

## Vochtvoorziening, stikstofbemesting en interne waterbalans bij bloemisterijgewassen

### Inleiding

Uit vele onderzoeken is gebleken, dat de groeisnelheid van de plant sterk terugloopt bij een hoge zuigspanning in de plant (Slatyer, 1957; Brouwer, 1963). Daar de interne waterbalans van de plant niet alleen afhankelijk is van de beschikbaarheid van het water in de grond, maar ook van een reeks van andere milieufactoren, is de zuigspanning in het blad een veel betere maat voor de vochtthuishouding van de plant dan de vochttoestand van de grond (Kramer, 1963).

De zuigspanning in de plant wordt enerzijds bepaald door de transpiratie van de plant, anderzijds door de vochttoestand van de grond en de aanvoersnelheid van het water.

Door Rijtema (1965) is de volgende betrekking voor de zuigspanning in het blad ( $S_t$ ) opgesteld:

$$S_t = E (R_{pl} + b/k) + S_g \quad (1)$$

Hierin is  $E$  de transpiratie en  $S_t$  de totale zuigspanning in de grond. De aanvoersnelheid van het water hangt samen met de transportweerstand in de plant  $R_{pl}$ , het capillair geleidingsvermogen  $k$  in de wortelzone en de grootte van het wortelstelsel  $b$  (een geometriefactor).

In verband met het relatief hoge zoutgehalte in pot- en kasgronden moet niet alleen rekening worden gehouden met de zuigspanning bepaald door de vochtvoorraad en poriënverdeling van de bodem (de zg. matrix zuigspanning  $S_m$ , maar ook met de osmotische zuigspanning van de bodemoplossing i.v.m. de opgeloste zouten  $S_s$  (Wadleigh en Ayers, 1945). Daarom is  $S_m$  in de oorspronkelijke formule vervangen door  $S_t$ .

Voor  $S_t$  geldt de volgende betrekking:

$$S_t = S_m + S_s \quad (2)$$

Per plantesoort wordt  $E$  door de klimatologische omstandigheden bepaald;  $R_{pl}$  is afhankelijk van de aëratie en de temperatuur in het wortelmilieu.

Op grond van het bovenstaande kan  $S_t$  als een waardevolle indicatie worden gebruikt voor de invloed van één of meer milieufactoren op de reactie van het gewas bij een bepaalde teeltbehandeling. Vooral voor de bloemisterij is dit van groot belang. Immers juist in deze sector is, wegens het voorkomen van grote variaties in klimaatomstandigheden, een beter inzicht in de invloed van milieufactoren een dringende eis. Een meer verantwoorde generalisering van proefre-

sultaten en een betere advisering op de bedrijven zullen er het gevolg van zijn.

In het volgende zullen de vochtvoorziening en de verzouting als beperkende factoren bij de werking van de stikstofbemesting, op basis van de zuigspanningstheorie worden besproken.

### De samenhang tussen stikstofbemesting en vochtvoorziening

In een proef met gloxinia werden vijf stikstoftrappen (100, 200, 300, 400 en 500 mg N per l potgrond) gecombineerd met drie vochttrappen (pF 1.4, 1.9 en 3.8 resp. 90, 65 en 40 % van de watercapaciteit). De potten waren afgedekt met grind. De potgrond bestond uit 1 volumedeel zand en 9 volumedelen turfstrooisel. In fig. 1 staan de resultaten van deze proef weergegeven. In de kwadranten II (links boven) en IV (rechts onder) komt de negatieve invloed van een hogere pF uit de laagsgewijze ligging van de curven duidelijk naar voren. Frappant is dat het verschil tussen pF 1.4 en pF 1.9 reeds zo groot is. De daling van het opbrengstniveau met stijgende pF volgt uit de verhouding van de zuigspanning  $S_t$ , die volgens vergelijking (1) uit de stijging na  $S_t$  moet voortvloeien.

De remmende werking van de pF-stijging op het stikstofeffect komt tot uitdrukking in het verschil in hellingshoek van de curven in het sub-optimale traject. Hoe hoger de pF, des te geringer de opbrengstvermeerdering per eenheid van stikstofgift. Bij de versgewichtopbrengst treedt een samenhang tussen optimale gift en vochttrap aan de dag. Het optimum ligt voor 90,65 en 40 % watercapaciteit (w.c.) resp. bij 500, 400 en 300 mg N/l. Bij de droge-stofopbrengst ontbreekt deze samenhang.

De daling in het eindtraject van de stikstofcurven blijkt met stijgende pF toe te nemen. Deze interactie berust op de in verhouding sterke toename van de zoutconcentratie van de bodemoplossing per eenheid van zouttoevoeging bij stijgende pF met geringer vochtvolume van de grond.

De gevonden interactie tussen pF en stikstofgift stemt overeen met de resultaten van Bierhuizen et al. (1959). Uit kwadrant I (rechtsboven) valt op te maken, dat het droge-stofgehalte (d.i. hoeveelheid droge stof bij bepaald versgewicht) afneemt met stijgend vochttekort. Bij 90 cm en 65 % w.c. neemt het tussen de 3e en 5e N-trap ook af met stijgende stikstofgift; bij 40 % w.c. ziet men hetzelfde tussen de 1e en 3e N-trap.

