



WAGENINGENUR

For quality of life

Toepassing assimilatiebelichting bij Bromelia

Belichtingsniveau en belichtingsduur in relatie tot voeding

M.G. Warmenhoven & N. García





Toepassing assimilatiebelichting bij Bromelia

Belichtingsniveau en belichtingsduur in relatie tot voeding

M.G. Warmenhoven & N. García

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

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

Dit project is gefinancierd door PT



Projectnummer: 3242027700

PT-nummer: 12998

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	5
2.1 Plantmateriaal	5
2.2 Kasklimaat	5
2.3 Belichting	6
2.4 Voeding	7
2.5 Watergift	8
2.6 Bloeibehandeling	8
2.7 Waarnemingen	8
2.7.1 Houdbaarheidsonderzoek	9
2.8 Statistische verwerking van de resultaten	9
3 Resultaten en discussie	11
3.1 Realisatie kasklimaat	11
3.2 Realisatie belichting	11
3.3 Startwaarneming	13
3.4 Effect belichtingsduur	14
3.4.1 Guzmania	14
3.4.2 Vriesea	14
3.4.3 Neoregelia	14
3.5 Effect belichtingsintensiteit	15
3.5.1 Effect belichtingsintensiteit op groei	15
3.5.2 Effect belichtingsintensiteit op de bloei	17
3.6 Effect EC + interactie EC *lichtduur	18
3.6.1 Effect EC op groei	18
3.6.2 Effect EC op de bloei	20
3.7 Interactie tussen lichtintensiteit en lichtduur	21
3.8 Interactie tussen lichtingsintensiteit en EC	22
3.8.1 Neoregelia	22
3.8.2 Aanmaak drogestof	22
3.9 Interactie tussen lichtintensiteit, lichtduur en EC	23
3.9.1 Neoregelia	23
3.9.2 Guzmania	25
3.9.3 Vriesea	29
3.10 Grondanalyse	29
3.10.1 Controle EC in potgrond	29
3.10.2 Resultaten chemische analyses potgrond	30
3.10.3 Houdbaarheid	30

	pagina
4 Conclusies	33
4.1 Guzmania	33
4.1.1 Reacties Guzmania op EC	33
4.1.2 Reacties Guzmania op intensiteit assimilatiebelichting	33
4.1.3 Reacties Guzmania op belichtingsduur	34
4.1.4 Conclusies Guzmania	34
4.2 Vriesea	34
4.2.1 Vriesea reacties op EC	34
4.2.2 Vriesea reactie op intensiteit assimilatiebelichting	34
4.2.3 Vriesea reactie op duur belichting	35
4.2.4 Conclusies Vriesea	35
4.3 Neoregelia	35
4.3.1 Neoregelia reacties op voeding EC	35
4.3.2 Neoregelia reacties op intensiteit assimilatie belichting	36
4.3.3 Neoregelia reacties op belichtingsduur	36
4.3.4 Conclusies Neoregelia	37
5 Aanbevelingen	39
6 Literatuur	41
Bijlage I. Licht	2 pp.
Bijlage II. Foto's	5 pp.
Bijlage III. Grondanalyse	3 pp.

Samenvatting

Tussen september 2007 en april 2008 is een teeltonderzoek uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk teneinde meer kennis te verkrijgen over de optimale belichtingniveaus en belichtingduur bij Bromelia, in interactie met de voeding EC. Aan belichting bij Bromelia werden door de praktijk goede resultaten toegeschreven in termen van teeltversnelling en kwaliteitsverbetering, maar er leefden ook vragen over de benodigde belichtingsintensiteit en duur, en over de bemestingsbehoefte van het belichte gewas.

De proef is in twee proefkassen van 144 m² ingericht met 24 tafels van 2.3 m² uitgevoerd. Er is belichting geïnstalleerd met een oplopende intensiteit in de lengterichting van de kas waardoor een gradiënt in lichtintensiteiten op plantniveau (17 - 155 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (~ 1200 - 10200 Lux)) is ontstaan. In de breedte richting van de kas (4 rijen tafels) kregen de planten water met een andere EC in vier vaste bemestingstrappen. Van de drie gebruikte Bromelia soorten kent één soort CAM-fotosynthese (Neoregelia) en twee soorten C₃-fotosynthese (Guzmania en Vriesea). Deze drie soorten zijn in de combinaties van bemesting en belichting gekweekt. In de ene kas werd maximaal 12 uur en in de andere kas maximaal 16 uur belicht.

De beste resultaten zijn bereikt bij Guzmania 'Tempo' met een voeding EC van 1,5 met een lichtintensiteit van 80 tot 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR gedurende 12 uur. De optimale EC voor Vriesea poelmanii 'Barbara' was ook 1,5, maar bij deze soort was het maximaal toelaatbare belichtingsniveau 45 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR gedurende maximaal 12 uur om een kwalitatief goede plant te produceren. Voor Neoregelia carolinae geldt dat het beste resultaat in de proef bereikt is met EC 2,0 waarbij het optimale lichtniveau tussen de 60 - 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR lijkt te liggen. Neoregelia reageerde positief op de langere belichtingsduur van maximaal 16 uur.

1 Inleiding

Bromeliatelers experimenteren al enkele winters met belichting. De ervaringen tot nu toe in termen van productiesnelheid en kwaliteit zijn zeer bemoedigend. Deze experimenten roepen echter veel vragen op: Er ontbreken nog richtlijnen of adviezen voor lichtsterkte en lichtduur. Het is niet bekend bij welke niveaus de planten nog actief groeien - en dus van de belichting profiteren - en wanneer de extra belichting niet meer resulteert in extra groei. Bovendien lijkt de bemestingsbehoefte van het belichte gewas af te wijken van die van het niet belichte gewas, wat tot kwaliteitsproblemen leidt.

Het doel van het onderzoek was, meer kennis te verkrijgen over de optimale belichtingniveaus en belichtingduur bij Bromelia, in interactie met de voeding EC. Hiertoe is in de periode september tot april een teeltonderzoek uitgevoerd.

In deze proef is onderzocht wat de optimale en de grenswaarden zijn voor groei en voor schade van de hoeveelheid belichting (in intensiteit en / of duur) die toegelaten kan worden en de mogelijke interacties tussen licht en voeding.

In twee proefkassen van 144 m² ingericht met 24 tafels van 2.3 m² is belichting geïnstalleerd met een oplopende intensiteit in de lengterichting van de kas (6 tafels). Hierdoor zijn gebieden ontstaan met verschillende lichtintensiteiten op plantniveau (17 - 155 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (~ 1200 - 10200 Lux)). In de breedte richting van de kas (4 rijen tafels) kregen de planten water met een andere EC in vier vaste bemestingstrappen.

Op elke tafel werden drie Bromeliasoorten geplaatst, waarvan één CAM en twee C₃-soorten. Beide kassen zijn op dezelfde wijze ingericht. In de ene kas werd maximaal 12 uur en in de andere kas maximaal 16 uur belicht. Voor actieve groei is niet alleen de lichtintensiteit, maar ook de duur van de belichting ofwel de ontvangen lichtsom, van belang. In beide kassen was een gebied waar planten identieke daglichtsommen ontvingen.

Van vooraf gemarkeerde meetplanten (aan de hand van de uitgevoerde lichtmetingen) zijn groei en kwaliteitskenmerken bepaald bij aanvang en einde van de proef.

Een Begeleiding Commissie Onderzoek is vanaf de opzet bij het onderzoek betrokken, heeft de proef wekelijks bezocht, en waar nodig de onderzoekers teeltkundig geadviseerd. Deze commissie bestond uit Leen Stofbergen (Stofbergen Plant Company), Marco Koolhaas (LKP Plants), Cor Bak (Bak Rijsenhout BV) en Eline de Vos (Corn. Bak BV). Corine van der Nouweland van LTO groeiservice voerde het secretariaat van de BCO.

2 Materiaal en methode

De proef is in week 38 gestart en uitgevoerd in een periode van 8 maanden in twee kas afdelingen van 144 m² bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. In elke kas stonden 24 tafels. Via een voedingsbak onder elke tafel kon een andere voedingsoplossing worden gegeven.

2.1 Plantmateriaal

Als proefplanten zijn gebruikt *Guzmania* 'Tempo' en *Vriesea poelmanii* 'Barbara', beide planten die C₃-fotosynthese hanteren en *Neoregelia carolinae* welke CAM-fotosynthese gebruikt (foto 1).

De planten zijn ter beschikking gesteld door LKP plants (Zevenhuizen), N.P. Heus uit 's Gravenzande en Bak Rijsenhout BV.

Guzmania en *Neoregelia* stonden in een 9 cm pot en *Vriesea* in een 12 cm pot. De Tempo's zijn opgepot in week 35 van 2007 en stonden in die periode onder 400 W SON-t lampen van Philips (4000 lux). De *Neoregelia*'s waren in week 36 opgepot en de *Vriesea*'s in week 28 2007. Begin en eind plantafstanden conform praktijk.

Vriesea's werden wijder gezet op 3 november, *Guzmania*'s op 26 november en de *Neoregelia*'s op 12 december.



Foto 1. Proefvelden met planten.

2.2 Kasklimaat

Vanaf de start werd een kastemperatuur aangehouden van 21°C dag/nacht. De verwarming van het bovennet ging alleen aan als de temperatuur van het ondernet boven de 50°C kwam. De luchtramen gingen dan open vanaf 26°C. Met de ramen dicht werd een CO₂-concentratie van 700 ppm aangehouden in de kas. De relatieve luchtvochtigheid stond ingesteld op 85 - 90%.

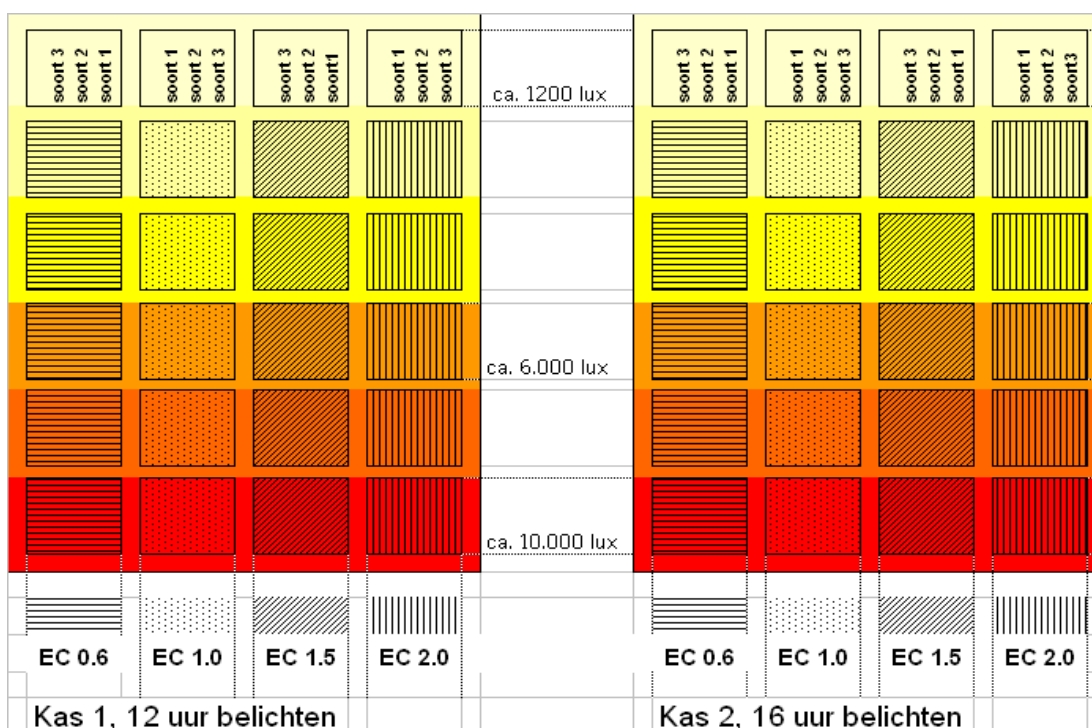
2.3 Belichting

De belichting werd in beide kassen geïnstalleerd met een oplopende intensiteit in de lengterichting van de kas. Dit is bereikt door de afstand tussen lampen op de rail geleidelijk te verkleinen (foto 2). Hierdoor ontstaan gebieden met verschillende lichtintensiteiten op plantniveau ($17 - 155 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ($\sim 1200 - 12000 \text{ Lux}$)). Voor actieve groei is niet alleen de lichtintensiteit, maar ook de duur van de belichting ofwel de ontvangen lichtsom, van belang. Daarom is in de ene kas gedurende 12 uur en in de andere kas gedurende 16 uur belicht. Er ontstaat op deze manier een gebied waarin planten in beide kassen identieke daglichtsommen ontvangen. Bij een buiten instraling van 140 W/m^2 gingen de lampen uit. De lampen gingen weer aan als de buitenstraling was gedaald tot 90 W/m^2 . Het zonnescherm liep dicht bij 275 W/m^2 .



Foto 2. Belichting in de kas.

In combinatie met de voedingsoplossing ontstaat de proefplattegrond van Figuur 1.



Figuur 1. Proefplattegrond met indeling van belichting- en voedingsniveaus in beide kassen.

2.4 Voeding

De gebruikte basisvoedingsoplossing is gekozen aan de hand van de gangbare voedingsoplossing op het vermeerderingsbedrijf Corn Bak BV. De samenstelling van deze voedingsoplossing wijkt af van de voedingsoplossing volgens de Bemesting Advies Basis. De samenstelling van de verschillende voedingsoplossingen wordt weergegeven in Tabel 1.

In de breedte richting van de kas beschikten we over vier rijen tafels. Per rij is met een oplopende EC trappenreeks bemest. De EC-trappen zijn verkregen door het verhogen of verlagen van de concentratie van alle macro-elementen uit de basis voedingsoplossing, als weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Samenstelling voedingsoplossing.

Element	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0
NO ₃ ⁻ mmol/l	4,1	6,9	10,3	13,8
P	0,3	0,5	0,8	1,0
K	3,4	5,6	8,4	11,3
Mg	0,6	1,0	1,5	2,0
Ca	0,2	0,4	0,6	0,8
NH ₄ ⁺	0,4	0,6	0,9	1,3
SO ₄ ²⁻	0,5	0,8	1,2	1,6
pH	6,5	6,5	6,5	6,5
Spoor micromol/l				
Fe	15	15	15	15
Mn	4	4	4	4
Zn	1,5	1,5	1,5	1,5
B	4	4	4	4
Cu	1,5	1,5	1,5	1,5
Mo	1,0	1,0	1,0	1,0

2.5 Watergift

Er werd naar behoefte handmatig water gegeven (dat kon variëren van één tot tweemaal per week, afhankelijk van o.a. de weeromstandigheden en van het belichtingsniveau). Het water met voeding werd bovendoor gespreeid. Volgens praktijkgebruik werd na het watergeven heel kort met schoon water nagespoeld om uitdroging van voedingszouten op het blad te voorkomen.

2.6 Bloeibehandeling

In de praktijk wordt bloei geïnduceerd door middel van het vullen van de koker met een verzadigde acetyleenoplossing. Deze toepassing kent echter veel beperkingen: er dient gestopt te worden met bemesten in de periode voorafgaand aan de bloeibehandeling, en de behandeling moet meerdere malen worden uitgevoerd.

Uit een oriënterend onderzoek (Slootweg en García, 2007) is gebleken dat een verzadigde ethyleenoplossing effectiever is dan acetyleen. Mits de oplossing verzadigd is, is het ook niet noodzakelijk om de behandeling te herhalen (één keer behandelen gaf evenveel bloei als twee keer behandelen). Daarom is in overleg met de BCO ervoor gekozen om de bloei te induceren met ethyleen.

Hiertoe is gebruik gemaakt van een prototype ethyleen toediener van het vermeerderingsbedrijf Corn Bak BV (foto 3).

Voorafgaand aan de bloeibehandeling is de bemesting NIET gestopt, maar omdat de ervaringen met deze toepassingen nog beperkt zijn, is de behandeling één keer herhaald bij Vriesea en Guzmania, en twee keer bij Neoregelia. Vriesea is op 30 november en 4 december 2007 behandeld; Guzmania op 17 en 22 januari 2008 en Neoregelia op 17, 22 en 28 januari 2008.



Foto 3. Prototype ethyleen toediener.

2.7 Waarnemingen

Startwaarneming

Voor het begin van de proef is de lichtintensiteit op tafelniveau over het gehele gradiënt in kaart gebracht. Dit is gedaan door middel van lichtmetingen verricht voor zonsopgang.

Aan het begin van de proef zijn 20 planten per soort gebruikt voor een startwaarneming. Deze bestond uit een individuele bepaling van het vers/droog gewicht, planthoogte en plantbreedte.

