

Landbouwhogeschool-Wageningen  
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

EEN GROEI-ANALYSE VAN MAIS EN SOJA  
(onderzoekprojecten nos. Lpt/68/5 en Lpt/68/6)

J.F. Wienk

april 1969

## I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u> . . . . .	5
2. <u>Voorwoord</u> . . . . .	5
3. <u>Inleiding en probleemstelling</u> . . . . .	5
4. <u>Uitvoering</u> . . . . .	6
4.1. Mais . . . . .	6
4.1.1. Materiaal . . . . .	6
4.1.2. Bemonstering . . . . .	6
4.1.3. Behandeling van het monster . . .	7
4.1.4. Schatting van het bladoppervlak .	7
4.2. Soja . . . . .	8
4.2.1. Materiaal . . . . .	8
4.2.2. Bemonstering . . . . .	8
4.2.3. Behandeling van het monster . . .	9
4.2.4. Schatting van het bladoppervlak .	9
4.3. Verwerking van de gegevens . . . . .	9
5. <u>Resultaten</u> . . . . .	10
5.1. Mais . . . . .	10
5.1.1. Droge-stofproduktie en -verdeling	10
5.1.2. Bladgewicht en bladoppervlak . . .	12
5.1.3. Ontwikkeling van de kolf . . . . .	14
5.1.4. Stengelgroei . . . . .	14
5.1.5. Groeikarakteristieken . . . . .	14
5.2. Soja . . . . .	17
5.2.1. Droge-stofproduktie en -verdeling	17
5.2.2. Grootte en samenstelling van het bladoppervlak . . . . .	19
5.2.3. Stengelgroei . . . . .	20
5.2.4. Groeikarakteristieken . . . . .	20
6. <u>Literatuur</u> . . . . .	21

## 1. SAMENVATTING

Een klassieke groei-analyse werd uitgevoerd aan de gewassen mais (*Zea mays* L.) en soja (*Glycine max* Merr.). Met intervallen van twee weken, te beginnen drie weken na zaai, werd een monster planten genomen waaraan de verdeling van het drooggewicht over componenten als stengels, bladeren, wortels en generatieve delen werd bepaald. Verder werden bladoppervlakte-bepalingen gedaan en werden stengellengtemetingen en bladtellingen verricht. De gewassen werden bemonsterd tot aan het doodrijpe stadium. Met behulp van de verkregen gegevens werden over een aantal intervallen de gemiddelde relatieve en absolute groeisnelheden, alsmede de gemiddelde snelheid van de netto-fotosynthese berekend.

## 2. VOORWOORD

De in dit rapport verslagen oriënterende groei-analyses van mais en soja werden uitgevoerd in het kader van het experimenteel ecologisch onderzoek van de afdeling Plantenteelt. Het rapport is slechts een verslag en bevat geen kritische discussie in het licht van met deze gewassen elders verkregen resultaten, noch een vergelijking van de twee gewassen onderling.

## 3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Plantenteeltkundig onderzoek dat, voorzover het de experimentele ecologie betreft, informatie tracht te verkrijgen over alle schakels in de keten van processen die van invloed zijn op de opbrengst, kan gedacht worden te bestaan uit een bestudering van (i) het milieu en zijn invloed op de groei van het gewas, en van (ii) de groeireacties van het gewas voorzover deze de opbrengst beïnvloeden. Dit laatste aspect wordt ook wel als gewasfysiologie aangeduid.

In het gewasfysiologisch onderzoek wordt veel gebruik gemaakt van de groei-analyse, een onderzoeksmethode welke gebaseerd is op het principe dat de toename in drooggewicht van een gewas over een bepaalde periode een maat is voor de netto-fotosynthese over die periode. Het gewas is hierbij op te vatten als fotosynthetisch systeem. Deze netto-fotosynthese kan worden uitgedrukt per eenheid van bladoppervlak en vormt aldus een maat voor de intensiteit van het systeem (de "Net Assimilation Rate"- NAR). Daarnaast is de grootte van het bladoppervlak een maat voor de capaciteit van dit systeem. Worden beide uitgedrukt per eenheid van grondoppervlak dan komt men tot respectievelijk de begrippen groeisnelheid van het gewas ("Crop Growth Rate" - CGR) en bebladeringsindex ("Leaf Area Index" - LAI).

De drooggewicht- en bladoppervlaktebepalingen welke bij een groei-analyse nodig zijn, worden bij snelgroeïende eenjarige gewassen gewoonlijk met intervallen van hoogstens twee weken uitgevoerd. Tegelijkertijd wordt de verdeling

van het drooggewicht over de wortels, stengels, bladeren en andere delen bepaald, en worden tellingen en metingen verricht aan deze componenten teneinde een idee te krijgen van de samenstelling van het fotosynthetisch systeem en van de veranderingen die het in de loop van de groei ondergaat.

Met behulp van groei-analyses kunnen verschillende gewassen, cultivars van gewassen, en cultuurmaatregelen vergeleken worden. Het doel van zulke vergelijkingen is het opsporen van factoren in het gewas of zijn milieu, die invloed uitoefenen op de produktie van nuttige droge stof, en vervolgens het wijzigen van deze factoren zodat een optimale produktie wordt verkregen.

Ter oriëntering werd een groei-analyse verricht aan mais (*Zea mays* L.) en aan soja (*Glycine max* Merr.). Met intervallen van twee weken werden hiertoe uit respectievelijk een mais- en een soja-aanplant een aantal planten geoogst waaraan de verdeling van het drooggewicht over de verschillende componenten werd bepaald. De resultaten hiervan worden in het onderstaande gerapporteerd.

#### 4. UITVOERING

##### 4.1. MAIS

##### 4.1.1. Materiaal

Het plantmateriaal bestond uit lokale mais afkomstig van de markt te Paramaribo. Uit het zeer heterogene materiaal werden alle niet-gele korrels verwijderd.

Er werd gebruik gemaakt van de Oriënterende Begreppelings-Bedden-Gewassenproef van de afdeling Mechanisatie (Mec/68/1). Het proefveld is gelegen op het CELOS-terrein en bestaat uit een zandige leemgrond van geringe doorlatendheid. In de proef werden een aantal 6-m en 12-m bedden vergeleken in de vorm van een gewarde blokkenproef in vier herhalingen. Een gedeelte was beplant met mais, een ander gedeelte met soja. Een deel van de maisaanplant werd gebruikt voor deze groei-analyse.

De mais werd op 26 september 1968 gezaaid in rijen op onderlinge afstand van 90 cm. Gedurende de periode 10-20 dagen na zaai werd geleidelijk aan uitgedund tot een plantverband van 90 x 30 cm. Een week na zaai werd bemest met een NPK-mengmeststof (14-14-14) waarvan 400 kg/ha werd gegeven in ondiepe geultjes aan weerszijden van de plantrijen. Tijdens de groei werd regelmatig gespoten met Dipterex SP80 (100-180 g/ha) ter bestrijding van *Diatraea saccharalis* (F.). Droogte gedurende de maand oktober maakte toediening van water noodzakelijk om het gewas in leven te houden.