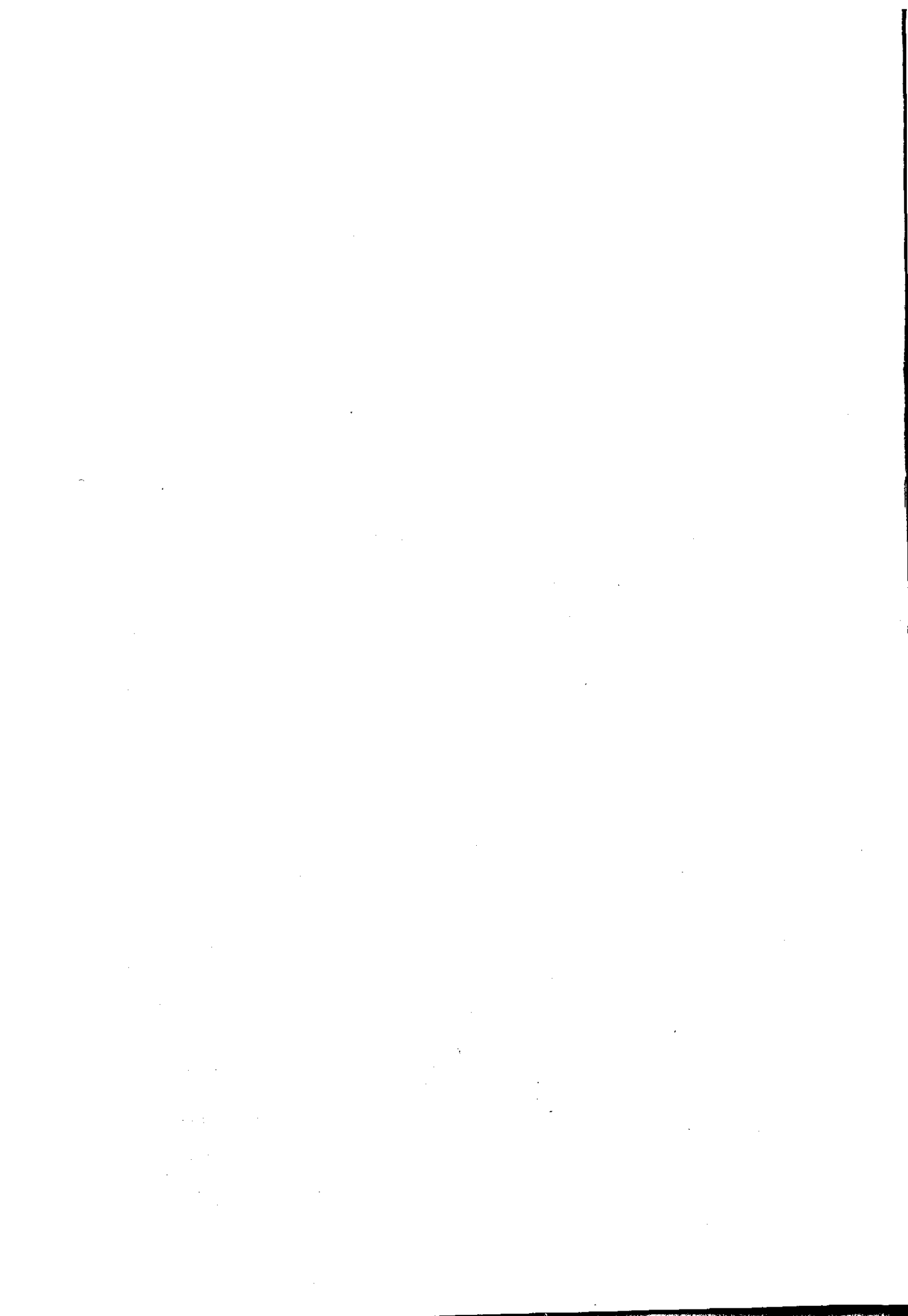


Fig. 1  
 5 N x 3 vochtproef Gloxinia 1968  
 Invloed van de vochttoestand op de relaties N-gift—drooggewicht,  
 N-gift—versgewicht en drooggewicht—versgewicht.

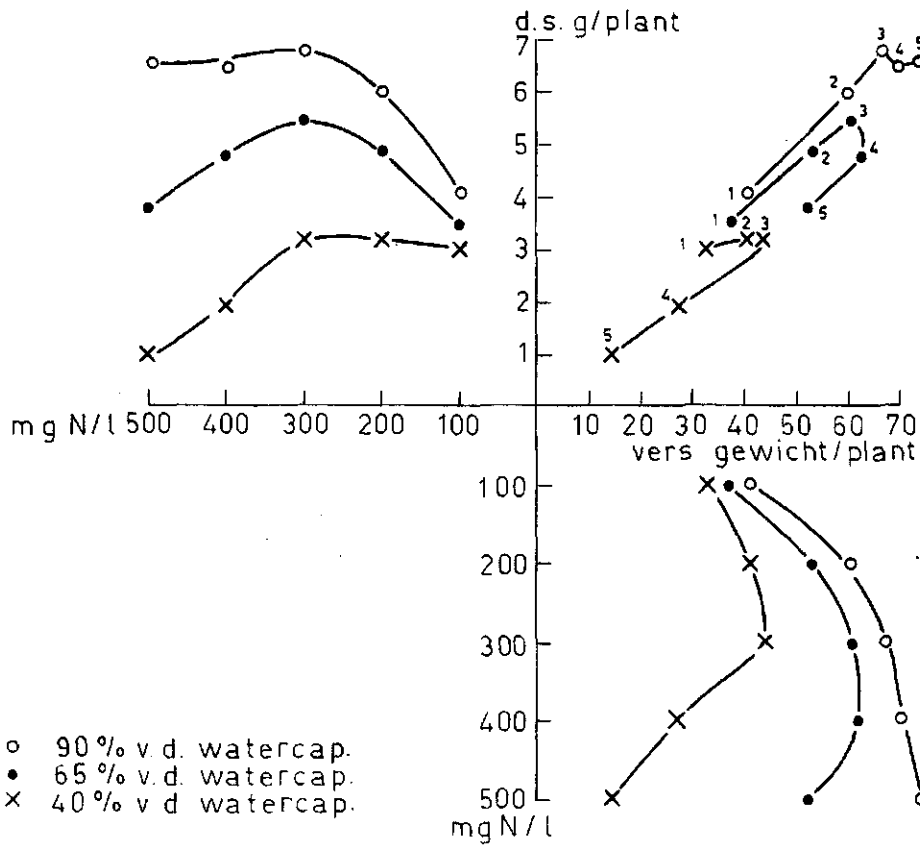
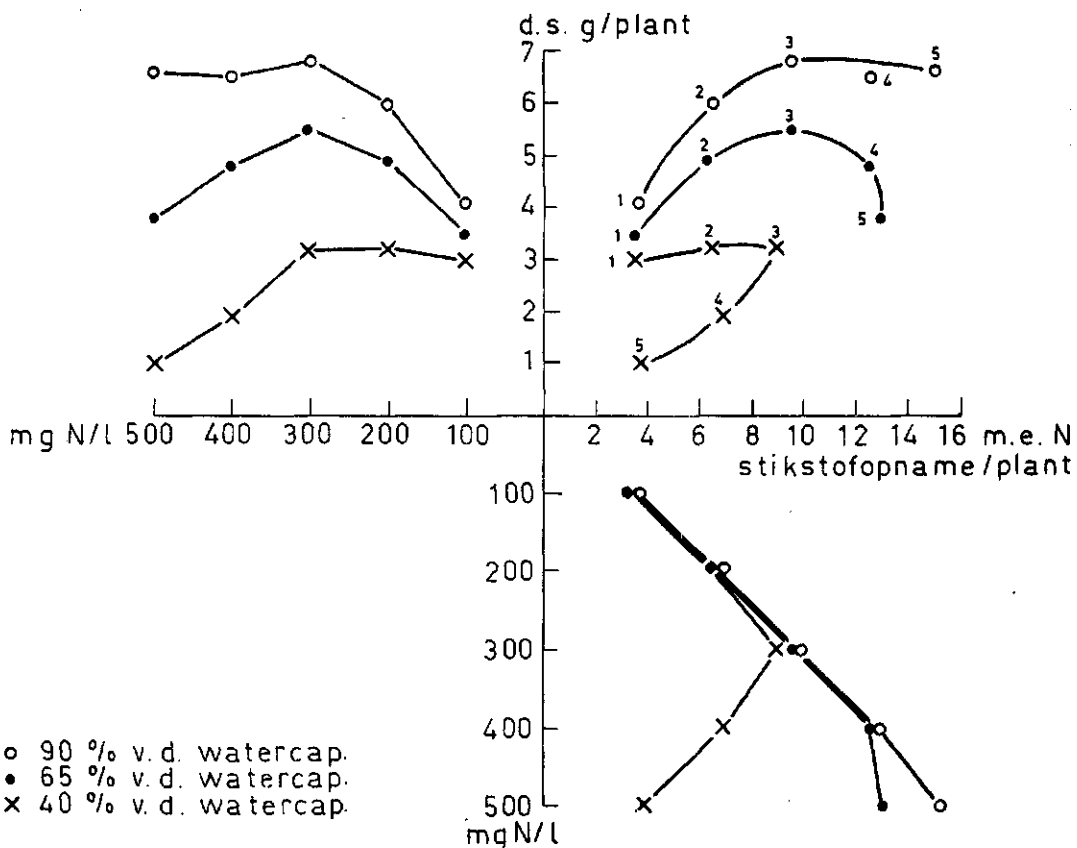