Waarnemingen tijdens de proefperiode

Tijdens de teelt zijn de planten wekelijks visueel beoordeeld op de zichtbare effecten van de behandelingen. Indien hiertoe aanleiding was werden er foto's genomen.

Halverwege de teelt is met behulp van FD-sensoren de EC in het substraat en in het water in de kokers bepaald na een watergiftbeurt. Dit is gedaan bij een selectie van planten uit de hogere en lagere lichtintensiteit in beide kassen.

Eindwaarnemingen

Aan het einde van de proefperiode (dit verschilde per soort) zijn wederom planten geselecteerd en gesloopt. Uit van tevoren geselecteerde plaatsen op de tafels, van elkaar 30 cm verwijderd en corresponderend met een bekend belichtingsniveau, zijn drie planten gebruikt voor het bepalen van de volgende groei en kwaliteitskenmerken: Plantbreedte, planthoogte, bladbreedte, aantal bladeren, plantgewicht, hoogte, breedte en gewicht van de bloeiwijze. Bij Vriesea werden ook de zijscheuten (plant) geteld en gewogen, en ook het aantal vertakkingen van de bloeiwijze meegenomen.

Daarnaast is het aantal niet of slecht bloeiende planten per tafel geteld.

Grondmonsters zijn aan het einde van de teelt genomen voor analyse. De monsters waren afkomstig uit een selectie van 12 behandelingen (3*lichtintensiteit en 4*EC). De monsters zijn alleen genomen uit de kas met belichtingsduur maximaal 16.00 uur.

Ook zijn er planten (bloeiwijze en blad apart) gedroogd voor het bepalen van de drogestof gehaltes. De droge stof is alleen bepaald van planten uit de 16-uur kas, van alle EC behandelingen, en uit een geselecteerd aantal lichtniveaus (20, 50 en 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

2.7.1 Houdbaarheidsonderzoek

De proef is afgesloten met een houdbaarheidsonderzoek. Hiertoe zijn planten uit de kas met belichtingsduur 12 uur geselecteerd van in totaal 12 behandelingen (3*lichtintensiteit en 4*EC). Per behandeling zijn 5 planten geselecteerd. De koker is leeggegoten en de planten zijn ingehoesd en in open dozen verpakt. Er is een transportsimulatie uitgevoerd door de planten gedurende 7 dagen bij 15 graden in het donker op Deense karren weg te zetten. Na de transportsimulatie zijn de planten uit de verpakking gehaald en op tafels in de uitbloeiruimte geplaatst. De omstandigheden in de uitbloeiruimte zijn, overeenkomstig internationale afspraken, een temperatuur van $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; en luchtvochtigheid van $65\% \pm 5\%$ en belichting met 1000 lux gemeten op tafelhoogte gedurende 12 uur per dag. De planten hebben bij de start van de houdbaarheidsonderzoek water gekregen en vervolgens naar behoefte.

Regelmatig zijn de planten visueel beoordeeld op hun sierwaarde. De houdbaarheid wordt gedefinieerd als de 'tijd' vanaf het moment van plaatsen in de uitbloeiruimte tot het moment dat de gemiddelde consument de planten niet langer zou laten staan. Met potplanten is de onderzoeksperiode gemaximaliseerd op 6 weken. Planten die binnen deze periode niet zijn afgeschreven op hun sierwaarde worden als 'langer dan 6 weken houdbaar' beschouwd. Het houdbaarheidsonderzoek is daarom na 6 weken in de uitbloeiruimte geëindigd.



Foto 4. Guzmania's op transport-simulatie in de koelcel.

2.8 Statistische verwerking van de resultaten

De resultaten zijn statistisch verwerkt met behulp van 'Unbalanced ANOVA' uit Genstat regression 10.2 edition. Om een uitspraak te kunnen doen over het verschil tussen 12 en 16 uur licht zijn de analyses uitgevoerd met gelijke dagsommen (dagsommen die dus in beide kassen voorkwamen).

3 Resultaten en discussie

Voor de weergave van de resultaten is ervoor gekozen om de gemeten parameters te relateren aan de proeffactoren, eerst apart en dan gecombineerd. Zo is gekeken naar de relatie tussen de groeikenmerken en afzonderlijk de belichtingsduur, de belichtingsintensiteit en de EC. Daarnaast is een paragraaf gewijd aan de interacties tussen lichtintensiteit en lichtduur en tussen EC en belichtingsintensiteit.

3.1 Realisatie kasklimaat

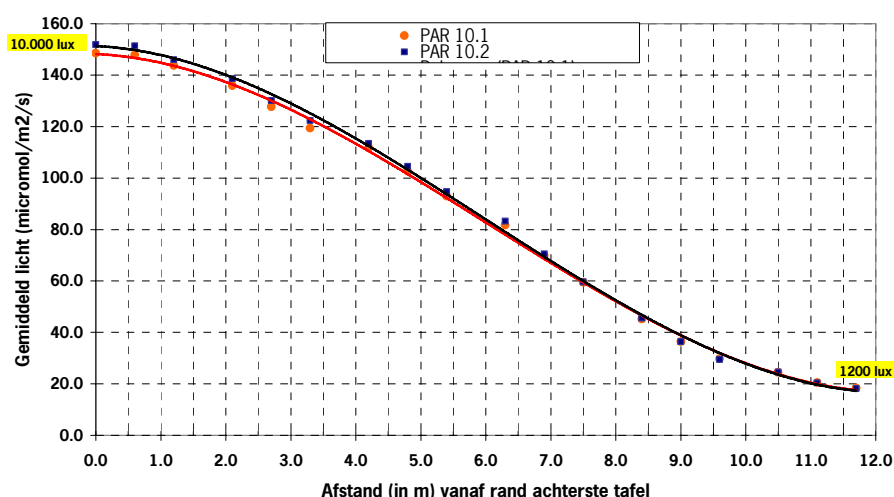
Vanaf de start werd een kasttemperatuur aangehouden van 21°C dag/nacht. De verwarming van het bovennet ging alleen aan als de ondernet temperatuur boven de 50°C kwam. Op dagen met veel zon kon de temperatuur in de middag oplopen tot 32°C (september 2007). De luchtramen gingen dan open vanaf 26°C.

Met de ramen dicht werd een CO₂-concentratie van 700 ppm aangehouden in de kas. Wanneer de ramen open gingen liep deze terug naar 400 ppm. De relatieve luchtvochtigheid stond ingesteld op 85 - 90%. Op 26 oktober 2007 is in overleg met de BCO besloten om een RV van 75% te handhaven in de hoop de verdamping te stimuleren. Bij een buiten instraling van 140 W/m² gingen de lampen uit. De lampen gingen weer aan als de buitenstraling was gedaald tot 90 W/m². Het zonnescherm liep dicht bij 275 W/m².

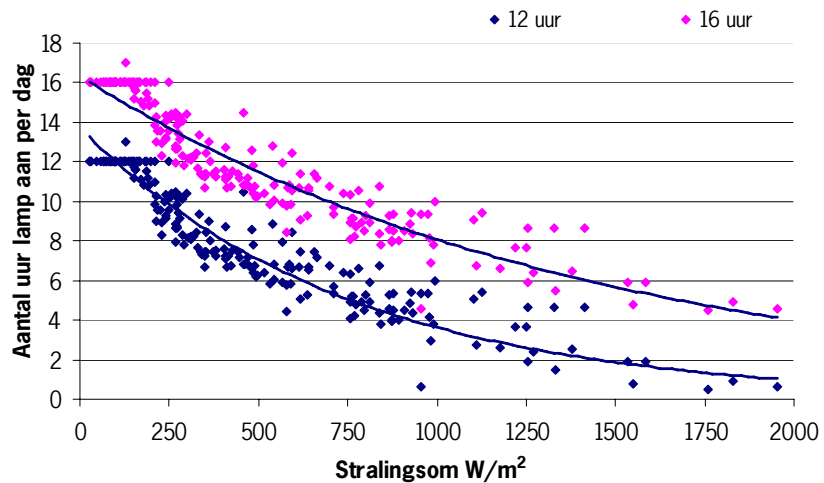
3.2 Realisatie belichting

Middels lichtmetingen voorafgaand aan de start van de proef is de intensiteit van de belichting op plantniveau in kaart gebracht. Het verloop van het verkregen lichtgradiënt in de beide kassen is te zien in Figuur 2.

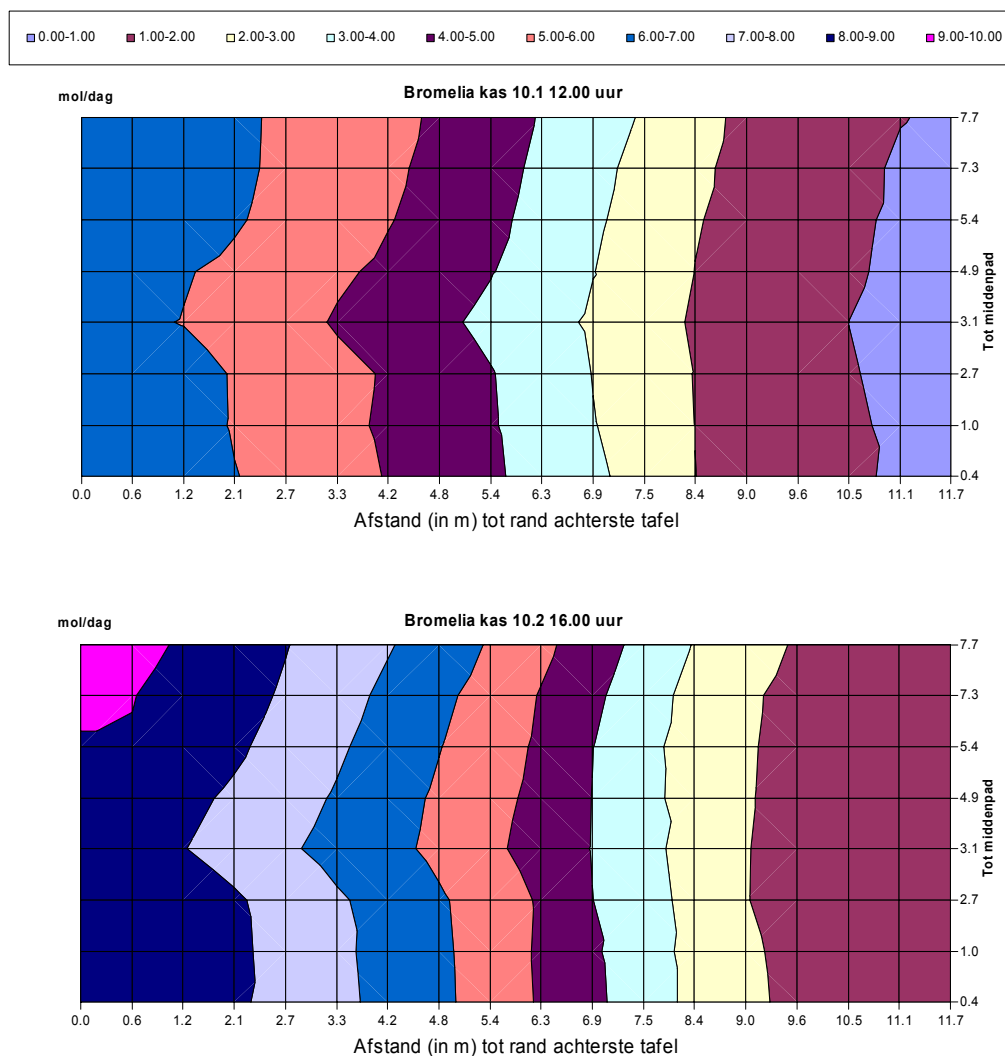
Per kas werd een andere belichtingsduur ingesteld te weten maximaal 12 en 16 uur. De belichtingsperiode van 12 uur was ingesteld van 04.30 uur tot 16.30 uur en die van 16 uur van 00.30 tot 16.30 uur. Met het langer worden van de dagen schoof de starttijd van de belichting mee zodat de daglengte zoveel mogelijk de natuurlijke daglengte volgde. In Figuur 3 zijn het aantal uren dat de lampen aan waren per dag uitgezet tegen de stralingssom van die dag. Hoe hoger de straling overdag hoe korter de lampen overdag aan waren.



Figuur 2. Links: Het verloop van de lichtgradiënt in beide kassen in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.



Figuur 3. Rechts: Het aantal uren dat de lampen aanwaren uitgezet tegen de Stralingssom van die dag.

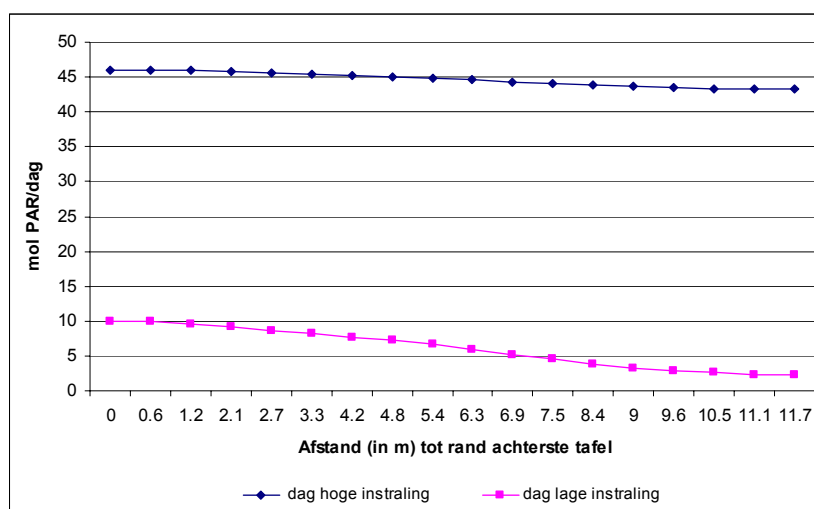


Figuren 4 en 5. Licht gradiënt in de kassen 1 en 2 op tafel niveau wanneer de lampen bij de maximale lichtduur van respectievelijke 12 en 16 uur branden. Gebieden met dezelfde belichtingsdagsom in beide kassen zijn met dezelfde kleur aangeduid.

In de Figuren 4 en 5 wordt het aantal mol lamplicht per dag weergegeven als de lampen gedurende de maximale belichtingsduur van respectievelijke 12 en 16 uur branden. Gebieden waar de totale belichting (duur x intensiteit) in beide kassen gelijk is zijn in het plattegrond met dezelfde kleur aangeduid.

In deze plattegronden is het goed te zien dat naast gebieden waar het aantal mol belichting per dag in beide kassen voorkomen, ook tafels in beide kassen zijn met een belichtingsdagsom die alleen in één van de kassen voorkomt: het gebied met minder dan 1 mol per dag in de 12 uur kas (blauw-lila gebied in Figuur 4, helemaal rechts) en het gebied met meer dan 7 mol PAR per dag (licht blauwe, donker blauwe en fuchsia gebied in Figuur 5, links).

Het aantal uren dat de lampen gebrand hebben in de 12 uur kas wordt weergegeven in Bijlage I Tabel I (voor de 16 uur kas geldt tabel waarde + 4 uur). In Bijlage I Tabel II wordt het licht in mol PAR/dag weergegeven dat de kas inkomt nadat deze is gecorrigeerd voor de transmissie van het kasdek en het zonnescherm. Met behulp van deze gegevens is de totaal mol PAR per dag (natuurlijke licht + bijdrage lampen) berekend die op de verschillende dagen de kas zijn binnen gekomen (gegevens niet weergegeven). Figuur 6 toont totaal mol PAR per dag op een dag met hoge instraling en een dag met lage instraling. Hierin is duidelijk zichtbaar dat de bijdragen van de lampen op dagen met veel buitenstraling veel lager is o.a. omdat ze een groot deel van die dag niet branden.



Figuur 6. Totaal ontvangen licht in de kas (buitenlicht + belichting) in mol/dag op dag met hoge zonnestraling en op een donkere dag.

3.3 Startwaarneming

Bij de start van de proef (21 september) zijn een twintigtal planten opgeofferd voor een nulwaarneming. In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde hoogte, gemiddelde plantdiameter en het gemiddeld versgewicht van dat moment. Het aantal bladeren is geteld en er zijn foto's bij de start gemaakt.

Tabel 2. Hoogte en plantdiameter in cm. Plant versgewicht in g. Tussen haakjes de standaard afwijking.

	Hoogte	Diameter	Vers gewicht	Aantal bladeren
Vriesea	21,8 (0,9)	26,9 (1,4)	56,5 (11,7)	15 - 16
Guzmania	15,4 (1,2)	13,8 (1,6)	3,1 (0,9)	10 - 11
Neoregelia	13,6 (1,7)	10,5 (1,5)	1,9 (0,3)	8 - 10

3.4 Effect belichtingsduur

Visueel maakte de kas waarin maximaal 16 uur werd belicht een slechtere indruk dan de kas waarin de lampen maximaal 12 uur brandden. Deze indruk werd vooral gewekt door de gelere kleur van met name de Vriesea en de Guzmania.

