

## Belichtingsonderzoek

Alstroemeria

2007-2008 en

2008-2009

---

**DLV Plant**

Postbus 7001

6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65

6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E [info@dlvplant.nl](mailto:info@dlvplant.nl)

[www.dlvplant.nl](http://www.dlvplant.nl)

---

**In opdracht van**

De landelijke commissie Alstroemeria van LTO Groeiservice

Postbus 183

2665 ZK Bleiswijk

**Gefinancierd door**

Productschap Tuinbouw

Postbus 280

2700 AG Zoetermeer

**Uitgevoerd door**

DLV Plant

Teake Dijkstra

Helma Verberkt

Erik de Rooij

PT-projectnummer:    12826                    (2007-2008) en  
                                 12826-02                    (2008-2009)

*Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.*

The logo for LTO Groeiservice, featuring the text 'LTO Groeiservice' in a blue sans-serif font. To the right of the text is a stylized graphic of a plant with several horizontal bars in shades of pink, purple, and blue.The logo for Productschap Tuinbouw, featuring the text 'Productschap' and 'Tuinbouw' in a black sans-serif font. Between the two words is a stylized graphic of a plant with three vertical bars in red, green, and yellow.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding en doel</b>	<b>6</b>
<b>2 Materiaal en methode</b>	<b>7</b>
2.1 Proefopzet	7
2.2 Accommodatie en teeltgegevens	7
2.3 Waarnemingen	8
2.4 Verwerking	8
<b>3 Teelt- en klimaatrealisatie</b>	<b>10</b>
3.1 Belichting	10
3.2 Klimaat	11
3.3 CO <sub>2</sub> gehalte	12
3.4 Bodemtemperatuur	13
3.5 Water en bemesting	14
<b>4 Resultaten</b>	<b>15</b>
4.1 Kwaliteit 1	15
4.1.1 Productie kwaliteit 1	15
4.1.2 Totaal gewicht kwaliteit 1	16
4.1.3 Takgewicht kwaliteit 1	16
4.2 Kwaliteit 2	17
4.2.1 Productie kwaliteit 2	17
4.2.2 Totaal gewicht kwaliteit 2	19
4.2.3 Takgewicht kwaliteit 2	19
4.3 Loos	21
4.3.1 Productie loos	21
4.3.2 Totaal gewicht loos	22
4.4 Totale productie	24

<b>5</b>	<b>Extra metingen</b>	<b>28</b>
5.1	Fotosynthese metingen	28
5.2	Growlab metingen	28
<b>6</b>	<b>Economie en belichting</b>	<b>31</b>
6.1	Inleiding	31
6.2	Kosten	31
6.2.1	Kosten investering	31
6.2.2	Kosten onderhoud	31
6.2.3	Teruglevering elektriciteit	31
6.2.4	Scenario 1	32
6.2.5	Scenario 2	32
6.2.6	Scenario 3	33
6.2.7	Scenario 4	33
6.2.8	Totale verschil WKK-rendement	34
6.3	Productie verschillen	34
6.4	Saldo per behandeling	35
6.5	Conclusie	35
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Proefschema</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Grondanalyses</b>	<b>40</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Fotosynthese metingen</b>	<b>41</b>

## Samenvatting

In de teelt van Alstroemeria wordt belicht. Gezien de hoge energieprijzen wordt naarstig gezocht naar efficiënte wijze van belichten. WKK's worden toegepast. Indien door het toepassen van een ander belichtingsregiem het bedrijfsrendement verhoogd kan worden zal deze toepassing navolging krijgen van de telers. De inzet van een WKK is aan verandering onderhevig gezien de ontwikkelingen op de energiemarkt. De vraag was of de WKK installatie op een efficiëntere wijze gebruikt kan worden. Met de huidige manier van het afschermen van het licht kan eventueel 24 uur lang belicht worden zonder uitstoot van licht buiten de kas. Daardoor kan de belichtingsinstallatie 12 uur gebruikt worden op het ene gedeelte van het bedrijf en 12 uur op het andere gedeelte van het bedrijf. Om een vergelijkbare lichtsom te verkrijgen moet dan wel met een hoger belichtingsniveau belicht worden, maar kan met een kleinere WKK-installatie worden volstaan dan wanneer gedurende 16 of 18 uur belicht wordt met een lager belichtingsniveau.

De vraag van de telers was: Wat is het effect op de groei en kwaliteit van Alstroemeria's als ergens op de dag 12 uur belicht wordt in vergelijking met de gebruikelijke belichtingstijd.

Er is onderzoek gedaan naar het effect van verschillende belichtingsduren en belichtingsintensiteiten bij vergelijkbare lichtsommen op de groei, ontwikkeling en kwaliteit bij Alstroemeria. Binnen het onderzoek zijn de cultivars 'Virginia' en 'Tiësto' betrokken, bij drie plantdichtheden; 3,6, 4,6 en 5,6 planten per m<sup>2</sup>. Er zijn drie belichtingsstrategieën uitgevoerd: 's ochtends of 's avonds 12 uur belichten met 8.000 lux (100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ) of een dagbehandeling van 16 uur met 6.000 lux (75  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ). De totale lichtsom is voor de drie behandelingen gelijk gehouden op 96.000 lux.uur per dag in de belichtingsperiode van 1 november tot 1 maart. Het onderzoek is gestart in september 2007 (plantdatum mei 2007) en geëindigd eind april 2009. Er zijn op deze manier twee belichtingsjaren beproefd.

De resultaten van dit tweejarig onderzoek maken duidelijk dat het teelttechnisch mogelijk is om Alstroemeria's ook 's avonds te belichten. Om echter een maximaal opbrengstresultaat te behalen is de keuze van de cultivar erg belangrijk. Zo heeft de cultivar 'Tiësto' een sterke voorkeur voor de dagbehandeling en de cultivar 'Virginia' juist het tegenovergestelde. Deze cultivar komt het best tot zijn recht in de ochtend- of avondbehandeling. Om te bepalen hoe een cultivar zal reageren op een ander moment van de dag qua belichting, is onderzoek naar het huidmondjesgedrag waarschijnlijk een goede methode. Als huidmondjes bij een avond belichting langer open blijven is er een grote kans op een positief effect van de belichting op de fotosynthese.

Uit de economische berekeningen blijkt dat op basis van investeringen en de daarbij behorende rente en afschrijving, de kosten voor een behandeling van 12 uur en 8.000 lux: per jaar iets lager zijn dat voor de behandeling met 16 uur en 6.000 lux. Wanneer er bij de behandeling met 16 uur en 6.000 lux stroomopbrengsten per m<sup>2</sup> gerealiseerd kan worden, is het voordeel geheel verdwenen en zijn beide behandelingen op basis van kosten en stroomopbrengsten gelijkwaardig.

Als de inzet van een WKK duidelijk berekend kan worden en belichtingsscenario's qua kosten niet veel van elkaar verschillen, dan is de opbrengst de meest bepalende factor voor het hoogste rendement. Met dit onderzoek is duidelijk gemaakt dat het overwegen van een ander moment van belichten dan de 'normale' manier zeer het overwegen waard is, gezien de grote verschillen in opbrengst, en wordt gericht onderzoek naar de cultivar verschillen belangrijk.

# 1 Inleiding en doel

Steeds meer telers zijn gaan belichten bij het gewas Alstroemeria. Gezien de hoge energieprijzen wordt naarstig gezocht naar efficiënte wijze van belichten. De toepassing van WKK neemt ook toe. Indien door het toepassen van een ander belichtingsregiem het bedrijfsrendement verhoogd kan worden zal deze toepassing navolging krijgen van de telers.

In de teelt van Alstroemeria wordt in de praktijk als de instraling lager is dan  $125 \text{ W/m}^2$  (buiten gemeten) belicht met een assimilatie-installatie met hoge druk natrium lampen met een capaciteit van ongeveer 4.000 – 8.000 lux (50 - 100  $\mu\text{mol/m}^2\cdot\text{s}$ ). Gebruikelijk wordt vanaf het tijdstip dat de zon onder gaat tot 02.00 uur niet belicht. Dit is de zogenoemde donkerperiode. Deze strategie is gekozen naar aanleiding van de resultaten van onderzoek en vanuit daarop volgende praktijkervaring. Op een aantal bedrijven wordt nog stroom gewonnen via een WKK-installatie. De inzet van een WKK is aan verandering onderhevig, gezien de ontwikkelingen op de energiemarkt. De vraag was of de WKK installatie op een efficiëntere wijze gebruikt kan worden. Met de huidige manier van het afschermen van het licht kan eventueel 24 uur lang belicht worden zonder uitstoot van licht buiten de kas. Daardoor kan de belichtingsinstallatie 12 uur gebruikt worden op het ene gedeelte van het bedrijf en vervolgens 12 uur op het andere gedeelte van het bedrijf. Om een vergelijkbare lichtsom te verkrijgen moet dan wel met een hoger belichtingsniveau belicht worden, maar kan met een kleinere WKK-installatie volstaan worden dan wanneer gedurende 16 of 18 uur belicht wordt met een lagere belichtingscapaciteit.

De vraag van de telers was: Wat is het effect op de groei en kwaliteit van Alstroemeria's als ergens op de dag 12 uur belicht wordt in vergelijking met de gebruikelijke belichtingstijd. Het doel van het onderzoeksproject is het bepalen van een optimale belichtingsstrategie voor Alstroemeria, met behoud of verbetering van kwaliteit. Er is onderzoek gedaan naar het effect van verschillende belichtingsduren en belichtingsintensiteiten bij vergelijkbare lichtsommen op de groei, ontwikkeling en kwaliteit bij Alstroemeria. Binnen het onderzoek zijn 2 cultivars betrokken bij 3 plantdichtheden.

Keuzes met betrekking tot toepassing van assimilatiebelichting zijn rendement gestuurd. Middels een economische voor- en nacalculatie is een rekenmodel opgesteld zodat een teler een gedegen keuze kan maken met betrekking tot sturing van de belichting.

De te bereiken resultaten zijn:

- Inzicht in de effecten van verschillende belichtingsduren en belichtingsintensiteiten bij vergelijkbare lichtsommen op de groei, ontwikkeling en kwaliteit bij verschillende rassen Alstroemeria en verschillende plantdichtheden.
- Inzicht in de kosten en opbrengsten van de diverse belichtingsstrategieën.
- Vaststellen van mogelijkheden sturing belichting bij Alstroemeria.

Het onderzoek is uitgevoerd door DLV Plant in nauwe samenwerking met de BCO van de landelijke commissie Alstroemeria van LTO Groeiservice. De proef heeft plaats gevonden in onderzoekskassen bij Botany.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Proefopzet

In het onderzoek zijn 3 proeffactoren betrokken:

- 3 belichtingsbehandelingen,
- 2 rassen en
- 3 plantafstanden.

In overleg met de intensieve begeleiding is gekozen voor de volgende drie belichtingsstrategieën (zie tabel 1).

**Tabel 1:** Overzicht opzet belichtingsbehandelingen

Tijden	1 november – 1 maart	1 september - 1 november en van 1 maart – 1 april
<b>Ochtendbehandeling</b> Belichten van 00.00 – 12.00 uur Met 8.000 lux (ca 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	12 uur belicht met 8.000 lux = 96.000 lux.uur	9:45 uur belicht met 8.000 lux = 78.000 lux.uur
<b>Avondbehandeling</b> Belichten van 12.00 – 24.00 uur Met 8.000 lux (ca 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	12 uur belicht met 8.000 lux = 96.000 lux.uur	9:45 uur belicht met 8.000 lux = 78.000 lux.uur
<b>Dagbehandeling</b> (= standaardpraktijkcontrole) Belichten van 02.00 – 18.00 uur Met 6.000 lux (ca 75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )	16 uur belicht met 6.000 lux = 96.000 lux.uur	13 uur belicht met 6.000 lux = 78.000 lux.uur

In de tabel staat de basisopzet van de belichtingstijden. Tijdens de proef is rekening gehouden met de zonop- en zonondertijd en het moment van het hoogste punt van de zon. Bij de standaardpraktijkcontrole is overdag op vaste tijden de belichting afgekoppeld tot maximaal 16 uur belichten per dag, zodat de lichtsommen van alle behandelingen vergelijkbaar zijn. In de praktijk wordt de belichting afgekoppeld wanneer de buitenstraling een bepaalde waarde heeft bereikt (bv. 125  $\text{W}/\text{m}^2$ ). Dit zou betekenen dat de dagbehandeling een wisselende hoeveelheid licht krijgt. In deze proef is in overleg met de BCO besloten om de lichthoeveelheid per behandeling gelijk te houden. Omdat de hoeveelheid lux in de dagbehandeling lager is, blijven de lampen langer branden voor eenzelfde lichtsom.

### 2.2 Accommodatie en teeltgegevens

Het onderzoek is uitgevoerd in 3 kasgedeelten met daarin de gewenste lichtniveaus. De Dag- en de ochtend behandeling staan in één afdeling (afdeling 20) en de avondbehandeling staat in een aparte afdeling (afdeling 19). Elk kasgedeelte is afsluitbaar

voor lichtuitstoot zodat eventuele lichtuitstoot van de ene behandeling de gewenste daglengte van de andere behandeling niet kan beïnvloeden en zo wordt voorkomen dat de belichtingsbehandelingen 24 uur stuurlicht ontvangen. De kassen zijn uitgerust met grondkoeling voor de gewenste bodemtemperatuur gedurende het gehele zomerseizoen. Tevens is in de kassen een luchtbevochtigingssysteem in de vorm van een hogedrukverneveling met Falko vernevelaars gebruikt om ervoor te zorgen dat de RV voldoende hoog is.

Aangezien rassen verschillend kunnen reageren is uitgegaan van 2 rassen met een belangrijke economische betekenis. In overleg met de landelijke *Alstroemeria* commissie is gekozen voor de rassen 'Virginia' en 'Tiësto'. Het plantmateriaal (met een verlengde opkweekperiode) is eind mei 2007 geplant met drie plantdichtheden. De eerste maanden zijn erop gericht geweest om een goede gewasopbouw te verkrijgen voor aanvang van het belichtingsseizoen. De proef is aangehouden tot mei 2009. Er is uitgegaan van een gangbare plantdichtheid met 3,6 planten/m<sup>2</sup> en twee hogere plantdichtheden van 4,6 en 5,6 planten/m<sup>2</sup>. De reden hiervoor is dat door het toepassen van een hoger lichtniveau (8000 lux) het wellicht mogelijk is om met een hogere plantdichtheid te werken. Hierdoor ontstaan per lichtbehandeling 6 verschillende proefbehandelingen: 2 rassen x 3 plantdichtheden. Per behandelingen zijn 3 herhalingen aangehouden (zie bijlage 1). De proef is uitgevoerd in teeltbedden met een kokossubstraat en koeling, een druppelsysteem voor de watergift en een drainagesysteem.

### 2.3 Waarnemingen

Per proefveld is wekelijks de productie bijgehouden. Aantal kwaliteit 1 en kwaliteit 2, met daarbij lengte en gewicht is vastgelegd evenals het aantal loze en aantal verdroogde bloemtakken. Uit deze parameters is het takgewicht berekend. In overleg met de begeleidingscommissie is het tellen van het aantal nieuwe scheuten en de uitgroeiduur komen te vervallen. De wekelijks metingen geven voldoende informatie. De producties zijn in dit verslag weergegeven per proefveld. Voor een interpretatie naar m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak moeten de productiecijfers worden gedeeld door een factor 2,6.

Om na te gaan in hoeverre het klimaat beïnvloedt wordt door het toepassen van de belichting en of de gewenste daglengte en lichtsommen gerealiseerd worden, zijn per proefkas dataloggers geplaatst die elke minuut het PAR-licht, de temperatuur, RV en de CO<sub>2</sub>-concentratie meten. Het gemiddelde per 5 minuten is opgeslagen. Daarnaast zijn de gegevens van de klimaatcomputer vastgelegd.

### 2.4 Verwerking

De behandelingseffecten zijn per jaar met behulp van variantie-analyse getoetst. Hierbij is gebruik gemaakt van de statistische programma GENSTAT. Er is getoetst met een onbetrouwbaarheid van 5% ( $P \leq 0,05$ ).





