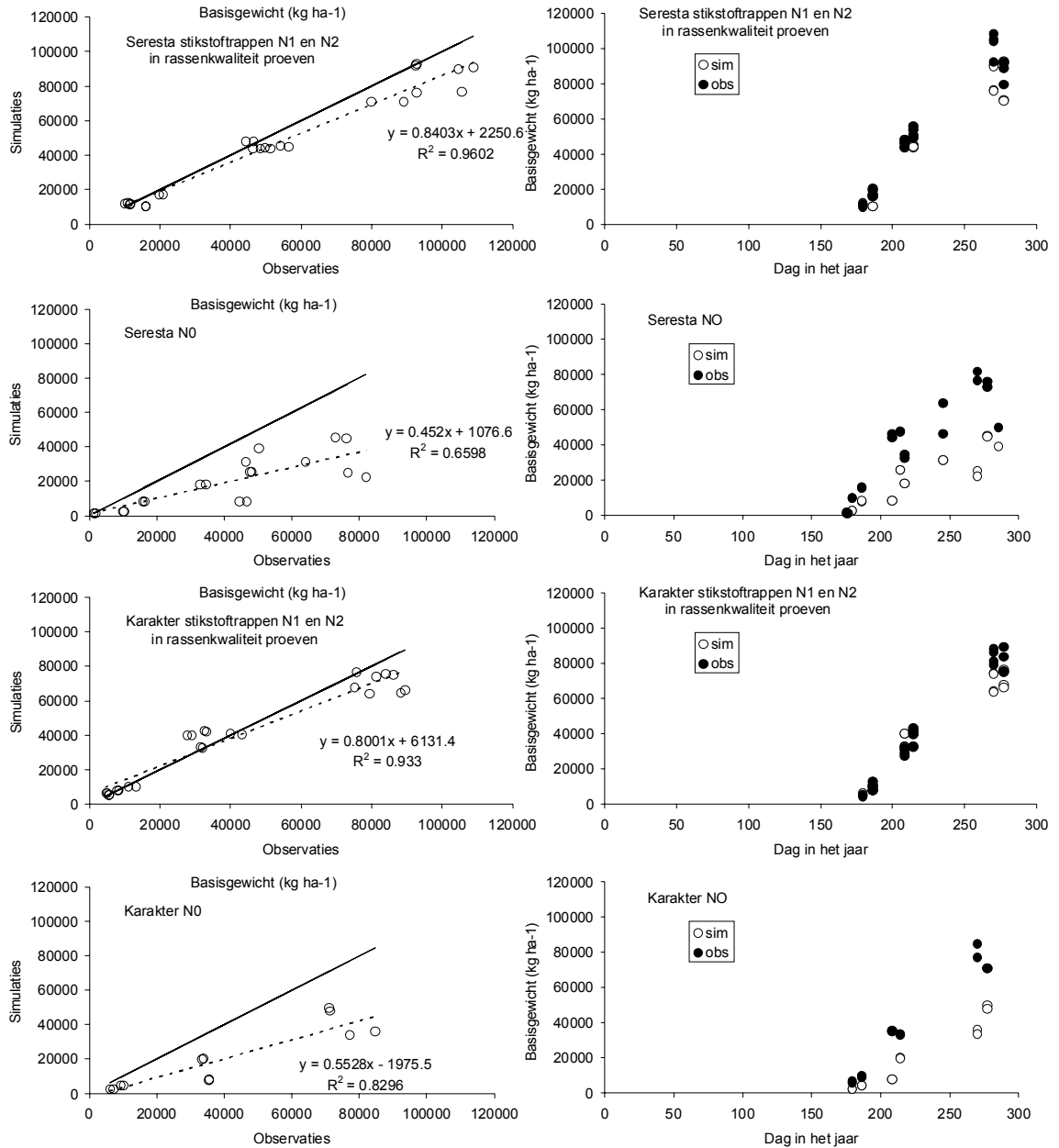
Voor Seresta volgt het model gemiddeld genomen de waarnemingen van basisgewicht, droge stof in de knol en hoeveelheid winbare eiwit (Figuur 5). Wel is er een grote ruis rondom de 1:1 lijn. Bij Karakter laat het model voor dezelfde variabelen consequent een onderschatting zien van ongeveer 20% voor het basisgewicht en 10% voor de hoeveelheid droge stof in de knollen.

