

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

VERDAMPINGSMETINGEN IN SURINAME
(70/23)

Deel I: Beschrijving van het ontwerp en de constructie
van een hydraulisch weegbare lysimeter

H. Kieft

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding
van Dr.Ir. R.W.R. Koopmans

december 1971

I N H O U D

Blz.

1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding</u>	5
4. <u>Uitvoering</u>	6
4.1. Algemeen	6
4.2. De lysimeterbak	8
4.3. De lysimeterkelder	11
4.4. Het weegsysteem	12
5. <u>Slotbeschouwing</u>	16
6. <u>Literatuur</u>	17

1. SAMENVATTING

In dit rapport wordt verslag gegeven van het ontwerpen en construeren van een weegbare lysimeter. De weging geschiedt door middel van een hydraulisch systeem, waarbij de lysimeterbak op twee drukkussens staat. De druk in deze kussens wordt meetbaar gemaakt met behulp van een manometer. Naast het meten van de druk in de kussens, worden de hoeveelheden percolerend water en oppervlakkig afstromend water apart geregistreerd. Aldus bestaat de mogelijkheid tot het verrichten van waterbalansstudies.

2. VOORWOORD

In het kader van zijn cultuurtechnische praktijk in Suriname heeft H. Kieft, begeleid door Dr.Ir. R.W.R. Koopmans, onder andere gewerkt aan het ontwerpen en construeren van de lysimeter op het CELOS-terrein.

3. INLEIDING

Bij het ontwerpen van waterbeheersingsplannen is het van groot belang om zo nauwkeurig mogelijk op de hoogte te zijn van de relevante hydrologische grootheden. Naast het vinden van juiste ontwateringscriteria is het wenselijk om zoveel mogelijk te weten over de verdeling van de neerslag over run-off, ondergrondse afvoer en verdamping. Vooral de verdamping is vaak een moeilijk te bepalen grootheid. Er bestaan daartoe verschillende methoden zoals meteorologische methoden en berekeningen via een energie- of een waterbalans. De verdamping van kleine oppervlakten is direkt te meten met lysimeters, welke berusten op het waterbalans-principe. De meteorologische methoden en de waterbalans (verdampingspannen) zijn in Suriname met wisselend succes toegepast. (DOUWES, 1971, KAMERLING 1963 - '69, LENSELINK, 1970). Direkte verdampingsmetingen zijn echter nog maar zeer weinig uitgevoerd. De verschillende berekeningen en metingen wijzen niet op een groot verschil in verdamping tussen de droge en natte tijden. SCHROO (1971) veronderstelt echter een beduidend hogere verdamping in de droge dan in de natte tijden. Omdat er in Suriname, vanwege de ongelijkmatige neerslagverdeling over het jaar, behoefte bestaat aan aanvullende irrigatie, is het gewenst om de verdamping vrij nauwkeurig te kennen. Daarom is het CELOS overgegaan tot de bouw van een weegbare lysimeter.

Weging van de lysimeterbak kan op verschillende manieren plaatsvinden. De eenvoud van het hydraulische systeem voor weging van grote gewichten is de voornaamste reden geweest voor toepassing van dit systeem alhier. Het hydraulisch meetsysteem vraagt, als het eenmaal geïnstalleerd en geijkt is, weinig of geen onderhoud en de kansen op mechanische of elektronische defecten (die bij andere meetsystemen nogal eens op kunnen treden) zijn zeer gering. Dit is in gebieden waar technisch-specialistische hulp niet direkt bij de hand is, wel belangrijk.

Ook de run-off en de percolatie in de lysimeterbak zijn door eenvoudige hulpconstructies meetbaar te maken. Zodoende is de waterbalans op te stellen over korte perioden. Zie ook CELOS Kwartaalverslagen no. 17 e.v.

4. UITVOERING

4.1. ALGEMEEN

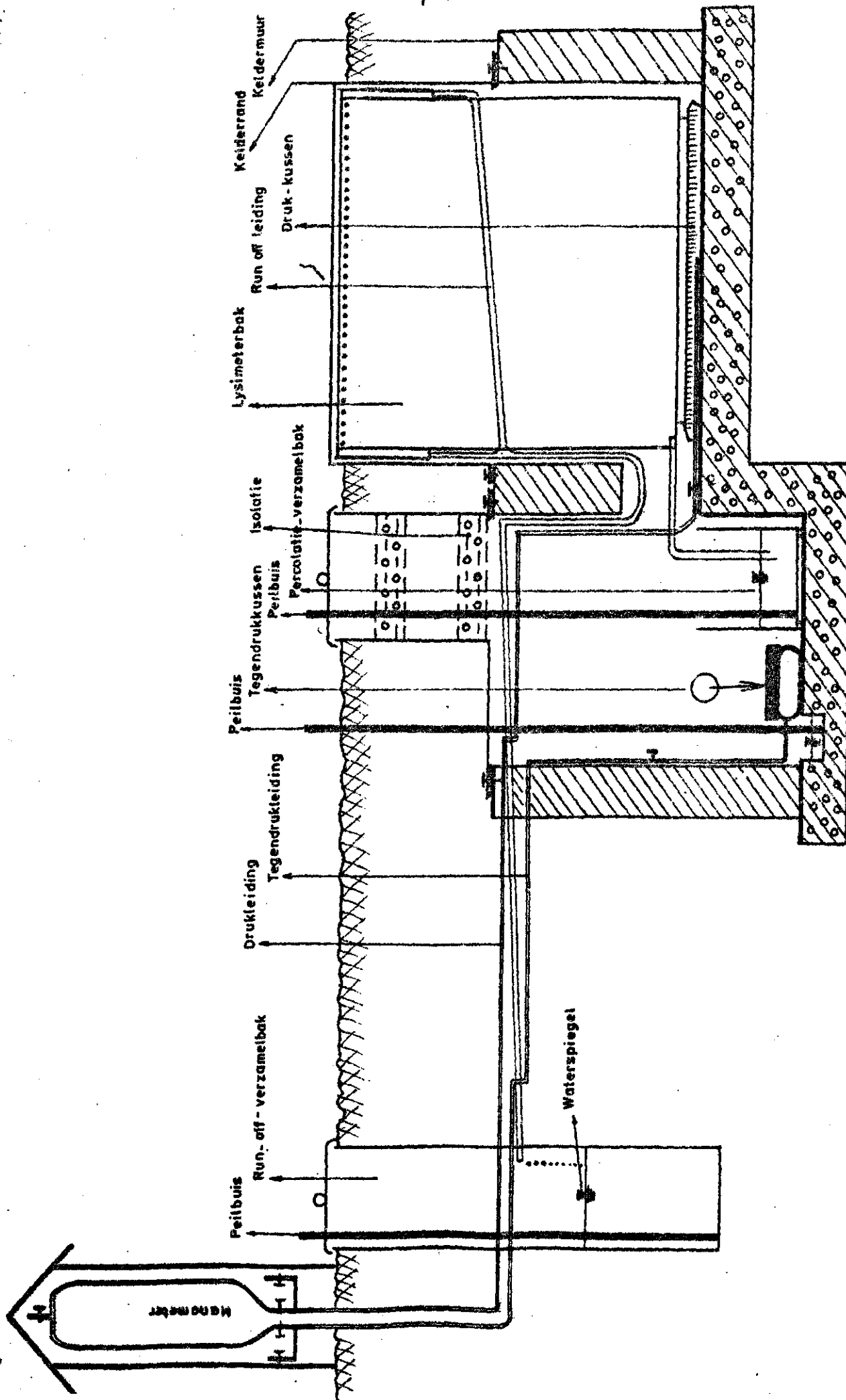
Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de lysimeteropstelling. De lysimeterbak rust via twee houtblokken op twee butylnylonrubber kussens, welke geheel met water gevuld zijn. De daardoor in de kussens ontstane hydraulische druk veroorzaakt een bepaalde stijghoogte in het aangesloten manometerbeen. Aangezien de drukken ($\pm 0,83 \text{ kg/cm}^2$) te hoog zijn om met een eenvoudige standpijp meetbaar te maken, wordt gebruik gemaakt van een omgekeerde U-manameter, (zie foto 1 en figuur 5) waarbij een constante tegendruk wordt op gewekt in een derde butylnylon kussen, dat met het andere manometerbeen is verbonden. De eigenlijke drukmeting bestaat dus uit het registreren van de niveauverschillen in beide manometerbenen.



Foto 1: Manometer met lysimeterbak op de achtergrond.

De lysimeterbak en het derde drukkussen zijn gehuisvest in een kelder, waarvan één deel van zodanige afmetingen is, dat de lysimeterbak er met enkele centimeters speling in past. Het bodemprofiel ter plaatse bestaat uit 30 cm humeuze klei op 70 cm gereduceerde klei op fijn zand.

Fig.1. - SITUATIE - SCHETS



4.2. DE LYSIMETERBAK

De lysimeterbak moet weegbaar zijn, percolatie en run-off gescheiden afvoeren en geschikt zijn voor proefnemingen met verschillende plantverbanden, grondbewerkingsmethoden en bewortelingsdiepten.

De eis van weegbaarheid veronderstelt een losstaande of -hangende bak die bovendien voldoende stijf moet zijn in verband met de optredende gronddrukken.

De verschillende plantverbanden, bewerkingsmethoden en bewortelingsdiepten hebben geleid tot constructie van een lysimeterbak met een grondoppervlak van $1,80 \times 1,50 \text{ m}^2$ en een diepte van $1,30 \text{ m}$ (zie foto 2 en figuur 2). De bodem en zijwanden zijn verstevigd met L- en U-balken. Aan de onderzijde van de bak bevinden zich twee evenwijdige "kanalen" waarin de houtblokken (elk met dragend oppervlak van $1,51 \times 0,28 \text{ m}^2$) passen, die op de kussens rusten. De bak heeft aan de bovenzijde een opvangrand met afvoerleidingen voor run-off en onderin een opening voor percolatieafvoer. Op de bodem ligt een hellende betonvloer, (zie figuur 4) met daarop enkele lagen filterzand, waarop het grondpakket rust.