Tijdens de vegetatieve groei ontstonden ook rode pigment vlekken op het groene blad van Guzmania. De vlekken waren het meeste aanwezig in de 16 uur kas, en dan vooral in de behandelingen met de hoogste lichtintensiteiten en de laagste EC's. Bij hogere EC en lagere lichtintensiteit gaan de vlekken over in gele vlekken. De gele vlekken worden niet meer waargenomen bij de behandeling met EC 2.0 onder een belichtingsduur van 12 uur bij het laagste lichtniveau (foto's 1 en 2, Bijlage II).

Het meetbaar effect van de belichtingsduur op de plantgroei verschilt per kenmerk en per soort. Tabel 3 geeft de resultaten weer.

3.4.1 Guzmania

Guzmania's die zijn opgegroeid bij een maximale belichtingsduur van 12 uur zijn zwaarder en groter dan de Guzmania's die zijn opgegroeid bij belichting gedurende 16 uur (Tabel 3). Dit komt tot uitdrukking in bijna alle gemeten kenmerken: plantdiameter, bladbreedte, bloemdiameter, bladhoogte en het versgewicht. Alleen het aantal bladeren wat wordt aangemaakt wordt niet significant beïnvloed door de belichtingsduur.

3.4.2 Vriesea

Bij Vriesea's is de plantdiameter en de bloembreedte bij een belichtingsduur van 12 uur wel groter dan onder 16 uur. Echter het versgewicht en de bladbreedte zijn hoger bij 16 uur belichting. Verder worden er meer zijscheuten gevormd onder een belichtingsduur van 16 uur. Planthoogte en aantal bladeren dat wordt aangemaakt worden niet door de duur van de belichting beïnvloed.

3.4.3 Neoregelia

De Neoregelia's vormen onder een belichtingsduur van 16 uur wel meer bladeren dan bij 12 uur. Daarnaast hebben ze een grotere plant- en bloemdiameter dan onder 12 uur. Plantgewicht en bladbreedte zijn niet beïnvloed door de toegepaste duur van de belichting.

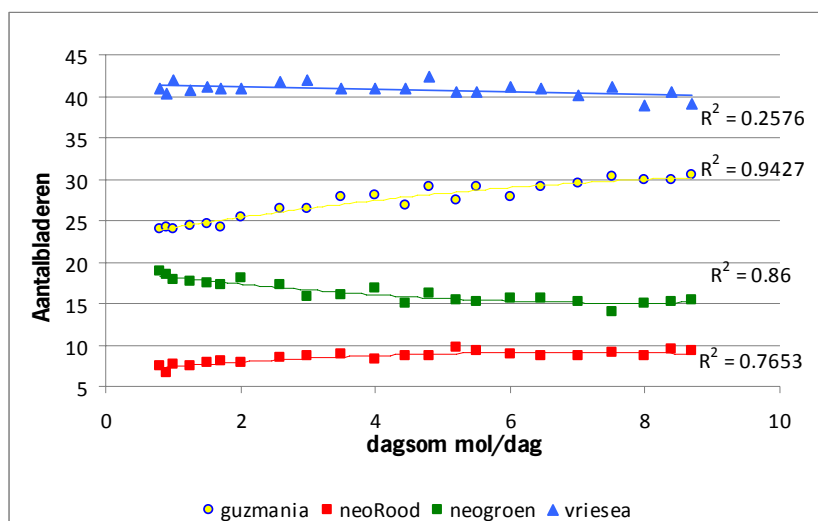
Tabel 3. Effect van belichtingsduur op plantdiameter (cm), bladbreedte (cm), bloemdiameter (cm), bladhoogte (cm) en versgewicht (g) bij Guzmania, Vriesea en Neoregelia. Waarden zijn gemiddelde over alle lichtintensiteit en EC behandelingen. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

Guzmania	12 uur	16 uur
Plantdiameter	40,55 b	39,70 a
Bladbreedte	3,33 b	3,23 a
Bloemdiameter	12,79 b	12,02 a
Bladhoogte	16,25 b	15,17 a
Aantal bladeren	27,2 a	26,9 a
Versgewicht	103 b	93 a
Vriesea	12 uur	16 uur
Plantdiameter	37,95 b	37,01 a
Bloembreedte	3,74 b	3,52 a
Bladbreedte	4,04 a	4,12 b
Bladhoogte	28,1 a	27,9a
Aantal bladeren	41,5 a	40,9 a
Aantal zij scheuten	3,3 a	3,8 b
Versgewicht	176 a	194 b
Neoregelia	12 uur	16 uur
Plantdiameter	35,8 a	37,0 b
Aantal blad groen	16,2 a	17,0 b
Bladbreedte	3,90 a	3,89 a
Roodblad diameter	14,0 a	15,0 b
Bladhoogte	11,1 a	10,9 a
Versgewicht	72,3 a	73,4 a

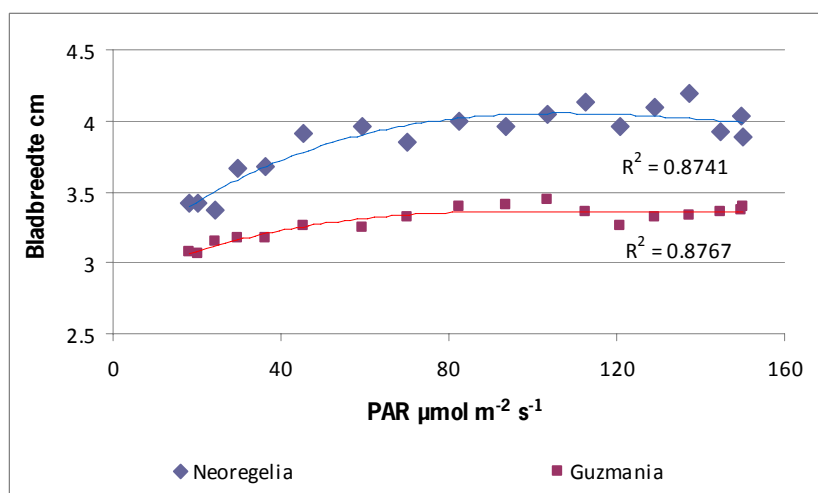
3.5 Effect belichtingsintensiteit

3.5.1 Effect belichtingsintensiteit op groei

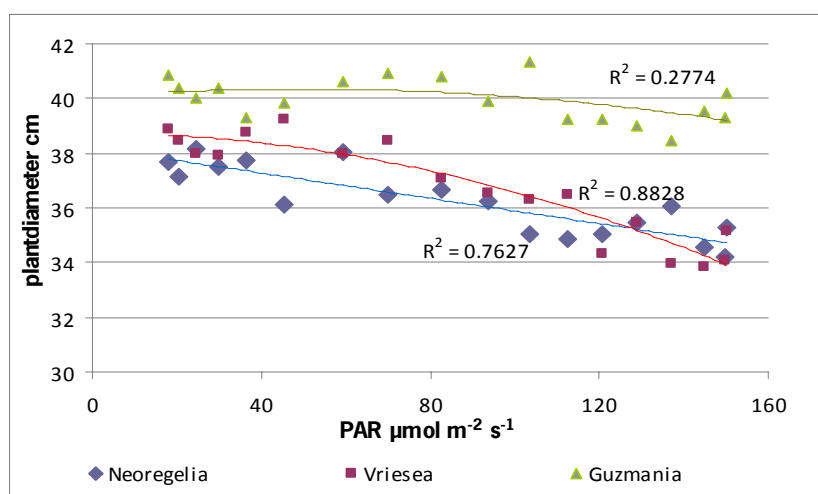
Door de daglichtsom in mol PAR per dag te berekenen kan een vergelijking worden gemaakt tussen de behandelingen in de beide kassen, zij het met een andere daglengte, die dezelfde totale hoeveelheid licht hebben ontvangen. Het effect van daglichtsom op het aantal bladeren bij de verschillende bromelia's wordt weergegeven in Figuur 7. Bij Neoregelia worden er meer rode bladeren aangemaakt bij een toenemende lichtintensiteit, dit gaat ten koste van het aantal groene bladeren. Het aantal bladeren bij Guzmania's neemt bij een toenemende lichtintensiteit toe. Er is geen effect van lichtintensiteit op de aanleg van het totaal aantal bladeren bij Vriesea en Neoregelia.



Figuur 7. Aantal bladeren bij Guzmania en Vriesea; voor Neoregelia gesplitst in rode en groene bladeren.



Figuur 8. Effect lichtintensiteit op bladbreedte bij Neoregelia en Guzmania.



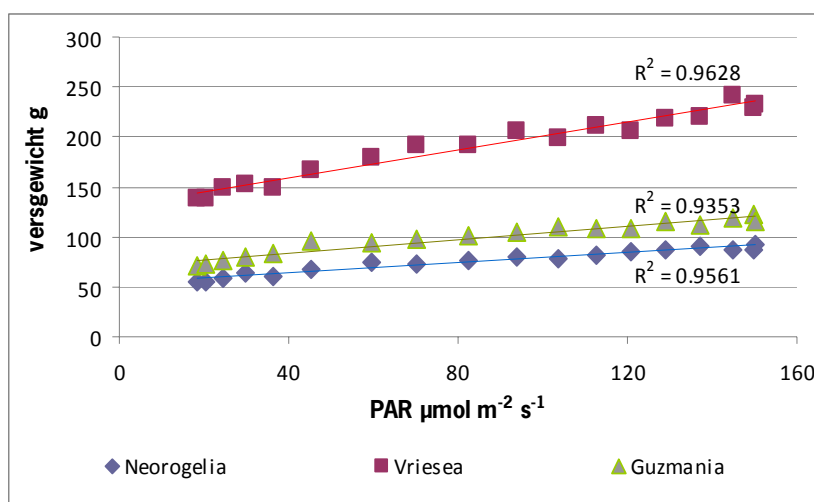
Figuur 9. Effect lichtintensiteit op plantdiameter bij Vriesea, Guzmania en Neoregelia.

De bladbreedte (gemeten op buigpunt) bij Neoregelia en Guzmania neemt af wanneer de lichtintensiteit lager wordt dan $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figuur 8). Onder toenemende lichtintensiteit neemt bij Vriesea en Neoregelia de plantdiameter af (Figuur 9). In mindere mate is er ook bij Guzmania sprake van een afname van de plantdiameter bij toenemende lichtintensiteit.

Het versgewicht neemt bij alle Bromelia soorten toe met toenemende lichtintensiteit (Figuur 10).

Het aantal zij scheuten aan de plant neemt bij Vriesea bij toenemende lichtintensiteit toe (Tabel 5). Dit is een ongewenst effect: zij scheuten worden handmatig verwijderd bij het verkoopklaar maken van het product.

Er zijn meer effecten van lichtintensiteit op plantdiameter, bladhoogte, aantal bladeren, etc. waargenomen. Deze worden behandeld in de paragrafen 3.7, 3.8 en 3.9 waar ook de interactie met EC en/of belichtingsduur aan de orde komt.



Figuur 10. Effect lichtintensiteit op versgewicht bij Guzmania, Vriesea en Neoregelia.

3.5.2 Effect belichtingsintensiteit op de bloei

De bloeisnelheid is niet kwantitatief bijgehouden. Uit de visuele waarnemingen, is de verwachte versnelling van de bloei als gevolg van de belichting niet waargenomen.

Alleen bij Neoregelia is een effect van de belichtingsintensiteit op de bloei gezien, die tot uitdrukking kwam in de vorm van een grotere diameter van de bloemkern (Tabel 4). Met een toenemende lichtintensiteit neemt de bloemkern diameter toe. Met name onder laag licht blijven de bloemkernen klein.

Alle Vriesea's hebben, ongeacht de belichtingsintensiteit, goed gebloeid.

Voor Guzmania 'Tempo' en Neoregelia zijn aan de hand van het optreden van enkele niet- en slecht bloeiende planten, kritische lichtniveaus aan te duiden waaronder de bloei niet succesvol is. Het grootste gedeelte van slecht bloeiende planten kwam voor bij de belichtingsdagsom onder de $1 \text{ mol PAR per dag}$ ($21 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, zie Tabel 5). Bij Neoregelia kwamen behalve planten met groene bloemen ook planten voor die geen bloem hadden ontwikkeld.

Tabel 4. Effect lichtintensiteit op bloemkern diameter bij Neoregelia.

	$20 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	$150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
Bloemkern diameter	0,82 a	2,20 b	2,35 c

Tabel 5. Effect lichtintensiteit op aantal groene bloemen bij de verschillende bromelia soorten en het aantal zij scheuten bij Vriesea. Lichtintensiteit in PAR $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Lichtintensiteit	21	37	71	103	129	148
Neoregelia groen	4,4	1	0,1	0	0	0,1
Neoregelia geen bloem	11,0	7,0	3,1	3,0	1,9	1,84
Guzmania groen	2,9	1,3	0,6	1,3	1,1	0,51
Aantal zij scheuten Vriesea	2,3 a	2,5 a	3,1 b	3,6 c	4,0 c	4,2 d

3.6 Effect EC + interactie EC *lichtduur

3.6.1 Effect EC op groei

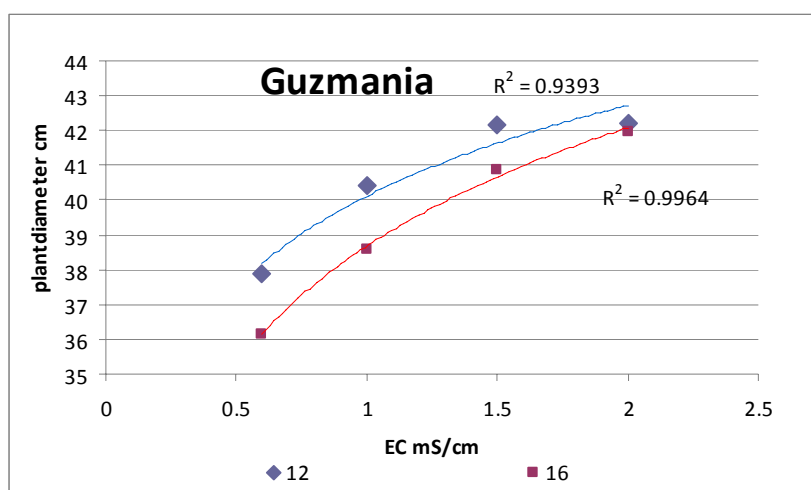
Visueel was het effect van de oplopende EC zichtbaar in vooral de kleur van het groene blad. Het groen was donkerder en intenser naarmate de gegeven EC hoger was. Hoe hoger de EC, hoe minder vlekken in het blad van de Guzmania (rode vlekken, zie 4.4 en foto's in Bijlage II) en van de Vriesea (gele vlekken, zie eveneens 4.4 en Bijlage II, foto's 3 en 4) in de 16-uur kas.

Als de resultaten van de gemeten plantkenmerken statistisch worden geanalyseerd (zie Tabel 6), blijken alle soorten positief te reageren op de hogere EC's:

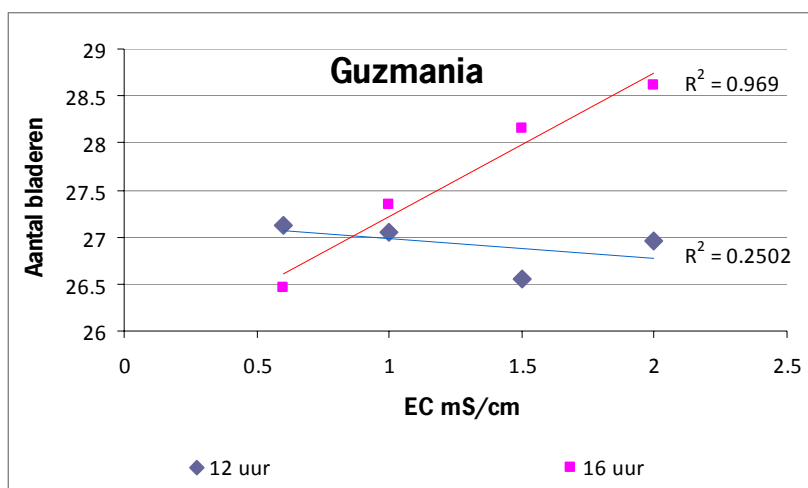
De planten die water kregen met een EC van 0.6 en 1.0 mS/cm blijven bij alle soorten significant kleiner en lichter dan de planten die EC 1.5 en 2.0 kregen (Tabel 6).