Bij nadere analyse blijkt dat bij behandelingen met géén of late (> 50 dagen na poten) (bij)mesting met anorganische mest de simulaties de meetgegevens sterk onderschatten terwijl dat in de andere behandelingen van dezelfde proeven dit niet of nauwelijks het geval was: vergelijk de resultaten betreffende het basisgewicht voor de behandelingen N0 met de hogere stikstoftrappen in de rassenkwaliteitsproeven (Figuur 6) en die van behandelingen met geen of een late anorganische bijbemesting (behandelingen VDM_O en VDM_R van de NBS proeven) met de andere behandelingen uit die NBS proeven waarin een vroege anorganische (bij)mesting plaatsvond (Figuur 7). Worden alle situaties met geen of late anorganische N gift weggelaten, dan blijkt het model voor zowel Seresta als Karakter de basisgewichten goed te simuleren (Figuur 8). Bedenk hierbij dat de metingen in de vergelijkingen onafhankelijk zijn van de metingen waarop het model gecalibreerd is en dat bij zowel metingen als simulaties een bandbreedte in acht genomen dient te worden. Voorts is bij de simulaties uitgegaan van de originele schattingen van de waarde van de situatiebeschrijvende variabelen en zijn die waarden op geen enkele manier 'aangepast' om de simulatieresultaten beter te laten sporen met de metingen.

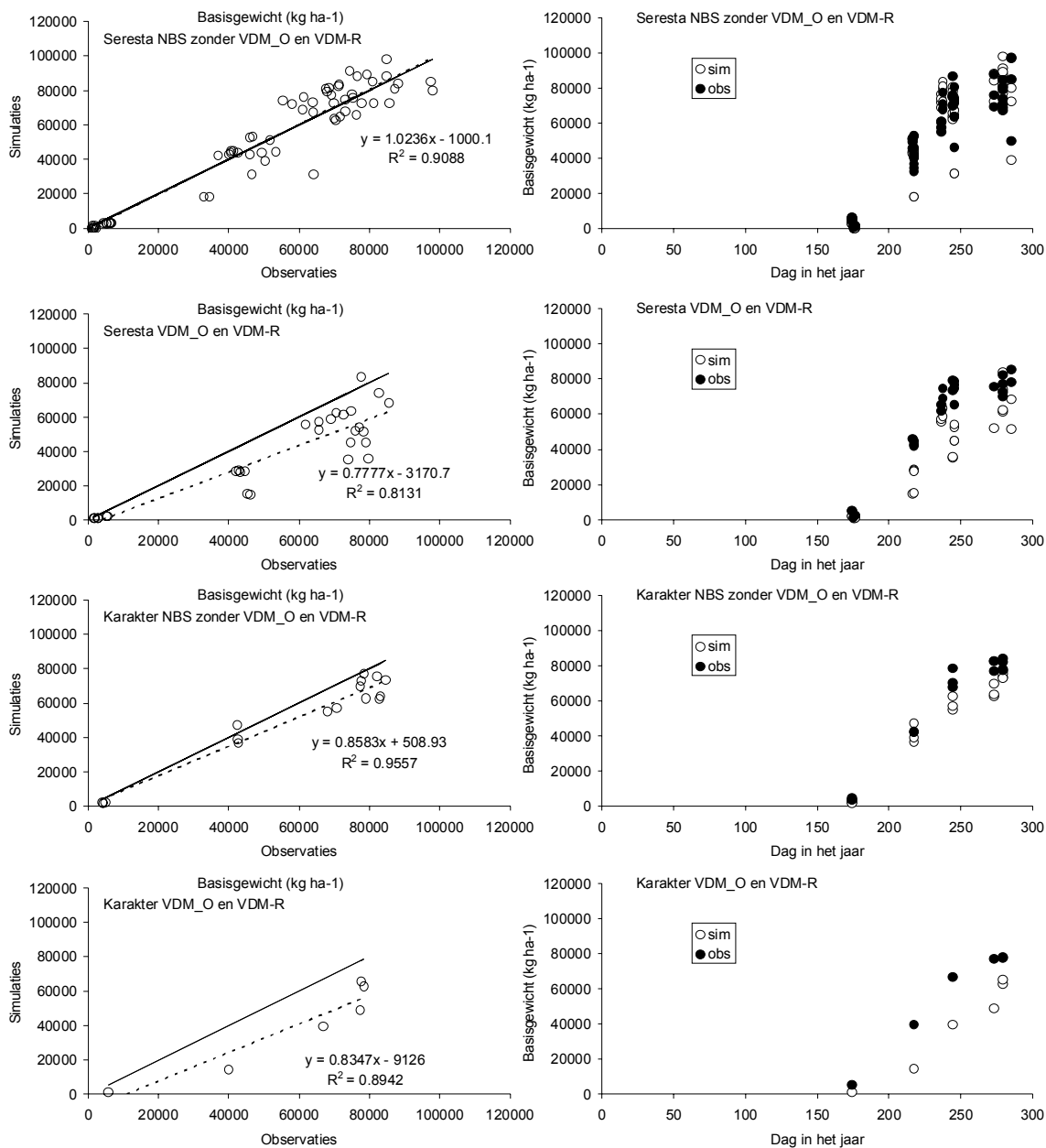
Voorts bleken de simulaties van basisgewicht de waarnemingen in de groeicurve proeven zeer goed te volgen (Figuur 9) terwijl het basisgewicht voor Seresta in de regio-proeven gemiddeld met 15-20 ton ha⁻¹ overschat werd (Figuur 10) en er voor Karakter eigenlijk te weinig gegevens zijn om een zinvolle uitspraak te doen.



