Vroege scheutontwikkeling bij tomaat

Eindrapportage van onderzoek uitgevoerd in opdracht van Productschap Tuinbouw - PT project 14247

Steven P.C. Groot en Marco Busscher,
Plant Research International, Wageningen, University and Research centre,
Postbus 619, 6700AP, Wageningen

15 maart 2012

Inhoud

Samenvatting 2
Inleiding 4
Protocol en activiteiten 4
A – Plantontwikkeling bij tomaat 4
B - Protocol voor het bepalen van het ontwikkelingsstadium van een jonge tomatenplant (versie mei 2011) 8
C - Plantmateriaal 9
D – Waarnemingen en verwerking daarvan 9
Resultaten 11
A – Vroegheid van tros-initiatie 11
B – Snelheid van de bloemontwikkeling 12
C – Scheutlengte 13
D – Aantal bladeren 13
E –Conclusies 14
F – Communicatie 16
Annex 1 17
Samenvatting van de resultaten per bedrijf in grafiekvorm 17
Bedrijf 1 - Ontwikkeling trosaanleg 18
Bedrijf 1 - Scheutlengte 19
Bedrijf 1 - Aantal bladeren aan de scheut 20
Bedrijf 2 - Ontwikkeling trosaanleg 21
Bedrijf 2 - Scheutlengte 22
Bedrijf 2 - Aantal bladeren aan de scheut 23
Bedrijf 3 - Ontwikkeling trosaanleg 24
Bedrijf 3 - Scheutlengte 25
Bedrijf 3 - Aantal bladeren aan de scheut 26
Bedrijf 4 - Ontwikkeling trosaanleg 27
Bedrijf 4 - Scheutlengte 28
Bedrijf 4 - Aantal bladeren aan de scheut 29
Bedrijf 5- Ontwikkeling trosaanleg 30
Bedrijf 5- Scheutlengte 31
Bedrijf 5- Aantal bladeren aan de scheut 31
Bedrijf 6 - Ontwikkeling trosaanleg 32
Bedrijf 6 - Scheutlengte 32
Bedrijf 6 - Aantal bladeren aan de scheut 32

Samenvatting

In opdracht van het Productschap Tuinbouw hebben onderzoekers van Plant Research International (onderdeel van Wageningen UR) een methode ontwikkeld om de trosaanleg bij jonge tomatenplanten eenduidig te meten. De methode is door zes deelnemende bedrijven in de praktijk getest en de plantontwikkeling is onder begeleiding van de onderzoekers gedurende vier seizoenen gevolgd gedurende de opkweek van de planten.

Achtergrond
Voor de tomatenteler is het gewenst dat de tomatenplanten snel de eerste trossen vormen en dat die zich goed ontwikkelen. De plantenkweker kan hierin beperkt sturen afhankelijk van het ras en seizoen. Het is voor de plantenkwekers belangrijk dat die sturing op het juiste moment plaats vindt. Daarvoor is het nodig dat de plantenkweker weet, of kan bepalen in welk stadium van ontwikkeling de planten zich bevinden. Die ontwikkeling kan bovendien per jaargetijde, per type teelt (één of twee toppen) en per ras variëren. Er is behoefte om met twee voorbeeld rassen dit in verschillende jaargetijden te monitoren en daarbij ook vergelijkingen te maken tussen teeltcondities en plantenkwekers. Het project is een uitbreiding op een eerder PT project (Trosontwikkeling bij tomaat), waarbij nu de plantontwikkeling tijdens teelten in de vier seizoenen is onderzocht.

Practica voor het analyseren van de plantontwikkeling
In het voorgaande project is een methode ontwikkeld door Plant Research International om op regelmatige tijdstippen tijdens de opkweek de plantontwikkeling te kunnen meten en effecten van teeltmaatregelen te kunnen vergelijken. Het is belangrijk dat de plantenkwekers de plantontwikkeling zelf waarnemen, om op die manier de benodigde ervaring op te doen onder begeleiding van onderzoekers van Wageningen UR. Hierbij is onderzocht of het ontwikkelde protocol in de praktijk voldoet, of dat aanpassingen noodzakelijk zijn.
Er is een practicum verzorgd voor de zes deelnemende plantenkwekers aan het begin van het project. Vervolgens zijn de plantenkwekers aan de slag gegaan. Na twee serie waarnemingen is dit geëvalueerd en is er een aanpassing aan het protocol gemaakt. Uit de resultaten bleek dat bij de meeste plantenkwekers sprake was van een duidelijke leercurve. Hoe verder in het project des te nauwkeuriger de waarnemingen en des te sneller de analyses uitgevoerd konden worden. Een van de punten daarbij was de beschikbaarheid of aanschaf van een goede stereomicroscoop en ervaring met het gebruik van een microscoop.
Aan het eind van het project is aan de overige tomatenplantenkwekers een practicum aangeboden om te leren de scheutontwikkeling waar te nemen. Bijna alle tomatenplantenkwekers hebben nu een cursus gevolgd.

Waarnemingen
Het protocol bleek, na aanpassing, goed te werken. Het aantal planten dat per keer door de plantenkwekers is waargenomen was verschillend. De planten zijn geënt op een onderstam. Vijf van de zes bedrijven hebben de planten getopt boven het tweede blad van

de hoofdscheut, zoals afgesproken. Door communicatiefout heeft het zesde bedrijf getopt boven de kiemlobben. Dit laatste leverde duidelijk een afwijkend beeld in de ontwikkeling van de jonge plant met meer bladafsplitsing voor de overgang naar bloei. Hoewel niet uitgesloten kan worden dat verschillen in klimaat hier ook een bijdrage aan geleverd hebben. Die klimaten zijn door de individuele bedrijven wel geregistreerd, maar niet gedeeld in het project.
Bij de vijf bedrijven die boven het tweede blad hebben getopt was het begin van de plantontwikkeling vrij vergelijkbaar: de eerste bloemtros was bij beide rassen en in alle vier seizoenen meestal zichtbaar vanaf vier tot zes dagen na het toppen. Omdat minstens een of twee dagen duurt voordat bij het meristeem de bloemvorming zichtbaar is, betekent dit dat de moleculaire inductie van vegetatieve naar generatieve groei al binnen vier dagen na het toppen plaats vindt, mogelijk al na één of twee dagen. Er is dan ook weinig ruimte om het nog verder te vervroegen. Uit de waarneming dat in een enkel geval de bloemvorming later intrad, kan geconcludeerd worden dat door bepaalde klimaatcondities de omslag van vegetatief tot generatief eventueel uitgesteld kan worden. Als er getopt wordt boven de kiemlobben, duurt het zeker langer tot de eerste bloem zich ontwikkelt.
Hoewel de eerste bloem meestal na ongeveer vijf dagen zichtbaar werd, verschilde de snelheid van de ontwikkeling van de bloem tussen bedrijven en seizoenen. Die snelheid vertoonde een redelijke correlatie met de snelheid van de groei van de scheuten: teeltomstandigheden waar de scheut sneller groeide vertoonden ook een snellere ontwikkeling van de eerste bloem. Als de doelstelling is om de tomatenplanten eerder tot bloei te laten komen, is hier mogelijk eerder winst te behalen dan in het vervroegen van de omslag van vegetatief naar generatief.
Vanaf de bladoksel gerekend vormden beide zijscheuten zes tot zeven bladeren tot de eerste tros en daarna meestal drie bladeren tussen de opeenvolgende trossen. Hierin was weinig verschil tussen de bedrijven en de rassen.

Verdere aanpassing van het protocol
Het protocol kan efficiënter gemaakt worden. Omdat de beide scheuten aan één plant zeer gelijk op blijken te gaan, is het beter om van twee maal zoveel planten één scheut te meten, waardoor een beter beeld van de variatie in de populatie planten wordt verkregen. Omdat het aantal bladeren onder de eerste bloemtros vast ligt na de overgang van vegetatief naar generatief, is het afdoende om het aantal bladeren voor en tussen de trossen alleen bij de laatste waarneming te tellen. De relatie tussen scheutgroei en snelheid van de bloemontwikkeling maakt het zinvol om die scheutgroei goed bij te houden, evenals uiteraard de ontwikkelingsfasen van de bloem.

Inleiding

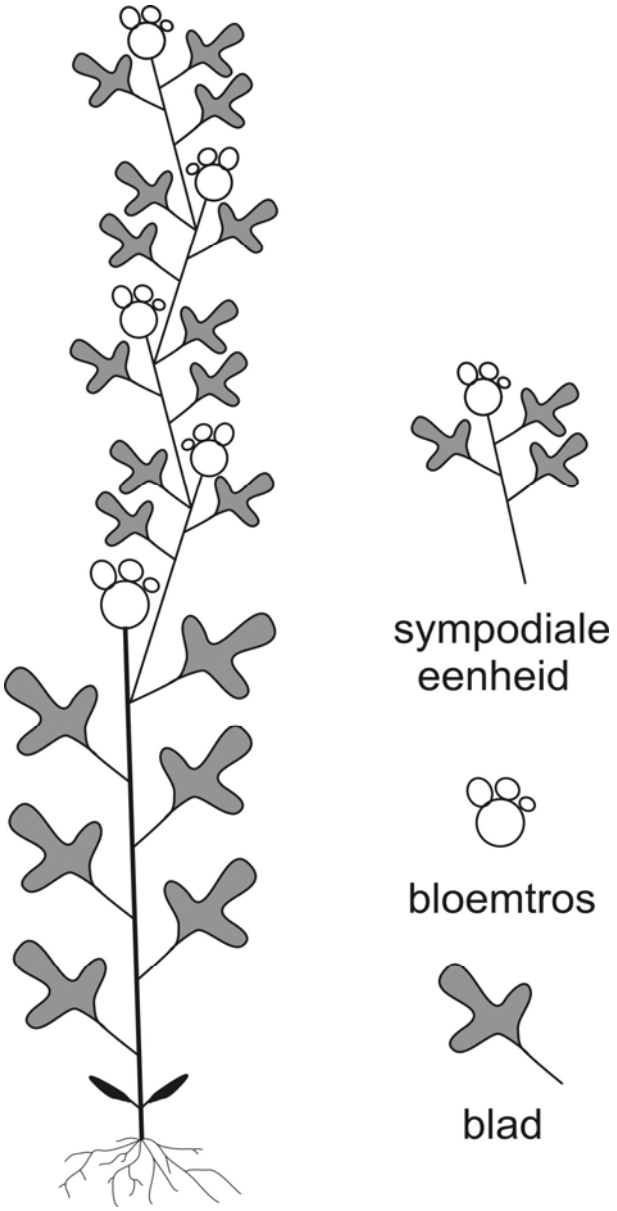
Tomaten telers wensen dat de planten snel bloeien en goed ontwikkelende vruchten produceren, De teelt van de meeste tomaten in Nederland en België vindt plaats aan planten die zijn geënt op een onderstam en met twee stengels per plant. Voor dat laatste worden de planten bij de plantenkweker in een vroeg stadium getopt. Plantenkwekers doen onderzoek om aan die behoefte te voldoen. Ze experimenteren met verschillende manieren van enten, het tijdstip en de plaats van het toppen en met variatie in (bij)belichting en temperatuur. De ervaring van de plantenkwekers is dat teeltmethoden en het klimaat inderdaad effect kunnen hebben. Het is van belang te weten wanneer de ontwikkelende plant gevoelig is voor het klimaat of andere behandelingen. Daarnaast is er de vraag of die gevoeligheid over de seizoenen verschilt.
Om de effecten van klimaat of teeltcondities te kunnen onderzoeken, is het nodig om de plantontwikkeling te kunnen meten en eventuele significantie te kunnen vaststellen. In een voorgaand project is een methode ontwikkeld om die ontwikkeling te kwantificeren. Deze methode is met een practicum aan zes deelnemende plantenkweekbedrijven overgebracht, zodat de plantenkwekers tijdens de teelt kunnen bepalen wanneer voor een specifiek ras de gevoelige momenten zijn om te kunnen sturen.
De plantenkwekers waren zeer enthousiast over de resultaten van het eerste project en besloten om in een vervolgproject gezamenlijk de ontwikkeling van jonge tomatenplanten van twee rassen tijdens vier seizoenen te onderzoeken. Secundair doel daarbij was ervaring op te doen met de analyses en het toepassen van het door Wageningen UR ontwikkelde protocol en indien nodig dit protocol aan te passen. De zaadbedrijven Rijk Zwaan en Monsanto Vegetable Seeds hebben ook belangstelling voor dit type onderzoek. Ze hebben gratis zaden beschikbaar gesteld van twee rassen en van een onderstam. In ruil hiervoor zullen ze van de onderzoek resultaten op de hoogte gebracht worden.