##### 4.1.2. Bemonstering

Met intervallen van twee weken, te beginnen drie weken na het zaaien, werd een monster van 80 planten genomen dat gelijkmatig over de bedden was verdeeld. In totaal werden acht monsters genomen, het laatste toen de mais doodrijp was.

Per bemonstering werden per 6-m bed vier planten verwijderd. Op de 12-m bedden was dit aantal tweemaal zo groot. De buitenste rijen van een bed werden niet bemonsterd, terwijl van de overige rijen slechts elke vierde plant werd gebruikt, zodanig dat zo'n plant stond midden tegenover drie niet bemonsterde planten in ieder van de beide buurrijen. Tussen en binnen de rijen, alsmede tussen de bedden, werd gewaard ter bepaling van de volgorde van bemonstering. Elke bemonsteringsplaats stond vast zodat telkens een gelijk areaal werd geoogst. Een achtergebleven of dode plant werd daarbij niet vervangen door een andere.

#### 4.1.3. Behandeling van het monster

De planten werden zo goed mogelijk uitgegraven, de wortels afgesneden, gewassen en gedroogd.

De lengte van elke plant werd gemeten vanaf de basis tot aan de laatste zichtbare gewrichtsdriehoek. Deze gewrichtsdriehoek bepaalde tevens het laatste ontvouwen blad.

De bovengrondse delen werden opgesplitst in:

1. stengels - zonder mannelijke bloeiwijze;
2. mannelijke bloeiwijzen gerekend vanaf de gewrichtsdriehoek van het laatste blad;
3. groene bladscheden;
4. bladschijven van groene ontvouwen bladeren, ontdaan van de dikke middennerf, plus het groene blad boven de laatste zichtbare gewrichtsdriehoek;
5. middennerven als bedoeld sub 4;
6. gele en verdorde bladeren plus het niet-groene en niet-ontvouwen blad;
7. kolven - zonder schutblad;
8. schutblad als bedoeld sub 7.

Dit materiaal werd per sub-monster, i.e. vier planten, afzonderlijk gedroogd. Het drogen vond plaats in een geventileerde droogstoof bij 85°C gedurende 24 uur gevolgd door één uur bij 105°C. Kolven en stengels werden hiertoe eerst in kleine stukjes gesneden.

#### 4.1.4. Schatting van het bladoppervlak

Zowel de oppervlakte van de groene bladscheden als van de groene bladschijven werd bepaald.

Een schatting van het oppervlak van de scheden werd verkregen uit de lengte en de gemiddelde doorsnede van het met groene scheden bedekte stengeldeel. Ze werd voor elke plant afzonderlijk bepaald.

Het oppervlak van de groene bladschijven werd in twee gedeelten geschat aan de hand van vier bladeren van een voor elk sub-monster typische plant. Deze vier bladeren bestonden uit een relatief jong, een relatief oud en twee er tussen in. Uit elk dezer bladeren werden aan beide zijden van de middennerf en gelijkmatig daarlangs verdeeld, vijf stukjes bladschijf van bekend oppervlak geponst. Uit het drooggewicht van de aldus verkregen 40 stukjes bladschijf, en dat van de

totale hoeveelheid bladschijf zonder middennerf per sub-monster, werd het oppervlak geschat. Het oppervlak van de middennerven van de vier bladeren, met uitzondering van het dunne topgedeelte, dat bij de rest van de bladschijf werd gerekend, werd berekend uit de afmetingen van de langgerekte, gelijkbenige trapezia die deze nerfgedeelten bij benadering vormen. Vermenigvuldiging van het aldus gevonden oppervlak met het gemiddelde aantal ontvouwen bladeren per sub-monster, leverde de schatting op van het totale oppervlak van de middennerven van de ontvouwen bladeren in het sub-monster.

## 4.2. SOJA

### 4.2.1. Materiaal

Het plantmateriaal bestond uit de lokaal veel verbouwde cultivar Laris, een kleinzadige, zwarte sojaboon. Het zaad was afkomstig van de markt te Paramaribo.

Evenals bij mais werd gebruik gemaakt van de Oriënterende Begreppelings-Bedden-Gewassenproef van de afdeling Mechanisatie (zie sub 4.1.2).

Als gevolg van de weersomstandigheden werd in twee gedeelten gezaaid. De eerste en tweede herhaling werden ingezaaid op respectievelijk 27 en 28 september 1968, de derde en vierde op 1 oktober. Er werd geplant in 2-3 cm diepe gaten op 30 x 30 cm, 4-5 zaden per plantgat. Op 16 oktober werd gedund tot twee planten per pol. Een week na zaai werd bemest met een NPK-mengmeststof (14-14-14) waarvan 400 kg/ha werd gegeven in ondiepe geultjes tussen de plantrijen.

In verband met droogte gedurende de maand oktober werd enige malen wat water gegeven teneinde het gewas in leven te houden. Tijdens de gehele groei duur werd last ondervonden van aardvlooien (Chrysomelidae), maar deze werden niet bestreden.

### 4.2.2. Bemonstering

Met intervallen van twee weken, te beginnen drie weken na het planten van de laatste twee herhalingen, werd per herhaling een monster van 40 pollen genomen dat gelijkmatig over de bedden was verdeeld. Het bemonsteringspatroon kwam in grote trekken overeen met dat gebruikt voor mais (4.1.2). De rijen werden twee aan twee genomen. De buitenste "dubbel-rijen" werden niet bemonsterd, terwijl tussen twee bemonsterde "dubbel-rijen" telkens één "dubbel-rij" als randrij in acht werd genomen. Per bemonsteringsplaats werden twee pollen geoogst, één uit elk der rijen van de "dubbel-rij". De bemonsteringsplaatsen werden aangewezen met behulp van warren. Per bemonstering werden per 6-m bed vier, en per 12-m bed acht pollen geoogst.

Er werden in totaal zeven monsters genomen, het laatste toen het gewas doodrijp was.

#### 4.2.3. Behandeling van het monster

De pollen werden zo goed mogelijk uitgegraven, de wortels afgesneden, gewassen en gedroogd. Het wortelstelsel werd afgeknipt bij de wortelhals.

Van de bovengrondse delen werd per plant het aantal drietallige groene bladeren aan de hoofdstengel en aan het totaal van zijstengels geteld. Het aantal zijstengels werd vastgesteld en de lengte van de hoofdstengel gemeten vanaf de primaire bladeren tot aan het groeipunt. Een zijas werd als zijstengel aangemerkt indien er minstens één ontvouwen blad aan zat.

De bovengrondse delen werden opgesplitst in:

1. groene blaadjes zonder bladstelen en -steeltjes;
2. gele blaadjes zonder bladstelen en -steeltjes;
3. stengels inclusief bladstelen en -steeltjes;
4. peulen.