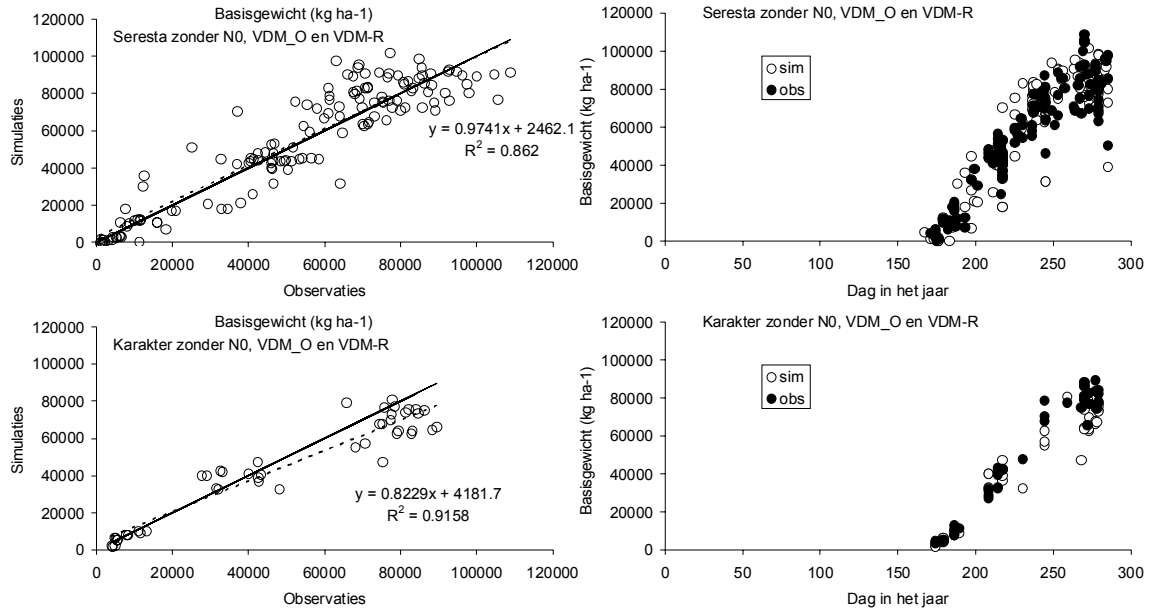
Figuur 5. *Vergelijking van simulaties met onafhankelijke sets van metingen voor basisgewicht (boven), hoeveelheid droge stof in de knol (midden) en hoeveelheid winbare eiwit (onder) voor de rassen Seresta (links) en Karakter (rechts).*