Protocol en activiteiten

A – Plantontwikkeling bij tomaat

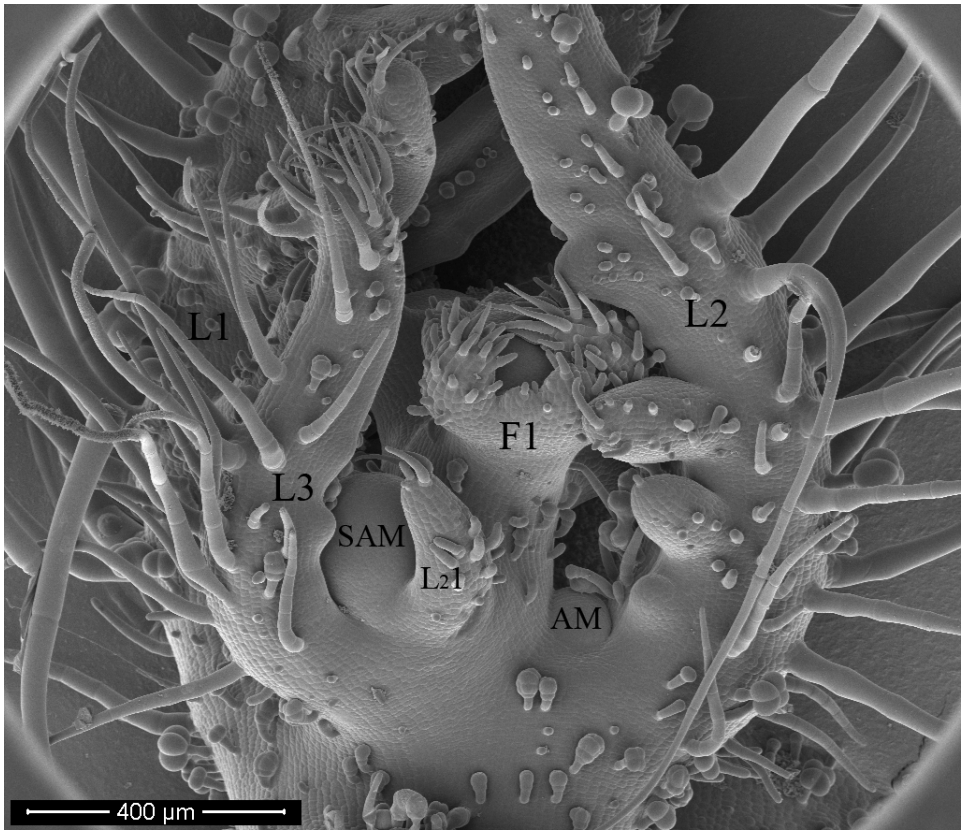
Om het protocol goed te kunnen toepassen is enig inzicht in de ontwikkeling van een tomatenplant essentieel. Hoewel dit ook is beschreven in de rapportage van het voorgaande project, wordt dit hier gedeeltelijk herhaald om het hierna volgend protocol te kunnen begrijpen en toe te passen.
Momenteel worden de meeste tomatenplanten geënt op een onderstam. Daarbij kan de verbinding boven of onder de kiemlobben worden gemaakt. In dit project is die verbinding gemaakt onder de kiemlobben. Na het enten moet er een verbinding groeien tussen de onderstam en de ent (de productieplant). De kiemplanten staan dan enige

dagen bij hoge luchtvochtigheid. De groei van de ent stagneert eerst enigszins door het enten, maar herstelt zich weer en de plant begint te groeien.
In Nederland en België is het de gewoonte om tomaten te telen met twee hoofdscheuten. Om aan elke plant twee hoofdscheuten te laten ontwikkelen wordt de planten een aantal dagen na het enten getopt. De periode is afhankelijk van de groei van de planten, en de positie van het toppen. Sommige bedrijven toppen direct boven de kiembladeren, anderen laten twee bladeren van de hoofdscheut staan. Als de top verwijderd wordt valt de zogenaamde 'apicale dominantie' van de hoofdscheut weg. Als gevolg daarvan gaan meestal twee okselknoppen uitlopen tot zijscheuten. Als er getopt wordt boven de kiemlobben zijn dat de knoppen in de oksel van de kiemlobben. Bij toppen boven twee of meer bladeren lopen vooral de zijscheuten uit welke zich bevinden in de oksels van de twee jongste nier verwijderde bladeren. Er is afgesproken dat de plantenkwekers in dit project boven de eerste twee bladeren zouden toppen. Door een misverstand in de communicatie is bij één plantenkweker echter direct boven de kiemlobben (onder het eerste blad) getopt, wat aan de andere kant een interessant beeld opleverde.
Bij de groei van de plant scheidt het scheutmeristeem blad na blad af, waarbij de stand van de bladeren kan verschillen tussen plantensoorten. Op een bepaald moment gaat de plant over van een vegetatieve fase (alleen bladafsplitsing) over naar een generatieve fase met de vorming van bloemen. Dat moment wordt beïnvloed door omgevingsfactoren, de hoeveelheid aanwezig blad aan de plant en genetische factoren.
Bij tomaat gaat bij de faseovergang het gehele scheutmeristeem over van vegetatief naar generatief en het meristeem gaat dan een of meer bloemen afsplitsen. Het aantal bloemen wordt ook weer bepaald door omgevings- en genetische factoren. Bij de in Nederland geteelde tomatenrassen, groeit de scheut door, zodat de plant tros



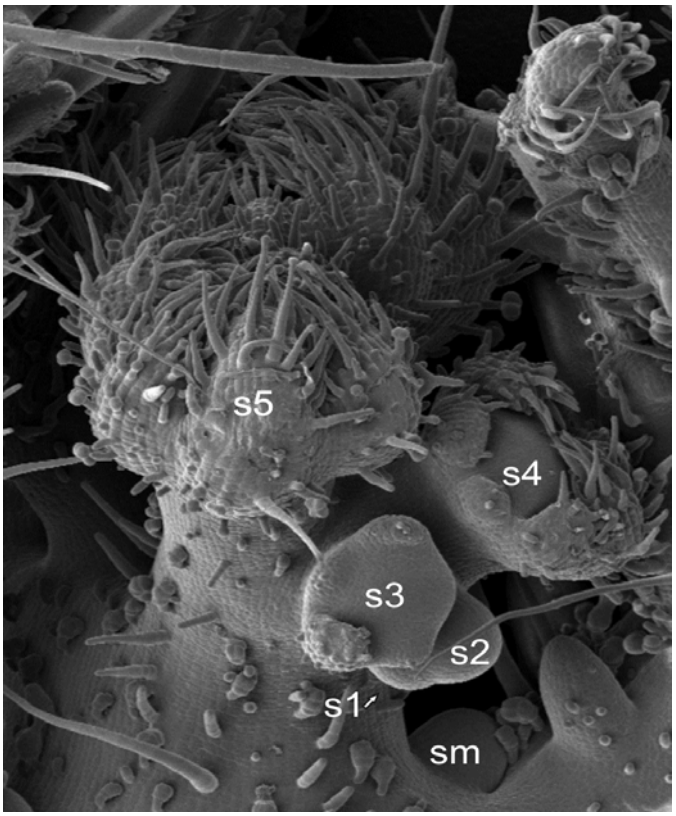
Figuur 1. Schematische voorstelling van de sympodiale groei bij tomaat. Het strekken van de onderliggende internode waardoor de bloemtros aan zijkant komt en de vorige bladoksel daarboven is niet weergegeven.

na tros af kan splitsen met meestal drie bladeren daartussen. Die doorgroei gebeurt bij tomaat volgens een zogenaamde sympodiale groeiwijze. Er is bij tomaat zowel genetische variatie (rasverschillen) voor het aantal bladeren dat wordt afgesplitst tot de overgang naar de generatieve fase, als voor het aantal bladeren tussen de trossen.
Bij de sympodiale groei gaat het het vegetatief scheutmeristeem over in een generatief meristeem In de oksel van het laatst gevormde blad groeit de okselknop uit als nieuw vegetatief meristeem om na meestal drie bladeren weer over te gaan in een generatief meristeem. Waarna in de oksel van het laatste blad weer een nieuwe scheut gaat doorgroeien. Die scheut bestaande uit enkele bladeren en een bloemtros wordt een sympodiale eenheid genoemd (Figuur 1 en 2).



Figuur 2. Sympodiale eenheid in de groeipunt van tomaat. De eenheid bestaat uit L1 (blad 1), L2 (blad 2), het jongste blad van de eenheid L3 (blad 3) en een ontwikkelende bloemtros waarvan hier de eerste bloem (F1) goed zichtbaar is. Achter de eerste ontwikkelende bloem bevindt zich het generatief meristeem dat nog meer bloemen afsplitst. In de oksel van L3 ontwikkelt zich de volgende sympodiale eenheid, met L21 het eerste blad en het apicale scheut meristeem (SAM). In de oksel van L2 is het axilair (oksel) meristeem (AM) zichtbaar dat later een 'dief' zal vormen. Foto: Adriaan van Aelst en Steven P.C. Groot (Wageningen UR).

Na de overgang tot een generatief meristeem, worden een of meer bloemmeristemen afgesplitst, die gezamenlijk de bloemtros gaan vormen. Bij rassen voor de minitomaten bevat een bloemtros veel meer bloemen in vergelijking met die bij een ras voor vleestomaten. Het bloemmeristeem gaat de verschillende bloemorganen vormen, achtereenvolgens worden de kelkbladeren, kroonbladeren, meeldraden en stamper afgesplitst. Door onder een microscoop de bloemtros te bekijken kan vastgesteld worden in welk stadium de trosontwikkeling is. Voor het project is gekeken naar het stadium in de ontwikkeling van de eerste bloem aan de tros (Figuur 3). Die stadia zijn benoemd met een cijfer, zodat een gemiddelde berekend kan worden over waarnemingen aan een aantal planten (tabel 1).



Figuur 3. Bloemontwikkelingsstadia bij tomaat, s1 t/m s5 (zie tekst voor verklaring en een scheut meristeem (sm) in de oksel van een blad. Voor verklaring van de nummering van de bloemstadia wordt verwezen naar tabel 1

Tabel 1 Stadia in de bloemontwikkeling van tomaat (zie Figuur 3 voor illustratie)

Stadium 1 (s1) – Bloemwijze meristeem te onderscheiden
Stadium 2 (s2) – De bloem-knopmeristeem onderscheidt zich van het bloeiwijze
Stadium 3 (s3) – Kelkblad-primordia zichtbaar
Stadium 4 (s4) – Kelkblad-primordia raken elkaar net
Stadium 5 (s5) – Kelkblad-primordia bedekken het bloemmeristeem volledig
Stadium 6 (s6) – duidelijk voorbij stadium 5

In verschillende practica voor de plantenkwekers zijn de deelnemers getraind in het herkennen van de groei van een tomatenplant en de ontwikkelingsstadia van de bloemen. Voor het bestuderen van de bloemontwikkeling is niet alleen een goede stereomicroscoop vereist maar ook ervaring in het gebruik daarvan. Voor zover nog niet aanwezig hebben de deelnemende plantenkwekers zo’n microscoop aangeschaft. Gaandeweg het project werden de plantenkwekers steeds meer bedreven in het waarnemen van de plantontwikkeling met de microscoop. Een vaardigheid die ze ook kunnen toepassen in hun praktijk voor het bestuderen van de ontwikkeling van andere gewassen, of schade aan de planten.

B - Protocol voor het bepalen van het ontwikkelingsstadium van een jonge tomatenplant (versie mei 2011)

1. Benodigdheden

1.1 Plantmateriaal
1.2 Stereomicroscoop met vergroting van minimaal 25x
1.3 Pincet
1.4 Scalpel (mesje)
1.4 Liniaal
1.6 Notitieblok en schrijfgerei

2. Meet de lengte van de scheut

2.1 Bij een getopte en geënte plant, meet de lengte van de scheut vanuit de bladoksel waarin de scheut zich ontwikkeld tot aan het groeipunt.
2.2 Bij getopte planten ontwikkelen zich meestal twee scheuten, noem de onderste scheut A en de daaropvolgende scheut B

3. Tel en noteer het aantal bladeren

3.1 Maak hier een onderscheid tussen de bladeren tot aan de eerste bloemtros en de eventuele bladeren tussen de opeenvolgende bloemtrossen.
3.2 Tel bij een getopte plant het blad onder de scheut niet mee als bij die scheut horend.
3.3 Snijdt hiertoe de grotere bladeren één voor één weg en leg ze opzij.
3.4 Zeer jonge bladeren zijn alleen met de stereomicroscoop waarneembaar en eventueel te verwijderen.

4. Beoordeel en noteer het stadium van de bloemtros, indien aanwezig

Neem als maat voor het ontwikkelingsstadium van de tros, het bloemontwikkelingsstadium van de oudste bloem (zie foto's).

5. Vervolg de beoordeling voor de volgende sympodiale eenheid

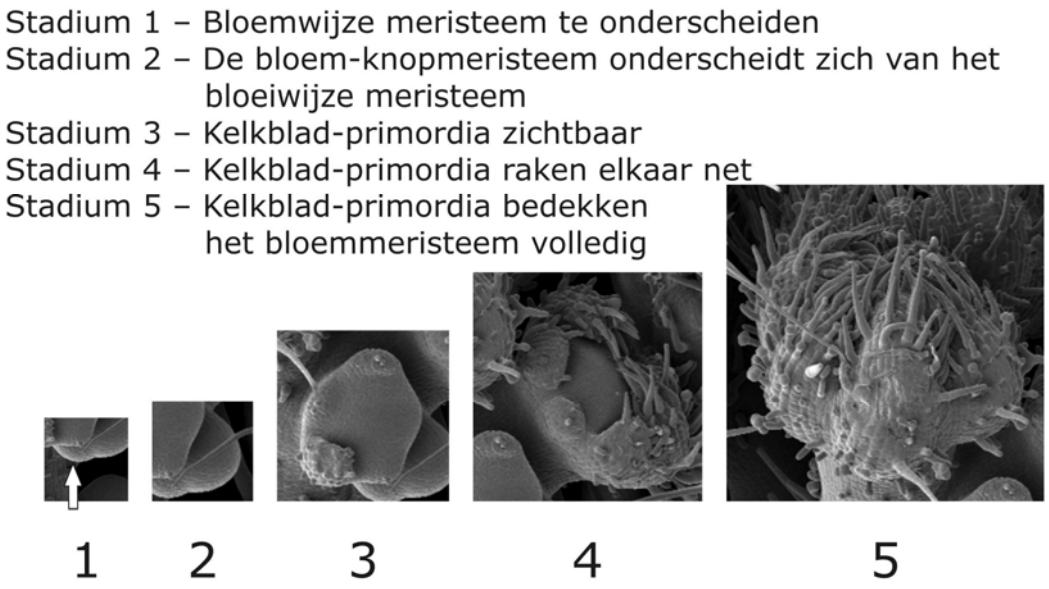
Noteer het aantal bladeren en het stadium van de verst ontwikkelde bloem

Bij onderdeel 3.2 was aanvankelijk de opzet om het blad waarin de zijscheut ontwikkelt mee te tellen voor die scheut, maar dit was tegen de praktijk zoals die reeds door de plantenkwekers werd gebruikt. Daarom is besloten het protocol aan te passen en die scheut niet mee te nemen.

6. Ethanol fixatie

Indien het niet mogelijk is om de waarnemingen direct uit te voeren, is het mogelijk om het plant materiaal te fixeren in de ethanol. Het is dan nodig om eerst de scheutlengte te meten, en de grote bladeren er af te knippen waarbij er een deel van de bladsteel blijft zitten. Eventueel kan ook het onderste deel van de scheut er af genipt worden, maar dan moet wel eerst genoteerd worden hoeveel bladeren al verwijderd zijn en het resterende deel van de scheut herkenbaar/gemerkt gefixeerd worden, bijvoorbeeld in genummerde potjes. Als alles bij elkaar in een pot gestopt wordt is niet te achterhalen hoeveel bladeren al verwijderd zijn bij individuele scheuten. Dit is eventueel nog wel op te vangen als van alle scheuten evenveel bladeren zijn verwijderd.

Het nadeel van ethanol fixatie is dat de scheuten nogal bros worden, waardoor de uiteindelijke waarneming lastiger wordt en het in totaal meer tijd gaat kosten in vergelijking met waarneming aan vers materiaal.



