



# Verlaagde gewasverdamping

Invloed van matwatergehalte en EC-gift op de verdamping bij tomaat

C. Blok, M.C. Mathias

© 2002 Naaldwijk, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 565; € 25,-

Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij

**Productschap**  **Tuinbouw**



Projectnummer: 420072

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, Naaldwijk  
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. : 0174 - 636700  
Fax : 0174 - 636835  
E-mail : [infoglastuinbouw@ppo.dlo.nl](mailto:infoglastuinbouw@ppo.dlo.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
1.1 Instraling en schermen .....	7
1.2 Temperatuur .....	8
1.3 Luchtvochtigheid .....	8
1.4 CO <sub>2</sub> .....	8
1.5 Vochttekort .....	8
1.6 Elektrische geleidbaarheid.....	9
1.7 Transpiratie.....	10
2 METHODEN.....	11
2.1 De kas .....	11
2.2 Gewasverzorging.....	13
2.3 Behandelingen.....	13
2.4 Metingen.....	14
2.4.1 Gewasgroei.....	14
2.4.2 Drainage.....	14
2.4.3 EC.....	14
2.4.4 Watergehalte.....	14
2.4.5 Opbrengst.....	15
3. RESULTATEN .....	17
3.1 Gewasgroei.....	17
3.2 Bladparameters .....	17
3.3 Drainage .....	19
3.4 Transpiratie.....	20
3.5 EC .....	21
3.6 Watergehalte.....	22
3.7 Opbrengst.....	23
3.8 Drogestof vruchten .....	23
2.9 Waterverbruik.....	24
4. DISCUSSIE .....	25
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	27
5.1 Conclusies .....	27
5.2 Aanbevelingen .....	27
LITERATUUR.....	29
BIJLAGE I PROEFOPZET .....	31
BIJLAGE II GEWASGROEI .....	33
BIJLAGE III WEERSGEGEVENS BUITEN .....	37
BIJLAGE IV WEERSGEGEVENS IN DE KAS .....	39
BIJLAGE V OPBRENGSTGEGEVENS .....	43



# SAMENVATTING

Door PPO Naaldwijk, cluster Glastuinbouw, werd in een oriënterende proef gepoogd de transpiratie van planten te sturen met verschillende behandelingen van de wortelomgeving. In een tomatengewas (*Lycopersicon esculentum* Mill.) op steenwol werden beperkte drainage (5%) en beperkte drainage met in de ochtend irrigatie met hogere EC ( $7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) vergeleken met een standaardbehandeling met 30% drainage. De proef werd uitgevoerd in de periode juli - november 2002. Omdat negatieve effecten van een hogere EC op vers gewicht en kwaliteit bekend zijn, werd geprobeerd de totale EC in de mat niet hoger te laten worden dan die van de standaardbehandeling.

De transpiratie van planten is afhankelijk van de waterpotentiaal in de plant. De waterpotentiaal in de plant staat weer in verhouding tot het gemak waarmee de plant water kan opnemen uit het substraat. Daarom is de hypothese dat bij een tijdelijke verlaging van de osmotische potentiaal van de voedingsoplossing rond de wortels - dus een verhoging van de EC - de plant minder water zal gaan verdampen. Dit doordat de interne waterpotentiaal van de plant wordt aangepast. Sturing van de transpiratie van de plant via het wortelmilieu en niet door verandering in het kasklimaat is een nieuwe benadering.

Steeds meer telers beschikken over een dubbel irrigatiesysteem voor de periode van tussenplanten. Hierdoor bestaat in de praktijk al de mogelijkheid verschillende oplossingen met verschillende EC te gebruiken. In het verlengde hiervan kan gedacht worden aan voedingsoplossingen met verschillende samenstellingen.

De verschillende transpiratiewaarden die werden gevonden bij de behandelingen werden ingevoerd in het Kaspro simulatieprogramma om te bepalen hoe groot de reductie in gasverbruik zou zijn tijdens een gesimuleerd seizoen met een zaaidatum en teeltlengte die beter aansluit bij de praktijk.

De wateropname door de plant, als maat voor de transpiratie van de plant, werd berekend als het verschil tussen de toegediende hoeveelheid en de hoeveelheid drainage. Door technische problemen konden de behandelingen niet worden gerealiseerd. De hypothese kon daarom niet worden bewezen of verworpen.

De verdamping was - niet betrouwbaar - 10% lager in de behandeling met de laagste drainage. De opbrengst als geoogst vers gewicht was voor alle behandelingen gelijk. Het droge stof percentage in de vruchten nam toe door met name het lagere drainage percentage. Hierdoor nam het aantal liter water nodig voor de productie van droge stof af. Het bladoppervlakte per blad nam af door de lagere drainage percentages en / of de beurten met hogere EC in de ochtend. Ook hier was de reactie op een lager drainage percentage sterker dan op een verschil in mat-EC.



# 1 Inleiding

De prijsstijging van het gas dat wordt gebruikt voor de verwarming van kassen en het groeiende algemeen milieubewustzijn zijn twee belangrijke redenen voor telers om te streven naar beperking van het energieverbruik in kassen. De overheid heeft op basis van cijfers uit 1980 deze maatschappelijk gewenste reductie vastgelegd in de vorm van concrete doelstellingen voor de glastuinbouw. De laatste tijd zijn meerdere onderzoekslijnen gevolgd die zijn gericht op beperking van het energieverbruik. Daarbij gaat het onder andere om de ontwikkeling van rassen die lagere gemiddelde temperaturen nodig hebben (Saccardo, 1998), het beperken of weglaten van de minimum-buisverwarmingsstrategie (De Graaf, 2001) en beperking van de transpiratie van de bovengrondse delen. Dit laatste onderzoek is gericht op beperking van de hoeveelheid verwarming die nodig is het afkoelingseffect van planten in de gesloten omgeving van een beschermde teelt te compenseren. Door vermindering van de transpiratie van de bovengrondse delen zou de plant zichzelf – en zijn omgeving – minder afkoelen waardoor minder warmte nodig is om de vereiste temperatuur en relatieve luchtvochtigheid te handhaven.

Doel van dit onderzoek is de transpiratie van tomatenplanten (var. Aromata, RZ) te beperken door verandering van het wortelmilieu. De veranderingen in het wortelmilieu zijn:

- de drainage per irrigatiecyclus wordt beperkt tot 0-10%,
- de EC in het wortelmilieu wordt aan het begin van de ochtend tijdelijk verhoogd.

Van beide maatregelen wordt aangenomen dat ze de wateropname en de transpiratie reduceren. Voor een eenduidige analyse van de resultaten is het van belang dat tussen de behandelingen geen verschillen in watergehalten of EC in de matten ontstaan.

Er waren drie verschillende behandelingen van de wortelomgeving. Behandeling A was een standaard drainagepercentage van 30%. 30% is de normale praktijk in de tomatenteelt. In behandeling B was de drainage beperkt tot 5%. Behandeling C had dezelfde beperkte drainage van 5% als behandeling B, met daarbij 1 of 2 druppelbeurten met hoge EC in de ochtend ( $7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). Alle andere druppelbeurten hadden een EC van ongeveer  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

De proef werd uitgevoerd op de PPO glastuinbouwlocatie in Naaldwijk, onder begeleiding van ir. Chris Blok. Mauricio C. Mathias, MSc-student van Wageningen Universiteit, voerde een deel van het praktische werk uit en schreef een verslag in het Engels. Mogelijk zijn voor een Nederlandse lezer vanzelf sprekende zaken daarom tamelijk uitgebreid behandeld. Nog voor de Engelse versie kon worden afgerond, werd deze, zeer vrij, vertaald in het Nederlands. De Nederlandse versie werd daardoor iets korter.

IMAG (Instituut voor Milieu/Agritechniek) participeerde in het onderzoek door bepaling van de perioden die, gezien de transpiratiereductie, de meeste energiebesparingen op zouden leveren. F. Zwart gebruikte Kaspro, een door het IMAG ontwikkeld softwareprogramma, voor deze voorspelling. Er werd ook een tweede berekening uitgevoerd, nu met de deelresultaten van de transpiratiewaarden die in deze proef werden gemeten.

## 1.1 Instraling en schermen

Er is een nauw verband tussen transpiratie en instraling. Onder invloed van licht openen de huidmondjes zich en stijgt de temperatuur van het plantenweefsel. Beide processen verhogen de transpiratie van de plant. De omzetting van water van de vloeibare fase naar de gasfase vraagt energie waardoor de temperatuur wordt verlaagd en de plant afkoelt (Plaisier, 1992).

Het schermen van kassen heeft verschillende effecten, afhankelijk van type scherm. Door een schaduw scherm, dat is bedoeld om een bepaald percentage van de inkomende straling tegen te houden, bereikt minder instraling de planten. Afhankelijk van type en maaswijdte van het materiaal wordt er minder vocht van het gewas afgevoerd, waardoor de transpiratie terug zal lopen door een lager dampspanningsdeficiet (Vapor Pressure Deficit, VPD). Daardoor kan de bladtemperatuur oplopen

en kan de omgevingstemperatuur waarden bereiken die hoger zijn dan de temperatuur zonder schermen.

## 1.2 Temperatuur

Een hogere luchttemperatuur verhoogt de hoeveelheid vocht die lucht kan opnemen maar verhoogt ook de bladtemperatuur. Een hogere bladtemperatuur verhoogt het absolute watergehalte dat kan worden vastgehouden in de lucht in de huidmondjes, en dit verhoogt de transpiratie. De bladtemperatuur zou onder direct zonlicht gemakkelijk waarden bereiken die 20° C hoger zijn dan de omgevingstemperatuur, als er geen afkoeling zou zijn door van het bladoppervlak verdampend water.

## 1.3 Luchtvochtigheid

De plant verliest water naar de omgevingslucht als het absolute watergehalte van de lucht in de huidmondjes hoger is dan het absolute watergehalte van de lucht in de kas. Transpiratie verloopt proportioneel met dit verschil in absoluut watergehalte tussen huidmondjes en omgevingslucht, het dampspanningsverschil. De relatieve vochtigheid (Relative Humidity, RH) and VPD zijn sterk temperatuur afhankelijk en, met name als blad en ruimtetemperatuur verschillen, geen goede maat voor de verdamping van de plant. Een blad kan vele graden warmer worden dan de omgeving, waarbij het watergehalte in de huidmondjes altijd maximaal is (RH 100%). Hierdoor vertoont een blad altijd verdamping, ook als de omgevingslucht verzadigd is. Dit betekent dat er bij open huidmondjes altijd water transpireert van het blad naar de omgevingslucht. Als het potentiaalverschil tussen substraat en plant niet groot genoeg is om de hoeveelheid water aan te voeren die nodig is voor maximale transpiratie, zal de plant waterverlies uit de bovengrondse delen beperken door gedeeltelijke of totale afsluiting van de huidmondjes.

## 1.4 CO<sub>2</sub>

Het gas koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) wordt via de huidmondjes binnengehaald voor de fotosynthese. Als de huidmondjes te lang gesloten zijn ontstaat er gebrek aan CO<sub>2</sub> en loopt de drogestof productie terug. Door een hoog CO<sub>2</sub>-gehalte in de omgevingslucht sluiten de huidmondjes zich gedeeltelijk. Een hoog CO<sub>2</sub>-gehalte zal daarom de transpiratie verlagen en de bladtemperatuur verhogen (Stanghellini, 1988). Dit is een van de mogelijke mechanismen om de energiebehoefte in kassen terug te brengen (Maggio et al., 2001). Hierbij zal de fotosynthese toch nog toenemen omdat de invloed van het sluiten van de huidmondjes kleiner is dan de invloed van de verhoging van de CO<sub>2</sub> concentratie (Farguhar and Sharkey in Zeroni, 1988). De vermindering in transpiratie veroorzaakt door CO<sub>2</sub>-toediening onder kascondities is gering en bedraagt slechts enkele procenten van de totale transpiratie (Nederhoff & De Graaf in Sonneveld, 1995)

## 1.5 Vochttkort

Verlaging van het watergehalte in het substraat verlaagt de waterpotentiaal of, anders gezegd, verhoogt de zuigspanning. De plant zal zijn interne potentiaal aanpassen om de wateropname voor verdamping op peil te houden. Lukt dit niet voldoende dan zal de plant zijn huidmondjes geheel of gedeeltelijk sluiten. Daardoor vermindert de transpiratie maar kan ook de CO<sub>2</sub>-opname ten behoeve van de fotosynthese verminderen.



De waterpotentiaal ( $\Psi$ ) kan worden afgeleid van de chemische potentiaal van water ( $\mu$ ):

$$\Psi = \mu_w - \mu_w^0 / V_m$$

waar:

$\Psi$  = waterpotentiaal

$\mu$  = chemische potentiaal van het betreffende water ( $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

$\mu_w^0$  = chemische potentiaal van zuiver water onder atmosferische druk ( $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

$V_m$  = molair watervolume ( $18 \text{ ml}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,000 018 \text{ m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

De eenheid voor waterpotentiaal is dus  $(\text{J}\cdot\text{mole}^{-1})/(\text{m}^3\cdot\text{mole}^{-1})$  or  $\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$

Aangezien energie ( $\text{J}$ ) = kracht ( $\text{N}$ ) \* afstand ( $\text{m}$ ) komt dit overeen met  $(\text{N}\cdot\text{m})\cdot\text{m}^{-3}$  of  $\text{M}\cdot\text{m}^{-2}$ , grootheden van druk. De waterpotentiaal kan dan ook worden uitgedrukt in bar ( $1 \text{ bar} = 0,987 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pascal (Pa)} = 0,1 \text{ MPa} = 10^5 \text{ Newton}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (Van Beusichem, 1999).

## 1.6 Elektrische geleidbaarheid

De EC wordt gemeten als een elektrische stroom die loopt tussen twee in een oplossing gedompelde standaard elektrodes bij een standaard voltage. Er loopt alleen een duidelijke stroom door het water als zich daarin elektrisch geladen deeltjes bevinden. De EC is dan ook een maat voor de ionenconcentratie in de voedingsoplossing en wordt volgens SI uitgedrukt in  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  en in de praktijk vaak in  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ . De EC-waarde is hoger naarmate de zoutconcentratie in de voedingsoplossing hoger is. De EC van zoet water kan variëren van 0,1 tot  $1,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , afhankelijk van de hoeveelheid oorspronkelijk in de waterbron opgeloste ionen. De schijnbare weerstand van de oplossing neemt af bij hogere temperatuur; dit betekent dat de EC-meting moet worden gecontroleerd met een voor temperatuurinvloed gecompenseerde meter.

De EC van de voedingsoplossing is van belang voor de opname van zowel water als nutriënten. Nutriënten in ion-vorm worden met of tegen hun elektrochemische potentiaal-gradiënten getransporteerd. Watertransport in de plant en in het rhizosfeer-wortelsysteem volgt daarentegen altijd de potentiaalgradiënt, met andere woorden het is een passief transport. Als er tussen twee plekken een verschil in potentiaal bestaat, zal water zich bewegen van de hogere naar de lagere potentiaal. De sterkte van de waterbeweging is proportioneel met het verschil tussen de potentialen (Van Beusichem, 1999). De potentiaalgradiënt waar de plant mee te maken heeft, is de som van bodempotentiaal en osmotische potentiaal. Planten kunnen water opnemen uit de bodem door hun lage osmotische potentiaal. Cellen vormen namelijk osmotisch actieve stoffen zoals suikers en zuren en gebruiken die om een sterke celspanning of turgor in stand te houden.

De voedingsoplossing van het wortelmilieu heeft een osmotische potentiaal,  $\Psi_\pi^{\text{solution}}$ , (Slayer 1967 in Van de Sanden & Uittien, 1995):

$$\Psi_\pi^{\text{solution}} = -c \cdot R \cdot T \quad (2)$$

met  $\Psi$  in MPa,  $c$  in  $\text{mol}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,  $R$  als de universele gasconstante ( $8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), en  $T$  als temperatuur in graden Kelvin.