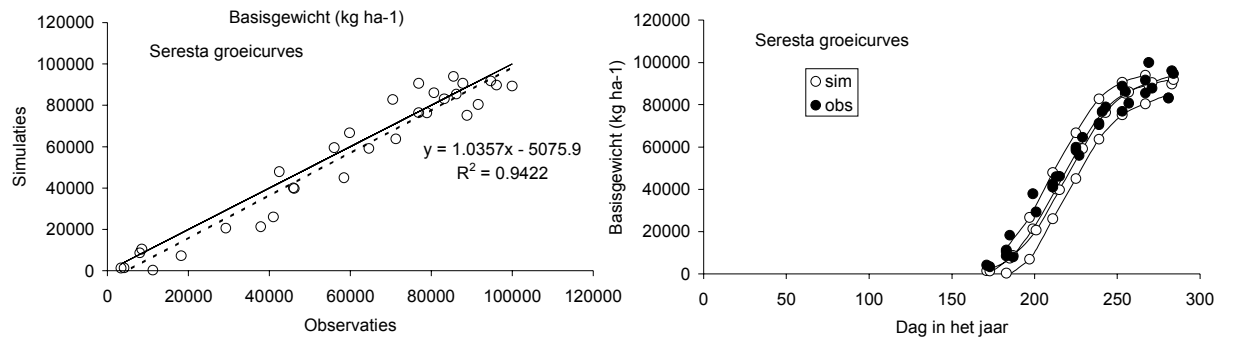
Figuur 6. *Vergelijking van simulaties met onafhankelijke sets van metingen voor basisgewicht (links) en het verloop in de tijd van metingen en simulaties (rechts) voor behandelingen waarin geen stikstofbemesting werd toegepast (N0) en voor behandelingen met een anorganische stikstofgift boven 0 voor rassen Seresta (boven) en Karakter (onder).*



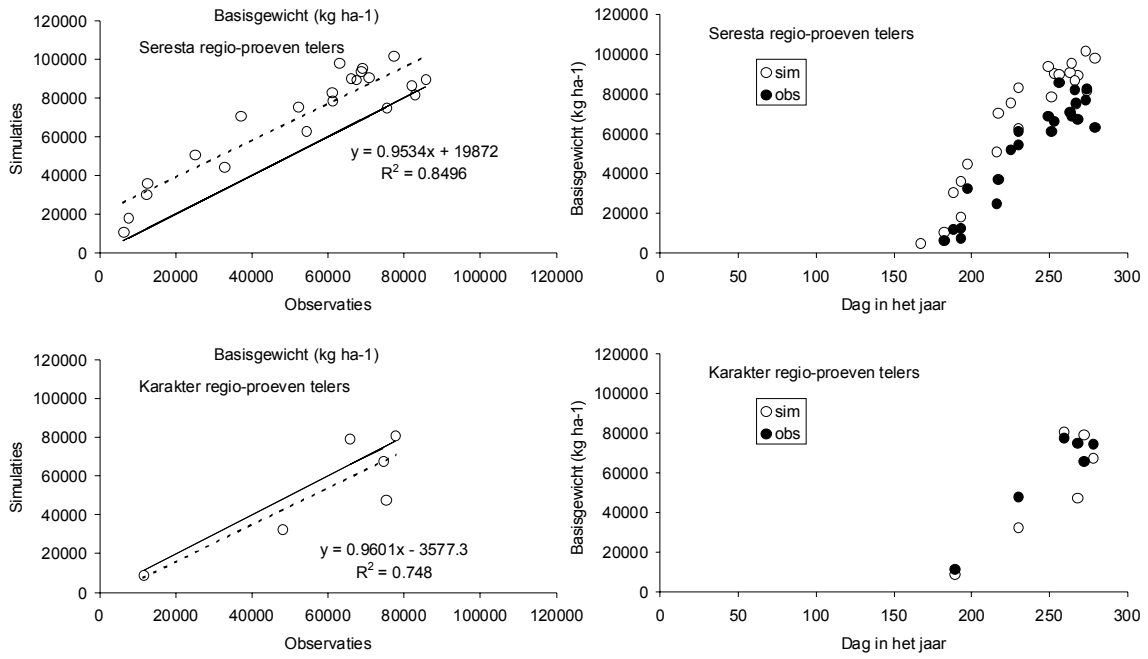
Figuur 7. Als Figuur 6 voor NBS proeven gescheiden naar behandelingen met vroege anorganische (bij)mesting ('zonder VDM_O en VDM_R') dan wel met geen of een late (> 50 dagen na poten) anorganische bijmest ná een organische basismestgift ('VDM_O en VDM_R') voor rassen Seresta (boven) en Karakter (onder).