Tussen 1,5 en 2 EC was er voor Guzmania een trend naar grotere planten, vooral bij de langere belichtingsduur, maar geen significant verschil meer in versgewicht noch plantdiameter. De plantdiameter van Guzmania neemt toe bij stijgende lichtintensiteit (Figuur 11). Deze toename is onder 12 uur groter dan onder 16 uur maximale belichting. Guzmania heeft significant meer bladeren aangemaakt met het oplopen van de EC in de kas met de belichtingsduur van 16 uur. Onder een maximale belichtingsduur van 12 uur treedt dit EC-effect niet op (Figuur 12).

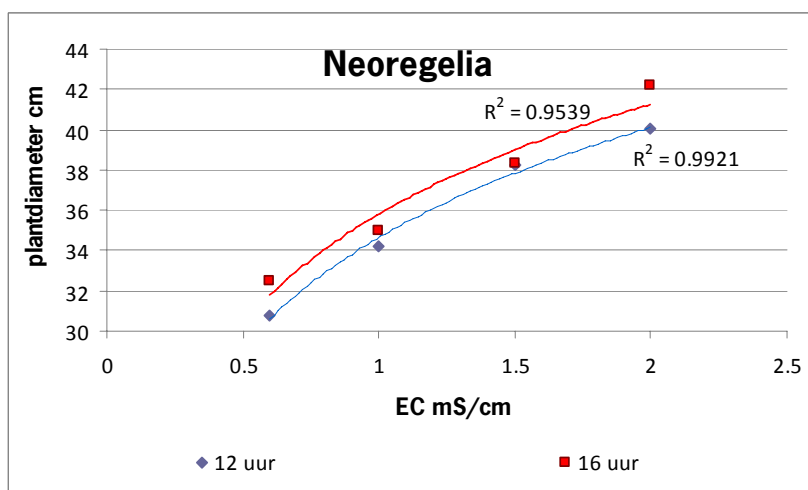
Neoregelia's en Vriesea's werden wel significant groter en zwaarder met de stijgende EC (Tabel 6). De plantdiameter van Neoregelia neemt toe bij stijgende lichtintensiteit (Figuur 13). Deze toename is onder 16 uur groter dan onder 16 uur maximale belichting (Figuur 13).



Figuur 11. Effect van EC op plantdiameter bij Guzmania bij twee daglengtes.



Figuur 12. Effect van EC op aantal bladeren bij *Guzmania* als beïnvloed door de belichtingsduur.



Figuur 13. Effect van EC op plantdiameter bij *Neoregelia*.

Tabel 6. Effect EC op plantkenmerken bij *Guzmania*, *Neoregelia* en *Vriesea*.

Soort	Voedings EC			
	0,6	1,0	1,5	2,0
<i>Guzmania</i>				
Bloemdiameter (cm)	11,4 a	12,5 b	12,9 c	12,9 c
Bloemhoogte (cm)	15,5 a	15,9 b	16,6 c	16,2 cb
Plantdiameter (cm)	37,0 a	39,5 b	41,5 c	42,1 c
Versgewicht (g)	93 a	98 b	102 c	105 c
Bladhoogte (cm)	15,5 a	15,9 b	16,3 c	16,2 c
<i>Neoregelia</i>				
Plantdiameter (cm)	31 a	34 b	38 c	41 d
Aantal blad groen	15,7 a	16,0 a	16,9 b	16,9 b
Bladbreedte (cm)	3,63 a	3,81 b	3,97 c	4,04 c
Bladhoogte (cm)	10,7 a	11,1 b	11,2 b	11,4 c
Versgewicht (g)	62 a	69 b	81 c	89 d
Bloemdiameter (g)	1,14 a	1,88 b	1,94 b	2,19 c

Soort	Voedings EC			
Vriesea	0,6	1,0	1,5	2,0
Plantdiameter (cm)	36 a	36 a	37 b	38 c
Bloemhoogte (cm)	42,1 a	43,3 b	43,0 b	44,6 c
Versgewicht bloem (g)	121 a	139 b	145 c	150 d
Aantal bloemvertakkingen	9,1 a	9,8 b	10,4 c	10,9 d

Bij Vriesea vertoonde de bloeiwijze significant meer vertakkingen met het oplopen van de aangeboden EC. Maarbij de hoogste aangeboden EC (2) kwam ook meer glazigheid voor op de plekken aan de basis van het blad waar het voedingswater in bleef staan. Ook kwam, ondanks het met schoonwater naspoelen na de voeding, een zichtbare witte aanslag van zouten voor (zie foto's 5 t/m 8 in Bijlage II).

3.6.2 Effect EC op de bloei

Zoals in 3.6 aangegeven, is er voor de bloeibehandeling niet gestopt met bemesten. Desondanks heeft een groot percentage planten goed gebloeid. De mate waarin is per soort verschillend.

3.6.2.1 Vriesea

De Vriesea's hebben ondanks deze afwijkende bloeibehandeling met de praktijk allemaal en in alle EC behandelingen gebloeid. Dit is te verklaren doordat in de praktijk gebruik wordt gemaakt van acetyleen, wat 12500 keer minder effectief is in het induceren van bloei dan ethyleen, die in deze proef is gebruikt (Van Telgen 2003, Slootweg 2007). Door het gebruik van een effectiever middel, is het niet nodig om te stoppen met bemesten.

3.6.2.2 Guzmania

Bij de Guzmania is ook van alle planten de bloei goed geïnduceerd. Echter, er zijn verspreid over alle EC (en ook licht) behandelingen ook planten waarvan de bloeiwijze niet goed op kleur is gekomen. Het aantal planten met niet goed ontwikkelde bloemen is significant hoger bij de EC's 1,0; 1,5 en 2,0 dan bij EC 0,6. Door de hogere EC's zijn de planten groter geworden, van een diameter van 36cm bij de laagste EC tot een diameter van gemiddeld 42 cm bij de hoogste EC zie Figuur 11; mogelijk was de plantafstand niet toereikend voor een goede lichtonderschepping door alle planten bij deze plantgroottes en had deze moeten worden aangepast. Ook hadden de planten door de snellere groei eerder behandeld kunnen worden met de bloei-inductie middel. Eerder behandelen had kunnen resulteren in een teeltverkorting.

Tabel 7. Effect van EC op de bloei bij *Neoregelia* en *Guzmania*.

EC	0,6	1	1,5	2
Neoregelia groen	0,3 a	1,25 b	1,3 b	1,2 b
Neoregelia geen bloem	5,9 b	5,5 b	4,5 b	2,6 a
Guzmania groen	0,5 a	1,6 b	1,3 b	1,8 b

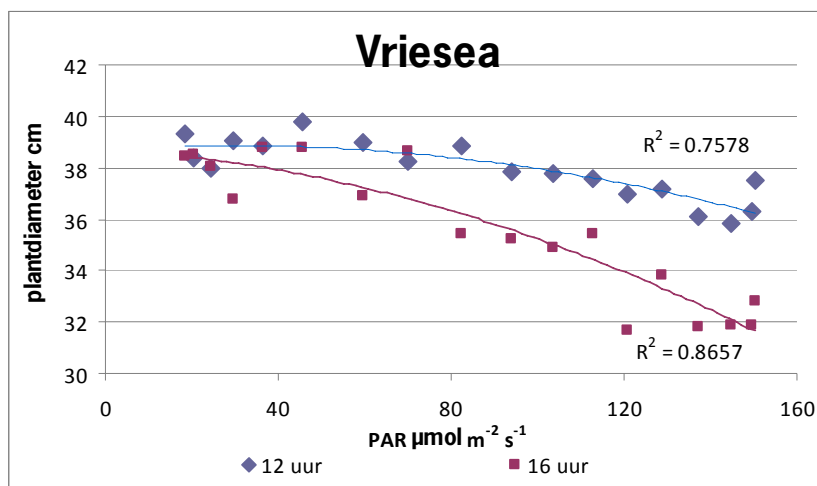
3.6.2.3 Neoregelia

In de tafelrijen met de laagste lichtniveaus (onder de 1 mol/dag aan belichting) hebben enkele Neoregelia's niet gebloeid of ze zijn groen gebleven (Tabel 5). Deze lichtniveaus zouden wel eens bloeilimiterend kunnen zijn. Binnen gelijk lichtniveau, leek de hogere EC het aantal niet bloeiende planten te verlagen (Tabel 7).

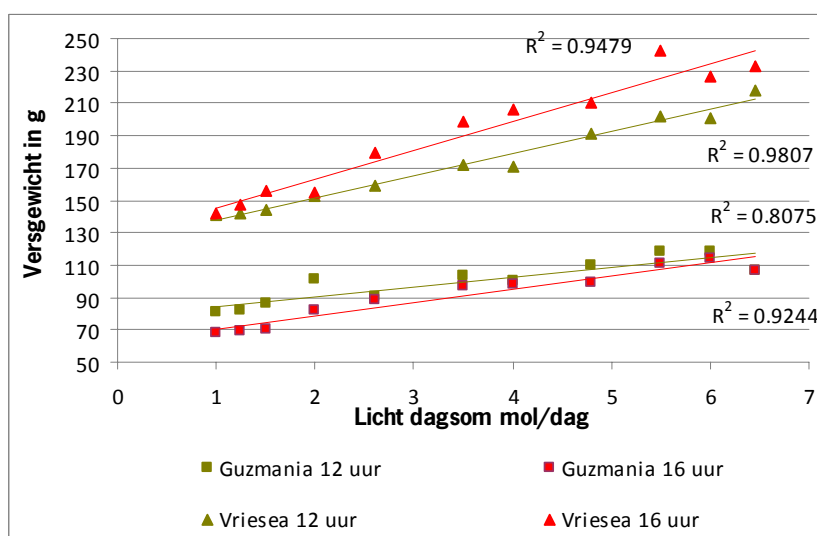
3.7 Interactie tussen lichtintensiteit en lichtduur

Onder de maximale belichtingsduur van 16 uur neemt de plantdiameter bij Vriesea sterker af bij een toenemende lichtintensiteit dan onder een maximale belichtingsduur van 12 uur (Figuur 14).

Bij het vergewicht reageren Guzmania en Vriesea verschillend op de interactie lichtintensiteit en lichtduur. Het vergewicht neemt bij beide soorten toe met een toenemende lichtintensiteit (Figuur 15). Echter onder de maximale belichtingsduur van 12 uur worden zwaardere Guzmania's gevormd dan onder de maximale belichtingsduur van 16 uur. Bij Vriesea is precies het omgekeerde aan de hand. Onder de maximale belichtingsduur van 16 uur worden zwaardere Vriesea gevormd.



Figuur 14. Interactie lichtintensiteit en lichtduur op plantdiameter bij Vriesea.



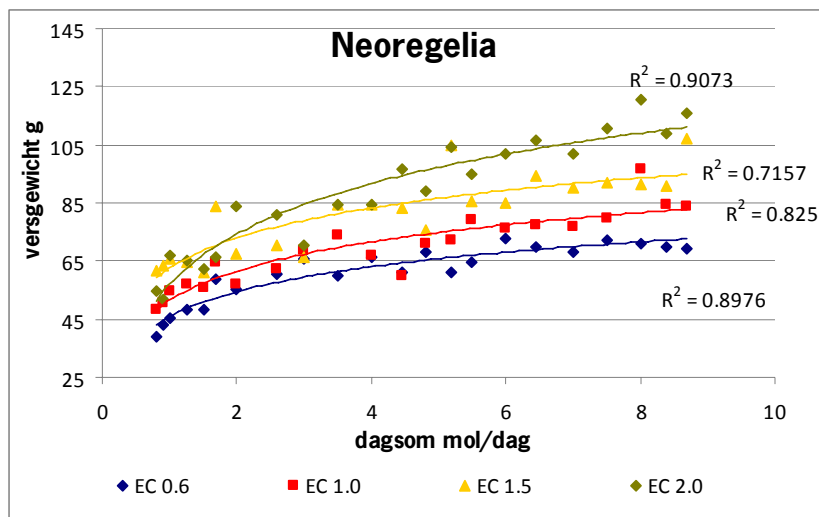
Figuur 15. Interactie lichtintensiteit en lichtduur op vergewicht bij Guzmania en Vriesea.

3.8 Interactie tussen lichtingsintensiteit en EC

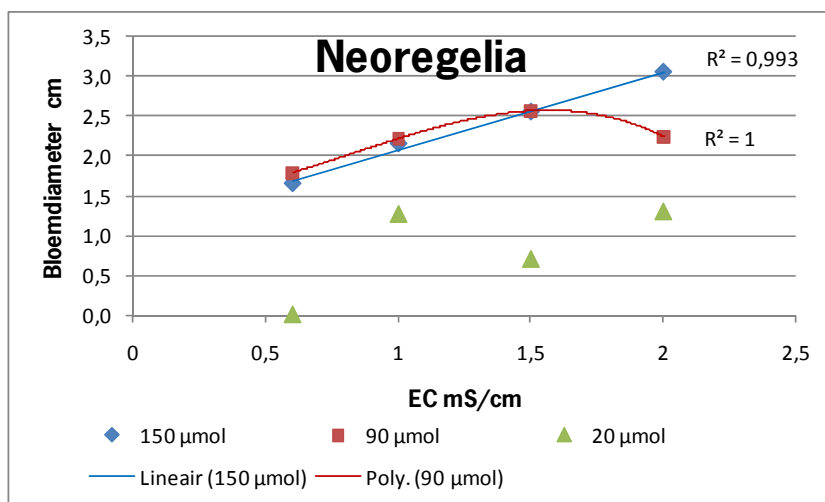
3.8.1 Neoregelia

Het versgewicht neemt bij Neoregelia toe bij een toenemende lichtintensiteit en toenemende EC (Figuur 16). Vanaf 4 mol PAR per dag vakt de toename af. Deze afvlakking is bij een lagere EC sterker.

De diameter van de bloemkern neemt onder hoog licht toe met een toenemende EC (Figuur 17). Onder 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ neemt de diameter van de bloemkern boven EC 1.5 weer af. Bij 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ zijn de bloemkernen significant kleiner.



Figuur 16. Interactie lichtintensiteit en EC op versgewicht bij Neoregelia.



Figuur 17. Interactie lichtintensiteit en EC op diameter bloemkern bij Neoregelia.

3.8.2 Aanmaak drogestof

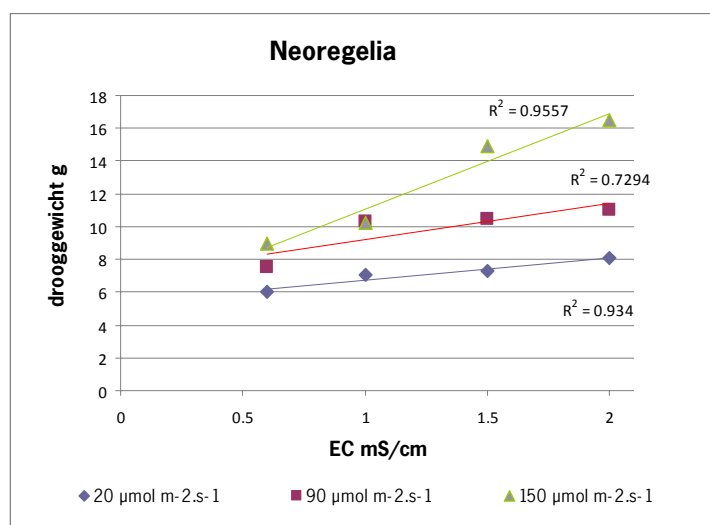
Van de kas met een maximale daglengte van 16 uur zijn van 12 behandelingen (4 * EC en 3 * lichtniveaus) ook het drooggewicht en het drogestof percentage bepaald. Bij een stijgende lichtintensiteit neemt het drooggewicht bij Neoregelia toe. Deze stijging neemt extra toe naarmate de EC toeneemt (Figuur 18).

In Tabel 8 wordt een overzicht gegeven van drooggewicht en percentage drogestof aan het einde van de teelt onder de maximale daglengte van 16 uur.

Laag licht geeft significant lagere drooggewichten voor zowel het blad als de bloeiwijze bij alle Bromelia's. Onder het hoogste lichtniveau neemt het drooggewicht bij de bloemen van Guzmania en Vriesea ook af. Deze resultaten zijn in overeenstemming met het versgewicht van de bloemen (data versgewicht zijn niet weergegeven). Alleen bij Neoregelia stijgt het drooggewicht bij toenemende licht intensiteit.

Vriesea bloemen opgegroeid bij EC 0.6 mS/cm waren significant lichter (in zowel vers als droog gewicht) dan bloemen die waren opgegroeid met een EC groter dan 0.6 EC mS/cm.

Er werd geen effecten waargenomen van licht of EC op het percentage drogestof.



Figuur 18. Drooggewicht bij Neoregelia in relatie met licht en EC.