Dit materiaal werd per herhaling, i.e. 40 pollen, afzonderlijk gedroogd. Droging vond plaats in een geventileerde droogstoof bij 85°C gedurende 24 uur gevolgd door één uur bij 105°C.

#### 4.2.4. Schatting van het bladoppervlak

Het groene-bladoppervlak werd geschat door per plant vier verschillende blaadjes - twee top- en twee laterale blaadjes - te kiezen op verschillende hoogten aan de hoofdstengel. Uit elk dezer blaadjes werden twee stukjes van bekend oppervlak geponst, één naast de hoofdnerf en één over de hoofdnerf uit het topgedeelte van het blaadje. Uit de drooggewichten van de gezamenlijke bladstukjes en de groene bladeren werd per herhaling het bladoppervlak geschat.

### 4.3. VERWERKING VAN DE GEGEVENS

Daar het in eerste instantie ging om een beeld van de groei in termen van drooggewicht, en om de verdeling van dit drooggewicht over de verschillende componenten van de plant, werden slechts gemiddelden berekend. Het cijfermateriaal werd niet wiskundig verwerkt.

De gemiddelde "Net Assimilation Rate" ( $\overline{NAR}$ ) over de periode tussen twee bemonsteringstijdstippen  $t_1$  en  $t_2$  werd gevonden met behulp van de formule (GREGORY, 1926)

$$\overline{NAR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1}, \text{ waarin } W_1 \text{ en } W_2 \text{ de}$$

totale drooggewichten, en  $L_1$  en  $L_2$  de bladoppervlakten zijn op de tijdstippen  $t_1$  en  $t_2$ .

De gemiddelde absolute groeisnelheid ("Crop Growth Rate" - CGR) werd berekend uit  $CGR = \overline{NAR} \times \overline{LAI}$  (GREGORY, 1917).

Daar het gemiddelde bladoppervlak over het tijdsinterval  $t_2-t_1$  gelijk is aan  $\frac{L_2-L_1}{\ln L_2-\ln L_1}$  (FISHER, 1921) is  $\overline{CGR} = \frac{W_2-W_1}{t_2-t_1} \times \frac{1}{A}$ ,

waarin A de grootte van het bemonsterde areaal is.

De gemiddelde relatieve groeisnelheid, i.e. de hoeveelheid droge stof gevormd per eenheid droge stof aanwezig ("Relative Growth Rate" - RGR) werd berekend volgens (BLACKMAN, 1919; FISHER, 1921):

$$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} .$$

## 5. RESULTATEN

### 5.1. MAIS

#### 5.1.1. Droge-stofproduktie en -verdeling

Het verloop van de drooggewichten van wortels, stengels en pluimen, groene bladeren, en van kolven en schutblad alsmede van het totale drooggewicht zijn weergegeven in fig. 1.

Het totale drooggewicht nam toe tot 15 weken na zaai toen een maximum van 10,7 ton/ha werd bereikt. De achteruitgang welke bij de laatste oogst werd geconstateerd kan waarschijnlijk verklaard worden deels uit experimentele fouten en deels uit directe verliezen in wortel-, blad- en stengelgewicht. Alhoewel het dode maisblad aan de plant blijft zitten zijn verliezen in het doodrijpe stadium onvermijdelijk. Deze afsterving veroorzaakte tevens de wortel- en pluimverliezen.

Het stengelgewicht bleef aanvankelijk sterk achter bij het bladgewicht. Tot zeven weken na zaai vormden de bladeren het grootste deel van de plant. Daarna trad reeds afsterving van oud blad op. Het groene blad bereikte na negen weken zijn maximum toen ongeveer driekwart van de planten een pluim had. Bij volgende oogsten daalde het gewicht aan groen blad. Bij de laatste oogst was de plant geheel dood. Het stengelgewicht bereikte na negen weken zijn maximum, i.e. twee weken nadat de meeste planten bloeiden. Het bleef verder min of meer constant behalve bij de laatste oogst toen een lager gewicht werd gevonden.

Het gewicht aan kolven en schutblad begon sterk toe te nemen nadat de meeste planten bloeiden. De toename was bijna constant tot aan de één na laatste oogst. De geringe daling bij de laatste oogst moet vermoedelijk aan experimentele fouten worden toegeschreven.

Het wortelgewicht nam toe tot 11 weken na zaai, en bleef daarna constant behalve bij de laatste oogst toen een reeds eerder genoemde daling optrad. Daar niet alle wortels konden worden uitgraven is dit wortelgewicht van beperkte betekenis.