Fig. 2  
 5 N x 3 vochtproef Gloxinia 1968  
 Invloed van de vochttoestand op de relaties N-gift—drooggewicht,  
 N-gift—N-opname en N-opname—drooggewicht.





Uit kwadrant IV (rechts onder) van fig. 2 blijkt, dat de stikstofopname bij 90 % w.c. tot aan 500 mg N/l praktisch rechtlijnig toeneemt met de stikstofgift. Bij 65 % w.c. loopt het rechtlijnige traject tot aan 400 N/l, bij 40 % w.c. tot aan 300 mg N/l. In het traject beneden laatstgenoemde gift vallen de drie lijnen praktisch samen. In dit gebied ontbreekt dus een pF-invloed op de stikstofopname. Boven 300 mg N/l doet ze zich gelden en wel des te meer, naarmate de stikstofgift hoger is.

Kwadrant I van fig. 2 geeft een indruk van de benuttingsgraad van de opgenomen stikstof. Illustratief is het stikstofopnametraject tussen 4 en 9 m/plant. In dit gebied valt een duidelijke daling van de drogestofopbrengst bij dezelfde stikstofopname door pF-verhoging te constateren. Zoals vermeld, ontbreekt in dit traject een pF-effect op de stikstofopname. De duidelijke achteruitgang van het stikstofeffect op de drogestofopbrengst bij stijgend vochttekort (zie kwadrant II) blijkt dus geheel te berusten op de door het vochttekort teweeggebrachte vermindering van de **besmetting** van de opgenomen stikstof. De verklaring voor deze verlaging moet worden gezocht in de samenhang tussen eiwitsynthese en zuigspanning in de plant.

Uit verschillende onderzoeken is namelijk het negatieve effect van vochttekort op de eiwitsynthese gebleken. Zo wisten Barnette en Naylor (1966) in een onderzoek met Bermudagrass aan te tonen dat de eiwitsynthese door vochttekort werd geremd, terwijl het eiwitniveau in de plant bovendien door proteolyse (eiwitafbraak) daalde. De animo-zuursynthese werd evenwel voortgezet.

Bovenstaande resultaten stemmen goed overeen met de remmende invloed van een te geringe vochtvoorziening, die door De Wit (1953) voor de stikstofbemesting van haver werd gedemonstreerd.

In fig. 3 staat het verband tussen drogestofopbrengst en het totale waterverbruik voor alle objecten weergegeven. De nummers bij de punten geven de rangorde van de stikstoftrap aan. De punten blijken medeendeels goed op een door de oorsprong gaande rechte lijn te passen.

Voor het grootste deel van de proef geldt dus dat de transpiratiecoëfficiënt (t.c.) niet door de stikstofgift of de vochttrap wordt beïnvloed. Punten die een hogere t.c. vertonen, zijn die van de laagste N-trap bij elk van de drie vochttrappen en die van de 4e en 5e N-trap van de laagste vochttrap. De eerste drie gevallen kunnen waarschijnlijk aan een verminderde blad-efficiency door een gestoorde chlorophylvorming worden toegeschreven, de twee laatste aan een te sterke ademhaling als gevolg van het grote vochttekort.

#### De samenhang tussen stikstofeffect en verzouting

In de vorige proef werd de invloed van de pF op de relatie stikstofgift-opbrengst bestudeerd. Deze invloed kon op bevredigende wijze op basis van zuig-

spanningsveranderingen in de plant worden geïnterpreteerd. Uit vergelijkingen (1) en (2) kan worden afgeleid, dat  $S_1$  op soortgelijke wijze  $S_m$ , de zuigspanning in het blad beïnvloed. Verondersteld mag dus worden, dat verzouting het stikstofeffect op analoge wijze beïnvloed als vochttekort.

In de onderhavige proef werden dezelfde stikstofgiften als uit de vorige proef, gecombineerd met twee NaCl-trappen (0 en 1200 mg N/l). De pF werd gestandaardiseerd op pF 1,4. Als proefplant werd deze keer chrysant gekozen.

De resultaten, samengevat in fig. 4, blijken bovenstaande veronderstelling te bevestigen. De curven uit kwadrant II resp. IV vertonen een duidelijke overeenkomst met die uit de corresponderende kwadranten van fig. 1. Evenals vochttekort, doet zouttoevoeging het opbrengstniveau en het stikstofeffect dalen. Voorts is ook hierbij sprake van een verschuiving van het stikstofoptimum, in dit geval onder invloed van de NaCl-gift. Bij 0 NaCl is namelijk 400 mg N/l optimaal, bij NaCl 200 mg N/l. Een versterking van de daling aan het eind van de stikstofcurve treedt hier niet op. Daar het vochtvolume in de grond bij beide zouttrappen gelijk is, hoeft dit niet te verwonderen.

Uit kwadrant I blijkt, dat het drogestofgehalte afneemt met stijgende stikstof- en zoutgift.

In fig. 5 en 6 is de gang van de dagelijkse verdamping per plant voor de objecten N1Z1, N1Z2, N3Z1, N3Z2 resp. N1Z1, N1Z2, N5Z1 en N5Z2 afgebeeld. De grote schommelingen zijn toe te schrijven aan de verschillen in het weertype, die gedurende de proef optraden. Gedurende de eerste vijf dagen is het bladoppervlak voor alle objecten nog gelijk. De verdampingscijfers in deze periode vormen dus een goede maat voor de transpiratiesnelheid per eenheid van bladoppervlak. Op basis van het cijfer bij N1Z1, blijkt de relatieve transpiratiesnelheid met stijgende stikstofgift zowel als met stijgende-zoutgift te dalen. Daar daling van de relatieve transpiratiesnelheid het gevolg moet zijn van een hoge zuigspanning  $S_1$  (zie Brouwer, 1963, en Ehlig en Gardner, 1964), betekent dat dat  $S_1$  inderdaad met hogere stikstof- en zoutgift toeneemt. Evenals voor de werking van de vochtvoorziening, blijkt  $S_1$  het fysiologische aangrijpingspunt voor de werking van de verzouting te zijn. Uiteraard kan de ionenbalans daarnaast een rol spelen.