Figuur 7. Als Figuur 6 voor alle proeven en praktijksituaties uitgezonderd de situaties waarin geen of late bemesting met anorganische N plaats vond (de N0 uit de rassenkwaliteitsproeven en de VDM_O en VDM_R uit de NBS proeven).



Figuur 9. Als Figuur 6 voor de Groeicurve proeven.



Figuur 10. Als Figuur 6 voor de praktijk-situaties uit de regio-proeven.

4. Discussie en conclusies

In simulaties van het basisgewicht bij de eind oogst blijkt een onzekerheidsmarge van ongeveer +/- 10 ton ha⁻¹ rondom de gemiddelde simulatiewaarde te bestaan als gevolg van onzekerheden wat betreft de waarden van de situatiebeschrijvende variabelen. In de TIPSTAR evaluatieproef kwamen een aantal situaties voor waarin het model een onderschatting gaf van het basisgewicht. Nu blijkt dat alle situaties op één na, binnen deze marge te vallen. Bij de beoordeling van de kwaliteit van de uitkomsten van het TIPSTAR model moet de onzekerheidsmarge ten gevolge van onzekerheden in de situatiebeschrijvende variabelen dus terdege meegenomen worden.

Van de verschillende situatiebeschrijvende variabelen blijkt de ‘dag van opkomst’ gemiddeld het meeste bij te dragen aan de onzekerheidsmarge van de simulatieresultaten (Tabel 11). Voorts blijkt dat de absolute en relatieve bijdrage van variabelen aan de onzekerheidsmarge varieert tussen teler-behandeling combinaties. Aangezien dergelijke verschuivingen ook optreden tussen twee behandelingen bij eenzelfde teler, zijn zij voor een (groot) deel het gevolg van verschillen in bemesting (tijdstippen, hoeveelheden, verhouding organische/anorganische mest). Dit houdt in dat om een specifieke situatie goed te kunnen simuleren, er goede schattingen moeten komen van de situatiebeschrijvende variabelen.

Tabel 11. *Bijdrage van individuele situatiebeschrijvende variabelen aan de R² van lineaire regressies tegen het gesimuleerde basisgewicht aan het eind van het seizoen volgens enkelvoudige regressie met elke individuele variabele dan wel volgens eliminatie van elke variabele uit de multiple regressie van alle variabelen (zie sectie 2.2)*

	Enkelvoudige regressie			Eliminatie uit multiple regressie		
	Max.	Min.	Gemiddeld	Max.	Min.	Gemiddeld
Dag opkomst	0.99	0.1	0.68	0.99	0.1	0.68
Org. N gift	0.7	0	0.27	0.19	0	0.07
Max. wortel-dpt	0.48	0	0.06	0.48	0	0.05
Min. N voorjaar	0.22	0	0.04	0.22	0	0.04
Bodem-type	0.26	0	0.04	0.20	0	0.03
Gt	0.07	0	0.01	0.03	0	0
Plant-dichtheid	0.03	0	0	0.03	0	0
CN-ratio org. mest	0.66	0	0.20	0.01	0	0
Ini. wortel-dpt	0.01	0	0	0.01	0	0
Fractie stabiele os bodem	0	0	0	0	0	0

Rekening houdend met de onzekerheidsmarge van simulatieresultaten, kan gesteld worden dat het model voor de set onafhankelijke gegevens het basisgewicht en de hoeveelheid droge stof in de knol goed weet te simuleren. Alleen in gevallen waar in het geheel geen stikstof/kunstmest is gegeven of alleen een late (>50 dagen na poten) kunstmest bijbemesting plaats heeft gevonden toont het model een systematische onderschatting van het basisgewicht en de hoeveelheid droge stof in de knollen. Dit zijn situaties waarin het beschikbaar komen van N voor het gewas vrijwel geheel afhankelijk is van mineralisatie van N uit de organische stof in de bodem. Deze situaties zijn echter voor de praktijk niet of nauwelijks van belang, omdat ze niet voorkomen immers er wordt altijd (bij)bemest, zodat het overgrote deel van de praktijksituaties binnen het geldigheidsdomein van TIPSTAR vallen.