In een overzichtsartikel presenteert Sonneveld, 1988 een statistische analyse van de osmotische effecten op de productie. Opbrengsten van behandelingen met hoge EC werden uitgedrukt als percentages van de opbrengsten beneden een drempelwaarde. De waarden voor de door voedingsconcentratie veroorzaakte opbrengstverlaging (SYD, Salinity Yield Depression) werden uitgedrukt als percentages per eenheid EC. De waarde waarbij de tomaat een relatieve opbrengstverlaging begon te vertonen lag rond de  $1,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ; de voor tomaat gegeven SYD waarde was 7,2% (Sonneveld, 1988).

Positieve effecten van hogere concentratie van de voedingsoplossing zijn een betere vruchtkleur van de tomaat (Sonneveld, 1988), hogere droge stof-, suiker- en zuurgehalten (Gormley, 1984, in Sonneveld,

1988). Al deze factoren hebben een gunstig effect op smaak en geur van de vrucht. De houdbaarheid van vruchten van verschillende kasgewassen werd iets verhoogd door een hogere EC van de voedingsoplossing (Janse & Van Winden, 1985 in Sonneveld, 1988).

Het feit dat de voor tomaten aanbevolen voedingsoplossing een hogere nutriëntenconcentratie heeft dan die voor rozen wordt deels verklaard door de hogere voedingsopname van tomaat. De belangrijkste reden voor de hogere nutriëntenconcentratie is de gewenste hogere osmotische druk voor verhoging van de vruchtkwaliteit zijn. Ook bevorderen hoge EC-waarden de vruchtzetting bij weinig licht (Sonneveld, 1995).

## 1.7 Transpiratie

De waterbehoefte in het bovengrondse milieu wordt bepaald door de transpiratiesnelheid en die wordt weer bepaald door de atmosferische omstandigheden, d.w.z. de potentiële transpiratie (Li & Stanghellini, 2000). De totale hoeveelheid water die door planten wordt getranspireerd is veel groter dan de hoeveelheid die op enig moment in de plant zelf wordt gevonden. Het totaal aantal kg water getranspireerd water gedeeld door de het aantal geproduceerde kg drogestof is de transpiratiecoëfficiënt (WUE, Water Use Efficiency). De WUE kan voor bepaalde C-3-planten variëren van 520 tot 840 L/kg drogestof (Van Beusichem, 1999, volgens gegevens van Stocker 1929, Polster 1967, en Black 1971).

Het effect van verschillende transpiratiebehandelingen op tomatenplanten, geteeld bij verschillende EC-niveaus, werd bestudeerd om na te gaan of een verminderde transpiratie de effecten van een hoge EC teniet zou kunnen doen (Li et al., 2001). Drie behandelingen met hoog zoutgehalte (EC: 6,5, 8 and 9,5 dS.m<sup>-1</sup>) werden vergeleken met een EC van 2 dS.m<sup>-1</sup>. De behandelingen met hoge EC werden gestart bij normale EC en daarna geleidelijk verhoogd. Bij een normaal verdampingsniveau was de daling van de productie van vers gewicht 5,1% voor elke dS.m<sup>-1</sup> boven 2 dS.m<sup>-1</sup>. Bij de behandelingen met beperkte verdamping was het opbrengstverlies niet zo sterk: 3,4% per dS.m<sup>-1</sup>. In beide gevallen bestond het verlies uit verminderd vruchtgewicht en een verhoogd percentage onverkoopbare vruchten maar niet uit een kleiner aantal vruchten.

Hetzelfde experiment werd gebruikt voor het trekken van conclusies over de invloed van EC-behandelingen en beperkte transpiratie op vegetatieve groei (Li en Stanghellini, 2001). Daarvoor werden de bovengrondse- en wortelbehandelingen factorieel gecombineerd. Het effect van hun interactie was niet sterk. EC-niveaus in de wortelzone hoger dan 6,5 dS.m<sup>-1</sup> verminderden de individuele bladoppervlakte met 8% per dS.m<sup>-1</sup>, maar in de behandeling met beperkte transpiratie werd geen reactie van de bladontwikkeling waargenomen. Verder bewijs voor het effect van de voedingsconcentratie in de wortelomgeving op de waterstatus – en transpiratie - van de plant, werd verkregen in een experiment waarin de reactie van tomatenplanten op een stapsgewijze verandering in EC werd bepaald (Li et al, 2002). Een tomatengewas kreeg, ook nu weer bij twee verschillende transpiratieregimes, na 5 maanden bij een EC van 9 dS.m<sup>-1</sup>, een voedingsoplossing met een EC van 2 dS.m<sup>-1</sup> toegediend. Bij de behandeling met lagere transpiratie werden meer gebarsten vruchten waargenomen. Dit duidt op een verhoogde waterdruk in de vrucht. Een lage transpiratie van de vrucht (zoals bij hogere vochtigheid) kan alleen worden opgevangen door expansie van de epidermis. Deze resultaten van Li et al., 2002 bevestigen de theorie dat de gevoeligheid voor gebarsten vruchten onder andere is gerelateerd aan het verschil in aanvoer en afvoer van water naar en van de vruchten.

## 2 Methoden

Voor het begin van de proef werden de meetinstallaties getest. Stukken van ongebruikte matten werden zorgvuldig op een combinatie van bekende watergehalten (50 of 80 vol%) en EC's (3 of 8 dS.m<sup>-1</sup>) gebracht. Met deze stukken steenwol werden de drie vaste WCM's geijkt (Water Content Meter). Een WCM meet voortdurend watergehalte, EC-waarde en temperatuur rond de in een steenwolmat gestoken meetkop. De vaste WCM's en hun toebehoren waren gedurende de hele proef afgedekt met isolerend polystyreen.

De drainagepompen werden gecontroleerd met een bekende hoeveelheid water. Waar nodig werd de output van elke individuele pomp (in mV) aangepast aan de gemeten hoeveelheid water (in ml). De gevoeligheid van de drukopnemer waarmee de drainagepomp werd gestart werd verhoogd. De op het zuiden gerichte drainage-pompmechanismen werden continu bedekt gehouden met witte kunststof folie om meetfouten door hoge temperaturen en zonnestraling tegen te gaan. Hierbij werd gedacht aan verandering van het slagvolume van de pompen en het lekken van geknelde slangaansluitingen.

Er werden nieuwe irrigatieleidingen en druppelaars geïnstalleerd. De afgifte van de druppelaars werd bepaald (Van der Burg en Hamakers, 1985/1986). Bij twee van de zes pompen was de standaardafwijking groter dan het gewenste maximum van 5 ml (namelijk 6 en 7 ml). De druppelaars die bij deze beide pompen de grootste afwijking vertoonden werden vervangen. De werkdruk van de irrigatiepompen werd ingesteld op de door de fabrikant aanbevolen waarde van 2 bar. De afgifte bij deze druk (in ml, gedurende 3 minuten) werd voor alle druppelaars bij elke pomp gemeten. De gewenste lengte van de druppelbeurt werd op basis hiervan vastgesteld.

Een verdampingsmodel werd gebruikt om het moment waarop een druppelbeurt werd gegeven te bepalen. Hiertoe werd een setpoint voor *berekende* transpiratie opgegeven, onafhankelijk van de transpiratie die in de proef werd gemeten. De berekening werd uitgevoerd met een model voor transpiratie van kasgewassen, op basis van: (1) instraling, (2) verwarming van de kas, (3) soort gewas en (4) gewasgrootte (De Graaf en Spaans, 1989). In dit model neemt de transpiratie lineair toe met de som van de intensiteit van de instraling en de energie die wordt gebruikt voor de verwarming. De transpiratie neemt, tot een bepaalde plantgrootte die afhankelijk is van het gewas, ook lineair toe met gewasgrootte (Sonneveld, 1995).

De waarnemingen werden in eerste instantie gedaan aan zes veldjes aan de oostzijde van de dubbele rijen matten, met andere woorden; aan de westzijde van de paden. Dit is gedaan om verdamingsverschillen als gevolg van de oriëntatie ten opzichte van de zon te voorkomen (De Graaf, 1988). De 6 veldjes betroffen 2 herhalingen van 3 behandelingen. De veldjes waren verdeeld in twee statistische blokken die elk alle drie mogelijke behandelingen bevatten. De blokken ondervangen de bekende noord-zuid gradiënt in opbrengst. Alle veldjes bevatten een drainagemeting zoals boven beschreven.

Vanaf week 37 is de drainage hoeveelheid ook gemeten door elke dag de opgevangen hoeveelheid drainage water handmatig te wegen. Met dit gegeven is waar nodig de met de drainage-telpomp gemeten hoeveelheid gecorrigeerd.

Voedingsmonsters voor elementenanalyse zijn drie maal gedurende de teelt genomen. Op basis hiervan is de voedingsoplossing bijgesteld in overeenstemming met de PPO richtlijnen voor de voedingsoplossing van tomaten (De Kreij et al, 1999).

### 2.1 De kas

De proef werd in Naaldwijk uitgevoerd in een afdeling met een Venlo-kas met enkel glas. De netto door de planten in beslag genomen oppervlakte was 98 m<sup>2</sup>. Het verwarmingssysteem bestond uit twee 51-

mm buizen tussen de dubbele rijen planten en één 25-mm buis boven elke dubbele rij. De 25-mm buizen werden met de groei van de planten omhoog gebracht om ze bij de koppen van de planten te houden.

Het substraat bestond uit Grodan Expert® steenwol matten van 1 m lang, 15 cm breed, 7,5 cm dik, met een volume van 11,25 l. Op de matten stonden twee plant blokken. Twee rijen matten werden steeds naast elkaar gelegd (Bijlage I). De dubbele plantenrijen waren 82 cm breed, even breed als het tussenliggende pad. De matten werden in witte metalen goten geplaatst zodat alle drainwater kon worden verzameld en opgevangen in een trechter. De goten werden 10 cm boven de grond geplaatst om de leidingen voor het opvangen van het drainwater er onder te kunnen plaatsen. Om het drainwater sneller te laten stromen werd het afschot verhoogd van 1% naar 1,5% door het plaatsen van wiggen. Op die manier werd de periode van mogelijke verdamping naar de omgevingslucht bekort.

Zes verschillende irrigatiepompen, met onafhankelijke leidingen naar elk 'veldje', voerden de voedingsoplossing aan. Elke pomp was verbonden met een aparte recirculatie tank. Op de leidingen naar de 6 meetveldjes werd een elektrische klep geplaatst om te zorgen voor een egale werkdruk en duur van de druppelbeurt. Druppelaars met drukcompensatie (4 l/uur; 1 per plant) werden gebruikt voor alle veldjes. Op 3 september werd een extra druppelaar geplaatst bij de laatste plant van elke rij omdat daar een hogere EC in de mat werd geconstateerd. Dit is een bekend gevolg van een hogere transpiratie door het drogere microklimaat langs het voorste looppad.

Voor de behandelingen die soms een beurt met hogere EC kregen, werd een dubbel druppelsysteem aangelegd. Dit was een volledig onafhankelijk systeem, met een eigen voedingstank (EC 7 dS.m<sup>-1</sup>), pompen, leidingen en druppelaars. De begin- en eindtijden van de druppelbeurten met hoge EC werden beperkt tot de periode tussen 0 en 120 minuten na zonsopkomst. Er werden maximaal 2 beurten per dag met hoge EC gegeven. Elke plant in deze behandeling had dus 2 verschillende druppelaars. De beurten met hoge EC kwamen in de plaats van en niet in aanvulling op het druppelen met normale EC.

Alle behandelingen kregen bij aanvang 120 ml per beurt. Op 30 september 2002 werd de beurtgrootte gehalveerd tot 60 ml waardoor er ook in de herfst meer dan 10 beurten konden worden gegeven. Het druppelen ging, zo nodig, ook 's nachts door.

Al het drainagewater dat uit een veldje kwam werd eerst gefilterd door een fijnmazig filter om verstopping van de drainagepompen te voorkomen. Een drukgevoelige schakelaar onder in de verzameltrichter zorgde voor een startsignaal. Hierna pompte een peristaltische pomp het water door een rubber slang. Elke slag van deze pomp werd automatisch geteld. Elke slag kwam overeen met een vooraf bepaald aantal ml. Het drainage water werd geloosd in de recirculatietank. De verzameltrichters werden bedekt gehouden om te voorkomen dat het zich daarin bevindende water verdampte.

Het waterniveau in de recirculatiebakken werd constant gehouden met behulp van een vlotter. Hierdoor werd voedingsoplossing aangevoerd uit een gemeenschappelijke hoger gelegen tank met verse oplossing. In perioden met een hogere dan gewenste EC in de matten, kon het drainagewater zonder recirculatie geloosd worden in een rioolafvoerleiding.

CO<sub>2</sub> werd gedurende de dag toegediend via een polyethyleen verdeelslang tussen de rijen. De streefwaarde was 600 ppm. Het gehalte werd gecontroleerd door een centrale CO<sub>2</sub>-meetkast. De aanzuigslang voor deze meter bevond zich vlakbij de meetbox voor droge en natte bol temperatuur. Gedestilleerd water voor de natte bol meting werd twee keer per week aangevuld.

De plantdichtheid was 2,02 planten per m<sup>2</sup>, berekend naar de netto door alle planten ingenomen oppervlakte. Er werden geen extra koppen aangehouden.

Het kascompartiment kon niet worden gekoeld. Daardoor kon het tijdens het planten en de weken daarna flink warm worden. Hoewel de temperatuur niet extreem was, bleek het lastig een goed evenwicht te bereiken tussen vegetatieve en generatieve groei. De werkelijke temperaturen waren tijdens de beginfase hoger dan de streefwaarden.

## 2.2 Gewasverzorging

Een overzicht van de belangrijkste datums staat in Tabel 1.

Activiteit	Datum	Week
Zaaien	24/06	26
Planten in de kas	25/07	30
Start behandelingen	20/08	34
Start handmatige controle drainage	09/09	37
Eerste oogst	13/09	37
Koppen verwijderd	04/10	40
Laatste oogst	15/11	46

Het opbinden van de planten en het verwijderen van de dieven gebeurde wekelijks of zo vaak als nodig. Blad werd tot aan de laatst geoogste tros verwijderd. Er werd geprobeerd acht tomaten per tros aan te houden maar de plant produceerde dit aantal niet altijd.

De planten werden tijdens de teelt niet zo hoog dat ze moesten zakken. De draadhoogte was 3,16 m vanaf de grond. De vruchten werden meestal tot de negende tros geplukt. Er werd twee keer per week geoogst, behalve in week 39 (3 keer). Alleen de laatste twee trossen werden ondersteund om trosknikken door het gewicht van de vruchten te voorkomen.

De aanwezigheid van insecten werd met gele lijmvallen gevolgd. Bestrijding werd meestal biologisch uitgevoerd. Enermix®-(Koppert's *Encarsia formosa* plus *Eretmocerus eremundus*) kaarten en *Macrolophus caliginosus* werden ingezet tegen witte vlieg. *Dacnusa sibirica* en *Diglyphus isaea* werden ingezet tegen bladmineerderlarven. De aantasting door beide insecten was niet zwaar. Er waren maar twee bespuitingen nodig; één op 1 oktober 2002 met Turex (*Bacillus thuringiensis*) tegen *Chrysodiexis chalcites* (Turkse mot). De tweede bespuiting werd uitgevoerd met Admiral (pyriproxyfen, BASF) op 15 oktober 2002 tegen witte vlieg. In de lijmvallen werden ook kleine aantallen trips aangetroffen. Aanvankelijk kwam wat meeldauw voor die kon goed worden bestreden door 's nachts zwavelbranders aan te zetten. Al met al waren er, voor wat betreft ziekten en plagen, geen ontwikkelingen waarvan moet worden aangenomen dat ze invloed hebben gehad op de bladoppervlakte en transpiratie van het gewas.