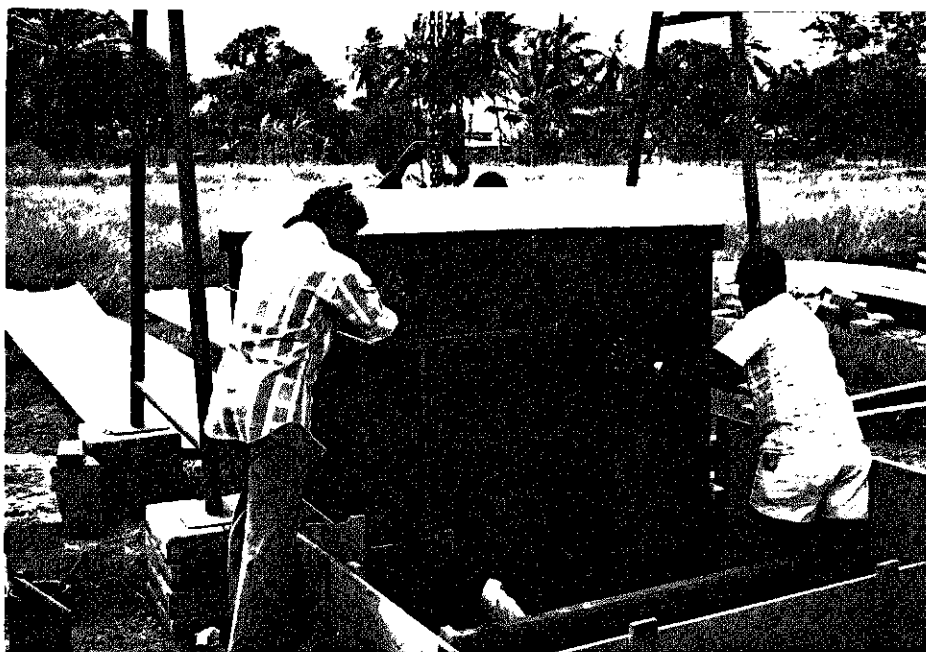
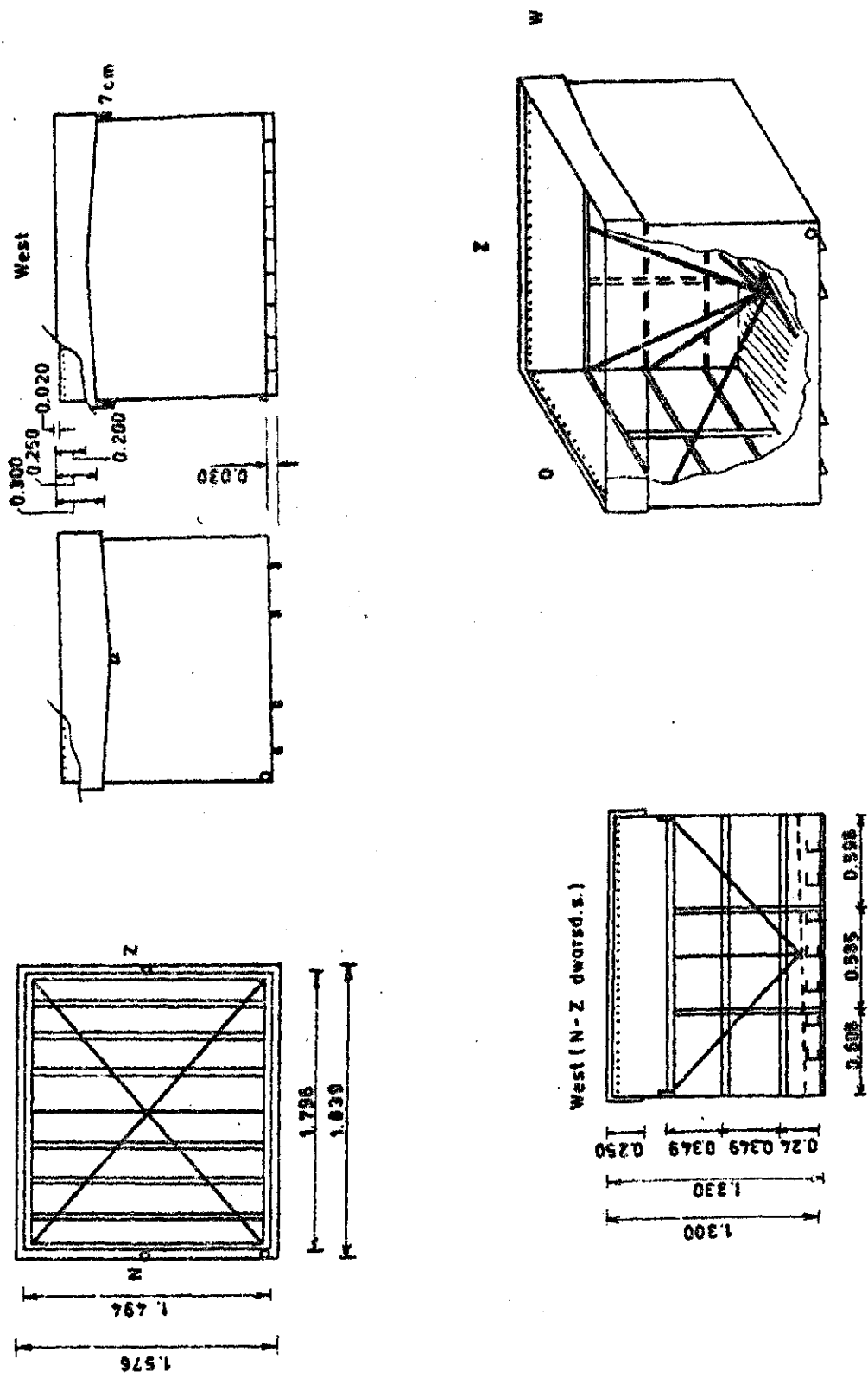


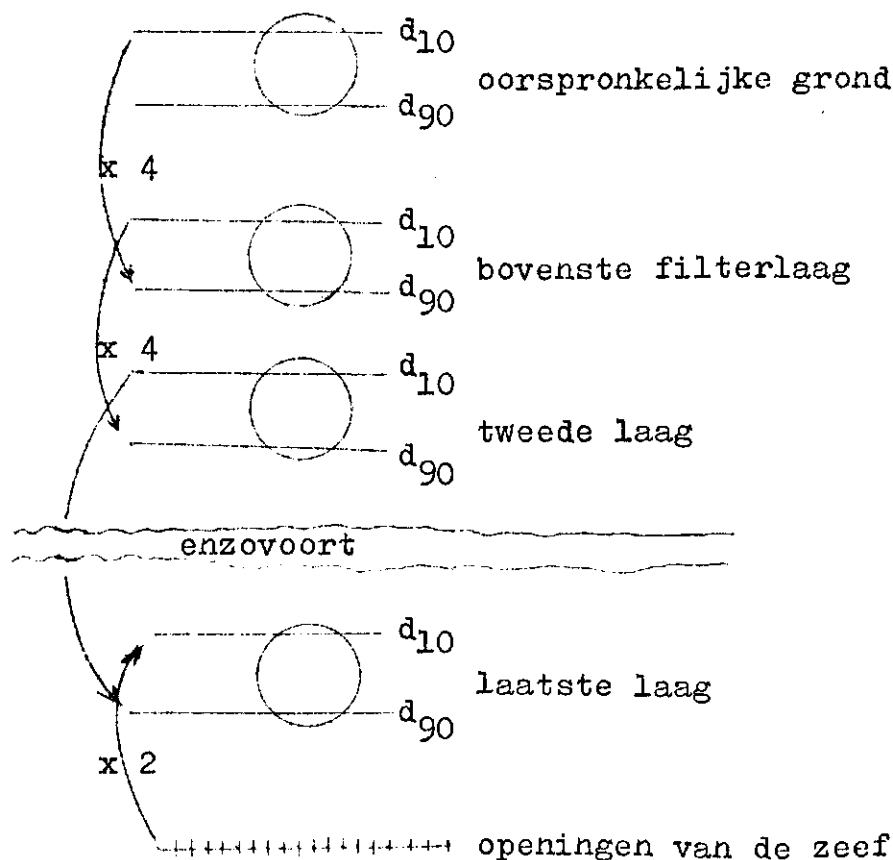
Foto 2: De lysimeterbak wordt in de kelder geplaatst

De bak is geconstrueerd uit 6 mm plaatijzer door een metaalconstructiebedrijf te Paramaribo. De hellende bodem en de filterlagen zijn aangebracht door CELOS-personeel. In afwijking van andere onderzoekers, e.g. BLACK et al (1968) is hier geen drainagesysteem in de bak gebouwd. Het wordt hier namelijk niet nodig geacht om de vochtspanning in de ondergrond regelbaar te maken, omdat juist onder de bouwvoor een laag met zeer geringe doorlatendheid ligt, welke als barrière voor vochttransport fungeert. De situatie in de bak zal daarom weinig afwijken van die in de omringende grond.

Fig. 2.- Lysimeterbak



Het filtersysteem bestaat uit 4 lagen van opeenvolgende korrelgrootte en dient om uitspoeling van gronddelen via de afvoeropening te voorkomen. Van de oorspronkelijke zandgrond welke op het filter ligt is een zeefkromme gemaakt. Daaruit blijkt dat d_{10} (zeefdiameter waarop 90% gewichtsprocent blijft liggen) gelijk 50 μ is. Voor een juiste opbouw van een filtersysteem dient men de d_{10} en d_{90} te weten, omdat deze diameters de korrelgrootten van de volgende laag bepalen. De d_{90} van de grovere laag dient ongeveer 4 x d_{10} van de fijnere laag te zijn. Bij een ideale korrelgrootte-verdeling binnen één laag is $d_{90} \approx d_{10} \sqrt{2}$. Uit de zeefkromme van de oorspronkelijke grond volgt dus een d_{90} voor de bovenste filterlaag. Bij die d_{90} behoort proefondervindelijk een d_{10} die weer de d_{90} van de volgende filterlaag bepaalt. De d_{10} van de laatste filterlaag moet minimaal ongeveer twee maal zo groot zijn als de openingen van een zeef voor de percolatieopening (HUISMAN, 1968). Schematisch weergegeven ziet een filtersysteem er dus als volgt uit:



Aan de buitenkant van de bak is een afvoergoot bevestigd voor de run-off (zie ook foto 2). Het water stroomt via gaatjes ($\varnothing$ 0,5 cm) in de bakwand naar deze afvoergoot en via twee uitstroomopeningen (met grof-vuil-filters) naar de run-off-afvoerleidingen welke leiden naar een verzamelbak waarvan de inhoud regelmatig kan worden bepaald. Onder in de bak is een afvoeropening voor percolerend water gemaakt. De hellende betonvloer doet het water naar de opening stromen, waar het via een leiding wordt opgevangen in een verzamelbak in de werkput van de lysimeterkelder waarvan de inhoud eveneens regelmatig bepaald zal worden (zie voor het afvoersysteem ook figuur 1).

4.3. DE LYSIMETERKELDER

Teneinde te bereiken dat de omstandigheden voor het gewas op de lysimeter zoveel mogelijk overeenstemmen met die van het omringende veld, dient in de eerste plaats het grondniveau in de lysimeter hetzelfde te zijn als ernaast. De lysimeterbak is daartoe geplaatst in een kelder, welke een gewapend betonnen vloer heeft en waarvan de muren tot 0,58 m beneden maaiveld uit betonsteen zijn opgetrokken terwijl daarop tot iets boven maaiveld, een stalen rand is bevestigd van 0,62 m (figuur 1 en foto 3). Als de gemetselde muur tot maaiveld zou worden doorgetrokken, zou er teveel oppervlakteverlies optreden, hetgeen plantverbanden kan verstoren.

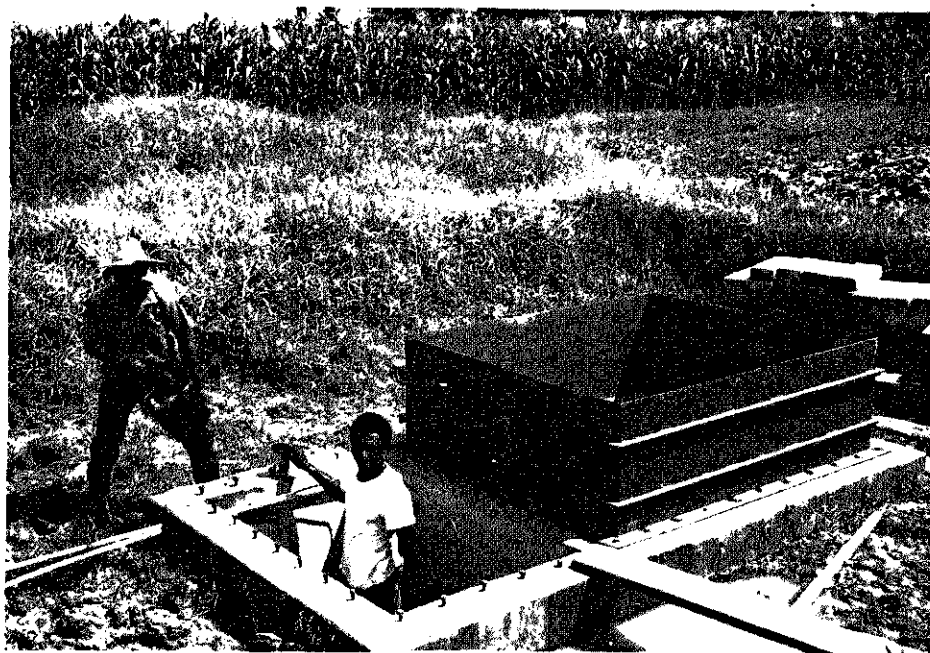


Foto 3: Het ondergrondse keldergedeelte met daarop de stalen kelderrand reeds bevestigd. De afdekking van de werkput links is hier nog niet aangebracht.

Daar de grondwaterspiegel vaak hoger staat dan de keldervloer, is extra aandacht besteed aan de waterdichte afwerking van de kelder. De metalen rand is met bouten op de muur bevestigd en afgedicht met moffenkit en inderbol. Daarop is eerst een laag versmeerde klei gelegd, voordat de werkput, die gegraven is voor de bouw van de kelder, weer volgens de oorspronkelijke laag-opbouw met grond is opgevuld.