Tabel 8. Gemiddeld drooggewicht en percentage drogestof bij Bromelia's opgekweekt onder drie lichtniveaus. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

Lichtniveau	Blad Guzmania	Bloem Guzmania	Blad Neoregelia	Blad Vriesea	Bloem Vriesea
20 µmol m ² .s ⁻¹	5,56 a	2,91 a	7,11 a	19,28 a	18,03 a
90 µmol m ² .s ⁻¹	9,35 b	4,56 c	9,82 b	31,99 b	19,19 b
150 µmol m ² .s ⁻¹	9,25 b	3,70 b	12,65 c	33,38 b	18,11 a
Drogestof %	12,9	11,5	12,45	13,8	13,6

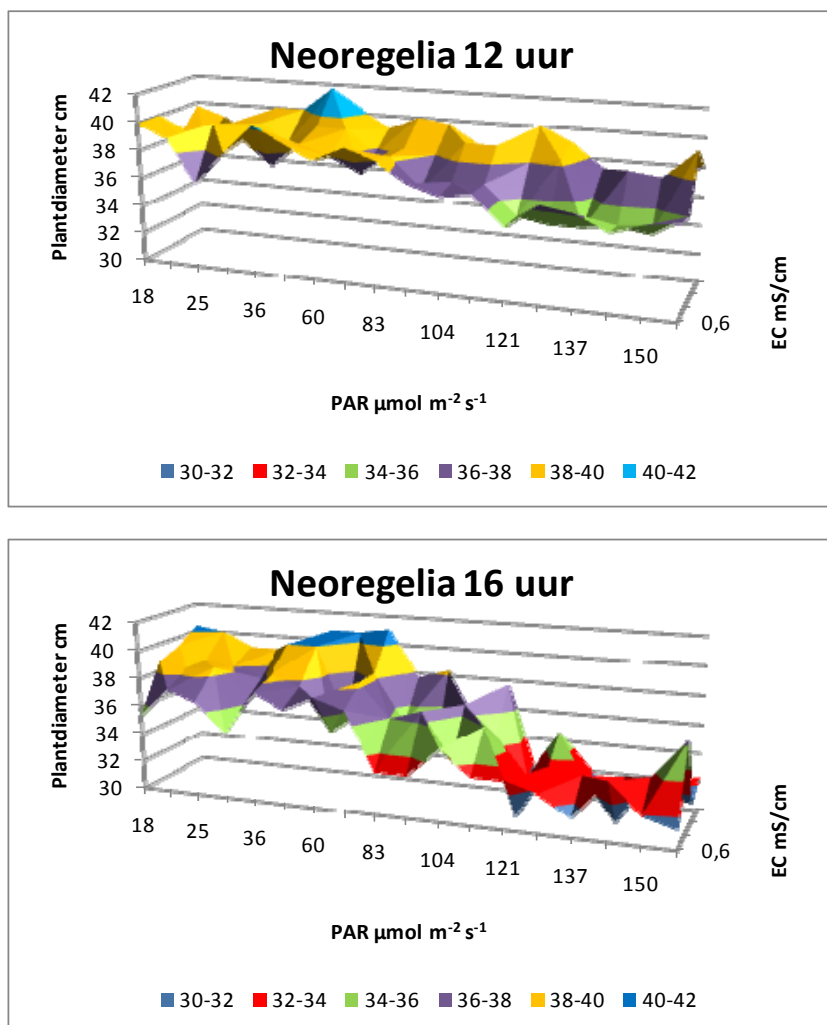
3.9 Interactie tussen lichtintensiteit, lichtduur en EC

De in dit hoofdstuk getoonde driedimensionale grafieken laten de interacties zien tussen lichtintensiteit en EC voor beide belichtingsduur behandelingen. Voor een aantal plantkenmerken levert deze vorm van weergave een optimum gebied.

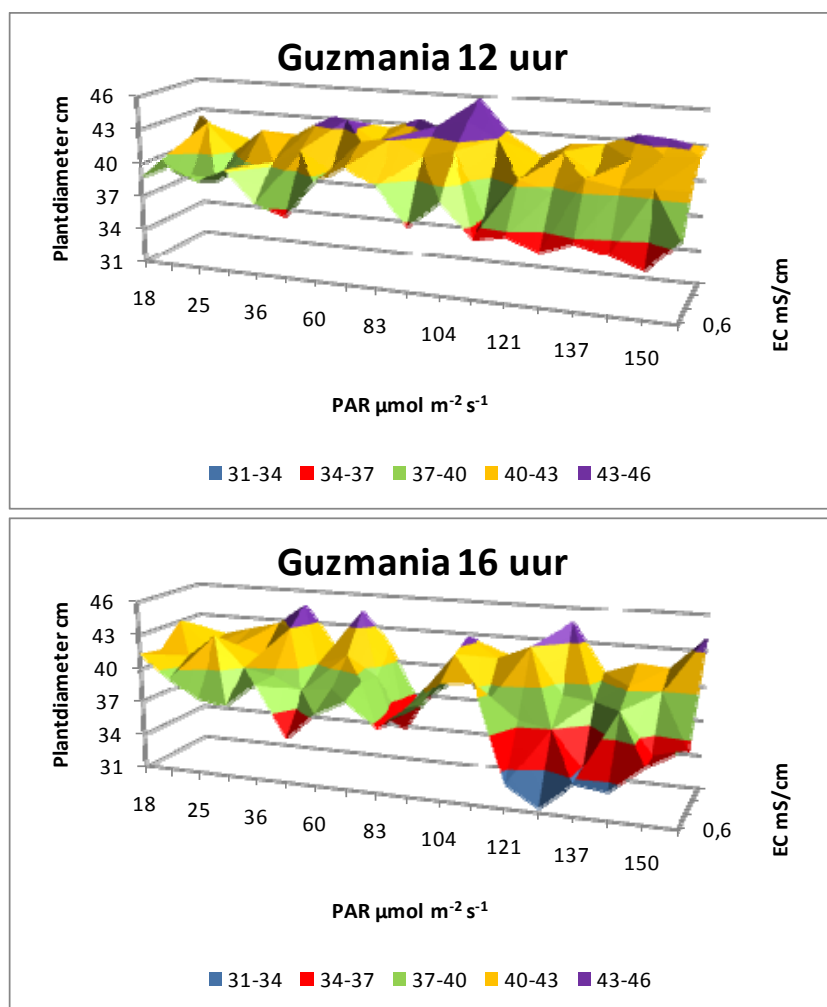
3.9.1 Neoregelia

Bij Neoregelia worden de planten het grootst in diameter bij 45 PAR µmol.m².s⁻¹ met een EC van 2.0 onder de maximale lichtduur van 12 uur (Figuur 19). Hogere belichtingsniveaus dan 110 µmol m².s⁻¹ geven bij lage EC's kleinere planten, wat aangeeft dat de planten op een of andere wijze lichtschade ondervinden. Bij 16 uur was de lichtband

met grootste planten breder van 45 tot 60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Echter, bij 16 uur leiden lichtniveaus boven ca. 80 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ bij lage EC tot kleinere planten (in diameter) dan de lagere belichtingsintensiteiten. Lichtniveaus boven ca. 110 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ leidden tot kleinere planten ongeacht de EC.



Figuur 19. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op plantdiameter bij Neoregelia. Verschillende kleuren geven verschil in plantdiameter aan in cm.



Figuur 20. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op plantdiameter bij Guzmania. Verschillende kleuren geven verschil in plantdiameter aan in cm.

3.9.2 Guzmania

3.9.2.1 Plant- en bloemdiameter

In het gebied rondom de $80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ gedurende 12 uur vinden we de kleinste spreiding in plant en bloem diameter. In dit gebied is het effect van de EC op de plantdiameter het kleinst.

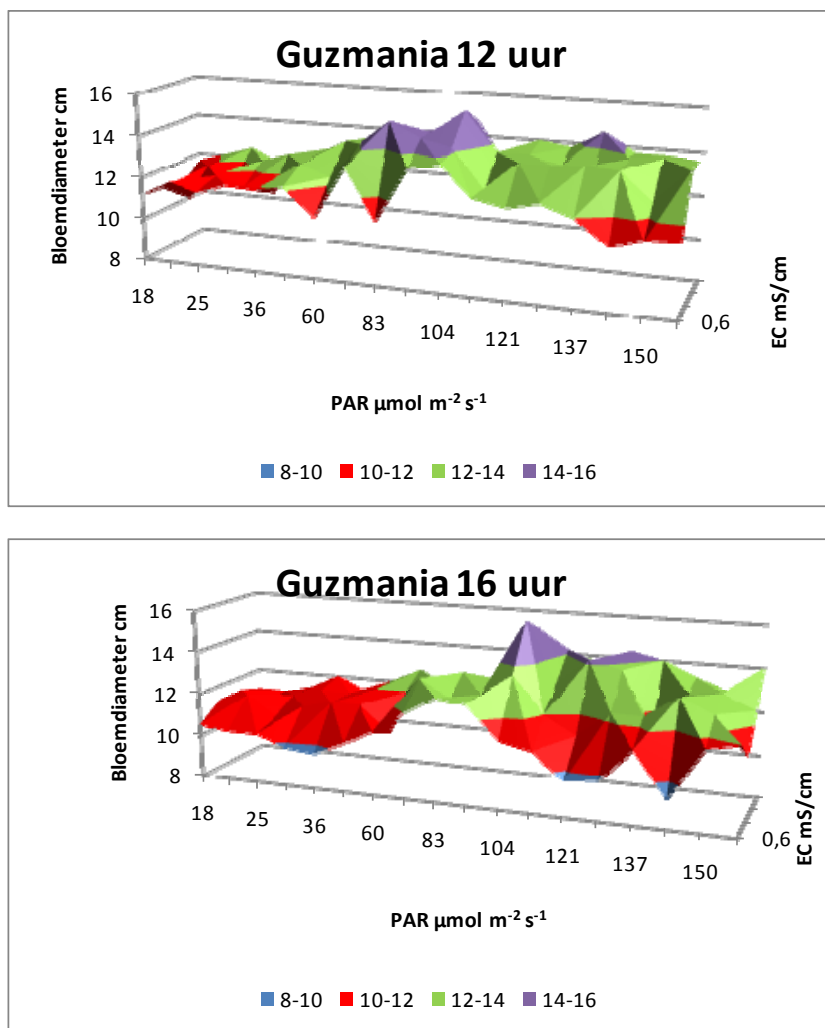
Bij 12 uur wordt met $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en een EC van en 2.0 mS/cm de maximale plantdiameter bereikt (Figuur 20). Boven ca. $104 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ is de plantdiameter bij EC 0.6 zelfs kleiner dan bij de laagste lichtniveaus. De kleinere plantdiameter als gevolg van de belichting is bij intensiteiten hoger dan ca. $121 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ niet meer te vergroten door een hogere voedings-EC te geven.

Het beeld bij 16 uur geeft niet zo duidelijk een optimum, maar wel een duidelijke bovengrens, die bij ca. $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ begint. Hogere lichtniveaus gedurende 16 uur geven een veel grotere spreiding in plantdiameters, waarbij een groot aantal planten een veel lagere diameter vertonen dan planten met de laagst geteste lichtniveaus.

De afname van de plantdiameter met toenemende lichtintensiteit is onder de maximale lichtduur van 16 uur het sterkst bij de lage EC's.

De diameter van de bloeiwijze laat een optimum zien: deze ligt bij gelijk lichtniveau als voor de plantdiameter: $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ bij 16 uur en een EC van 1.5 en 2.0 mS/cm (Figuur 21).

Verrassend is dat de bloemdiameter piek onder 12 uur bij lager lichtniveau bereikt wordt: bij $80 - 100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Mogelijk is de lichtgevoeligheid van het groene en het gekleurde blad verschillend.

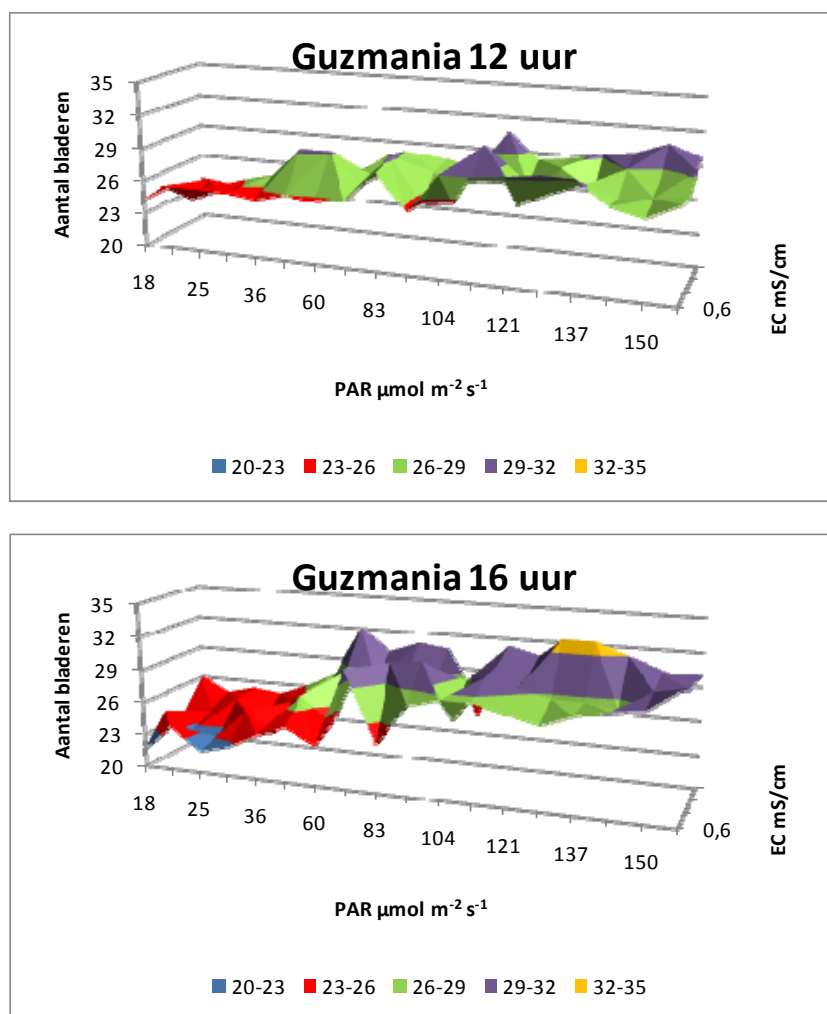


Figuur 21. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op bloemdiameter bij Guzmania. Verschillende kleuren geven verschil in bloemdiameter aan in cm.

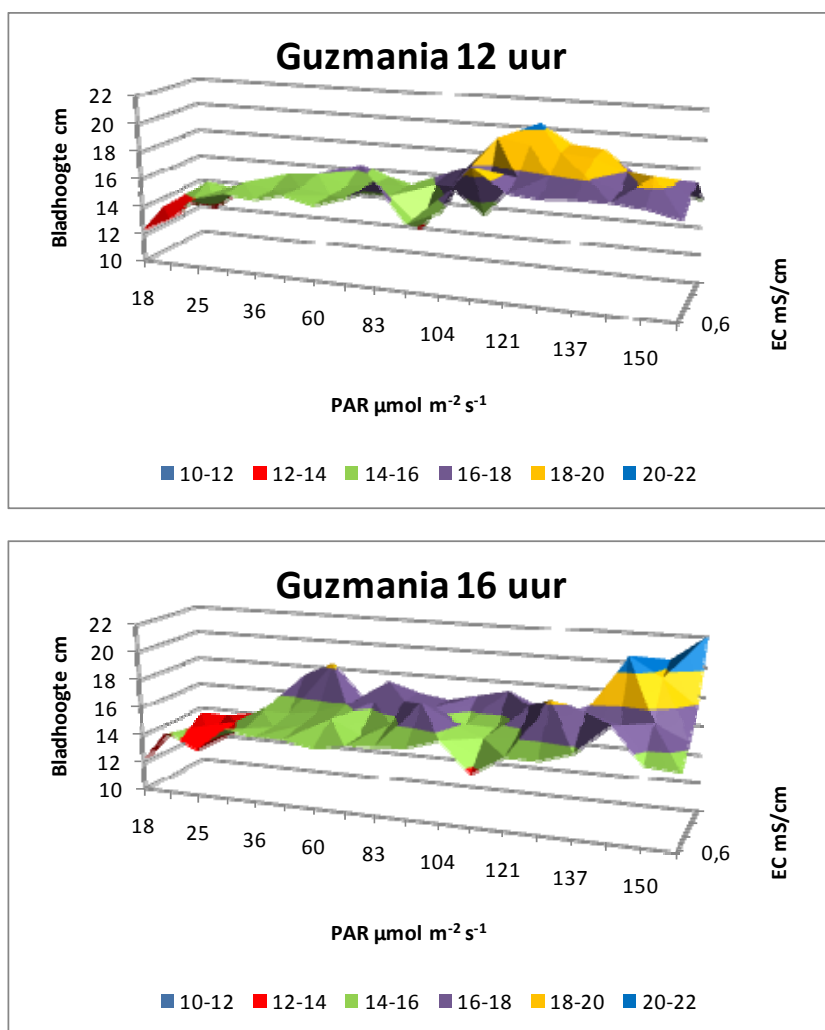
3.9.2.2 Aantal bladeren en bladhoogte

Het aantal bladeren aan de planten (zie 4.5) neemt met de belichtingsintensiteit en tot een EC van 1,5 vrijwel lineair toe. Daarom laat de driedimensionale afbeelding van het effect van beide proeffactoren op het aantal bladeren geen optimum zien, maar een oplopend beeld, waarbij beide factoren elkaar versterken.