Tijdens de eerste twee weken werd de bestuiving uitgevoerd met behulp van elektrische trillers en daarna met hommels (*Bombus terrestris*).

De temperatuur in de kas werd geregeld door het openen en sluiten van de luchtramen en een primair en secundair verwarmingsbuisensysteem. Er waren geen voorzieningen voor koeling of beheersing van de luchtvochtigheid zoals ventilatoren, vernevelaars of schermen. De eerste weken na het uitplanten werd een kleine hoeveelheid kalk op het kasdek aangebracht ter voorkoming van te hoge kastemperaturen door te sterke zonnestraling.

## 2.3 Behandelingen

Op 20 augustus 2002 werd begonnen met de behandelingen. Tot dat moment werden de omstandigheden gelijk gehouden om een goede doorworteling in de steenwolmatten en een uniforme gewasontwikkeling te bereiken.

Behandeling A had 30% drainage, de standaardhoeveelheid in de praktijk van de tomatenteelt. Behandeling B had een beperkte drainage van 5%. C was gelijk aan B, 5% drainage, aangevuld met 's ochtends 1 of 2 druppelbeurten met hoge EC ( $7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ). De EC van deze 1 of 2 druppelbeurten van  $7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  zou op de langere termijn geen invloed moeten hebben op de EC van de mat. Bij een beurtlengte van 120 ml en een maximum van 2 beurten per dag, zou de totale dagelijkse hoeveelheid

maximaal 480 ml per mat zijn. Het volume van een mat, samen met 2 teeltblokken, is 13,25 l. Bij een watergehalte van 60% bevat de mat 7950 ml voedingsoplossing. De beurten met hoge EC voeren dus een volume toe van 6% van het water in de mat. De beurten die in de loop van de dag volgen verdunnen de EC invloed van de eerste beurten nog verder.

Elke kasafdeling had 4 statistische blokken, met aan beide kanten randrijen tussen het experimentele gedeelte en de glaswanden. In dit experiment zijn de statistische blokken 1, 2 en 3 gebruikt. Elk blok omvatte 6 veldjes; het totaal aantal veldjes in het proefgedeelte was dus 18. Elk veldje bestond uit 6 planten (3 matten) in een goot (Bijlage I). De 3 behandelingen werden willekeurig verdeeld over alleen de 6 oostelijke veldjes van blokken II en III, waar de drainage werd geregistreerd. Dit betekent dat de transpiratiegegevens van elke behandeling afkomstig waren van 2 veldjes. Hoewel de transpiratie alleen in deze oostelijke veldjes werd gemeten, werd de productie bepaald in deze en alle overige veldjes van de proef. De transpiratie werd gemeten in de oostelijke veldjes omdat de kant van de rij waar de plant staat invloed heeft op de transpiratie (de Graaf, 1988). Planten aan de oostkant transpireren in de ochtend meer dan planten aan de westkant doordat planten aan de oostkant 's ochtends meer zon opvangen. Omdat het de bedoeling was de transpiratievermindering 's morgens te meten, lag de nadruk op de oostelijke veldjes.

## 2.4 Metingen

### 2.4.1 Gewasgroei

Bladlengte- en breedte, van 1 blad aan elke plant aan de oostkant werden 3 maal gemeten met een interval van 2 weken. Daarvoor werd het eerste volledig uitgegroeide blad onder de bovenste bloemtros gekozen. De individuele bladoppervlakte werd berekend op basis van lengte en breedte. De afstand tussen de eerste en de tweede en tussen de tweede en de derde tros werd ook gemeten als maat voor de groeisnelheid.

### 2.4.2 Drainage

De drainage hoeveelheid werd elke minuut geregistreerd zodat het drainagepercentage voor elke druppelbeurt bekend was. De drainage van elke druppelbeurt werd gedefinieerd als de hoeveelheid water die uitstroomde tussen de ene beurt en de volgende. Het probleem van de definitie is men er alleen bij druppelbeurten die ver genoeg uit elkaar liggen vanuit kan gaan dat al het water van een druppelbeurt is uitgedraineerd voor de volgende beurt start. Bij hoge instraling is het niet zeker dat het water dat tussen twee beurten uitstroomt ook werkelijk alleen afkomstig is van de direct daaraan voorafgaande beurt. Dit betekent dat de drainagepercentages zoals die zijn berekend voor specifieke beurten midden op zonnige dagen als benadering moeten worden gezien.

### 2.4.3 EC

EC en watergehalte werden elke 2 minuten gemeten met drie vaste meters in de oostelijke veldjes (een per behandeling). De EC werd bovendien in alle 18 veldjes eens per week gemeten met een handmeter. Deze meter werd geleverd door de fabrikant van de steenwolmatten en was afgesteld op het juiste type oriëntatie van de steenwolvezels. Als algehele controle werd wekelijks een 200 ml zuigmonster genomen voor bepaling van EC en pH van de matten. Na bepaling van EC en pH werd de gebruikte oplossing teruggedaan in de betreffende goten.

### 2.4.4 Watergehalte

EC en watergehalte werden elke 2 minuten gemeten met drie vaste meters in de oostelijke veldjes (een per behandeling). Het watergehalte werd bovendien in alle 18 veldjes eens per week gemeten met een handmeter. Deze meter werd geleverd door de fabrikant van de steenwolmatten en was afgesteld op het juiste type oriëntatie van de steenwolvezels.

Twee van de vaste meters werden op 11 oktober 2002 verplaatst, toen het verschil tussen de EC en het watergehalte in één bepaalde mat en het gemiddelde voor de hele behandeling te groot werd. Op die dag werden de meters voor behandelingen A en B verplaatst naar een mat waarvan de meetresultaten beter overeenkwamen met het gemiddelde van deze behandelingen.

Signalen van deze meters werden gebruikt om extra druppelbeurten te starten als vooraf ingestelde waarden werden bereikt, namelijk een watergehalte van 50% of minder en / of bij een EC van 5 dS.m<sup>-1</sup> of hoger.

De metingen met de handmeters werden tot 23 augustus 2002 midden in de mat uitgevoerd en daarna dichtbij de naar het midden gerichte zijde van het blok aan de deurkant van de kas.

Om problemen met oplopende EC in de matten van bepaalde behandelingen tegen te gaan, werden incidenteel alle matten van alle behandelingen 2-3 minuten doorgespoeld.

De enige behandeling specifieke aanpassing betrof de matten van behandeling B. Om het effect van een te laag matwatergehalte op te heffen, kregen deze matten 2 keer extra water toegediend. In week 42 kregen alle B-matten 5 l water en in week 45 kregen alleen de droogste matten nog eens 5 l.

#### 2.4.5 Opbrengst

De vruchten van alle 18 veldjes werden apart gewogen en ingedeeld in 5 groepen: klasse 1 (marktbaar); klasse 2 (te klein, maar verder goede tomaten); B.E.R. (tomaten met neusrot); misvormd; gescheurd.

Het drogestofgehalte van de vruchten van de verschillende behandelingen werd één keer gemeten in week 43 en één keer in week 44. Van beide oogsten werd een monster van ongeveer 1,5 kg op kleur en gewicht geselecteerde vruchten per behandeling genomen. Na bepaling van het versgewicht werd de drogestof bepaald door de vruchten 43 uur te drogen in een droogstoof bij 85°C.





## 3. Resultaten

### 3.1 Gewasgroei

Bij alle drie metingen bleken bladoppervlakte en de afstand tussen de trossen niet significant te zijn beïnvloed door de behandelingen (Tabel 2 en Bijlage 2). Bij de eerste meting werd de afstand tussen de drie bovenste trossen gemeten, samen met bladbreedte en –lengte. Bij de volgende twee metingen werd de afstand tussen de volgende twee trossen bepaald. Bij de eindmeting werd ook het totaal aantal trossen bepaald. De afstand tussen de trossen is een indicator van de gewasgroei, vegetatieve stengelgroei en / of strekking, in deze perioden. Alleen de laatste meting, toen het totaal aantal trossen werd bepaald, gaf een indruk van de plantontwikkeling; daarbij bleek of zich meer trossen hadden gezet gedurende dezelfde groeiperiode.

Tabel 2. Afstand tussen genummerde trossen en de berekend individuele bladoppervlakte van alle planten aan de oostkant, op 3 datums.

	3 september			18 september			4 oktober		
	3 <sup>e</sup> -4 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup> -5 <sup>e</sup>	Opp. <sub>c</sub>	5 <sup>e</sup> -6 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup> -7 <sup>e</sup>	Opp. <sub>c</sub>	7 <sup>e</sup> -8 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup> -9 <sup>e</sup> *	Opp. <sub>c</sub>
	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm <sup>2</sup>
A	14,6 a	14,3 a	365 a	18,4 a	20,5 a	374 b	27,1 a	25,9 a	527 b
B	13,3 a	13,2 a	323 a	17,1 a	21,7 ab	329 a	25,3 a	24,6 a	402 a
C	14,6 a	14,0 a	340 a	18,8 a	24,0 b	321 a	26,8 a	26,8 a	441 ab

De waarden zijn gemiddelden van alle (18) oostelijke planten binnen een behandeling

3<sup>e</sup> – 9<sup>e</sup> = aantal trossen van onderaf geteld

Opp.<sub>c</sub> = berekende oppervlakte van een individueel blad (Opp.<sub>c</sub> = W\*L\*0,319)

a,b,c, = getallen die worden gevolgd door verschillende cijfers zijn statistisch betrouwbaar verschillend bij 5% LSD's zijn datum- en meting-specifiek: 3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup>, 2,507; 4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup>, 2,499; Opp.<sub>c</sub>, 50,9; 5<sup>e</sup>-6<sup>e</sup>, 3,435; 6<sup>e</sup>-7<sup>e</sup>, 2,536; Opp.<sub>c</sub>, 4,1,58; 7<sup>e</sup>-8<sup>e</sup>, 3,597; 8<sup>e</sup>-9<sup>e</sup>, 2,352; 9<sup>e</sup>-10<sup>e</sup>, 4,167; Opp.<sub>c</sub>, 55,6.

Op 18 september was de afstand tussen de zesde en zevende tros bij behandeling A significant minder dan bij behandeling C. Op dezelfde dag was het bladoppervlakte van behandeling A significant groter dan van behandelingen B en C. Op 4 oktober was het bladoppervlakte van behandeling A nog steeds significant groter dan dat van behandeling B. Dezelfde volgorde, namelijk A>C>B, werd ook gevonden op 15 november toen het oppervlakte met een oppervlakte meter werd bepaald.

### 3.2 Bladparameters

De totale transpiratie die voor een bepaald veldje wordt gemeten is mede afhankelijk van de bladoppervlakte. Om er zeker van te zijn dat na bladverwijdering de planten nog steeds hetzelfde aantal bladeren hadden, werden de bladeren geteld (Tabel 3).

Tabel 3 Aantal bladeren van de planten aan de oostkant na de laatste bladverwijdering (13 november)

	Aantal bladeren
A	19,42 a
B	19,67 a
C	20,67 a

getal De waarden zijn gemiddelden van alle (18) oostelijke veldjes binnen een behandeling

LSD = 1,57 bij 5%

a,b,c = behandelingen met verschillende letters zijn statistisch verschillend bij 5%

Er waren bij de oostelijke planten, waar de transpiratie was gemeten, geen statistische verschillen tussen de behandelingen voor wat betreft het aantal aanwezige bladeren.

Om vast te stellen of verschillen in transpiratie voortkwamen uit door de behandelingen veroorzaakte variatie in groeiparameters van individuele bladeren, werden bij de eind oogst bladmonsters genomen en werd de bladoppervlakte gemeten (Li-Cor, Inc, model LI 3100 Area Meter; Lincoln, Nebraska, USA). Daarbij werden bladbreedte (W) en bladlengte (L) gemeten om de berekende bladoppervlakte ( $A_c$ ) te vergelijken met de gemeten waarde ( $A_m$ ). Het versgewicht van de individuele bladeren werd bepaald door weging op een precisieweegschaal (Sartorius Universal, Sartorius GMBH; Gottingen, Germany) zodat de SLA (de specifieke bladoppervlakte) eveneens kon worden berekend. De specifieke bladoppervlakte (SLA,  $\text{cm}^2/\text{g}$ ) werd berekend door deling van de bladoppervlakte ( $\text{cm}^2$ ) door het versgewicht (g) en is een indicatie van de bladdikte. Een plant met meer bladoppervlakte per gram zou een hogere verdampingsoppervlakte hebben voor dezelfde hoeveelheid versgewicht.

De nauwkeurigheid van de bladoppervlaktemeter werd bepaald met behulp van uitgeknipte stukken papier waarvan de oppervlakte bekend was. De resultaten van de metingen weken minder dan 1% af van het verwachte oppervlak. Van elke behandeling werden 20 bladeren genomen. Er werd gestreefd naar een evenwichtige verdeling over de verschillende delen van de plant. Dat gebeurde door het deel van de stengel waaraan zich nog bladeren bevonden te verdelen in top, midden en onder, terwijl binnen een veldje van deze delen een even groot aantal bladeren werd genomen. Bladeren werden alleen van de oostkant genomen en daar werden alle veldjes bemonsterd. Van elk plant (van deze veldjes) werd ten minste één blad genomen. Bladmetingen werden uitgevoerd door individuele bladeren uit te spreiden op een harde ondergrond. De lengte werd gemeten vanaf het eerste blaadje (dus zonder de stengel) tot het puntje van het laatste blaadje; de breedte werd gemeten als de grootste afstand tussen tegenovergelegen blaadjes. Voor de oppervlaktemeting werden bepaalde bladeren in kleinere stukjes gesneden om het verlagende effect van bladkrulling op de oppervlakte tegen te gaan. Bladoppervlakte en gewicht werden gemeten zonder de stengel.

Er werd een regressie-analyse uitgevoerd met gebruikmaking van de bladbreedte vermenigvuldigd met de lengte (x-as) en de door de meter bepaalde oppervlakte (y-as). Dit leverde de volgende vergelijking op:  $Y = 0,319 X$ , met  $R^2 = 0,71$ ; deze vergelijking werd gebruikt voor berekening van de bladoppervlakte:  $A_c = 0,319 * W * L$ .

Tabel 4. Bladparameters van planten van de oostelijk gelegen veldjes bij de eind oogst 15 november

	$A_m$ ( $\text{cm}^2$ )	FW (g)	SLA ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )
A	698,47 b	31,69 b	22,82 a
B	505,75 a	22,31 a	23,24 a
C	607,68 ab	26,96 ab	23,32 a

De waarden zijn de gemiddelden van 20 bladen per behandeling, van de oostelijk gelegen veldjes

$A_m$  = gemeten bladoppervlakte, LSD = 104.9

FW = versgewicht, LSD = 6.15

SLA = specifieke bladoppervlakte, LSD = 1.959

a,b,c = behandelingen met verschillende letters verschillen significant bij 5%

Uit Tabel 4 blijkt dat de oppervlakte van de individuele bladeren in behandeling A significant groter is dan in B, maar niet groter dan in C, ten minste voor de bladeren van de planten van de oostelijke veldjes. Dat zou een grotere lichtonderschepping betekenen en een potentieel hogere productie van assimilaten.

Het gemiddelde versgewicht was statistisch betrouwbaar hoger bij behandeling A dan bij B maar niet hoger dan C. Deze verhoging correspondeerde met de grotere bladoppervlakte die in behandeling A werd gevonden. Daarom verschilde de SLA, het quotiënt van bladoppervlakte en versgewicht, niet. Hoewel A dus significant grotere en zwaardere bladeren had, was de bladdikte voor alle drie behandelingen gelijk.