Figuur 4. Gedefinieerde stadia van de bloemontwikkeling

C - Plantmateriaal

Door de deelnemende plantenkwekers is gekozen voor twee tomaten rassen: Success (Monsanto Vegetable Seeds (voorheen De Ruiter Seeds)) en Cappricia (Rijk Zwaan). De planten zijn geënt op de onderstam Maxifort (Monsanto Vegetable Seeds). De twee zaadbedrijven hebben de zaden kosteloos beschikbaar gesteld. In ruil daarvoor zullen zijn ook van de projectresultaten op de hoogte gebracht worden. Ook voor hen is de methode om de snelheid van trosontwikkeling te volgen interessant.
Vanaf november 2011 is er vier maal gezaaid, met tussenpozen van drie maanden, zodat er planten in elk seizoen zijn opgekweekt. De planten zijn geënt op een onderstam en later getopt. Bij vijf van de zes bedrijven is dit toppen gebeurd boven de eerste twee echte bladeren, bij het zesde bedrijf boven de kiemlobben. De opkweekomstandigheden zijn door de bedrijven geregistreerd, maar die gegevens zijn niet gedeeld in het project.

D – Waarnemingen en verwerking daarvan

Tot drie of vier weken na het toppen zijn waarnemingen gedaan van de plantontwikkeling. De resultaten zijn vastgelegd in Microsoft Excel files. In de loop van het project zijn de Excel files aangevuld met formules voor berekening van gemiddelden en een sheet waarin de resultaten samengevat worden in de vorm van grafieken. De Excel file is aan de bedrijven beschikbaar gesteld zodat zij dit op het bedrijf kunnen gebruiken om hun gegevens in te voeren en de resultaten op een rij te zetten. Indien gewenst is de file ook beschikbaar voor derden.

De resultaten zijn geanonimiseerd door elk afzonderlijk bedrijf een nummercode te geven. Daardoor is het in dit verslag niet duidelijk van welk bedrijf welke resultaten afkomstig zijn. Wel is het zo dat de individuele bedrijven weten welke resultaten van hen afkomstig zijn.

Resultaten

Door de drie van de zes deelnemende bedrijven zijn waarnemingen gedaan gedurende vier seizoenen, waarbij met tussenpozen van drie maanden is gezaaid. Bij een bedrijf zijn waarnemingen van drie seizoenen, een bedrijf met twee seizoenen en bij een bedrijf is het helaas maar in een seizoen gelukt om waarnemingen te doen. De resultaten zijn samengevat in grafieken die in de annex zijn weergegeven.

A – Vroegheid van tros-initiatie

Bij de meeste bedrijven is de eerste bloemtros al op zes dagen na het toppen zichtbaar en soms bij een klein deel van de planten al op vier dagen na het toppen, wat betekent dat de schakelaar van vegetatief naar generatief al voor die tijd is omgegaan is Met uitzondering van bedrijf 2 is er maar een gering verschil tussen de bedrijven.

Tabel 2. Start van de tros initiatie over de verschillende bedrijven en zaaiperioden. De start is gemeten door een trendlijn te tekenen door de ontwikkelingsfasen van de eerste tros. Bedrijf 2 is apart gezet vanwege een afwijkende wijze van toppen.

ras	zaai	bedrijf					Gem.	bedrijf
		1	3	4	5	6		2
C	november	4		5	6		5,0	
	februari	4	4	6	6		5,0	13
	mei	3	6	5	5	4	4,6	8
	augustus	3	4	4	5		4,0	
S	november	3		5	3		3,7	
	februari	4	3	4	3		3,5	12
	mei	4	8	5	3	4	4,8	6
	augustus	3	4	4	3		3,5	
Gemiddeld:		3,5	4,8	4,8	4,3	4,0	4,3	9,8

Bij bedrijf 1 is er geen of nauwelijks verschil tussen de seizoenen en ook niet tussen Cappricia en Success. Van bedrijf 3 zijn de troswaarnemingen van de november-zaai niet correct uitgevoerd doordat ze toen nog niet de beschikking hadden over een goede microscoop. In beperkter mate geldt dit ook voor de februari-zaai, waarbij geen waarnemingen zijn gedaan voor de tweede en volgende trossen. Opvallend is dat bij dit bedrijf de ontwikkeling van de eerste tros in de mei-zaai voor beide rassen trager is verlopen in vergelijking met de februari- en augustus-zaai. Er is bij dit bedrijf geen consistent verschil tussen de Success en de Cappricia planten. Ook bij bedrijf 4 is er maar beperkt verschil tussen de seizoenen. In alle seizoenen is de ontwikkeling van de eerste tros rond dag zes na het toppen duidelijk zichtbaar. Ook hier is geen consistent verschil tussen de twee rassen. Tussen de initiatie van de opeenvolgende trossen zit elke seizoen een periode van ongeveer vijf dagen. In de november-zaai kwam de ontwikkeling van de vierde

tros bij beide rassen relatief wat trager op gang. Bij bedrijf 5 komt de trosontwikkeling gemiddeld op gang, met vier tot vijf dagen tussen de initiatie van de opeenvolgende trossen.
Bij bedrijf 6 is maar in één seizoen waargenomen. Opvallend is hier dat de ontwikkeling van de derde tros trager gaat in vergelijking met die van de eerste en tweede tros.
Het moment van trosinitiatie is per serie waarnemingen bepaald door een trendlijn te tekenen door de grafiek met de ontwikkelingsstadia van de eerste bloem (tabel 2). Deze getallen zijn niet heel hard, omdat er wat variatie is tussen de verschillende planten en de opeenvolgende waarnemingen geen lineair verband laten zien tussen de tijd en de ontwikkelingsstadia. Toch geeft het wel enig inzicht in de variatie tussen bedrijven en seizoenen. Bij bedrijf 1 kwam de trosontwikkeling gemiddeld een dag eerder op gang en bij bedrijf 3 en 4 een halve dag later dan het gemiddelde tussen het gemiddelde van de vijf. Bij bedrijf 2, met toppen boven de kiemlobben en mogelijk ook andere teeltcondities, is de eerste tros pas ongeveer vijf dagen later zichtbaar.
Het geheel overziend en bedrijf 2 buiten beschouwing latend, kan gesteld worden dat er enige variatie is tussen bedrijven en tussen seizoenen in het moment van trosinitiatie. De verschillen zijn echter niet erg groot, het varieert van 3 tot 8 dagen na het toppen. Er is geen significant verschil in de snelheid van trosinitiatie tussen de twee rassen.

B – Snelheid van de bloemontwikkeling

Omdat ook de stadia van de eerste bloem in de trossen is waargenomen, kan gekeken worden of de verschillen in teeltcondities bij de deelnemende bedrijven effect hebben op de snelheid van de bloemontwikkeling. Er is een denkbeeldige trendlijn getekend door de opeenvolgende fasen van de ontwikkeling van de eerste bloem in de eerste tros. De resultaten staan in tabel 3. Ook hier geldt dat de getallen niet heel hard zijn en vooral een indicatie zijn van relatief snelle of relatief trage bloemontwikkeling. Over significanties is helaas weinig te zeggen, ook omdat de waarnemingen bij sommige bedrijven op niet meer dan vijf planten is gebaseerd.

Tabel 3 Snelheid van de bloemontwikkeling in dagen tussen het ontstaan van een generatief meristeem en het bereiken van bloemstadium 6.

ras	zaai	bedrijf					Gem.	bedrijf
		1	3	4	5	6		2
C	november	10		7	14		10.3	
	februari	9	14	8	11		10.5	14
	mei	9	19	10	12	13	12.6	12
	augustus	13	8	8	13		10.5	
S	november	11		8	12		10.3	
	februari	8	14	10	9		10.3	16
	mei	8	7	8	14	12	9.8	12
	augustus	10	8	8	13		9.8	
Gemiddeld:		9.8	11.7	8.4	12.3	12.5	10.6	13.5

De snelheid van de bloemontwikkeling toont een grotere variatie (7 tot 19 d) dan het moment van initiatie. Die variatie is er zowel tussen de bedrijven, als tussen de verschillende zaaiperioden op eenzelfde bedrijf.
Onder de teeltomstandigheden bij bedrijf 4 ontwikkelden de bloemen zich relatief het snelste, terwijl bij bedrijven 2 en 5 de bloemontwikkeling langzamer ging. Er is geen verschil tussen de twee rassen in de snelheid van bloemontwikkeling.
Hoewel het niet is onderzocht, is het wel te verwachten dat dit uiteindelijk doorwerkt in het moment van bloei. Ons is niets bekend of de snelheid van bloemontwikkeling een relatie heeft met de kwaliteit of het aantal van de bloemen aan de tros.

C – Scheutlengte

De scheut neemt in de eerste week na het toppen nog nauwelijks in lengte toe. In de tweede week is duidelijk groei zichtbaar en in de derde week is de groei bijna lineair in de tijd. Tussen de twee scheuten is er weinig verschil in groeisnelheid. Bij de scheutgroei is er wel een duidelijk seizoenseffect te zien. In het algemeen groeien de scheuten het snelste bij de mei- en augustus-zaai, wanneer de hoeveelheid daglicht relatief hoger is.

Tabel 4. Lengte van de scheut op 21 d na het toppen. De onderstreepte data betreffen de punten met relatief korte scheuten en toch een snelle bloemontwikkeling (zie figuur 5).

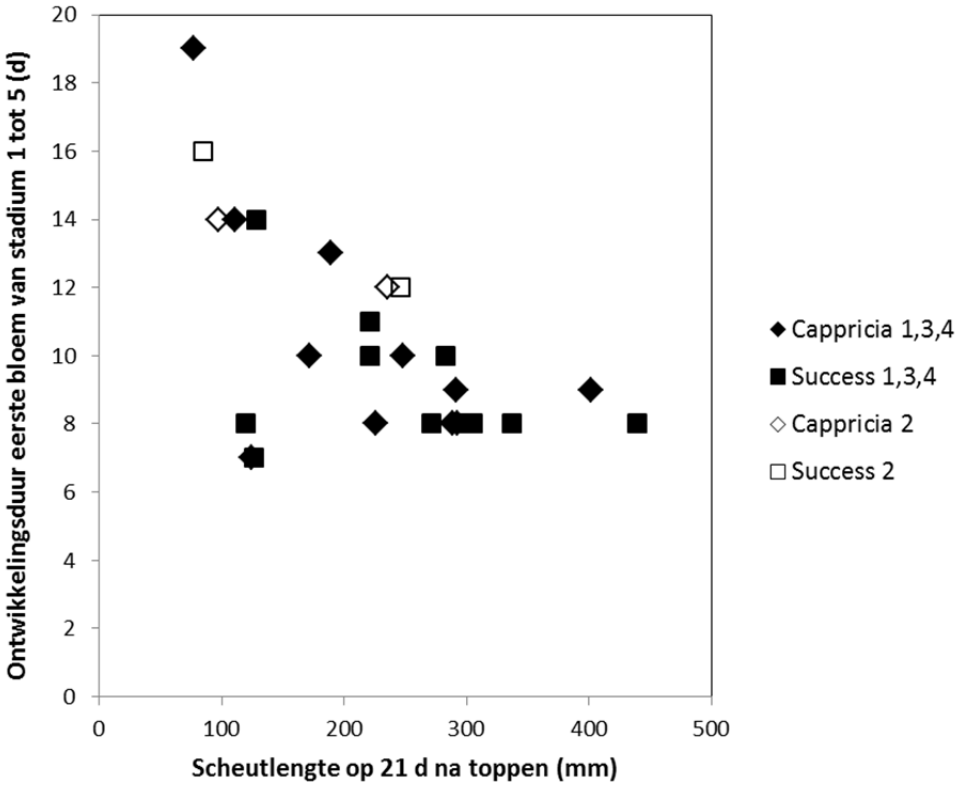
		bedrijf				
ras	zaai	1	3	4	Gem.	2
C	november	172		<u>124</u>	148	35
	februari	291	111	226	209	97
	mei	402	77	248	242	235
	augustus	189	289	292	257	
S	november	221		<u>120</u>	171	40
	februari	271	128	283	227	85
	mei	439	<u>126</u>	298	288	246
	augustus	221	305	337	288	

Op een drietal uitzonderingen na, is er een duidelijke relatie tussen de snelheid van bloemontwikkeling en de groei van de scheuten (figuur 5). Onder condities waar de scheut traag groeit, doet de bloem ook langer over de ontwikkeling. Zonder gegevens over de klimaatcondities tijdens de teelten, valt niets te zeggen over een mogelijk oorzaak van de drie afwijkende punten.

D – Aantal bladeren

Het aantal bladeren dat aan de scheuten is gevormd voor de eerste overgang van vegetatief naar generatief, ligt op 7 of 8 bladeren (zie Annex). De geringe fluctuatie in de tijd

na het toppen betekent niet dat er meer of minder bladeren bijkomen, maar wordt veroorzaakt door het beperkte aantal planten dat is geteld. Het toppen boven de kiemlobben, zoals uitgevoerd door bedrijf 2 leidt er toe dat de overgang van vegetatief naar generatief pas plaatsvindt na 10 of 11 bladeren.
Tussen de trossen zijn bijna altijd drie bladeren gevormd alvorens het meristeem overging naar de generatieve fase met de ontwikkeling van een tros.



Figuur 5. Relatie bloemontwikkeling en de groei van de scheut. In de legenda wijst het nummer naar het bedrijf dat de waarnemingen heeft gedaan. Bedrijf 2 heeft een afwijkende teelt gehad. Bedrijf 5 heeft de scheutlengte niet gemeten en bedrijf 6 heeft maar één serie waarnemingen gedaan.

E – Conclusies

- Een belangrijk doel van het project was het door de plantenkwekers in de praktijk toe laten passen van de eerder ontwikkelde methode. Bij een enkele plantenkweker ging dat direct al vlot, bij anderen was duidelijk een leercurve zichtbaar. Dit laatste kwam mede doordat niet elk bedrijf al aan het begin van het project beschikte over een goede stereomicroscoop. Aan het eind van het project waren alle deelnemende bedrijven in staat om nauwkeurige waarnemingen te doen van de trosontwikkeling.
- Er was weinig variatie in de snelheid waarmee de eerste bloemtrossen verschenen, m.u.v. het bedrijf waar op een andere manier werd getopt. Er was geen verschil tussen de twee gebruikte rassen.
- De overgang van vegetatief naar generatief gebeurt al in de eerste dagen na het toppen, want op vier tot zes dagen na het toppen zijn de eerste bloemknoppen

vaak al zichtbaar. Omdat minstens een of twee dagen duurt voordat het meristeem zijn vorm veranderd, betekent dit dat de moleculaire omslag van vegetatieve naar generatieve groei al binnen twee tot vier dagen na het toppen plaats vindt, mogelijk zelfs al in de eerste twee dagen na het toppen. Er is bij het toppen boven het tweede blad dan ook weinig ruimte om het nog verder te vervroegen t.o.v. van het moment van toppen, wel kan door bepaalde klimaatcondities de omslag van vegetatief tot generatief eventueel uitgesteld worden.