De toename van het aantal bladeren van Guzmania bij een toenemende lichtintensiteit is wel onder de maximale lichtduur van 12 uur geleidelijker dan onder 16 uur, Figuur 22. Ook tussen de EC's zijn de verschillen in aantal bladeren kleiner onder 12 uur dan onder 16 uur. Onder een maximale lichtduur van 16 uur wordt bij 130 - 140 PAR $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en een EC van 1.5 mS/cm het maximale aantal bladeren ontwikkeld.



Figuur 22. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op aantal bladeren bij Guzmania. Verschillende kleuren geven verschil in aantal bladeren aan in cm.

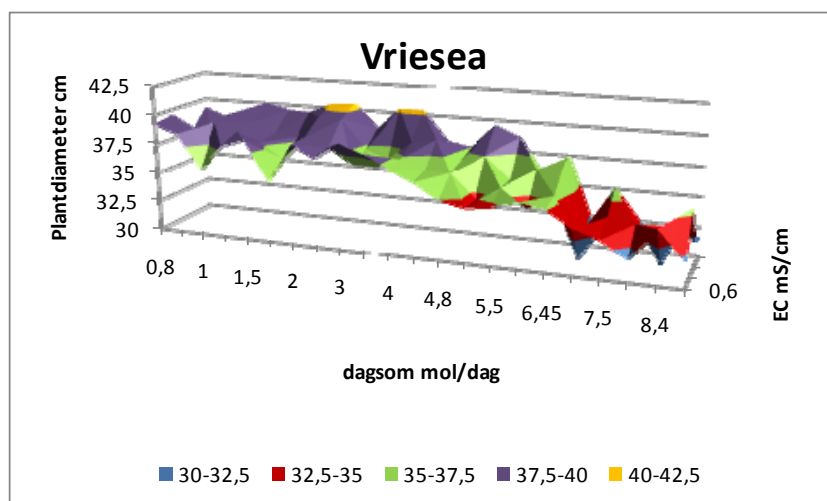


Figuur 23. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op bladhoogte bij Guzmania. Verschillende kleuren geven verschil in bladhoogte aan in cm.

De toename van de bladhoogte van Guzmania bij een toenemende lichtintensiteit is onder de maximale lichtduur van 12 uur geleidelijker ten opzichte van 16 uur, Figuur 23. Ook tussen de EC's zijn de verschillen in bladhoogte kleiner onder 12 uur dan onder 16 uur. Onder een maximale lichtduur van 16 uur wordt bij 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. en een EC van 2.0 mS/cm de hoogste bladhoogte bereikt. Onder de maximale lichtduur van 12 uur ligt het optimum op 130 PAR $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

3.9.3 Vriesea

Ook als de plantdiameter van Vriesea wordt uitgezet tegen de lichtdagsom in mol/dag neemt de plantdiameter af bij toenemende lichtintensiteit en is die afname sterker boven 5.5 mol/dag (Figuur 24). Bij Vriesea worden de planten het grootst tussen een dagsom van 2-4 mol/dag bij EC van 2.0.



Figuur 24. Interactie lichtintensiteit, lichtduur en EC op plantdiameter bij Vriesea. Verschillende kleuren geven verschil in plantdiameter aan in cm.

3.10 Grondanalyse

3.10.1 Controle EC in potgrond

Op 14 januari 2008 is eenmalig met behulp van FD-sensoren de EC van de potten gemeten onder het hoogste en laagste lichtniveau bij alle EC's en bromeliasoorten (Tabel 9). Hoewel het om een momentopname gaat, geven deze waarden een indruk van de opname van de met de watergiften aangeboden meststoffen.

De aangeboden EC trap is terug te vinden in de EC van de potgrond. De weergegeven waarden worden negatief beïnvloed doordat na elke voedingsbeurt kort met schoonwater wordt gespoeld. Desondanks suggereren ze een hogere opname van de aangeboden voeding ten opzichte van het opgenomen water onder de hogere lichtniveaus dan onder de lagere lichtniveaus.

Tabel 9. Gemeten EC in de potgrond.

Vriesea	12.uur				16.uur			
	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0
150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,70	0,75	0,90	1,60	0,75	0,80	1,15	1,15
20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,60	1,00	1,30	1,25	0,70	0,50	1,00	1,85
Neoregelia	12.uur				16.uur			
	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0
150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,70	0,90	1,30	1,55	0,75	0,95	1,20	1,70
20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,80	0,90	1,25	2,40	0,80	1,00	1,75	2,25
Guzmania	12.uur				16.uur			
	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0	EC 0.6	EC 1.0	EC 1.5	EC 2.0
150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,60	0,70	0,90	1,60	0,45	0,75	1,20	1,60
20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	0,60	1,20	1,60	2,30	0,55	1,05	1,70	2,60

3.10.2 Resultaten chemische analyses potgrond

De volledige weergave van de analyse resultaten is te vinden in Bijlage III, Tabel I t/m VI.

Bij alle behandelingen worden hoge magnesiumgehalten aangetroffen in de potgrond. Dit is het gevolg van de keuze die aan het begin van de proef gemaakt is door de BCO om laag calcium te geven. Dit moet dan in de voedingsoplossing gecompenseerd worden door een hoger magnesiumgehalte te geven.

3.10.2.1 Guzmania

De gemeten potgrond pH neemt toe bij een afnemende EC onafhankelijk van de lichtintensiteit (Bijlage III, Tabel 1 en 2). Bij een lichtintensiteit van $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ werd er afhankelijk van de EC van de voeding minder kalium, calcium, magnesium, nitraat, sulfaat en fosfaat waargenomen. Onder de lichtintensiteit van $20 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (laag) werden hogere gehalten voor borium gevonden dan bij de hogere lichtintensiteiten, hier is geen duidelijke verklaring voor. Er werd geen effect van licht waargenomen bij de gehalten aan ammonium, molybdeen, zink, mangaan, ijzer, silicium, natrium en chloor. Als we de gemeten waarden vergelijken met de grenswaarden voor Bromelia volgens de Bemestingsadviesbasis potplanten (Straver et al., 1999), treedt er bij de behandeling met EC 2.0 accumulatie op van de hoofdelementen in de grond bij het laagste lichtniveau. De gehalten bij behandeling EC 0.6 laten uitputting zien van met name kalium en nitraat bij alle lichtniveaus.

3.10.2.2 Neoregelia

In mindere mate dan bij Guzmania stijgt de pH bij een afnemende EC onafhankelijk van de lichtintensiteit (Bijlage III, Tabel 3 en 4). De pH is echter bij alle behandelingen aan het einde van de teelt aan de lage kant (gemiddeld pH 4.7). Bij toenemende lichtintensiteit neemt afhankelijk van de EC de opname van kalium, nitraat en fosfaat toe, als de afname in concentratie dat gemeten wordt in de grond op verhoogde opname. Dit zou in overeenstemming kunnen zijn met het toenemend versgewicht bij toenemend lichtintensiteit en EC. Onder het hoogste lichtniveau treedt er bij EC 2.0 accumulatie op van magnesium en sulfaat. Er is geen link te leggen tussen licht intensiteit en opname van ammonium, molybdeen, zink, mangaan, ijzer, borium, silicium, natrium en chloor. Met uitzondering van calcium, magnesium en sulfaat zijn de gehalten van de hoofdelementen laag bij EC 0.6 bij alle lichtintensiteiten. Net als met Guzmania is er zelfs sprake van uitputting van kalium en nitraat.

3.10.2.3 Vriesea

De pH is bij alle behandelingen aan het einde van de teelt aan de lage kant (gemiddeld pH 4.5), ongeacht lichtniveau en EC (Bijlage III, Tabel V en VI). Er wordt meer ijzer gevonden in de potgrond dan bij Guzmania en Neoregelia. Bij EC 2.0 werden bij alle lichtniveaus lagere ijzer gehalten gevonden, daarnaast treedt er accumulatie op van calcium, magnesium, nitraat en fosfaat. Er werd geen effect van licht waargenomen bij de waargenomen gehalten aan magnesium, fosfaat, ammonium, molybdeen, zink, borium, silicium, natrium en chloor.

3.10.3 Houdbaarheid

Van 12 behandelingen ($4 \cdot \text{EC}$ en $3 \cdot \text{lichtniveaus}$) uit de kas met een belichtingsduur van 12 uur is de houdbaarheid getoetst. Voordat de planten in de houdbaarheidsruimte werden geplaatst kregen zij een transport simulatie. Hierbij werden de planten gedurende een week ingehoesd in dozen in een koelcel geplaatst bij 15°C .

Op het moment dat de planten uit de koelcel kwamen werden de planten beoordeeld op eventueel opgelopen (transport)schade. Gedurende 6 weken werd daarna de kwaliteit van de planten gevolgd.

3.10.3.1 Guzmania

Nadat de planten uit de koelcel kwamen werden er geen schadelijke effecten waargenomen aan de Guzmania's. Ook na zes weken was er geen kwaliteitsverschil opgetreden als gevolg van de behandelingen. Wel was de bloemkleur na zes weken bij alle behandelingen fletser.

3.10.3.2 Neoregelia

Nadat de planten uit de koelcel kwamen stonden veel bladeren omhoog. Bij een aantal planten krulden de bladeren in de breedte naar binnen (foto 5). In Tabel 10 wordt per behandeling het aantal planten met krulbladeren aangegeven. Bij een hogere EC werden er meer krulbladeren waargenomen.

Krulbladeren waren ook waargenomen tijdens de teelt in vooral de lagere lichtbehandelingen. Het is toen verondersteld dat het krullen een teken was van watertekort; maar het kan ook te wijten zijn aan te weinig licht of aan de overgang van veel naar weinig licht.

Het krullen van de bladeren na het transport trok niet tijdens het sierleven bij. Na 6 weken in de uitbloeiruimte heeft een kleurverandering van het rode blad plaatsgevonden (van intens rood naar donker roze, en het zwarte overgangsg gebied tussen rood en groen is blauwig geworden. Blauwverkleuring is een normale uiting van veroudering. Deze verkleuring is heel erg EC gebonden: niet aanwezig bij de planten die opgekweekt zijn bij EC 2 en erger naarmate de teelt EC lager was.

De kleine bloemen die gebloeid hebben in het hartje van de bloeiwijze zijn na de observatieperiode overal uitgebloeid.



Foto 5. Krulblad bij Neoregelia.

Tabel 10. Aantal planten met krulbladeren ($n=5$).

EC	20 $\mu\text{mol m}^{-2}$	90 $\mu\text{mol m}^{-2}$	150 $\mu\text{mol m}^{-2}$
0,6	2 licht	0	0
1,0	3 licht	0	1 licht
1,5	1 licht	2 + 2licht	4 licht
2,0	5	3 + 1licht	3 + 1licht

3.10.3.3 Vriesea

De houdbaarheid van Vriesea is negatief beïnvloed door de licht- en EC behandelingen. De planten geteeld met hoog licht en EC 0.6 hadden een slechtere startsituatie (gele vlekken op het blad). Dit beeld is tijdens het sierleven alleen maar versterkt. Al drie weken na het plaatsen in de uitbloeiruimte, waren de gele vlekken uitgegroeid tot grotere, glazige en bruine vlekken zichtbaar in het groene blad. In de loop van de tijd kwamen planten met licht bruine vlekken ook voor als gevolg van de behandelingen met hoog licht bij EC 1.0 en 1.5 (foto 6).

De planten met EC 2 toonden deze vlekken op het blad niet, ongeacht de lichtintensiteit waaronder ze geteeld waren.

In de loop van de vierde week begon de kleur van de bloeiwijze te veranderen van rood naar donker rood. Deze kleurverandering leek ook aan de teelt EC gebonden te zijn: hoe lager de EC, hoe intenser het rood; hoe hoger de EC, hoe bruiner de bloemkleur. Mogelijk was dit een teken dat de planten waren uitgebloeid.

De planten afkomstig uit vakken met EC 2.0 vertoonden bovendien verdroogde vlekken aan de bladbasis, op de plekken waar tijdens de teelt glazigheid was waargenomen (foto 7).



Foto 6. *Bruine vlekken Vriesea tijdens het sierleven als ze onder hoog licht en EC 0.6 waren geteeld.*



Foto 7. *Verdroogde vlekken aan bladbasis Vriesea tijdens het sierleven, wanneer ze met EC 2.0 waren geteeld.*

4 Conclusies

4.1 Guzmania

4.1.1 Reacties Guzmania op EC

Guzmania's die waren opgegroeid met een EC van 0.6 mS/cm hadden duidelijk een lichtere bladkleur. Daarnaast bleven ze ook kleiner en lichter dan Guzmania's geteeld onder de andere EC's. Dit werd duidelijk veroorzaakt door een gebrek aan voeding tijdens de teelt, hetgeen wordt bevestigd door de resultaten van de grondonalyse. Deze laat een uitputting zien van de hoofdelementgehalten bij behandeling EC 0.6, met name de gehalten van kalium en stikstof waren uitgeput bij alle lichtniveaus.

Het is verleidelijk om het toenemend aantal niet goed ontwikkelde bloemen bij toenemende EC te wijten aan de EC. Echter, al de planten die niet goed op kleur kwamen blijken overgroeid te zijn door de naburige planten. De planten die hierdoor niet voldoende licht ontvingen, kwamen niet goed op kleur ('groene bloemen'). Uit de literatuur is bekend dat wanneer de bloei eenmaal is geïnduceerd, de hoeveelheid licht heel bepalend kan zijn voor de kwaliteit van de zich ontwikkelende bloem (Zimmer, 1986). Uit eerder onderzoek (García en Warmenhoven, 2005) met deze soort (Tempo) weten we bovendien dat 'groene bloemen' een gevolg zijn van (te) lage lichtniveaus.

Bij een toenemende EC nam de plant- bloemdiameter en bloemhoogte toe tot EC 1.5 mS/cm. Guzmania's werden niet groter en of zwaarder wanneer er een hogere EC gegeven werd (EC 2.0 mS/cm).

4.1.2 Reacties Guzmania op intensiteit assimilatiebelichting

Voor een aantal parameters tekent zich een optimum af. Onder toenemende lichtintensiteit neemt het versgewicht van het blad toe. Het versgewicht en ook het drooggewicht van de bloemen lijkt onder PAR van $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ een optimum te geven. Doordat het drooggewicht niet onder alle lichtniveaus is bepaald, is het niet vast te stellen of dit het optimum was. Het drooggewicht van het blad neemt ook niet toe boven de $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Dit geeft aan dat de toename aan versgewicht, die wel doorgaat met het toenemen van de belichtingsintensiteit, veroorzaakt wordt door een toename van het watergehalte. Daarnaast vlakke de bladbreedte af boven de $80 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Hoewel we geen bladdiktes hebben gemeten, is het mogelijk dat als het blad meer water vasthoudt en dikker wordt, als gevolg van de belichting, het ook smaller wordt. Beide observaties komen overeen met de toename van bladdikte en succulentie als gevolg van een toename van de lichtintensiteit, dat is gerapporteerd door Maxwell et al. (1992) met *Guzmania monostachia*.

De optima voor bloemdiameter en bladhoogte liggen hoger, namelijk ca. $120 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Dat voor de ontwikkeling van de Guzmania de optimale lichtintensiteit rond de $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ligt wordt ondersteund door de resultaten van de grondonalyses, de hoofdelementen lijken onder $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ beter te worden opgenomen.

Bij een lichtniveau van $20 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ treedt er bij de behandeling met EC 2.0 accumulatie op van de hoofdelementen in het wortelmilieu. Boven de $120 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ resulteert meer licht niet in een grotere plantdiameter, ondanks dat het versgewicht blijft toenemen. Dit kan duiden op een vorm van lichtschade, of foto-inhibitie¹ bij EC 0.6 en 1.0.

De waargenomen afname van plantdiameter kan ook veroorzaakt zijn door een lichtbeschermingsmechanisme.