**Foto 1:** *Proefopstelling per kasgedeelte*

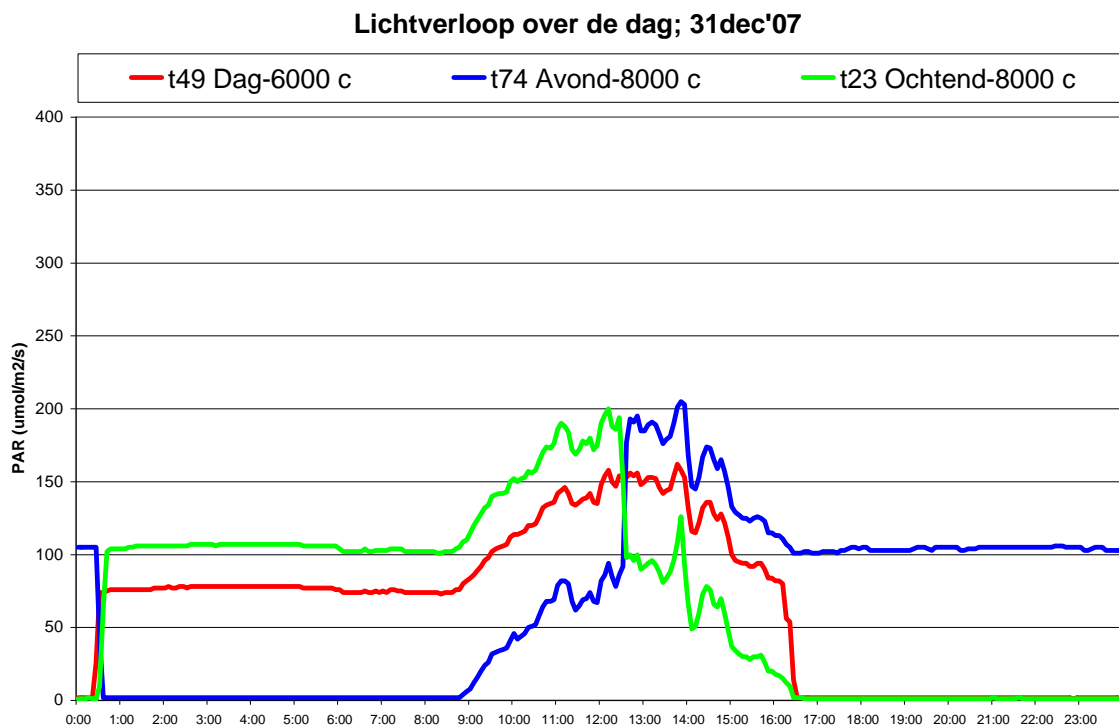


**Foto 2:** *Gewasstand in juli 2007*

### 3 Teelt- en klimaatrealisatie

#### 3.1 Belichting

Eind mei 2007 is geplant en begin september 2007 is gestart met belichten. De lichtsommen zijn volgens de proefopzet gelijk gehouden. Er is niet afgeschakeld op basis van het lichtniveau buiten, maar de belichting is bij de dagbehandeling gedurende een aantal uren rondom het hoogste punt van de zon uitgeschakeld. Dit tijdsblok is regelmatig bijgesteld omdat het hoogste punt van de zon verschuift en de dagen korter worden. Op deze manier zijn de lichtsommen tussen de proefbehandelingen gelijk gebleven. In onderstaande figuur en tabel zijn twee situaties weergegeven zoals er is belicht. De dagbelichting wordt rondom het hoogste punt van de zon tijdelijk uitgeschakeld als de dagen weer langer worden.



Figuur 1: Verloop van de belichting over een dag

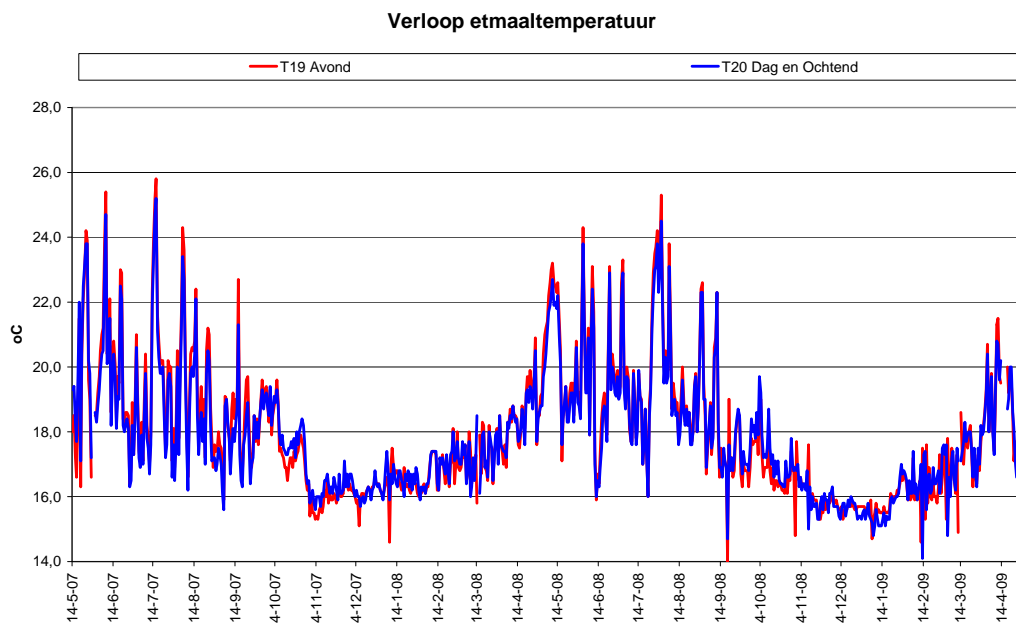
Tabel 2: Voorbeeld instelling belichting 1 maart 2008

Behandeling	Aan	Uit	Aantal uren
Ochtendbehandeling	01:25 uur	11:10 uur	09:45
Avondbehandeling	14:30 uur	00:15 uur	09:45
Dagbehandeling	01:20 uur 14:30 uur	11:10 uur 17:40 uur	13:00

De belichting wordt geschakeld aan de hand van de zonop- en zononder tijden. Als we de hoeveelheid instraling over de twee seizoenen beoordelen van 's ochtends 01.00 uur tot 13.00 uur en 's middags/avonds van 13.00 uur tot 01.00 uur dan valt op dat in de niet belichte periode de instraling in de middag / avonduren gemiddeld hoger ligt en in de belichte periode van 1 oktober tot 1 april is de hoeveelheid natuurlijke instraling 's ochtends 12 – 15% hoger dan 's middags / 's avonds.

### 3.2 Klimaat

Om de klimaatsverschillen onder invloed van de belichting zo klein mogelijk te houden wordt relatief snel gelucht. Gemiddeld is gestreefd naar een ruimtetemperatuur van 16 tot 16,5°C. De luchtbevochtiging is ingezet bij een RV lager dan 60% en een kasttemperatuur hoger dan 20°C.



Figuur 2: Verloop van etmaal ruimtetemperatuur

Gemiddeld over de twee seizoenen verschillen de ruimtetemperaturen niet tussen de twee afdelingen. Ook als we de perioden bekijken wanneer de belichting aan is, verschillen de temperaturen gemiddeld nauwelijks. In onderstaande tabel is weergegeven de gemiddelde ruimtetemperatuur als de lampen in een afdeling aan of uit zijn. In dit geval wordt de belichte avondperiode (A) van 13.00 – 01.00 uur van afdeling 19 vergeleken met de belichte ochtendperiode (O) van 01.00 – 13.00 uur van afdeling 20 en andersom. De lampen zorgen wel voor een temperatuursverhoging, maar dat is gemiddeld tussen de behandelingen gelijk. Omdat de dagbehandeling ook in afdeling 20 ligt maakt, dat ook voor dit object de verschillen met het ochtend belichtingsobject gering zijn.

**Tabel 3:** Gemiddelde temperatuur per afdeling (°C)

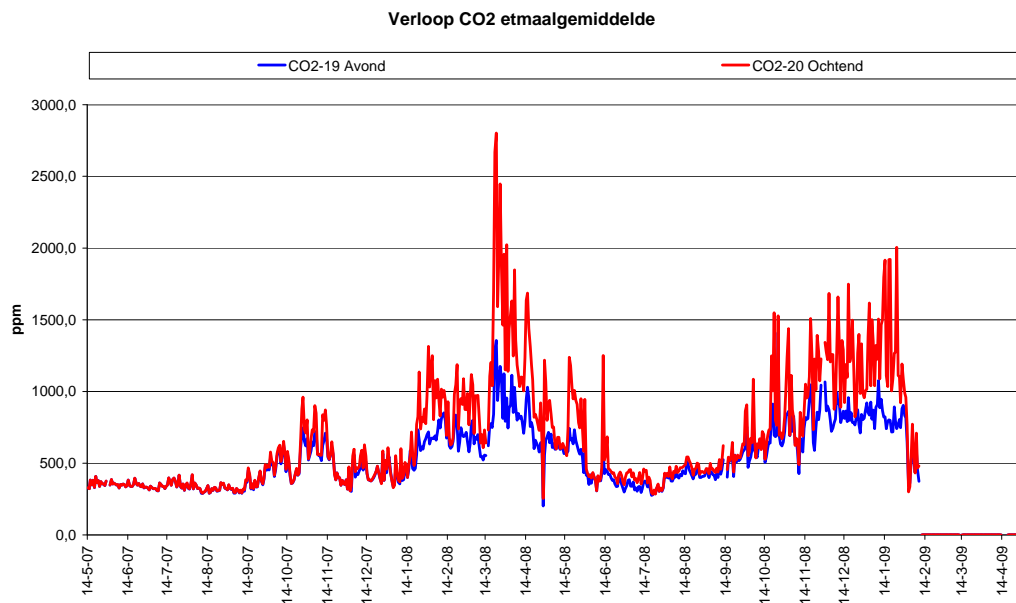
Periode	Afdeling			
	onbelicht		belicht	
	T19-O	T20-A	T20-O	T19-A
1 okt - 1 apr. 07 - 08	15,8	15,9	18,0	17,8
1 okt - 1 apr. 08 - 09	14,9	14,9	18,1	17,8

De avond- en ochtendbehandeling kunnen op bepaalde dagen wel verschillen. Dat kun je zien in de grafiek. Er wordt wisselend “gepiekt”. De verschillen tussen de avond- en ochtendbehandeling kan op bepaalde dagen enkele graden zijn. Het betreft echter een verschil dat redelijk gelijk verdeeld is. Dat wil zeggen dat verdeeld over de twee seizoenen, ongeveer veertien dagen de avond temperatuur gemiddeld meer dan 0,5 °C hoger maar ook 14 dagen gemiddeld lager 0,5 °C was dan de ochtendtemperatuur.

### 3.3 CO<sub>2</sub> gehalte

Tijdens de proefperiode is CO<sub>2</sub> gedoseerd. Het na te streven gehalte was 800 ppm. De dosering werd gestart als de lampen aangingen. Het na te streven gehalte is regelmatig overschreden.

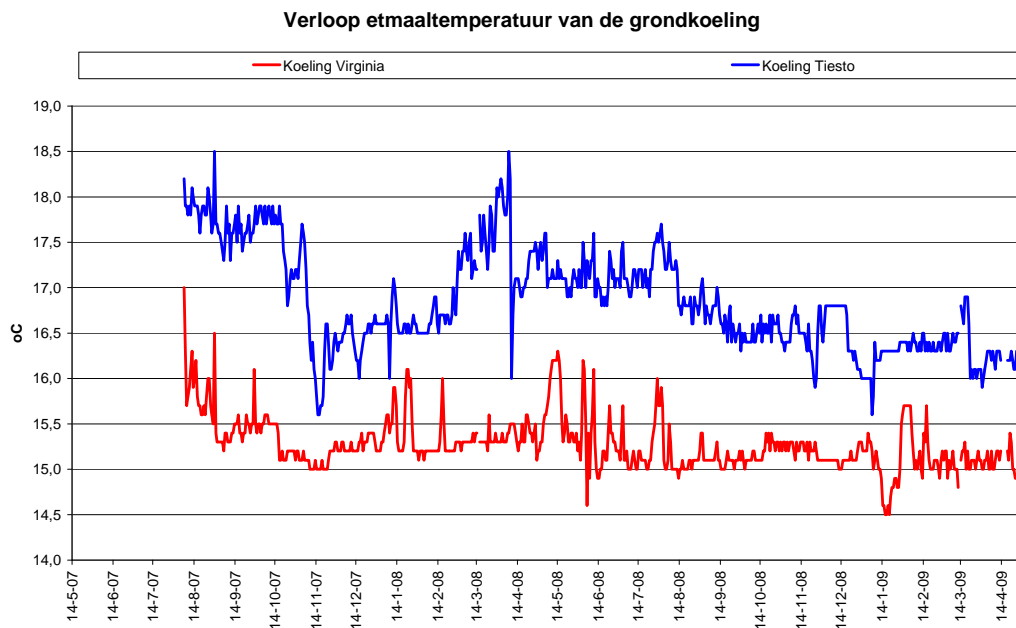
Het CO<sub>2</sub> verloop tussen de afdelingen is niet constant geweest. Gemiddeld zijn de CO<sub>2</sub> gehalten in afdeling 20 ongeveer 140 ppm hoger geweest. Het zijn met name de momenten van het starten van de dosering dat de pieken hoger zijn in de afdeling met de dag- en ochtendbehandeling. Gemiddeld wordt meer gelucht in deze afdeling vanwege de eventuele oplopende temperatuur door de lampen. In met name de koudere periode als de ramen overwegend dicht blijven zijn de CO<sub>2</sub> gehalten hier hoger.



**Figuur 3:** Verloop CO2 gehalte

### 3.4 Bodemtemperatuur

Voor 'Virginia' is de nagestreefde bodemtemperatuur 15,0 tot 15,5°C en voor 'Tiësto' 16,5 °C. De gerealiseerde bodemtemperaturen zijn weergegeven in de volgende grafiek. In april 2008 zijn de bodemtemperaturen door een technische storing boven de ingestelde waarden geweest. Het grondkoelingsnet is per cultivar apart geschakeld geweest en niet per belichtingsafdeling.



**Figuur 4:** Verloop van de bodemtemperatuur

Als we de bodemtemperaturen in de belichtingsperiode van de avond of dag- en ochtend vergelijken, dan zijn verschillen gering (onderstaande tabel).

**Tabel 4:** Gemiddelde bodemtemperaturen (°C) in de dag of ochtend (O) en avond (A)

		Afdeling			
		onbelicht		belicht	
Periode		BT 'Virginia'-O	BT Tiesto-O	BT 'Virginia'-A	BT Tiesto-A
1 okt - 1 apr.	07 - 08	15,3	16,7	15,3	17,0
1 okt - 1 apr.	08 - 09	15,2	16,3	15,1	16,5

### 3.5 Water en bemesting

Gestart is met een watergift van 2 liter per m<sup>2</sup> per dag. Op lichtere dagen is dit opgevoerd naar 3,5 liter per dag met een gemiddelde watergift van 21 - 22 liter per m<sup>2</sup> per dag. Het drainpercentage varieerde van 60 tot 80%.

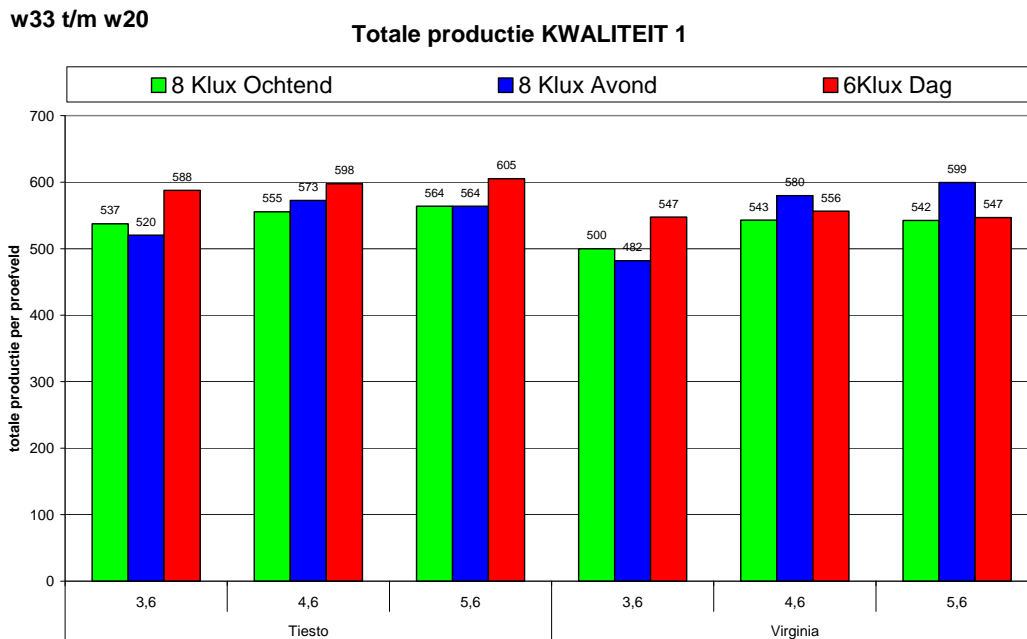
De EC gift was gemiddeld 1,7 mS/cm en de pH 5,7 - 5,3. In het drainwater is een EC gemeten van 1,5 - 1,6 tot 1,2 en een pH van 5,5 - 5,6. Door de hoge watergift en dito drainpercentage zijn de EC en pH verschillen gedurende de proef erg klein gebleven. In bijlage 2 staan enkele analyse verslagen.

