

Irrigatietrappen in knolselder

Proefnummer: OO_BIO22SEK_WA01

Trial Identificatie opdrachtgever:

identificatie opdrachtgever: Inagro, provinciaal extern verzelfstandigd agentschap in
privaatrechtelijke vorm

leperseweg 87 8800 ROESELARE

Contact persoon: France Philippe

uitgevoerd door:

Inagro VZW

leperseweg 87

8800 Rumbeke-Beitem

Manager:

Greet Ghekiere

Onderzoeksleider:

Barbry Joran

Praktijkonderzoeker:

Barbry Joran

Expert:

France Philippe

Periode:

2022

Goedgekeurd door:

Onderzoeksleider:

Manager:

1. Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| 1. INHOUDSOPGAVE | 2 |
| 2. DOELSTELLINGEN | 3 |
| 3. MATERIAAL EN METHODEN | 3 |
| 3.1. PROEFGEWAS EN CULTIVAR | 3 |
| 3.2. TEELTVERZORGING | 3 |
| 3.3. PROEFPLAN DETAILS | 3 |
| 3.4. OBJECTEN | 4 |
| 3.5. BEOORDELINGEN EN REGISTRATIE | 4 |
| 3.5.1. <i>Effectiviteit</i> | 4 |
| 3.5.2. <i>Opbrengst en kwaliteit</i> | 5 |
| 4. PROEFOMSTANDIGHEDEN | 6 |
| 4.1. OVERZICHT VAN TEELT- EN PROEFVERLOOP | 6 |
| 5. BODEM EN KLIMAAT | 7 |
| 5.1. BODEM | 7 |
| 5.2. KLIMAAT..... | 8 |
| 6. RESULTATEN | 9 |
| 6.1. AFWIJINGEN T.O.V. EPPO | 9 |
| 6.2. AFWIJINGEN T.O.V. HET PROEFPROTOCOL..... | 9 |
| 6.3. VERLOOP ZUIGSPANNING..... | 9 |
| 6.4. VELDKENMERKEN | 13 |
| 6.5. OPBRENGST | 14 |
| 6.6. SORTERING | 14 |
| 6.7. KNOLKENMERKEN | 15 |
| 6.8. VERLOOP NITRAAT-N..... | 17 |
| 6.9. DRONEWAARNEMINGEN | 18 |
| 6.9.1. <i>NDVI</i> | 18 |
| 6.9.2. <i>NDRE</i> | 19 |
| 7. BESPREKING | 24 |
| 8. BESLUIT | 25 |

2. Doelstellingen

Daar water kostbaar is, is het oordeelkundige inzetten van water een absolute prioriteit. Efficiënt watergebruik kan door enkel te irrigeren wanneer nodig en door te zorgen voor een uniforme waterverdeling. Om meer inzicht te krijgen in de irrigatienood van knolselder, worden in het project “irrigatie in bio” bij de partners PSKW en Inagro verschillende proeven aangelegd met irrigatietrappen. Daarbij is de hoogste trap een lichte overschatting van de optimale of wat als meest gangbare watergift in de praktijk wordt beschouwd. Daarnaast worden er in twee trappen minder geïrrigeerd telkens met een verschil in de orde van $\pm 20\text{-}30\%$. In deze proef vatten we dit op als vroege versus late irrigatie. Het doel is nagaan of er met minder irrigatiebeurten evenwaardige opbrengsten en kwaliteit behaald kan worden.

3. Materiaal en methoden

3.1. PROEFGEWAS EN CULTIVAR

De proef wordt uitgevoerd in een teelt van knolselder, cultivar Markiz van zaadhuis Nunhems.

3.2. TEELTVERZORGING

De teeltverzorging wordt uitgevoerd overeenkomstig de Praktijkguides van het Departement Landbouw & Visserij van de Vlaamse overheid en overeenkomstig het Vlaams lastenboek voor de biologische productiemethode. Eventuele gewasbescherming is uniform en overeenkomstig de lokale teeltpraktijk voor het volledige proefterrein.

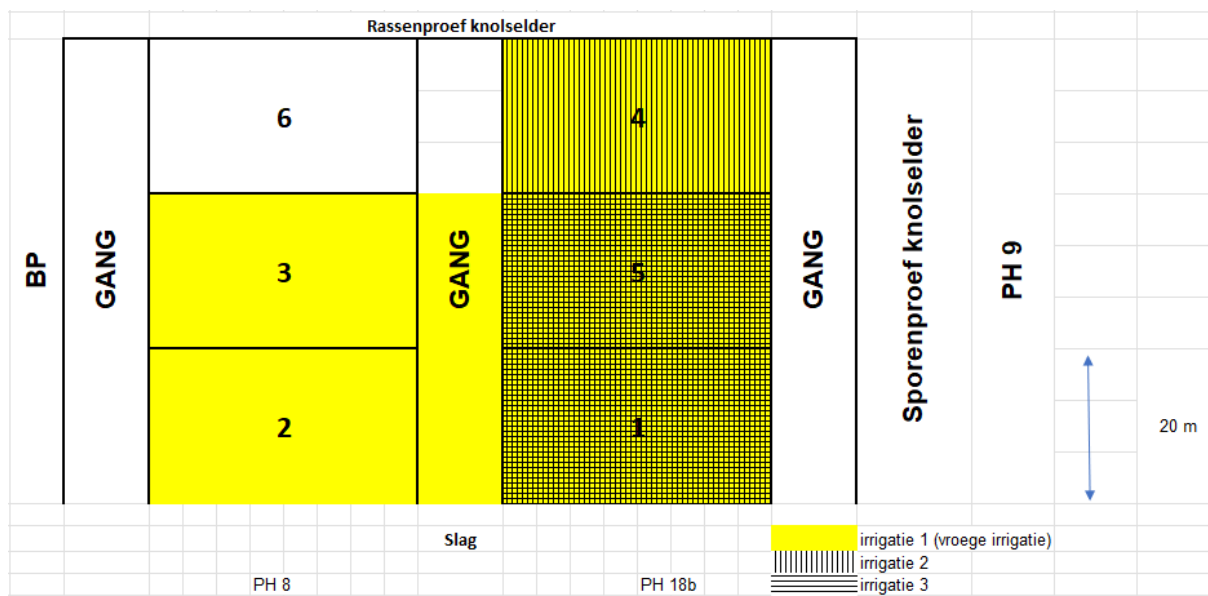
3.3. PROEFPLAN DETAILS

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| Bruto plot | Breedte: 3m, lengte: 10m |
| Netto plot | Breedte: 1,5m, lengte: 6,4m |
| Aantal parallellen: | 4 |
| Controle object: | ingesloten |

Wegens praktische moeilijkheden om met de beregeningsboom een gerandomiseerde blokkenproef aan te leggen, kan in deze proef enkel met technische herhalingen gewerkt worden, die dicht bij elkaar liggen.