Als TIPSTAR ook ingezet moet worden voor simulaties van situaties met weinig of alleen late anorganische bemesting (kunstmest), dan is het aan te bevelen om de simulatie-module waarin de C-N dynamiek in de bodem berekend wordt te verbeteren.

Het model lijkt de hoeveelheid winbare eiwit gemiddeld genomen redelijk goed te simuleren voor Seresta, maar wel met een grote mate van onzekerheid voor iedere individuele simulatie. Voor Karakter waren er te weinig gegevens beschikbaar in de gebruikte set gegevens om conclusies te trekken.

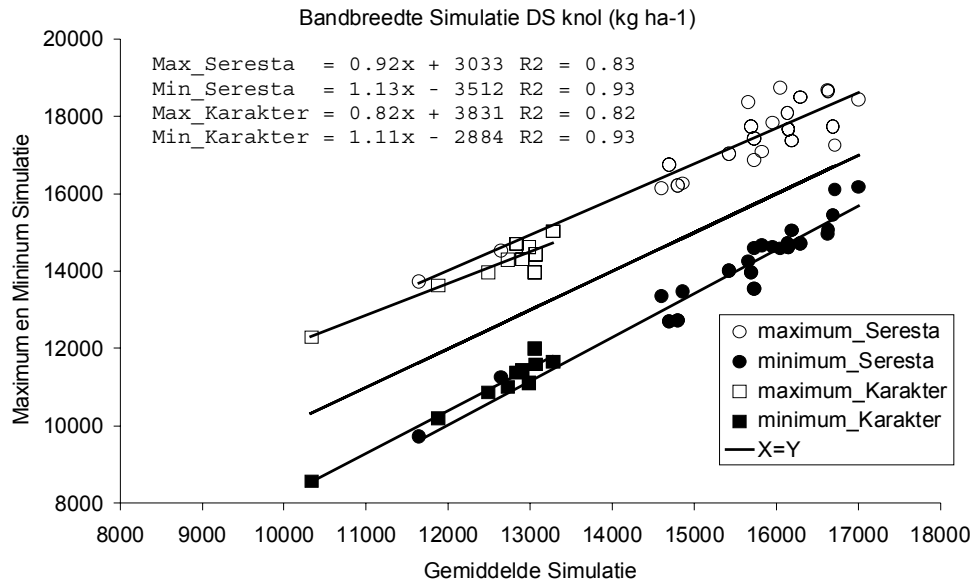
Gezien de gevoeligheid van het model voor zowel situatiebeschrijvende variabelen als voor bemestingstrategieën, kan het model voor kennisoverdracht gebruikt worden omdat het de gevolgen van veranderingen in die variabelen en strategieën op basisgewicht en hoeveelheid droge stof in de knollen weet weer te geven. Ook lijkt TIPSTAR daardoor geschikt voor toepassing in advisering, zowel op het strategische vlak (over jaren), het tactische vlak (voorafgaande aan een specifiek teeltjaar) en operationeel (binnen een specifieke teelt). Wel is het dan van groot belang dat er goede waarnemingen of schattingen komen van de situatiebeschrijvende variabelen, met name van de opkomst. Het beschikbaar hebben van een kwantitatieve beschrijving van effecten van vitaliteit en kwaliteit van pootgoed en het effect van omgevingsfactoren (temperatuur, vocht in de bodem) op tijdstip en mate van opkomst zou hierbij zeer hulpzaam zijn.