- Als er getopt wordt boven de kiemlobben, duurt het zeker langer tot de eerste bloem zich ontwikkelt.
- De variatie in de ontwikkeling van de bloem was beduidend groter dan het moment van de overgang van vegetatief naar generatief. De snelheid van de bloemontwikkeling vertoonde een redelijke correlatie met de snelheid van de groei van de scheuten: teeltomstandigheden waar de scheut in drie weken meer gegroeid was, vertoonden ook een snellere ontwikkeling van de eerste bloem. Als de doelstelling is om de tomatenplanten eerder tot bloei te laten komen, is hier mogelijk meer winst te behalen dan in het vervroegen van de omslag van vegetatief naar generatief. De correlatie is niet 100%, dus zijn er ook ander factoren die onafhankelijk van de scheutgroei de snelheid van de bloemontwikkeling bepalen.
- Vanaf de bladoksel gerekend vormden beide zijscheuten zes tot zeven bladeren tot de eerste tros en daarna meestal drie bladeren tussen de opeenvolgende trossen. Hierin was weinig verschil tussen de bedrijven, seizoenen en de twee rassen.
- Na aanpassing van het protocol voldoet deze goed om de trosontwikkeling te volgen. Toch is het zinvol om nog verdere aanpassingen te doen en te concentreren op de belangrijkste punten:
    - Omdat de scheuten niet veel van elkaar verschillen in ontwikkeling, is het raadzaam om bij een gelijkblijvende hoeveelheid werk, één scheut van twee maal zoveel planten te beoordelen, om zo een beter beeld van de populatie te verkrijgen. Neem dan wel altijd de onderste scheut.
    - Het aantal bladeren tellen kan ook uitgesteld worden tot ongeveer drie weken na toppen, dit aantal veranderd immers niet meer tijdens de teelt. Hiermee kan tijdswinst behaald worden.
    - Het frequent meten van de scheutlengte is zinvol voor verder onderzoek naar de omstandigheden waarmee te sturen is in de snelheid van de bloemontwikkeling.
    - Het is zinvol om de eerste twee of drie weken na het toppen minstens twee maal per week de trosontwikkeling te volgen, om zo de nodige informatie te krijgen over de snelheid van de ontwikkeling van de bloem.
- De ontwikkelde methode is met enige aanpassing ook geschikt te maken voor andere gewassen, zoals paprika en komkommer. Voor het implementeren in de praktijk is interactie van de plantenkwekers met de onderzoekers van de kennisinstelling noodzakelijk. Dat geeft de plantenkwekers steun in het interpreteren van de resultaten en leidt anderzijds tot duidelijkheden in afspraken en, indien noodzakelijk, aanpassingen van het protocol.

F – Communicatie

Tijdens het project is er regelmatig communicatie geweest tussen de plantenkwekers en de onderzoekers. Dat gebeurde via de practica, bezoek van de onderzoekers aan de bedrijven en overleg op de bijeenkomsten van de Plantum Werkgroep Uniform Uitgangsmateriaal. Voor de praktische overdracht van de vaardigheden is het zinvol dat de personen die de waarnemingen gaan doen ook zelf aan de practica deelnemen.
Eind 2011 is er voor plantenkwekers die niet aan het project deelnamen, de gelegenheid geboden om ook de methode voor analyse van de trosontwikkeling aan te leren middels een practicum. Enkele bedrijven hebben daar ook gebruik van gemaakt.
Ook bij tomatentelers is er belangstelling voor het project. Zij hebben hun wensen voor vroegheid van de trosontwikkeling en zijn geïnteresseerd hoe de plantenkwekers daar aan werken. Op een klantendag van één van de deelnemende plantenkwekers hebben de aanwezige tomatentelers met enthousiasme door de stereomicroscoop gekeken naar de vroege ontwikkeling van de scheut en de bloemtrossen. Dit draagt zeker bij tot het begrip tussen de plantenkweker en haar klanten.

Annex 1

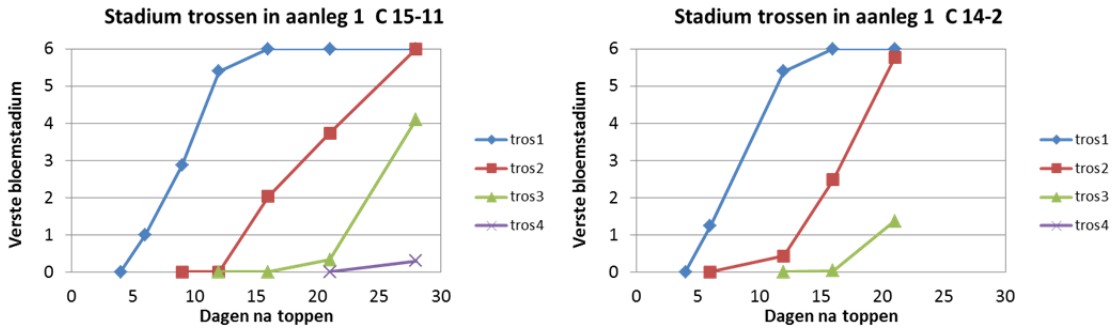
Samenvatting van de resultaten per bedrijf in grafiekvorm

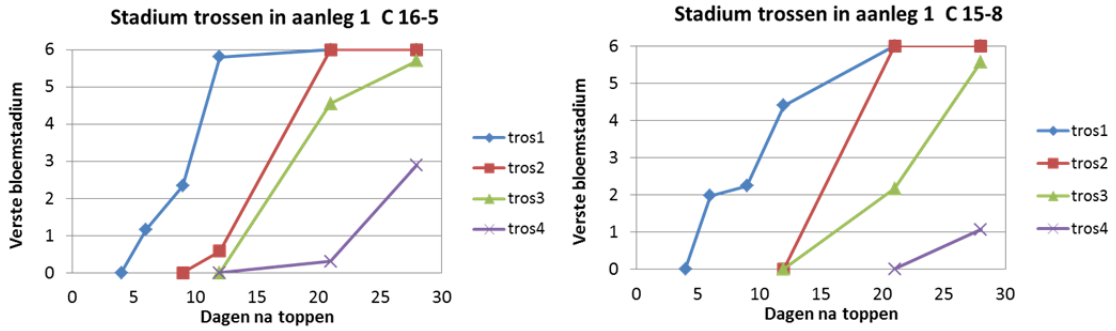
De planten zijn geënt en getopt boven het tweede blad. Een uitzondering is bedrijf 2, dat boven de kiemlobben heeft getopt. Vanaf dag vier na het toppen zijn waarnemingen gedaan aan scheutlengte, aantal bladeren en de ontwikkelingsfase van de bloemen.
De resultaten zijn samengevat in grafiekvorm per bedrijf weergegeven:

1. Per plant zijn beide scheuten beoordeeld. Het aantal planten dat door de individuele bedrijven is beoordeeld varieerde van vijf tot vijftien per oogsttijdstip.
2. De lengte van de scheuten is gemeten met een lineaal.
3. Het stadium van de trossen die in aanleg aanwezig zijn op een bepaalde dag na het toppen is gescoord met behulp van een stereomicroscoop. Uit die waarnemingen is tevens op te maken hoeveel trossen in aanleg aanwezig zijn op een bepaald moment. Het stadium van de tros is weergegeven als het gemiddelde stadium van de eerste bloem in de betreffende tros. Stadium 6 is het hoogst waarneembare stadium.
4. Het aantal bladeren aan de scheuten is geteld tot aan de eerste bloemtros en tussen de bloemtrossen.