Door het blad meer verticaal te zetten (kleinere plantdiameter) wordt de efficiëntie van lichtonderschepping vermindert. Op deze manier probeert de plant zich te beschermen tegen overmaat licht (Skillman et al., 2005). Dit gedrag is typerend voor planten die C_3 -fotosynthese bedrijven, en is goed te zien in de foto's genomen op de oogstdatum (Bijlage II, foto 9). Dit verklaart waarom de plantdiameter bij toenemende lichtintensiteit afneemt, en geeft ook een verklaring voor de grotere planthoogtes bij hogere lichtniveaus.

¹ Foto-inhibitie is een verminderde fotosynthese door schade aan het fotosyntheseapparaat als gevolg van overmatig licht. In de literatuur onderscheidt men twee soorten: reversibele foto-inhibitie en irreversibele foto-inhibitie. Reversibele foto-inhibitie laat een snel herstel (uren) van fotosynthese zien na een periode van hoog licht. Bij irreversibele foto-inhibitie is dit herstel langzaam (dagen).

Gelet op alle gemeten parameters en op de kleur van het blad, lijkt het optimale lichtniveau te liggen tussen 80 en de 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ bij een belichtingsduur van 12 uur. Bij een duur van 16 uur is er een maximum bij 70 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ voor het behouden van een commercieel acceptabele bladkleur.

4.1.3 Reacties *Guzmania* op belichtingsduur

Guzmania ontwikkelde zich onder een maximale belichtingsduur van 12 uur beter dan onder 16 uur. Planten worden zwaarder en groter getuige de effecten op plant- bloemdiameter, blad- bloemhoogte en het aantal bladeren. Ook de bladkleur was zichtbaar beter in de kas met 12 uur belichting dan in de kas met 16 uur belichting. Blootstelling aan hoge lichtniveaus induceert bij sommige bromelia's (Benzing, 2000) hoge concentraties van anthocyanen, vooral in de epidermiscellen, vermoedelijk om het licht te schermen en zo het fotosynthetisch apparaat te beschermen tegen teveel licht. Een anthocyanen ophoping is waarschijnlijk de oorzaak van de waargenomen paarse vlekken, voornamelijk aanwezig in de 16 uur kas bij de hogere lichtniveaus.

De overgang bij hogere EC's en lagere lichtintensiteit in gele vlekken kan mogelijk worden toegeschreven aan kalium gebrek. Uit Chinees onderzoek (Lin, 2008), waarbij gekeken werd naar de invloed van kalium op de groei van het blad van *Guzmania lingulata*, bleken gele vlekken in de oudere bladeren te verminderen bij de hoogste kaliumgift van 6 mmol/l.

4.1.4 Conclusies *Guzmania*

- Optimale EC 1.5 mS/cm
- Optimale lichtintensiteit 80- 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR
- Aanbevolen belichtingsduur 12 uur

4.2 *Vriesea*

4.2.1 *Vriesea* reacties op EC

Vriesea's die waren opgegroeid met een EC van 0.6 mS/cm bleven significant kleiner en lichter dan met de andere EC's. Dit werd met name veroorzaakt door de uitputting van kalium en in mindere mate ook van nitraat in de grond. De hoeveelheid en intensiteit van gele vlekken in de bladeren van *Vriesea*'s nam af bij toenemende EC. Tijdens het sierleven werden de gele vlekken snel bruin; lage EC in combinatie met hoog licht gaf niet alleen slechtere planten, maar deze planten waren ook minder goed houdbaar.

Bij een toenemende EC nam ook de plantdiameter, bloembreedte, bloemhoogte en het versgewicht toe. Voor bladbreedte en aantal bladeren werd een optimum bereikt bij EC 1.5. De glazigheid aan de bladbasis nam bij een EC van 2.0 toe. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de grote hoeveelheid zoutkristallen op de bladbasis. Deze glazige plekken veranderen in bruine plekken tijdens de houdbaarheid, waarmee de sierwaarde van de plant wordt vermindert.

Bij alle lichtniveaus treedt er bij de behandeling met EC 2.0 accumulatie op van de calcium, magnesium nitraat en fosfaat in het wortelmilieu. Daarnaast veranderde de kleur van de bloeiwijze van rood naar donker rood bij stijgende EC tijdens het sierleven. Ook dit is een mogelijke aanwijzing dat EC 2.0 te hoog is.

Door deze drie observaties lijkt de optimale EC bij 1.5 mS/cm te liggen.

4.2.2 *Vriesea* reactie op intensiteit assimilatiebelichting

Onder toenemende lichtintensiteit neemt het versgewicht en de vorming van het aantal zij scheuten toe bij *Vriesea*. Het drooggewicht van bloemen liet onder PAR 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ een optimum zien. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat de optimale lichtintensiteit rond de 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ aan PAR-licht ligt. Dit wordt gedeeltelijk ondersteund door de

resultaten van de grondanalyses, de kalium, calcium, magnesium en nitraat niveaus zijn lager onder $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR, wat duidt op een betere opname. Ook bij Vriesea worden de bladeren onder hoog licht meer verticaal gezet (kleinere plantdiameter) waardoor de efficiëntie van lichtonderschepping wordt verminderd. Op deze manier probeert de plant zich te beschermen tegen overmaat licht (Skillman et al., 2005). Dit verklaart waarom de plantdiameter bij toenemende lichtintensiteit afneemt, en is heel goed te zien in de foto's die op de oogstdatum zijn genomen (Bijlage II, foto 10). Dit gedrag is typerend voor planten die C_3 -fotosynthese bedrijven. De maximale plantdiameter ligt tussen een dagsom van $2 - 4 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Dit komt overeen met 45 tot $92 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR onder een maximale belichtingsduur van 12 uur en $36 - 70 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR onder een maximale belichtingsduur van 16 uur. Boven de $120 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR (16 uur) en $145 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR (12 uur) treedt er lichtschade op (foto-inhibitie) bij alle EC's. Dit wordt onder andere bevestigd door de sterke afname van de plantdiameter en de stagnatie in de toename aan drooggewicht onder het hoogste lichtniveau.

Gelet op de plantdiameter, zou het optimale lichtniveau komen te liggen rond de $45 - 92 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR onder de belichtingsduur van 12 uur. Gelet echter op het bladkwaliteit (gele vlekken op de bladpunten) is $45 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR eigenlijk de maximaal toelaatbare belichtingsniveau.

4.2.3 Vriesea reactie op duur belichting

Met een belichtingsduur van 16 uur worden de bladeren breder en het versgewicht neemt toe; dit komt overeen met het resultaat met een hogere belichtingsintensiteit, en is waarschijnlijk te verklaren door de bij de Guzmania's toegevoegde toename van de succulentie.

Vriesea geeft onder de maximale belichtingsduur van 12 uur grotere planten (in diameter). Dit is vermoedelijk te wijten aan het onder 4.2.2 genoemde beschermingsmechanisme van de plant tegen overbelichting. Ook de bloembreedte van de hoofdtak is onder 12 uur breder dan onder 16 uur.

Bovendien neemt het aantal zij scheuten met de langere belichtingsduur en met de hogere belichtingsniveaus toe; dit is iets wat de meeste planten doen, en mogelijk is dit toe te schrijven aan het licht dat door de gewijzigde bladstand beter in de oksels van de bladeren kan doordringen. Een andere of mede oorzaak zou kunnen zijn dat door gebrek aan sink capaciteit vanuit het bestaande blad en bloem, de assimilaten gestuurd worden naar nieuwe sinks in de vorm van meer zij scheuten. Wanneer het licht de belangrijkste oorzaak is van de toename aan zij scheuten kan mogelijk een hogere plantdichtheid dit ongewenste effect tegengaan.

Verder wordt de bladkleur slechter (geler) als gevolg van de lange belichtingsduur.

4.2.4 Conclusies Vriesea

- Optimale EC 1.5 mS/cm
- Maximale toelaatbare lichtintensiteit $45 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR
- Aanbevolen belichtingsduur 12 uur

4.3 Neoregelia

4.3.1 Neoregelia reacties op voeding EC

De groene bladeren werden bij toenemende EC donkerder groen.

Bij een toenemende EC nam de plantdiameter, bloemkerndiameter, bladhoogte, bladbreedte en het vers-drooggewicht toe. Anders dan bij Guzmania en Vriesea, gaf EC 2 meer groei dan EC 1,5. Omdat geen hogere EC's zijn gegeven, weten we niet of de optimale EC bij 2,0 of hoger ligt.

Calcium, magnesium en sulfaat lijken zich op te hopen in het wortelmilieu (onder het hoogste lichtniveau). Bij meer gift van kalium en nitraat zou de plant mogelijk nog meer groei kunnen realiseren.

De hogere EC's lijken een positieve invloed op de bloei te hebben, wanneer de planten moeten bloeien onder vermoedelijk limiterende bloeiomstandigheden (zoals te weinig licht). De toenemende grootte van plant als gevolg van de hoge EC kan een rol hebben gespeeld in het eerder bloeirijp maken van de planten: Voor een aantal planten soorten is het uit de literatuur bekend dat de grootte van de plant, 'de bloeirijpheid', en daarmee het succes van de bloeibehandeling bepaalt. De 'bloeirijpheid' correleerde in experimenten met *Vriesea splendens* (Zimmer 1964, 1986) en *Tillandsia brachycaulos* (Cervantes et al., 2005) met een kritisch minimum aantal bladeren en met Aechmea met een minimum versgewicht (Van Dijck, 1987; Arnold Bik, 1976). Ook hier zou kunnen gelden dat door de positieve invloed van EC op de plantgroei, onder limiterende lichtomstandigheden, de iets grotere planten net voorbij de kritische bloeigrootte zijn gekomen.

4.3.2 Neoregelia reacties op intensiteit assimilatie belichting

Vers/drooggewicht neemt toe met toenemende lichtintensiteit en toenemende EC. Dit komt ook overeen met de afname van de concentraties van hoofdelementen in de grond bij toenemende lichtintensiteit. De bladbreedte neemt ook toe met toenemende lichtintensiteit tot een niveau van $80 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR. De bloemkerndiameter groeit onder invloed van meer licht tot $90 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR bij EC 1.5 en $150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR bij EC 2.0.

Evenals bij *Vriesea* en *Guzmania*, nam ook bij *Neoregelia* de plantdiameter af bij een stijgende lichtintensiteit. Voor de plantdiameter lijkt de optimale lichtintensiteit te liggen bij $60 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR; boven de $110 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR neemt de plantdiameter scherp af onder de maximale belichtingsduur van 16 uur.

Bij *Neoregelia* is het niet te verwachten dat deze afname van plantdiameter het gevolg is van heroriëntatie van het blad ter bescherming tegen overmatig licht, a) omdat dit mechanisme bekend is van C3 planten, en *Neoregelia* een CAM plant is, en b) omdat er behalve afname van plantdiameter, geen andere tekens zijn van lichtschade, niet in plantgroei en niet in bladkleur: het blad ziet er onder deze omstandigheden goed uit.

Waarom is dan de plantdiameter bij *Neoregelia* afgenomen met de toename van het lichtniveau? Mogelijk spelen morfologische bladaanpassingen een rol; uit onderzoek door Maxwell et al. (1992) bleek bij voorbeeld een dikker en succulenter (hoger watergehalte per bladoppervlakte) blad gevormd te worden bij *Guzmania* onder hoog licht dan onder laag licht; dit is ook voor CAM *Bromelia*'s waargenomen door Medina et al. (1993). Dit zou gepaard gaan met een bladdikte toename, maar omdat we geen bladdiktemetingen hebben verricht, is het niet vast te stellen of dit zo is.

Uit de literatuur is bekend dat hoog stikstof in het blad *Neoregelia* beschermt tegen foto-inhibitie (Fernandes et al., 2002). Toen er in hun onderzoek meer stikstof werd aangeboden was de opname van stikstof hoger bij een stijgende lichtintensiteit aanpassing van de plant aan het hoge lichtniveau. Ook de toename van rode bladeren die ten koste gaat van groene bladeren bij toename van het lichtniveau, suggereren meer anthocyanen die de rode kleur aan het blad geven terwijl ze het blad beschermen voor overbelichting.

4.3.3 Neoregelia reacties op belichtingsduur

Omdat *Neoregelia* een CAM plant is, d.w.z., dat de plant CO_2 in de nacht opneemt en in het daglicht de opgenomen CO_2 in suikers verwerkt, werd er een negatieve reactie verwacht op de langere belichtingsduur. Er wordt wel gedacht dat de donkerperiode lang genoeg (en niet te warm) moet zijn om CAM-planten voldoende CO_2 te kunnen laten opnemen en dat lange belichtingsduren dit kunnen verstoren. Echter, *Neoregelia* reageerde positief op de intensiteit van de belichting en de langere belichtingsduur: met de maximale belichtingsduur van 16 uur en toenemende lichtintensiteit was er een toename van het vers- drooggewicht en de bloemkerndiameter meetbaar.

In proeven met *Phalaenopsis* (ook een CAM-plant uit tropische regio's) is ook eerder gebleken dat verlengen van de lichtperiode tot 16 uur geen nadelig effect op de totale CO_2 opname had (Kromwijk et al., 2005): de planten gingen bij langere belichtingsduur meer CO_2 opnemen in fase 4 (einde van de dag) van de CAM-cyclus.

4.3.4 Conclusies Neoregelia

- EC 2.0 beste resultaat, niet uit de proef te herleiden of EC 2.0 tevens het optimum is.
- Lichtintensiteit onder een belichtingsduur van 16 uur tussen de 60 - 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR uitgaande van de afname in plantdiameter bij hogere licht niveaus.
- Aanbevolen belichtingsduur 16 uur.

5 Aanbevelingen

Voor de drie onderzochte Bromelia's is gebleken dat een voedings EC hoger dan de gebruikte in de huidige praktijk een positief resultaat oplevert zelfs voor de laagste belichtingsniveaus. De beste resultaten zijn bereikt bij Guzmania 'Tempo' en Vriesea poelmanii 'Barbara' met een voeding EC van 1,5. Voor Neoregelia carolinae geldt dat het beste resultaat in de proef bereikt is met EC 2,0, maar mogelijk kan het gewas een nog iets hogere EC aan of een afwijkende samenstelling van de voeding aan.

De hoge EC's in deze proef hebben eerder een positief dan een negatief effect op de bloei-inductie gehad. Dit effect kan waarschijnlijk alleen gevonden worden wanneer men ethyleen gebruikt in plaats van acetyleen (nu nog de praktijk). Doordat ethyleen effectiever is in het induceren van bloei dan acetyleen, is niet aan te bevelen de hoge EC's toe te dienen rondom de bloeibehandeling als de bloei geïnduceerd wordt met acetyleen.

De drie soorten reageren verschillend op de intensiteit van de belichting. Optimaal resultaat is bereikt bij Guzmania met een lichtintensiteit van 80 tot 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR. Bij dezelfde EC is het maximaal toelaatbare belichtingsniveau bij Vriesea Barbara 45 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR, terwijl voor Neoregelia het optimale lichtniveau tussen de 60 - 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR lijkt te liggen wanneer de plantdiameter als de beperkende factor wordt beschouwd. Belichtingniveaus onder 60 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR resulteren bij Neoregelia in een slechtere bloei.

Wat de duur van de belichting betreft, alleen Neoregelia reageert positief op de langere belichtingsduur van maximaal 16 uur. Zowel Guzmania als Vriesea ontwikkelen zich beter onder een belichtingsduur van maximaal 12 uur.

Suggesties voor vervolgonderzoek

Het onderzoek heeft de grote vragen rondom belichting (minimaal, optimaal en maximaal intensiteit en duur) grotendeels beantwoord. Het verrassend groot effect van de bemesting op de plantgroei en de bloei stelt echter veel vragen over de wijze van bemesten in de praktijk. Daarom stelt de BCO vervolgonderzoek voor ter optimalisatie van de bemesting bij de lichtniveaus die uit dit onderzoek als 'optimaal' zijn aangemerkt.