Om meer zekerheid te krijgen over de effecten van de grote verschillen in EC en watergehalte tussen veldjes werden enkele “extreme” veldjes bemonsterd (Tabel 5). Voor behandeling A werd het veldje gekozen met het hoogste watergehalte gedurende de proef, voor B het veldje met het laagste watergehalte en voor C het veldje met de hoogste EC. Van elk veldje werden 21 bladeren genomen van 3 planten (1 plant per mat). Binnen deze mat werden de planten willekeurig gekozen. De individuele bladoppervlakte werd deze keer berekend en niet gemeten, waarvoor de eerder weergegeven formule werd gebruikt. Daarna werden de bladeren individueel gewogen waardoor ook de SLA werd verkregen. Tenslotte werden de bladeren per behandeling gegroepeerd en gedroogd gedurende ten minste 24 uur bij 85° C in een oven (Horo, Marius Instrumenten; Nieuwegein) ter bepaling van het drogestofgehalte.

Tabel 5. Bladparameters van de voor elke behandeling gekozen “extreme” veldjes.

	A <sub>c</sub> (cm <sup>2</sup> )	FW (g)	SLA (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	DM (%)
A	679,18	40,64	18,00	10,16
B	535,37	32,65	17,12	10,67
C	580,66	31,35	19,88	10,16

De waarden zijn de gemiddelden van 21 individuele bladeren van 1 veldje van elke behandeling, behalve het drogestofgehalte; dit werd bepaald voor alle bladeren tezamen per behandeling

A<sub>c</sub> (cm<sup>2</sup>) = berekende bladoppervlakte ( $A_c = 0,319 \cdot W \cdot L$ )

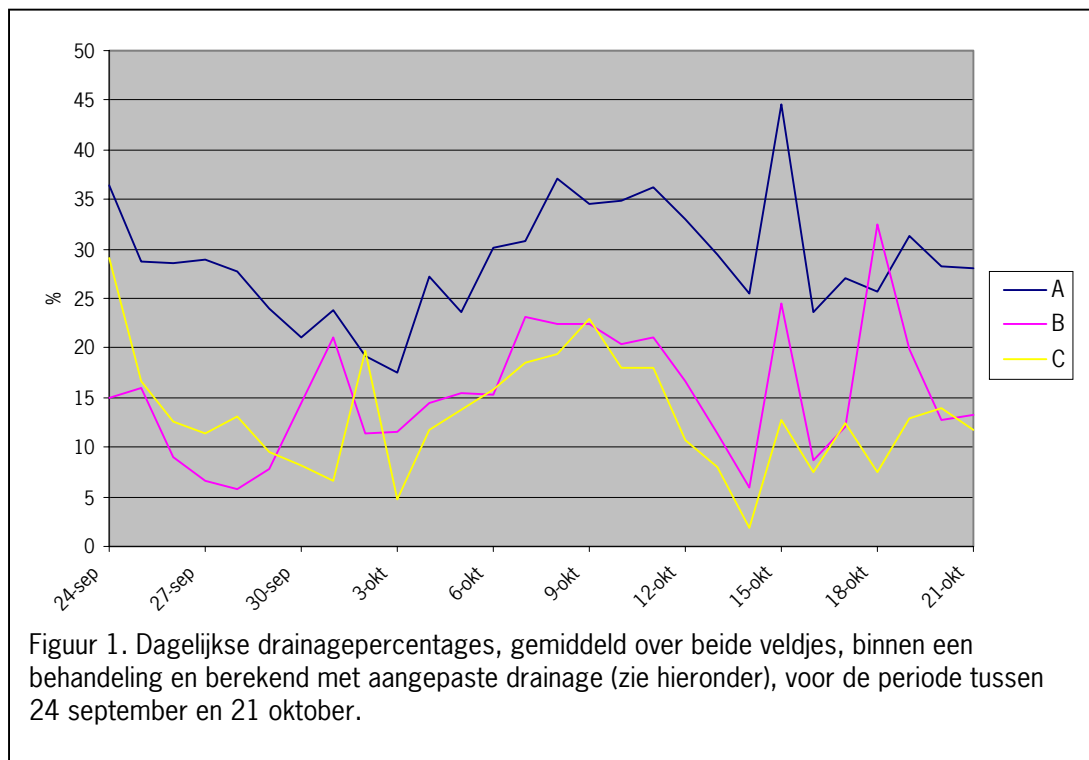
FW = versgewicht

SLA = specifieke bladoppervlakte

DM (%) = drogestofgehalte

### 3.3 Drainage

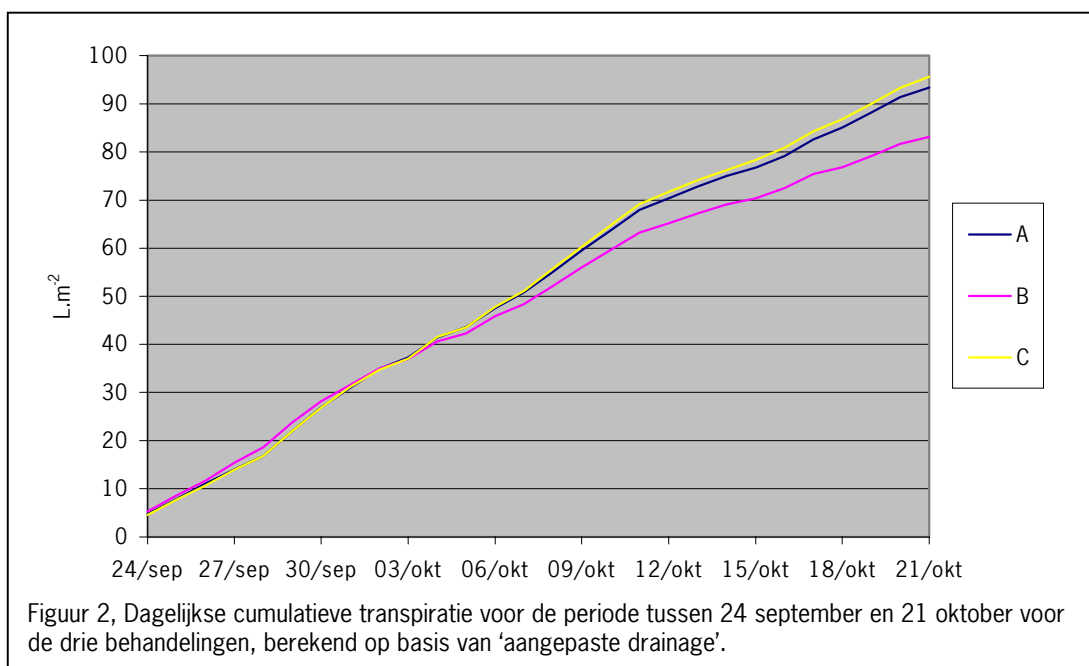
Door mechanische problemen werden vaak onderdelen vervangen en werden de drainagepompen vaak gekalibreerd gedurende de proef. Vanaf week 37 werd ongeveer 5 keer per week voor elk van de pompen een op gewicht gebaseerde controle uitgevoerd van de dagelijkse computeroutput.



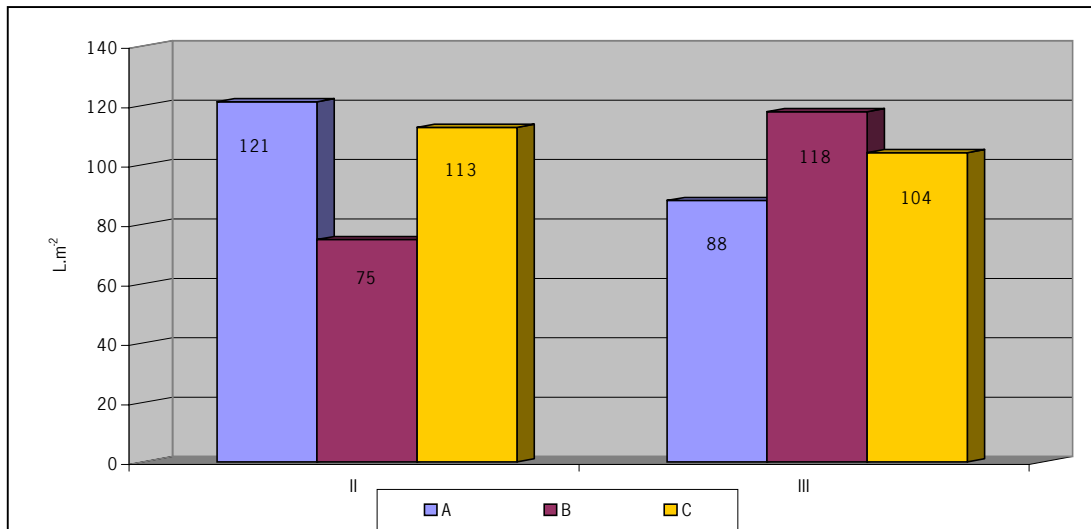
De variatie in de dagelijkse drainagepercentages was aanzienlijk en vereiste een aantal aanpassingen van de instellingen zoals: de instelwaarde voor de *berekende* transpiratie om druppelbeurten te starten en de lengte van de druppelbeurten als zodanig, en tengevolge van deze beide het aantal druppelbeurten per dag. Deze verschillen bestonden niet alleen tussen B en C, die dezelfde 5% zouden moeten hebben maar ook tussen veldjes van dezelfde behandeling die in verschillende blokken lagen. De langste ononderbroken periode met de kleinste afwijking in alle pompen lag tussen 24 september en 21 oktober. Gedurende deze 28 dagen weken de drainagepercentages die aan de hand van de computeroutput werden berekend en de gewogen drainage nooit meer dan 5% van elkaar af bij alle 6 drainagepompen. De volgende waarden geven een indruk van de drainagepercentages, gemiddeld over alle 28 dagen, voor de betreffende periode tussen 24 september en 21 oktober: A: 30%; B: 14% en C: 15%. De overeenkomstige waarden voor de periode van 9 september tot het einde van de proef waren: A: 32%; B: 18% and C: 18%. Door de onbedoelde aanzienlijke verschillen in de dagelijkse drainage van alle veldjes moeten deze percentages worden beschouwd voor wat ze waard zijn: gemiddelden voor een periode met grote dagelijkse variatie (Figuur 1).

### 3.4 Transpiratie

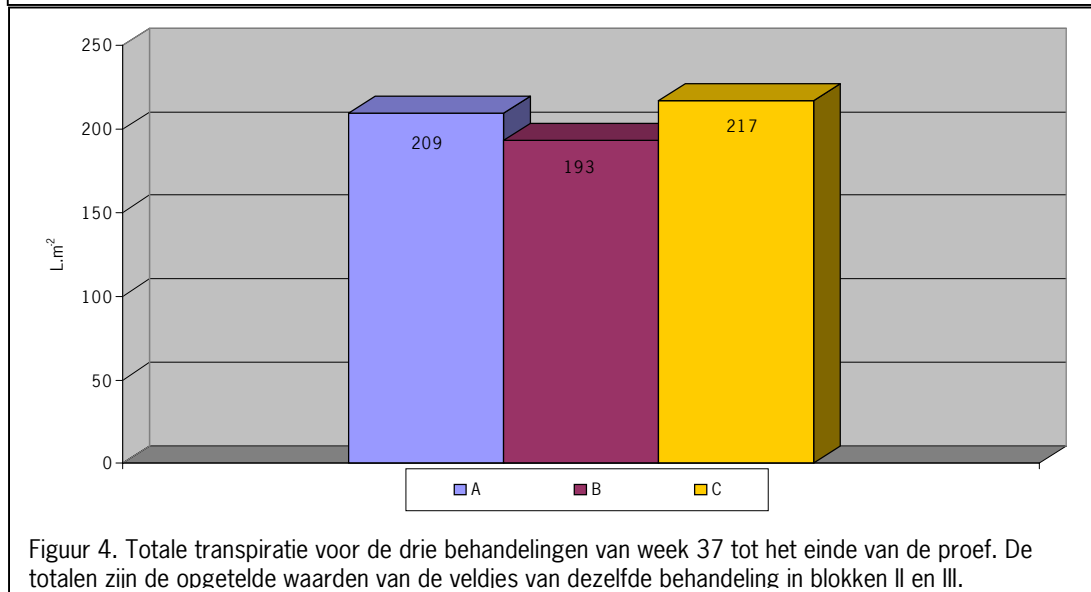
Betrouwbare dagelijkse drainagegegevens waren nodig voor het verkrijgen van dagelijkse transpiratiegegevens om aan de hand daarvan de cumulatieve transpiratie te berekenen. De meest betrouwbare drainagebepaling was de gewogen drainage om 9 uur 's ochtends maar die werd slechts 4 keer per week bepaald. Anderzijds gaf de computer output de volledige *dagelijkse* drainagehoeveelheden, maar deze waren onnauwkeurig. Tegen deze achtergrond werd de dagelijkse computer output aangepast. De dagelijkse computer drainage output werd gekoppeld aan de vergelijkbare gewogen drainage over dezelfde 24 uur. Voor elke (individuele) pomp werden lineaire regressies berekend tussen beide waarden; daarmee waren de verschillen tussen de door de computer berekende hoeveelheden en de gewogen hoeveelheden bekend. De regressiecoëfficiënten werden gebruikt om de dagelijkse computerresultaten van middernacht tot middernacht te corrigeren. Aangenomen werd dat deze berekende waarde nauwkeuriger zou zijn en ook direct kon worden gerelateerd aan de druppelbeurten van middernacht tot middernacht. Deze berekende dagelijkse drainage wordt 'aangepaste drainage' genoemd en werd gebruikt om de dagelijkse transpiratie over deze periode te berekenen. Voor een goed begrip van Figuur 2 moet men zich realiseren dat de verdamping per behandeling al voor 24 september uit elkaar liep. In Figuur 2 is de beginwaarde, op 24 september, kunstmatig op 0 gesteld.



Voor de periode van week 37 tot het eind van de proef werd de totale transpiratie berekend. Dat is de totale hoeveelheid water die elk veldje kreeg toegediend sinds week 37 min de totale gewogen drainage, van hetzelfde veldje over dezelfde periode.



Figuur 3. Totale transpiratie van de drie behandelingen tussen 9 september en 21 oktober, berekend op basis van de som van alle in die periode gewogen drainage. II en III zijn de statistische blokken.



Figuur 4. Totale transpiratie voor de drie behandelingen van week 37 tot het einde van de proef. De totalen zijn de opgetelde waarden van de veldjes van dezelfde behandeling in blokken II en III.