De lysimeter is gebouwd op blok 4 zuid, ten oosten van het meteo-veldje; de werkput was 2 m diep met een bodemoppervlak van $2,5 \times 4 \text{ m}^2$ en bovenafmetingen van $6 \times 8 \text{ m}^2$. Tijdens de bouw van de kelder (afmetingen zie figuur 3) is de kuil bemalen.

Naast de lysimeterkelder bevindt zich, in open verbinding daarmee, een verdiept gedeelte (werkput) van waaruit de drukkussens kunnen worden geobserveerd en waarin zich tevens de verzamelbak voor percolatiewater en het tegendruksysteem bevinden (zie figuur 1 en foto 3). Deze werkput bevat een lekputje voor eventueel lekwater dat b.v. tussen de bak en de kelderwand de kelder in lekt. De waterstanden in het lekputje en in de percolatieverzamelbak kunnen via twee p.v.c. peilbuizen $\varnothing 13 \text{ mm}$ worden gemeten en indien nodig kunnen deze reservoirs via dezelfde p.v.c. buizen met behulp van een handvleugelpompje worden geleegd.

Op de ook tot 0,58 m beneden maaiveld gemetselde werkput ligt een plaatijzeren deksel met een mangat en enkele openingen ($\varnothing 0,15 \text{ mm}$) om de peilbuisjes door te laten (zie figuur 3). Op dit deksel wordt de grond in de oorspronkelijke situatie teruggebracht. Om temperatuurschommelingen in de kelder te minimaliseren wordt het mangat afgedicht met enkele lagen isolatiemateriaal (schuimplastic). Om dezelfde reden en om invallend vuil en ongedierte te voorkomen, wordt ook de ruimte tussen de lysimeterbak en de kelderwand afgedicht met een vrijstaande (de bak moet vrij kunnen bewegen!) afdichtingsrand.

4.4. HET WEEGSYSTEEM

De bak staat met een bepaald constant oppervlak (tweemaal $0,28 \times 1,51 \text{ m}^2$) gevormd door twee groenhart (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson) balken die onder aan de lysimeterbak bevestigd zijn, op de twee drukkussens (engels: load-cells) die evenwijdig en hart op hart 84 cm van elkaar, op de kelderbodem liggen. Zo een kussen is een butylnylonpijp* van 1,65 m lengte en 25,4 cm diameter, die in het midden van de lange zijde is voorzien van een aansluiting voor een ventiel en aan de uiteinden is gesloten (door middel van vulcaniseren). Op de beide ventiel openingen van de kussens zijn koperen leidingen ($\varnothing 3/8 \text{ inch}$) aangesloten, door middel van ventielen waaruit de afsluiter verwijderd is, die via een T-stuk met elkaar en één been van de manometer in verbinding staan. De boven de grond opgestelde omgekeerde U-manometer (zie figuur 5 en foto 1) wordt tegen weersinvloeden beschermd door een z.g. loeverhuisje.

* Carlisle-pipe, distributed by Watersaver Co. Denver Colorado U.S.A.



Op het andere been van de manometer is eenzelfde koperen leiding aangesloten welke leidt naar het tegendrukkussen. In dit tegendrukkussen van eenzelfde butylnylon pijp d.m.v. nu van 0,36 m lengte wordt met behulp van een hefboomconstructie een regelbare (door wijzingen van het gewicht aan de hefboom) tegendruk opgewekt via een houten blok met een oppervlakte van $0,24 \times 0,24 \text{ m}^2$. (Zie voor een overzicht van het druksysteem figuur 1.). De kussens zijn gevuld met ontlucht water waaraan CuSO_4 (0,5%) is toegevoegd ter voorkoming van algengroei. Dit gebeurde nadat in de kussens eerst met een vacuumpomp een sterke onderdruk was aangebracht. Het is van belang dat het water en de kussens geen lucht bevatten omdat lucht bij drukverandering een relatief grote volumeverandering ondergaat hetgeen de metingen verstoort. De drukmetingen bestaan nl. zoals gezegd, uit vergelijking van de waterniveau's in de beide manometerbenen. Het verschil is een maat voor de druk in de kussens en daarmee een maat voor het gewicht van de lysimeterbak met inhoud.

Om het watervolume in de kussens en het luchtvolume in de manometer te regelen is de manometer van enkele extra kranen voorzien (zie figuur 5 en foto 1).

Een belangrijke zaak bij deze hydraulische gewichtsbepaling is de temperatuurvariatie van het hydraulisch medium (in dit geval water met 0,5% CuSO_4). Indien de drukkussens niet de maximale hoeveelheid vloeistof bevatten, zullen volumeveranderingen ten gevolge van temperatuurswisselingen theoretisch worden opgenomen door verticale bewegingen van respectievelijk de bak en de hefboom. Alleen de veranderende dichtheid van de waterkolom zal aanleiding geven tot wijzingen in het niveauverschil. Aangezien de lengte van beide vloeistofkolommen vrijwel gelijk zijn en de leidingen parallel lopen, zullen deze wijzigingen zeer gering zijn.

In de praktijk echter zullen de eerstgenoemde bewegingen (van bak en hefboom) pas optreden nadat drukveranderingen een bepaalde grootte hebben bereikt. Deze bepaalde grootte van drukveranderingen moet de energie leveren om oppervlaktetenspanningen te overwinnen en om de vormveranderingen van de kussens te bewerkstelligen. Deze energiebehoeften kunnen resulteren in hysteresis. Het is dus gewenst de temperatuurswisselingen tot een minimum te beperken. De drie kussens zijn dan ook in kelderdelen geplaatst die met elkaar in open verbinding staan.

Het is nodig om het weegsysteem nauwkeurig te ijken alvorens het in gebruik te nemen. Verschillende onderzoekers (o.a. BLACK et al, 1968) vinden een zeer redelijke ijkcurve; d.w.z. dat er een bijna lineair verband bestaat tussen gewichtstoename van de lysimeterbak en de gemeten druk, in dit geval niveauverschiltoename in de manometerbenen. Er dient ook rekening gehouden te worden met de reeds eerder genoemde hysteresis. Bij toename van het gewicht van de lysimeterbak ligt de ijkcurve anders dan bij gewichtsafname.

Fig. 4.- De betonnen vloer in de lysimeter bak

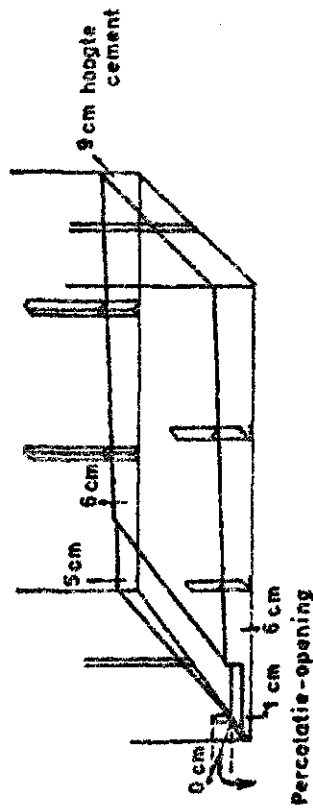
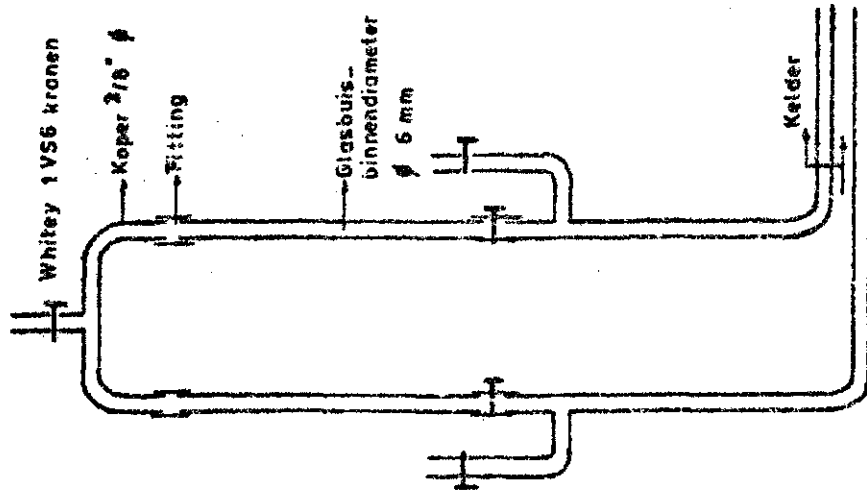


Fig. 5.- De manometer



De verhouding tussen het verdampend oppervlak van de lysimeterbak en het dragend oppervlak van de draagbalken onder aan de bak is $26830 \text{ cm}^2 : 8456 \text{ cm}^2 = 3,17$. Dit betekent dat 1 mm verdamping resulteert in een niveauverschilverandering in de benen van de manometer ter grootte van 3,17 mm.

5. SLOTBESCHOUWING

De bruikbaarheid van een lysimeter hangt af van de gevoeligheid, lineariteit en hulpuntsvastheid van het meetsysteem en voorts van het temperatuurregime in de lysimeterbak ten opzichte van dat van de omringende grond. De bruikbaarheid is te testen door middel van ijkingen met gewichten en verdampingsmetingen waarbij de bak als verdampingspan wordt gebruikt.

De gevoeligheid der metingen neemt toe met de verhouding tussen last en dragend oppervlak. De nauwkeurigheid verbetert met betere isolatie van het meetsysteem. Temperatuursinvloeden zijn mede te minimaliseren door de leidingen tussen manometer en kussens op eenzelfde niveau te plaatsen en door slecht warmtegeleidend materiaal te gebruiken voor de bakwand (er zal namelijk conductie optreden langs de bakwand).

Lineariteit moet blijken uit definitieve metingen met volledig geïnstalleerde bak. Het onderzoek naar hysteresis is in volle gang met proefmetingen, doch dit moet tevens bij de definitieve opstelling worden nagegaan.

De nulpuntsvastheid (d.w.z. een vaste stand als er geen verdamping, percolatie of neerslag plaatsvindt) moet nagegaan worden. Voorlopige proefmetingen wijzen op een goede nulpuntsvastheid. Of het nulpunt verandert met de tijd tengevolge van vermoeidheid van de kussens is niet te zeggen, hoewel hiervan geen melding wordt gemaakt door BLACK et al, (1968), die hetzelfde materiaal gebruiken.

Het temperatuurregime in de bak moet ten aanzien van amplitudo en golflengte overeenstemmen met de omringende grond. Deze overeenstemming is beter bij een groter volume van de bak en kleinere ruimte tussen bakrand en kelderwand. Ook een minder geleidende bakwand vermindert de temperatuurafwijkingen. Sterkte berekeningen wezen echter uit dat in dit geval geen gebruik kan worden gemaakt van slechtgeleidende kunststof (zoals glasfiber) maar dat staal het aangewezen constructie materiaal was. Op het CELOS wordt de bovenkant van de bakrand wit geschilderd om zonnestraling zoveel mogelijk te weerkaatsen. Het zou ook mogelijk zijn een slechtgeleidende laag te plaatsen tussen de grond in de bak en de bakwand, maar in verband met mogelijke complicaties is dit niet gedaan.

Vergelijking van de temperatuurregimes in en buiten de lysimeter kan het beste gedaan worden met onbegroeide grond, omdat dan de temperatuurflux het hoogst is. De naar de grond afgevoerde warmte vormt dan een groot deel van de

energiebalans. Bij begroeide grond is de temperatuurwisseling in de grond geringer, doch omdat warmtegeleiding langs de bakwand belangrijk blijft, dienen toch maatregelen genomen te worden tegen te grote temperatuursinvloeden.

Met het bovenstaande wil slechts gezegd zijn dat er nauwkeurig geijkt en getest moet worden alvorens men waterbalansstudies kan aanvangen. Als men daarbij zorgvuldig te werk gaat, kan men redelijkerwijs goede resultaten verwachten.