De proef werd uitgevoerd op een perceel van het proefbedrijf (PH10) voor biologische teelt van Inagro te Rumbeke-Beitem. De coördinaten van de hoekpunten zijn:

| Longitude | Latitude |
|-----------|-----------|
| 3,130040 | 50,904718 |
| 3,130539 | 50,904869 |
| 3,130186 | 50,905337 |
| 3,129676 | 50,905200 |



Figuur 1: Schematische voorstelling proefplan

3.4. OBJECTEN

Overzicht van de voorziene objecten

| Nr | Omschrijving object | Voorziena irrigatiebeurten |
|----|--|----------------------------|
| 1 | Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 1, 2, 3 en 4 |
| 2 | Vroege en late irrigatie | 1 en 4 |
| 3 | Vroege irrigatie | 1 |
| 4 | Irrigatietrap 2 – minus 40-60% | 1, 2 |
| 5 | Irrigatietrap 3 – minus 20-30% | 1, 2 en 3 |
| 6 | Geen irrigatie | geen |

Irrigatie met de beregeningsboom

Oorspronkelijk was het plan om met maximaal 4 irrigatiebeurten te werken. De vierde irrigatiebeurt viel weg doordat er in september voldoende neerslag was. Daardoor vielen object 2 en object 5 weg en uiteindelijk kregen we onderstaande objecten:

| Nr | Omschrijving object | Irrigatiebeurten |
|----|---|----------------------|
| 1 | Irrigatietrap 1 - optimaal (3x) | 1, 2, 3 |
| 2 | Vroege en late irrigatie | 1 en 4 |
| 3 | Irrigatietrap 3 – minus 66% / 1x vroeg | 1 |
| 4 | Irrigatietrap 2 – minus 33% / 2 x vroeg | 1, 2 |
| 5 | Irrigatietrap 3 – minus 20-30% | 1, 2 en 3 |
| 6 | Geen irrigatie | geen |

3.5. BEOORDELINGEN EN REGISTRATIE

3.5.1. Effectiviteit

Gewasstand wordt beoordeeld op:

- gewasstand: 1 = zeer slecht; 9 = zeer goed
- looflengte: 1= kort; 9= lang
- uniformiteit: 1 = zeer heterogeen ; 9 = zeer homogeen

- groeiwijze: 1= vlak ; 9 = opgericht
- grondbedekking: 1= slecht; 9= goed
- bladkleur: 1= zeer bleek; 9= zeer donkergroen
- knolvorming: 1= geen; 9= zeer veel
- sleet: 1= zeer veel; 9= geen
- septoria: 1= zeer veel; 9= geen

Bodemvocht wordt opgevolgd met wekelijkse analyse van bodemstalen.

3.5.2. Opbrengst en kwaliteit

Per veldje: 40 knollen oogsten en daarvan:

- Bruto gewicht en totaal aantal
- Gewicht en # met schurft
- Gewicht en # met kloven
- Gewicht en # met meerdere koppen
- Gewicht en # rot
- Gewicht en # misvormd
- Gewicht en # dubbele
- Gewicht en # opschieters
- Gewicht en # hol
- Gewicht marktbaar= gewicht gezond + met schurft + met kloven + met meerdere koppen
- Sortering: <800g, 801-1000g, 1001-1200g, 1201-1400g, 1401-1600g, >1600g

Voor uitwendige kwaliteit volgende knolkenmerken beoordelen:

- Kleur huid: 1= zeer groen; 9= zeer wit
- Gladheid huid: 1= zeer ruw; 9= zeer glad
- Grote bruine vlekken: 1= zeer veel; 9= geen
- Algemeen uitwendig: 1= zeer slecht; 9= zeer goed
- Schurft: 1= zeer veel; 9= geen

Voor inwendige kwaliteit volgende knolkenmerken beoordelen:

- Kleur vlees: 1= zeer bruin; 9= zeer wit
- Inwendige holheid: 1= zeer hol; 9= niet hol
- Inwendige bruine vlekken: 1= zeer veel; 9= geen
- Inwendig grijsrot: aantal op 5 en %
- Vastheid: 1= zeer zacht; 9= zeer vast
- Algemeen uitzicht inwendig: 1= zeer slecht; 9= zeer goed

4. Proefomstandigheden

4.1. OVERZICHT VAN TEELT- EN PROEFVERLOOP

Overzicht van teelt- en proefverloop

| Tijdstip | Activiteit |
|--------------------------|--|
| 16/03/2022 | Bewerken met Treffler TGA precisiecultivator |
| 13/04/2022 | Bemesting vaste runderstalmest (30 ton/ha) en inwerken met Treffler TGA precisiecultivator |
| 20 en 27/04/2022 | Bewerken met Treffler TGA precisiecultivator |
| 09/05/2022 | Doortrekken met Carré Neolab en rotoeggen |
| 10/05/2022 | Planten en bemesting OPF (11-0-6) 30 E/ha |
| 12/05/2022 | Plaatsen tensiometers |
| 17, 27, 30/05/2022 | Wiedeggen |
| 31/05 en 8/06/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht |
| 10 en 14/06/2022 | Wiedeggen |
| 16/06/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht |
| 22/06/2022 | Wiedeggen |
| 24/06 en 1/07/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht |
| 7/07/2022 | Schoffelen met kleine mesjes, torsies en wiedegelementen |
| 08 en 13/07/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht |
| 13/07/2022 | Wiedeggen |
| 19 en 27/07/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht |
| 27/07/2022 | Staalname nitraat (mengstaal per object) |
| 28/07/2022 | Watergift 1: 30 l/m ² objecten 1, 2, 3, 4 en 5 + controle watergift |
| 3/08/2022 | Uitlezen tensiometers en staalname bodemvocht in object 1 en 6 |
| 8/08/2022 | Wiedeggen |
| 10/08/2022 | Uitlezen tensiometers |
| 16/08/2022 | Watergift 2: 30 l/m ² objecten 1, 4 en 5 |
| 17/08/2022 | Uitlezen tensiometers |
| 19/08/2022 | Bemesting Bortrac 150 3 l/ha en Epso Microtop 15 kg/ha |
| 23/08/2022 | Grondstaalname bodemvocht en nitraat (mengstaal per object) |
| 24/08/2022 | Beoordeling gewas en schoffelen met kleine mesjes, torsies en wiedegelementen en uitlezen tensiometers |
| 30/08/2022 | Watergift 3: 30 l/m ² objecten 1 en 5 + controle watergift |
| 1/09/2022 | Uitlezen tensiometers en bemesting Bortrac 150 3 l/ha en Epso Microtop 15 kg/ha |
| 14, 23 en 30/09/2022 | Uitlezen tensiometers |
| 3/10/2022 | Grondstaalname (mengstaal per object) |
| 5/10/2022 | Beoordeling gewas |
| 7, 14, 21, 28/10/2022 | Uitlezen tensiometers |
| 4/11/2022 | Uitlezen en verwijderen tensiometers en grondstaalname restnitraat |
| 7/11/2022 | Beoordeling gewas |
| 9 en 10/11/2022 | Oogst |
| 18/11/2022 | Wassen en beoordeling knollen |

5. Bodem en klimaat

5.1. BODEM

De proef werd uitgevoerd op een zandleembodem, op het proefbedrijf voor biologische landbouw van Inagro in Beitem. Er werd aan het begin van het teeltseizoen een standaardgrondontleding en een stikstofanalyse uitgevoerd. Er is voldoende koolstof aanwezig en de pH is normaal.