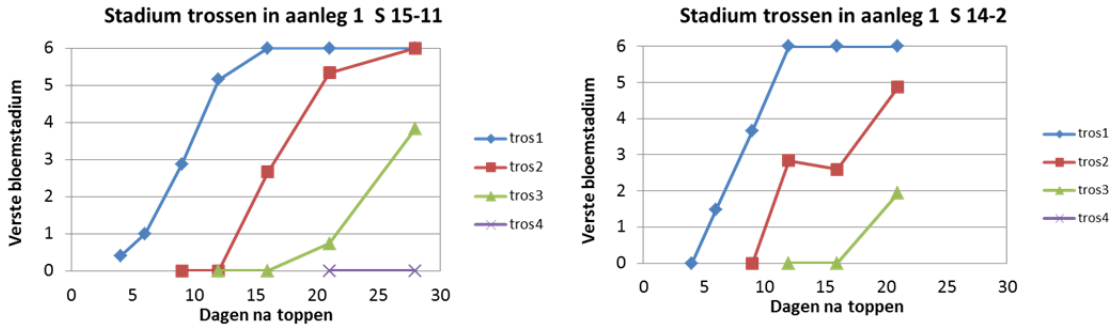
Bedrijf 1 - Ontwikkeling trosaanleg

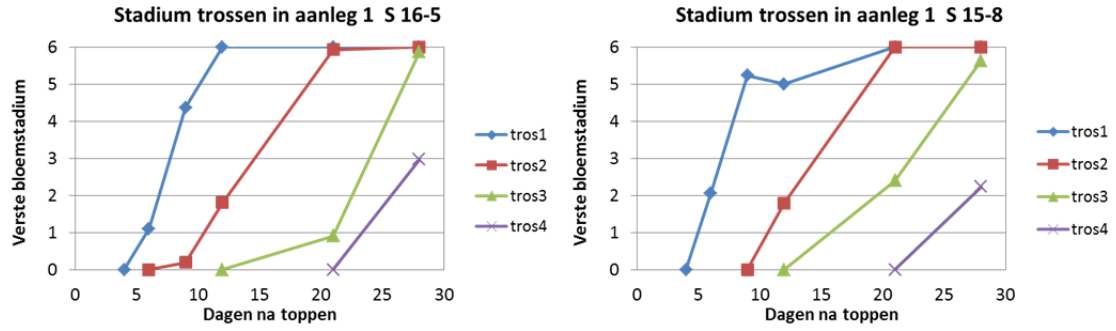
Cappricia





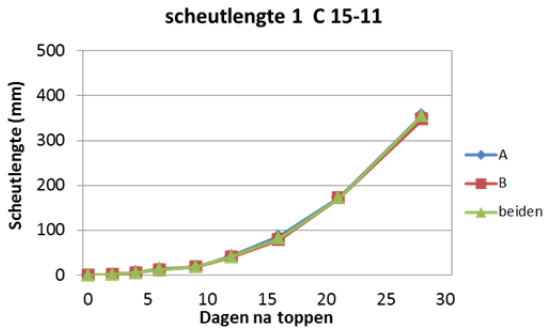
Success

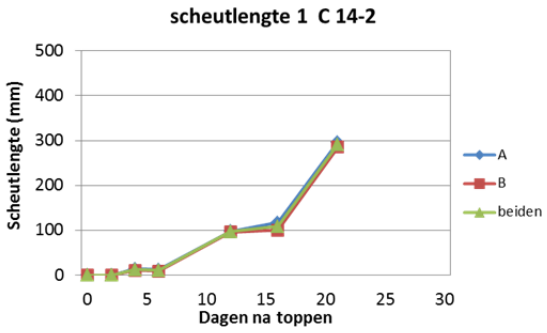


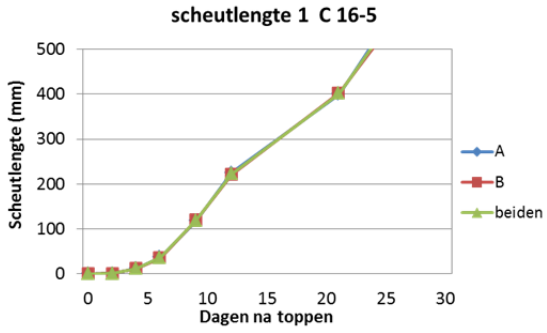


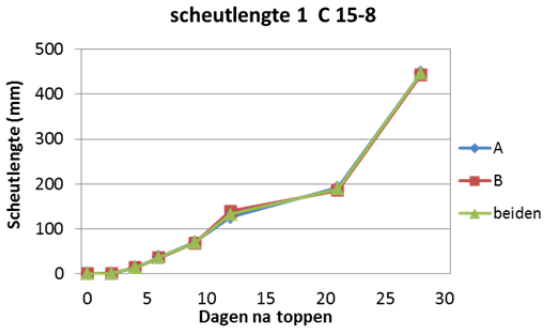
Bedrijf 1 - Scheutlengte

Cappricia

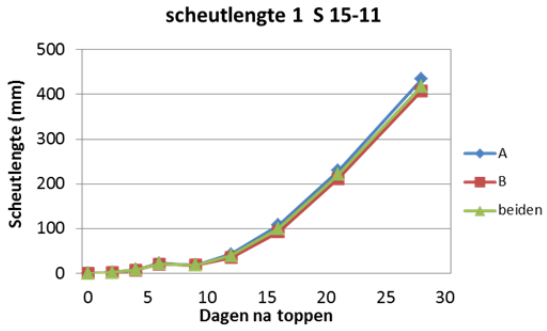


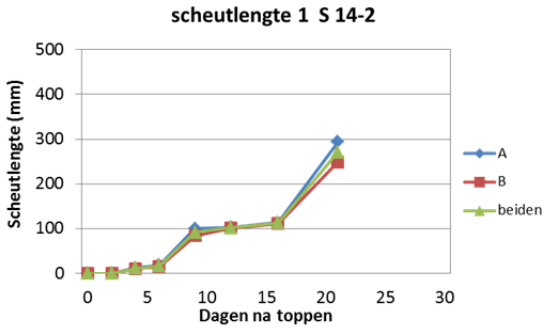


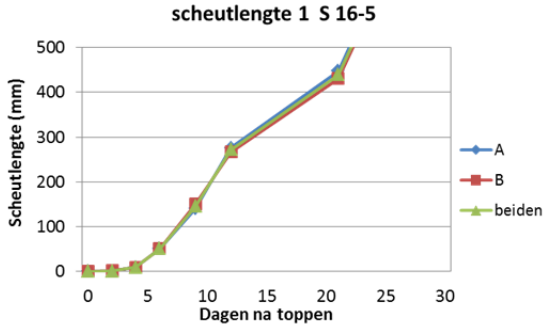


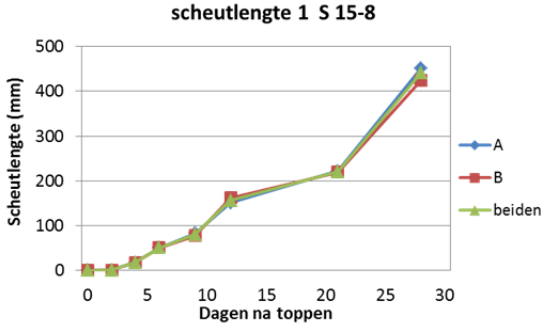


Success



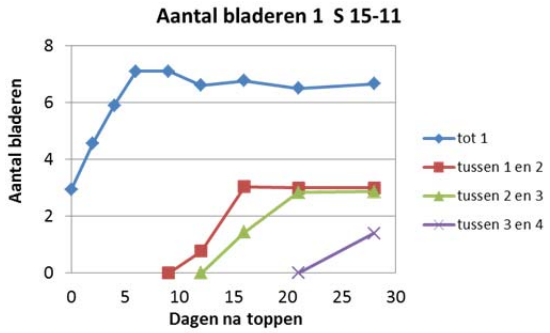


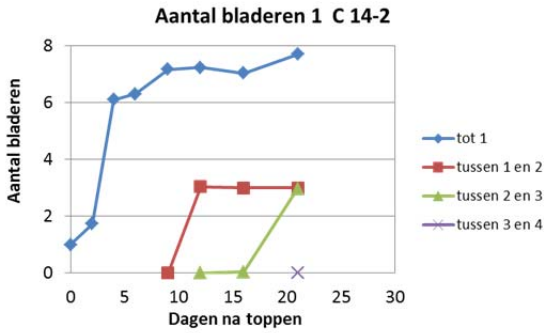


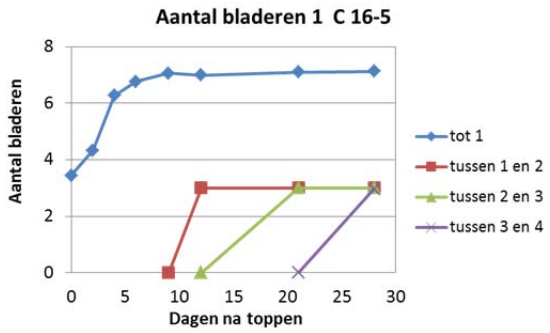


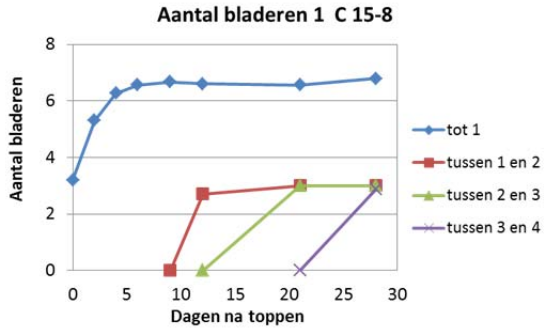
Bedrijf 1 - Aantal bladeren aan de scheut

Cappricia

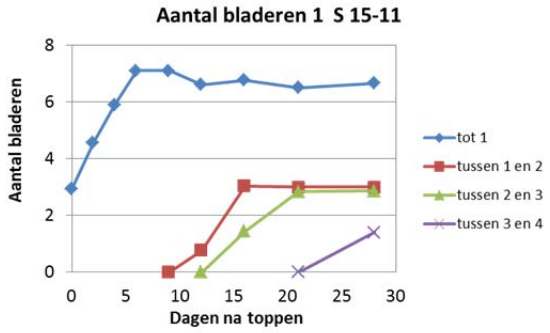


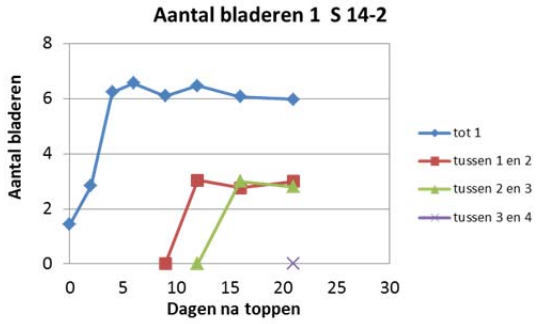


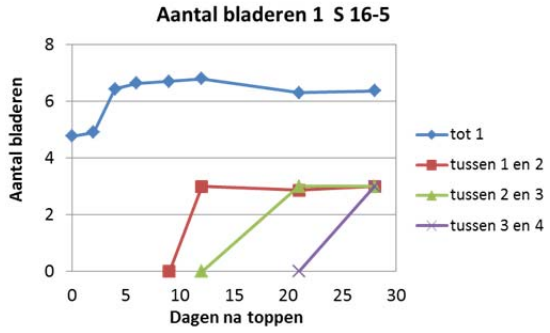


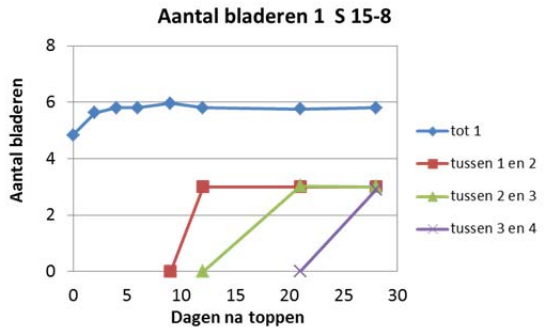


Success



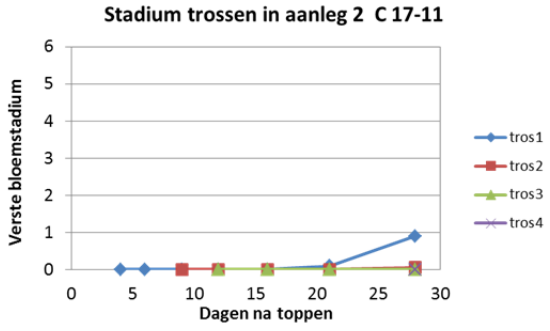


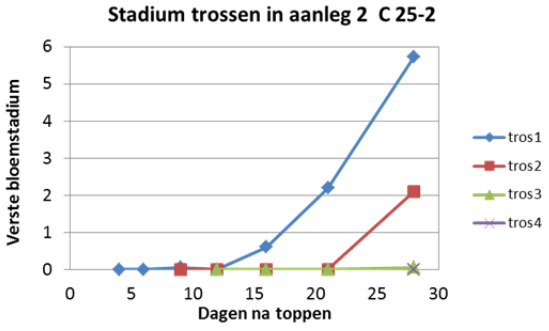


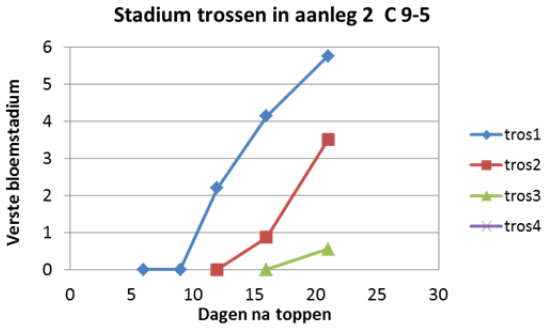


Bedrijf 2 - Ontwikkeling trosaanleg

Cappricia

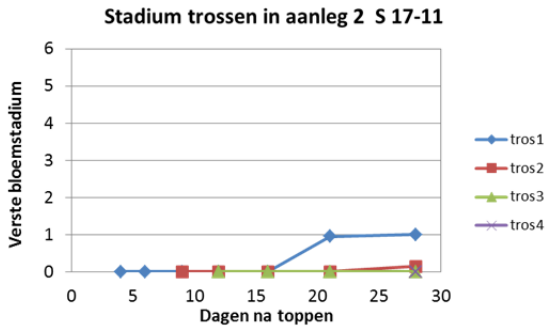


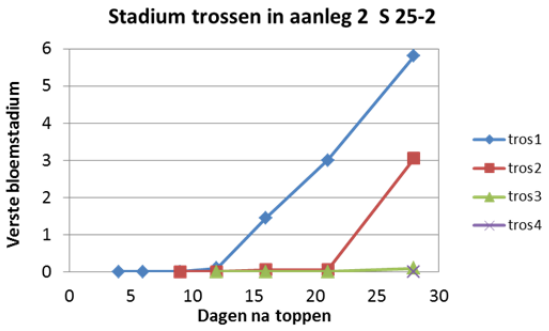


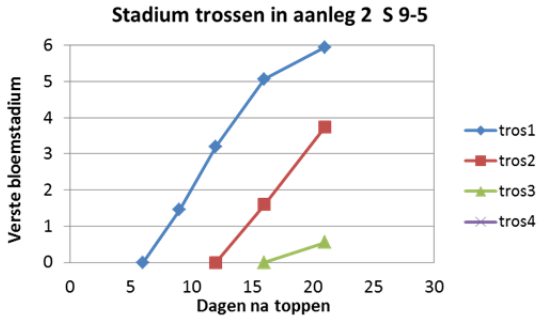


Geen data van de augustus zaai beschikbaar

Success



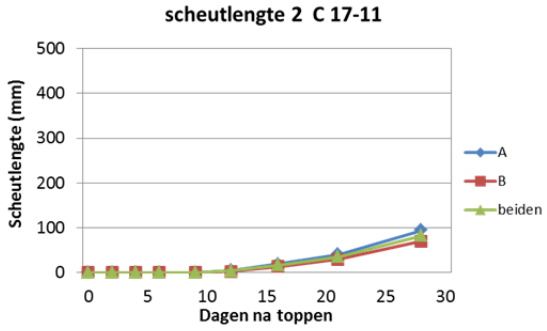


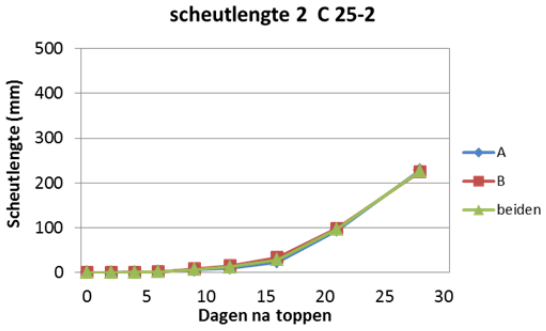


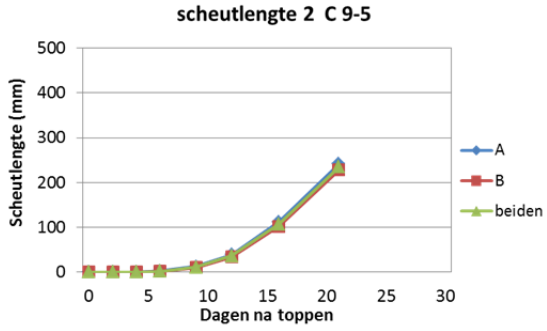
Geen data van de augustus zaai beschikbaar

Bedrijf 2 - Scheutlengte

Cappricia

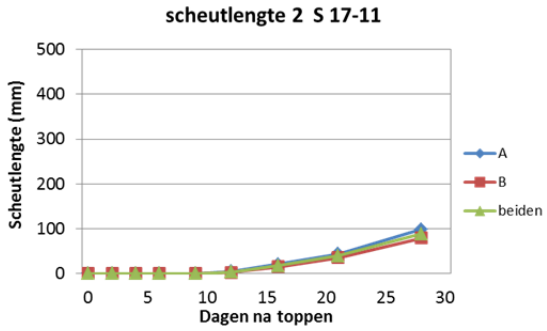


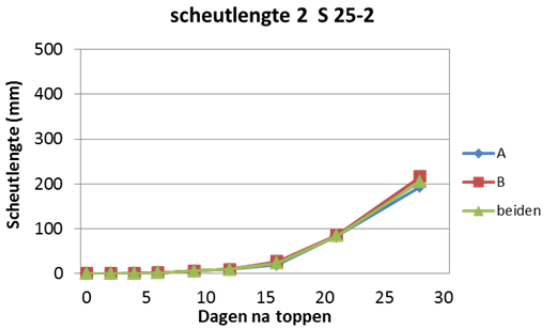


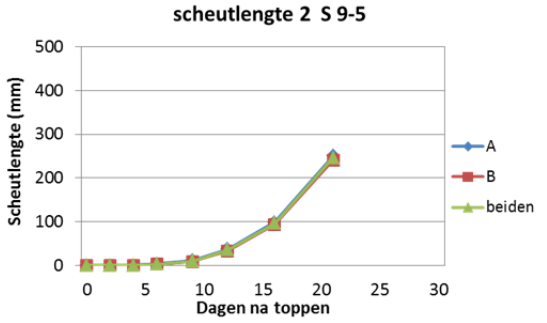


Geen data van de augustus zaai beschikbaar

Success



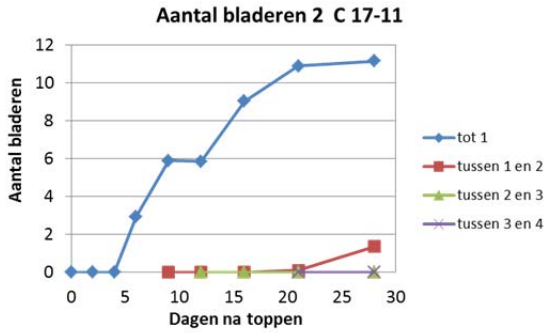


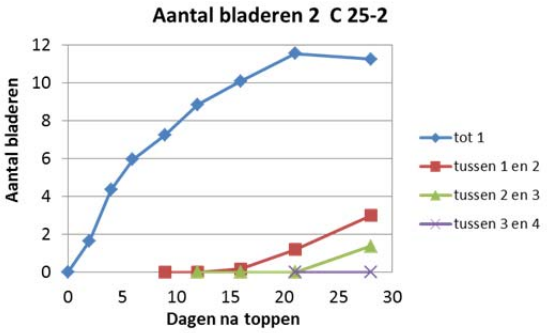


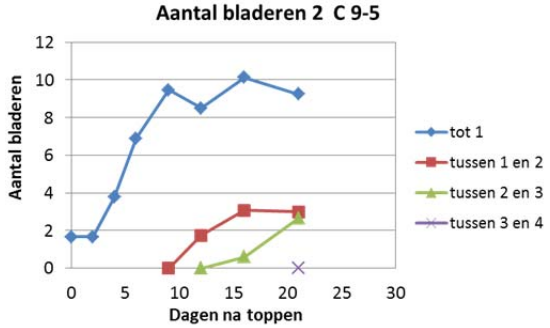
Geen data van de augustus zaai beschikbaar