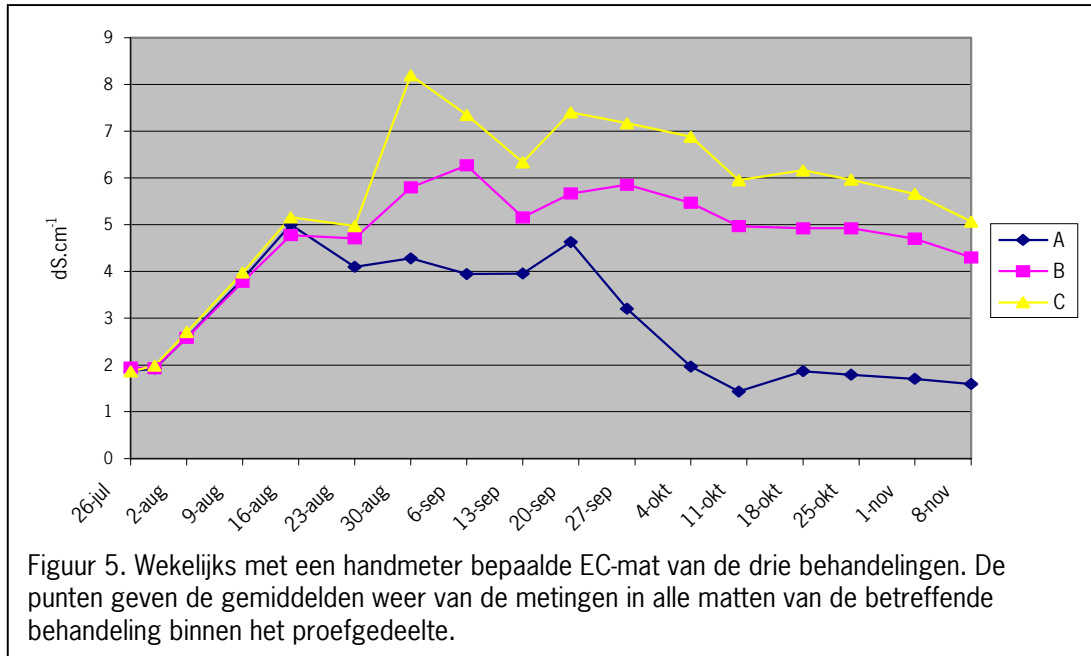
De gesommeerde waarden van veldjes met zulke duidelijk onderling verschillende resultaten als hier moeten met voorzichtigheid beoordeeld worden. Het is een poging een algemeen beeld te geven van de totale transpiratie van de drie behandelingen door beide veldjes te combineren. Het verschil tussen de behandelingen dat in Figuur 4 naar voren komt moet tegen de achtergrond van Figuur 3 worden beoordeeld omdat de resultaten binnen elk statistisch blok tot verschillende interpretaties kunnen leiden.

### 3.5 EC

De EC in alle matten moest gemiddeld hetzelfde zijn om eventuele verschillen in transpiratie aan de behandelingen te kunnen relateren. De bedoeling was een verhoging gedurende enkele uren van de weerstand voor watertransport van de plant. Een aanpassing die enkele dagen of nog langer werkt moest juist vermeden worden. Mede doordat de beoogde drainageniveaus niet werden bereikt

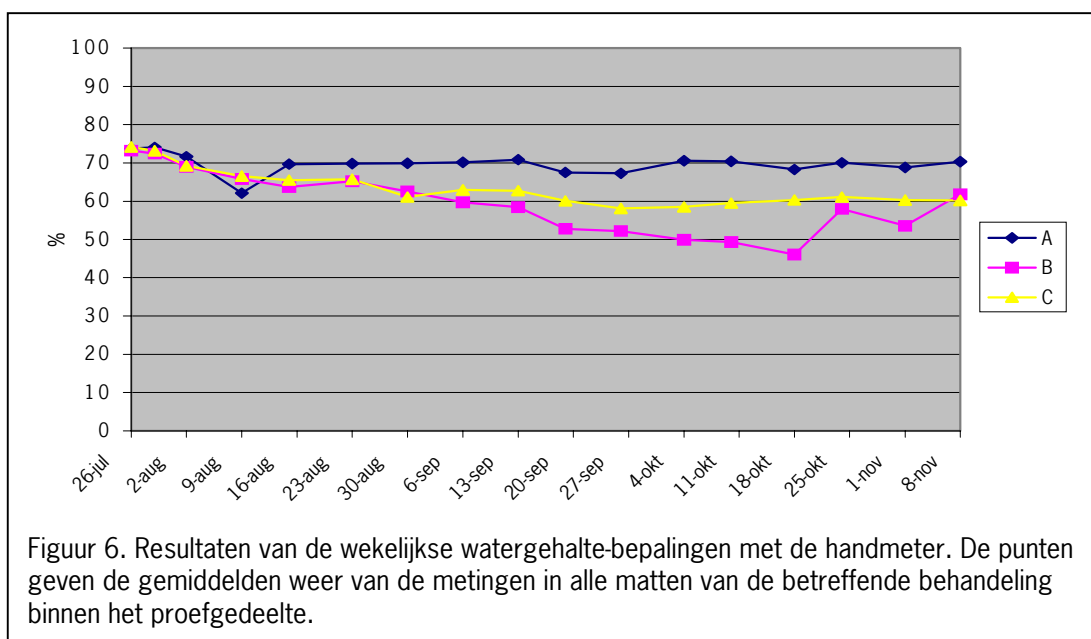
ontstonden er verschillen in de mat-EC die eens per week met de handmeter werd bepaald (Figuur 5).

De computerinstelling die bij te hoge EC een extra druppelbeurt in gang zette werd regelmatig geactiveerd. Dit leidt uiteraard tot een lagere EC dan zonder die extra beurten. Het spoelen van alle veldjes droeg echter weinig bij aan de nivellering van de EC tussen de behandelingen.



### 3.6 Watergehalte

Hoewel behandeling A, met de hoogste drainage, het hoogste watergehalte te zien gaf met de bijbehorende laagste EC, was dit niet het geval voor B en C. Behandeling B had constant het laagste watergehalte, maar niet de hoogste EC. In feite was de EC van B altijd lager dan die van behandeling C. C had een watergehalte dat altijd tussen dat van A en B in lag (Figuur 6).



### 3.7 Opbrengst

Op het niveau van 18 veldjes bleken geen statistisch betrouwbare verschillen in productie tussen de behandelingen. Er werden twee methoden gebruikt voor de statistische analyse: lineaire regressie waarbij de blokstructuur niet in beschouwing wordt genomen en REML. Deze laatste methode is geschikt voor een proefopzet die bij een 18-veldjes niveau in elke behandeling een oneven aantal veldjes heeft. De oogst werd verdeeld over de volgende elkaar uitsluitende groepen:

**Klasse 1 (G1)** – Deze groep omvat alle marktbaar vruchtgrootten volgens: CC 35-40 mm; C 40-48 mm; A 48-58 mm; B 58-68 mm.

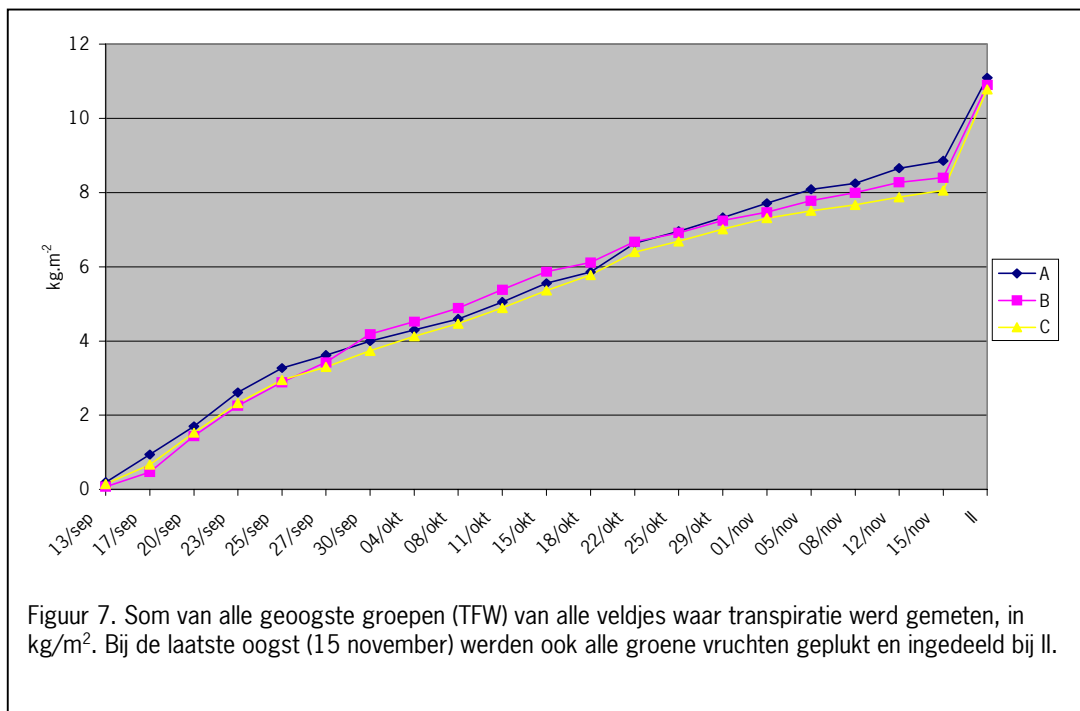
**Klasse 2 (G2)** – vruchten met een diameter kleiner dan 35 mm, overigens goede tomaten.

**Neusrot (BER)** – vruchten van elke grootte met ook maar het geringste symptoom van neusrot.

**Gescheurde vruchten** – vruchten van elke grootte met scheuren.

**Misvormd** – vruchten van elke grootte met misvormingen of abnormale vorm.

Deze 5 groepen werden geanalyseerd op basis van cumulatieve opbrengst in kg per m<sup>2</sup> en aantallen vruchten per m<sup>2</sup> (Figuur 7). Voor de statistische analyse werd nog een additionele groep gebruikt, totaal vers gewicht (TFW), de som van alle 5 groepen in elke behandeling.



Figuur 7. Som van alle geoogste groepen (TFW) van alle veldjes waar transpiratie werd gemeten, in kg/m<sup>2</sup>. Bij de laatste oogst (15 november) werden ook alle groene vruchten geplukt en ingedeeld bij II.

### 3.8 Drogestof vruchten

Het effect van een laag watergehalte op het drogestofgehalte was kennelijk groter dan dat van een hoge EC (Tabel 6). Behandeling B, met de laagste gemiddelde watergehalte (van de proef), gaf het hoogste drogestofgehalte. Behandeling A had een statistisch betrouwbaar lager drogestofgehalte en behandeling C lag daartussenin.

Tabel 6. Drogestofgehalte van de vruchten.

Drogestofgehalte	
A	4,74 a
B	5,33 b
C	5,00 ab

Getallen De waarden zijn de gemiddelden van op twee data genomen monsters, elk van ongeveer 1,5 kg

LSD = 0,529 bij 5%

a,b,c = behandelingen met verschillende letters verschillen significant bij 5%

## 2.9 Waterverbruik

Tabel 7 toont de waterverbruiksgegevens. De belangrijkste is de water gebruiksefficiëntie of WUE (Water Use Efficiency). Deze wordt meestal , maar niet altijd, gedefinieerd als het waterverbruik gedeeld door de droge stof opbrengst (Lövenstein et al, 1995). In dit geval is ervoor gekozen de WUE weer te geven in liter per gram versgewicht en in liter per gram droge stofopbrengst. Dit omdat de droge stofopbrengst maar op twee datums is bepaald en daarom mogelijk minder betrouwbaar is dan het vers gewicht. Voor waterverbruik werd de totale gift inclusief drainage genomen en niet de minder betrouwbare transpiratie (Kang et al, 2001).

Tabel 7 . Watergebruik en WUE, berekend aan vers gewicht en droge stofopbrengst

	WU		WUE <sub>f</sub>		WUE <sub>d</sub>	
	(L.m <sup>2</sup> )	% van A	(g.L <sup>-1</sup> )	% van A	(g.L <sup>-1</sup> )	% van A
A	723.8	100	15.33	100	0.73	100
B	607.5	84	17.94	117	0.96	132
C	633.6	88	17.02	111	0.85	117

Het waterverbruik per gram droge stof (de WUE) van behandeling B is 32% lager dan in behandeling A. Behandeling C ligt daar tussenin met een WUE die 17% lager is dan in behandeling A. Wordt in plaats van droge stofproductie het vers gewicht als uitgangspunt gekozen dan zijn de respectievelijke percentages voor behandeling B en C 17% en 11%.



## 4. Discussie

Bij gelijke instralingniveaus is 's middags minder verwarming nodig dan 's ochtends. 's Middags heeft de kas in de loop van de dag al warmte opgenomen en wordt een voelbare en latente warmte in de omgevingslucht opgebouwd. Daardoor is in de vroege ochtenduren een hogere buistemperatuur nodig. Dat betekent dat juist in de morgen door vermindering van de transpiratie grotere energiewinst te boeken is. Bij zonsopgang doen zich de volgende 'klimatologische feiten' voor:

- Normaal is dit buiten het koudste deel van de dag, waardoor het verwarmingssysteem meer energie vraagt om in de kas een stabiele temperatuur te handhaven.
- De overgang van de nachttemperatuur naar hogere dagtemperatuurinstellingen staat op het punt te beginnen; deze verhoging vraagt meer energie, ook al blijft de buitentemperatuur gelijk.
- Plantendelen die door de nachtelijke luchttemperatuur of door verlies van lang golvlige straling afgekoeld zijn moeten worden opgewarmd om condensatie op hun oppervlak te voorkomen.

Al deze factoren leiden tot een verhoging van energieafgifte van het verwarmingssysteem in de ochtend terwijl een reductie in transpiratie gewenst is.

Aangezien de gewenste experimentele omstandigheden die nodig waren om de hypothese te bevestigen of te ontkennen niet werden bereikt, kan daarover geen definitieve uitspraak worden gedaan. Enkele bijkomstige verschijnselen verdienen echter bespreking.

De EC-niveaus van de behandelingen verschilden. De belangrijkste oorzaak lag bij de mechanische problemen aan het begin van de proef; deze resulteerden in onnauwkeurige bepalingen van de drainagepercentages. Latere druppelbeurten die in gang werden gezet doordat de EC in de mat een waarde boven  $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  bereikte speelden een rol bij het oplopen van de drainagepercentages boven de gewenste 5%.

De  $\text{VPD}_{\text{air}}$  in de proefafdeling was de eerste weken na het planten hoger dan de normale waarde waarbij planten van vergelijkbare grootte groeien in een normaal seizoen. Door onderschatting van de transpiratie onder deze omstandigheden, is de gift waarschijnlijk enige tijd suboptimaal geweest. De tendens van het drainagesysteem om de feitelijke drainage te overschatten versterkte het probleem. De omvang van de eerste druppelbeurten (120 ml) beperkte het aantal beurten per dag in zekere mate, waardoor het aantal mogelijkheden voor aanpassing van de drainagepercentages klein bleef.

De ongebruikelijke plantdatum, bij warm weer, had effect op de beginontwikkeling van het gewas. Door de hoge zomerse instralingniveaus werd de grotere hoeveelheid assimilaten die de plant produceerde omgezet in vegetatieve groei totdat de plant begon te bloeien. Daardoor waren stengel en bladeren dikker dan optimaal en waren de eerste vruchten onregelmatig van vorm.

Bij vergelijking van de verschillende parameters was er op het niveau van 18 veldjes geen invloed op de productie. Dit houdt in dat de hoge EC in behandeling C en het lage watergehalte in behandeling B geen significante invloed op de productie hadden. Er was ook geen invloed op het aantal vruchten met neusrut of op het aantal misvormde vruchten. Slechts in de analyse met REML bleek een hogere EC het gemiddeld vruchtgewicht iets te verlagen, een bekende reactie op verhoogde EC (Li et al, 2001).

Het bladoppervlakte van behandeling B, en in iets mindere mate van behandeling C, was kleiner dan dat van A bij een gelijk aantal gevormde bladeren per behandeling. Dit lijkt in overeenstemming met de 8% kleinere bladoppervlakte bij EC-waarden boven de  $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  (Li et al, 2001). Opvallend is echter dat het bladoppervlakte in behandeling B (laagste drainage percentage, middelste mat-EC) lager is dan dat van behandeling C (middelste drainage percentage, hoogste EC).

Bij beide statistische analyses was het drogestofgehalte consistent het hoogst in behandeling B, het laagst in behandeling A, met behandeling C daartussenin. Dat is precies tegengesteld aan de volgorde in het watergehalte van de mat. Dit kan duiden op een relatie tussen het watergehalte in de mat en het drogestofgehalte in de vrucht. Drogere matten leiden mogelijk tot vruchten met minder water in de cellen en overeenkomstig meer drogestof. De wateraanvoer naar de vrucht is minder terwijl de droge

stof productie gelijk blijft of mogelijk zelfs iets hoger is (Blok, 1996). Opvallend is weer dat het droge stofgehalte van de vruchten uit behandeling B hoger is dan in behandeling C terwijl C de hoogste mat-EC heeft gehad. Juist van hogere EC-waarden is bekend dat ze het droge stofgehalte van tomaten kunnen verhogen (Sonneveld 1988; Li et al, 2001; Van Ieperen, 1996).