6. LITERATUUR

- BLACK et. al. 1968. Hydraulic load-cell lysimeter; construction calibration and tests. Soil Science Society of America. Proceedings, 32 (5): 623-629.
- CELOS, 1970. Meerjarig programma voor het cultuurtechnisch onderzoek aan het CELOS.
- CELOS, 1971. Kwartaalverslagen.
- DOUWES, H.T. Ingenieursscriptie LH, in voorbereiding.
- HUISMAN, L. 1970. Slow Sand filtration, Technological University, Delft Netherlands.
- KAMERLING, G.E., 1963-'69. Landbouwproefstation Paramaribo. Bodemfysisch en agrohydrologisch onderzoek. Serie interne rapporten.
- LENSELINK, K.J. 1970. Landbouwproefstation Paramaribo. Bodemfysisch en agrohydrologisch onderzoek. Intern Rapport no. 285.
- SCHROO, H. De waterbalans van het CELOS-terrein. Ingenieursscriptie LH, in voorbereiding.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

SCHATTEN VAN HET BLADSCHIJFOPPERVLAK UIT LENGTE
EN GROOTSTE BREEDTE BIJ TWEE RIJSTCULTIVARS
(onderzoekproject 71/7)

J.F. Wienk en J.W. Erdman

maart 1972

I N H O U D

	blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding</u>	5
4. <u>Materiaal en werkwijze</u>	6
4.1. Plantmateriaal en aanplant	6
4.2. Methodiek	7
4.3. Verwerking	7
5. <u>Resultaten</u>	8
5.1. Grootte van de intercepten	8
5.2. Cultivar- en/of tijdseffect	9
6. <u>Discussie</u>	11
7. <u>Literatuur</u>	12

1. SAMENVATTING

In verband met een groei-analytische vergelijking van de rijstcultivars IR 8 en Acorni werd een onderzoek ingesteld naar de bruikbaarheid van een methode ter schatting van het bladschijfoppervlak met behulp van het product lengte x grootste breedte van de bladschijf x een vermenigvuldigingsfactor. Uit de resultaten blijkt dat er wat deze factor betreft, tussen de beide cultivars geen verschillen bestaan, maar dat de factor afhankelijk is van het tijdstip tijdens de groei. De consequenties van dit tijdseffect worden besproken en er wordt geconcludeerd dat in dit geval tijdens de gehele groeiperiode volstaan kan worden met één factor voor beide cultivars. De vermenigvuldigingsfactor, welke tenslotte werd berekend als het gemiddelde quotiënt van werkelijk oppervlak en product lengte x grootste breedte van de bladschijf, bedroeg 0,796.

2. VOORWOORD

Het onderhavige verslag heeft betrekking op een gedeelte van het ingenieursonderzoek van de tweede auteur, student in de Tropische Plantenteelt aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, dat werd uitgevoerd aan het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname.

De schrijvers zijn Dr. Ir. M.A.J. van Montfort van de Afdeling Wiskunde van de Landbouwhogeschool veel dank verschuldigd voor zijn adviezen en voor zijn bemiddeling inzake het op de computer uitgevoerde rekenwerk.

3. INLEIDING

Een belangrijke grootheid in het groei-analytisch onderzoek is de bladoppervlakte uitgedrukt hetzij per plant hetzij per eenheid grondoppervlak, in welk laatste geval er gesproken wordt van bebladeringsindex of LAI. Het bepalen van dit oppervlak is over het algemeen tijdrovend of vereist kostbare apparatuur zodat veel gebruik wordt gemaakt van eenvoudige en snelle schattingsmethoden. Zo wordt bijvoorbeeld bij graangewassen, waar er sprake is van bladeren met een regelmatige vorm, het oppervlak van de bladschijf vaak geschat met behulp van het product lengte x grootste breedte x een factor. Is voor een gewas deze factor bekend dan kan het bladschijfoppervlak gemakkelijk geschat worden aan de hand van een monster bladschijven.

Voor mais werd deze factor reeds in 1911 (MONTGOMERY, 1911) vastgesteld op 0,75, een waarde die men ook nu nog regelmatig in de literatuur tegenkomt. Voor sorghum geven STICKLER et al. (1961) een waarde 0,747 op, welke werd bepaald aan de hand van 6 cultivars.

Volgens opgave van het International Rice Research Institute (YOSHIDA et al., 1971) zou bij rijst deze factor afhankelijk zijn van cultivar, voedingstoestand en groei-

stadium. Het volgende overzichtje ontleend aan YOSHIDA et al. (l.c.) moge dit demonstreren.

	<u>factor</u>	<u>cultivar</u>	<u>groeistadium</u>
a.	0,725	26 cultivars	alle stadia
b.	0,670 $\pm$ 0,021	Sasanishiki	zaailing
c.	0,750 $\pm$ 0,074	Sasanishiki	max. uitstoeling
d.	0,690 $\pm$ 0,041	Norin No. 29	in bloei komen
e.	0,802	2 cultivars	vegetatief

De gevallen b, c en d zijn afkomstig van dezelfde auteur; het laatste heeft betrekking op een onderzoek van BHAN & PANDE (1966) waarin 2 cultivars werden vergeleken bij 3 verschillende stikstofgiften en 3 zaaidata.

In verband met een groei-analytische vergelijking van twee rijstcultivars begin 1971, waarbij onder andere het verloop van de bebladeringsindex werd bekeken, werd het wenselijk geacht de bruikbaarheid van bovenvermelde schattingsmethode van het bladschijfoppervlak na te gaan en voor beide cultivars op een aantal tijdstippen de factor te bepalen. Het volgende geeft verslag van de daarbij verkregen resultaten.

4. MATERIAAL EN WERKWIJZE

4.1. PLANTMATERIAAL EN AANPLANT

De twee cultivars welke in dit onderzoek werden gebruikt, IR 8 en Acorni, zijn ontwikkeld door respectievelijk het International Rice Research Institute op de Filippijnen en de Stichting voor de Ontwikkeling van de Machinale Landbouw in Suriname. Beide cultivars zijn van het erectophylle, kortstengelige planttype.

Voor het groei-analytisch onderzoek was in totaal ca. 0,12 ha sawah beschikbaar. Twee derde hiervan werd gebruikt voor een gewarde blokkenproef ter bepaling van het verloop van de productie en de verdeling van het drooggewicht. Het resterende deel werd voor de helft beplant met IR 8, voor de andere helft met Acorni. Enerzijds werd het gebruikt voor lichtmetingen, anderzijds werden uit deze aanplant de planten gehaald voor het hierna beschreven onderzoek.

De gedurende 48 uur voorgeweekte rijst werd gezaaid op 28 maart. Na 28 dagen werd overgeplant. Het plantverband bedroeg 20 x 20 cm.

4.2. METHODIEK

Per cultivar werden vijfmaal, met intervallen van een week, te beginnen 40 dagen na het overplanten, twee willekeurige planten gerooid waarvan alle bladschijven werden verwijderd. Vervolgens werden van 25 bladschijven van uiteenlopende grootte, met behulp van een fotocopieer-apparaat afgedrukt gemaakt. Blad dat te lang was voor het fotocopieer-apparaat werd in twee of meer stukken geknipt waarbij werd aangetekend welke delen bijeen hoorden. Vervolgens werd van elke afdruk met behulp van een planimeter het oppervlak in mm^2 bepaald, terwijl tevens de totale lengte en de grootste breedte van de bladschijf afgedruken werden genoteerd.

4.3. VERWERKING

Noem de geplanimetreerde oppervlakte y_k en het product van lengte en grootste breedte x_k , ($k = 1, \dots, 25$). Opdat de oppervlakte van de bladschijf eenvoudig geschat kan worden uit lengte en grootste breedte, is het gewenst dat tussen x_k en y_k een lineair verband bestaat.

Het algemene model voor een lineair verband is

$$y_k = bx_k + a \quad (1)$$

of in geval de regressielijn door de oorsprong gaat

$$y_k = b^* x_k \quad (2)$$

Ondanks het feit dat $x = 0$, $y = 0$ een onderdeel uitmaakt van het functionele verband, kan benaderen van dit functionele verband - dat niet lineair behoeft te zijn - in een bepaald interval van lengte x grootste breedte-waarden met model (1) op zijn plaats zijn. De hoop is echter dat a nul geacht kan worden (model (2)), daar dit een eenvoudiger formule betekent.

Per cultivar ($i = 1, 2$) en per tijdstip ($j = 1, \dots, 5$) wordt de regressiecoëfficiënt bij uit model (1) berekend met behulp van de methode der kleinste kwadraten. Bij deze regressie-analyse wordt tevens de residuele kwadraatsom (RSS) - en daarmee de standaardafwijking van b_{ij} - en het intercept a_{ij} berekend.

Wil het oppervlak van de bladschijf geschat kunnen worden met het product lengte x grootste breedte x factor, dan moet a_{ij} verwaarloosbaar zijn ofwel in de buurt van nul liggen. Om deze veronderstelling: alle $a_{ij} = 0$, te toetsen worden bovendien de residuele kwadraatsommen berekend behorend bij het beperkte model (2). Wordt het totaal van RSS behorende bij het model (1) RSS_{230} genoemd en dat behorende bij model (2) RSS_{240} , respectievelijk met 230 en 240 vrijheidsgraden, dan levert de grootheid

$$\frac{(\text{RSS}_{240} - \text{RSS}_{230})/10}{\text{RSS}_{230}/230} \text{ een F-toets op ter toetsing}$$

van het gelijktijdig nul zijn van alle a_{ij} .

Blijkt er geen reden te zijn de veronderstelling alle $a_{ij} = 0$ te verwerpen dan kan met behulp van een variantie-analyse van de regressiecoëfficiënten b_{ij} ($i = 1, 2$; $j = 1, \dots, 5$) met bijbehorende standaardafwijkingen, getoetst worden of er een cultivar- en/of een tijdseffect is.

5. RESULTATEN

5.1. GROOTTE VAN DE INTERCEPTEN

De residuele kwadraatsommen per cultivar en per tijdstip gevonden bij aanpassing van het algemene model (RSS_{23}) en bij aanpassing van het beperkte model (RSS_{24}) zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1. Residuele kwadraatsommen bij aanpassing van $y_k = bx_k + a$ en van $y_k = b x_k$, resp. RSS_{23} en RSS_{24} , op de 5 tijdstippen voor de cultivars IR 8 en Acorni

<u>tijdstip</u>	<u>RSS₂₃</u>	<u>vrijheids- graden</u>	<u>RSS₂₄</u>	<u>vrijheids- graden</u>	
IR 8					
1	743545	23	825598	24	
2	1977224	23	2674719	24	
3	2849033	23	2849051	24	
4	1803200	23	1826673	24	
5	2994063	23	2998108	24	
Acorni					
1	2169139	23	2327045	24	
2	2224583	23	2224936	24	
3	3435792	23	3436009	24	
4	2148001	23	2174145	24	
5	1224117	23	1315267	24	
RSS ₂₃₀ =	2156897	230	RSS ₂₄₀ =	22651551	240

Indien $a_{ij} = 0$ ($i = 1, 2$; $j = 1, \dots, 5$), dan bevat de totale residuele kwadraatsom RSS_{240} naast de toevals-kwadraatsom RSS_{230} een component welke onwaarschijnlijk groot zal zijn in vergelijking tot RSS_{230} .

Uit de variantie-analyse:

	vrijheids- graden	kwadraatsom	gem. kwa- draatsom	F
Toeval + intercepten	240	22651551		
Toeval	230	21568697	93777	
Intercepten	10	1082854	108285	1,15 NS

volgt echter een F-waarde ($F_{2,30}^{10}$) welke geenszins noodzaakt de veronderstelling alle $a_{ij} = 0$ te verwerpen. Daarom is verder gewerkt met het beperkte model $y_k = b^* x_k$.