DROOGGEWICHT

$10^3$  KG/HA

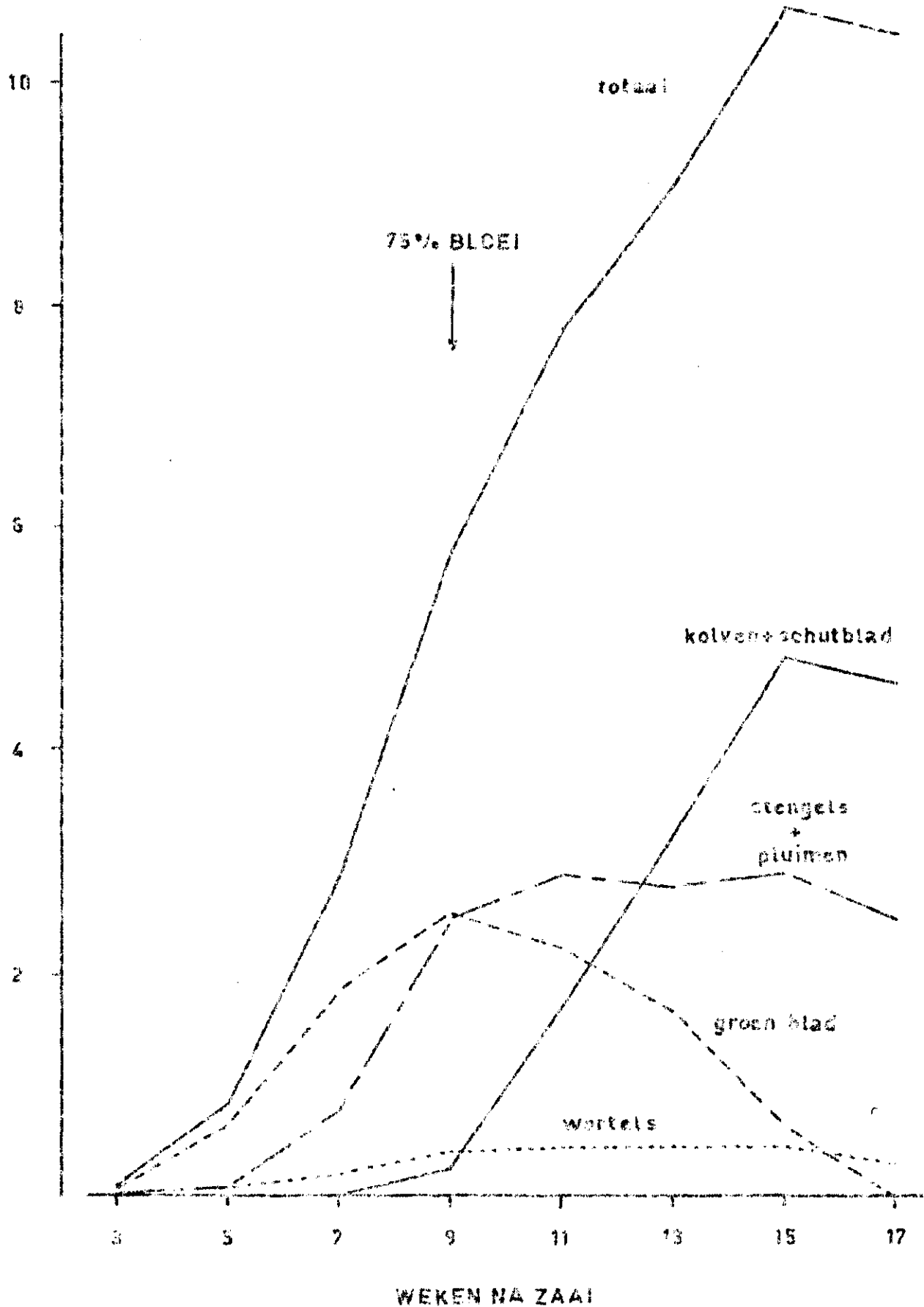


Fig. 1. Verloop van de drooggewichten van wortels, groen blad, stengels en pluimen, kolven en schutblad, en van het totale gewas tijdens de groei van rye.

5.1.2. Bladgewicht en bladoppervlak

Het verloop van het gewicht aan groene bladschijven, groene bladscheden en geel en dor blad is weergegeven in fig. 2. De bebladeringsindices (LAI) berekend voor bladschijven alleen en voor het totale blad, alsmede de aantallen ontvouwen bladeren per plant zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1. Bebladeringsindices (LAI) voor bladschijven alleen en voor het gehele blad, en aantal ontvouwen groene bladeren per plant in de periode 3-17 weken na zaai

	weken na zaai							
	3	5	7	9	11	13	15	17
LAI - bladschijf	nb <sup>*</sup>	1,21	2,59	3,22	2,50	1,77	nb	0,0
LAI - schijf + schede	nb	1,29	2,88	3,80	2,91	2,04	nb	0,0
aantal groene bladeren/plant	4,9	6,7	9,4	14,5	11,9	9,5	3,2	0,0

nb<sup>\*</sup> = niet bepaald

Uit fig. 2 blijkt dat het totale bladgewicht zijn maximum bereikte 11 weken na zaai of twee weken nadat driekwart van de planten bloeiden. Door de reeds ingetreden afsterving van oud blad was het gewicht aan groen blad toen over zijn maximum heen. De daling van het totale bladgewicht na de vijfde oogst moet deels verklaard worden uit reeds eerder vermeld bladverlies. Daar wat betreft het gele en verdorde blad geen onderscheid werd gemaakt tussen bladscheden en -schijven kan weinig geconcludeerd worden ten aanzien van eventuele herverdeling van droge stof vanuit de scheden naar de ontwikkelende kolven. Opvallend is overigens dat tot negen weken na zaai het gewichtsaandeel van de groene bladscheden in het totale groene blad toenam, eerst vrij regelmatig maar tussen de derde en vierde oogst zeer sterk, terwijl het daarna constant bleef. Het gewicht aan groene scheden als percentage van het groene blad bedroeg bij de opeenvolgende oogsten namelijk 21, 24, 27, 35, 36, 36, en 36. In hoeverre dit een gevolg is van de anatomie van de plant, of van opslag van koolhydraten in de scheden kan moeilijk uit de beschikbare waarnemingen geconcludeerd worden.

Het verloop van de LAI (tabel 1) komt goed overeen met dat van het groene-bladgewicht.

De LAI werd berekend op basis zowel van het gehele blad als van de bladschijf alleen. De beide delen van het blad zijn niet vergelijkbaar; de schijf is dubbelwerkend doch wordt slechts eenzijdig gerekend bij de berekening van de LAI. Aan de andere kant zou verwaarlozing van de scheden bij de berekening van de netto-fotosynthese tot een overschatting van de fotosynthetische capaciteit van het blad kunnen leiden. Alhoewel voor enkele kleine granen is aangetoond dat de scheden en zelfs delen van de bloeiwijze zoals de kafnaalden, bijdragen tot de fotosynthese, worden de scheden