Referenties

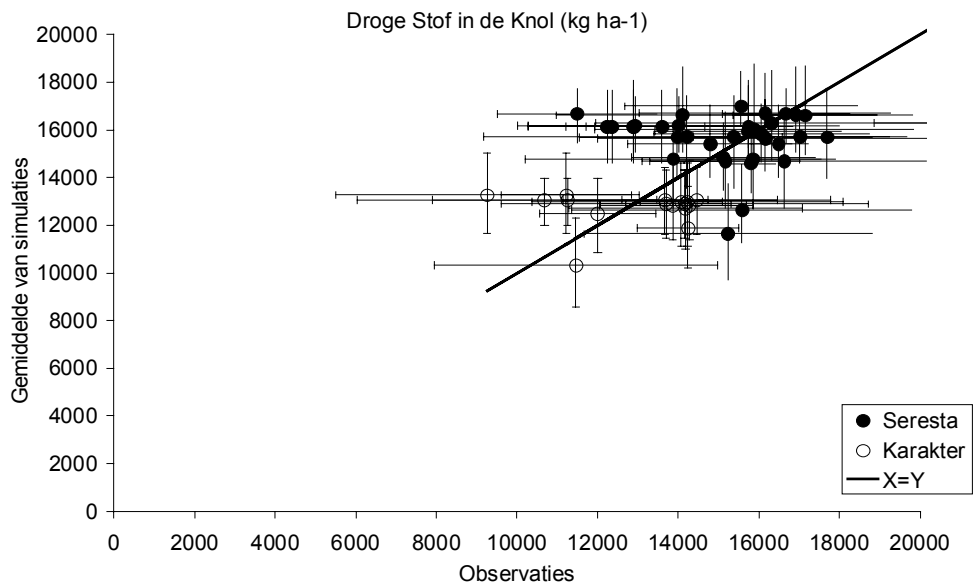
- Jansen, D.M., 2002.
Calibratie van model LINBAL voor zetmeelaardappelen. Nota 213. Plant Research International, Wageningen. 39 pp.
- Jansen, D.M., J.A.R. Davies & J.W. Steenhuizen, 2003.
Testen van TIPSTAR in de praktijk. Nota 244. Plant Research International, Wageningen. 48 pp. + app.
- Oude Voshaar, J.H., 1995.
Statistiek voor onderzoekers. Wageningen Pers, Wageningen, Nederland. 253 pp.

Bijlage I.

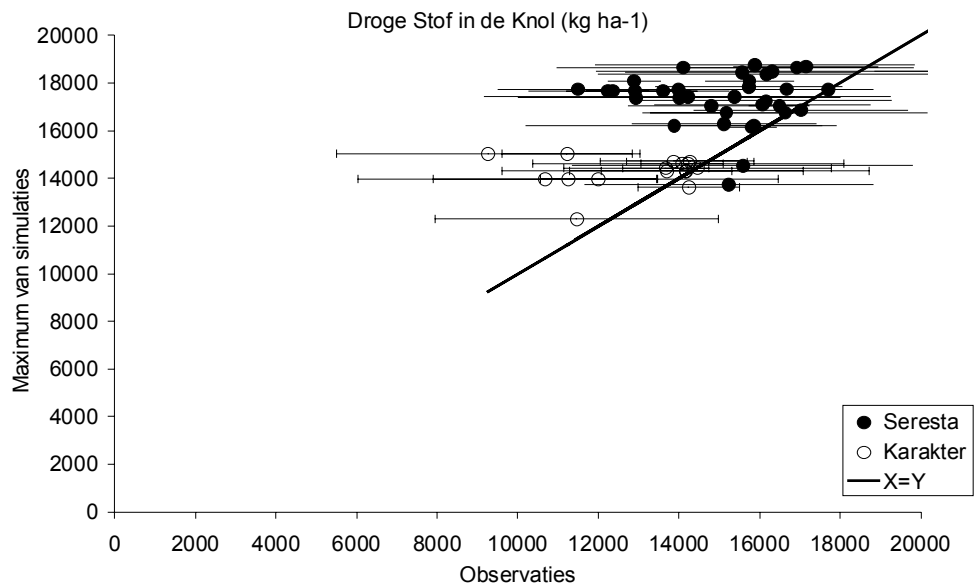
Resultaten droge stof in de knol



Figuur 11. Gevonden maxima en minima van gesimuleerde droge stof hoeveelheid in de knol voor alle doorgerekende combinaties van waarden van situatiebeschrijvende variabelen ten opzichte van het gemiddelde van alle simulaties.



Figuur 12. Vergelijking van observaties van de hoeveelheid droge stof in de knol (kg ha⁻¹) met het gemiddelde van alle simulaties per teler-behandeling combinatie.



Figuur 13. Vergelijking van observaties van de hoeveelheid droge stof in de knol (kg ha⁻¹) met het maximum van alle simulaties per teler-behandeling combinatie.