5.2. CULTIVAR- EN/OF TIJDSEFFECT

De regressiecoëfficiënten b_{ij}^* ($i = 1,2; j = 1, \dots, 5$) en de bijbehorende varianties zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2. Regressiecoëfficiënten b_{ij}^* bij aanpassing van $y_k = b^* x_k$ op de 5 tijdstippen ($j = 1, \dots, 5$) voor de cultivars IR 8 en Acorni ($i = 1,2$), met bijbehorende varianties

	j =	1	2	3	4	5
<u>IR 8</u>						
b_{1j}		0,7901	0,8084	0,7854	0,8143	0,7459
10^2 . var.		0,0064	0,0124	0,0143	0,0059	0,0118
<u>Acorni</u>						
b_{2j}		0,7927	0,8294	0,8048	0,7980	0,7848
10^2 . var.		0,0218	0,0086	0,0129	0,0096	0,0060

Een schatting van de gepoolde variantie van de geschatte regressiecoëfficiënten uit de varianties van de regressiecoëfficiënten (zgn. pooled standard error²) is

$$s^2 = \frac{1}{10} \times \frac{1}{100} (0,0064 + 0,0124 + \dots + 0,0096 + 0,0060)$$

$$= \frac{1}{100} \times 0,01097 = 0,0001097$$

De variantie-analyse bij indeling naar cultivars en tijdstippen, waarbij de gemiddelde kwadraatsom worden getoetst tegenover s^2 , ziet er als volgt uit:

	vrijheids- graden	kwadraatsom	gem. kwa- draat	F
Totaal	10	6,3301054		
Niveau	1	6,3256572		
Cultivars (C)	1	0,0004251	0,0004251	3,87 NS
Tijdstippen (T)	4	0,0031550	0,0007887	7,19 **
T x C	4	0,0008681	0,0002170	1,98

De resultaten wijzen wel op een tijdseffect maar niet op een verschil tussen cultivars en evenmin op een interactie tussen tijdstippen en cultivars.

De bovenstaande berekeningen zijn uitgevoerd onder aanname van (i) lineariteit, (ii) de variantie van y hangt niet af van x , en (iii) een "random" 25-tal.

Men zou verwachten dat indien de regressiecoëfficiënten niet constant zijn, ze toch geleidelijk met de tijd veranderen. De resultaten (Tabel 2) wijzen hier allerm minst op. Men kan zich dan ook afvragen hoe het met de juistheid van de aannamen gesteld is.

Tot nog toe werd uitgegaan van een niet van x afh angende ofwel constante variantie van y . Tabel 3 geeft een overzicht van de x -waarden en daarbij behorende varianties van y . Hieruit blijkt dat bij een grotere x over het algemeen een grote variantie behoort. Dit kan in de volgende modellen worden uitgedrukt

$$Y_k \simeq \beta x_k + \sigma \sqrt{x_k} e_k \quad (3)$$

en

$$Y_k \simeq \beta x_k + \sigma x_k e_k \quad (4^*)$$

of gelijkwaardig met (4*)

$$Y_k/x_k \simeq \beta + \sigma e_k \quad (4)$$

Model (4) gaat uit van een constante variantie van het quotiënt van werkelijk oppervlak en product lengte x grootste breedte, hetgeen in ons geval zeer plausibel lijkt. De regressiecoëfficiënten behorende bij dit model worden dus geschat als genoemde quotiënten.

Tabel 3. Waarden van x_k (lengte x grootste breedte) en daarbij behorende varianties van y_k (werkelijk oppervlak) voor IR 8 en Acorni, bij het model $y_k = b^* x_k$ ($k = 1, \dots, 5$), op de 5 tijdstippen (j)

j	IR 8		Acorni	
	x_k	var. y_k	x_k	var. y_k
1	44734	34399	40442	96960
2	56241	118710	58806	90589
3	57321	111446	60691	54802
4	68326	124921	62001	92705
5	73208	76111	63534	14589

Worden bij een indeling naar cultivars en tijdstippen de 250 quotiënten onderworpen aan een variantie-analyse dan geeft dit het volgende resultaat

	vrijheids- graden	kwadraatsom	gem. kwa- draatsom	F
Totaal	250	159,4170		
Niveau	1	158,4883		
Cultivars (C)	1	0,0010	0,0010	0,30 NS
Tijdstippen (T)	4	0,1112	0,0278	8,45 **
T x C	4	0,0270	0,0067	2,05 NS
Rest	240	0,7896	0,00329	

De resultaten wijzen wederom op een tijdseffect, en niet op een verschil in cultivars.

Bekijken we de gemiddelde quotiënten per cultivar en per tijdstip (Tabel 4) dan is er ook hier weer sprake van een grillig tijdseffect.

Tabel 4. De gemiddelde quotiënten van werkelijk oppervlak en product lengte x grootste breedte voor de cultivars IR 8 en Acorni op de 5 tijdstippen

tijdstip	IR 8	Acorni
1	0,7979	0,7825
2	0,8273	0,8260
3	0,7858	0,8070
4	0,8153	0,7963
5	0,7448	0,7792
gemiddeld	0,7942	0,7982
totaal geniddelde : 0,7962		

6. DISCUSSIE

Het schatten van het bladschijfoppervlak bij rijst uit de lengte en de grootste breedte van de bladschijf is slechts dan practisch zinvol indien zulks kan geschieden met een vermenigvuldigingsfactor - al dan niet per cultivar te bepalen - die onafhankelijk is van het groeistadium. Met andere woorden, tussen het werkelijk oppervlak en het product lengte x grootste breedte moet een lineair verband bestaan zodanig dat de regressielijn door de oorsprong

gaat, en dat de regressiecoëfficiënt in alle groeistadia dezelfde of min of meer dezelfde is.

Uit de resultaten blijkt dat er geen reden is te veronderstellen dat de regressielijnen niet door de oorsprong zouden lopen. Evenmin geven de resultaten aanleiding tot de veronderstelling dat er een verschil tussen de beide onderzochte cultivars zou bestaan. Anders is het gesteld met het constant zijn van de regressiecoëfficiënten in de tijd. Het gevonden tijdseffect betekent dat de vermenigvuldigingsfactor niet op elk tijdstip dezelfde is. Zou dit tijdseffect gecorreleerd zijn met het groeistadium dan had dit moeten resulteren in een geleidelijk verloop. Het grillige van dit tijdseffect, dat bij aanpassing van model (4) bleef bestaan, zou er dan ook op kunnen wijzen dat er hier geen sprake was van een invloed van het groeistadium. Mogelijk moet het betwijfeld worden of de 25 bladeren per tijdstip een "at random" getrokken monster voorstellen. Herhaling van de proef, waarbij een groter monster wordt getrokken, kan hierover uitsluitsel geven.

Alhoewel er een "significant" tijdseffect werd gevonden kan men zich daarbij nog afvragen of de verschillen praktisch relevant zijn.

Het gemiddelde van de geschatte regressiecoëfficiënten bij aanpassing van model (4) (zie Tabel 4) verschilt 0,0514 van de laagste (0,7448) en 0,0311 van de hoogste waarde (0,8273), een verschil van maximaal 7%. Aangezien het bij groei-analytische vergelijkingen over het algemeen om grotere verschillen gaat, en het verloop van de LAI meestal belangrijker is dan een incidentele waarde, lijkt het aanvaarden van een dergelijke fout op te wegen tegen het werk verbonden aan de veel moeilijkere metingen via planimetreren.

Een vermenigvuldigingsfactor van 0,796 voor beide cultivars op elk tijdstip wordt dan ook praktisch acceptabel geacht.

7. LITERATUUR

- BHAN, V.M. & H.K. PANDE, 1966.
Measurement of leaf area of rice.
Agron. J., 58: 454.
- MONTGOMERY, E.G., 1911.
Correlation studies of corn.
Nebraska Agr. Exp. Sta. 24th Ann. Rep. 1911.
- STICKLER, F.C. et al., 1961.
Leaf area measurement in grain sorghum.
Agron. J., 53: 187-188.
- YOSHIDA, S. et al., 1971.
Laboratory manual for physiological studies of rice.
The International Rice Research Institute. Los Baños,
Philippines.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

EEN VERGELIJKENDE OPBRENGSTPROEF MET AARDNOTEN
(onderzoekproject 71/15)

J.F. Wienk

april 1972

I N H O U D

	blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Inleiding</u>	5
3. <u>Materiaal en methoden</u>	6
3.1. Plantmateriaal	6
3.2. Aanplant	6
3.3. Waarnemingen en verwerking	8
4. <u>Resultaten</u>	8
4.1. Opkomst en bloei	8
4.2. Oogst en opbrengst	9
5. <u>Discussie</u>	10
6. <u>Literatuur</u>	11

1. SAMENVATTING

In het kader van het gewasfysiologisch onderzoek werd in de grote droge tijd in 1971 een vergelijkende opbrengstproef uitgevoerd met aardnoten (*Arachis hypogaea* L.). Van de vijf cultivars welke werden vergeleken behoorden er vier tot het Spanish type, waaronder de locale Matjan. De vijfde was van het Valencia type.

De cultivar Matjan leverde met 3,76 ton/ha de hoogste peulopbrengst op. De cultivar van het Valencia type bleek het minst geproduceerd te hebben (2,92 ton/ha). De overige drie liepen kwa opbrengst weinig uiteen maar verschilden niet betrouwbaar van de slechtste producent. De hoge opbrengst van Matjan bleek te moeten worden toegeschreven aan de zaadgrootte; het aantal zaden per plant was nl. het laagst van alle onderzochte cultivars. Het grotere aantal zaden per plant bij de drie overige cultivars van het Spanish type bleek onvoldoende om het veel lagere 1000-korrelgewicht geheel te kunnen compenseren. De cultivar van het Valencia type had weliswaar zwaardere zaden dan deze cultivars maar per plant een te gering aantal zaden, en bovendien het laagste aantal peulen.

2. INLEIDING

Voor gewasfysiologisch onderzoek naar productie-beperkende eigenschappen bij eenjarige gewassen is het van belang om over cultivars te beschikken die kwa opbrengst of kwa eigenschappen die de opbrengstgrootte bepalen, verschillen.

Vershillen in opbrengend vermogen worden over het algemeen vastgesteld in vergelijkende opbrengstproeven. Aan de hand van een morfologische opbrengstanalyse kan een indruk verkregen worden van de samenstelling van de opbrengst. Een antwoord op de vraag hoe de opbrengst totstandkomt geeft een dergelijke analyse evenwel niet.

In 1969 werd vanuit West Afrika een groot aantal aardnootcultivars (*Arachis hypogaea* L.) geïmporteerd. Bij na-teelt in observatie-aanplantingen bleek dat slechts de cultivars van het Spanish type redelijk produceerden. Bij cultivars met een lange groeiduur stierf na ca. 100 dagen het loof af, vermoedelijk als gevolg van de *Cercospora* bladvlekkenziekte, en werden veel onvolgroeide peulen en zaden gevonden. De zaadvermeerdering bleef dan ook in hoofdzaak beperkt tot de cultivars met een groeiduur overeenkomend met die van de locale Matjan, i.e. ca. 100 dagen, ofwel de cultivars van het Spanish type.

Toen in 1971 over voldoende zaaizaad kon worden beschikt werd besloten tot een vergelijkende opbrengstproef waarin naast drie geïmporteerde cultivars van het Spanish type, de locale Matjan en een Virginia type eveneens van locale herkomst, werden opgenomen. De resultaten van deze proef worden in het hierna volgende weergegeven.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1. PLANTMATERIAAL

De vijf cultivars met hun CELOS-introductie nummers waren Argentine (69257), Natal Common (69258), Spanish 205 (69259) en Matjan (68006) van het Spanish type, en een roodzadige onbenoemde (68056) van locale herkomst welke tot het Valencia type gerekend kan worden. De eerste drie cultivars werden in 1969 uit West-Afrika geïmporteerd en zijn sindsdien in verband met observatie en vermeerdering tweemaal nageteeld. In vergelijking tot Matjan zijn ze klein-zadig. Voorts is gebleken dat ze kwa groei duur vrijwel gelijk zijn aan de beide andere cultivars.

Het droge zaaizaad werd behandeld met 5 gram Ceredon (50% TMTD + 5% COBH) per kg zaad. Slechts geslechteerd zaad werd gebruikt.