DROOGGEWICHT

$10^3$  KG/HA

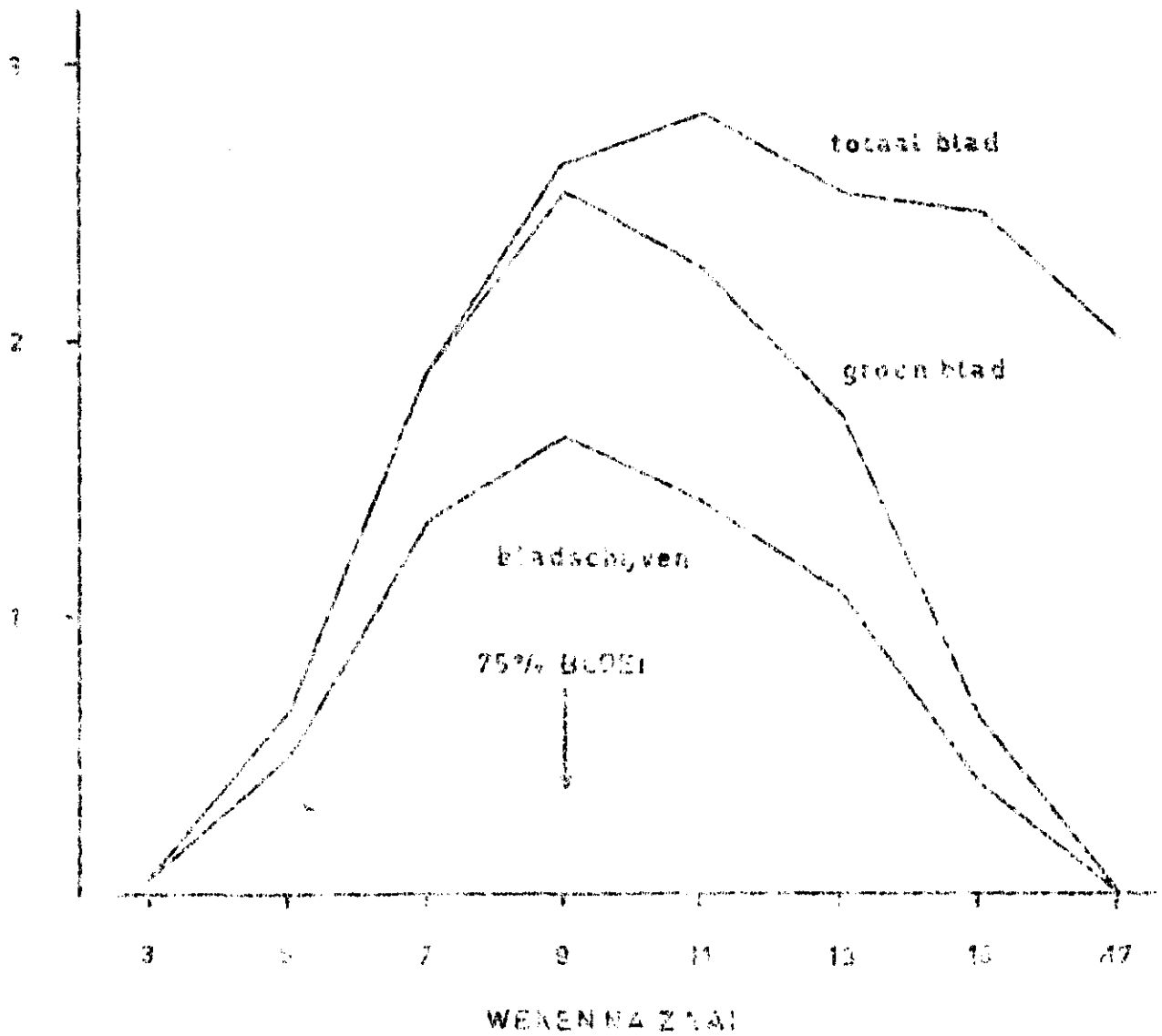


Fig. 2. Verloop van de drooggewichten van de drooge bladschijven, het totale groene blad en van het blad-totaal tijdens de groei van mais.

in vele gevallen niet meegeteld.

Uit de aantallen groene bladeren per plant in vergelijking tot de LAI-bladschijf blijkt dat de bladeren zeven weken na zaai het grootst waren en daarna geleidelijk aan kleiner werden. Maximum LAI en grootste aantal bladeren vielen echter wel samen.

### 5.1.3. Ontwikkeling van de kolf

Het verloop van de drooggewichten van de kolven en de schutbladeren is weergegeven in fig. 3 samen met dat van het groene blad.

Er was voor het eerst sprake van een meetbare hoeveelheid kolven toen de meeste planten een pluim hadden, i.e. negen weken na zaai. De ontwikkeling van de gehele kolven verliep daarna zeer snel en bereikte een maximum 15 weken na zaai. Het schutblad maakte aanvankelijk het grootste deel uit van de kolf, en was het snelst volgroeid. Daarna trad weinig verandering op in hun gewicht. De kolf nam echter verder in gewicht toe. De grootste accumulatie van droge stof in de kolven vond plaats toen de hoeveelheid groen blad reeds daalde. Voor het grootste deel moet deze droge stof afkomstig zijn van de netto-fotosynthese van het nog aanwezige groene blad. Of er sprake was van een herverdeling vanuit andere delen zoals de scheden kan niet geconcludeerd worden.

Tijdens de proef bleek dat de mais op sommige gedeelten van het terrein eerder vergeelde en afstierf dan elders. Aangezien per bed opbrengstbepalingen werden gedaan, werden de opbrengstcijfers vergeleken met de mate van groen blijven van de verschillende bedden. Als maat van groen blijven werd genomen het gemiddelde bladoppervlak per monster van vier planten over de periode 9-13 weken na zaai, i.e. onmiddellijk na de bloei. Er bleek een duidelijke positieve correlatie ( $r = 0,76$ ) te bestaan tussen de opbrengst enerzijds en het gemiddelde groene-bladoppervlak anderzijds.

### 5.1.4. Stengelgroei

Het verloop van de drooggewichten van stengels en pluimen, en dat van de stengellengte is weergegeven in fig. 4. Dertien weken na zaai bleek de stengellengte zijn maximum te hebben bereikt, waarna verdere metingen achterwege werden gelaten. Het maximum gewicht werd bereikt tegelijkertijd met de maximum stengellengte.

De pluimen waren het zwaarst ten tijde van de bloei. Daarna daalde het gewicht enigszins en bleef min of meer constant tot aan de laatste oogst toen het als gevolg van verliezen verder was afgenomen.

### 5.1.5. Groeikarakteristieken

De waarden van de gemiddelde snelheid van de netto-assimilatie (NAR), van de gemiddelde absolute groeisnelheid (CGR) en de relatieve groeisnelheid (RGR) berekend over de intervallen tussen de opeenvolgende bemonsteringstijdstippen zijn samengevat in tabel 2.