Stikstof en NaCl werken beide verzoutend. De eerste heeft bovendien een voedende werking. Het verschil in aard tussen beide zouten wordt door het verdere verloop van de curven in fig. 5 en 6 geïllustreerd. Wegens de nauwe samenhang met het bladoppervlak is het verdampingscijfer een getrouwe weerspiegeling van de verschillen in groei-ontwikkeling tussen de verschillende objecten. De wisselwerking tussen het positieve en negatieve aspect van stikstof blijkt uit het feit, dat N1 na zekere tijd wordt ingehaald door N3 en nog later zelfs door N5. Het is voorts duidelijk, dat dit inhalen bij 0 NaCl op een eerder tijdstip plaatsvindt dan bij + NaCl.



Fig. 3  
 5 N x 3 vochtproef Gloxinia 1968  
 Relatie tussen droge-stofproductie en totaal waterverbruik.

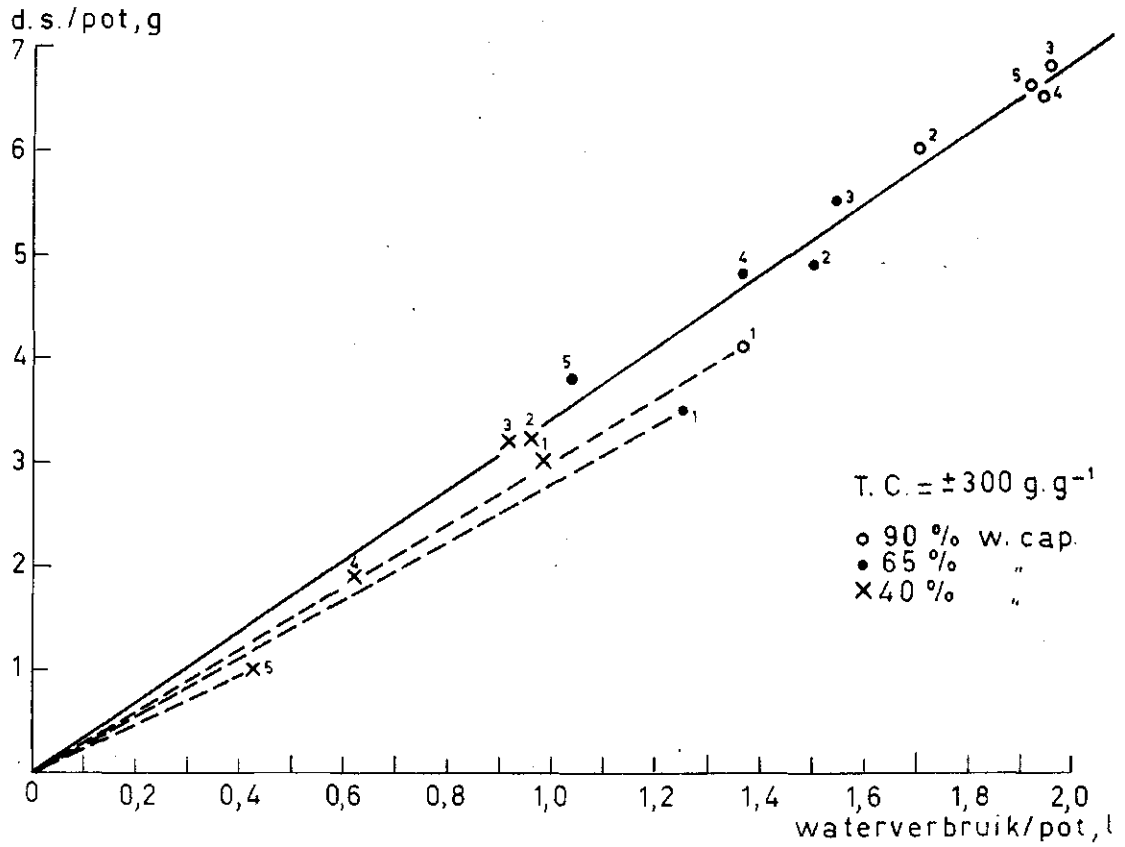


Fig. 4  
 5 N x 2 NaCl-proef chrysanthe 1968  
 Invloed van NaCl op de relaties N-gift—drooggewicht, N-gift—versgewicht,  
 en drooggewicht—versgewicht.

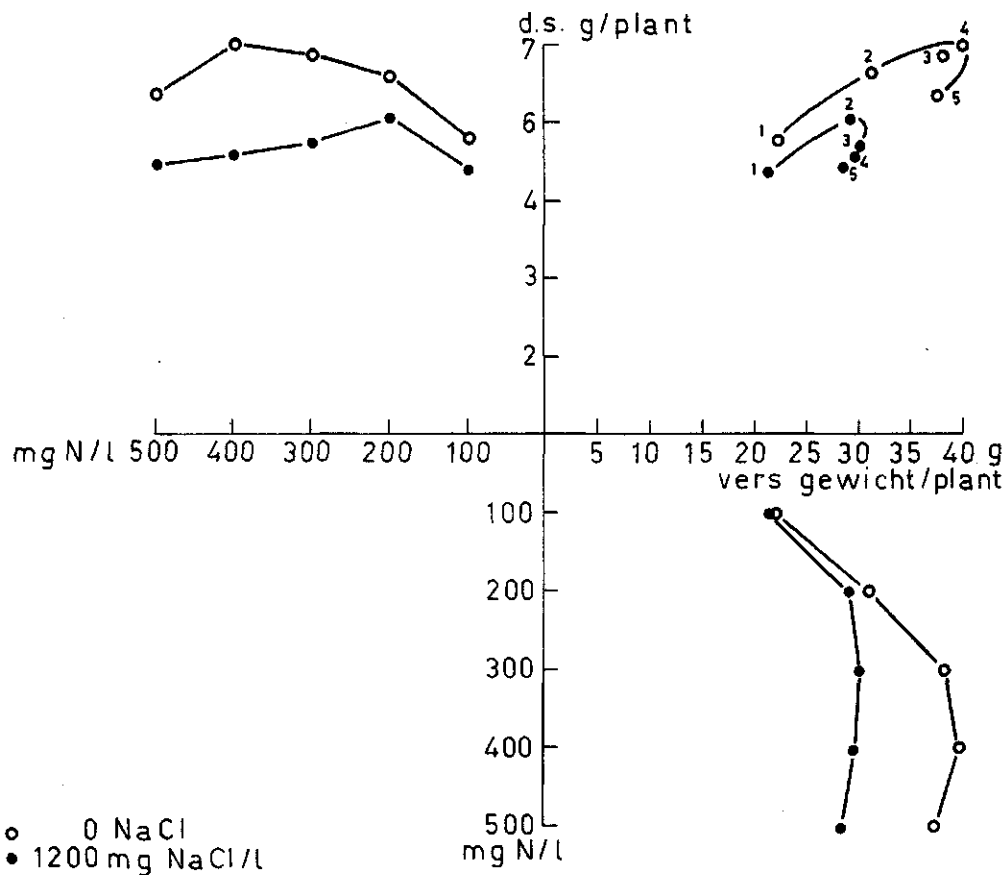






Fig. 5  
 5 N x 2 NaCl—proef chryasant 1968  
 Relatie tussen de dagelijkse verdamping en groeistadium voor  
 de objecten N<sub>1</sub>Z<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>Z<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>Z<sub>1</sub> en N<sub>3</sub>Z<sub>2</sub>.

