

**SIMULATIE VAN DE CONCURRENTIE
TUSSEN
HET GEWAS MAIS EN HET ONKRUID HANEPOOT.**

juli 1988

Marie-Antoinette Smit.

**VAKGROEP THEORETISCHE PRODUKTIE ECOLOGIE
LANDBOUWUNIVERSITEIT WAGENINGEN**

SIMULATIE VAN DE CONCURRENTIE
TUSSEN
HET GEWAS MAIS EN HET ONKRUID HANEPoot.

juli 1988

Marie-Antoinette Smit.

VAKGROEP THEORETISCHE PRODUKTIE ECOLOGIE
LANDBOUWUNIVERSITEIT WAGENINGEN

SUMMARY.

An explanatory dynamic simulation model for crop weed competition between maize (*Zea mays* L.) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.) has been tested with data of two field experiments. The model was used to analyse the effects of competition caused by barnyard grass on the maize production.

In the first year (1982) the competition effects are well described with the model. The model simulates the aboveground biomass production of maize well in monocultures (overestimation of 6%) and in mixture (overestimation of 7-15% at densities of 100-300 plants per m²). The simulation results are less in the second year (1983), the competition effects were only partly explained with the model. Severe drought during the field experiment caused irreversible effects on the growth of maize and on leaf and plant height development. This influenced highly the competitive interactions, especially in plots with higher weed densities (in mixture with 100 barnyard grass plants per m² biomass production is overestimated with 5 tonnes/ha). Realistic simulation of dry matter production under such conditions is only possible by simulating explicitly the effects of severe waterstress on morfo-physiological processes.

The simulation results showed that the competition effect of weeds on crop production under potential production situations was caused by the relative starting position of the weed (emergence and density), the morfological development (LAI and plant height) of the species and weather variables. In years with severe drought the competition for water is a main factor which determines the competitiveness of weeds and the yield reduction.

The model has been used to derive dynamic damage relations to predict the effects of weeds on crop production under potential production situations. The relation between relative leaf cover of weeds and yield loss has the potential to be very usefull for the development of weed control advisory systems.

1. INLEIDING.

Onkruiden zijn in staat de opbrengst van een gewas te reduceren door te concurreren met het gewas om de groeifactoren licht, water en nutriënten.

De afgelopen jaren zijn verschillende modellen ontwikkeld, die de effecten van concurrentie beschrijven. Veel van deze modellen zijn statische regressiemodellen, waarin via een hyperbolische relatie tussen onkruid dichtheid en gewasopbrengst het opbrengstverlies wordt berekend.

De toepasbaarheid van deze modellen is echter beperkt omdat alleen een beschrijving wordt gegeven van effecten die zijn waargenomen in het veldexperiment. Bovendien bepaalt de dichtheid niet alleen de concurrentiekracht van het onkruid. Uit veldexperimenten met mais en hanepoot van twee opeenvolgende jaren bleek een grote variatie tussen de mais opbrengst en de hanepoot dichtheid, in 1982 werd de opbrengst van mais nauwelijks gereduceerd door hoge dichtheden van hanepoot (8% bij 100 hanepoot per m²), terwijl in 1983 de opbrengst zeer sterk werd beïnvloed door hanepoot (50% opbrengstverlies bij 21 hanepoot per m²). De relatieve opkomstdatum van het onkruid en de weersomstandigheden zijn eveneens zeer belangrijke factoren, die bepalen hoe sterk het onkruid kan concurreren (Kropff et al., 1984).

Voor het voorspellen van onkruid effecten in de praktijk op de gewasproductie zijn meer algemene, dynamische modellen nodig, die inzicht geven in de gewas-onkruid interactie. Dergelijke gewas-onkruid modellen zijn ontwikkeld voor mais-hanepoot (Spitters en Aerts, 1983; Spitters, 1984; Kropff en Vossen, 1984; Spitters, 1986a) en suikerbiet-melganzevoet (Kropff, 1986). De modellen zijn gebaseerd op de verdeling van de groeifactoren licht en water over de soorten en de efficiëntie waarmee de groeifactoren worden gebruikt voor de vorming van droge stof.

Het doel van dit onderzoek was het toetsen van een eenvoudig model voor mais-hanepoot concurrentie (Spitters, 1986a) aan gegevens van drie experimenten en hierbij de nadruk leggen op de simulatie van het bladoppervlak en de hoogte; de effecten van concurrentie op de mais biomassa productie te kwantificeren en de verschillen tussen de jaren te analyseren; het model te gebruiken om onkruid effecten te voorspellen door het afleiden van schade-relatie's.