## 4 Resultaten

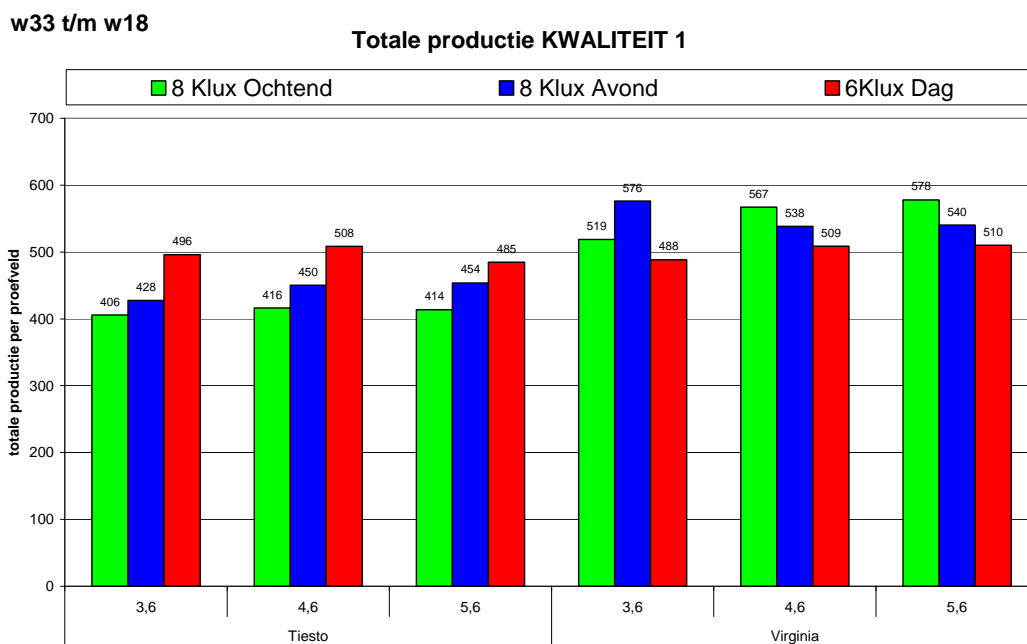
### 4.1 Kwaliteit 1

#### 4.1.1 Productie kwaliteit 1

In onderstaande figuren zijn de producties per proefjaar weergegeven van kwaliteit 1.



**Figuur 5:** Productie 2007 – 2008 kwaliteit 1 in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>



**Figuur 6:** Productie 2008 – 2009 kwaliteit 1 in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>

Het meest opvallende is de hogere productie van 'Tiësto' met de dagbelichting in beide seizoenen (zie ook tabel 5). De verschillen bedragen 8,1% - 20,5%. Bij 'Virginia' zijn de verschillen anders. Over de drie plantdichtheden heeft 'Virginia' in 2007 – 2008 een betrouwbaar hogere productie bij de avondbehandeling (zie tabel 5). Het productie verschil bedraagt 7,5% - 11,9%. In het tweede seizoen 2008 – 2009 heeft de avond- en de ochtendbehandeling van 'Virginia' een hogere productie, resp. 10,4% – 9,8%. In beide seizoenen heeft in ieder geval de dagbehandeling bij 'Virginia' de laagste productie. Opvallend is dat de plantdichtheid in beide jaren geen statistisch betrouwbaar verschil opleveren voor de kwaliteit 1 en dat 'Tiësto' het eerste jaar en 'Virginia' het tweede jaar beter scoort.

**Tabel 5:** Productie per seizoen in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>

	2007 - 2008			2008 - 2009	
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
<b>Belichting</b>					
Ochtend		528,4	552,2	554,6	411,8
Dag		550,2	596,9	502,4	496,4
Avond		591,3	552,3	551,7	443,9
	lsd	32,77		30,52	

Lsd = least significant difference = kleinst betrouwbare verschil

#### 4.1.2 Totaal gewicht kwaliteit 1

Het totale gewicht van de geogste takken is voor 'Virginia' het eerste seizoen het laagst bij de ochtendbelichting. In het tweede seizoen is er geen verschil tussen de lichtbehandelingen. 'Tiësto' heeft zowel het eerste als het tweede seizoen bij de dagbehandeling het meeste gewicht.

**Tabel 6:** Totaal gewicht van kwaliteit 1 (gram)

	2007 - 2008			2008 - 2009	
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
<b>Belichting</b>					
Ochtend		34052	36553	32132	24596
Dag		36289	39681	31106	29456
Avond		38405	35048	32541	24879
	lsd	2126		1736	

#### 4.1.3 Takgewicht kwaliteit 1

Het eerste jaar zijn de takken afgesneden op 70 cm. Het tweede jaar is dat op 80 cm geweest. Hierdoor lijkt het takgewicht gemiddeld in het tweede seizoen iets te dalen. In het eerste seizoen heeft de belichting bij 'Virginia' geen invloed op het takgewicht. In het tweede seizoen geeft de dagbelichting bij 'Virginia' iets zwaardere takken. 'Tiësto' heeft bij de ochtend- en dagbelichting in beide seizoenen zwaardere takken.



**Tabel 7: Takgewicht in relatie tot de belichting (gram per tak)**

Belichting	2007 - 2008			2008 - 2009	
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
Ochtend		64,50	66,20	57,95	59,78
Dag		66,01	66,48	61,92	59,31
Avond		65,01	63,41	59,05	56,03
Isd		1,734		1,186	

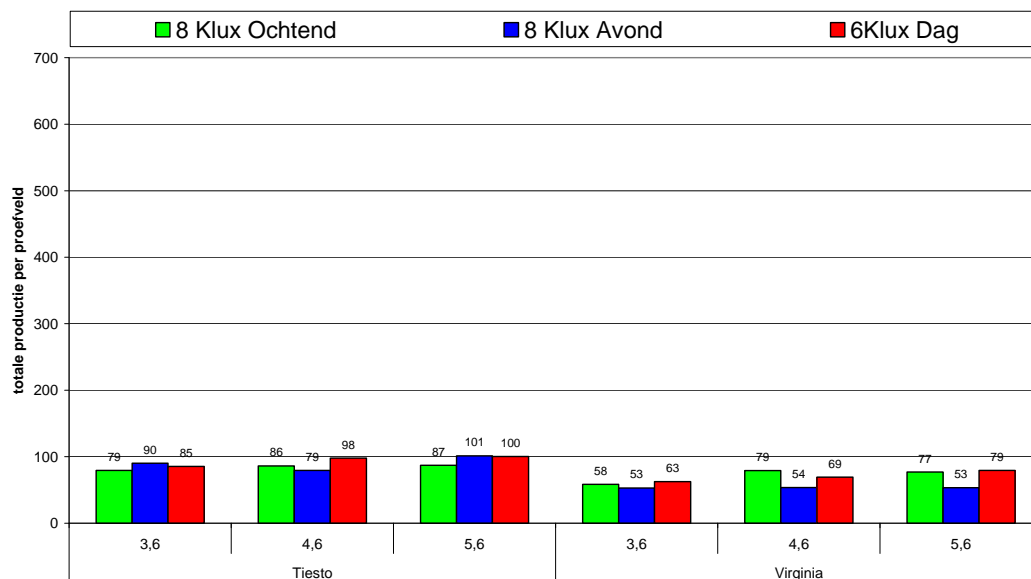
## 4.2 Kwaliteit 2

### 4.2.1 Productie kwaliteit 2

De productie van de 2<sup>e</sup> kwaliteit takken lijkt tussen de belichtingstrategieën niet veel te verschillen (zie figuren 7 en 8).

w33 t/m w20

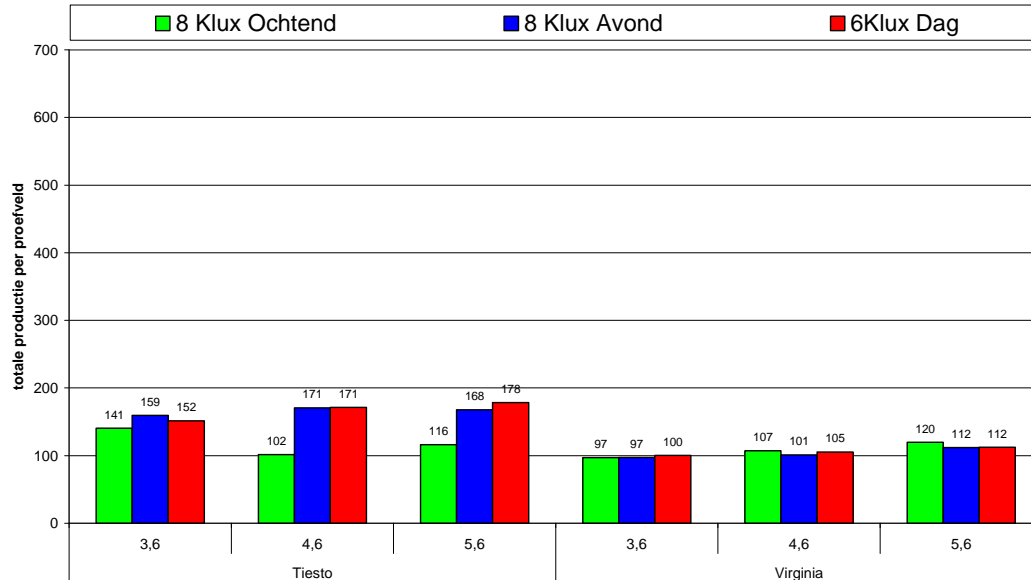
Totale productie KWALITEIT 2



**Figuur 7: Productie 2007 – 2008 kwaliteit 2 in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>**

w33 t/m w18

**Totale productie KWALITEIT 2**



**Figuur 8:** Productie 2008 – 2009 kwaliteit 2 in stuks per proefveld à 1,6 m<sup>2</sup>

Per seizoen zijn er kleine verschillen in de productie van kwaliteit 2.

**Tabel 8:** Productie van kwaliteit 2 per plantdichtheid (planten/m<sup>2</sup>)

2007 - 2008			
Plantdichtheid (pl/m <sup>2</sup> )	3,6	4,6	5,6
	71,5	77,6	83,1
lsd	6,61		

Alleen in het eerste jaar heeft de hoogste plantdichtheid de meeste kwaliteit 2. In het tweede seizoen is er geen significant verschil tussen de plantdichtheden voor zowel kwaliteit 1 als 2.

**Tabel 9:** Productie van kwaliteit 2 onder invloed van de belichting

2008 - 2009		
Ras		
Belichting	'Virginia'	'Tiësto'
Ochtend	108,0	119,4
Dag	106,0	167,1
Avond	103,4	165,9
lsd	14,70	

De productie van kwaliteit 2 is het hoogst bij de 'Tiësto' in het seizoen 2008 – 2009 en dan ook nog eens bij de dag- en avondbelichting.

#### 4.2.2 Totaal gewicht kwaliteit 2

In het eerste seizoen is er een effect van de plantdichtheid op het gewicht van kwaliteit 2. In het tweede seizoen is dat effect er niet meer. In het eerste seizoen 2007 – 2008 is het gewicht bij 5,6 planten per m<sup>2</sup> het hoogst.

**Tabel 10:** Invloed van de plantdichtheid (plant/m<sup>2</sup>) op het gewicht (g) van kwaliteit 2

	2007 - 2008		
Plantdichtheid (pl/m <sup>2</sup> )	3,6	4,6	5,6
	2628	2854	3142
lsd	265,3		

Het gewicht van kwaliteit 2 is bij 'Virginia' in het eerste seizoen het grootst bij de ochtend- en dagbehandeling. In het tweede seizoen verschuift dit naar de avondbehandeling. Het gewicht is in het tweede seizoen hoger bij de avondbehandeling dan de ochtend- en dagbehandeling.

Het gewicht van kwaliteit 2 bij 'Tiësto' verschilt niet overtuigend tussen de behandelingen al lijkt de dagbehandeling er uit te springen.

**Tabel 11:** Gewicht van kwaliteit 2 onder invloed van de belichting (g)

	2007 - 2008			2008 - 2009	
Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'	
<b>Belichting</b>					
Ochtend	2436	3308	3280	4555	
Dag	2347	3786	3407	6387	
Avond	1876	3495	3768	5921	
lsd	375		530		

#### 4.2.3 Takgewicht kwaliteit 2

Het takgewicht is in het tweede seizoen voor 'Virginia' bij de avondbelichting duidelijk hoger. Dat lijkt in het eerste seizoen ook zo, maar de avondbehandeling verschilt alleen significant van de dagbehandeling.

Bij 'Tiësto' maakt de behandeling het eerste seizoen niet uit. In het tweede seizoen heeft de avondbehandeling de lichtste takken bij kwaliteit 2.

**Tabel 12:** Takgewicht van kwaliteit 2 onder invloed van de belichting (gram/tak)

Belichting	2007 - 2008		2008 - 2009		
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
Ochtend		34,11	39,31	30,34	38,2
Dag		33,24	40,01	32,12	38,3
Avond		35,34	38,73	36,44	35,7
lsd		1,52		1,16	

De plantdichtheid heeft alleen het eerste seizoen invloed op het takgewicht van kwaliteit 2. 'Virginia' heeft het eerste seizoen de zwaarste takken met 5,6 planten per m<sup>2</sup>. Bij 'Tiësto' maakt de plantdichtheid niet uit.

**Tabel 13:** Invloed van de plantdichtheid op het takgewicht (gram/tak)

Plantdichtheid (pl/m <sup>2</sup> )	2007 - 2008		
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'
3,6		33,44	39,18
4,6		33,20	39,67
5,6		36,04	39,20
lsd		1,52	

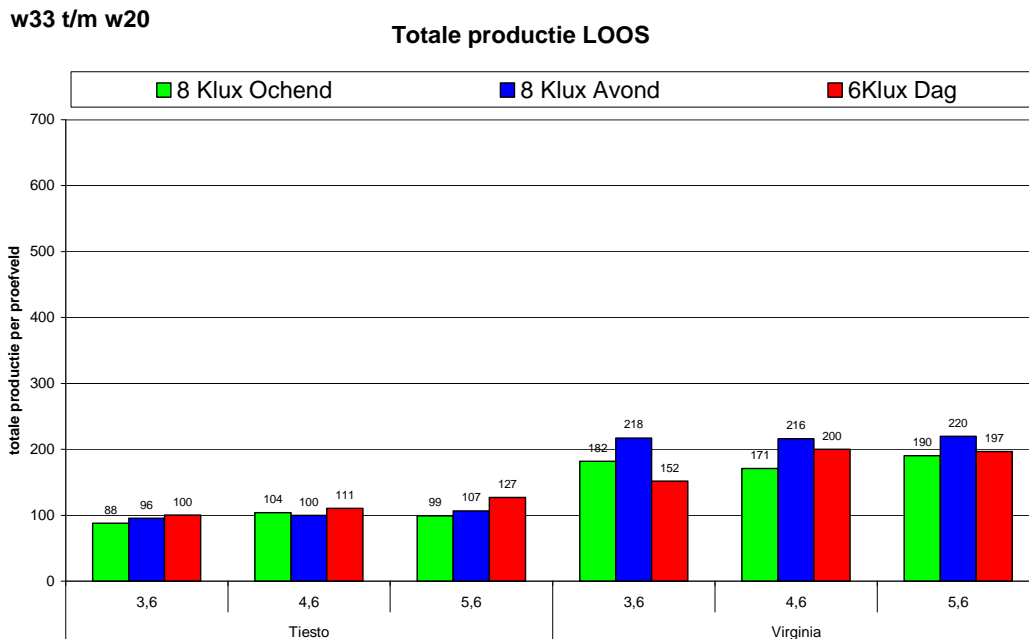


**Foto 3:** Belichting in Alstroemeria

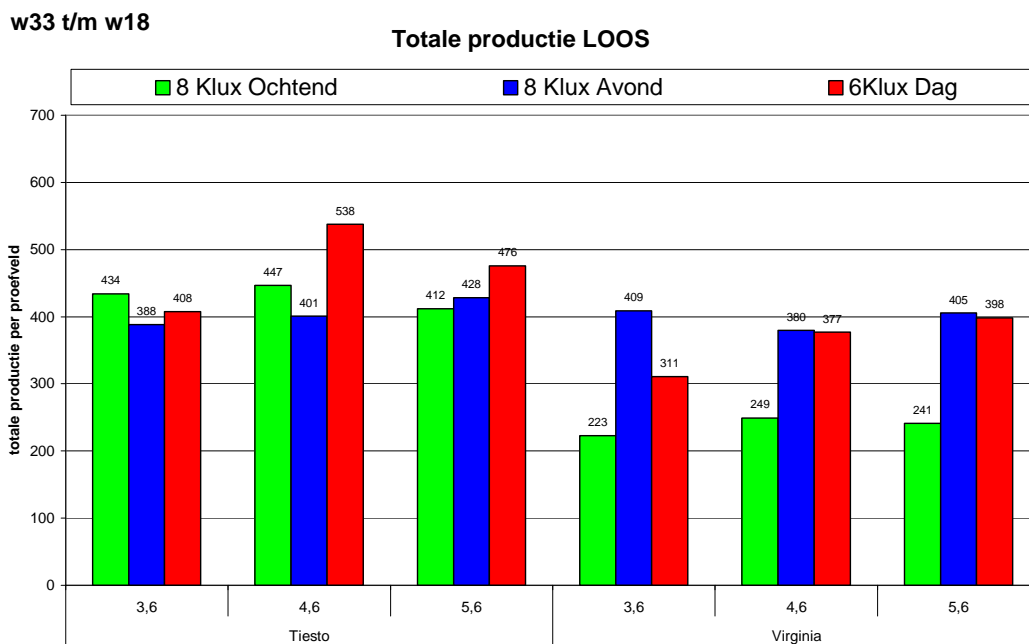
### 4.3 Loos

#### 4.3.1 Productie loos

In onderstaande figuren is de loosproductie per proefveld weergegeven.



**Figuur 9:** Productie 2007 – 2008 loos in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>



**Figuur 10:** Productie 2008 – 2009 loos in stuks per proefveld à 1,6m<sup>2</sup>

**Tabel 14:** Productie loos in relatie tot de belichting

Ras	2007 - 2008		2008 - 2009	
	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
<b>Belichting</b>				
Ochtend	181,0	97,0	237,6	430,8
Dag	182,9	112,7	362,0	473,7
Avond	217,9	100,8	397,9	405,7
lsd		22,41		34,25

Heeft 'Virginia' in het eerste seizoen meer loos dan 'Tiësto'. In het tweede seizoen is het aantal loos bij 'Tiësto' aanzienlijk toegenomen. 'Virginia' heeft de meeste loos in beide seizoenen bij de avondbelichting.