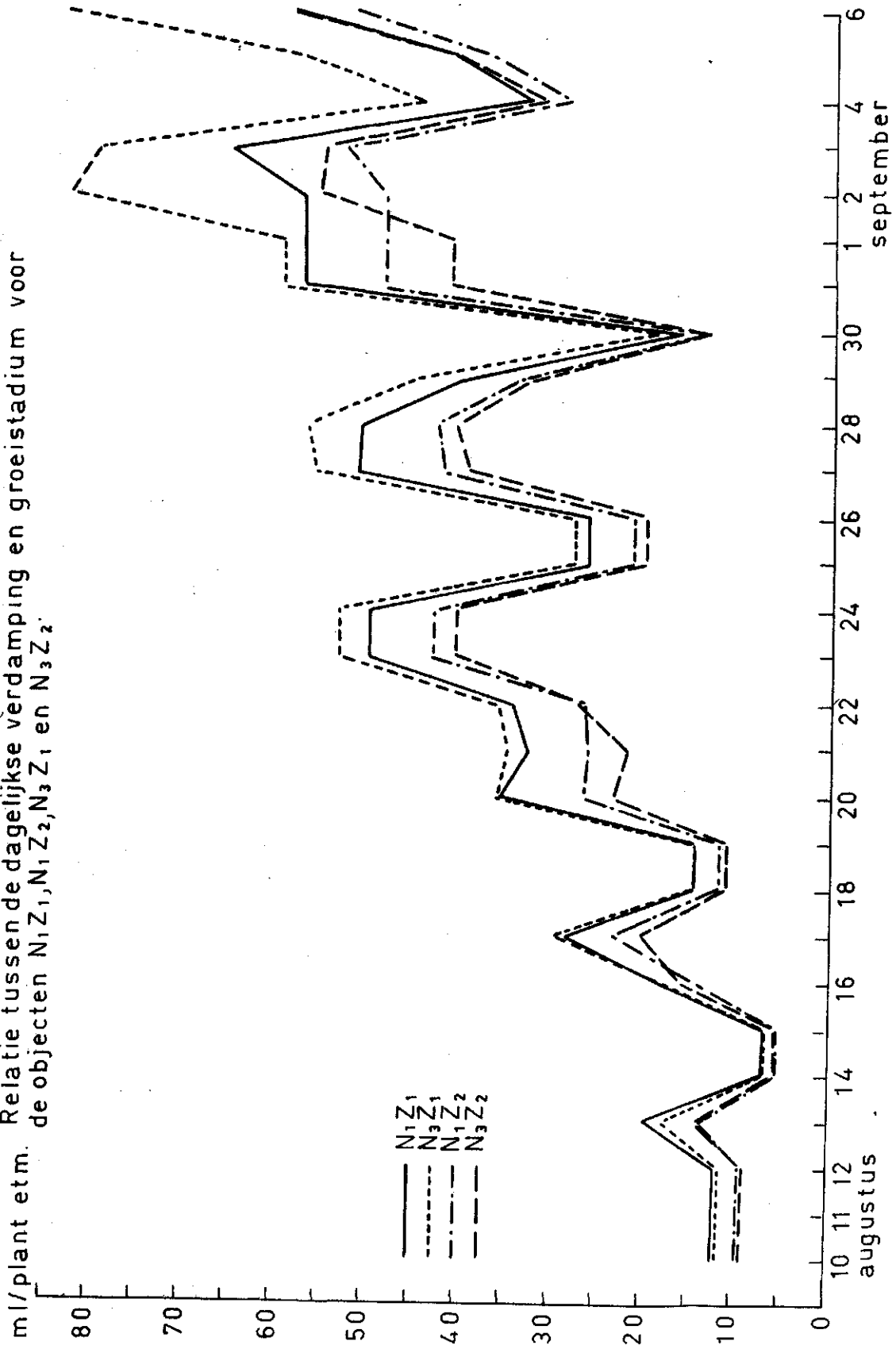
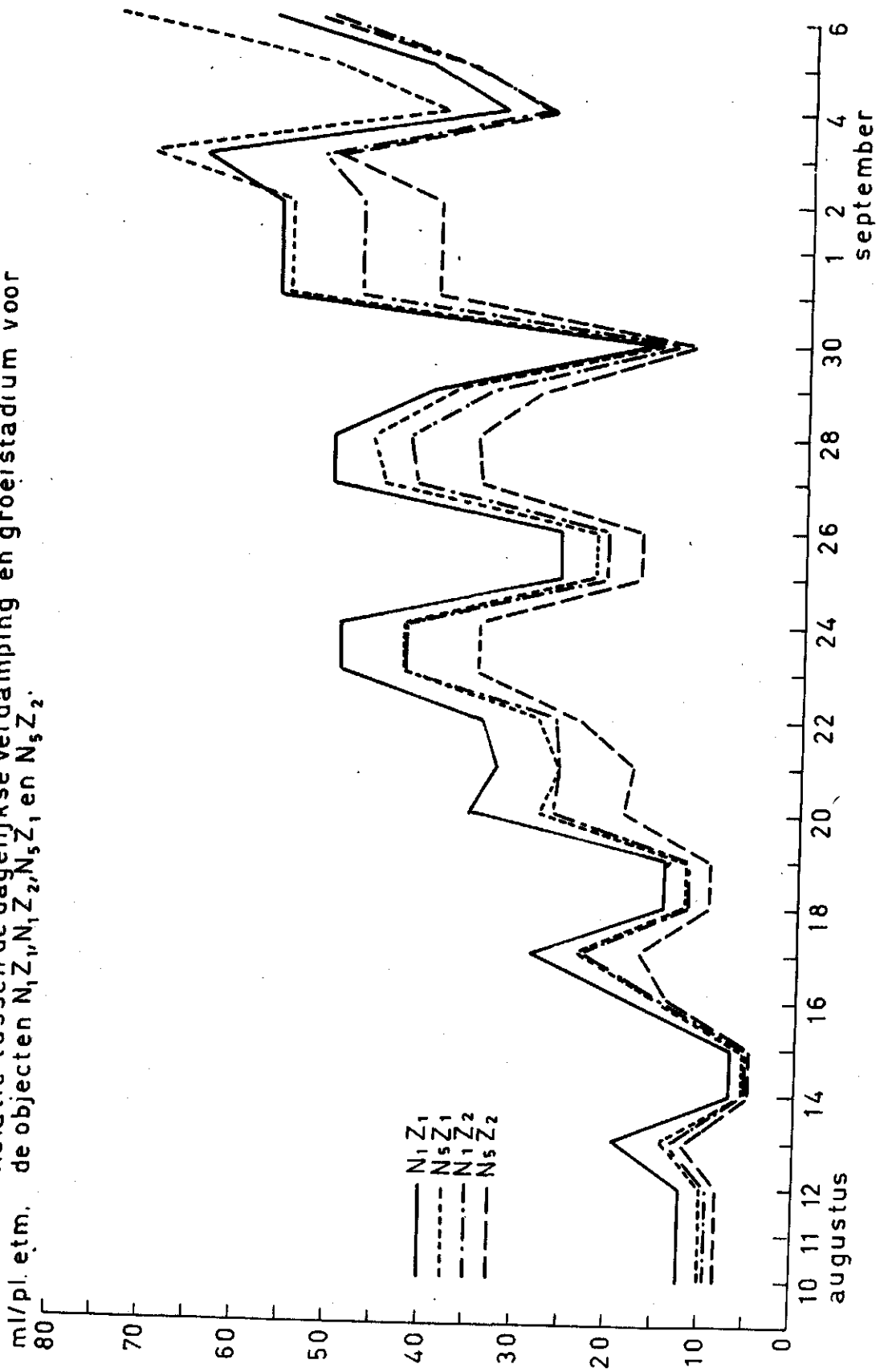