Tabel 1; bouwvooranalyse, staalname 22/02/2022

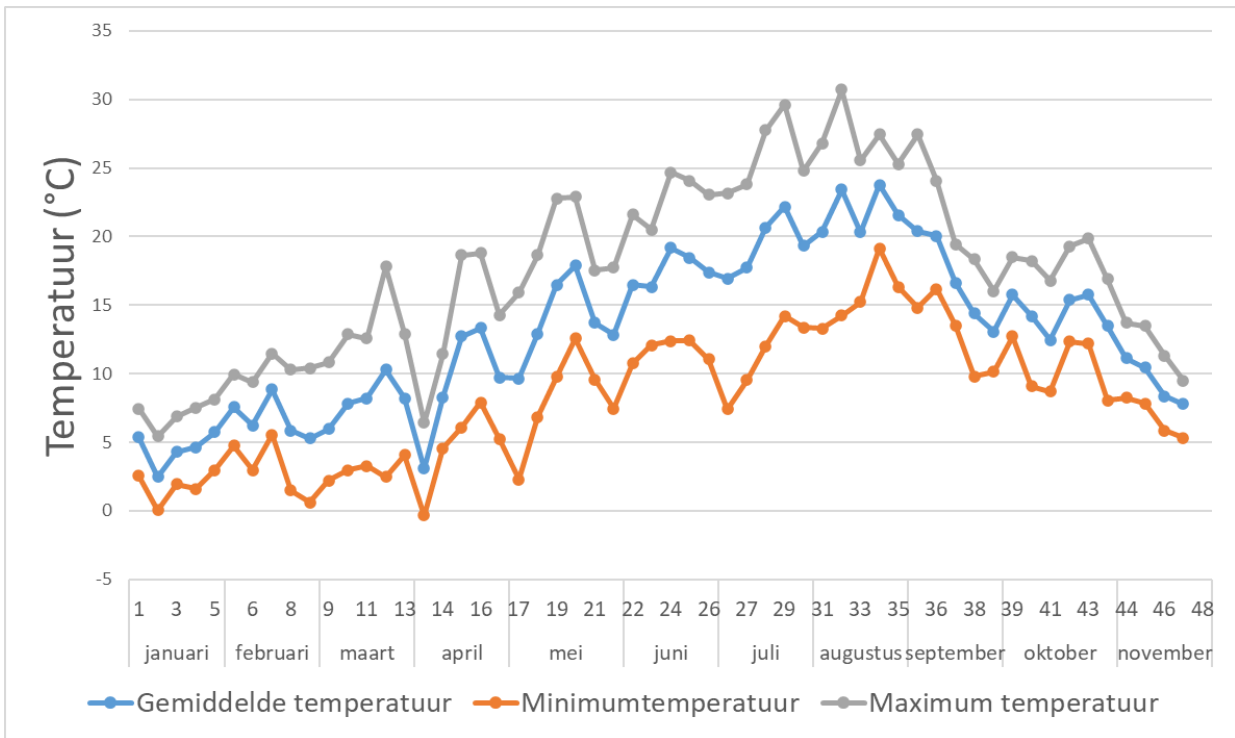
| Bouwvoor | | | | Beoordeling (2) | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|------------------------|------|
| Monsternummer (0-30 cm): 22-06782-GR | | | | | |
| Parameter | Eenheid | Resultaat | Streefzone (1) | Laag | Hoog |
| Textuur | | Zandleem | | | |
| pH | pH eenheden | 6,3 | 5,5 - 6,0 | ●●●●●○○○ | |
| Organische koolstof | % OC op droge grond | 1,16 | 1 - 1,5 | ●●●●○○○○ | |
| Fosfor | mg/100g droge grond | 36 | 12 - 20 | ●●●●●●●● | |
| Kalium | mg/100g droge grond | 24 | 14 - 23 | ●●●●●○○○ | |
| Magnesium | mg/100g droge grond | 17 | 9 - 16 | ●●●●●○○○ | |
| Calcium | mg/100g droge grond | 150 | 102 - 268 | ●●●●○○○○ | |
| Natrium | mg/100g droge grond | <2,0 | 3,1 - 6,7 | ●●○○○○○○ | |
| Zwavel | mg/100g droge grond | <2,0 | 2,3 - 3 | ●●○○○○○○ | |

Tabel 2: stikstofanalyse, staalname 6/04/2022

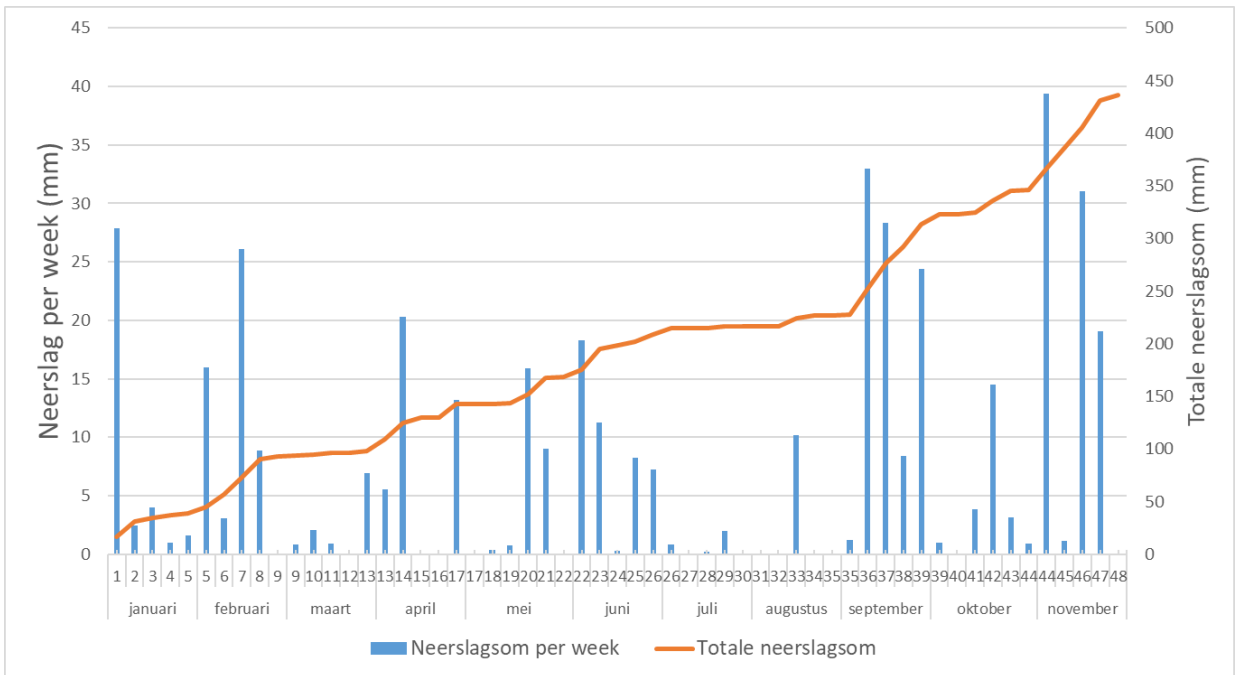
Stikstof

| Laag | Monsternummer | Nitraat | Ammonium | Droge stof |
|------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| | | kg/ha NO ₃ -N DS | kg/ha NH ₄ -N DS | % |
| 0 - 30 cm | 22-14513-GR | 27 | <4 | 82,7 |
| 30 - 60 cm | 22-14514-GR | 16 | <4 | 83,8 |
| 60 - 90 cm | 22-14515-GR | 20 | <4 | 83,2 |

5.2. KLIMAAT



Figuur 2 Temperatuurverloop seizoen 2022



Figuur 3: Neerslagsom per week en totaal voor 2022

6. Resultaten

De resultaten werden verwerkt via het statistisch pakket AGROVA-R ontwikkeld door Inagro in R-taal en gevalideerd met SPSS.

Legende bij de resultaten tabellen:

- Waarden gevolgd door dezelfde letter zijn niet significant verschillend ($p=0,05$)
- KWV = Kleinste wezenlijk verschil; VC = variatiecoëfficiënt (%)
- p-waarde: * = Significant ($p<0,05$); ** = Zeer significant ($p<0,01$); *** = Uiterst significant ($p<0,001$); N.S. = Niet significant ($p\geq 0,05$)

De ruwe data bevinden zich in bijlage I bij het proefverslag.

6.1. AFWIJINGEN T.O.V. EPPO

Er zijn geen afwijkingen t.o.v. de EPPO.

6.2. AFWIJINGEN T.O.V. HET PROEFPROTOCOL

Proef uitgevoerd zoals beschreven in proefprotocol.