Bij 'Tiësto' is er in het eerste seizoen geen effect van de belichting, maar in het tweede seizoen geeft de dagbelichting de meeste loos.

**Tabel 15:** Productie loos per plantdichtheid (stuk per proefveld)

Plantdichtheid (pl/m <sup>2</sup> )	2007 - 2008		
	3,6	4,6	5,6
	139,1	150,3	156,7
lsd			15,85

De invloed van de plantdichtheid is er wel, maar niet overtuigend. Alleen de hoogste plantdichtheid heeft in 2007 – 2008 meer loos dan de laagste plantdichtheid. In het tweede seizoen is het gecompliceerder. Ook hier leidt de hogere plantdichtheid tot meer loos, maar dit is wel gerelateerd aan de belichting. Dat wil zeggen, de dagbelichting geeft bij de hogere plantdichtheden meer loos.

**Tabel 16:** Productie loos in relatie tot belichting en plantdichtheid

Plantdichtheid	2008 - 2009		
	3,6	4,6	5,6
<b>Belichting</b>			
Ochtend	328,2	347,8	326,4
Dag	359,2	457,5	436,8
Avond	398,3	390,2	416,8
lsd		41,94	

#### 4.3.2 Totaal gewicht loos

Het totale gewicht van het loos in het eerste en tweede seizoen is bij 'Virginia' het hoogst bij de avondbelichting. Bij 'Tiësto' is in het eerste seizoen geen verschil tussen de behandelingen, maar in het tweede seizoen produceert de dagbehandeling het meeste gewicht aan loos.

**Tabel 17:** Totale gewicht van het loos in relatie tot de belichting (gram)

Belichting	2007 - 2008		2008 - 2009		
	Ras	'Virginia'	'Tiësto'	'Virginia'	'Tiësto'
Ochtend		6907	2623	5861	9592
Dag		7289	3404	8300	10809
Avond		8686	2628	10070	7072
Isd		906		1127	

De plantdichtheid heeft alleen in het eerste seizoen invloed op het gewicht. De hoogste plantdichtheid produceert in het eerste seizoen meer gewicht aan loos dan de laagste plantdichtheid.

**Tabel 18:** Het gewicht van het loos en de plantdichtheid

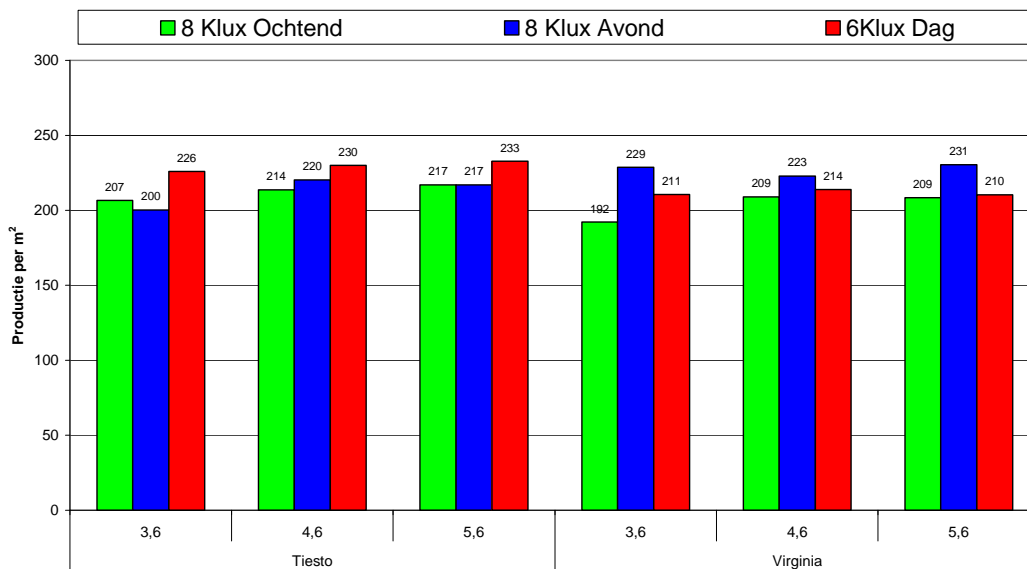
Plantdichtheid (pl/m <sup>2</sup> )	2007 - 2008		
	3,6	4,6	5,6
	4869	5266	5633
Isd		641	

#### 4.4 Totale productie

In onderstaande grafieken zijn de productiecijfers omgerekend naar m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak. Bij de productie over de twee seizoenen blijven de verschillen aanwezig. 'Tiësto' met de hoogste productie en 'Virginia' met de laagste productie bij de dagbehandeling.

w33 t/m w20

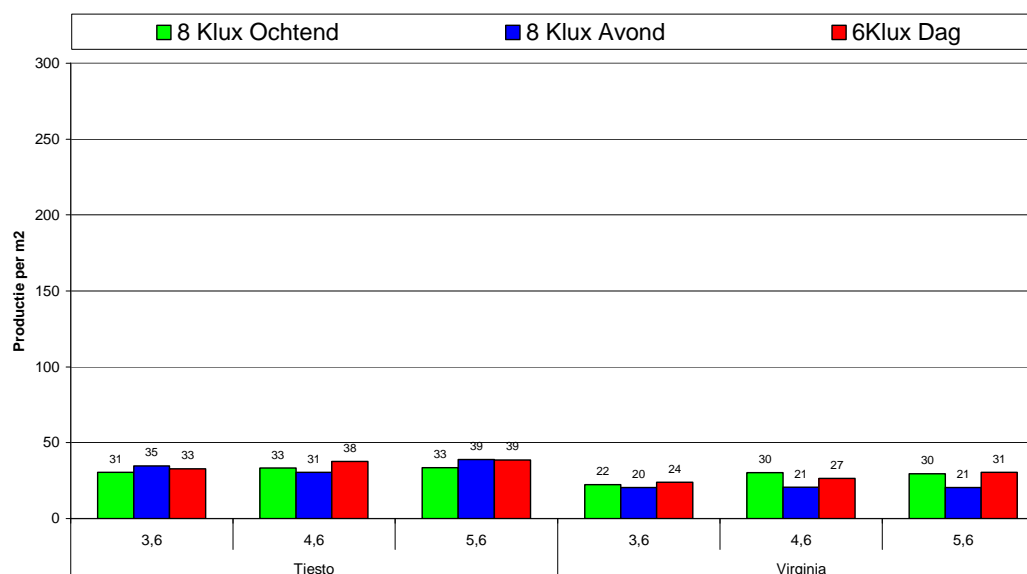
Productie per m<sup>2</sup> KWALITEIT 1



Figuur 11: Productie 2007-2008 kwaliteit 1 per m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak

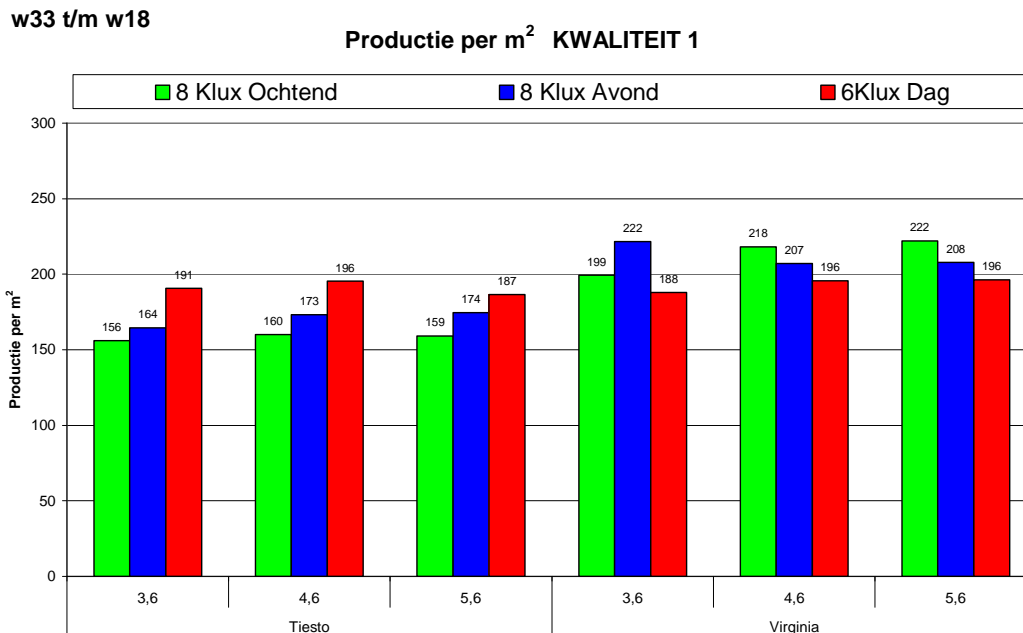
w33 t/m w20

Productie per m<sup>2</sup> KWALITEIT 2

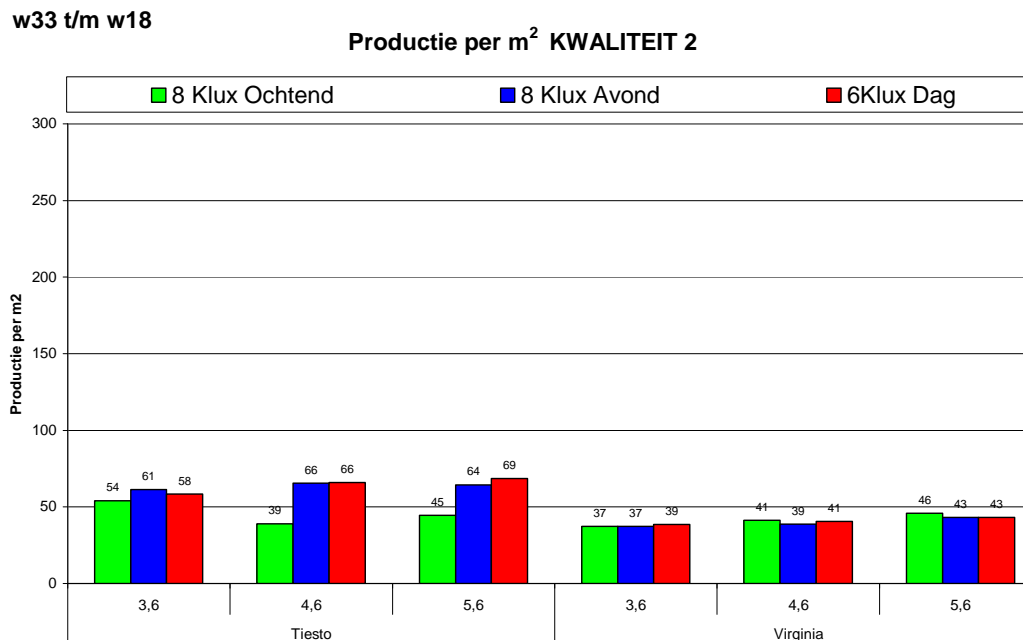


Figuur 12: Productie 2007-2008 kwaliteit 2 per m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak

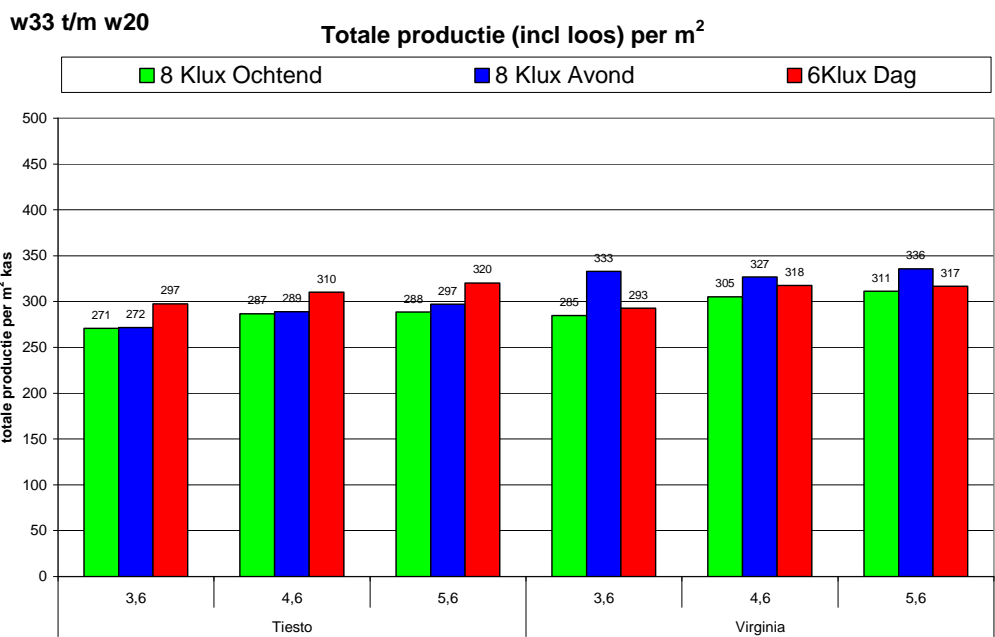




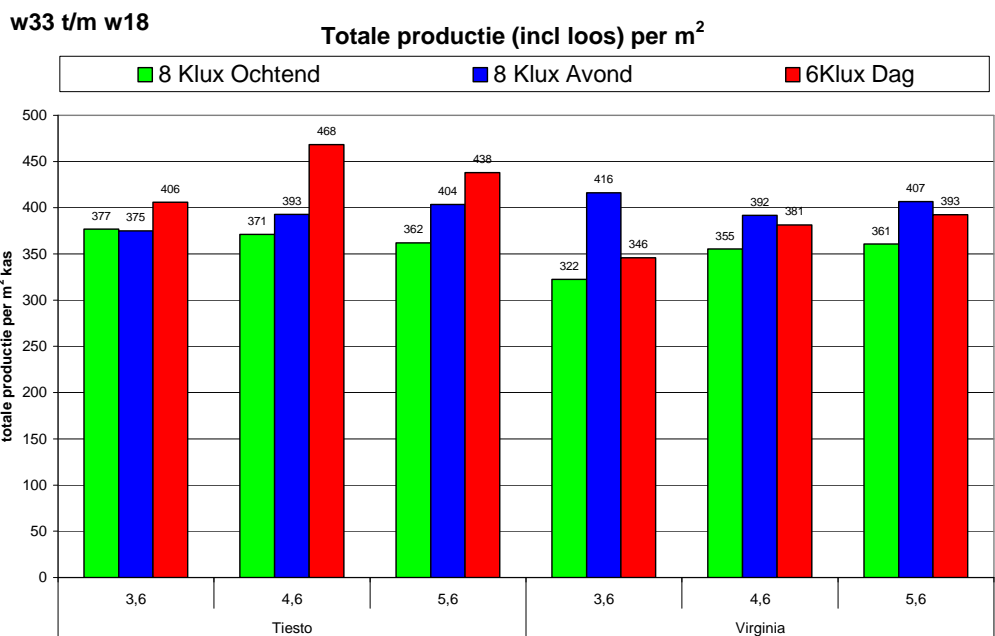
**Figuur 13:** Productie 2008-2009 kwaliteit 1 per m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak



**Figuur 14:** Productie 2008-2009 kwaliteit 2 per m<sup>2</sup> bruto kasoppervlak

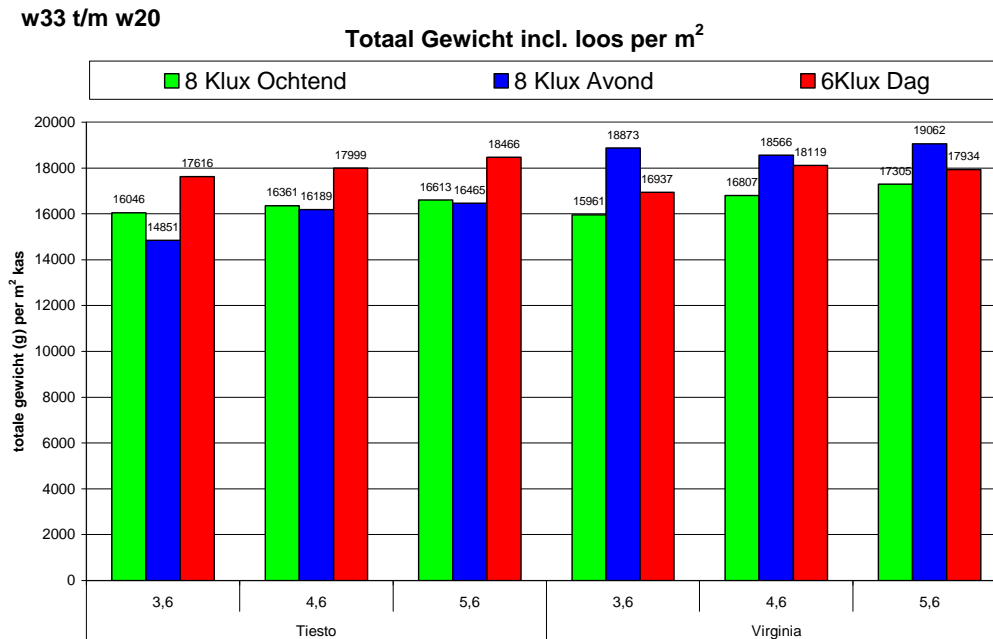


**Figuur 15:** Totale productie 2007 – 2008 omgerekend naar m<sup>2</sup> kas (kwal 1, 2 en loos)

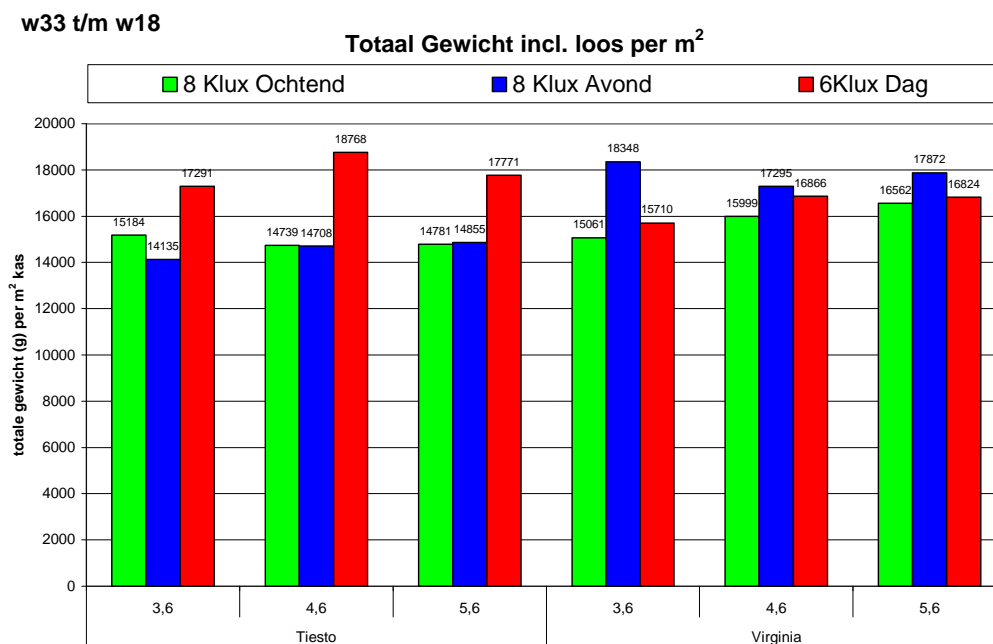


**Figuur 16:** Totale productie 2008 – 2009 omgerekend naar m<sup>2</sup> kas (kwaliteit 1, 2 en loos)

Ook bij het totaal gewicht blijven dezelfde verschillen tussen de behandelingen aanwezig.