DROOGGEWICHT

$10^3$  KO/HA

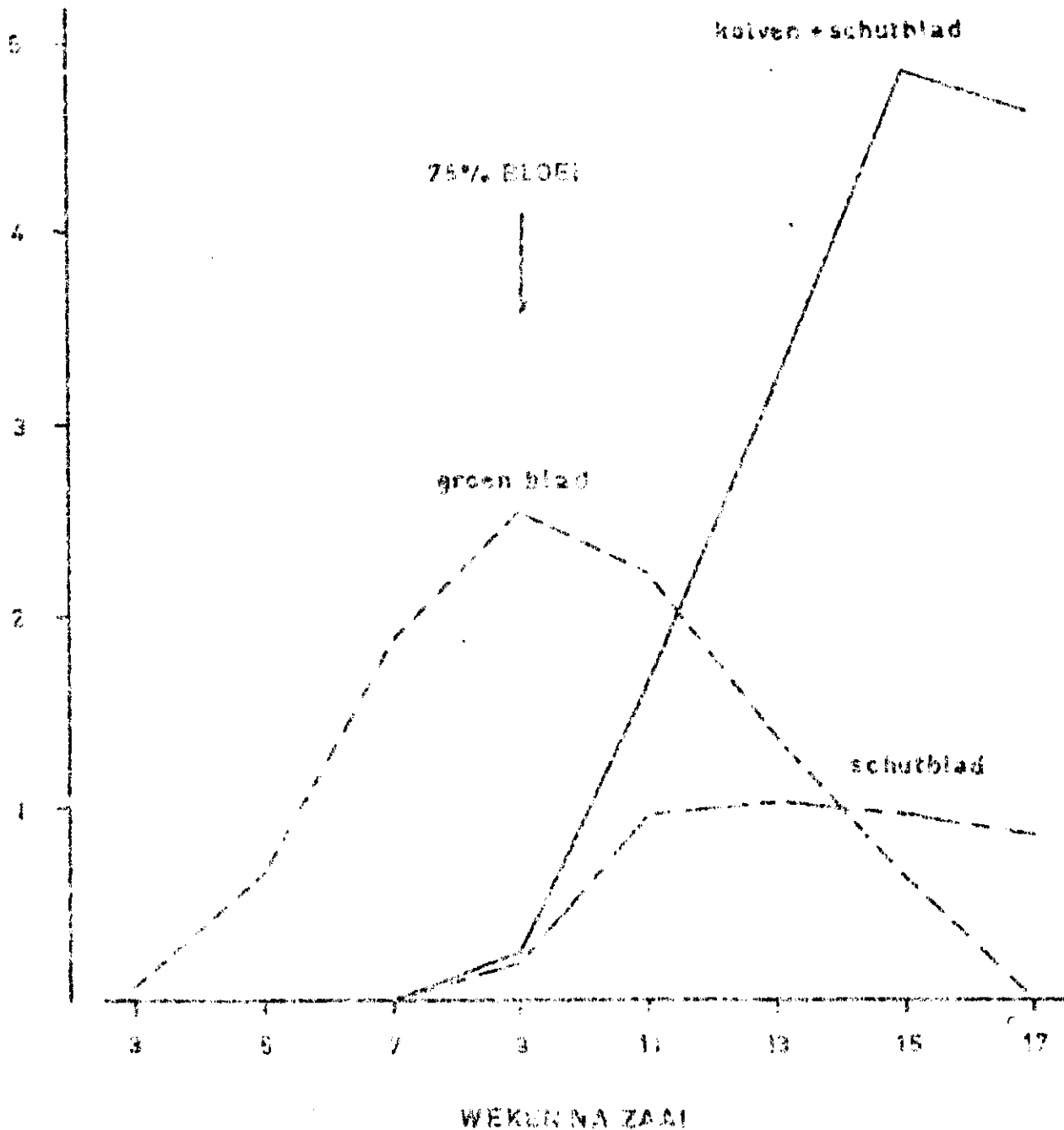


Fig. 3. Verloop van de drooggewichten van kolven en schutblad vergeleken met dat van het groene blad tijdens de groei van maïs.

DROOGGEWICHT

$10^3$  KG/HA

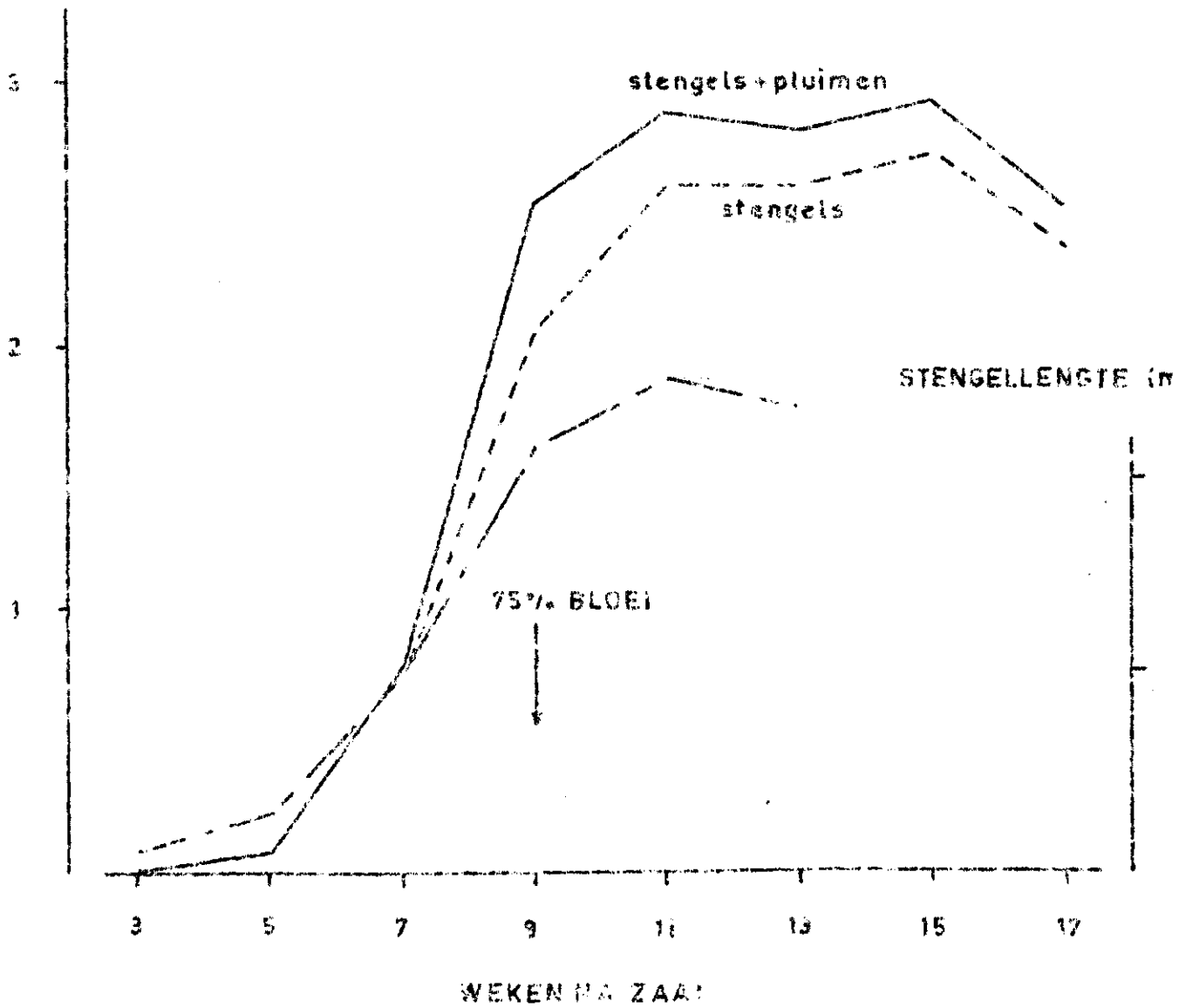


Fig. 4. Verloop van de drooggewichten van stengels en pluimen en van de lengte-groei van de stengel tijdens de groei van maïs.

Tabel 2.  $\overline{NAR}$ ,  $\overline{CGR}$ , en  $\overline{RGR}$  over twee-wekelijkse perioden te beginnen 3 weken na zaai

	periode:.. weken na zaai				
	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13
$\overline{NAR}$ (g/dm <sup>2</sup> blad/week)	nb <sup>x)</sup>	0,51	0,44	0,30	0,23
$\overline{CGR}$ (g/m <sup>2</sup> /dag)	5,3	14,5	21,1	14,4	8,1
$\overline{RGR}$ (g/g/week)	1,18	0,62	0,35	0,15	0,07

x)nb = niet bepaald

Zowel  $\overline{NAR}$  als  $\overline{CGR}$  namen af naarmate de planten ouder werden. Het relatief steeds kleiner worden van het fotosynthetiserende deel van de plant vergeleken met het totale drooggewicht was hier waarschijnlijk debet aan. De  $\overline{CGR}$  was maximaal in de periode 7-9 weken na zaai, hetgeen ook uit het verloop van het totale drooggewicht (fig. 1) blijkt.