6.3. VERLOOP ZUIGSPANNING

Om de irrigatienood van het perceel op te volgen, volgden we de zuigspanning op met behulp van tensiometers. De zuigspanning geeft de energieverhouding weer in het water van de poriën in de bodem. Er is een verband tussen de zuigspanning en de hoeveelheid water in de poriën, en dat verband is gerelateerd met het bodemtype.

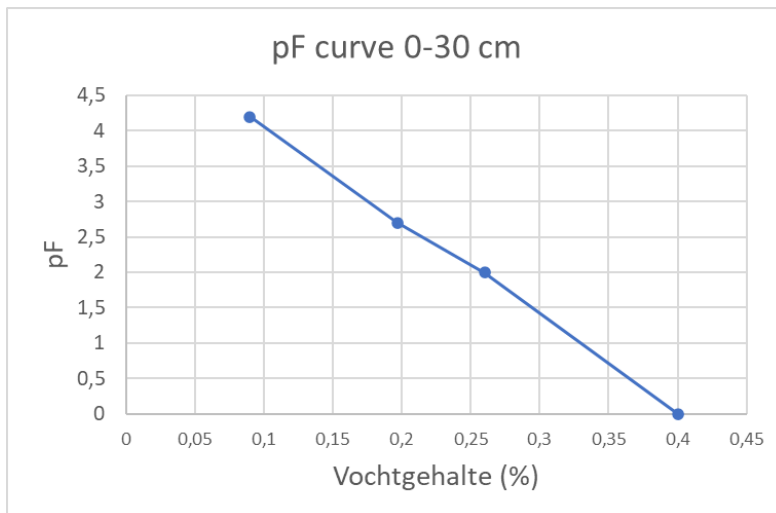
De pF-waarde is de logaritme met grondtal 10 van de zuigspanning gemeten in cm waterdruk (= hPa). Voor een specifieke bodem kan een pF-curve opgesteld worden die het verband toont tussen de zuigspanning en het vochtgehalte van een bodem.

In een met water verzadigde bodem is de pF 0. Door zwaartekracht zal water uit de bodem lopen tot een pF waarde van 1.8 voor zandbodems en 2.5 voor kleibodems is bereikt. Bij deze waarde spreekt men van veldcapaciteit van de bodem. Een pF waarde van 4.2 geeft het verwelkingspunt van de bodem weer. De hoeveelheid voor de plant beschikbaar water bevindt zich tussen pF 1.8 (zand) -2.5 (klei) en pF 4.2.

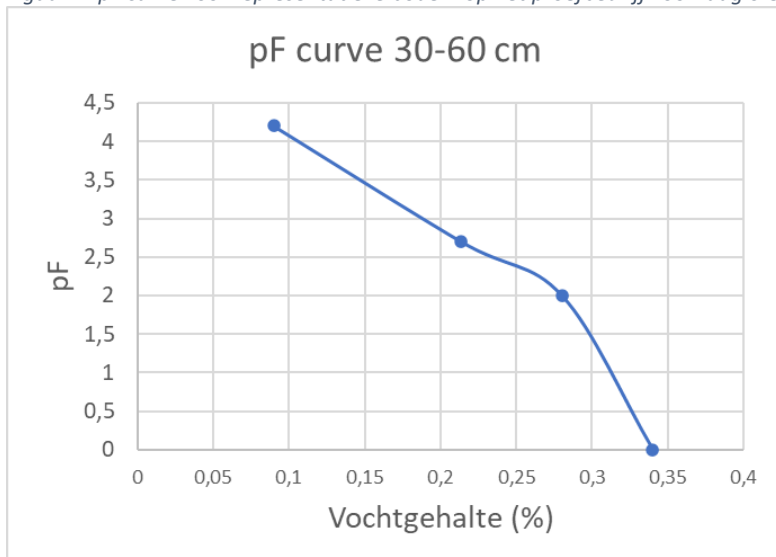
Op een perceel van het proefbedrijf namen we grondstalen om de pF curves op te stellen.

Tabel 3: Analyseresultaten grondstalen voor de pF curves.

| | DROGE BULKDENSITEIT T (G/CM3) (0385GR) | VOCHTGEHALT E BIJ PF 0 (CM3/CM3) (0351GR) | VOCHTGEHALT E BIJ PF 2 (CM3/CM3) (0371GR) | VOCHTGEHALT E BIJ PF 2.7 (CM3/CM3) (0378GR) | VOCHTGEHALT E BIJ PF 4. 2 (CM3/CM3) (0395GR) |
|---------------------------------|---|--|--|--|---|
| PH 18A - D953 - 0-30 | 1,42 | 0,4 | 0,26 | 0,19 | 0,09 |
| PH 18A - D885 - 30-60 | 1,58 | 0,38 | 0,32 | 0,24 | 0,09 |
| PH 18A - D879 - 0-30 | 1,37 | 0,42 | 0,25 | 0,19 | 0,09 |
| PH 18A - D682 - 30-60 | 1,72 | 0,31 | 0,27 | 0,22 | 0,1 |
| PH 18A - D468 - 0-30 | 1,53 | 0,38 | 0,27 | 0,21 | 0,09 |
| PH 18A - D953 - B314 - 30-60 | 1,61 | 0,33 | 0,25 | 0,18 | 0,08 |



Figuur 4: pF curve voor representatieve bodem op het proefbedrijf voor laag 0-30 cm.



Figuur 5: pF curve voor representatieve bodem op het proefbedrijf voor laag 30-60 cm.

In de proef werden twee tensiometers per object geplaatst op 30 cm diepte. Hieronder het verloop van de gemiddelde zuigspanning per object en de corresponderende pF waarde.

Tabel 4: gemiddelde zuigspanning in centibar (of kPa) per object

| | 31/05 | 8/06 | 16/06 | 24/06 | 1/07 | 8/07 | 13/07 | 19/07 | 27/07 | 3/08 | 10/08 | 17/08 | 24/08 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| IRRIGATIETRAP 1 - OPTIMAAL (INTENSIEF) | 14 | 12 | 13 | 13,5 | 17,25 | 19,75 | 21,5 | 26,75 | 36,25 | 34 | 46,5 | 14,5 | 16 |
| IRRIGATIETRAP 3 - MINUS 66% / VROEGE IRRIGATIE | 15,5 | 14,75 | 15,5 | 20 | 25,75 | 32,75 | 44 | 64,5 | 97,25 | 105,5 | 131,75 | 167 | 199 |
| IRRIGATIETRAP 2 – MINUS 33% | 14,5 | 14 | 15 | 20 | 20,5 | 22,5 | 25 | 32 | 46,5 | 36,5 | 56 | 23 | 16,5 |
| GEEN IRRIGATIE | 20 | 18,5 | 18,5 | 22,5 | 28,5 | 34 | 43,5 | 63,5 | 100 | 135,5 | 151,5 | 180 | 193,5 |

Tabel 5: gemiddelde zuigspanning in centibar (of kPa) per object (vervolg)

| | 1/09 | 7/09 | 14/09 | 23/09 | 30/09 | 7/10 | 14/10 | 21/10 | 28/10 | 4/11 |
|---|--------|--------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| IRRIGATIETRAP 1 - OPTIMAAL (INTENSIEF) | 10,75 | 16,75 | 10 | 14,25 | 7,5 | 10 | 11 | 12,25 | 13,5 | 9,25 |
| IRRIGATIETRAP 3 - MINUS 66% / VROEGE IRRIGATIE | 176,25 | 178,75 | 177,5 | 179,75 | 1,5 | 10 | 12,75 | 15,75 | 20,75 | 8 |
| IRRIGATIETRAP 2 – MINUS 33% | 24 | 34 | 31,5 | 21,5 | 8 | 11 | 13 | 14 | 16,5 | 11,5 |
| GEEN IRRIGATIE | 199 | 199 | 199 | 199 | 1,5 | 13,5 | 16 | 18,5 | 24,5 | 5 |