Bedrijf 2 - Aantal bladeren aan de scheut

Cappricia

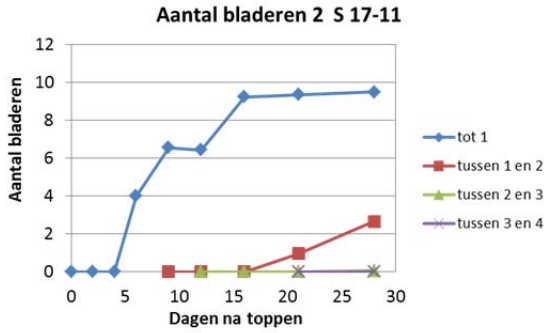


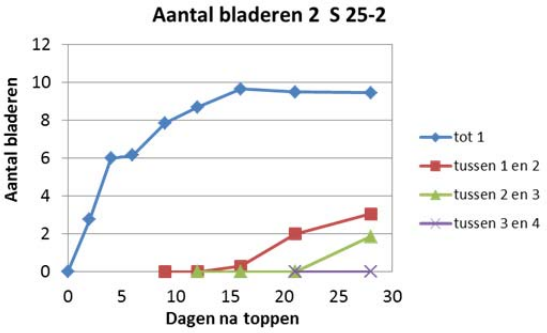


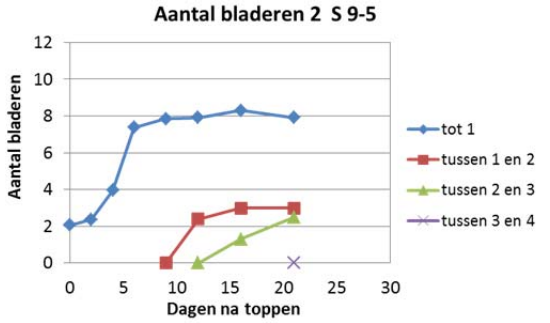


Geen data van de augustus zaai beschikbaar

Success





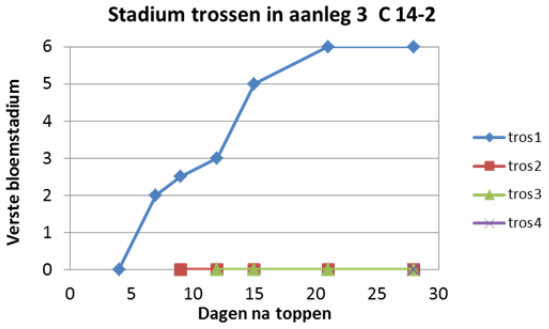


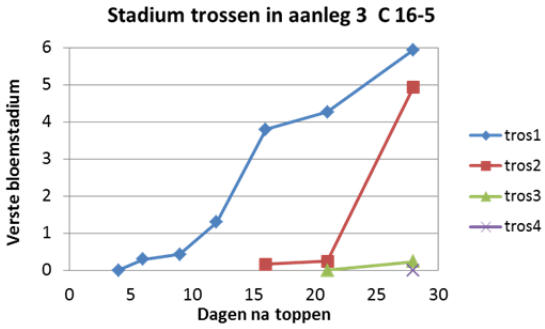
Geen data van de augustus zaai beschikbaar

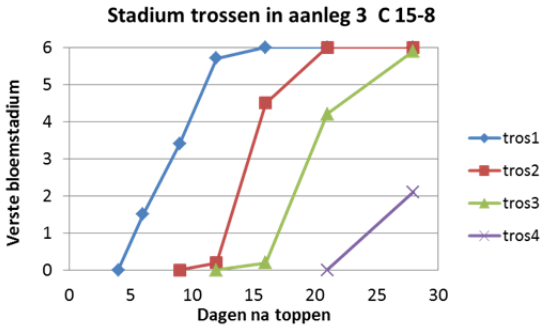
Bedrijf 3 - Ontwikkeling trosaanleg

Cappricia

Data november zaai waren niet betrouwbaar wegens gebrek aan goede microscoop en onvoldoende ervaring

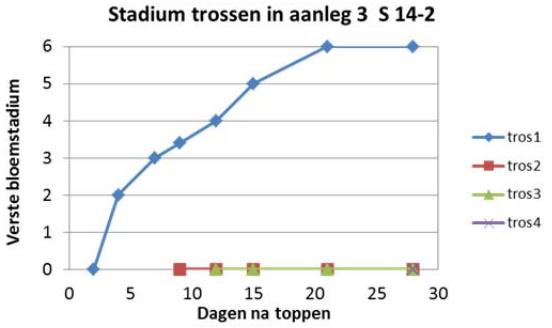


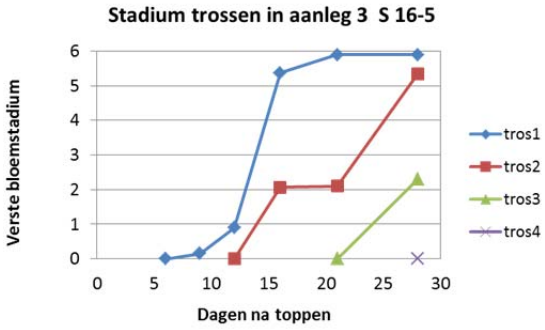


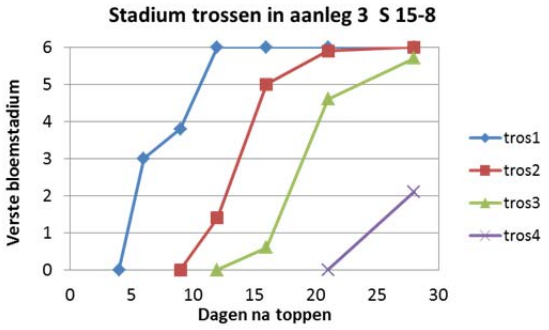


Success

Data november zaai waren niet betrouwbaar wegens gebrek aan goede microscoop en onvoldoende ervaring

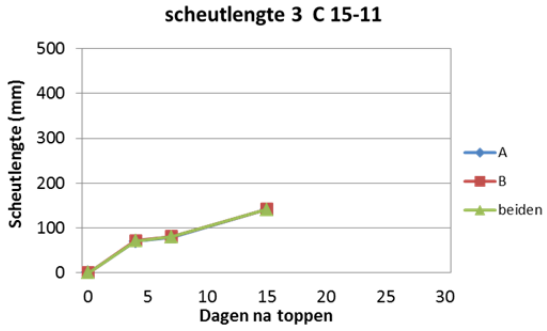


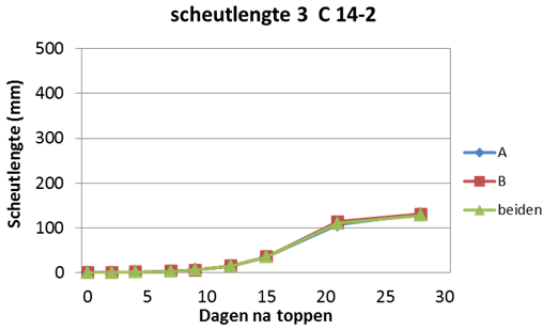


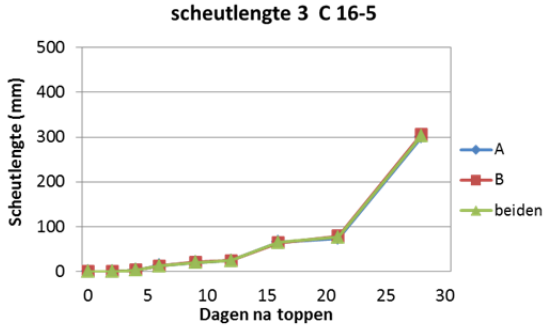


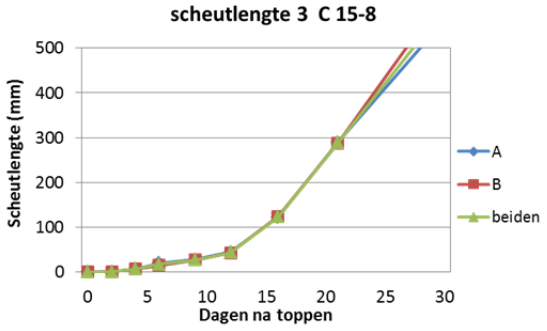
Bedrijf 3 - Scheutlengte

Cappricia

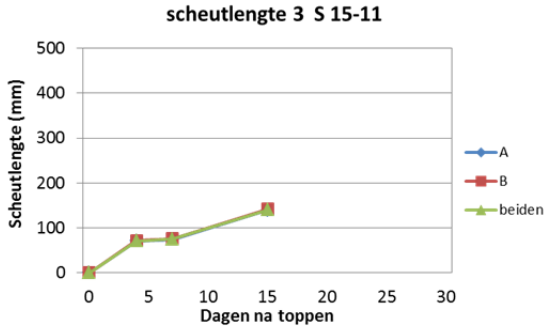


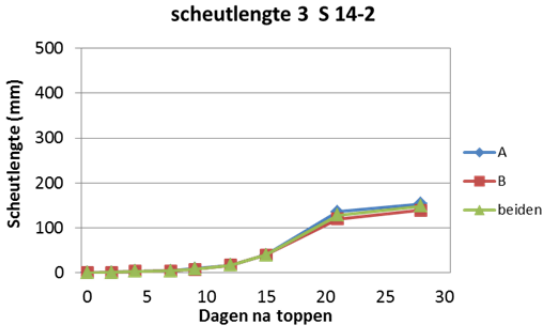


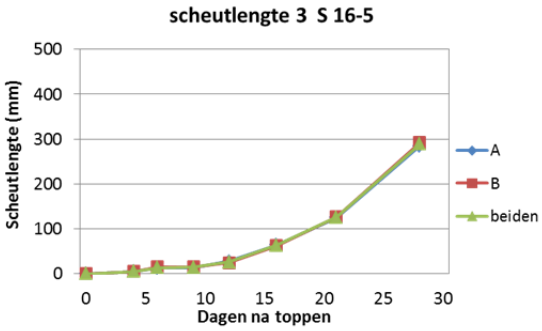


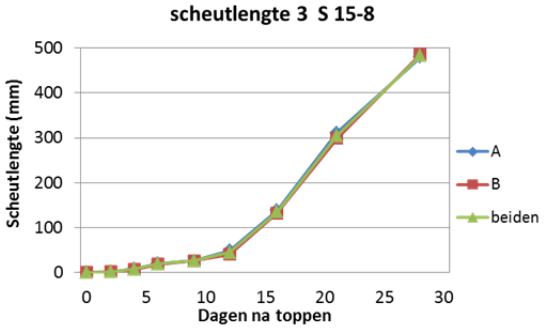


Success





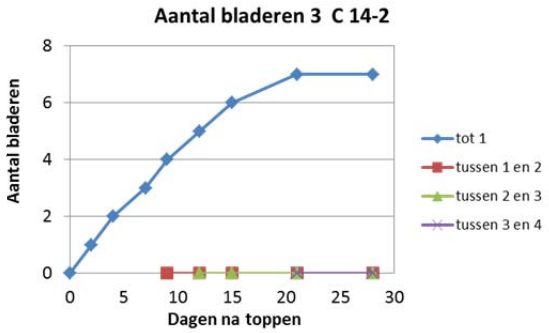


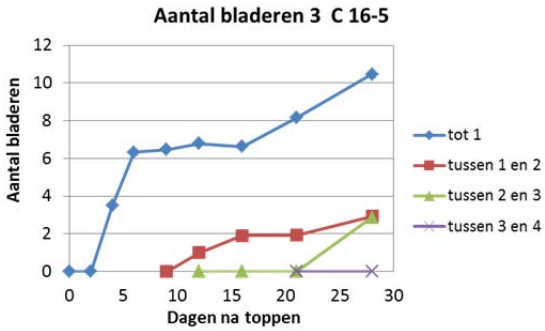


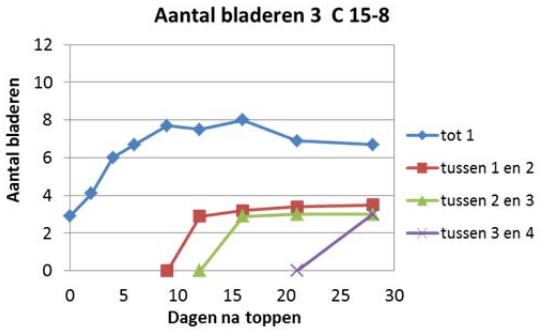
Bedrijf 3 - Aantal bladeren aan de scheut

Cappricia

Data november zaai waren niet betrouwbaar wegens gebrek aan goede microscoop en onvoldoende ervaring

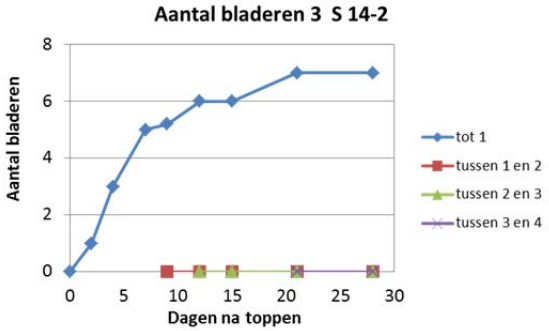


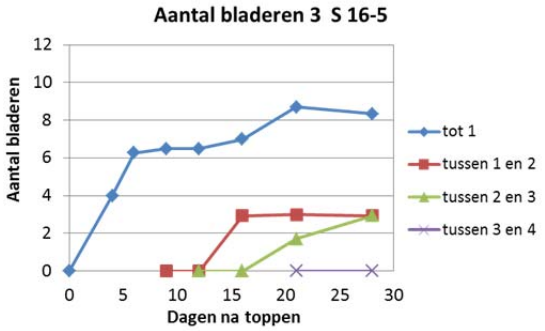


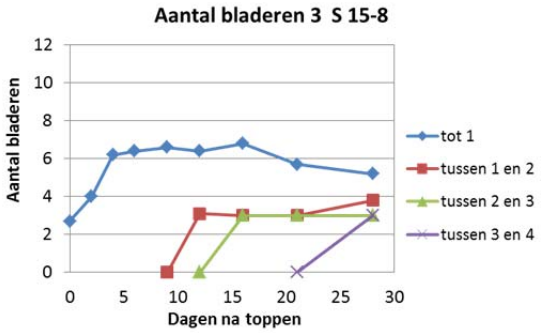


Success

Data november zaai waren niet betrouwbaar wegens gebrek aan geode microscoop en onvoldoende ervaring