3.2. AANPLANT

De proef werd genomen op een leemhoudende fijnzandige grond op het CELOS-terrein. Op slechts enkele decimeters diepte bevindt zich een kleilaag zodat er gauw sprake is van wateroverlast. Verder is deze grond zeer erosie-gevoelig en kan bij droog weer bijzonder hard worden.

Het proefterrein bestaat uit vijf ca. 35 m lange Noord-Zuid lopende, 6 m brede bolle bedden gescheiden door ontwateringsgreppels die in verbinding staan met de ontwateringstrenzen van de CELOS-polder.

De grond werd tot op een diepte van 15-20 cm bewerkt met een spitmachine. Na het ophalen van de ontwateringsgreppels waarbij de opgehaalde grond over de bedden werd verspreid werd geëgd met een rotorkoep.

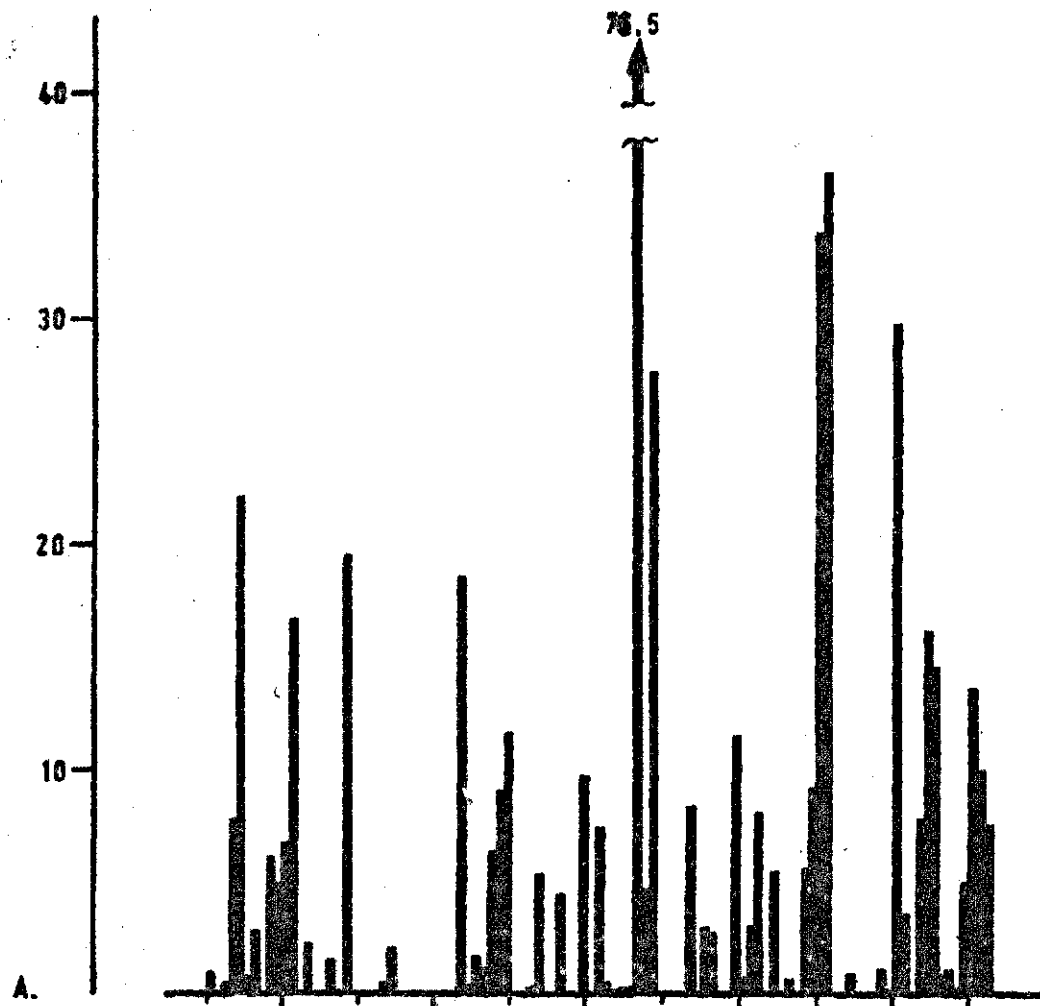
Op 25 augustus werd geplant op een diepte van 3-4 cm, twee zaden per plantgat, in een plantverband van 30 x 30 cm. In verband met het droge weer werd de volgende dag beregend waarbij naar schatting 18 mm water werd gegeven. Zes dagen na zaai werd er ingeboet met voorgeweekt zaad. Uitsaai tot één plant per plantplaats vond plaats op 8 september.

De bemesting bestond uit 20 kg N/ha (als zwavelzure ammoniak), 40 kg K₂O/ha (als patentkali) en 40 kg P₂O₅/ha (als dubbelsuperfosfaat). Deze meststoffen werden op 11 september toegediend in geultjes terzijde van de plantrijen.

In verband met verschillen in bodemgesteldheid werd de proef opgezet als een onvolledige evenwichtige blokkenproef met 6 herhalingen en blokken van 3. De brutogrootte van de veldjes bedroeg 27,54 m² ofwel 17 x 18 planten.

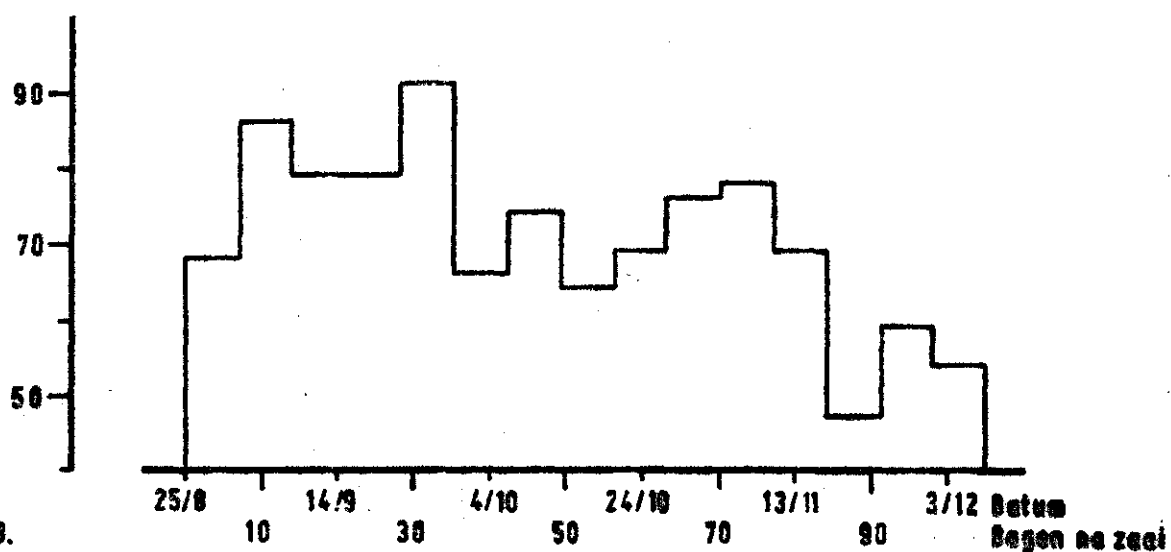
Bij de oogst, 105-108 dagen na zaai, werden de planten met een vork gelicht, de peulen gewassen en in de buitenlucht te drogen gelegd. Het toen heersende natte weer maakte dat het afdrogen kunstmatig moest geschieden, waarvoor een geventileerde droogstoof werd gebruikt waarin bij 40°C werd gedroogd.

Regenval (mm)



A.

% Zonneschijn



B.

Fig. 1. Dagelijkse regenval en percentage zonneschijn vanaf 25 augustus tot 7 december 1971. Zonneschijn berekend als een gemiddeld percentage van de uren 0700-1700 over perioden van een week.

De totale hoeveelheid regenval gemeten in de periode van zaai tot oogst op ongeveer 170 m van het proefterrein, bedroeg 516 mm. De verdeling van deze neerslag alsmede het wekelijks gemiddelde percentage zonnenschijn in deze periode, zijn weergegeven in Fig. 1.

3.3. WAARNEMINGEN EN VERWERKING

Voor waarnemingen werden de buitenste twee rijen niet meegerekend.

Per veldje werden genoteerd (i) het aantal open plantplaatsen ten tijde van het inboeten, (ii) het tijdstip van in bloei komen, en (iii) het aantal aanwezige planten bij de oogst. Een veldje werd gerekend in bloei te zijn zodra minstens 10 planten in bloei waren.

Bij de oogst werd het peulgewicht bepaald, het vochtpercentage van de bij 40°C gedroogde peulen, het zaadgewicht en het 1000-korrelgewicht. Voor het laatste werden tweemaal 100 willekeurige zaden gewogen. Het vochtgehalte werd bepaald door droging bij 85°C in een geventileerde droogstoof tot een constant gewicht werd bereikt.

De verschillende gegevens werden verwerkt volgens COCHRAN & COX (1966; p. 449).

4. RESULTATEN

4.1. OPKOMST EN BLOEI

Zoals uit het aantal open plantplaatsen 6 dagen na zaai blijkt (Tabel 1), was de opkomst vrij goed en waren er slechts geringe verschillen tussen de cultivars. Het aantal open plantplaatsen was het grootst voor 68056, die hiermee duidelijk slechter was dan de overige. Het aantal open plantplaatsen per veldje varieerde voor de gehele proef van 0-7.

Als gevolg van een regenrijke periode van 12 dagen volgend op de zaai, stonden de planten er aanvankelijk hier en daar geel bij. Dit verschijnsel verdween echter vrij snel en ten tijde van de bloei was er sprake van een goed gewas.

De verschillende veldjes kwamen in de periode 23-26 dagen na zaai in bloei. De cultivar 68056 was in dit opzicht duidelijk de vroegste maar het verschil met de overige was gering (Tabel 1). De variatie binnen cultivars was zeer klein.

Tabel 1. Aantal open plantplaatsen 6 dagen na zaai, aantal dagen van zaai tot bloei, en aantal geoogste planten per veldje

Cultivar	open plantplaatsen	dagen tot bloei	geoogste planten
	$\pm 0,8$	$\pm 0,2$	
Argentine	1,4	24,6	180,9
Natal Common	2,7	24,5	179,6
Spanish 205	2,0	24,9	177,8
Matjan	2,1	25,3	180,3
68056	4,9	23,1	176,3

4.2. OOGST EN OPBRENGST

De oogst vond plaats toen de planten reeds gedeeltelijk waren afgestorven. Als gevolg van het vochtige weer waren er op dat ogenblik op alle veldjes uitgelopen zaden aanwezig, terwijl bovendien de natte grond het oogsten bemoeilijkte waardoor er peulen zijn achter gebleven. De opbrengsten zijn dan ook waarschijnlijk enigszins onderschat. Een ruwe scoring van de opslag geruime tijd na de oogst wees evenwel niet op duidelijke verschillen tussen cultivars zodat mag worden aangenomen dat hun opbrengsten in gelijke mate zijn beïnvloed. Ook het aantal geoogste planten (Tabel 1), dat maximaal 182 kon bedragen, verschilde vrijwel niet van cultivar tot cultivar.

Uit de opbrengstcijfers (Tabel 2) blijkt dat Matjan duidelijk de hoogste peulopbrengst had. De laagste opbrengst werd gevonden voor 68056 doch het verschil met de overige drie was niet betrouwbaar. Als gevolg van het verschil in uitlevering was echter de zaadopbrengst van Matjan niet betrouwbaar beter dan die van Argentine. De laatste verschilde daarentegen op zijn beurt niet van de resterende drie cultivars.

Matjan bleek de zwaarste en dus grootste zaden te hebben, de drie uit West Afrika geïmporteerde cultivars de kleinste en lichtste. De cultivar 68056 nam een tussenpositie in. Ook kwa uitlevering en aantal berekende zaden per plant verschilden de drie West-Afrikaanse cultivars vrijwel niet. In deze opzichten staken ze evenwel gunstig af bij de twee locale cultivars die zowel een lager uitleveringspercentage te zien gaven als minder zaden per plot produceerden.