Fig. 6  
 5Nx2 NaCl—proef chryasant 1968  
 Relatie tussen de dagelijkse verdamping en groeistadium voor  
 de objecten N<sub>1</sub>Z<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>Z<sub>2</sub>, N<sub>5</sub>Z<sub>1</sub> en N<sub>5</sub>Z<sub>2</sub>.



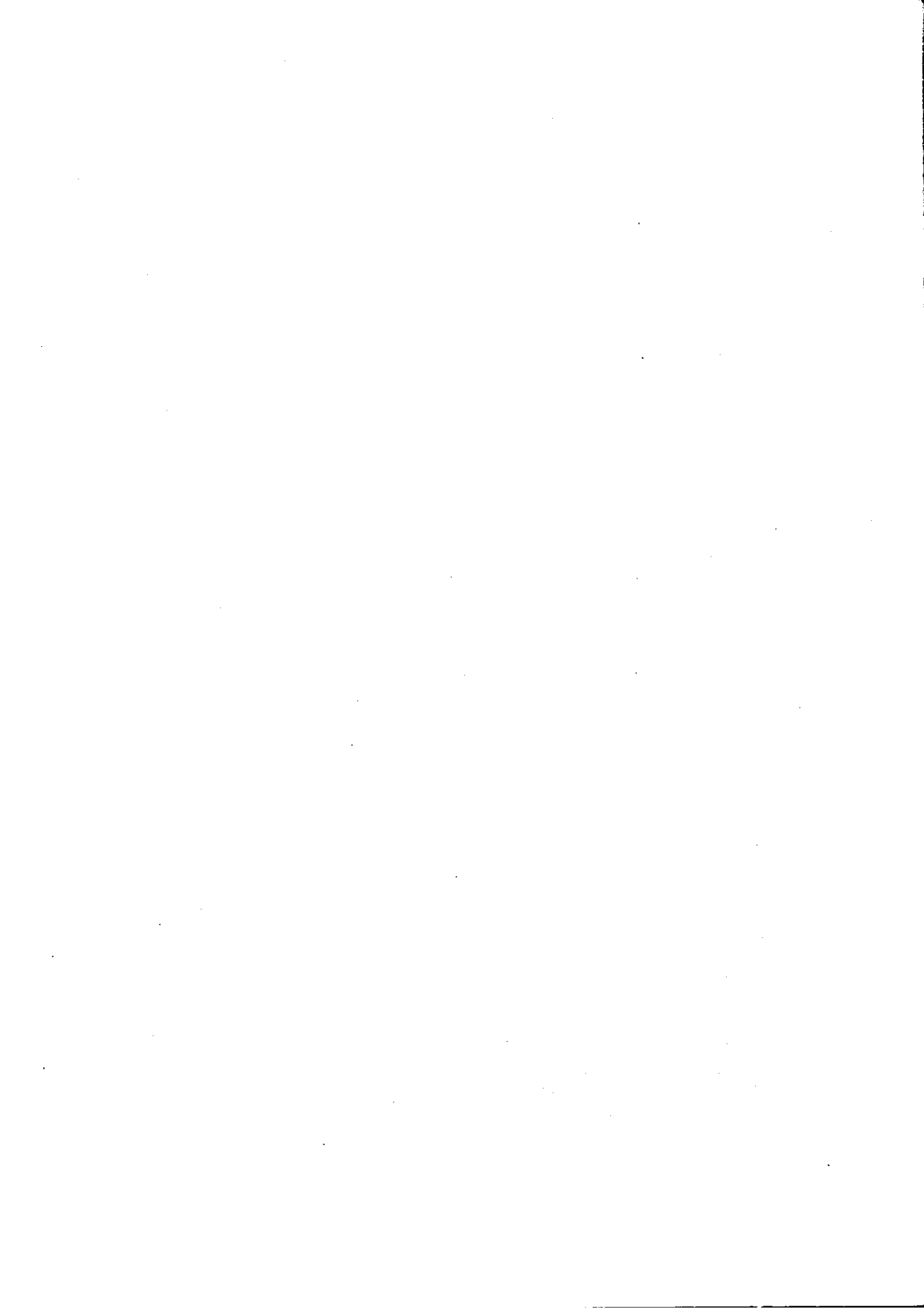
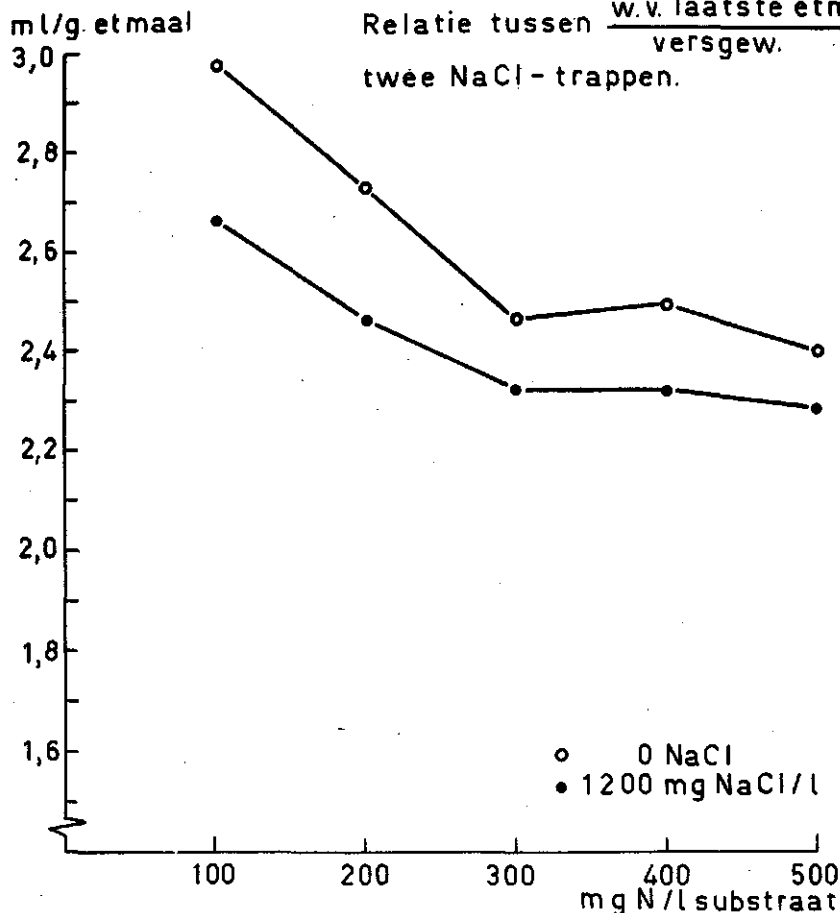