**Figuur 17:** Het totaal afgevoerde gewicht 2007 – 2008 van kwaliteit 1, 2 en loos



**Figuur 18:** Het totaal afgevoerde gewicht 2008 – 2009 van kwaliteit 1, 2 en loos

## 5 Extra metingen

### 5.1 Fotosynthese metingen

In samenwerking met het bedrijf Plant Dynamics zijn op twee momenten in de teelt fotosynthese metingen verricht en metingen van het huidmondjesgedrag. De eerste meting is verricht op 17 november 2008 en de tweede meting is verricht op 25 en 26 februari 2009.

Met de LiCor-6400 is per behandeling en per ras aan 5 bladeren op verschillende tijdstippen de huidmondjesopening van dat moment, onder de heersende kasconditie, bepaald. Daarnaast is de fotosynthese in de tijd gemeten bij 200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$  PAR en 800 ppm  $\text{CO}_2$ . (zie bijlage 3).



Foto 4: Meetkop van de Licor-6400

Uit de conclusies van deze metingen mag worden afgeleid dat de cultivar 'Virginia' met behulp van de avondbelichting de huidmondjes langer open laat staan dan 'Tiësto'. Op deze manier weet 'Virginia' blijkbaar de avondbelichting beter te benutten voor de fotosynthese.



Foto 5a en b: Fluorescentie meter

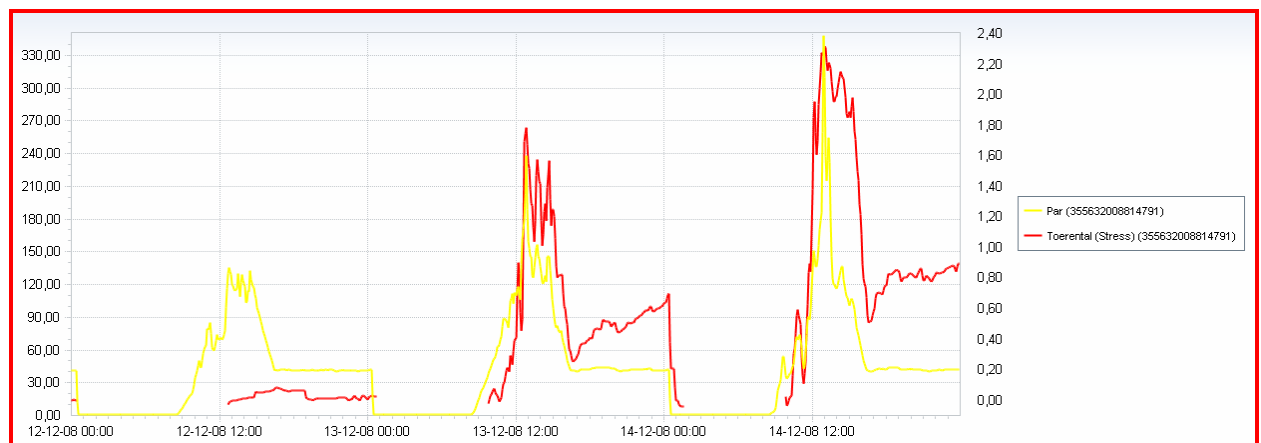
### 5.2 Growlab metingen

Tijdens de proef is ook tijdelijk een Growlab met een fluorescentie meter (Mobihead of Plantivymeter genaamd) ingezet om te beoordelen of dit instrument geschikt is om de groei te monitoren.

De plantivity of mobihead kan met behulp van software een indruk geven van de fotosynthese en de eventuele plantstress. Stress moet hier gezien worden als het harder laten draaien van de 'motor'. De motor maakt meer toeren. Dit is niet per definitie slecht, maar de plant moet harder werken. Volgens deskundigen is er pas sprake van stress bij een waarde groter dan 1 tot 1,2.

In de praktijk blijkt dat de sensor regelmatig het te meten blaadje verliest. Het alstroemeriagewas is een kwetsbaar en beweeglijk gewas als er regelmatig wordt geoogst. Wekelijks moet een nieuw volgroeid blad ingezet worden in de Plantivity.

In onderstaande figuur is een moment weergegeven waarbij de plant na een zonnige dag met een licht verhoogde stress de avond in gaat. Op de donkerder dag ervoor is dat niet zo.

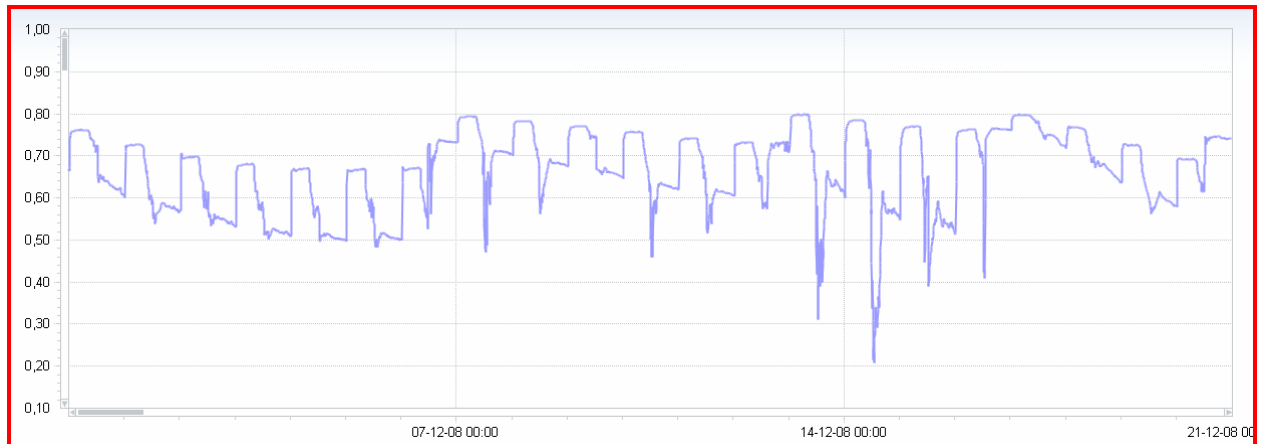


**Figuur 19:** Verloop van de "stress" en de instraling (PAR) op plantniveau

In bovenstaande grafiek heeft de plant flink stress op de zonnige dag temidden van de donkere dagen. Nadat de zon weg is, neemt de belichting het stokje over. Na een kleine dip in de stress neemt die onder de lampen weer enigszins toe tot de lampen uitgaan. Het toerental neemt onder de lampen weer iets toe, maar niet boven de zogenaamde stressniveau's. De plant moet 's avonds nog even harder "werken". Dit beeld blijft echter een uitzondering want meestal blijft de 'stress' op een gelijk niveau hangen tot de lampen uitgaan.

### Fotosyntheserendement

Een ander onderdeel van de software berekent een fotosynthese rendement. Als er 100% licht op een blad valt, dan wordt daar ongeveer 80% van gebruikt voor de fotosynthese. De rest wordt omgezet in warmte, wordt teruggekaatst of valt door het blad heen. In figuur 20 staat dit 'fotosyntheserendement' weergegeven.



**Figuur 20:** Verloop van het fotosyntheserendement

De grafiek laat zien dat het rendement regelmatig zakt. Het begrip lager rendement lijkt slecht, maar het betekent dat de plant aan het werk is. Dat is goed. Maar officieel zou het rendement elke dag weer richting 80% (0,8) terug moeten schuiven. Omdat dit niet altijd gebeurt, betekent dit dat: of de meetplek op het blad wordt snel 'moe' of dat er inderdaad sprake is van hard werken door de plant. In ieder geval zal de sensor minstens elke week verzet moeten worden om te voorkomen dat de meetplek wordt verstoord door de meter zelf.

### Planttemperatuur

Op de meetunit zit ook een Infrarood camera die de planttemperatuur meet. Gelijk met de belichting neemt de planttemperatuur toe. Het verschil tussen plant- en kasttemperatuur is ongeveer 0,5 tot maximaal 1°C (zie figuur 21). Als de lampen uitgaan, daalt de temperatuur van blad en kas snel.



**Figuur 21:** Verloop planttemperatuur (rood) en kasttemperatuur (blauw)

Het is volgens het rapport van Plant Dynamics met name de huidmondjes activiteit die aangeeft dat de plant 's avonds nog voldoende actief is. Het lijkt daarmee waarschijnlijk dat het interessanter is om een indruk te krijgen van de huidmondjesactiviteit dan van de werking van het chlorofyl. De fluorescentie meter is in de huidige constellatie niet handig om in te zetten bij Alstroemeria.

## 6 Economie en belichting

### 6.1 Inleiding

Tijdens het onderzoek zijn er twee verschillende belichtingsstrategieën onderzocht. In het eerste geval is er 16 uur belicht met 6000 lux (hier behandeling 1 genoemd) en in het tweede geval met 12 uur met 8000 lux (hier behandeling 2 genoemd). De lichtsom per m<sup>2</sup> per dag is hiermee gelijk. De kosten per behandeling verschillen wel. Doordat bij 12 uur belichten twee keer de halve kas belicht kan worden is er 33,3% minder WKK-vermogen noodzakelijk. Daarentegen is er wel meer vermogen (8000 lux i.p.v. 6000 lux) nodig aan geïnstalleerd vermogen qua lampen. De economische verschillen tussen beide methode zijn in dit hoofdstuk doorgerekend.

### 6.2 Kosten

#### 6.2.1 Kosten investering

Uitgaande van een bedrijf van 2 ha is er bij behandeling 1 1,02 MW WKK-vermogen nodig. Bij behandeling 2 is dit 0,68 MW. Het investeringsvoordeel is € 150.000,- in het voordeel van behandeling 2. Het investeringsvoordeel voor de lampen is € 107.692,- in het voordeel van behandeling 1. Per saldo is het investeringsvoordeel € 42.308,- in het voordeel van behandeling 2.

Bij 6% rente (3% gemiddeld) en een afschrijving over 5 jaar bedragen de jaarkosten € 9.731,- minder bij behandeling 2 (12 uur met 8000 lux). Per m<sup>2</sup> is dit € 0,49.

#### 6.2.2 Kosten onderhoud

Bij een WKK-installatie onder de 1,0 MW nemen de onderhoudskosten met 1,25 cent per kWh toe. In het geval van 0,68 MW komt dit neer op 19 cent/m<sup>2</sup> extra onderhoudskosten.

Bij grotere glasoppervlakten waarbij de WKK-installatie niet onder de 1,0 MW komt zullen deze extra kosten komen te vervallen.

#### 6.2.3 Teruglevering elektriciteit

Wanneer er 16 uur belicht wordt op het totale oppervlak bestaat er de mogelijkheid om uren terug te leveren aan het energienet. Dit is per bedrijf erg verschillend. De grote van de buffer is hierbij bijvoorbeeld van grote invloed. Vanwege deze grote verschillen zijn er meerdere scenario's doorgerekend. De belangrijkste factoren die invloed hebben op het resultaat van terugleveren zijn draaiuren, opbrengstprijis per MWh, warmtebenutting en gasprijis.

### 6.2.4 Scenario 1

Wanneer in onderstaande berekening het aantal draaiuren verminderd wordt zal het resultaat naar ratio meedalen.

Aantal draaiuren terugleveren stroom:		1000	uur	
Vermogen		1,02	MW	
Prijs per Mwh		€ 50,00		
Onderhoudskosten per Mwh		€ 7,55		
Gasverbruik/uur motor		277	m3	
% warmte benutting extra draaiuren WKK:		70	%	
Gasprijs incl. transport e.d.		€ 0,30		
Samengevat:				
Extra stroomopbrengsten:				€ 51.000
Extra onderhoudskosten:				€ 7.548
Gaskosten voor				
stroomproductie:	100%	€ 83.100		
	30%	€ 24.930	€ 24.930	
Totale saldo teruglevering:		€ 0,92 per m <sup>2</sup>		€ 18.522

### 6.2.5 Scenario 2

In scenario 2 is een aanpassing gedaan ten opzichte van scenario 1 aan de opbrengst per Mwh die aan het net geleverd wordt. Je ziet dat bij de in scenario 1 gehanteerde uitgangspunten het breakeven point op €31,84 ligt.

Aantal draaiuren terugleveren stroom:		1000	uur	
Vermogen		1,02	MW	
Prijs per Mwh		€ 31,84		
Onderhoudskosten per Mwh		€ 7,55		
Gasverbruik/uur motor		277	m3	
% warmte benutting extra draaiuren WKK:		70	%	
Gasprijs incl. transport e.d.		€ 0,30		
Samengevat:				
Extra stroomopbrengsten:				€ 32.477
Extra onderhoudskosten:				€ 7.548
Gaskosten voor				
stroomproductie:	100%	€ 83.100		
	30%	€ 24.930	€ 24.930	
Totale saldo teruglevering:				-€ 1



### 6.2.6 Scenario 3

In scenario 3 is een aanpassing gedaan ten opzichte van scenario 1 aan het percentage warmtebenutting. Het blijkt dat bij de in scenario 1 gehanteerde uitgangspunten het breakeven point voor de warmtebenutting op 47,7% ligt.

Aantal draaiuren terugleveren stroom:	1000	uur	
Vermogen	1,02	MW	
Prijs per Mwh	€50,00		
Onderhoudskosten per Mwh	€7,55		
Gasverbruik/uur motor	277	m3	
% warmte benutting extra draaiuren WKK:	47,7	%	
Gasprijs incl. transport e.d.	€0,30		
Samengevat:			
Extra stroomopbrengsten:	€51.000		
Extra onderhoudskosten:	€7.548		
Gaskosten voor			
stroomproductie:	100%	€83.100	
	30%	€24.930	€24.930
Totale saldo teruglevering:			-€9

### 6.2.7 Scenario 4

In scenario 4 is een aanpassing gedaan ten opzichte van scenario 1 aan de gasprijs per m<sup>3</sup>. Het blijkt dat bij de in scenario 1 gehanteerde uitgangspunten bij de huidige gasprijs van 20 cent het rendement met €8.310,- toeneemt.