Omdat drainage percentage verweven raakte met watergehalteverschillen en mat-EC verschillen is het moeilijk een eenduidige verklaring voor de invloed van drainage percentage te vinden. In de inleiding bleek al dat de matrix potentiaal te klein is om van invloed te zijn. Daarom wordt meer gedacht aan een rol voor de onverzadigde water doorlatendheid, Kh. Er bestaat enig experimenteel bewijs voor een invloed van Kh op de productie van potplanten (Caron en Nkongolo, 1999). De onverzadigde water doorlatendheid kan erg snel afnemen bij afname van het vochtgehalte in een mat. Met andere woorden; de weerstand voor vochttransport kan lokaal rond de wortels sterk toenemen bij relatief geringe afname van het lokale vochtgehalte. De porie-opbouw van het substraat heeft een grote invloed op de Kh, een feit dat in de vollegrondsteelten al sinds jaar en dag bekend is. Hierbij kan gedacht worden aan het trage watertransport in klei vergeleken met zandgrond. Omdat Kh metingen in praktijk-omstandigheden nog niet mogelijk zijn, blijft het hier bij een hypothese.

Het waterverbruik per gram droge stof (de WUE) van behandeling B is 32% lager dan in behandeling A. Behandeling C ligt daar tussenin met een WUE die 17% lager is dan in behandeling A. Wordt in plaats van droge stofproductie het vers gewicht als uitgangspunt gekozen dan zijn de respectievelijke percentages voor behandeling B en C 17% en 11%. Dit plotseling grote effect komt tot stand door de deling van een klein - niet betrouwbaar - verschil in waterverbruik door een betrouwbaar verschil in droge stofproductie.

De gebruikte software regeling reageerde op matwatergehalte en op mat-EC, maar beheerste deze niet. Toch is beheersing van matwatergehalte en mat-EC een absolute vereiste voor een praktijk regeling. Op basis van de opgedane ervaring kan gesteld worden dat:

- de drainagemeting moet zeer betrouwbaar zijn. Dat kan alleen maar met een meting op basis van gewicht.
- de terugkoppeling op drainagepercentage moet proportioneel gemaakt worden. Er moet dus niet alleen een actie volgen op het overschrijden van een grenswaarde, maar de actie moet proportioneel zijn aan de overschrijding.
- de terugkoppeling op drainagepercentage moet niet alleen per beurt plaats vinden, maar moet over een aantal beurten werken zodat een zeker demping optreed.
- de terugkoppeling op watergehalte in de mat moet eveneens proportioneel worden.
- de terugkoppeling op EC-mat moet eveneens proportioneel worden.
- de EC van de gift moet automatisch worden bijgesteld op basis van het aantal correcties op de mat-EC, of nog fundamenteler; de voedingsopname moet met een model voorspeld worden zoals al sinds jaar en dag voor de verdamping gedaan wordt. De fluctuaties in de mat worden dan fundamenteel kleiner waardoor de noodzaak tot voortdurend doorspoelen afneemt.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

1. Reductie van de transpiratie door een verandering in het wortelmilieu kon worden bevestigd noch ontkend.
2. De drainage per druppelbeurt werd verlaagd tot 10-20% in plaats van tot de gewenste 0-10%.
3. De verhoging van de EC in het wortelmilieu tijdens de ochtenduren verminderde bij dit drainageniveau de transpiratie niet.
4. Het oppervlakte per blad nam 10-20% af met afnemende drainage. De invloed op het oppervlakte per blad van het matwatergehalte lijkt minstens zo belangrijk als de invloed van de mat-EC.
5. De vruchtproductie op droge stofbasis nam 10-15% toe door de pogingen de transpiratie terug te dringen.
6. Slechts in een van de vijf oogstklassen, en bij analyse van alle 18 veldjes, nam het gemiddeld vruchtgewicht 6% af met hogere mat-EC.
7. Verlaagde drainage of hogere EC-gift in de morgen verhoogde het aantal vruchten met neusrot, vervormingen of scheuren niet.
8. De waterbesparingen door transpiratieremmende behandelingen per gram geoogst product waren 15-30% op droge stofbasis en 15-10% op basis van versgewicht.

### 5.2 Aanbevelingen

- De hypothese dat veranderingen in het wortelmilieu de verdamping bovengronds kunnen beïnvloeden, verdient verder onderzoek.
- Uit bekende ondergrondse en bovengrondse maatregelen moet een samenhangende aanpak gekozen worden. In ieder geval moet vermeden worden dat ondergrondse en bovengrondse maatregelen elkaar tegen werken.
- De invloed van het matwatergehalte lijkt belangrijker dan de theorie voorspeld. Nader onderzoek kan zich richten op de onverzadigde waterdoorlatendheid of op een verbeterde experimentele aanpak, of op een combinatie van beide.
- De drainagemeting verdient een speciaal voor dit doel gemaakt weeginstrument.
- De softwarematige regeling moet verbeterd worden met proportionele regelingen op drainage%, mat-EC en matwatergehalte.
- De aanvoer van voeding moet nauwkeuriger geregeld worden naar geschatte plantbehoefte en mag niet meer op een vaste EC-waarde worden ingesteld.



# Literatuur

- Beusichem, M.L. van, 1999. Soil plant relationships II (Plant level). Wageningen University, Section Soil Science and Plant Nutrition.
- Blok, C., 1996. Air/water Management in Rockwool Slabs. Experiment 6310.05, PBG Naaldwijk, Internal Report 22.
- Burg, A.M.M. van der & Ph. Hamaker, 1985. Variation in water supply and transpiration of glasshouse crops. PBG Naaldwijk Annual Report 1985: 14.
- Burg, A.M.M. van der & Ph. Hamaker, 1986. Variation in water supply and transpiration of glasshouse crops. PBG Naaldwijk Annual Report 1986: 13.
- Caron, J.; Nkongolo, V.K.N, 1999. Aeration in growing media; recent developments. Acta Hort. 481, 545-551.
- Graaf, R. de, 1988. Automation of the water supply of glasshouse crops by means of calculating the transpiration and measuring the amount of drainage water.
- Graaf, R. de & L. Spaans, 1998. Watergegevens bij rozen onder glas. PBG Internverslag 1998.
- Graaf, R. de, 2001. Energiebesparing met een aangepaste minimumbuisregeling, Prkteijkonderzoek bij 4 tomatenbedrijven. Naaldwijk, PBG Rapport 341.
- Ieperen, W. van, 1996. Consequences of Diurnal Variation in Salinity on Water Relations and Yield of Tomato, Dissertation, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands: 193.
- Kang, S., L. Zhang, X. Hu, Z. Li, & P. Jerie, , 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. Scientia Horticulture 89: 257-267.
- Kreij, C. de, W. Voogt, A.L. Bos & R. Baas, 1999. Bemestingadviesbasis Substraten PBG Naaldwijk.
- Li, Y.L., C. Stanghellini, & H. Challa, 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). Scientia Horticulture 88: 11-29.
- Li, Y.L., & C. Stanghellini, 2001. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. Scientia Horticulture 89: 9-21.
- Li, Y.L., C. Stanghellini & H. Challa, 2002. Response of tomato plants to a step-change in root-zone salinity under two different transpiration regimes. Scientia Horticulture 93: 267-279.
- Lövenstein, H., E.A. Lantinga, R. Rabbinge & H. van Keulen, 1995. Principles of production ecology. Course book for F300-001, Agricultural University of Wageningen, Wageningen.
- Maggio, A., F.N. Dalton & G. Piccinni, 2001. The effects of elevated carbon dioxide on static and dynamic indices for tomato salt tolerance. European Journal of Agronomy 16: 197-206.
- Plaisier, H.F., 1992. Energy saving and climate improvement with thermal screens. Acta Horticulturae 312: 63.
- Saccardo, F., 1988. Energy savings through breeding for disease resistance. Acta Horticulturae 229: 21.
- Sanden, P.A.C.M. van de & J.J. Uittien, 1995. Root environment water potential and tomato fruit

growth. *Acta Horticulturae*, 401: 531-536.

Sonneveld, C., 1988. The salt tolerance of greenhouse crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36: 63-73.

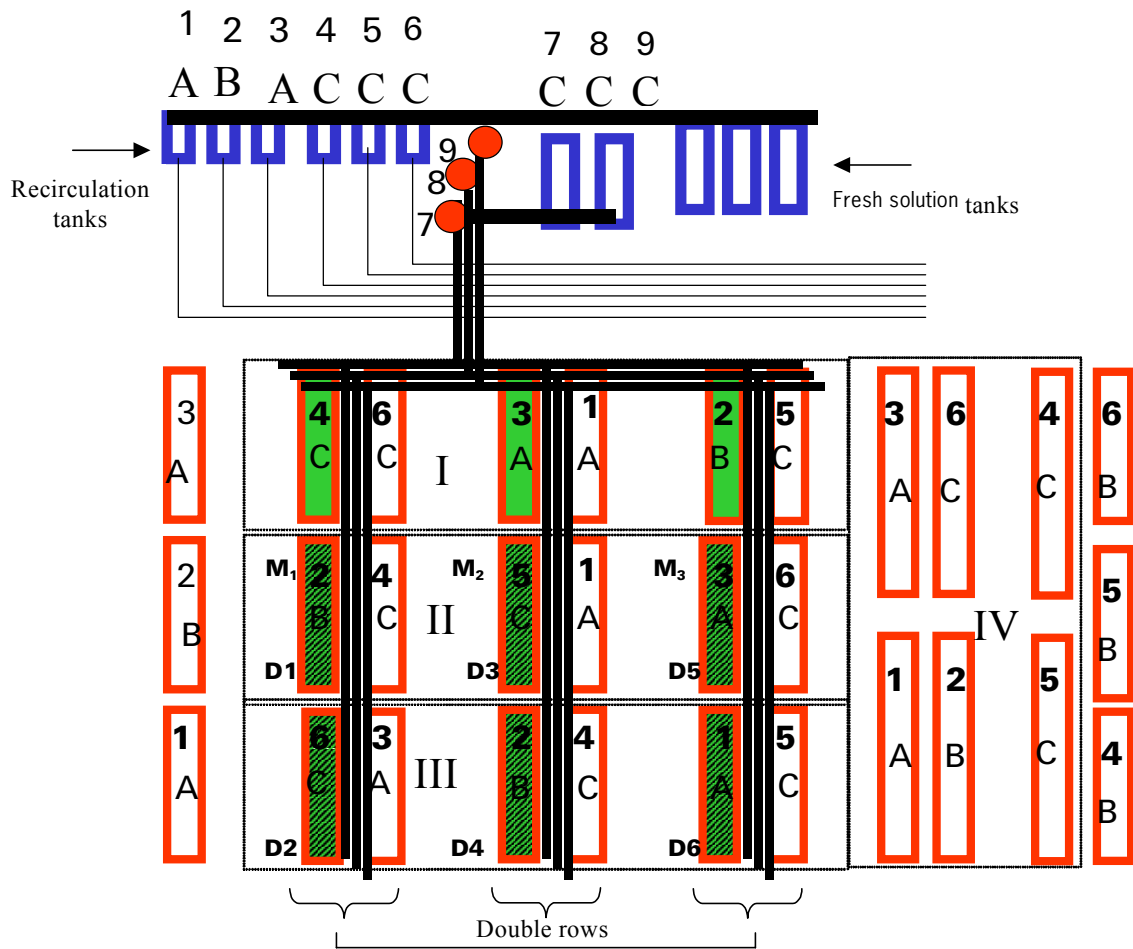
Sonneveld, C. Fertigation in the Greenhouse Industry, 1995. In: Proceedings of the Dahlia Greidinger International Symposium on Fertigation, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 25 March – 1 April 1995: 121-140.

Stanghellini, C. 1988. Microclimate and transpiration of greenhouse crops. *Acta Horticulturae* 229: 405.

Zeroni, M., 1988. Plant tolerance of salinity in greenhouses—physiological and practical considerations. *Acta Horticulturae*, 229: 55-72.

# Bijlage I

# Proefopzet



1, ..., 9: Irrigation pumps

A, B, C: Treatments

I, II, III, IV: Statistical blocks

D1, ..., D6: Drains

M1, M2, M3: WC/EC meters

Plot

East side

East side plots with drain and transpiration measurement

Source: Blok, C.





## Bijlage II Gewasgroei

T-P – Treatment and plant number

W – Leaf width

Area<sub>c</sub> – Calculated individual leaf area

tx-ty – Difference between trusses x and y

L – Leaf length

Tabel 8 - Gewasgroei

T-P	03 September					18 September				
	t3-t4 (cm)	t4-t5 (cm)	W (cm)	L (cm)	Area <sub>c</sub> (cm <sup>2</sup> )	t5-t6 (cm)	t6-t7 (cm)	W (cm)	L (cm)	Area <sub>c</sub> (cm <sup>2</sup> )
C1	15	13	28.5	37	336.4	14	19.5	24	26.5	202.9
C2	15	10	31	38	375.8	20	23.5	37	30	354.1
C3	6	16	22	31	217.6	15.5	19	30	24	229.7
C4	14	12	26.5	34	287.4	23.5	20	31	26.5	262.1
C5	8	18.5	28	34	303.7	21	25.5	34	30.5	330.8
C6	11.5	13	30	40	382.8	31	27	36	28.5	327.3
B7	10	13	34	44	477.2	13	20	37	31.5	371.8
B8	9	11.5	22	25	175.5	3.5		28	26.5	236.7
B9	7	12	29	35	323.8	20	24	36	31	356.0
B10	13.5	11.5	30	43	411.5	12	19	35.5	30	339.7
B11	10	12	27	34.5	297.1	17	23	33	36	379.0
B12	15	12.5	32.5	41	425.1	25	21	35.5	30.5	345.4
C13	12	29	35	35	390.8	21	27	38.5	34.5	423.7
C14	28	18	36.5	45	524.0	19	25	33	38	400.0
C15	17.5	12	28	33	294.8	24	26	32	29	296.0
C16	15	17.5	31.5	42	422.0	14	29	32	28	285.8
C17	18	10	25	39	311.0	10	34	28.5	30	272.7
C18	21	12.5	29	37	342.3	16	21.5	37.5	32	382.8
B19	13	13	27	36	310.1	21	24.5	33.5	28.5	304.6
B20	16	12	29.5	31	291.7	16	16.5	28.5	27	245.5
B21	13	11.5	28.5	31.5	286.4	22	24.5	40	32.5	414.7
B22	18	13	34	33	357.9	19	24.5	36.5	33.5	390.1
B23	16	16	35	35	390.8	22	25	34.5	33.5	368.7
B24	27	22.5	30	40	382.8	14	24	32	33	336.9
C25	14	16	29	32.5	300.7	22	26	39	35	435.4
C26	12	12	25	40	319.0	14	21	29.5	26	244.7
C27	14	11	27	41.5	357.4	16	19	37	27	318.7
C28	13.5	8.5	27	38.5	331.6	13.5	21.5	33	28	294.8
C29	13	10.5	28	35	312.6	26		33.5	30	320.6
C30	14.5	12	22.5	42.5	305.0	17	23	40	31	395.6
A31	15.5	11.5	37	40	472.1	18	24	40	37	472.1
A32	12	12	29	42.5	393.2	14	14	38	28	339.4
A33	11	13	28	38	339.4	19	21	29.5	26.5	249.4
A34	12	14	28	33.5	299.2	19	24	34.5	24	264.1
A35	12	14.5	22	34	238.6	13		39.5	30.5	384.3
A36	20	11	29	42	388.5	21	20	38.5	31	380.7
A37	14	11.5	33	43	452.7	15	21	27	31	267.0
A38	13.5	13	30	43.5	416.3	18	19	37	28.5	336.4
A39	11	16	27	39.5	340.2	20	22.5	41	35	457.8
A40	16	14	30	37	354.1	23.5	17.5	38	32	387.9
A41	16.5	29	25	29	231.3	22	23.5	32	33	336.9
A42	21	13.5	28	36	321.6	17.5	21	41	35.5	464.3
A43	21	14	30.5	42.5	413.5	18	21.5	38	31	375.8
A44	14	15	37	46.5	548.8	16	21.5	36.5	32	372.6

Tabel 8 - Gewasgroei (cont.)