6 Literatuur

- Arnold Bik, R., 1976.
Quality in *Anthurium andreaeanum* and *Aechmea fasciata* grown in peat substrates as affected by nitrogen and potassium nutrition. Acta Horticulturae 64, 83-91.
- Benzing, D.H., 2000.
Bromeliaceae - Profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press. ISBN 0521430313.
- Cervantes, S.E., E.A. Graham & J.L. Andrade, 2005.
Light microhabitats, growth and photosynthesis of an epiphytic bromeliad in a tropical dry forest. Plant Ecology 179: 107-118.
- Dijck, van R. et al., 1987.
Bloeiregulatie bij bromeliaceae. Mededelingen van het centrum voor de studie van de hormonale groeiregulatie bij planten.
- Fernandes, J.R.M. Chaluob & F. Reinert, 2002.
Influence of nitrogen supply on the photoprotective response of *Neoregelia cruenta* under high and low light intensity. Funct. Plant Biol. 29, 757-762.
- Garcia, N. & M. Warmenhoven, 2005.
Beproeving op praktijkniveau van een geïntegreerd temperatuursysteem bij Bromelia. PPO publicatie 41717088.
- Kromwijk, A., N. v. Mourik, H. Schüttler, P. v. Os, R. Wertheim & A. Schapendonk, 2005.
Daglength en lichtintensiteit bij Phalaenopsis. PPO publicatie 41717008 en 41717016.
- Lin Chao-Yi & Der-Ming Yeh, 2008.
Potassium Nutrition affects leaf growth, anatomy and macroelements of *Guzmania*. Hortscience 43(1): 146-148.
- Maxwell, C. et al., 1992.
Photoinhibitory responses of the epiphytic bromeliad *Guzmania monostachia* during the dry season in Trinidad maintain photochemical integrity during adverse conditions. Plant Cell Environ. 15:37-47.
- Medina, E. et al., 1993.
Daily fluctuations of titratable acidity content of organic acids (malate and citrate) and soluble sugars of varieties and wild relatives of *Ananas comosus* L. growing under natural tropical conditions. Plant Cell Environ. 16: 55-63.
- Skillman, J.B., M. Garcia, A. Virga & K. Winter, 2005.
Growth irradiance effects on photosynthesis and growth in two co-occurring shade-tolerant neotropical perennials of contrasting photosynthetic pathways. American Journal of Botany 92 (11): 1881-1819.
- Slootweg, G. & N. Garcia, 2007.
Bloeibehandeling Bromelia. Oriënterend onderzoek naar mogelijkheden om: a.) ongewenste spontane bloei te belemmeren; b.) de bloeibehandeling te verbeteren. Wageningen UR Glastuinbouw publicatienummer 3241712100.
- Straver, N., C. de Kreij & H. Verberkt, 1999.
Bemestingsadviesbasis potplanten. Brochure PBG.
- Telgen, van H.J., 2003.
Bloeïnductie bij Bromeliaceae. PPO publicatie 41616022.
- Zimmer, K. 1964.
Untersuchungen über die 'Blühreife' bei *Vriesea splendens* Lem 'Major' und die Entwicklung des Blütenstandes nach einer Azetylenbehnadlung. Gartenbauwissenschaft 29, 447-456.
- Zimmer, K., 1986.
Bromelien: Botanik und Anzucht ausgewählter Arten. Verlag Paul Parey. ISBN 3-489-62-24-0.

Bijlage I.

Licht

Tabel I.I. Aantal uren per dag dat de lampen aan zijn in de 12 uur kas (in 16 uur kas zijn de lampen 4 uur langer aan per dag).

dag	sept	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr
1		10,17	10,42	7,08	12	7,5	4,92	5,83
2		8,58	12	12	7,42	6,17	4,5	4,34
3		12	12	8,17	11,17	6,42	5,25	4,83
4		7,42	10,17	12	12	8,33	4	6,83
5		5,25	8,42	12	11,75	12	3,99	6,75
6		4,67	7,17	12	7,25	10,25	8,25	0,5
7		5,42	13	10,83	11,5	8	7,58	2,42
8		5,9	9,83	11,08	12	6,41	4,25	0,6
9		5,75	6,75	8,08	10,17	4,75	11	0,6
10		7,42	9,58	10	9,83	5,17	10,25	0,9
11		5,33	6,67	7,33	12	4,92	6,75	1,9
12		7,17	6,75	12	7,42	4,92	7,25	1,9
13		6	12	9,58	12	12	3,83	1,45
14		5,08	6,25	9,17	7,92	12	3,67	0,75
15		5,67	6,08	9,25	12	4,5	5,83	
16		5,33	12	7,42	8,75	4,5	12	
17		10,42	7,42	12	12	4,34	5,17	
18		5,92	6,75	8,33	12	4,58	2,75	
19		10,5	11,58	7,25	12	12	2,59	
20		5,25	11,17	12	12	6,58	6,67	
21	6,33	6,67	12	12	12	8,83	5,09	
22	6,58	5,33	7,67	7,25	6,83	10,33	5,33	
23	4,67	5,42	8,67	7,83	12	9,33	3,92	
24	8,42	9	9,42	12	12	7,83	2,92	
25	7,92	12	10,83	12	8,25	4,17	2,5	
26	10,5	8,68	9,17	9	7,17	8,75	6,83	
27	4,67	12	12	12	6,67	3,83	4,42	
28	6,67	8,42	12	12	12	6,67	4,08	
29	10,09	12	12	7,42	12	6,83	1,92	
30	8,83	6,55	12	9,58	8,92		6,42	
31		7,5		12	11,58		3,67	

Tabel I.II. *PAR lichtsom mol/m² dat per dag de kas in kwam gecorrigeerd voor de transmissie kasdek en zonnescerm (op de momenten dat deze dicht was).*

dag	sept	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr
1		8,1	9,4	12,5	4,9	14,3	35,4	15,7
2		11,5	5,9	1,5	16,5	10,6	31,1	23,3
3		6,9	6,2	10,5	6,8	13,2	25,9	30,2
4		13,5	9,4	6,1	4,0	11,1	31,1	15,4
5		13,0	9,7	3,3	6,7	5,5	10,4	23,0
6		16,4	11,7	1,4	15,5	8,1	8,7	18,0
7		13,6	5,2	8,6	8,5	13,8	14,3	21,5
8		12,8	9,6	8,0	6,4	13,5	32,8	33,0
9		13,9	12,4	6,8	10,6	14,1	7,8	48,9
10		12,9	10,4	10,6	8,9	13,3	9,1	30,0
11		15,8	12,6	16,2	5,1	13,8	12,4	42,8
12		14,5	12,8	6,0	15,2	13,6	8,7	30,9
13		16,3	3,5	10,7	6,2	6,1	17,6	17,2
14		16,8	12,1	10,9	11,8	4,9	27,0	24,8
15		13,5	15,1	11,3	2,3	14,1	10,0	
16		15,8	7,6	15,9	9,5	14,3	7,4	
17		9,1	12,7	5,0	4,5	14,3	34,8	
18		14,0	13,8	11,7	4,4	13,6	20,9	
19		8,7	7,0	18,8	1,2	6,4	23,5	
20		15,1	8,5	4,2	4,2	11,9	9,6	
21	12,4	11,9	5,8	4,2	4,5	9,1	11,3	
22	13,5	15,0	13,9	14,0	12,6	8,2	23,9	
23	17,0	14,9	11,3	13,0	3,0	11,0	25,9	
24	13,5	13,1	9,7	4,9	3,1	11,5	34,3	
25	12,3	6,0	8,3	6,9	12,3	14,5	39,1	
26	10,7	10,0	10,8	10,3	11,0	8,4	14,6	
27	17,1	7,5	6,8	3,4	14,0	15,8	15,0	
28	10,4	10,5	5,6	4,8	6,6	13,3	12,6	
29	9,6	4,1	2,5	15,6	5,9	18,5	36,7	
30	11,4	17,3	3,2	10,0	9,0		8,7	
31		10,3		4,5	6,5		36,5	

Bijlage II.

Foto's



Foto 1. Rode vlekken op blad Guzmania.

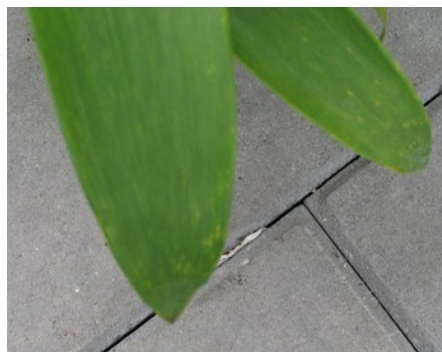


Foto 2. Gele vlekken op blad Guzmania.



Foto 3. Gele vlekken op blad Vriesea bij EC 0.6 en $155 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR.



Foto 4. Gele vlekken op blad Vriesea bij EC 1.0 en $155 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR.



Foto 5. Zoutaanslag bij EC 0.6 mS/cm.



Foto 6. Zoutaanslag bij EC 1.0 mS/cm.



Foto 7. Zoutaanslag bij EC 1.5 mS/cm.



Foto 8. Zoutaanslag bij EC 2.0 mS/cm.

Foto's 5 t/m 8 tonen de kristalvorming aan de basis van de bladeren bij Guzmania. Dit zelfde beeld werd ook waargenomen bij Vriesea.

12.00 uur



EC 0.6



EC 1.0



EC 1.5



EC 2.0

16.00 uur



Foto 9. *Guzmania* 28 maart 2008.

Elke foto: van licht naar rechts laag, midden, hoog lichtniveau.

12 uur



EC 0.6



EC 1.0



EC 1.5



EC 2.0

Foto 10. Vriesea op 15 april 2008.

Elke foto: van licht naar rechts laag, midden, hoog lichtniveau.

16 uur



12 uur



EC 0.6



EC 1.0



EC 1.5



EC 2.0

16 uur



Foto 11. Neoregelia op 31 maart 2008.

Elke foto: van licht naar rechts laag, midden, hoog lichtniveau.

Bijlage III.

Grondanalyse

Tabel III.I. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij *Guzmania*. EC in mS/cm en hoofdelementen in mmol/l. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO	P
2,0 L	1,1	5,1	0,1	3,2	0,8	1,6	1,4	5,7	0,3	1,5	0,1	1,14
1,5 L	0,5	5,2	0,1	1,5	0,6	0,6	0,6	2,5	0,1	0,7	0,1	0,56
1,0 L	0,3	5,5	0,1	0,6	0,7	0,3	0,3	1,1	0,1	0,4	0,1	0,46
0,6 L	0,1	5,8	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,16
2,0 M	0,6	5,1	0,1	2,1	0,6	0,8	0,7	3,2	0,1	0,8	0,1	0,78
1,5 M	0,4	5,2	0,1	0,9	0,7	0,5	0,4	1,5	0,1	0,6	0,1	0,55
1,0 M	0,2	5,6	0,1	0,3	0,7	0,3	0,2	0,6	0,1	0,4	0,1	0,37
0,6 M	0,2	5,5	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,23
2,0 H	0,8	5,2	0,1	2,3	0,8	1,1	1	3,9	0,2	1,1	0,1	1,15
1,5 H	0,6	5,2	0,1	1,4	0,8	0,7	0,7	2,3	0,2	0,8	0,1	0,92
1,0 H	0,3	5,4	0,1	0,4	0,8	0,3	0,3	0,7	0,1	0,5	0,1	0,46
0,6 H	0,2	5,7	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,25

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel III.II. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij *Guzmania* spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
2,0 L	0,01	2,4	0,7	0,9	2,6	0,3	0,3
1,5 L	0,01	1,4	0,4	0,5	1,7	0,2	0,2
1,0 L	0,01	1,8	0,4	0,6	2,1	0,2	0,2
0,6 L	0,01	2,5	0,4	0,5	2,1	0,2	0,2
2,0 M	0,01	1,7	0,6	0,6	1,0	0,2	0,2
1,5 M	0,01	3,1	0,6	0,6	2,1	0,2	0,2
1,0 M	0,01	2,6	0,4	0,6	1,2	0,4	0,4
0,6 M	0,01	2,7	0,4	0,4	1,0	0,2	0,2
2,0 H	0,01	2,0	0,7	0,6	1,0	0,1	0,1
1,5 H	0,01	2,4	0,5	0,6	1,0	0,2	0,2
1,0 H	0,01	3,3	0,4	0,6	1,4	0,3	0,3
0,6 H	0,01	3,7	0,6	0,7	1,2	0,2	0,2

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel III.III. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij *Neoregelia*. EC in mS/cm en hoofdelementen in mmol/l. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO	P
2,0 L	0,7	4,6	0,1	1,5	0,6	1,0	1,0	2,1	0,4	1,5	0,1	0,75
1,5 L	0,3	4,7	0,1	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,1	0,9	0,1	0,43
1,0 L	0,2	4,8	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,6	0,1	0,13
0,6 L	0,2	4,8	0,1	0,1	0,5	0,3	0,8	0,2	0,1	0,7	0,1	0,06
2,0 M	0,6	4,5	0,1	1,0	0,5	1,2	1,0	1,5	0,1	1,8	0,1	0,61
1,5 M	0,4	4,6	0,1	0,3	0,5	0,8	0,9	0,3	0,1	1,7	0,1	0,39
1,0 M	0,3	4,7	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	0,1	1,0	0,1	0,20
0,6 M	0,2	4,8	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,9	0,1	0,08
2,0 H	0,6	4,5	0,1	0,7	0,5	1,3	1,3	0,8	0,1	2,3	0,1	0,54
1,5 H	0,6	4,5	0,1	0,3	0,5	1,3	1,3	0,2	0,1	2,2	0,1	0,36
1,0 H	0,3	4,8	0,1	0,1	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	1,1	0,1	0,12
0,6 H	0,3	4,8	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5	0,1	0,1	1,0	0,1	0,10

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel III.IV. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij *Neoregelia*. Spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
2,0 L	0,01	4,5	0,4	0,4	1,5	0,1	0,1
1,5 L	0,01	4,1	0,4	0,3	1,0	0,1	0,1
1,0 L	0,01	4,4	0,4	0,2	1,0	0,2	0,1
0,6 L	0,01	5,9	0,4	0,3	1,9	0,2	0,1
2,0 M	0,01	6,4	0,9	0,5	1,6	0,2	0,1
1,5 M	0,01	8,0	0,4	0,4	1,5	0,1	0,1
1,0 M	0,01	6,6	0,4	0,3	1,8	0,1	0,1
0,6 M	0,01	6,7	0,4	0,3	1,4	0,1	0,1
2,0 H	0,01	8,8	0,5	0,7	1,0	0,4	0,1
1,5 H	0,01	13,0	0,6	0,1	1,0	0,1	0,1
1,0 H	0,01	8,7	0,4	0,5	2,1	0,3	0,1
0,6 H	0,01	8,7	0,4	0,5	1,7	0,2	0,1

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel III.V. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij Vriesea. EC in mS/cm en hoofdelementen in mmol/l. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO	P
2,0 L	1,1	4,6	0,1	2,9	0,7	1,8	1,7	6,5	0,1	1,2	0,1	1,19
1,5 L	0,7	4,4	0,1	1,1	0,6	1,1	1,2	3,6	0,1	0,7	0,1	0,65
1,0 L	0,4	4,6	0,1	0,4	0,4	0,5	0,6	1,4	0,1	0,6	0,1	0,36
0,6 L	0,2	4,7	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,2	0,4	0,1	0,18
2,0 M	0,9	4,4	0,1	1,8	0,6	1,7	1,4	4,9	0,2	1,1	0,1	1,08
1,5 M	0,8	4,3	0,1	1,4	0,7	1,5	1,5	4,1	0,2	1,1	0,1	0,89
1,0 M	0,3	4,5	0,1	0,3	0,2	0,4	0,5	1,0	0,1	0,4	0,1	0,23
0,6 M	0,2	4,7	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	0,1	0,15
2,0 H	1,0	4,4	0,1	2,3	0,5	1,8	1,4	5,4	0,1	1,2	0,1	1,02
1,5 H	0,6	4,3	0,1	0,8	0,4	1,1	1,1	2,5	0,1	1,0	0,1	0,64
1,0 H	0,5	4,3	0,1	0,8	0,4	0,9	0,9	2,0	0,2	0,9	0,1	0,5
0,6 H	0,3	4,5	0,1	0,4	0,3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,7	0,1	0,27

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel III.VI. Grondanalyse aan het einde van de teelt bij Vriesea. Spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$. Monsters genomen in de kas met 16 uur bijbelichting.

	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
2,0 L	0,09	10	2,9	1,0	3,9	0,1	0,3
1,5 L	0,08	14	2,2	0,7	3,5	0,2	0,2
1,0 L	0,10	20	1,8	0,5	4,2	0,2	0,1
0,6 L	0,08	15	0,9	0,4	3,9	0,2	0,2
2,0 M	0,09	15	2,8	0,9	5,5	0,2	0,2
1,5 M	0,11	21	3,6	1	5,9	0,2	0,2
1,0 M	0,11	23	1,2	0,5	3,8	0,1	0,1
0,6 M	0,10	20	0,9	0,3	5,5	0,2	0,2
2,0 H	0,10	12	3,3	0,8	2,7	0,3	0,1
1,5 H	0,12	26	3,0	0,9	3,8	0,2	0,2
1,0 H	0,15	33	2,9	0,8	5,8	0,1	0,2
0,6 H	0,11	21	1,6	0,5	5,7	0,2	0,2

L = laag= 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

M = middel= 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

H = hoog = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