Aantal draaiuren terugleveren stroom:	1000	uur	
Vermogen	1,02	MW	
Prijs per Mwh	€50,00		
Onderhoudskosten per Mwh	€7,55		
Gasverbruik/uur motor	277	m3	
% warmte benutting extra draaiuren WKK:	70	%	
Gasprijs incl. transport e.d.	€0,20		
Samengevat:			
Extra stroomopbrengsten:	€51.000		
Extra onderhoudskosten:	€7.548		
Gaskosten voor			
stroomproductie:	100%	€55.400	
	30%	€16.620	€16.620
Totale saldo teruglevering:	€1,34 per m <sup>2</sup>	€26.832	

### 6.2.8 Totale verschil WKK-rendement

Het totale verschil in kosten tussen behandeling 1 en behandeling 2 is:

Scenario 1:	
Investeringskosten:	€ 0,49
Onderhoudskosten:	- € 0,19
Elektraopbrengst:	- € 0,92
	-----
Totaal:	- € 0,62

Scenario 2:	
Investeringskosten:	€ 0,49
Onderhoudskosten:	- € 0,19
Elektraopbrengst:	- € 0,00
	-----
Totaal:	€ 0,30

Scenario 3:	
Investeringskosten:	€ 0,49
Onderhoudskosten:	- € 0,19
Elektraopbrengst:	- € 0,00
	-----
Totaal:	€ 0,30

Scenario 4:	
Investeringskosten:	€ 0,49
Onderhoudskosten:	- € 0,19
Elektraopbrengst:	- € 1,34
	-----
Totaal:	-€ 1,40

Uit bovenstaande berekening blijkt, dat wanneer een elektra opbrengst verwacht wordt van meer dan € 0,30 behandeling 1 (16 uur met 6000 lux) qua kosten het meest rendabel is. Als er minder dan € 0,30 aan elektra opbrengst wordt verwacht is behandeling 2 (12 uur met 8000 lux) economisch het meest rendabel.

### 6.3 Productie verschillen

Naast de economische verschillen veroorzaakt door de WKK-installatie zijn er ook verschillen in productie tussen de behandelingen.

Bij de cultivar 'Virginia' blijkt de productie bij het toepassen van behandeling 2 (12 uur belichten met 8.000 lux) met bijna 10% toe te nemen t.o.v. behandeling 1 (16 uur belichten met 6.000 lux). Bij de cultivar 'Tiësto' blijkt dit tegenovergesteld te zijn en is de productie bij behandeling 1 (16 uur belichten met 6.000 lux), 10% hoger.

Uitgaande van een productie van 386 takken per m<sup>2</sup> en een gemiddelde opbrengst van 15 cent per tak is de totale opbrengst € 57,90 per m<sup>2</sup>. Bij een toename van 10% komt dit neer op € 5,79 per m<sup>2</sup>.

Naast deze meeropbrengst staan de variabele kosten die afhankelijk zijn van de productie. Per m<sup>2</sup> gaat het om de volgende kosten:

Vrachtkosten:	€ 3,47 / m <sup>2</sup>
Veilingkosten:	€ 4,94 / m <sup>2</sup>
Arbeidskosten oogsten/sorteren/verpakken:	€ 3,00 / m <sup>2</sup>
	-----
Totaal:	€ 11,41 / m <sup>2</sup>

Bij 10% productiestijging nemen deze variabele kosten ook met 10% toe. Dit is in dit geval € 1,14 per m<sup>2</sup>.

## 6.4 Saldo per behandeling

Omdat de resultaten van de behandelingen per cultivar tegengesteld zijn, kun je bij 1 ras maar de helft van behandeling 2 toepassen. Je hebt namelijk maar 50% geïnstalleerd vermogen en zult dus 2 x 12 uur moeten belichten

Wanneer de kas voor 50% met 'Virginia' en 50% met 'Tiësto' geplant is kun je voor beide rassen de optimale belichtingsstrategie kiezen. Het voordeel is dan voor beide rassen een economisch voordeel van € 0,30 per m<sup>2</sup> op de WKK zonder levering van elektra aan het net. Daarnaast geeft behandeling 2 een productievoordeel van € 4,65 per m<sup>2</sup> (€ 5,79 – € 1,14). Totaal komt dat op een voordeel van € 4,95 per m<sup>2</sup>.

Wanneer echter maar voor 50% van de rassen de meest ideale belichtingsstrategie toegepast kan worden is het voordeel kleiner. Het economisch voordeel van € 0,30 per m<sup>2</sup> per jaar op de WKK zonder levering van elektra aan het net blijft gelijk. Echter de meeropbrengst zal ook maar 50% bedragen. Totaal komt het voordeel dan op € 2,63 per m<sup>2</sup>.

## 6.5 Conclusie

Uit de economische berekeningen blijkt dat op basis van investeringen en de daarbij behorende rente en afschrijving, de kosten voor behandeling 2 (12 uur 8000 lux) € 0,30 per m<sup>2</sup> per jaar lager zijn dan voor behandeling 1 (16 uur 6000 lux). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de mogelijkheid om ook nog stroomopbrengsten te ontvangen er niet meer is. Wanneer er bij behandeling 1 (16 uur 6000 lux) voor € 0,30 aan stroomopbrengsten per m<sup>2</sup> gerealiseerd kan worden is het voordeel geheel verdwenen en zijn beide behandelingen op basis van kosten en stroomopbrengsten gelijkwaardig.

## 7 Conclusies en aanbevelingen

### Productie

- 'Tiësto' produceert meer bij de dagbehandelingen in beide seizoenen. De verschillen bedragen 8,1% - 20,5%.
- In beide seizoenen heeft de dagbehandeling bij 'Virginia' de laagste productie van kwaliteit 1. Het verschil met de twee andere behandelingen bedraagt 7,5% - 11,9%. De avond- of ochtendbehandeling produceren meer dan de dagbehandeling.
- 'Tiësto' produceert het eerste jaar meer kwaliteit 1 en 'Virginia' het tweede jaar meer kwaliteit 1.
- De productie van kwaliteit 2 is het hoogst bij de 'Tiësto' in het seizoen 2008 – 2009 en dan ook nog eens bij de dag- en avondbelichting.
- Bij 'Virginia' is er geen productieverval geconstateerd voor kwaliteit 2 in beide seizoenen.

### Plantdichtheid

- In het eerste jaar heeft de hoogste plantdichtheid de meeste kwaliteit 2.
- In het tweede seizoen is er geen verschil tussen de plantdichtheden voor zowel kwaliteit 1 als 2.

### Gewicht

- Het totale gewicht van de geoogste takken is voor 'Virginia' het eerste seizoen het laagst bij de ochtendbelichting. In het tweede seizoen is er geen verschil.
- 'Tiësto' heeft zowel het eerste als het tweede seizoen bij de dagbehandeling het meeste gewicht.
- In 2007 – 2008 is het geproduceerde gewicht bij 5,6 planten per m<sup>2</sup> het hoogst.
- In het eerste seizoen is er een effect van de plantdichtheid op het gewicht van kwaliteit 2. In het tweede seizoen is dat effect er niet meer. Het gewicht van kwaliteit 2 is bij 'Virginia' in het eerste seizoen het grootst bij de ochtend- en dagbehandeling. In het tweede seizoen verschuift dit naar de avondbehandeling.

### Takgewicht

- In het eerste seizoen heeft de belichting bij 'Virginia' geen invloed op het takgewicht van kwaliteit 1. In het tweede seizoen geeft de dagbelichting bij 'Virginia' iets zwaardere takken.
- 'Tiësto' heeft bij de ochtend- en dagbelichting in beide seizoenen zwaardere takken van kwaliteit 1.
- Het takgewicht van kwaliteit 2 is in het tweede seizoen voor 'Virginia' bij de avondbelichting duidelijk zwaarder. Dat lijkt in het eerste seizoen ook zo, maar de avondbehandeling verschilt alleen van de dagbehandeling.
- Bij 'Tiësto' maakt de behandeling het eerste seizoen niet uit. Het tweede seizoen heeft de avondbehandeling de lichtste takken van kwaliteit 2.
- De plantdichtheid heeft alleen het eerste seizoen invloed op het takgewicht van kwaliteit 2.
- 'Virginia' heeft het eerste seizoen de zwaarste takken met 5,6 planten per m<sup>2</sup>. Bij 'Tiësto' maakt de plantdichtheid op het takgewicht niet uit.

### Loos

- Heeft 'Virginia' in het eerste seizoen meer loos dan 'Tiësto', in het tweede seizoen is het aantal loos bij 'Tiësto' aanzienlijk toegenomen. De meeste loos is bij 'Virginia' in beide seizoenen bij de avondbelichting.
- Bij 'Tiësto' is er in het eerste seizoen geen effect van de belichting, maar in het tweede seizoen heeft dagbelichting de meeste loos.
- De dagbelichting heeft bij de hogere plantdichtheden meer loos.
- Het totale gewicht van het loos in het eerste en tweede seizoen bij 'Virginia' het hoogst bij de avondbelichting. Bij 'Tiësto' is in het eerste seizoen geen verschil tussen de behandelingen, maar in het tweede seizoen produceert de dagbehandeling het meeste gewicht aan loos.
- De plantdichtheid heeft alleen in het eerste seizoen invloed op het gewicht aan loos. De hoogste plantdichtheid produceert meer gewicht aan loos dan de laagste plantdichtheid.

### Meetinstrumentarium

- Met behulp van een growlab kan zo nu en dan worden aangetoond dat de avondbelichting door planten wordt benut.
- De fluorescentiemeter van de growlab moet minimaal wekelijks naar een nieuw blad worden verzet voor een optimale meting.
- De metingen van Plant Dynamics tonen aan dat het huidmondjes gedrag waarschijnlijk bijdraagt aan het positieve opbrengsteffect van 'Virginia' tijdens de avondbehandeling.
- Met behulp van de meting van de huidmondjesactiviteit met een porometer kan het huidmondjesgedrag worden gemeten. Op deze manier zijn cultivars waarschijnlijk te screenen op hun reactie op de avondbelichting.
- Als we het huidmondjesgedrag van de verschillende cultivars kunnen voorspellen, dan is de inzet van de WKK voor belichting van bepaalde cultivars in de avond mogelijk.

### Andere invloeden dan de kunstmatige belichting

In het onderzoek zijn de belichting en de cultivar de grootste factoren geweest die de opbrengstverschillen verklaren. Tijdens de proef zijn de temperatuurverschillen gemiddeld klein geweest. De factoren die mee kunnen doen in een verklaring voor de opbrengstverschillen tussen avond- en ochtendbelichting of dagbelichting is de CO<sub>2</sub> dosering en de natuurlijke instraling. De ochtend- en dagbelichting hebben in de koudere periode iets meer CO<sub>2</sub> gehad. De natuurlijke instraling zorgt in de niet belichte periode voor meer instraling in de middag/avonduren. In de belichte periode krijgt de ochtendperiode verhoudingsgewijs meer natuurlijke instraling. Omdat de cultivars verschillend reageren op de gerealiseerde omstandigheden verklaren de opgetreden klimaatsverschillen niet alle productiever verschillen.

Uit de economische berekeningen blijkt dat op basis van investeringen en de daarbij behorende rente en afschrijving de kosten voor de behandeling van 12 uur met 8000 lux € 0,30 lager zijn dan voor behandeling van 16 uur met 6000 lux. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de mogelijkheid om ook nog stroomopbrengsten te ontvangen er niet meer is. Wanneer er bij behandeling van 16 uur met 6000 lux voor € 0,30 aan stroomopbrengsten per m<sup>2</sup> gerealiseerd kan worden is het voordeel geheel verdwenen en zijn beide behandelingen op basis van kosten en stroomopbrengsten gelijkwaardig.

**Eindconclusie**

De vraag of het mogelijk is om ook 's avonds te belichten is met dit onderzoek bevestigd.  
Het positieve resultaat is echter cultivar gebonden.

## Bijlage 1 Proefschema

Afdeling 20								Afdeling 19			
Ochtend 8 kLux [logger13 t23]				Dag 6 kLux [logger14 t49]				Avond 8 kLux [logger09 t74]			
Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto
	54	45			36	27			18	9	
	53	44			35	26			17	8	
	52	43			34	25			16	7	
	51	42			33	24			15	6	
	50	41			32	23			14	5	
	49	40			31	22			13	4	
	48	39			30	21			12	3	
	47	38			29	20			11	2	
	46	37			28	19			10	1	

	3,6 p/m <sup>2</sup>
	4,6 p/m <sup>2</sup>
	5,6 p/m <sup>2</sup>

## Bijlage 2 Grondanalyses

15-01-2008 4 van 2

Klantnummer : 8014892  
 Code onderzoek : S10  
 Object code : AFD19

Hist. overzicht

Botany  
 Van Vlietenstr 115  
 5975 SE SEVENUM

Resultaten	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	S	HCO3	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	ns/cm.		mmol/l.										mmol/l.	umol/l.					
S35098 26-09-2007	1,5	5,8	< 0,1	3,6	1,1	3,8	1,4	9,6	0,6	1,5	< 0,1	0,90	0,25	31	3,2	4,9	37	0,9	0,1
S40226 23-11-2007	1,5	5,7	< 0,1	3,5	0,9	3,9	1,4	9,9	0,6	1,4	< 0,1	1,03	0,23	26	2,8	3,6	41	0,5	< 0,1
S01271 15-01-2008	1,5	6,1	0,3	4,0	1,0	3,4	1,2	9,7	0,5	1,3	< 0,1	1,15	0,19	27	0,9	4,5	44	0,5	< 0,1

BLOK Naaldwijk



## **Bijlage 3 Fotosynthese metingen**

## Belichtingsproef *Alstroemeria* Deelonderzoek fotosynthese.



1 maart 2009  
Plant Dynamics BV  
Uitvoering: Ing C.S. Pot  
Verslag: ing C.S. Pot & Dr ir A.H.C.M.  
Schapendonk  
[www.plant-dynamics.nl](http://www.plant-dynamics.nl)  
Englaan 8  
6703EW Wageningen  
06-21983129

In opdracht van DLV Plant  
Locatie:  
Botany te Horst  
Afdeling 19 & 20

### Disclaimer.

Dit verslag is alleen bedoeld voor persoonlijk gebruik door de opdrachtgever en niet voor verdere verspreiding. Plant Dynamics BV is niet verantwoordelijk voor eventuele schade, die voortkomt uit het gebruik van de vindingen en proefresultaten die in dit verslag beschreven zijn.

## Inleiding

Dit onderzoek is bedoeld om een indruk te verkrijgen van de fotosynthese bij ochtendbelichting en avondbelichting. Er is speciaal aandacht besteed aan de fotosynthese parameters en de huidmondjes reactie in de tijd, in afhankelijkheid van lichtintensiteit en CO<sub>2</sub> concentratie. Een belangrijk aspect hierbij is het verschil in de efficiëntie van lichtbenutting in beide behandelingen. Vanwege de verschillende belichtingstijden, zijn metingen in de tijd uitgevoerd aan beide rassen. De resultaten van het onderzoek bieden een uitgangspunt voor een verdere optimalisering van de teelt.

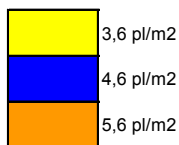
Metingen zijn uitgevoerd in een lopend onderzoek bij Botany in Horst van DLV Plant in samenwerking met de landelijke Alstroemeria commissie van LTO Groeiservice. Het onderzoek betreft de volgende behandelingen:

- . Ochtend belichten van 0.45 - 12.45 uur met circa  $100 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (8000 lux), afdeling 20.
  - . Avond belichten van 12.45 - 0.45 uur met circa  $100 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (8000 lux), afdeling 19.
  - . Dag belichten van 0.45 - 16.45 uur met circa  $75 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  (6000 lux), afdeling 20.
- Het onderzoek is uitgevoerd aan de rassen Virginia en Tiesto. De plantdichtheid was 3,6 planten/m<sup>2</sup>.

# Proefopzet

## Plattegrond: Alstroemeria belichting Botany

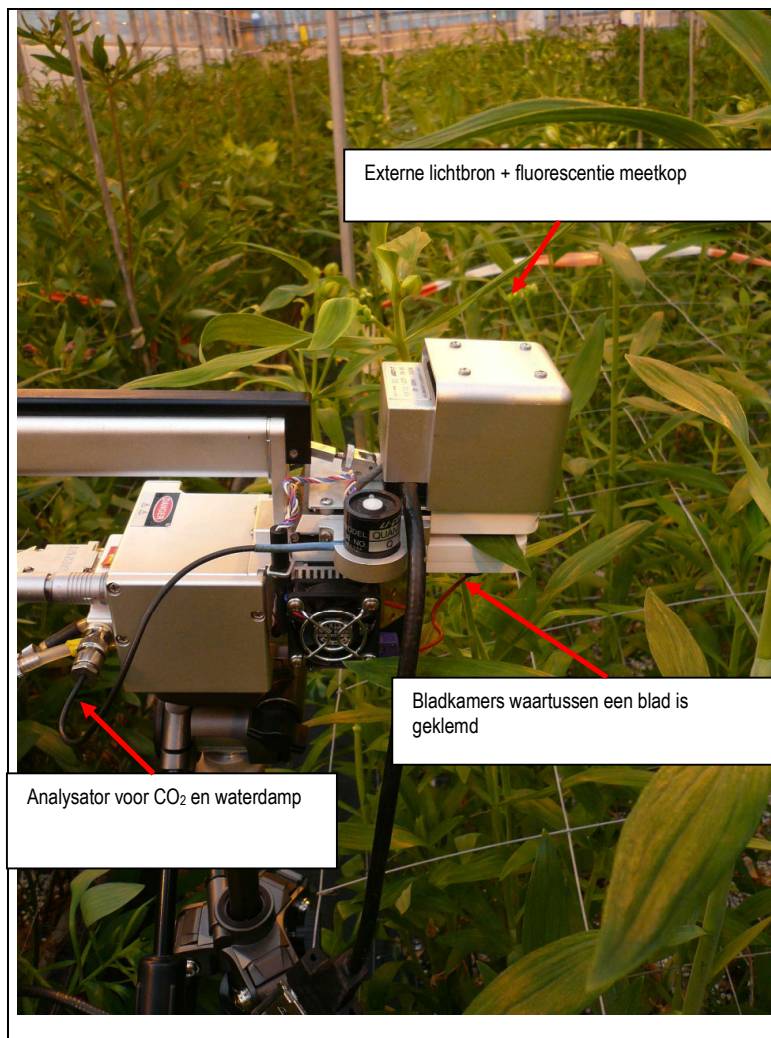
Afdeling 20								Afdeling 19			
Ochtend 8 kLux [logger13 t23]				Dag 6 kLux [logger14 t49]				Avond 8 kLux [logger09 t74]			
Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto	Virginia	Tiesto
	54	45			36	27			18	9	
	53	44			35	26			17	8	
	52	43			34	25			16	7	
	51	42			33	24			15	6	
	50	41			32	23			14	5	
	49	40			31	22			13	4	
	48	39			30	21			12	3	
	47	38			29	20			11	2	
	46	37			28	19			10	1	



## Fotosynthese en huidmondjes metingen

Gebruik van een porometer is een snelle en handige manier om een indruk te krijgen van het huidmondjesgedrag van planten. Tijdens de eerste meetsessie op 17 november 2008), bleek deze methode bij Alstroemeria niet te werken omdat de meetkop de bladeren beschadigde (vooral de nerven onder het blad zijn kwetsbaar). Daarom is besloten om in plaats van de porometer de LiCor 6400 te gebruiken om de huidmondjes geleidbaarheid (= een maat voor de huidmondjesopening) van Alstroemeria in de tijd (2 rassen met 2 behandelingen) te bepalen. De metingen werden verricht aan jonge volgroeide bladeren van de tweede krans. De metingen werden verricht aan de fysiologische onderzijde van het blad die bij Alstroemeria door bladdraaiing naar boven is gekeerd.