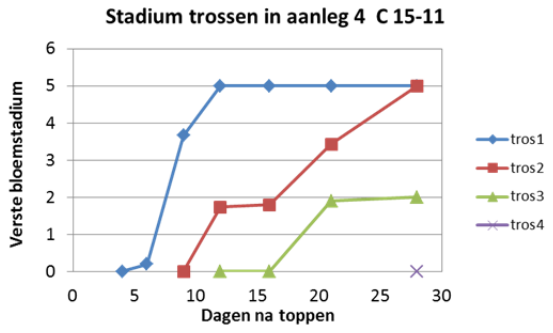


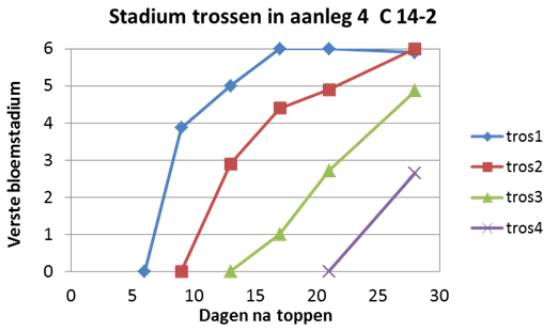


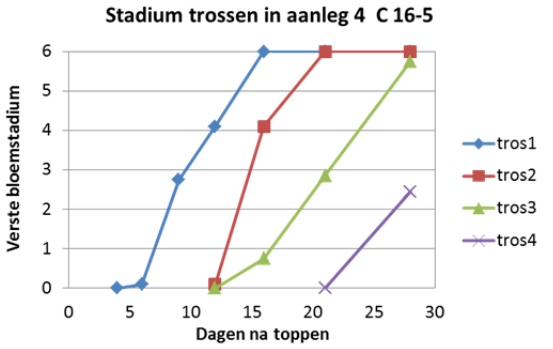


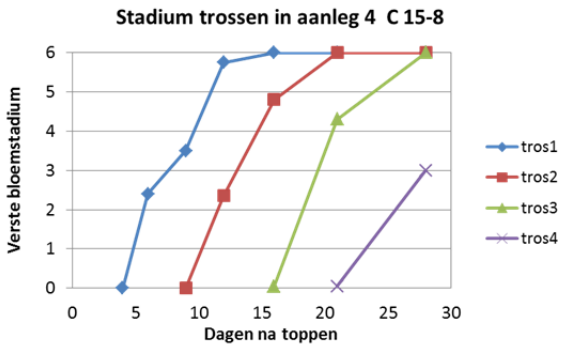
Bedrijf 4 - Ontwikkeling trosaanleg

Cappricia

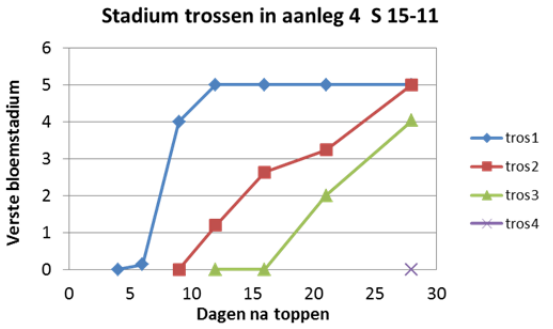


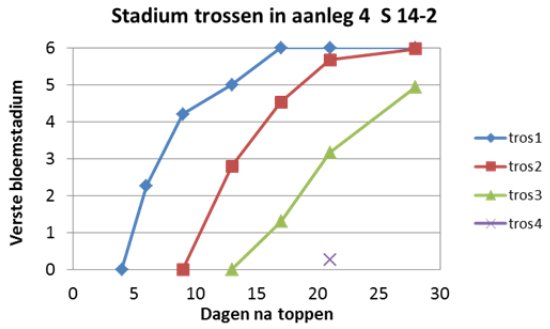


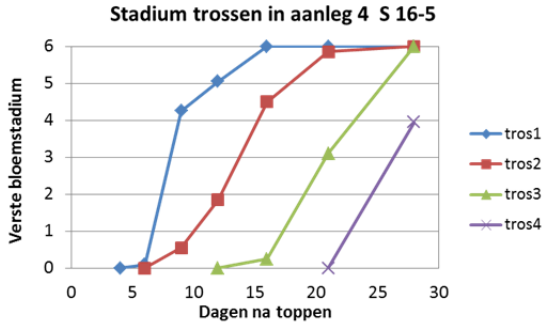


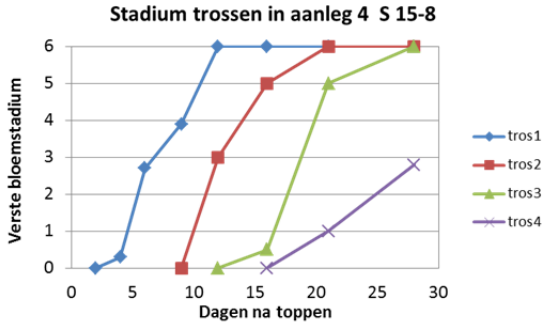


Success



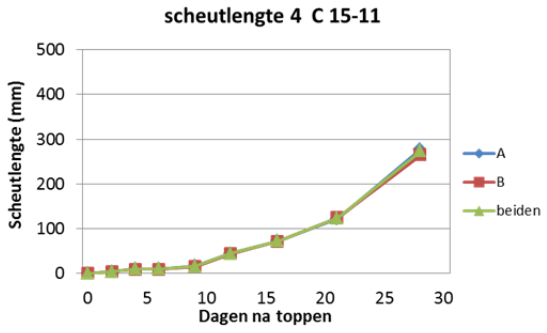


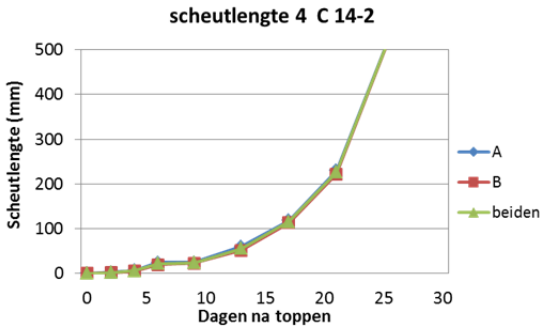


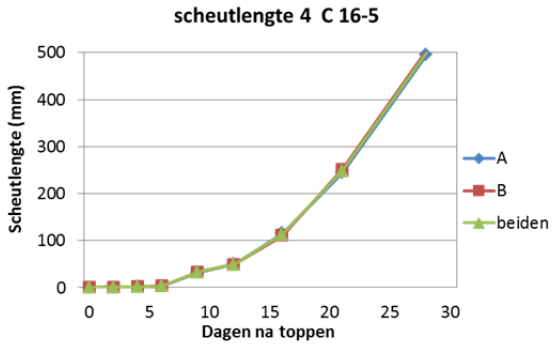


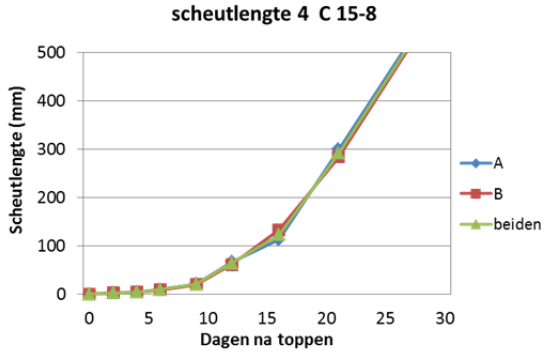
Bedrijf 4 - Scheutlengte

Cappricia

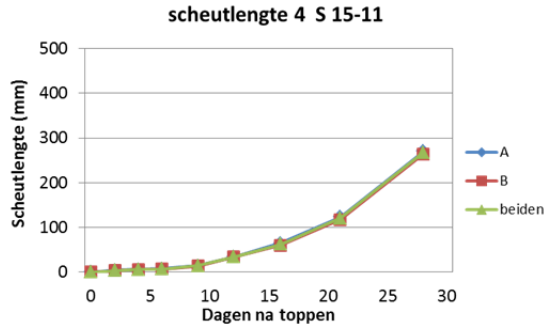


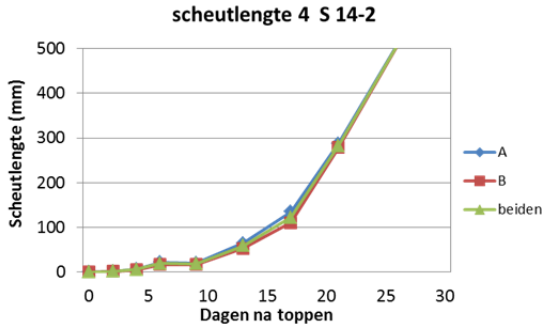


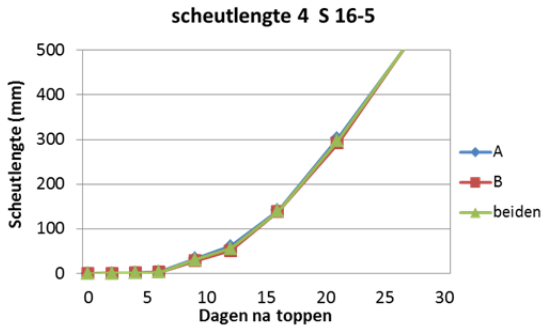


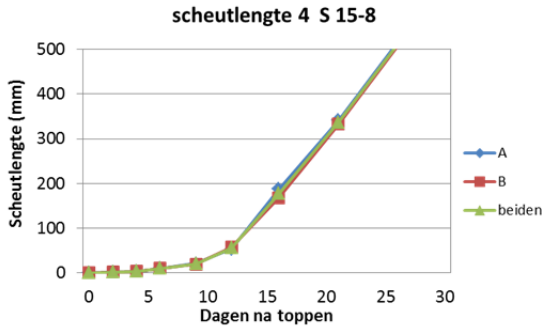


Success



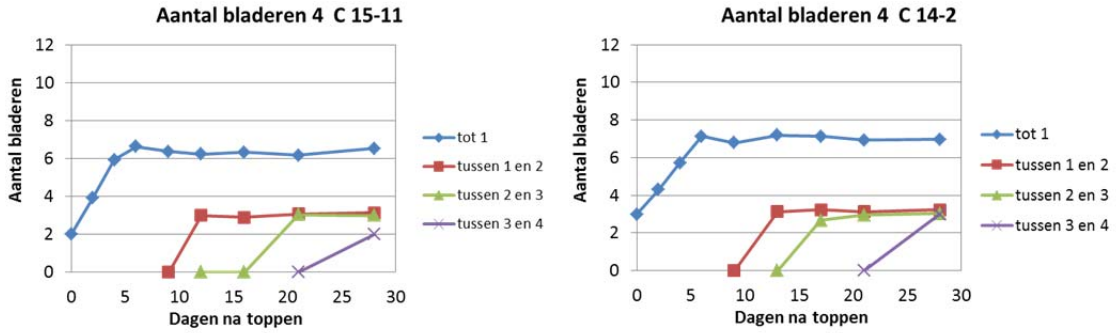


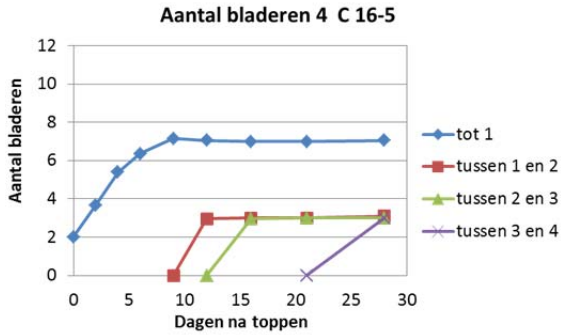


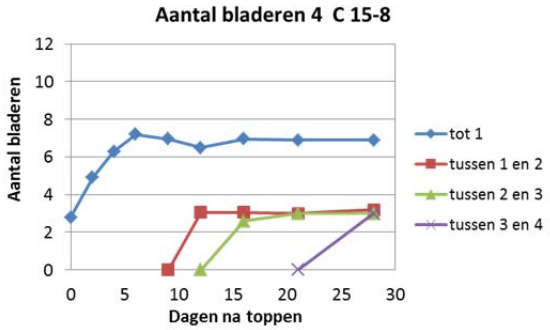


Bedrijf 4 - Aantal bladeren aan de scheut

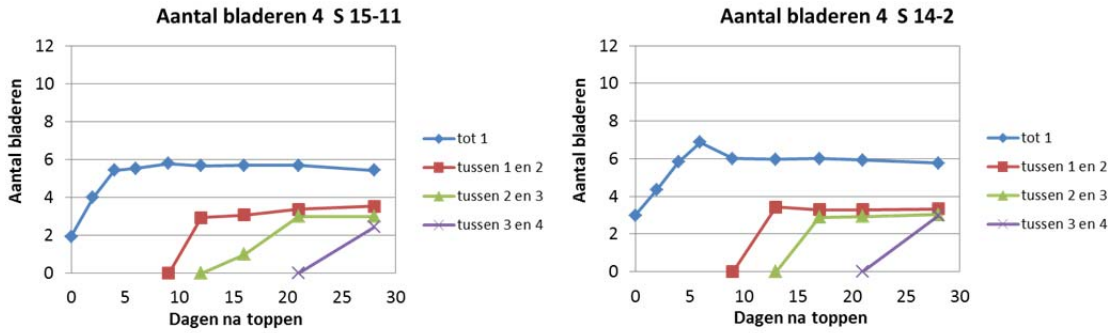
Cappricia

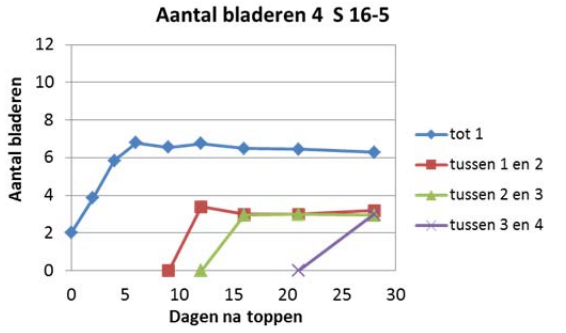


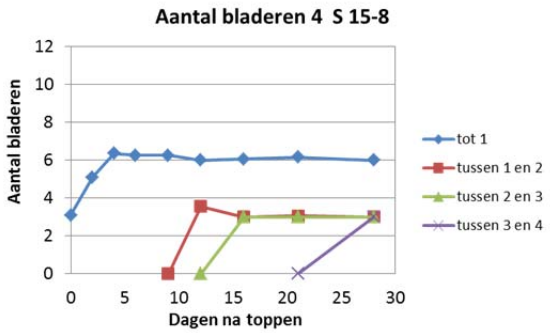




Success

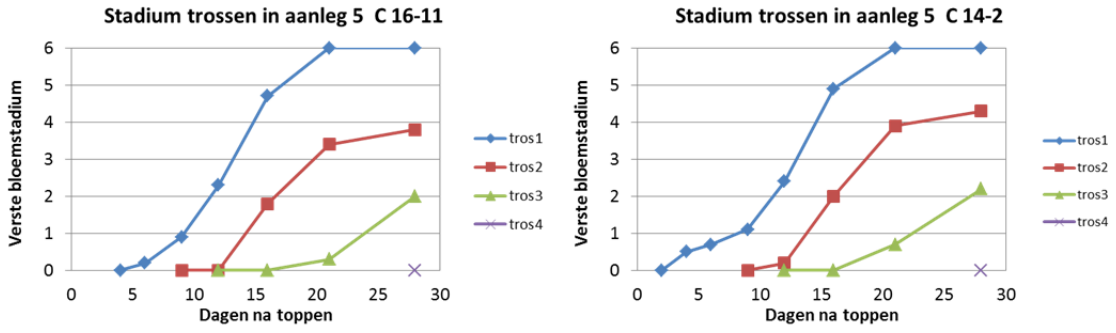