Fig. 7  
5 N x 2 NaCl-proef

Relatie tussen  $\frac{\text{w.v. laatste etm.}}{\text{versgew.}}$  en N-gift bij de twee NaCl-trappen.



Al naar gelang de grootte van de stikstofgift, breekt er voor elke trap kennelijk vanwege de geleidelijke uitputting van de N-voorraad in de grond een moment aan, waarop ten opzichte van een hogere N-trap, het voordeel van een lagere  $S_1$  door N-tekort teloor gaat. Het voordeel van de lagere  $S_1$  had men echter kunnen prolongeren door de N-voorraad tijdig aan te vullen. Deze ervaring onderstreept nog eens de juistheid van de opvatting, dat dikwijls herhaalde bemesting met geringe hoeveelheden beter is dan schoksgewijze bemesting met grote hoeveelheden.

Wegens het ontbreken van het voedingsaspect, komt het inhaalverschijnsel bij de NaCl-behandelingen niet voor. Nergens komt Z2 bij corresponderende N-trap boven Z1 uit.

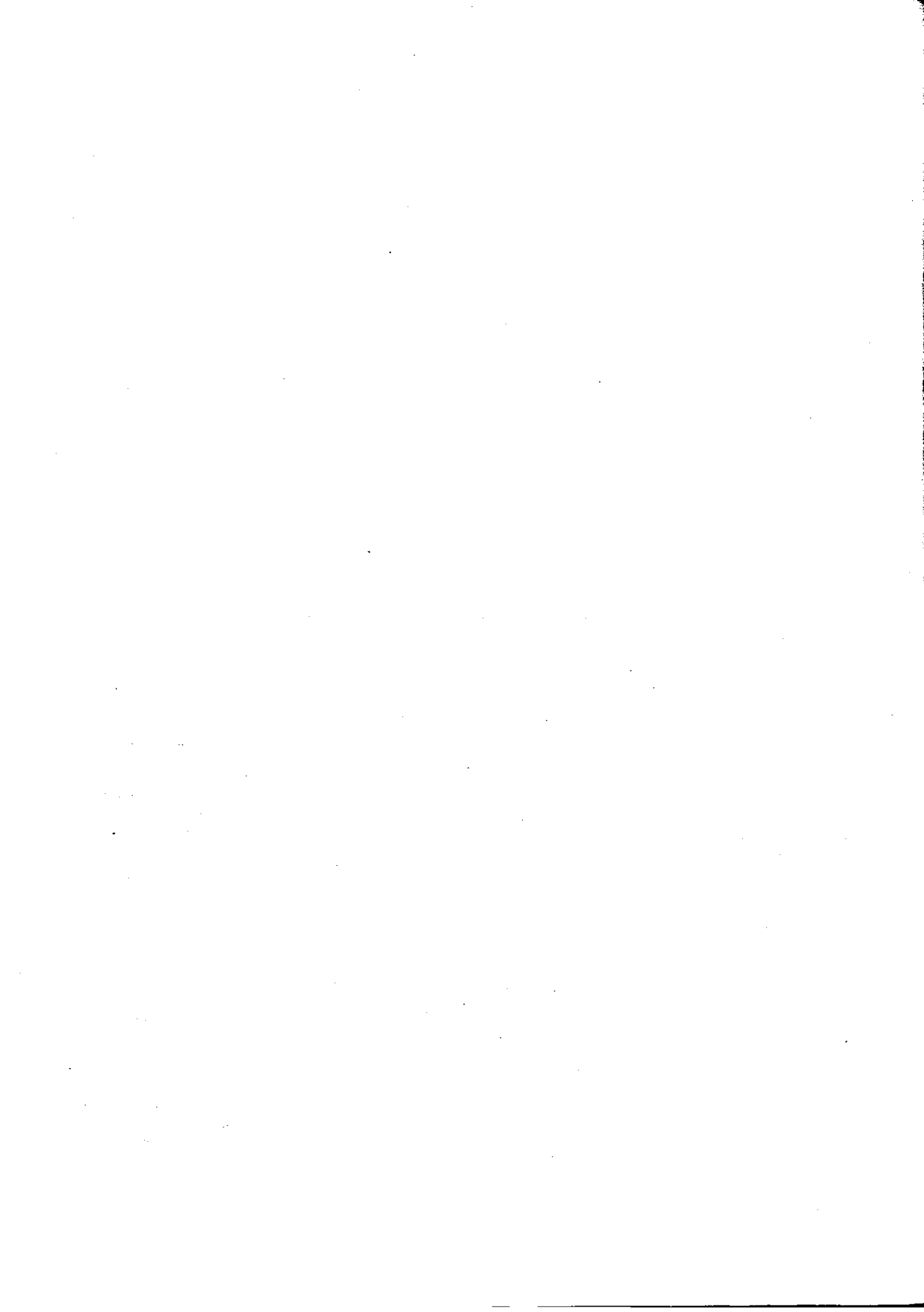
Bij de waargenomen fasegewijze opschuiving van de optimale groei van lagere naar hogere stikstoftrappen rijst de vraag of hierbij ook een osmotische aanpassing van de plant bij de hogere stikstoftrappen een rol speelt. In fig. 7 is de verhouding van de verdamping per plant gedurende het laatste etmaal tot de versgewichtopbrengst per plant tegen de stikstofgift uitgezet. Op grond van de nauwe samenhang tussen bladoppervlak en versgewichtopbrengst (zie Bierhuizen et al., 1959) kan de genoemde verhouding als een goede benadering van de transpiratiesnelheid per eenheid van bladoppervlak worden beschouwd. De

transpiratiesnelheid blijkt ongeveer een maand na de inzet van de proef nog altijd negatief door de stikstof- en zoutgift te worden beïnvloed. Een volledige osmotische aanpassing van de plant heeft zich dus in deze proef niet voorgedaan, doch de mogelijkheid van een gedeeltelijke osmotische adaptatie moet worden opengelaten. Meer gedetailleerd onderzoek over deze kwestie onder betere geconditioneerde omstandigheden is daarom vereist.