De 2e meetsessie (25 en 26 februari 2009) is uitgevoerd bij uitsluitend kunstlicht (zowel 's ochtends als 's avonds) met de natuurlijke overgang naar of van de combinatie met daglicht.



LiCor-6400 meetapparatuur.

In de meet cuvette van deze apparatuur worden lichtintensiteit, CO<sub>2</sub> concentratie, temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid door een computerprogramma ingesteld en gevarieerd. Hierdoor kan de reactie van de fotosynthese op deze veranderingen momentaan bepaald worden.

Met de LiCor-6400 is per behandeling en ras aan 5 bladeren op verschillende tijdstippen de huidmondjesopening van dat moment, onder de heersende kasconditie, bepaald. Daarnaast is de fotosynthese in de tijd gemeten bij 200  $\mu\text{mol PAR}$  en 800 ppm CO<sub>2</sub>.

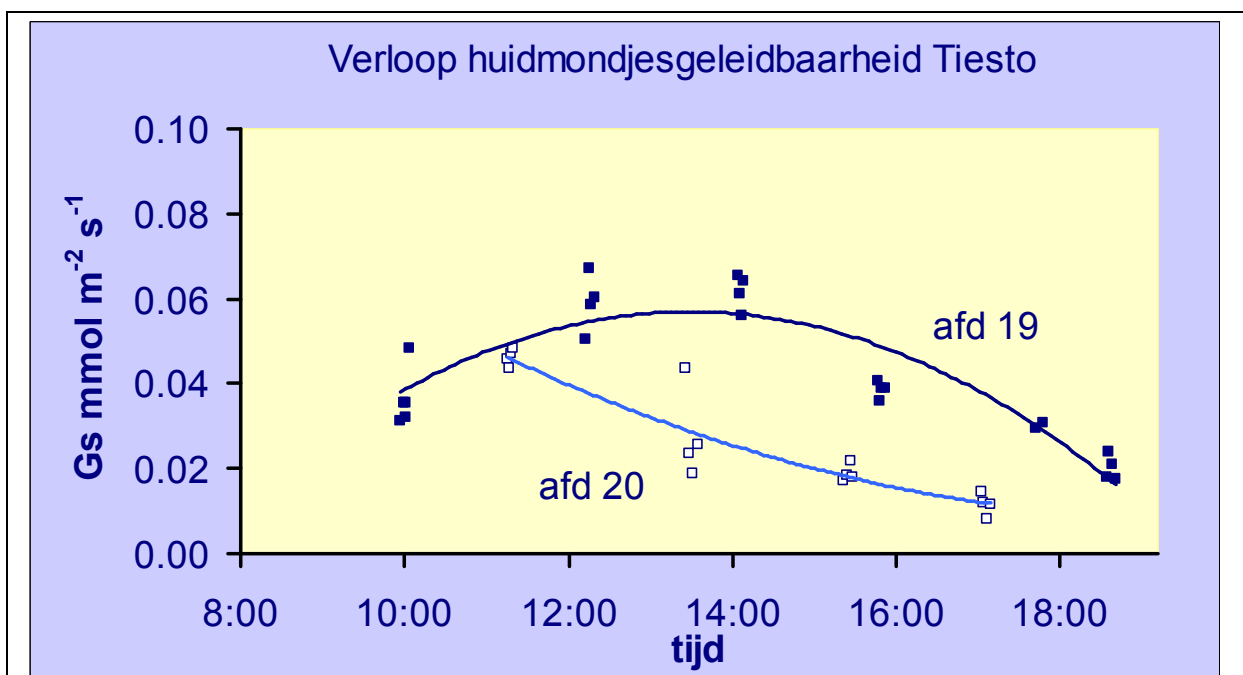
Om de response van de fotosynthese op licht of CO<sub>2</sub> te bepalen, kan de LiCor-6400 zodanig geprogrammeerd en gekalibreerd worden dat automatisch in ongeveer 40 minuten een reeks van oplopende lichtintensiteiten of CO<sub>2</sub> concentraties op het ingeklemd blad wordt gedoseerd. Na elke stap wordt de actuele assimilatie van het betreffende blad gemeten. Daarnaast wordt de openingstoestand van de huidmondjes gemeten en wordt met behulp van chlorofyl fluorescentie de fotosynthese capaciteit gemeten.

De response van de fotosynthese op licht is gemeten bij de volgende lichtintensiteiten: donkeradaptatie - 50 - 100 - 300 - 600 - 1000  $\mu\text{mol PAR}$  bij 800 ppm CO<sub>2</sub> (elke lichtstap in 3 minuten).

De response van de fotosynthese op CO<sub>2</sub> is gemeten bij de volgende CO<sub>2</sub> concentraties: 400 - 600 - 800 - 1000 - 1200 ppm bij 1000  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  PAR. (elke stap in circa 4 minuten).

## Resultaten. Huidmondjes.

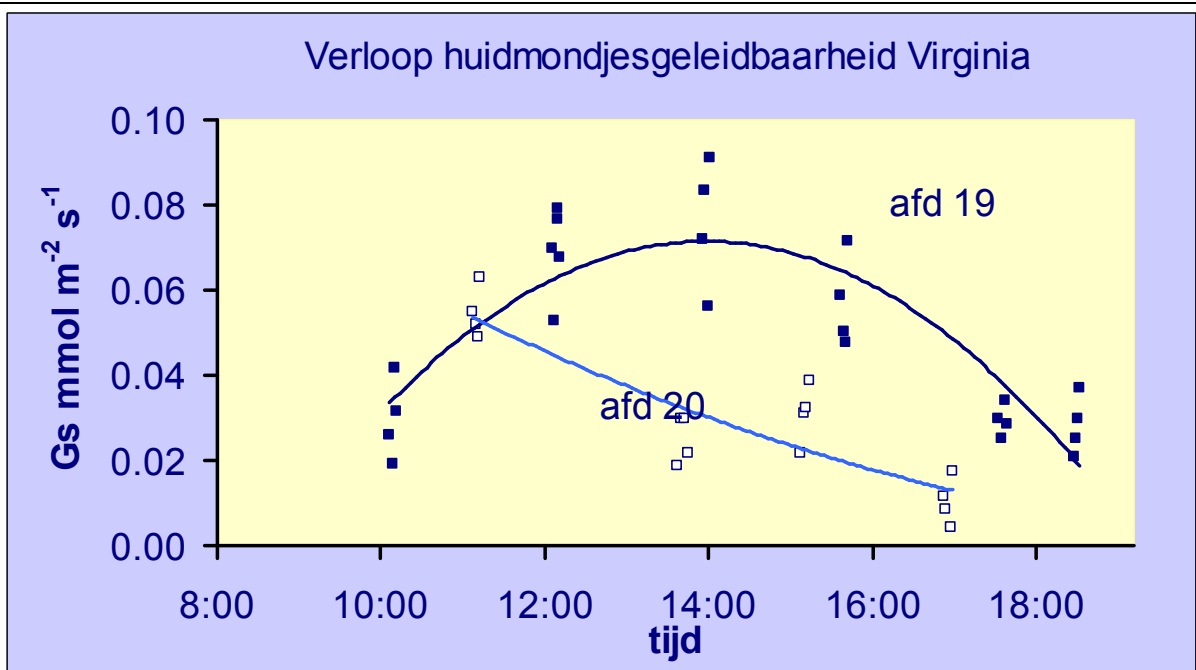
De huidmondjesopening wordt in onderstaande figuren weergegeven als de geleidbaarheid (Gs) van water in mmol per m<sup>2</sup> per seconde. Des te hoger het getal, des te groter de huidmondjesopening. Waarden boven 0,05 betekenen dat de huidmondjes redelijk open staan en dat de CO<sub>2</sub> vrij gemakkelijk naar binnen kan. De fotosynthese wordt onder deze condities dan ook meestal niet of nauwelijks gelimiteerd door de huidmondjes opening. Bij waarden onder de 0,05 zijn de huidmondjes verder gesloten en in dat geval is de fotosynthese mogelijk gelimiteerd door CO<sub>2</sub> bij hoge PAR.



Meting 17 november 2008

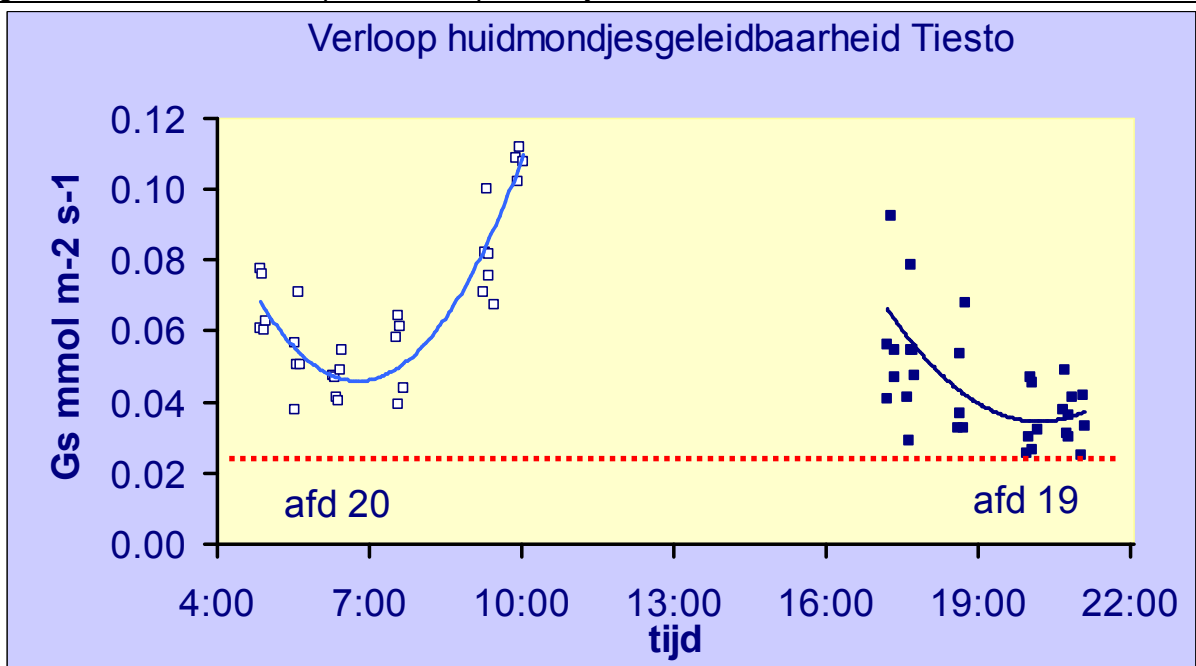
In afdeling 20 (ochtend belichting) lopen de huidmondjes al na 12:00 uur dicht. Dit is na een lichtperiode van circa 12 uur. Rond 16:00 uur zijn de huidmondjes vrijwel gesloten.

In afdeling 19 (avondbelichting) lopen de huidmondjes pas langzaam dicht na 14:00 uur. Dit is na een lichtperiode (van vnl. daglicht) van circa 6 uur. Het niet volledig sluiten van de huidmondjes (laatste meting 19:00 uur) is waarschijnlijk het gevolg van de lange doorloop van de assimilatiebelichting tot na middernacht.



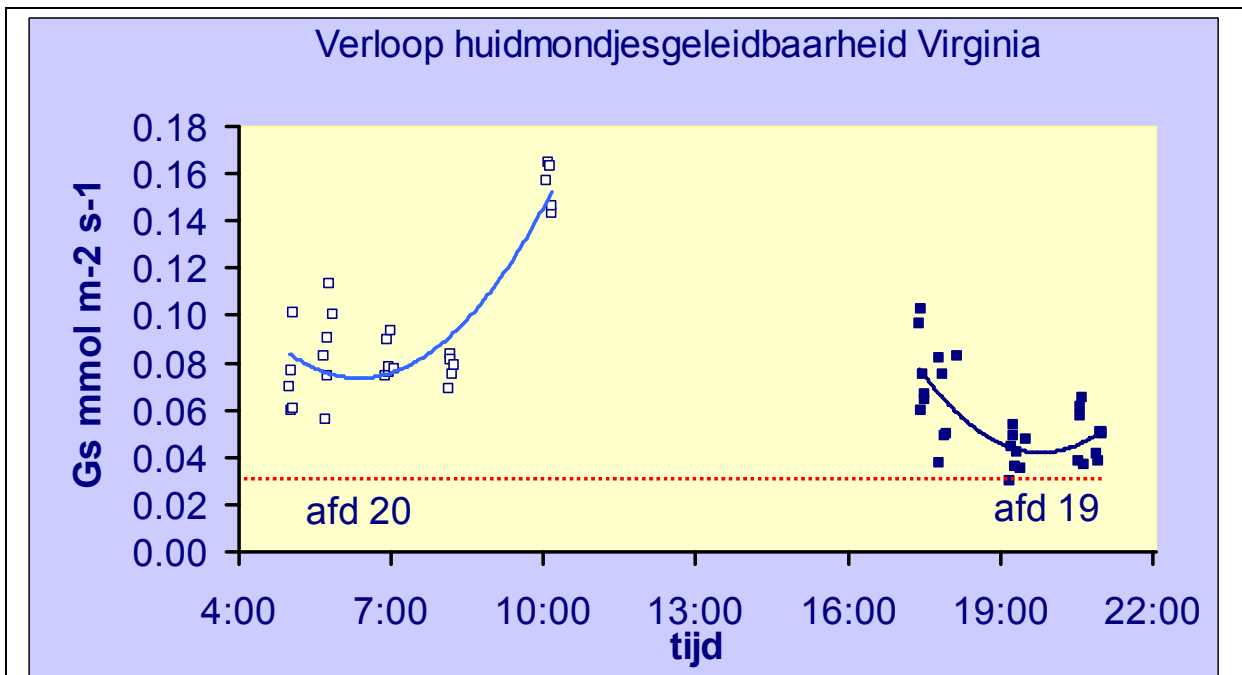
Meting 17 november 2008

Bij Virginia is het beeld vrijwel hetzelfde als bij Tiesto. Virginia heeft een iets hogere geleidbaarheid maar het patroon is opmerkelijk consistent.



Meting 25&26 februari 2009

In afd. 19 (avondbelichting) lopen de huidmondjes snel dicht als het natuurlijke daglicht afneemt (bovenscherm liep dicht om 17:45 uur). Ook in afd. 20 (ochtendbelichting) is de geleidbaarheid laag als er geen natuurlijk daglicht is. Gemiddeld is de geleidbaarheid echter hoger dan bij de avondbelichting). Het opengaan van het bovenscherm (07:30 uur) heeft een zeer positief effect op de huidmondjesopening.