T-P	t3-t4	t4-t5	W	L	Area <sub>c</sub>	t5-t6	t6-t7	W	L	Area <sub>c</sub>
A45	13	12.5	32	35	357.3	16	23	43.5	32.5	451.0
A46	13.5	16	31	33	326.3	24	27.5	40	36.5	465.7
A47	10.5	12.5	28	42.5	379.6	18	7	38.5	31.5	386.9
A48	17	14	25	38	303.1	20	21	34.5	31	341.2
B49	12	13	24	31	237.3	6	18	39	29	360.8
B50	14	14.5	31	42.5	420.3	18	21.5	33.5	21	224.4
B51	13	14	25.5	31	252.2	19		39	28	348.3
B52	12	15	22.5	28	201.0	19		33	31	326.3
B53	9	11.5	28	38	339.4	12	19	31	29.5	291.7
B54	12.5	8.5	23.5	32	239.9	29	20.5	31.5	28	281.4

## 04 October

T-P	t7-t8 (cm)	t8-t9 (cm)	W (cm)	L (cm)	Area <sub>c</sub> (cm <sup>2</sup> )
C1	26.0		33.0	33.0	347.4
C2	22.0	29.0	33.0	35.0	368.4
C3	29.0	27.0	38.0	34.5	418.2
C4	21.0	27.0	34.0	36.5	395.9
C5	31.0	28.0	36.5	33.0	384.2
C6	28.5	28.5	33.5	34.5	368.7
B7	25.0	18.5	40.0	38.5	491.3
B8	20.5		30.0	31.5	301.5
B9	30.5	17.5	39.5	39.0	491.4
B10	30.0		34.0	29.0	314.5
B11	21.0		35.0	40.0	446.6
B12	27.5	31.0	41.0	40.0	523.2
C13	33.0	24.0	46.0	38.0	557.6
C14	21.5	33.0	40.0	36.0	459.4
C15	31.5	28.0	40.0	36.5	465.7
C16	26.5	30.0	37.0	39.0	460.3
C17	33.5	21.0	40.0	37.0	472.1
C18	23.5	28.0	47.5	36.0	545.5
B19	20.0	27.0	32.5	34.0	352.5
B20	27.0	24.5	31.0	32.0	316.4
B21	34.0	25.5	46.0	42.0	616.3
B22	29.0	23.5	35.5	32.5	368.0
B23	30.0	27.0	38.5	33.0	405.3
B24	27.0	25.0	35.5	30.0	339.7
C25	30.5	24.0	39.5	39.0	491.4
C26	27.0	28.0	43.5	35.5	492.6
C27	23.5	19.5	34.0	35.0	379.6
C28	19.5	27.0	41.0	39.0	510.1
C29	28.0		31.0	35.0	346.1
C30	26.5	27.5	39.5	38.0	478.8
A31	26.0	30.0	40.0	36.0	459.4
A32	19.5	28.5	38.5	38.0	466.7
A33	22.0	29.0	43.5	40.0	555.1
A34	27.0	23.5	48.0	42.5	650.8
A35	17.0		39.0	33.5	416.8
A36	22.0	22.0	46.5	40.5	600.8
A37	24.0	29.0	47.0	37.0	554.7
A38	22.5	29.0	50.0	39.0	622.1

Tabel 8 - Gewasgroei (cont.)

	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )
A39	30.0	25.0	45.0	38.5	552.7
A40	41.0		40.5	36.5	471.6
A41	28.5		38.0	33.0	400.0
A42	25.0	24.5	40.5	35.0	452.2
A43	32.0	26.5	37.0	34.0	401.3
A44	23.0	32.0	45.0	40.5	581.4
A45	24.0	23.0	39.5	37.5	472.5
A46	26.5	20.0	50.0	46.5	741.7
A47	49.0	21.0	43.0	44.0	603.5
A48	28.0	25.0	43.5	35.0	485.7
B49	24.0	28.5	41.0	35.0	457.8
B50	23.0	26.5	33.5	33.5	358.0
B51	27.0		36.0	31.0	356.0
B52	20.0		33.0	34.0	357.9
B53	21.0	25.5	39.0	35.0	435.4
B54	19.0	20.0	28.5	32.5	295.5



## Bijlage III

## Weersgegevens buiten

Tabel 9 - Weersgegevens buiten

	Mean 24h	Max. 24h	Min. 24h	Radiation		Mean 24h	Max. 24h	Min. 24h	Radiation
Date	(°C)	(°C)	(°C)	(J.cm <sup>-2</sup> )	Date	(°C)	(°C)	(°C)	(J.cm <sup>-2</sup> )
24-jun	16.3	19.0	13.4	3003.8	13-aug	18.9	22.5	15.8	2255
25-jun	17.0	20.9	14.2	2771.8	14-aug	20.9	24.6	17.4	1791.7
26-jun	17.0	20.8	13.2	2560.8	15-aug	22.8	28.8	16.9	2162.6
27-jun	15.2	16.8	13.9	2320.1	16-aug	23.9	29.6	18.4	2034.9
28-jun	14.2	16.0	13.2	1407.1	17-aug	23.9	29.7	17.6	2229.2
29-jun	15.3	17.9	12.9	2703.2	18-aug	24.3	30.2	18.5	2016.6
30-jun	16.2	18.2	15.0	1617.4	19-aug	22.7	26.5	19.6	1637.9
1-jul	14.2	15.5	12.6	437.9	20-aug	18.8	21.7	16.4	266.4
2-jul	14.6	17.6	12.3	1623.9	21-aug	18.1	19.1	16.3	581.7
3-jul	14.1	16.8	12.3	531	22-aug	17.6	19.8	14.8	1904
4-jul	15.6	17.4	13.2	1908.1	23-aug	17.4	21.9	12.4	1643.1
5-jul	14.8	17.9	13.7	762.2	24-aug	16.3	18.4	14.8	256.3
6-jul	15.5	17.7	14.2	1073.3	25-aug	17.5	20.1	14.4	1536
7-jul	15.5	17.6	14.4	749.4	26-aug	18.3	21.2	14.7	1804.6
8-jul	18.2	22.4	14.7	1764.3	27-aug	19.5	21.1	18.8	760.7
9-jul	19.0	24.8	15.3	1390.8	28-aug	19.9	22.4	18.0	1581.3
10-jul	15.8	17.7	13.7	1219.6	29-aug	19.2	23.0	16.3	1825.2
11-jul	15.9	19.1	13.2	2465.2	30-aug	19.0	21.7	17.6	773.4
12-jul	16.5	21.7	12.8	1082.6	31-aug	17.6	19.1	15.2	1093.9
13-jul	16.0	17.2	14.8	495.4	1-sep	16.4	19.8	12.3	1419.7
14-jul	16.3	17.2	15.6	761.6	2-sep	17.5	22.5	12.9	1928.9
15-jul	16.9	19.3	15.5	1902.1	3-sep	17.4	22.8	12.6	1913.7
16-jul	18.6	21.9	16.0	2712.5	4-sep	16.7	21.9	12.0	1878.6
17-jul	17.7	20.3	15.6	2596.4	5-sep	17.2	22.0	11.8	1686.9
18-jul	16.5	19.1	15.0	2340.5	6-sep	17.7	21.1	15.6	1072.5
19-jul	16.2	18.7	12.9	1975.4	7-sep	17.4	20.9	16.0	818.6
20-jul	16.5	22.7	12.0	1979.2	8-sep	18.1	23.1	15.3	950.6
21-jul	15.9	17.7	13.1	1527.7	9-sep	18.4	22.5	15.3	1065.7
22-jul	16.7	18.7	14.7	1855.5	10-sep	15.7	18.4	13.9	548.8
23-jul	17.4	19.1	16.4	874.7	11-sep	17.8	22.0	14.4	1004.5
24-jul	16.7	18.5	14.0	1848.7	12-sep	18.3	23.1	15.0	1753.2
25-jul	16.6	19.0	13.2	2050.8	13-sep	17.9	22.8	13.2	1750.7
26-jul	18.9	22.2	17.1	2067	14-sep	17.2	18.8	15.3	642.3
27-jul	19.7	23.8	16.1	2348.7	15-sep	17.5	21.2	14.0	1670.5
28-jul	24.0	29.1	18.5	2332	16-sep	15.6	18.8	12.1	1054.5
29-jul	25.9	30.8	20.3	2452.3	17-sep	16.3	18.2	15.3	511.4
30-jul	24.3	29.4	19.3	2189.5	18-sep	15.7	17.2	14.4	547.0
31-jul	19.8	22.7	17.9	1014.9	19-sep	16.0	18.7	14.4	769.8
1-aug	16.6	18.5	13.9	728.7	20-sep	16.1	18.2	14.4	919.1
2-aug	19.7	24.6	14.0	2389.5	21-sep	14.6	16.4	12.6	489.3
3-aug	17.1	19.8	14.8	1005.1	22-sep	14.5	17.1	12.3	1027.1
4-aug	17.1	21.7	15.0	1509.6	23-sep	13.2	16.4	10.4	1252.4
5-aug	17.4	20.6	14.0	915.0	24-sep	11.9	16.3	8.8	1531.2
6-aug	18.0	21.4	15.0	825.2	25-sep	14.8	17.2	10.5	763.9
7-aug	18.7	22.2	15.5	1863.2	26-sep	14.0	16.4	11.5	611.0
8-aug	18.3	21.7	15	1519.3	27-sep	14.5	17.4	11.5	699.1
9-aug	19.1	23.1	15.8	1414.3	28-sep	14.1	17.7	9.7	587.9
10-aug	18.3	21.6	14.8	1346.5	29-sep	14.4	19.1	10.5	1343
11-aug	18.3	20.8	16.9	1647.3	30-sep	13.8	18.7	9.5	1356.7

Tabel 9 - Weersgegevens buiten (cont.)

Date	(°C)	(°C)	(°C)	(J.cm <sup>-2</sup> )
1-oct	14.2	20.0	8.4	1078.9
2-oct	15.9	20.9	11.5	860.6
3-oct	15.9	17.1	14.0	276.0
4-oct	14.9	17.1	12.9	1131.2
5-oct	15.2	16.1	13.9	294.2
6-oct	13.0	15.6	8.1	1073.8
7-oct	10.9	15.2	6.4	675.9
8-oct	7.5	11.0	4.0	1207.3
9-oct	8.8	13.7	4.6	1202.6
10-oct	9.1	13.2	6.0	1105.9
11-oct	7.2	11.6	3.6	1120
12-oct	6.8	8.4	5.6	311.5
13-oct	8.9	11.3	6.8	345.0
14-oct	10.4	12.4	8.9	131.4
15-oct	9.5	14.5	7.0	234.1
16-oct	12.6	14.7	11.0	316.2
17-oct	11.1	12.9	9.4	749.1
18-oct	9.2	11.5	7.0	324.2
19-oct	8.8	11.0	6.7	640.4
20-oct	8.8	11.2	6.5	601.0
21-oct	10.8	14.2	7.2	227.6
22-oct	13.6	15.0	12.0	231.4
23-oct	11.2	14.4	8.6	530.0
24-oct	10.0	11.6	8.8	789.6
25-oct	12.2	13.9	9.7	233.0
26-oct	12.1	12.9	10.5	297.7
27-oct	12.1	15.3	9.2	384.9
28-oct	10.8	12.3	10	753.3
29-oct	9.6	11.2	8.4	210.7
30-oct	10.3	12.1	8.6	532.6
31-oct	8.3	12.8	5.6	685.6
1-nov	10.8	14.4	5.6	190.8
2-nov	13.4	15	12	578.3
3-nov	12.5	14.4	9.5	586.4
4-nov	10.6	13.6	8.4	485.8
5-nov	9.1	10.8	8.1	373.7
6-nov	9.8	12.3	8.1	399.3
7-nov	9.5	11.5	6.8	223.2
8-nov	8.8	12.9	6.0	166.4
9-nov	9.8	11.5	5.4	468.3
10-nov	7.6	11.8	4.3	188.0
11-nov	11	12.4	9.5	424.4
12-nov	9.9	11.2	8.8	262.9
13-nov	10.1	12.4	8.6	226.5
14-nov	10.6	12.4	8.6	331.1
15-nov	8.0	10.8	5.6	351.7

## Bijlage IV

## Weersgegevens in de kas

- T1 – Temperature of the main heating system  
 T2 – Temperature of the secondary heating system  
 VPD<sub>a</sub> – Air Vapour Pressure Deficit

Tabel 10 - Weersgegevens in de kas

Date	Air Temp. (°C)	T1 24h (°C)	T2 24h (°C)	CO <sub>2</sub> day (ppm)	VPD <sub>a</sub> day (KPa*10)	VPD <sub>a</sub> night (KPa*10)	VPD <sub>a</sub> 24h (KPa*10)
25-jul	23.7	31.2	31.8	127.3			
26-jul	23.6	28.0	28.4	189.8			
27-jul	24.3	29.8	30.2	157.5			
28-jul	27.5	31.1	32.9	89.3			
29-jul	28.3	32.0	35.8	78.5			
30-jul	28.2	32.6	34.0	49.2			
31-jul	24.9	29.1	29.7	23.2			
1-aug	24.1	34.0	35.8	394.3			
2-aug	25.8	36.0	38.1	99.2			
3-aug	24.5	36.2	37.7	303.6			
4-aug	24.9	36.3	38.3	122.7			
5-aug	24.4	33.8	35.9	129.4			
6-aug	24.0	32.7	34.7	322.1			
7-aug	25.2	34.2	36.6	419.9			
8-aug	24.7	32.9	34.6	430.5			
9-aug	24.7	33.0	34.5	424.6			
10-aug	24.6	33.9	36.2	455.3			
11-aug	24.9	32.6	33.9	460.5			
12-aug	24.9	32.9	34.7	449.5			
13-aug	25.3	34.8	37.3	426.3			
14-aug	25.6	33.3	34.6	439.7			
15-aug	26.5	34.4	36.3	428.9			
16-aug	26.4	32.1	33.8	431.0			
17-aug	26.3	31.7	33.4	407.5			
18-aug	26.2	31.2	32.8	387.7			
19-aug	25.5	30.0	31.2	408.5			
20-aug	23.2	30.3	31.3	586.7	3.1		3.3
21-aug	23.3	28.9	30.0	598.9	3.3	3.6	3.3
22-aug	24.2	32.2	34.0	424.7	8.2	3.6	6.7
23-aug	24.2	33.4	36.4	459.3	9.0	6.0	7.4
24-aug	22.8	37.0	41.0	646.8	4.1	3.4	4.3
25-aug	24.4	36.4	38.4	444.7	6.4	6.0	6.1
26-aug	24.6	34.8	36.9	421.9	8.2	5.8	6.8
27-aug	24.3	32.0	34.2	503.8	4.7	2.5	4.0
28-aug	24.5	30.8	36.3	411.6	6.8	3.9	5.5
29-aug	24.3	32.4	36.6	430.0	9.6	3.6	7.3
30-aug	24.1	35.7	34.4	484.9	6.7	4.5	5.5
31-aug	23.6	35.3	36.6	465.4	6.3	4.0	5.6
1-sep	23.6	37.2	38.2	440.3	9.1	6.5	8.1
2-sep	23.9	36.0	37.0	427.2	11.3	6.8	9.2
3-sep	23.8	36.2	37.5	425.4	12.7	6.4	10
4-sep	23.8	36.7	38.1	423.5	10.5	6.4	8.9
5-sep	23.4	35.2	35.7	418.5	11.6	7.0	9.2
6-sep	22.8	34.4	32.8	425.8	7.3	4.5	5.9
7-sep	22.5	36.0	33.4	435.5	6.2	5.3	5.9