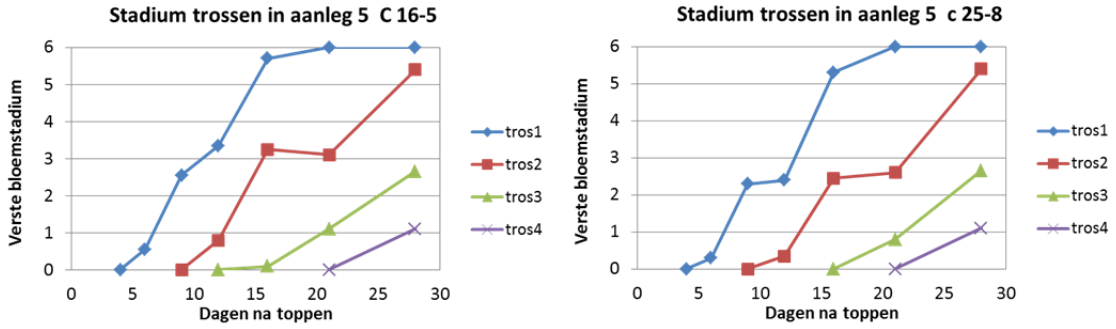




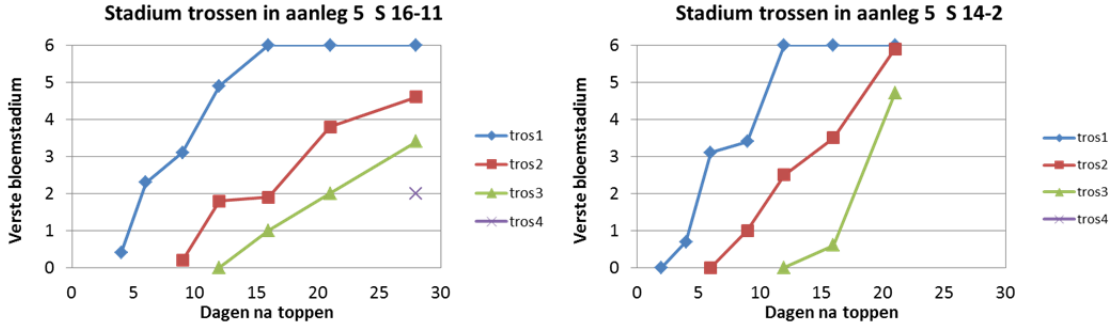
Bedrijf 5- Ontwikkeling trosaanleg

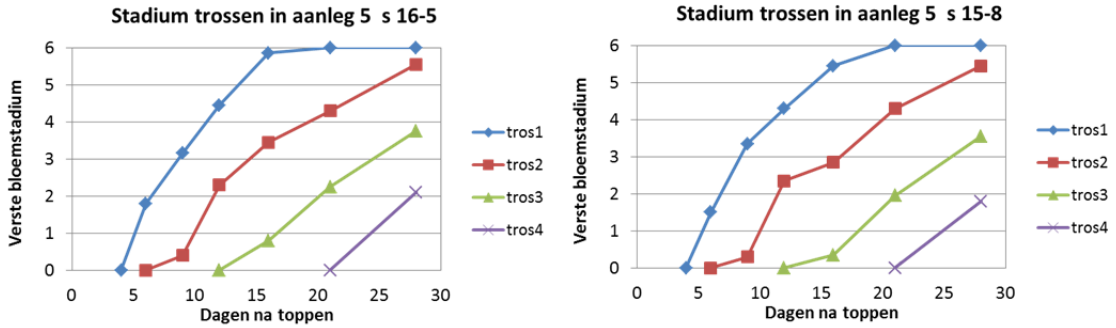
Cappricia





Success



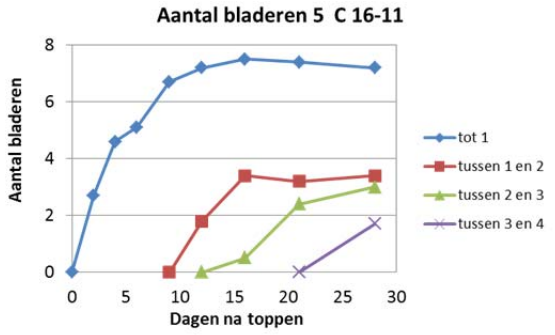


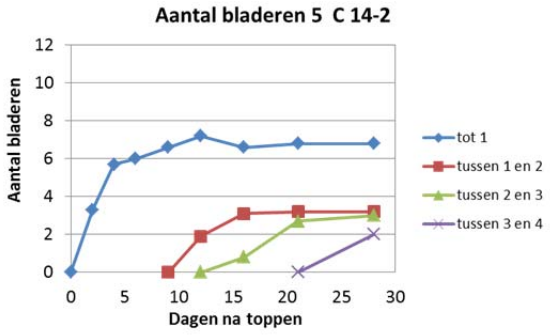
Bedrijf 5- Scheutlengte

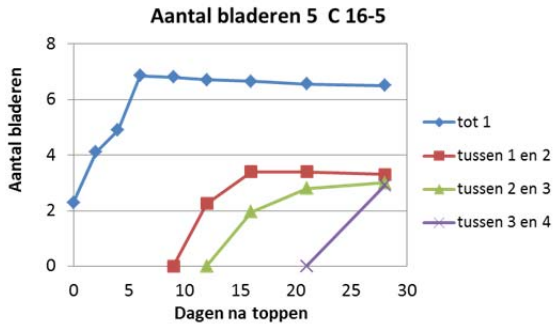
De scheutlengte is niet waargenomen door bedrijf 5

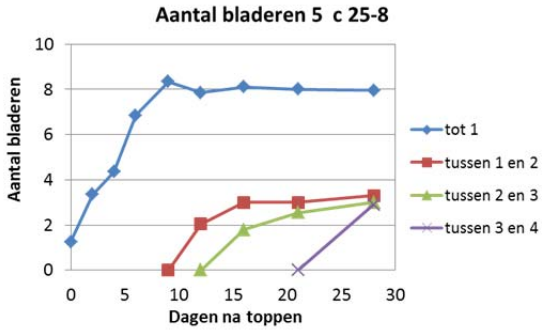
Bedrijf 5- Aantal bladeren aan de scheut

Cappricia

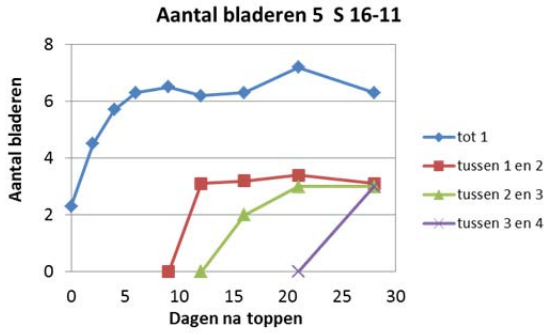


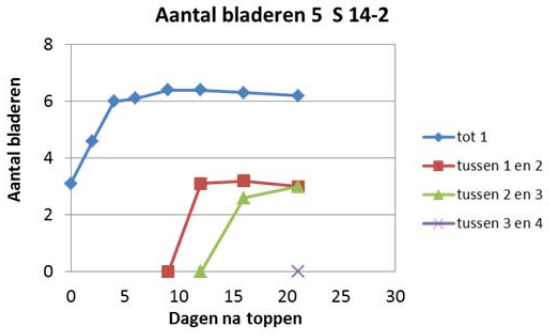


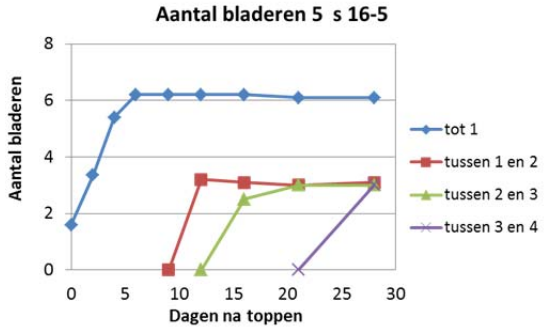


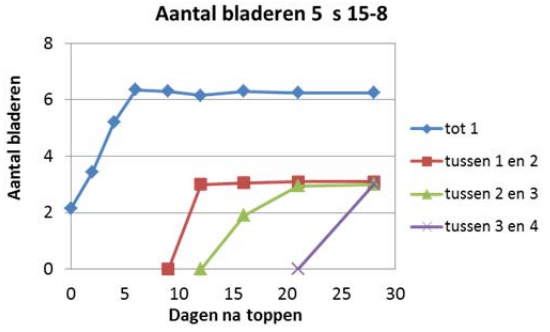


Success





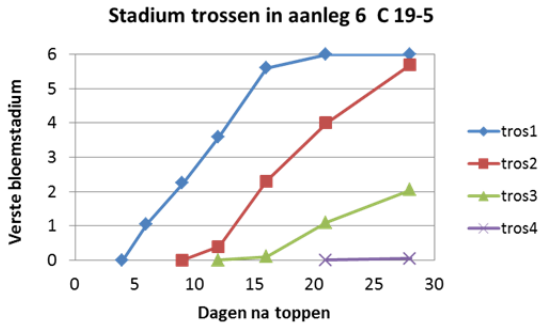




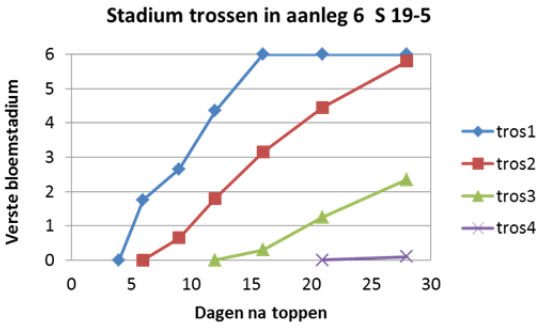
Bedrijf 6 - Ontwikkeling trosaanleg

Door dit bedrijf zijn alleen waarnemingen gedaan in de derde periode (mei zaai).

Cappricia

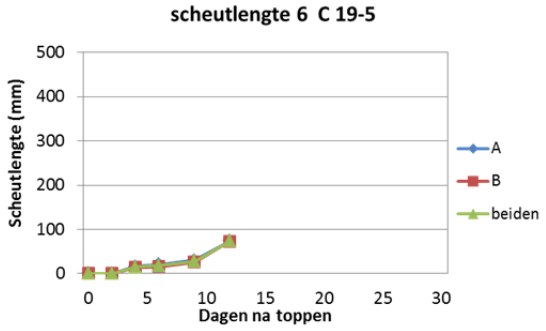


Success

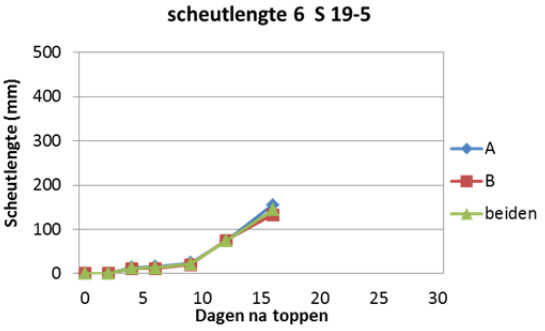


Bedrijf 6 - Scheutlengte

Cappricia

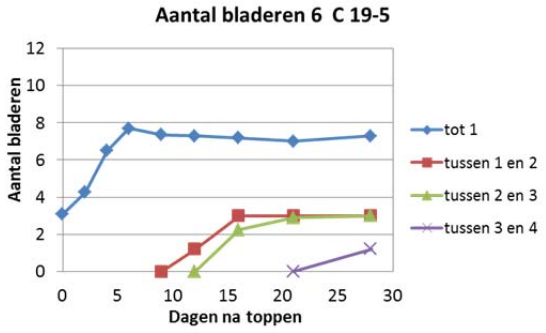
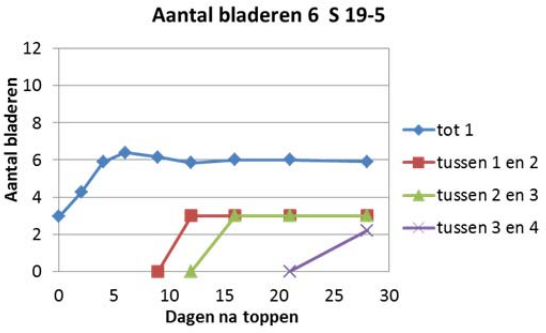


Success



Bedrijf 6 - Aantal bladeren aan de scheut

Cappricia



Success