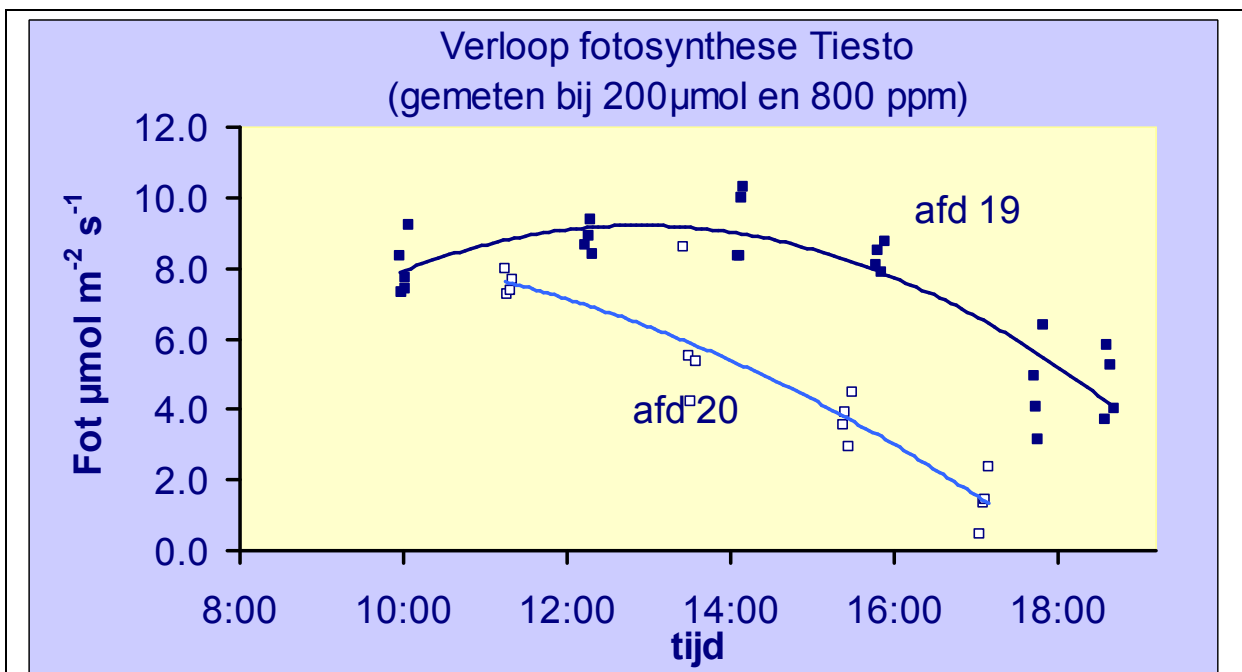


Meting 25&26 februari 2009

Bij Virginia is het beeld vrijwel hetzelfde als bij Tiesto. De huidmondjes gaan tijdens de avondbelichting echter 30% minder ver dicht. Ook in afd. 20 zijn de absolute waarden van de geleidbaarheid zowel onder uitsluitend kunstlicht als in het daglicht hoger.

#### Fotosynthese.

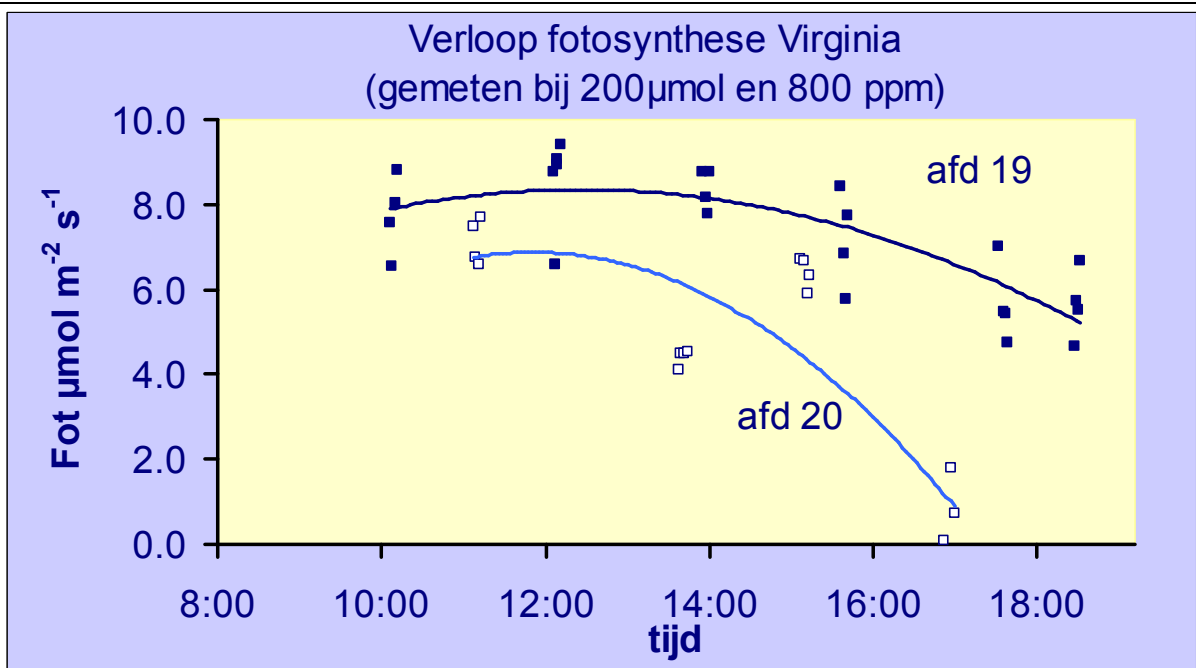
Verloop van de fotosynthese over de dag (gemeten bij 200  $\mu\text{mol PAR}$  / 800 ppm  $\text{CO}_2$ )



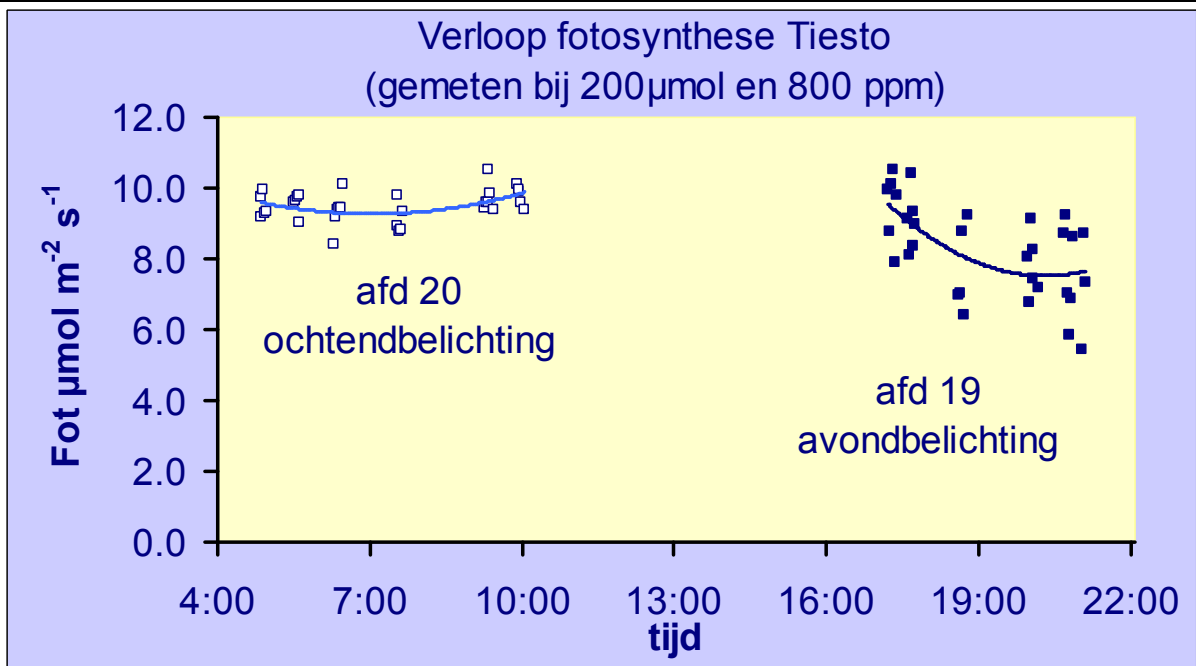
Meting 17 november 2008

Het patroon van de fotosynthese activiteit over de dag verloopt parallel met de huidmondjesgeleidbaarheid. Planten van afdeling 19 maken het meest efficiënt gebruik van het natuurlijke daglicht, omdat hier de huidmondjes het langst open staan.

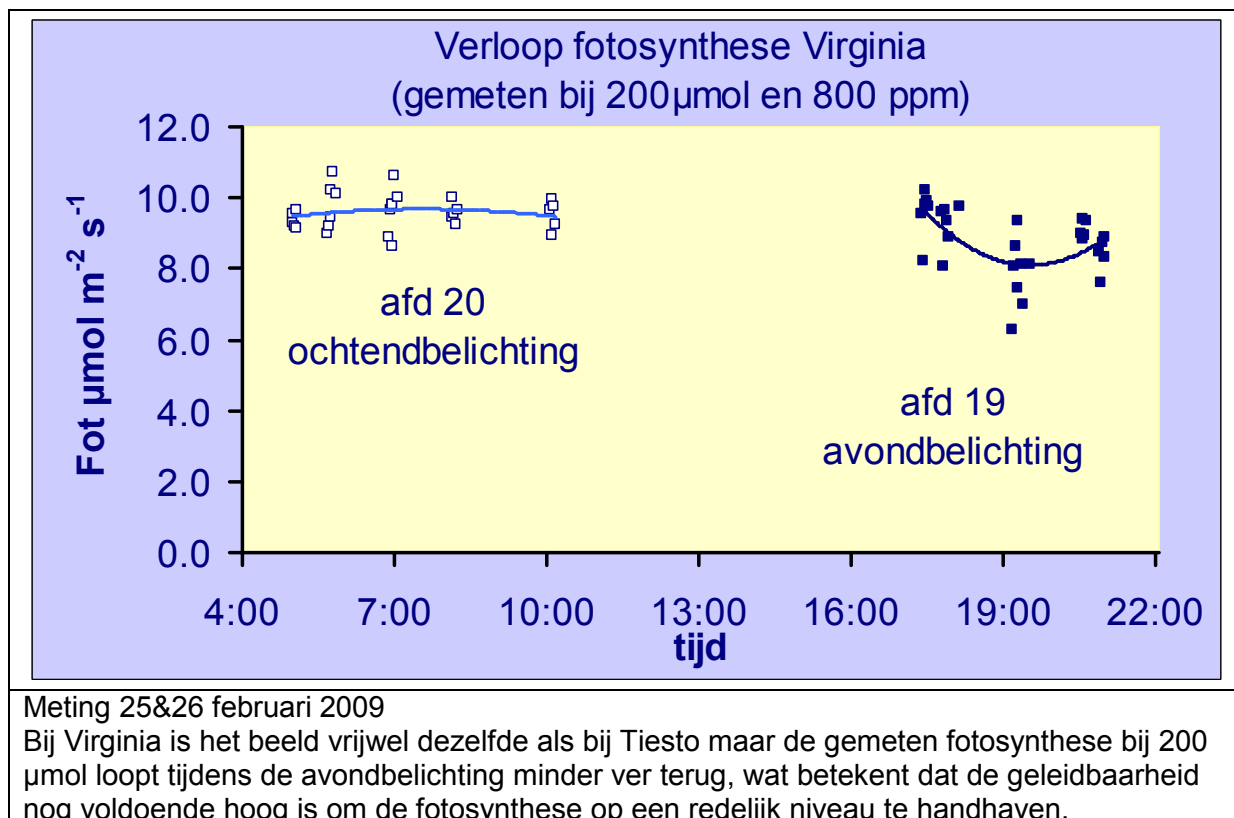




Meting 17 november 2008  
Bij Virginia is het beeld hetzelfde als bij Tiesto.



Meting 25&26 februari 2009  
Tijdens de ochtendbelichting is de gemeten fotosynthese bij 200  $\mu\text{mol}$  PAR zeer constant in de tijd, ondanks de lagere huidmondjesgeleidbaarheid (0.04) in de ochtend. Dit betekent dat de huidmondjesopening niet limiterend is voor de fotosynthese.  
Voor de avondbelichting is het beeld beduidend anders. De spreiding is groot, maar de gemeten fotosynthese bij 200  $\mu\text{mol}$  PAR loopt duidelijk terug bij avondbelichting. Deze afname in lichtbenutting wordt waarschijnlijk veroorzaakt omdat de huidmondjes verder zijn dicht zijn en de fotosynthese limiteren.



## Conclusies

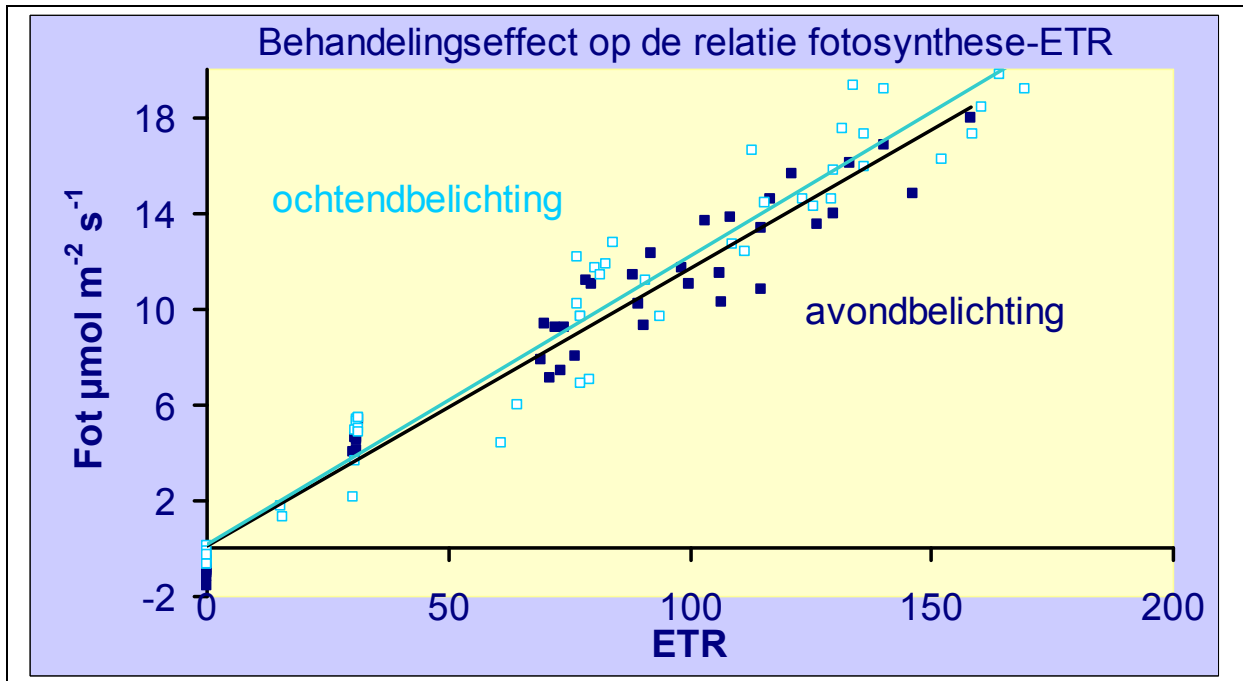
Op basis van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat er duidelijke verschillen zijn in de uiteindelijke totaal effecten van de periode op de dag dat assimilatiebelichting wordt toegepast. Het rendement van de momentane assimilatiebelichting is weliswaar niet erg afhankelijk van de periode op de dag, wat wordt veroorzaakt doordat de fotosynthese in de avondlicht behandeling relatief hoog blijft ondanks de lage geleidbaarheid van de huidmondjes. Het is echter het indirecte effect op de efficiëntie van het natuurlijke daglicht wat de verschillen bepaalt. Als wordt belicht voorafgaand aan de natuurlijke dag, dan sluiten de huidmondjes vroeg op de middag waardoor de benutting van het natuurlijke daglicht terugloopt. Dit effect zien we niet in de situatie dat belichting plaatsvindt na de natuurlijke dag. Onder de gegeven omstandigheden heeft doorbelichten in de avond de voorkeur boven belichten in de ochtend.

## Bepaling gewasspecifieke parameters voor 'softsensor' model.

Voor het vertalen van het Plantivity signaal naar fotosynthese wordt gebruik gemaakt van een 'softsensor' model. Eén van de doelstellingen van dit project is dit model te voorzien van de juiste parameters voor *Alstroemeria* en of er sprake is van rasverschillen. De fotosynthese parameters ( $J_{\text{max}}$  en  $V_{\text{cmax}}$ ) zijn berekend op basis van onderstaande fotosynthese response op wisselingen in PAR en  $\text{CO}_2$ .

Met behulp van fluorescentiemetingen, die simultaan worden verricht met de fotosynthesemeting, is de fotosynthese capaciteit in afwezigheid van huidmondjesbeperking

bepaald (ETR). Deze meting is bij een reeks van oplopende lichtintensiteiten (van 0 tot 1000  $\mu\text{mol PAR}$ ) uitgevoerd met meerdere herhalingen per ras en behandeling. De relatie tussen de simultaan gemeten fotosynthese en ETR voor alle metingen is in de figuren hieronder weergegeven. Deze relatie is van belang om het Plantivity signaal (ETR) om te kunnen rekenen naar fotosynthese activiteit.



De verhouding tussen ETR (getal op de x-as) gedeeld door de fotosynthese (getal op de Y-as) is een maat voor de efficiëntie waarmee lichtenergie wordt gebruikt in de assimilatie. Voor deze metingen ligt het getal tussen 8 en 9 (matig efficiënt). Er lijkt een licht effect van behandeling op dit verhoudingsgetal maar het verschil is niet significant.

De Plantivity metingen berusten op fluorescentiewaarnemingen en een softsensor. De softsensor dient geïjkt te worden met de hier beschreven metingen (zie tabel). In de softsensor is een berekening voor de VPDblad afhankelijke huidmondjes geleidbaarheid opgenomen. Vanwege het beperkt aantal metingen zijn de cijfers die daarop betrekking hebben ( $a_1$ ,  $D_0$ ) slechts schattingen.

Gewasafhankelijke kengetallen <i>Alstroemeria</i>					
	$D_0$	$a_1$	$V_{\text{cmax}25}$	$J_{\text{max}25}$	$G_{\text{sc0}}$
Virginia	0.4	5	71	134	0,0001
Tiesto	0.5	4	58	120	0,0001