Tabel 6: Corresponderende pF waardes (log10(hPa))

| | 31/05 | 8/06 | 16/06 | 24/06 | 1/07 | 8/07 | 13/07 | 19/07 | 27/07 | 3/08 | 10/08 | 17/08 | 24/08 |
|--|-------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| IRRIGATIETRAP 1 - OPTIMAAL (INTENSIEF) | 3,15 | 3,08 | 3,11 | 3,13 | 3,24 | 3,30 | 3,33 | 3,43 | 3,56 | 3,53 | 3,67 | 3,16 | 3,20 |
| IRRIGATIETRAP 3- MINUS 66% / VROEGE IRRIGATIE | 3,19 | 3,17 | 3,19 | 3,30 | 3,41 | 3,52 | 3,64 | 3,81 | 3,99 | 4,02 | 4,12 | 4,22 | 4,30 |
| IRRIGATIETRAP 2 – MINUS 33% | 3,16 | 3,15 | 3,18 | 3,30 | 3,31 | 3,35 | 3,40 | 3,51 | 3,67 | 3,56 | 3,75 | 3,36 | 3,22 |
| GEEN IRRIGATIE | 3,30 | 3,27 | 3,27 | 3,35 | 3,45 | 3,53 | 3,64 | 3,80 | 4,00 | 4,13 | 4,18 | 4,26 | 4,29 |

Tabel 7: Corresponderende pF waardes (log10(hPa)) (vervolg)

| | 1/09 | 7/09 | 14/09 | 23/09 | 30/09 | 7/10 | 14/10 | 21/10 | 28/10 | 4/11 |
|--|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| IRRIGATIETRAP 1 - OPTIMAAL (INTENSIEF) | 3,03 | 3,22 | 3,00 | 3,15 | 2,88 | 3,00 | 3,04 | 3,09 | 3,13 | 2,97 |
| IRRIGATIETRAP 3- MINUS 66% / VROEGE IRRIGATIE | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 2,18 | 3,00 | 3,11 | 3,20 | 3,32 | 2,90 |
| IRRIGATIETRAP 2 – MINUS 33% | 3,38 | 3,53 | 3,50 | 3,33 | 2,90 | 3,04 | 3,11 | 3,15 | 3,22 | 3,06 |
| GEEN IRRIGATIE | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 2,18 | 3,13 | 3,20 | 3,27 | 3,39 | 2,70 |

6.4. VELDKENMERKEN

| Object | Gewasstand | | | Uniformiteit | | | Grondbedekking | | |
|--|-------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 5,5 | 6,0 | 7,0 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 5,5 | 6,0 | 6,0 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 7,0 | 7,5 | 8,5 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 6,0 | 7,5 | 7,5 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 7,0 | 8,0 | 8,5 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 6,0 | 8,0 | 7,5 |
| Geen irrigatie | 4,0 | 4,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 6,0 | 4,5 | 4,5 | 5,5 |
| Gemiddelde | 6,0 | 6,7 | 7,6 | 6,3 | 6,8 | 7,3 | 5,6 | 6,7 | 6,7 |
| 1= | zeer slecht | | | zeer heterogeen | | | | | |
| 9= | zeer goed | | | zeer uniform | | | | | |

| Object | Bladkleur | | | Groeiwijze | | | Looflengte | | |
|--|------------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 7,0 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,0 | 6,5 | 6,5 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 7,0 | 7,5 | 7,5 | 7,0 | 7,5 | 6,5 | 6,5 | 8,0 | 8,0 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 7,0 | 7,5 | 7,5 | 7,0 | 7,5 | 6,5 | 6,5 | 8,5 | 8,0 |
| Geen irrigatie | 6,0 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 |
| Gemiddelde | 6,8 | 7,3 | 7,5 | 7,0 | 7,3 | 6,8 | 6,1 | 7,3 | 7,2 |
| 1= | zeer bleek | | | vlak | | | kort | | |
| 9= | zeer donkergroen | | | opgericht | | | lang | | |

| Object | Knolvorming | | | Sleet | | | Septoria | | |
|--|-------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov | 24/aug | 5/okt | 7/nov |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 5,5 | 6,5 | 7,0 | 6,0 | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 8,5 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 6,5 | 8,0 | 8,5 | 7,0 | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 8,5 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 6,5 | 8,5 | 8,5 | 7,0 | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 8,5 |
| Geen irrigatie | 4,0 | 4,5 | 6,0 | 4,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 8,5 |
| Gemiddelde | 5,8 | 7,1 | 7,6 | 6,3 | 8,4 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 8,5 |
| 1= | geen | | | zeer veel | | | zeer veel | | |
| 9= | zeer veel | | | geen | | | geen | | |

6.5. OPBRENGST

| Object | Opbrengst | | zonder schurft | Stukgewicht | % marktbaar |
|--|-----------|----------|----------------|-------------|-------------|
| | kg/ha | relatief | | | |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 51240 | 88 | 46891 | 1300 | 95,0 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 68620 | 118 | 64211 | 1721 | 95,6 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 69391 | 119 | 62604 | 1686 | 98,8 |
| Geen irrigatie | 43945 | 75 | 37451 | 1089 | 96,9 |
| Gemiddelde | 58299 | 100 | 52789 | 1449 | 96,6 |

| Object | % knollen | | | | % Afval | | | % Wegval | |
|--|-----------|-------------|------------|-----------------|---------|---------|----------|----------|-----|
| | gaaf | met schurft | met kloven | meerdere koppen | rot | dubbele | misvormd | | hol |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 85,6 | 8,1 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 88,1 | 6,3 | 0,0 | 1,3 | 0,6 | 2,5 | 1,3 | 0,0 | 0,0 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 86,3 | 9,4 | 0,0 | 3,8 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 |
| Geen irrigatie | 80,0 | 13,1 | 1,9 | 2,5 | 0,0 | 1,3 | 1,9 | 0,0 | 0,0 |
| Gemiddelde | 85,0 | 9,2 | 0,5 | 2,2 | 0,3 | 0,9 | 2,0 | 0,2 | 0,0 |

6.6. SORTERING

| Object | Sortering naar aantal (%) | | | | | |
|--|---------------------------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| | < 800g | 801-1000g | 1001-1200g | 1201-1400g | 1401-1600g | >1600g |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 5,1 | 14,3 | 17,5 | 23,0 | 25,8 | 14,3 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 1,3 | 1,3 | 4,6 | 9,9 | 19,0 | 63,9 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 0,0 | 0,6 | 6,3 | 11,4 | 19,6 | 62,1 |
| Geen irrigatie | 16,7 | 22,6 | 28,4 | 18,7 | 10,4 | 3,3 |
| Gemiddelde | 5,8 | 9,7 | 14,2 | 15,8 | 18,7 | 35,9 |