Over de transpiratiecoëfficiënt, d.i. de totale hoeveelheid verdampt water tijdens het groeiseizoen betrokken op de massa geproduceerde droge stof, kan nog worden opgemerkt dat deze noch door de stikstof-, noch door de NaCl-gift is beïnvloed.

#### Discussie

De remmende invloed zowel van een beperkte vochtvoorziening als van de verzouting op het effect van de stikstofbemesting blijkt dus, zij het geheel of grotendeels, te herleiden te zijn tot veranderingen in de zuigspanning in de plant. Voor een optimaal rendement van de stikstofbemesting moet de zuigspanning in de plant dus zoveel mogelijk in de hand worden gehouden. Hiertoe dragen bij: een goede samenstelling van de potgrond, een verantwoord bemestingsprogramma, een juist bevoeiing met zoutarm giet-



water, een gunstige worteltemperatuur en bij potplanten een weloverwogen keuze van de potmaat. Uit de vergelijking van Rijtema (1965) kan voorts worden afgeleid, dat de zuigspanning in het blad ook door het kasklimaat wordt beïnvloed. Bij ongunstige condities van het kasklimaat kan dus ook een remmende invloed op de plantegroei tengevolge van een onjuiste zuigspanning in het blad worden verwacht. Inderdaad vond Brouwer (1963) dat het relatieve schadelijke effect van een hoge osmotische druk van de voedingsoplossing bij boneplanten steeg met toenemende lichtintensiteit, omdat de zuigspanning in de plant te hoog opliep.

Het is dus duidelijk dat de maatregelen ter verkrijging van een zo hoog mogelijk rendement van de stikstofbemesting zich eveneens moeten uitstrekken tot de bovengrondse milieufactoren. De beheersing van deze factoren, die bij de glasteelt tot de normale teelttechnieken behoort, vormt op zich nog een groot probleem. Voor een meer effectieve regeling van het kasklimaat zou het daarom van groot nut zijn, indien men de zuigspanning in het blad op eenvoudige wijze van een meetinstrument zou kunnen aflezen. Voor een betere afstemming van de klimaatsomstandigheden is bovendien meer kennis omtrent de specifieke biohydrologische eigenschappen van de verschillende bloemisterijgewassen vereist. Ook aan het gedrag van de huidmondjes onder de variërende omstandigheden van het kasklimaat moet aandacht worden besteed.

### Samenvatting

Uit een factoriële proef met vijf stikstof- en drie vochttrappen bij gloxinia is duidelijk gebleken dat de vochtvoorziening het effect van de stikstofbemesting mede bepaalt. In een factoriële proef met vijf stikstof- en twee NaCl-trappen werd voorts aangetoond dat de verzouting van de grond een soortgelijke invloed uitoefent. De resultaten kunnen in beide gevallen op bevredigende wijze op basis van de zuigspanningstheorie worden verklaard. De gevonden daling van het stikstofeffect bij toenemend vochttekort of verzouting wordt toegeschreven aan een verminderde benutting van de opgenomen stikstof samenhangend met een geringe eiwitsynthese.

Geconcludeerd wordt, dat voor een optimaal rendement van de stikstofbemesting bij bloemisterijgewassen het noodzakelijk is de zuigspanning in de plant in de hand te houden. Maatregelen daartoe dienen niet alleen tot de factoren in het wortelmedium beperkt te blijven, doch zich ook tot de bovengrondse milieufactoren uit te strekken.

### Literatuur

Barnette, N. M. and A. W. Naylor: *Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress*. Plant Physiol. 41 (1966) 1222-1230.

Bierhuizen, J. F., A. A. Abd El Rahman and P. J. C. Kuiper: *The effect of nitrogen application and water supply on growth and water requirement of tomato under controlled conditions*. Mededel. Landbouwhogeschool Wageningen 59 16 (1959) 1-8.

Brouwer, R.: *The influence of the suction tension of the nutrient solutions on growth, transpiration and diffusion pressure deficit of bean leaves (Phaseolus vulgaris)*. Acta Botan. Neerl. 12 (1963) 248-261.

Brouwer, R.: *Some physiological aspects of the influence of growth factors in the root medium on growth and dry matter production*. In Jaarboek I.B.S. Inst. Bot. Scheik. Onderzoek. Landbouwgewassen Wageningen. Mededel. 212 219 (1963) 11-30.

Ehlig, C. F. and W. R. Gardner: *Relationship between transpiration and the internal water relations of plants*. Agron. J. 56 (1964) 127-130.

Kramer, P. J.: *Water stress and plant growth*. Agron. J. 55 (1963) 31-35.

Rijtema, P. E.: *An analysis of actual evapotranspiration*. Verslag Landbouwk. Onderzoek. 659 (1965) 107 pp.

Slattery, R. O.: *The influence of progressive increases in total soil moisture stress on transpiration, growth and internal water relationships of plants*. Australian J. Biol. Sci. 10 (1957) 320-336.

Wardleigh, C. H. and A. D. Ayers: *Growth and biochemical composition of bean plants as conditioned by soil moisture tension and salt concentration*. Plant Physiol. 20 (1945) 106-132.

Wit, C. T. de: *A physical theory on placement of fertilizers*. Verslag Landbouwk. Onderzoek. 59 4 (1953) 71 pp.

### Summary

612 305

**Moisture supply, nitrogen fertilizers and internal water balance in floricultural crops** - R. Arnold Bik. Institute for Soil Fertility stationed at the Research Station for Floriculture in the Netherlands. Aalsmeer. Page 373.

A factorial test with five nitrogen and three moisture levels in gloxinias has clearly revealed that the moisture supply also determines the effect of nitrogen fertilizers.

A factorial test with five nitrogen and two NaCl-levels also proved that the salination of the soil has a similar effect.

The results can in both cases be explained to satisfaction by means of the suction tension theory.

The fall of the nitrogen effect, registered when there is a growing deficiency of moisture or salination, is attributed to a decrease in nitrogen consumption which is connected with a checked protein synthesis. The conclusion is that, for an optimal effect of the nitrogen consumption in floricultural crops, it is essential to keep the suction tension of the plant in hand.

Measures to this effect should not only be restricted to factors in the root medium but also to milieu factors above ground.