## 5.2. SOJA

### 5.2.1. Droge-stofproductie en -verdeling

Het verloop van het totale drooggewicht en dat van peulen, stengels, groen blad en wortels zijn weergegeven in fig. 5. Het totale drooggewicht nam toe tot 11 weken na zaai, daalde zeer snel in de volgende twee weken en veranderde daarna weinig. Deze daling moet waarschijnlijk geheel worden toegeschreven aan bladverlies dat reeds na zeven weken een aanvang nam (zie 5.2.2).

Daar de bladstelen en steeltjes bij de stengel werden gerekend en zij met de blaadjes afvallen, daalde ook het stengelgewicht tijdens de laatste weken van de groei. Het laatste cijfer voor het stengelgewicht benadert vermoedelijk het gewicht van de eigenlijke stengels het meest.

Tijdens de eerste weken van de groei bestonden de planten voornamelijk uit blad. De totale hoeveelheid groen blad nam toe tot negen weken na zaai en begon daarna aan een daling die na elf weken sterk toenam als gevolg van versneld bladverlies.

De planten bloeiden volop na zeven weken. De eerste peulen werden waargenomen na negen weken waarna het peulgewicht geleidelijk aan toenam en pas bij de laatste oogst zijn maximum bereikte.

Het wortelgewicht bereikte na negen weken zijn maximum om daarna ongeveer gelijk te blijven. Daar slechts een deel van de wortels konden worden uitgegraven, geeft dit gewicht een onderschatting van de totale hoeveelheid wortels. Opvallend is dat de vegetatieve groei zich nog voortzette enige tijd nadat de planten reeds volop in bloei waren.

In het totale drooggewicht is eveneens het gele blad opgenomen. Als gevolg van bladval was deze hoeveelheid vrij klein. Negen weken na zaai werden de eerste vergeelde bladeren waargenomen, een hoeveelheid van 41 kg/ha. Twee weken

DROOGGEWICHT

10<sup>3</sup> KG/HA

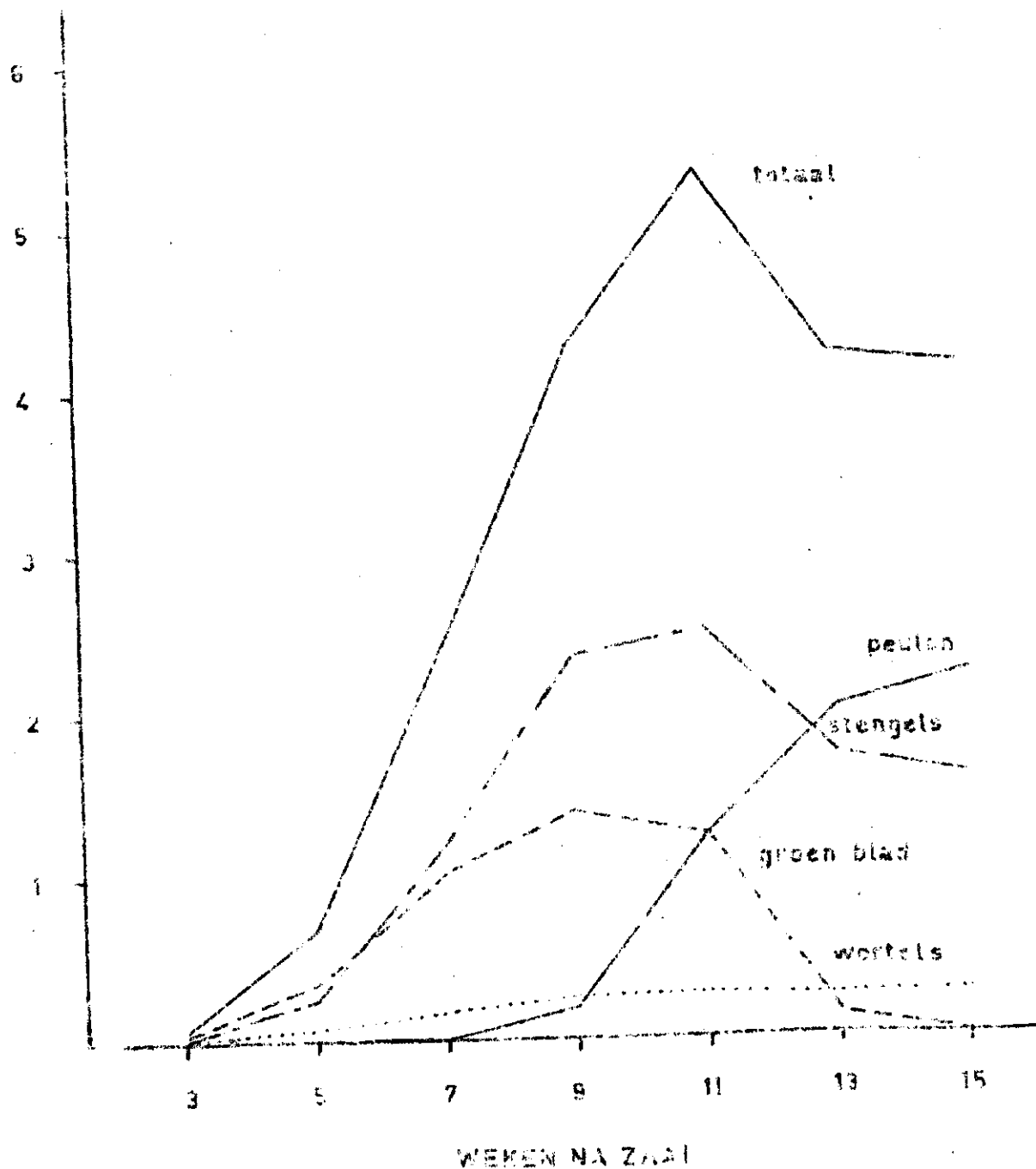


Fig. 5. Verloop van de drooggewichten van wortels, stengels, groen blad, peulen, en van het totale gewas tijdens de groei van soja.



later werd dezelfde hoeveelheid gevonden, maar dertien weken na zaai, toen de bladafsterving in volle gang was, was deze hoeveelheid tweemaal zo groot. Bij de laatste oogst zat er 10 kg/ha geel blad aan de planten.

### 5.2.2. Grootte en samenstelling van het bladoppervlak

De aantallen groene drietallige bladeren per plant aan hoofdstengel, zijstengels, per zijstengel, en de bebladeringsindices ten tijde van de verschillende oogsten zijn samengevat in tabel 3.