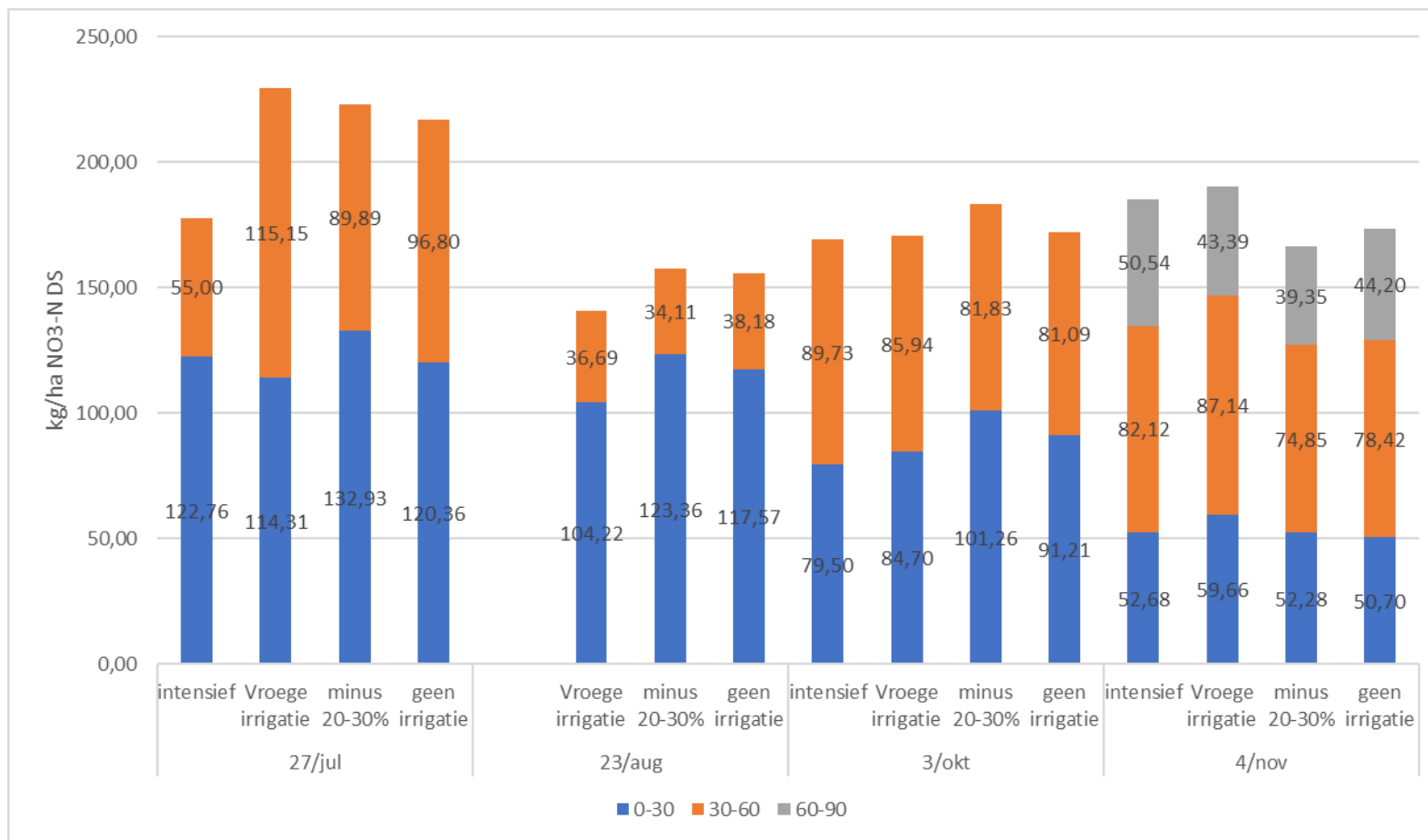
| Object | Sortering naar gewicht (%) | | | | | |
|--|----------------------------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| | < 800g | 801-1000g | 1001-1200g | 1201-1400g | 1401-1600g | >1600g |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 2,8 | 10,2 | 15,6 | 23,3 | 29,5 | 18,7 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 0,5 | 0,8 | 3,1 | 7,4 | 16,7 | 71,5 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 0,0 | 0,4 | 4,3 | 8,8 | 17,9 | 68,7 |
| Geen irrigatie | 10,9 | 19,5 | 29,1 | 21,7 | 13,7 | 5,0 |
| Gemiddelde | 3,5 | 7,7 | 13,0 | 15,3 | 19,4 | 41,0 |

6.7. KNOLKENMERKEN

| Object | Inwendig | | | | | |
|--|-----------------------|----------|--------------|----------------|------------------------|----------------|
| | holheid | grijsrot | Kleur vlees | bruine vlekken | Vastheid | inwendig |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 8,1 | 5,0 | 7,7 | 8,4 | 7,3 | 7,5 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 8,0 | 10,0 | 7,6 | 8,0 | 7,5 | 6,9 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 8,2 | 0,0 | 7,8 | 8,3 | 7,3 | 7,4 |
| Geen irrigatie | 8,5 | 0,0 | 7,5 | 8,1 | 7,4 | 7,8 |
| Gemiddelde | 8,2 | 3,8 | 7,7 | 8,2 | 7,3 | 7,4 |
| | 1= hol 9= niet hol | | bruin wit | veel geen | niet vast zeer vast | slecht goed |

| Object | Uitwendig | | | | | Doormeter knol (cm) | Hoogte knol (cm) |
|--|--------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|---------------------|------------------|
| | Kleur huid | Gladheid huid | vlekken | Schurft | uitwendig | | |
| Irrigatietrap 3 - minus 66% / Vroege irrigatie | 6,4 | 7,1 | 6,5 | 7,3 | 7,0 | 14,2 | 14,8 |
| Irrigatietrap 2 - minus 33% | 6,5 | 7,4 | 6,6 | 7,6 | 7,4 | 15,8 | 16,4 |
| Irrigatietrap 1 - optimaal (intensief) | 6,9 | 7,5 | 6,6 | 7,6 | 7,4 | 15,4 | 15,9 |
| Geen irrigatie | 6,4 | 6,0 | 6,3 | 6,6 | 6,3 | 13,5 | 13,5 |
| Gemiddelde | 6,5 | 7,0 | 6,5 | 7,3 | 7,0 | 14,7 | 15,1 |
| | 1= groen 9= wit | ruw effen | veel geen | veel geen | slecht goed | | |

6.8. VERLOOP NITRAAT-N



Figuur 6: Verloop van hoeveelheid Nitraat-N over het seizoen in de verschillende objecten

6.9. DRONEWAARNEMINGEN

6.9.1. NDVI

De Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is de meest gebruikte index. Het is een simpele grafische indicator die gebruikt wordt om de dronedata te analyseren. Men kan met de NDVI controleren of de geobserveerde plekken levende vegetatie bevatten. De index is erop gebaseerd dat vegetatie een groot deel van het zichtbare licht gebruikt voor fotosynthese en het daardoor nauwelijks wordt teruggekaatst. NIR (Near Infrared) wordt daarentegen niet gebruikt door planten, en wordt teruggekaatst.