Tabel 2. Peul- en zaadopbrengsten (ton/ha; 12% vocht),
1000-korrelgewichten (g; 12% vocht), uitleverings-
percentages en berekende aantal zaden per plant

<u>Cultivar</u>	<u>opbrengst</u>		1000-k	%	aantal zaden
	<u>peulen</u>	<u>zaad</u>	<u>gewicht</u>	<u>uitl.</u>	<u>per plant</u>
	± 0,17	± 0,14	± 10		± 4,6
Argentine	3,17	2,51	383	79,2	76,2
Natal Common	3,10	2,45	370	79,0	76,3
Spanish 205	3,01	2,39	380	79,4	73,0
Matjan	3,76	2,88	586	76,6	57,5
68056	2,92	2,22	455	76,2	60,3

5. DISCUSSIE

Ondanks het zeer vochtige weer tijdens een groot deel van de groei, werden voor proefomstandigheden vrij redelijke opbrengsten verkregen. De peulopbrengst van Matjan welke nu werd behaald verschilt zeer weinig van de opbrengst welke in 1969 onder veel drogere omstandigheden op hetzelfde stuk terrein werd verkregen. Er werd toen slechts 213 mm regen geregistreerd terwijl de peulopbrengst op basis van drooggewicht 3,21 ton/ha (WIENK, 1970) bedroeg, hetgeen op basis van 12% vocht, op 3,64 ton/ha neerkomt.

De hoge opbrengst van Matjan lijkt verband te houden met het vrij grote en zware zaad van deze cultivar. Het aantal zaden per plant en het uitleveringspercentage waren nl. lager dan voor de klein-zadige West-Afrikaanse cultivars. Het belang van het 1000-korrelgewicht blijkt verder bij de cultivar 68056 welke kwa aantal zaden per plant en uitleveringspercentage weinig van Matjan verschilde doch als gevolg van zijn kleinere zaden een veel lagere opbrengst gaf. Dat grote zaden daarentegen geen absoluut vereiste is voor een hoge opbrengst wordt enigszins gedemonstreerd door de West-Afrikaanse cultivars. Het lage 1000-korrelgewicht moet daar gecompenseerd worden door een groter aantal zaden per plant. Dit aantal bleek evenwel niet groot genoeg om de opbrengst van Matjan geheel te kunnen evenaren.

Als vierde factor moet hier eigenlijk nog het aantal peulen per plant worden vermeld. Dit aantal werd echter niet bepaald. Wordt evenwel bedacht dat de vier cultivars van het Spanish type overwegend 2-zadige peulen hadden en 68056 overwegend 3-zadige, dan blijkt dat het aantal peulen per plant

voor de laatste cultivar een stuk lager lag dan voor de overige. Aangezien het aantal bloemen bij aardnoot het aantal gevormde peulen altijd ver overtreft (FORTANIER, 1957; GILLIER & SILVESTRE, 1969), heeft een gering aantal peulen waarschijnlijk uitsluitend een fysiologische oorzaak.

In hoeverre een groter aantal zaden per peul en/of grotere zaden, samengaat met een kleiner aantal peulen, en omgekeerd, blijkt niet uit de resultaten. Zo dit echter het geval is dan zou dit op een constante productie-capaciteit wijzen waarbij verhoging van de ene component verlaging van de andere betekent.

Bij eventueel gewasfysiologisch onderzoek lijkt het derhalve nuttig aandacht te schenken aan de grootheden 1000-korrelgewicht, peulen per plant en zaden per peul, in het bijzonder aan een eventuele onderlinge samenhang.

6. LITERATUUR

COCHRAN, W.G. & G.M. COX, 1966. Experimental designs. 2nd ed. Wiley & Sons, New York etc.

FORTANIER, E.J., 1957. De beïnvloeding van de bloei bij *Arachis hypogaea* L. Meded. LandbHoogesch. Wageningen, 57 (2): 1-116.

GILLIER, P. & P. SILVESTRE, 1969. L' arachide. Mais-sonneuve & Larose, Paris.

WIENK, J.F., 1970. Produktie en verdeling van droge stof bij *Arachis hypogaea* L. cv. Matjan onder invloed van het plantverband. CELOS rapporten, 32.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

EEN VERGELIJKENDE OPBRENGSTPROEF MET COWPEA
(onderzoekproject 71/16)

J.F. Wienk

april 1972

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Inleiding</u>	5
3. <u>Materiaal en methoden</u>	6
3.1. Plantmateriaal	6
3.2. Aanplant	6
3.3. Waarnemingen en verwerking	7
4. <u>Resultaten</u>	7
4.1. Opkomst en bloei	7
4.2. Oogst en opbrengst	9
5. <u>Discussie</u>	10
6. <u>Literatuur</u>	11

1. SAMENVATTING

Met betrekking tot het gewasfysiologisch onderzoek aan eenjarige gewassen werd in de grote droge tijd in 1971 een vergelijkende opbrengstproef uitgevoerd met cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Vijf cultivars werden vergeleken. Drie ervan waren geïmporteerd uit Nigeria, de overige twee waren van locale herkomst.

De twee Nigeriaanse cultivars Kwarra en Yebba gaven de hoogste opbrengst, African Red, van locale herkomst, de laagste. De opbrengsten waren over het geheel genomen vrij laag. Ook de vegetatieve ontwikkeling van alle cultivars was matig. De resultaten worden vergeleken met andere proeven en er wordt geconcludeerd dat de over het algemeen lage opbrengsten welke worden behaald waarschijnlijk eerder het gevolg zijn van een sub-optimale plantgrootte ten tijde van de bloei dan van een inherent laag potentieel van het gewas.

2. INLEIDING

Tijdens de kleine droge tijd in 1971 werd een vergelijkende opbrengstproef gedaan met zes cowpea-cultivars (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) van uiteenlopende habitus met het doel cultivars van uiteenlopend opbrengstniveau te kunnen selecteren voor gewasfysiologisch onderzoek (ERDMAN, 1971). Ondanks de morfologische verschillen liepen de opbrengsten niet ver uiteen, en verschilden ze weinig van de producties welke normaliter met dit gewas worden gehaald.

Evenals bij andere peulvruchtgewassen is bij cowpea het aantal bloemen geen productie-beperkende factor (OJEHOMON, 1970).

Uit een groei-analytische vergelijking van drie cultivars van verschillend opbrengst-niveau (OJEHOMON, l.c.) bleek dat er in de vroege groeistadia weinig verschil bestond tussen deze cultivars wat betreft totaal drooggewicht en bladoppervlak, waaruit de auteur concludeerde dat de opbrengstverschillen geen gevolg konden zijn van groeiverschillen vóór de bloei. Daarentegen verschilden de cultivars zeer sterk in plantgrootte, zowel wat betreft totaal drooggewicht als bladoppervlak, tijdens de bloei. Alhoewel de grootste planten het meest opbrachten en de kleinste het minst, waren de opbrengsten niet recht evenredig met de plantgrootte.

Uit onderzoek van EZEDINMA (1966, 1967) blijkt evenwel dat de vegetatieve groei tot zes weken na zaai beïnvloed kan worden door uitwendige omstandigheden als temperatuur en zonneshijn. Daar het hier om zaaidatum-proeven gaat kan een invloed van de fotoperiode niet worden uitgesloten (WIENK, 1963).

Alhoewel van een invloed van de daglengte in Suriname tot dusver weinig is geconstateerd, kunnen de verschillen in temperatuur en zonneshijn tussen de kleine en de grote droge tijd mogelijk zodanig zijn dat dit de vegetatieve groei beïnvloedt waardoor de grootte van de planten ten tijde van de

bloei verre van optimaal is. Met het oog hierop werd besloten tot een gedeeltelijke herhaling van eerdergenoemde opbrengstproef met dien verstande dat slechts drie cultivars uit de eerste groep werden opgenomen plus twee locale, en dat vanwege de vruchtwisseling een ander terrein werd gebruikt.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1. PLANTMATERIAAL

De vijf cultivars met hun CELOS-introductienummers waren I.N. 593 (69147), Kwarra (69148) en Yebba (69158) alle uit Nigeria geïmporteerd, en African Red (68052) en Blackeye (68051) van locale herkomst. De Nigeriaanse cultivars waren reeds eerder opgenomen in een vergelijkende opbrengstproef welke werd uitgevoerd in de kleine droge tijd op een fijnzandige, leemhoudende grond (ERDMAN, 1971). Daarbij bleek I.N. 593 een gedrongen plant te zijn met rechtopstaande bladstelen, meestal ranken vormend, en 2-3 zijassen per plant te hebben met korte internodiën; Kwarra was een forse rechtopstaande plant met rechopgaande bladstelen, rankend vormend, met 3-4 ca. 30 cm lange zijassen per plant met middellange internodiën; Yebba was een kleine, gedrongen plant met min of meer horizontale bladstelen, ranken vormend, en met 4-5 ca. 75 cm lange zijassen met lange internodiën. De drie cultivars bleven groen tot en met het rijp worden van de peulen.

Het droge zaaizaad werd ontsmet met 3 gram Ceredon (50% TMTD + 5% COBH) per kg zaad.

3.2. AANPLANT

De proef werd genomen op zware leemgrond op het CELOS-terrein. Het proefterrein bestaat uit 6 m brede enigszins bolle bedden gescheiden door ontwateringsgreppels welke in verbinding staan met de ontwateringstrenzen van de CELOS-polder. Als voorgewas had op deze bedden papaja met kudzu (*Pueraria phaseoloides*) gestaan. Deze begroeiing werd verwijderd waarna de grond tot op een diepte van ca. 15 cm werd bewerkt met een spitmachine. Na het ophalen van de greppels waarbij de grond over de bedden werd verspreid, volgde een bewerking met een rotorkoep.

Op 28 augustus werd geplant op een diepte van ca. 3 cm, drie zaden per plantgat, in een plantverband van 30 x 30 cm. Op 3 september werd ingeboet. Uitdunnen tot één plant per plantplaats vond zes dagen later plaats.

De bemesting bestond uit een gift van naar rata 200 kg NPK-mengmeststof (15+15+15) per hectare, welke op 14 september werd toegediend in geultjes terzijde van de plantrijen.

Met het oog op plaatselijke bodemverschillen werd de proef opgezet als een onvolledige evenwichtige blokkenproef met 6 herhalingen en blokken van 3. De bruto-grootte van de veldjes bedroeg 25,92 m² ofwel 16 x 18 planten.

De veldjes werden geoogst als de peulen doodrijp waren, i.c. in de periode 60-70 dagen na zaai. De peulen werden in een geventileerde droogstoof gedroogd bij een temperatuur van 40°C.

De totale hoeveelheid geregistreeerde regenval in de periode tot 70 dagen na zaai op enkele honderden meters van het proefveld, bedroeg ruim 310 mm. De verdeling van deze neerslag alsmede het wekelijkse percentage zonneshijn in deze periode zijn weergegeven in Fig. 1. Daarnaast werd driemaal beregend en wel op 23 en 27 september, en op 20 oktober, waarbij naar schatting respectievelijk 18, 12 en 18 mm water werd gegeven.

3.3. WAARNEMINGEN EN VERWERKING

Voor waarnemingen werden de buitenste twee rijen rondom een veldje niet meegerekend.

Per veldje werden genoteerd (i) het aantal open plantplaatsen 6 dagen na zaai, (ii) het tijdstip van in bloei komen, (iii) het tijdstip van de eerste rijpe peulen, en (iv) het aantal aanwezige planten bij de oogst. Een veldje werd gerekend in bloei te zijn, c.q. de eerste rijpe peulen te hebben, zodra minstens 10 planten in bloei waren, respectievelijk een rijpe peul droegen.

Bij de oogst werd na droging bij 40°C het peulgewicht bepaald, het vochtpercentage van deze peulen en het uitleveringspercentage. De laatste werden vastgesteld aan de hand van een monster. Het vochtgehalte werd bepaald door droging bij 85°C in een geventileerde droogstoof tot een constant gewicht werd bereikt. Van alle geoogste planten werd voorts nog geteld het aantal primaire zijassen. De verschillende gegevens werden verwerkt volgens (COCHRAN & COX (1966; p. 449).