Tabel 3. Aantal groene drietallige bladeren per plant, aan hoofdstengel, per zijstengel, aan het totaal van zijstengels, en de bebladeringsindices (LAI) in de periode 3-15 weken na zaai

	weken na zaai						
	3	5	7	9	11	13	15
aantal bladeren:							
per hoofdstengel	2,7	7,3	10,8	9,4	7,3	1,3	0,0
per zijstengel	0,0	1,9	3,4	5,0	4,3	nb <sup>*</sup> )	nb
per totaal van zijstengels per plant	0,0	3,8	16,6	25,5	19,5	1,8	0,0
per plant	2,7	11,1	27,4	34,9	26,8	3,1	0,0
<u>LAI</u>	0,16	1,23	3,44	4,16	3,12	nb	nb

\* ) nb = niet bepaald .

Uit de gegevens blijkt dat de eerste bladval reeds optrad in de periode 7-9 weken na zaai: het aantal bladeren aan de hoofdstengel nam toen af. Vanaf zeven weken na zaai bestond het bladoppervlak voornamelijk uit bladeren aan de zijstengels. Het totale aantal bladeren per plant en de LAI bereikten beide hun maximum negen weken na zaai, gelijk met het bladgewicht (fig. 5).

Om een idee te krijgen van de nauwkeurigheid van de methode voor de schatting van het bladoppervlak werden voor vier willekeurige planten van alle bladeren aan de hoofdstengel en aan één van de zijstengels, lichtafdrukken gemaakt. De oppervlakten van deze bladeren werden met behulp van een planimeter gemeten. Daarnaast werd voor ieder blad afzonderlijk de oppervlakte geschat (a) op basis van een stukje blad geponst uit het topgedeelte van elk der drie blaadjes, i.e. over de hoofdnerf, en (b) op basis van een stukje blad geponst uit het gedeelte van elk blaadje naast het basisgedeelte van de hoofdnerf. Voor de 69 bladeren aldus vergeleken bleek dat met de gevolgde methoden het oppervlak enigszins onderschat werd. In geval (a) werd een oppervlak gevonden dat gemiddeld 6,7% kleiner was dan het met de planimeter bepaalde,

terwijl in geval (b) dit verschil 4,6% bedroeg. Wat betreft de individuele bladeren was in geval (a) de geschatte oppervlakte slechts voor vijf bladeren groter dan het met de planimeter bepaalde terwijl in geval (b) voor 11 bladeren een groter oppervlak werd gevonden. Op grond van deze gegevens zouden de LAI-waarden in deze groei-analyse aan de lage kant zijn.

Uit de schattingen van het bladoppervlak in de groei-analyse bleek dat het blad vanaf zeven weken na zaai zwaarder werd. Het drooggewicht per m<sup>2</sup> blad voor de eerste vijf oogsten bedroeg nl. 29,1, 29,0, 30,1, 34,0 en 40,2 g. De eerste drie oogsten leverden praktisch hetzelfde resultaat op, maar bij de volgende was er duidelijk sprake van een stijging welke vooral bij de vijfde oogst te groot was om als experimentele fout te kunnen worden bestempeld.

### 5.2.3. Stengelgroei

De lengte van de hoofdstengel en het aantal zijstengels per plant bij de verschillende oogsten zijn samengevat in tabel 4. Het verloop van het drooggewicht van de stengels is reeds vermeld sub 5.2.1 en in fig. 5.

Tabel 4. Lengte van de hoofdstengel, en aantal zijstengels gedurende de periode 3-11 weken na zaai

	weken na zaai				
	3	5	7	9	11
zijstengels per plant	0,0	2,0	4,9	5,1	4,5
lengte hoofdstengel (cm)	6,8	19,4	45,0	80,7	80,1

Het verloop van de lengte van de hoofdstengel kwam in grote trekken overeen met dat van het drooggewicht (zie fig. 5). Het maximum werd negen weken na zaai bereikt. Het drooggewicht nam daarna nog iets doch relatief weinig toe, waarschijnlijk als gevolg van groei van zijstengels en/of bladstelen.

Wat betreft de zijstengels suggereren de cijfers een daling van hun aantal bij de vijfde oogst. Dit is het gevolg van het criterium voor zijstengels: alleen die welke minstens één blad droegen werden geteld.

### 5.2.4. Groeikarakteristieken

De gemiddelde waarden voor NAR, CGR en RGR over de eerste vier tweewekelijkse perioden zijn samengevat in tabel 5.

Tabel 5.  $\overline{\text{NAR}}$ ,  $\overline{\text{CGR}}$  en  $\overline{\text{RGR}}$  over tweewekelijkse perioden te beginnen drie weken na zaai

	periode: . . weken na zaai			
	<u>3-5</u>	<u>5-7</u>	<u>7-9</u>	<u>9-11</u>
$\overline{\text{NAR}}$ (g/dm <sup>2</sup> blad/week)	0,58	0,40	0,24	0,15
$\overline{\text{CGR}}$ (g/m <sup>2</sup> /dag)	4,3	12,4	13,1	7,6
$\overline{\text{RGR}}$ (g/g/week)	1,05	0,62	0,28	0,11

Zowel  $\overline{\text{NAR}}$  als  $\overline{\text{RGR}}$  daalden met het ouder worden van het gewas, een verschijnsel dat ook voor de mais werd waargenomen en waarschijnlijk verband houdt met de relatieve afname van het fotosynthetiserend gedeelte van de plant.

$\overline{\text{CGR}}$  was maximaal in de periode 5-9 weken na zaai. De lagere  $\overline{\text{NAR}}$  over het interval 7-9 weken na zaai werd gecompenseerd door een hogere  $\overline{\text{LAI}}$  over die periode. Aan het begin van de periode 5-7 weken na zaai waren de planten reeds volop in bloei. Van peulvorming was over deze periode nog weinig sprake, en bijna alle nieuw gevormde droge stof werd gebruikt voor vegetatieve groei. Dit blijkt ook uit de gemiddelde groeisnelheid van de peulen alleen welke over deze periode slechts 1,4 g/m<sup>2</sup>/dag bedroeg. In de daaropvolgende twee weken kwam de gevormde droge stof voornamelijk ten goede aan de zich ontwikkelende peulen; hun gemiddelde groeisnelheid bedroeg toen 7,5 g/m<sup>2</sup>/dag.

## 6. LITERATUUR

- BLACKMAN, V.H., 1919. The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.*, 33: 353-360.
- FISHER, R.A., 1921. Some remarks on the methods formulated in a recent article on the 'quantitative analysis of plant growth'. *Ann. appl. Biol.*, 7: 367-372. in:
- WATSON, D.J., 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4: 101-145.
- GREGORY, F.G., 1917. *Exp. Sta., Cheshunt, third ann. Rep.*, p. 19-28. in: BRIGGS, G.E. et al., 1920. A quantitative analysis of plant growth. Part 1. *Ann. appl. Biol.*, 7: 103-123.
- GREGORY, F.G., 1926. The effect of climatic conditions on the growth of barley. *Ann. Bot.*, 40: 1-26.