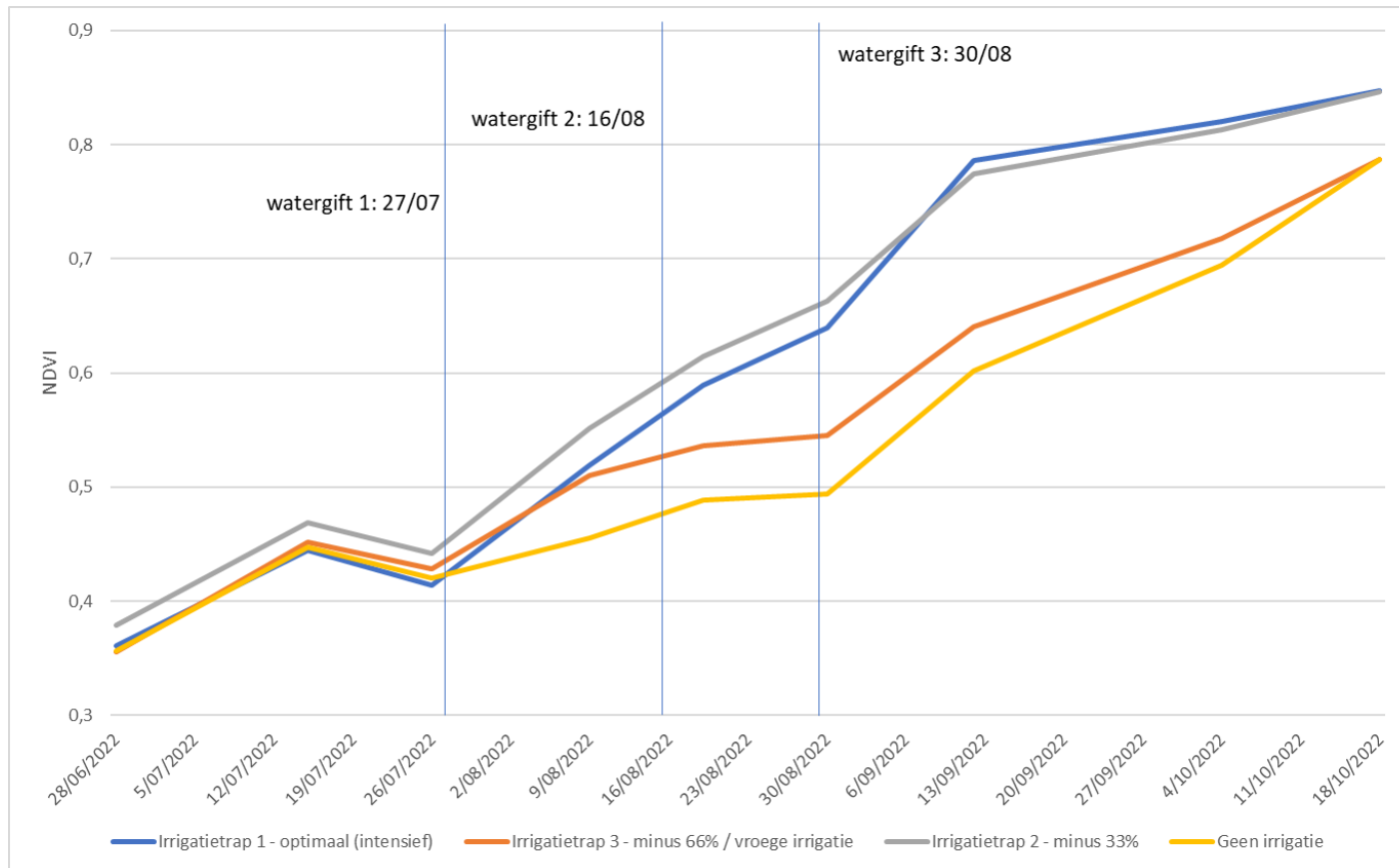
Gebruikt voor het meten van:

- Groeikracht
- Verschillen in beschikbaarheid van water in de bodem
- Hoeveelheid voedingsstoffen in het blad
- Potentiële opbrengst

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)}$$

De NDVI wordt als volgt berekend:

Waarbij NIR staat voor Near-Infrared (nabij-infrarood) en VIS staat voor Visible light (zichtbaar licht). De waarde varieert tussen de -1 en de 1, waarbij positieve waarden vanaf ongeveer 0,2 duiden op levende vegetatie.



Figuur 7: Verloop NDVI voor de verschillende objecten

6.9.2. NDRE

De Normalized Difference red edge index (NDRE) is een index die gevoelig is voor het chlorofylgehalte in het blad en variatie in bladoppervlakte: hoge NDRE waarden staan voor hogere chlorofylgehalten. Grond heeft de laagste waarde, ongezonde planten gemiddelde waarden, gezonde planten hebben de hoogste waarden. NDRE is zodoende een maat voor de plantgezondheid.

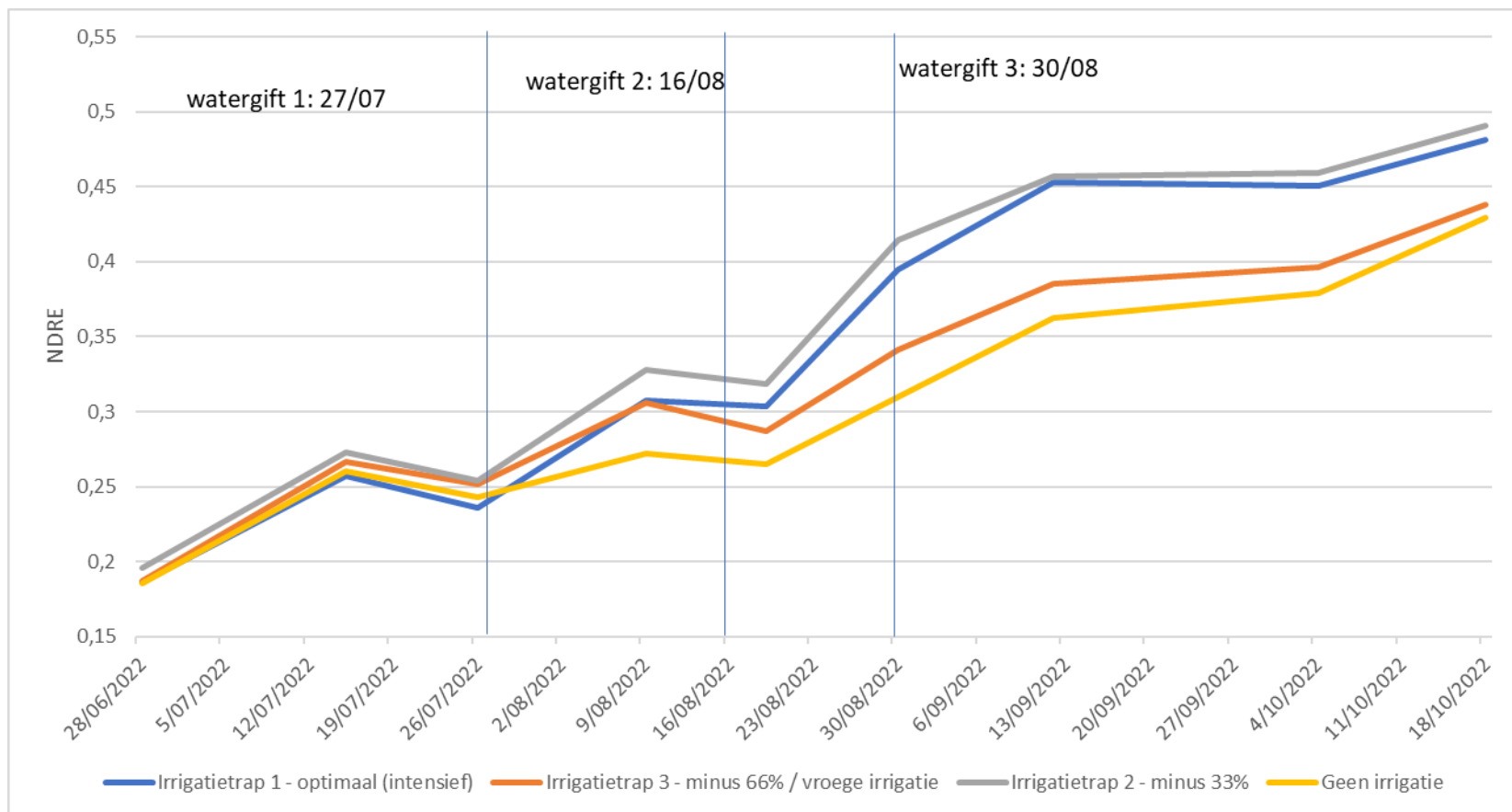
Gebruikt voor het meten van:

- Chlorofylgehalte in het blad
- Groeikracht
- Stress
- Mestbehoefte
- Stikstofopname

Het wordt berekend als volgt:

$$\text{NDRE} = \frac{(\text{NIR} - \text{RE})}{(\text{NIR} + \text{RE})}$$

Waarbij NIR staat voor Near-InfraRed (nabij-infrarood) en RE staat voor Red Edge licht. De waarde varieert tussen de -1 en de 1, waarbij positieve waarden vanaf ongeveer 0,2 duiden op levende vegetatie.