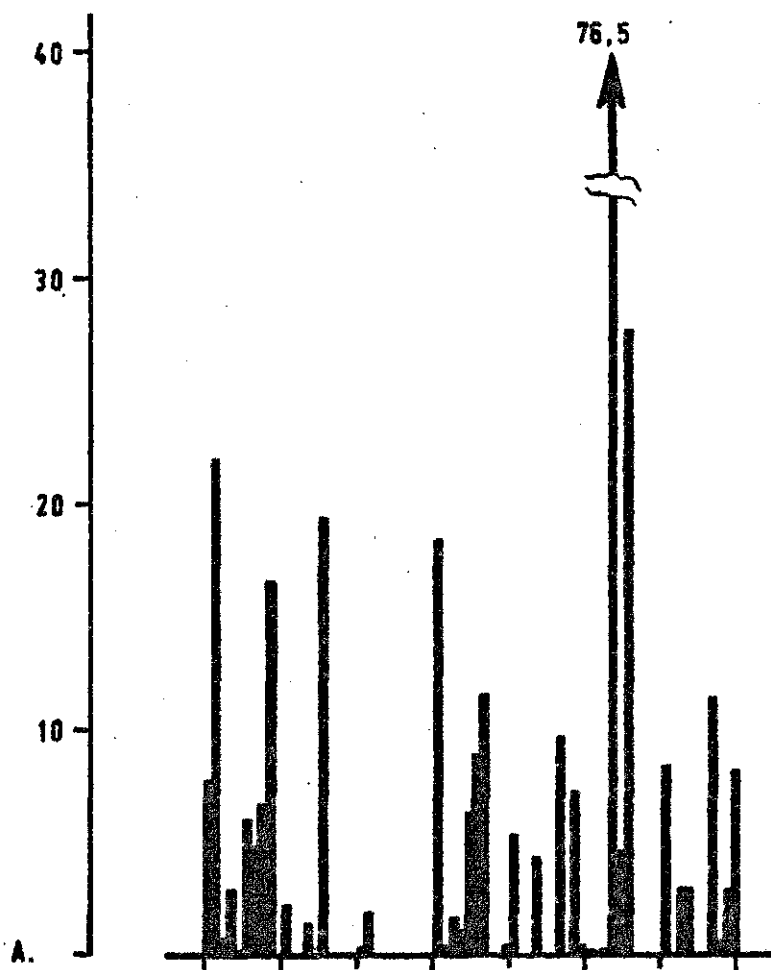
4. RESULTATEN

4.1. OPKOMST EN BLOEI

De opkomst varieerde sterk (Tabel 1). Ze was zeer slecht voor African Red waar ongeveer een kwart van de plantplaatsen open was gebleven. De verklaring voor deze zeer slechte opkomst moet gezocht worden in de kwaliteit van het zaaizaad. De origine van het zaad van deze cultivar was namelijk een andere dan die van de overige.

Zoals uit het aantal aanwezige planten ten tijde van den oogst blijkt heeft het inboeten niet het verwachte resultaat gehad. Voor African Red was het aantal open plant-

Regenval (mm)



% Zonneschijn

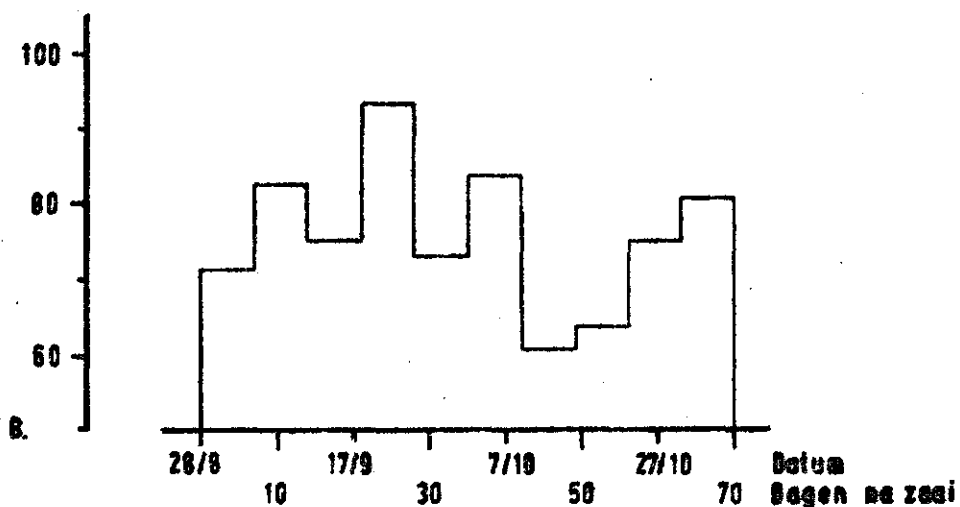


Fig. 1. Dagelijkse regenval (A) en percentage zonneshijn (B) vanaf 28 augustus tot 6 november 1971. Zonneshijn berekend als een gemiddeld percentage van de uren

plaatsen bij de oogst vrijwel gelijk aan dat bij het inboeten, terwijl het voor Kwarra en Blackeye zelfs groter was geworden. In de loop van de tijd verwelkten een aantal planten (damping-off), een verschijnsel dat zich met name bij Kwarra, African Red en Blackeye deed gevoelen.

De gegevens voor het aantal dagen van zaai tot bloei zijn enigszins beïnvloed door de verschillen in aantal planten tussen de veldjes. Zo was de bloei van Blackeye mede laat doordat het op twee veldjes enige tijd duurde alvorens er 10 bloeiende planten konden worden gevonden. Het laatste veldje Blackeye bloeide 9 dagen later dan het eerste! Deze verschillen waren voor I.N. 593 3, voor Kwarra 1, voor Yebba 5 en voor African Red eveneens 5 dagen.

I.N. 593 was duidelijk de vroegste bloeier, terwijl de andere vier cultivars elkaar niet zo veel ontliepen, uitgezonderd misschien Blackeye.

Tabel 1. Aantal open plantplaatsen 6 dagen na zaai, dagen van zaai tot bloei, dagen van zaai tot rijpheid en aantal geoogste planten per veldje

<u>Cultivar</u>	<u>open plantplaatsen</u>		<u>dagen tot</u>	<u>dagen tot</u>	<u>geoogste planten</u>	
	<u>aantal</u>	<u>%</u>	<u>bloei</u>	<u>rijpheid</u>	<u>aantal</u>	<u>%</u>
I.N. 593	18,8	11,2	37,1	58,7	160,4	95
Kwarra	2,4	1,4	42,6	60,4	141,6	84
Yebba	15,7	9,3	46,4	65,8	162,4	97
African Red	42,9	25,5	43,2	61,2	126,9	75
Blackeye	6,6	3,9	50,1	66,0	141,7	84

4.2. OOGST EN OPBRENGST

Het aantal dagen van zaai tot rijpheid (Tabel 1) was het laagst voor de cultivars I.N. 593, Kwarra en African Red. Yebba en Blackeye waren enkele dagen later in dit opzicht. De verschillen waren echter niet erg groot.

De afzonderlijke veldjes werden geoogst zodra alle peulen rijp waren. Daar geen der onderzochte cultivars wordt gekenmerkt door openspringende peulen heeft de gevolgde wijze van oogsten geen nadelige invloed gehad op de opbrengst.

De cultivars Kwarra en Yebba gaven de hoogste peulopbrengst (Tabel 2) gevolgd door Blackeye en I.N. 593. African Red bracht het minst op. Het is niet onmogelijk dat het relatief grote aantal open plantplaatsen hier debet aan is (Tabel 1). De uitleveringspercentages verschilden weinig voor Yebba en de beide locale cultivars. I.N. 593 had de slechtste uitlevering gevolgd door Kwarra.

Het aantal aanwezige zijassen ten tijde van de oogst geeft een idee van de mate van vegetatieve ontwikkeling van de planten. African Red was het slechtst gevolgd door I.N. 593. Yebba had de meeste zijassen.

Tabel 2. Peulopbrengsten (ton/ha; 12% vocht), uitleveringspercentages en aantal zijstengels per plant ten tijde van de oogst

<u>Cultivar</u>	<u>opbrengst</u>	<u>uitl. percent.</u>	<u>zijstengels/plant</u>
	$\pm 0,12$		$\pm 0,3$
I.N. 593	1,26	65,7	2,0
Kwarra	1,64	70,2	2,3
Yebba	1,66	73,7	3,6
African Red	1,05	72,3	1,5
Blackeye	1,27	72,7	2,7

5. DISCUSSIE

De opbrengsten van de drie Nigeriaanse cultivars verschilden niet veel van die in de kleine droge tijd op een zandgrond gehaald. Voor I.N. 593, Kwarra en Yebba werden toen peulopbrengsten genoteerd van respectievelijk 1,35, 1,52 en $1,60 \pm 0,12$ ton/ha, met andere woorden een iets hogere opbrengst voor I.N. 593 en een wat lagere voor de beide andere cultivars. Ook wat de uitleveringspercentages betreft weken de gevonden waarden weinig af van die eerder genoteerd. Ze waren toen 66,3, 70,9 en 75,2 voor respectievelijk I.N. 593, Kwarra en Yebba. Het lagere uitleveringspercentage voor I.N. 593 lijkt derhalve een eigenschap van deze cultivar.

De vegetatieve ontwikkeling was deze keer evenwel minder. Het aantal zijstengels per plant in de vorige opbrengstproef was nl. hoger, een verschil dat echter nauwelijks in de opbrengsten tot uiting komt. Het is niet duidelijk waardoor de planten zich nu vegetatief minder sterk ontwikkelden. Een veldproef voor een grcei-analytische vergelijking van de cultivars African Red en P.I. 221731 welke ongeveer gelijktijdig met de onderhavige proef werd geplant, gaf een zeer goede vegetatieve ontwikkeling van beide cultivars te zien. Voor African Red werd bij het plantverband 30 x 30 cm een waarde voor de maximale bebladeringsindex van 5,37 genoteerd terwijl de uiteindelijke opbrengst 2,31 ton (drooggewicht!) peulen/ha bedroeg (ANON., 1971). De planten in deze proef

vertoonden vanaf opkomst een zeer sterke vegetatieve groei, hetgeen niet het geval was in de onderhavige opbrengstproef. Het resultaat van deze groei-analytische vergelijking ondersteunt overigens OJEHOMON'S (1970) opvatting dat de plant-grootte ten tijde van de bloei belangrijk is voor de opbrengst.

Dat in de bovenbeschreven opbrengstproef wederom matige opbrengsten werden behaald hangt dan ook mogelijk samen met de beperkte vegetatieve ontwikkeling van het gewas. Dat onder Surinaamse omstandigheden dergelijke opbrengsten meer regel zijn dan uitzondering behoeft dan ook geen kwestie te zijn van een laag potentieel maar hangt mogelijk samen met een te trage en te geringe vegetatieve ontwikkeling van de planten. Het verdient mogelijk aanbeveling om te trachten na te gaan welke de oorzaken zijn van een sub-optimale vegetatieve groei van cowpea alvorens verschillen in opbrengst-potentieel tussen cultivars te analyseren.

6. LITERATUUR

- ANON., 1971. Produktie en verdeling van droge stof bij twee cowpea-cultivars onder invloed van de plantdichtheid (71/17). CELOS kwartaalverslagen, 20: 26.
- COCHRAN, W.G. & G.M. COX, 1966. Experimental designs. 2nd ed. Wiley & Sons, New York etc.
- ERDMAN, J.W., 1971. Een vergelijking van de opbrengst van zes cultivars van *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (onderzoekproject no. 71/5). CELOS.
- EZEDINMA, F.O.C., 1966. The distribution of dry weight changes among shoot components of semi-upright cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) during vegetative development. Hort. Res., 6: 91-99.
- EDEDINMA, F.O.C., 1967. Seasonal variations in the growth of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) seedlings in the humid tropical environment of Southern Nigeria. J. W. Afr. Sci. Ass., 12: 45-49.
- OJEHOMON, O.O., 1970. A comparison of the vegetative growth, development and seed yields of three varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. J. agric. Sci., Camb., 74: 363-374.
- WIENK, J.F., 1963. Photoperiodic effects in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Meded. LandbHoogeschool Wageningen, 63 (3): 1-82.