Tabel 10 -

## Weersgegevens in de kas (cont.)

	(°C)	(°C)	(°C)	(ppm)	(KPa*10)	(KPa*10)	(KPa*10)
8-sep	22.8	34.7	32.9	436.0	7.7	4.9	6.3
9-sep	22.8	33.7	32.9	416.9	8.9	4.0	6.9
10-sep	22.5	38.6	34.1	510.6	5.9	5.8	5.6
11-sep	23.2	33.9	32.5	466.2	6.8	4.1	5.4
12-sep	23.5	34.9	33.7	430.3	10	4.2	7.6
13-sep	23.5	36.7	34.3	410.6	10.9	5.6	8.5
14-sep	22.3	36.0	32.8	439.8	6.3	4.8	5.9
15-sep	22.9	34.1	33.7	387.1	10.6	6.4	8.4
16-sep	22.5	36.5	33.4	443.7	7.7	5.9	6.9
17-sep	22.3	35.6	32.5	479.1	6.9	5.6	6.0
18-sep	21.9	35.5	32.6	452.1	7.2	5.1	6.1
19-sep	21.6	33.7	31.6	426.4	8.3	4.5	6.5
20-sep	21.5	32.2	30.8	406.0	8.5	4.2	6.7
21-sep	20.9	35.6	32.6	477.9	5.7	5.7	5.5
22-sep	20.9	37.5	34.0	385.1	6.8	5.7	6.6
23-sep	20.8	40.2	33.9	389.9	8.9	7.7	8.3
24-sep	20.7	39.3	33.6	390.0	9.4	7.6	8.2
25-sep	20.6	34.7	32.4	417.3	6.5	5.5	5.6
26-sep	20.2	36.2	32.5	477.2	5.3	5.0	5.1
27-sep	20.3	35.5	32.8	441.6	5.6	4.5	5.1
28-sep	20.4	36.2	32.4	454.4	6.2	5.0	5.5
29-sep	20.6	34.6	32.9	407.6	9.2	5.0	7.3
30-sep	20.6	36.0	33.3	416.5	10.5	5.7	8.2
1-oct	20.6	35.1	32.1	439.9	8.0	6.2	6.5
2-oct	20.9	33.6	31.9	441.5	8.2	4.1	6.2
3-oct	20.3	33.6	31.4	488.2	4.3	3.8	3.8
4-oct	20.4	34.5	32.7	418.2	7.9	4.2	6.2
5-oct	19.9	34.1	31.4	509.3	4.6	4.3	4.0
6-oct	19.9	36.1	32.9	388.9	7.0	3.6	6.1
7-oct	19.9	41.3	34.0	477.5	5.9	6.8	6.1
8-oct	19.7	44.5	33.8	423.2	7.2	6.4	7.4
9-oct	19.8	44.0	33.7	405.2	7.5	8.1	7.5
10-oct	19.7	42.7	33.8	411.5	6.7	6.8	6.8
11-oct	19.7	43.8	33.8	415.5	6.5	7.3	6.8
12-oct	19.2	43.9	34.8	658.3	4.2	6.3	5.1
13-oct	19.5	40.8	34.5	602.3	4.0	4.9	4.3
14-oct	19.2	43.4	34.5	605.0	4.2	4.5	4.7
15-oct	19.3	42.8	34.6	615.7	3.1	5.9	4.1
16-oct	19.3	42.3	34.4	446	4.5	5.0	5.5
17-oct	19.7	39.7	34.1	414.9	6.4	5.7	6.0
18-oct	19.4	43.3	34.7	586.5	4.3	5.8	5.1
19-oct	19.5	43.5	34.4	467.6	5.8	6.1	6.2
20-oct	19.6	43.2	34.5	470.0	5.4	6.1	6.1
21-oct	19.4	41.9	34.4	528.6	4.1	7.2	5.3
22-oct	19.4	39.3	34.3	465.8	4.4	5.3	5.1
23-oct	19.4	40.7	34.4	485.2	6.2	5.9	6.6
24-oct	19.6	41.5	34.2	428.5	6.8	7.2	7.2
25-oct	19.2	41.3	34.6	502.4	4.7	7.5	6.0
26-oct	19.4	39.7	34.2	554.7	5.5	7.7	6.6
27-oct	19.2	47.4	34.6	442.0	6.5	6.4	7.5
28-oct	19.6	40.9	34.2	444.8	6.6	10.1	7.8



Tabel 10 -

Weersgegevens in de kas (cont.)

	(°C)	(°C)	(°C)	(ppm)	(KPa*10)	(KPa*10)	(KPa*10)
29-oct	19.4	39.4	34.3	609.8	4.3	6.4	5.1
30-oct	19.6	36.5	33.6	559.4	5.3	4.9	5.1
31-oct	19.6	42.2	34.0	517.0	6.3	5.9	6.7
1-nov	19.3	40.4	34.1	580.5	4.1	7.3	5.1
2-nov	19.7	36.4	33.3	451.5	5.3	5.2	5.4
3-nov	19.4	38.5	34.0	457.6	5.2	5.1	5.6
4-nov	19.6	40.4	34.1	516.5	5.7	7.0	6.1
5-nov	19.5	40.7	34.5	616.8	4.6	5.6	5.4
6-nov	19.1	44.8	34.6	530.5	5.4	6.2	6.3
7-nov	19.7	50.8	34.6	170.9	6.7	7.4	7.4
8-nov	19.3	52.7	34.7	509.7	6.3	8.3	7.2
9-nov	20.2	46.7	34.7	590.3	6.4	7.5	7.3
10-nov	19.7	49.8	34.5	603.0	5.6	7.9	6.7
11-nov	20.0	44.3	34.6	598.5	5.8	6.8	6.5
12-nov	19.2	50.0	34.6	559.5	6.1	7.2	7.0
13-nov	19.4	49.0	34.3	585.9	6.1	7.6	6.9
14-nov	20.3	52.4	34.7	587.8	8.4	7.5	8.2
15-nov	20.4	50.4	34.6	604.5	6.4	8.3	7.3



## Bijlage V Opbrengstgegevens

Table 11 – Regressie analyse

	Grade 1		Grade 2		BER		Deformed		Total Production	
	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>
A	7.97 a	75.04 a	106.3 a	0.08 a	2.44 a	6.97 a	0.49 a	5.2*10 <sup>6</sup> a	9.13 a	87.21 a
B	7.25 a	72.60 a	100.0 a	0.14 a	3.91 a	6.11 a	0.40 a	3.9*10 <sup>6</sup> a	8.28 a	84.70 a
C	7.75 a	76.88 a	100.8 a	0.08 a	2.40 a	5.42 a	0.40 a	3.6*10 <sup>6</sup> a	8.62 a	86.61 a

Final averages for all harvest categories rounded off to two decimals. Data from all 18 plots calculated by a regression analysis.

Grade 1 = marketable; grade 2 = too small; BER = fruit with blossom end rot; total production = sum of all previous categories. There were no cracked fruit in any of treatments, so data is not shown.

a,b,c = Letters indicate statistical significance at P<sub>0,05</sub> level within the same column.

Table 12 – REML analyse

	Grade 1		Grade 2		BER		Deformed		Total Production	
	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>	kg.m <sup>2</sup>	n°.m <sup>2</sup>
A	8.06 a	75.76 a	106.4 b	0.07 a	2.19 a	6.85 a	0.49 a	5.1*10 <sup>6</sup> a	9.19 a	87.52 a
B	7.33 a	73.31 a	100.2 a	0.13 a	3.66 a	6.00 a	0.40 a	3.8*10 <sup>6</sup> a	8.34 a	85.02 a
C	7.83 a	77.59 a	100.9 a	0.07 a	2.15 a	5.30 a	0.40 a	3.5*10 <sup>6</sup> a	8.68 a	86.93 a

Final averages for all harvest categories rounded off to two decimals. Data from all 18 plots calculated by REML analysis.

Grade 1 = marketable; grade 2 = too small; BER = fruit with blossom end rot; total production = sum of all previous categories. There were no cracked fruit in any of treatments, so data is not shown.

a,b,c = Letters indicate statistical significance at P<sub>0,05</sub> level within the same column.

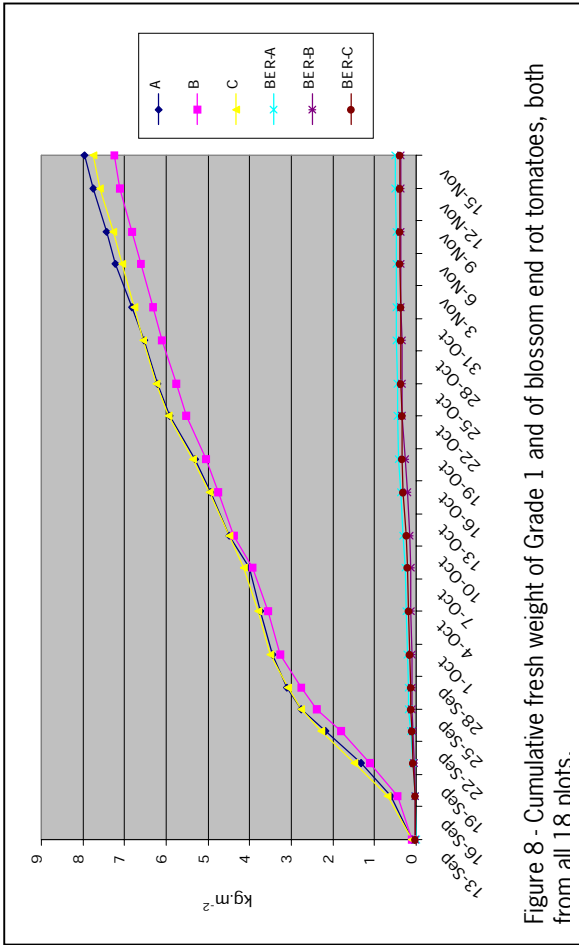


Figure 8 - Cumulative fresh weight of Grade 1 and of blossom end rot tomatoes, both from all 18 plots.

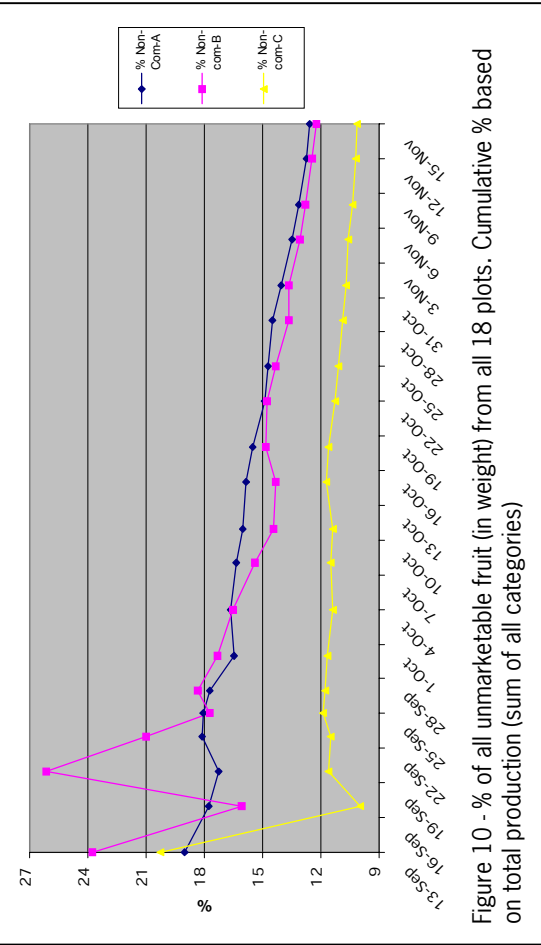


Figure 10 - % of all unmarketable fruit (in weight) from all 18 plots. Cumulative % based on total production (sum of all categories)

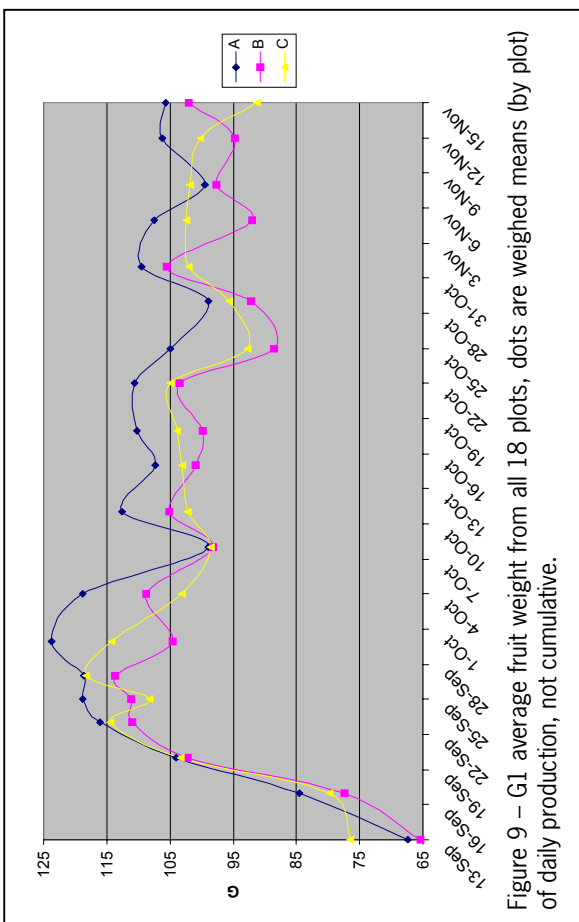


Figure 9 - G1 average fruit weight from all 18 plots, dots are weighed means (by plot) of daily production, not cumulative.

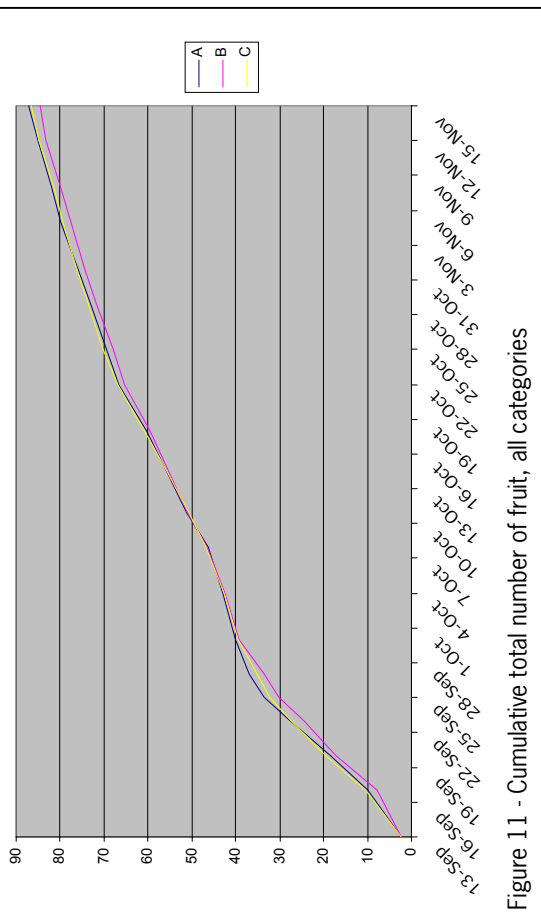


Figure 11 - Cumulative total number of fruit, all categories