Figuur 8: verloop van NDRE voor de verschillende objecten



Figuur 9: knollen object: irrigatietrap 1 - optimaal



Figuur 10: knollen object: irrigatietrap 2: minus 33%



Figuur 11: knollen object: irrigatietrap 3: minus 66%



Figuur 12: knollen object: zonder irrigatie



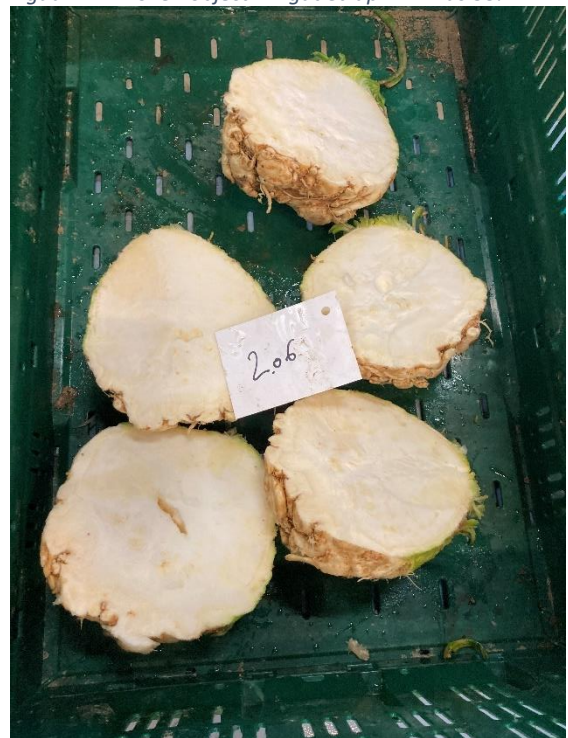
Figuur 10: knollen object: irrigatietrap 1 - optimaal



Figuur 11: knollen object: irrigatietrap 2: minus 33%



Figuur 12: knollen object: irrigatietrap 3: minus 66%



Figuur 13: knollen object: zonder irrigatie

7. Bespreking

De proef kon na een klimatologisch vrij normaal voorjaar starten onder gunstige omstandigheden. Er was voldoende bodemvocht aanwezig en de temperaturen waren normaal. In de maanden mei en juni kregen we regelmatig wat neerslag, wat ruim voldoende was voor de traag ontwikkelende knolselderplantjes. De zomermaanden juli en augustus waren droog – kurkdroog. Dat resulteerde in een gestaag stijgende zuigspanning in de bodem tot rond eind juli het verwelkingspunt in de buurt kwam (pF: 4,2). Daarom werd op 28 juli met irrigatie gestart voor alle objecten met irrigatie. Midden en eind augustus volgden nog twee irrigatiebeurten: één op 16 augustus voor irrigatietrap 1 en 2 en nog één op 31 augustus voor irrigatietrap 1. Vanaf september was er weer voldoende en regelmatige neerslag, waardoor een vierde irrigatiebeurt niet meer nodig was.

Als we het verloop van de pF waarde beschouwen, gemeten met tensiometers op een diepte van 30 cm, zien we dat voor het niet geïrrigeerde object de pF waarde vanaf 27 juli boven de 4 kwam en pas op het einde van september terug naar 2.18 zakte. Ook voor het object dat enkel een vroege irrigatiebeurt kreeg, stijgt de pF-waarde boven de 4 vanaf 3 augustus om pas eind september terug te zakken naar 2.18. Een pF waarde van 4.2 komt overeen met het “verwelkingspunt”, dit is het punt waarop er geen water in de bodem beschikbaar is voor de planten. We kunnen er dus van uit gaan dat de planten in het niet geïrrigeerde object en in het object dat enkel vroege irrigatie kreeg, gedurende augustus onder droogtestress te lijden hadden. Voor de andere twee objecten wordt op geen moment tijdens de teelt een pF waarde van 4 bereikt en lopen de pF-waarden vrij gelijk gedurende het ganse seizoen.

Het watertekort in de objecten zonder irrigatie en met enkel vroege irrigatie werd weerspiegeld in de alle beoordelingen: zowel de veldkenmerken, de opbrengst, de sortering en de kwaliteit. Voor alle beoordelingen scoren de objecten irrigatietrap 1 – optimale irrigatie en irrigatietrap 2 – minus 33% ongeveer gelijk. De regelmatige neerslag vanaf september heeft ervoor gezorgd dat de laatste irrigatiebeurt van 30 augustus uiteindelijk nog maar weinig effect had. Bij deze objecten wordt met ongeveer 70 ton / ha een normale opbrengst gerealiseerd. Het object met enkel een vroege irrigatiebeurt, mist een kleine 20 ton (51 ton / ha). Zonder irrigatie wordt slechts 44 ton gerealiseerd.

De NDVI en NDRE die bepaald werden met drone waarnemingen ondersteunen deze beoordelingen. Het verloop van beide indices is het laagst voor het niet geïrrigeerde object. Dit toont aan dat deze planten het kleinst waren en het meest te lijden hadden onder stress. Het object met enkel vroege irrigatie heeft amper betere waarden en de waarden van het object met meeste irrigatie en het object met 2 irrigatiebeurten lopen vrij gelijk.

Tijdens het seizoen werd op 4 tijdstippen de nitraatbeschikbaarheid in de bodem gemeten dmv een mengstaal per object. Begin april was 43 kg nitraat beschikbaar in de laag 0-60 cm. Bij de eerste staalname op 27 juli, net voor de eerste irrigatiebeurt, bedroeg de nitraatbeschikbaarheid bij elk object ongeveer 200 kg / ha in de laag 0-60. Dit wijst op een belangrijke N-vrijstelling uit de bodemorganische stof en bemesting in deze eerste seizoenshelft. Ook bij de volgende staalnames op 23 augustus, 4 oktober en 4 november zien we opvallend weinig verschil tussen de objecten onderling, ondanks de wezenlijke irrigatietrappen en opbrengstverschillen. Het nitraatgehalte blijft met ongeveer 150 kg / ha in de laag 0-60 cm vrij constant op een hoog niveau tot het einde van het seizoen. De nitraatresiduwaarde wordt in alle objecten ruim overschreden. Het verschil in opbrengst doet wel een verschil in N-vrijstelling tussen de objecten vermoeden.



Figuur 13: Overzichtsfoto proef op 29 juli 2022

8. Besluit

Onder de droge omstandigheden van 2022 resulteerden 2 irrigatiebeurten begin en half augustus in een significant betere gewasontwikkeling en meeropbrengst (69 ton / ha). Ondanks de regen en gunstige groeiomstandigheden vanaf begin september, kon het niet geïrrigeerde object dit geenszins bijbenen (43 ton / ha).

De opvolging van de zuigspanning met tensiometers blijkt in deze proef een goede manier om de droogtestress en de irrigatiebehoefte van het gewas op te volgen.

De nitraatbeschikbaarheid in de bodem voor de teelt bleef over het gehele seizoen op een hoog niveau en verschilde nauwelijks tussen de objecten. Uit de opbrengstverschillen kan wel een verschil in N-vrijstelling tussen de objecten vermoed worden.