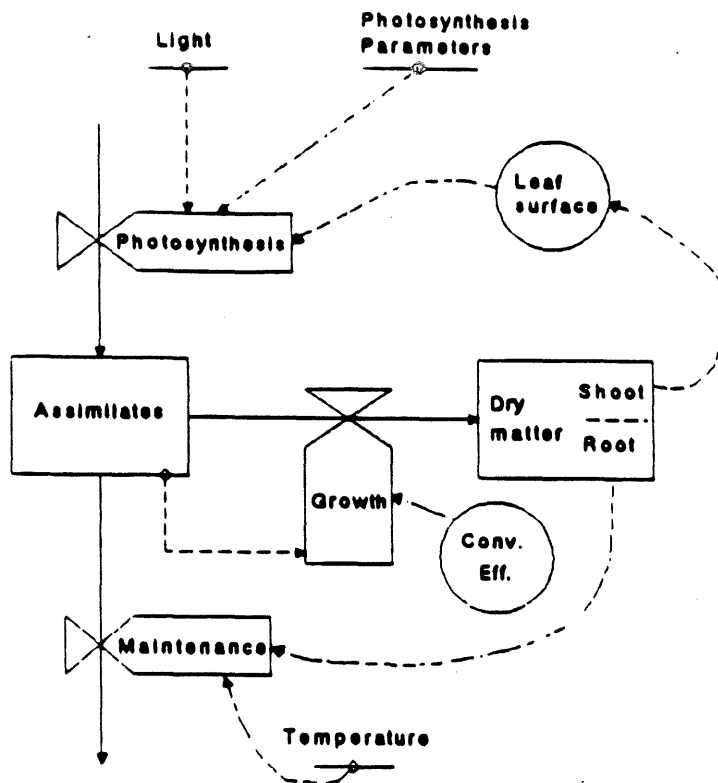
In hoofdstuk 2 van dit verslag wordt een beschrijving gegeven van het simulatiemodel voor mais in monocultuur en van de simulatie van de concurrentie tussen mais en hanepoot. Hoofdstuk 3 behandelt de evaluatie van het model aan de experimentele gegevens en enkele praktische toepassingen. Tenslotte volgt in hoofdstuk 4 een discussie van de resultaten en conclusies.

2. BESCHRIJVING VAN HET MODEL.

2.1. GLOBALE STRUCTUUR.

Het model simuleert de potentiële droge-stof produktie en de fenologische ontwikkeling van een gewas. De potentiële groeisnelheid wordt bepaald door de hoeveelheid invallende straling, de temperatuur en enige gewas-karakteristieken (figuur 1).

In Nederland bedraagt de potentiële groeisnelheid van een gesloten gewas gemiddeld 200 kg/ha/dag. Hierbij wordt verondersteld dat water en nutriënten in ruime mate aanwezig zijn en dat het gewas vrij is van ziekten, plagen en onkruiden.



Figuur 1: eenvoudig relatiediagram van het model met de CO₂-assimilatie als basis voor de berekening van de produktie van droge-stof.

De potentiële dagelijkse bruto assimilatie wordt berekend uit de hoeveelheid geabsorbeerde zichtbare straling en de fotosynthese licht-respons curve van de afzonderlijke bladeren.

De lichtabsorptie per dag wordt berekend door het gewas in verschillende horizontale bladlagen te verdelen. Per bladlaag wordt de geabsorbeerde straling en de assimilatie berekend.

De assimilatie per bladlaag wordt vervolgens gesommeerd.

De netto assimilatie, dat is de dagelijkse toename in droge-stof gewicht, is gelijk aan de bruto assimilatie minus de verliezen aan droge-stof, die veroorzaakt zijn door onderhouds- en groei respiratie.

De dagelijkse groei wordt verdeeld, afhankelijk van het ontwikkelingsstadium, over wortel en de diverse spruitorganen.

De potentiële droge-stof produktie wordt gereduceerd als tijdens het groeiseizoen een tekort aan water optreedt. Om het effect van watertekort op de gewasgroei te simuleren is een waterbalans in het model ingebouwd.

In de waterbalans wordt de hoeveelheid beschikbaar bodemvocht in de wortelzone berekend en wordt een reductiefactor afgeleid, die de verhouding weergeeft tussen het voor het gewas beschikbare bodemvochtgehalte en het benodigde bodemvochtgehalte voor onbeperkte transpiratie. In de situatie waarbij een tekort aan water is, wordt de potentiële groeisnelheid gereduceerd door deze transpiratie reductiefactor.

2.2. SIMULATIE VAN GEWASGROEI IN MONOCULTUUR.

In deze paragraaf wordt de groei beschreven van een gewas in monocultuur onder optimale groeiomstandigheden, zonder aanwezigheid van onkruiden. De hoeveelheid invallende straling en temperatuur zijn in deze situatie bepalend voor de groei (resp. op de groeisnelheid en groeiduur).

Groei is een wat vaag begrip. Hier wordt met groei bedoeld de toename van de hoeveelheid droge-stof van een gewas uitgedrukt per grondoppervlakte eenheid.

De CO₂-assimilatiesnelheid van het groene bladerdek ligt ten grondslag aan de berekening van de gewas droge-stof groeisnelheid. Uitgangspunt voor de berekening van de CO₂-assimilatie van de bladeren is de mate van lichtuitdoving in een gewas, afhankelijk van de absorptie van licht door de verschillende bladlagen en de gewasreflectie.

De dagelijkse totaal invallende straling is input voor het model. Vijftig procent van deze straling is zichtbaar (400 - 700 nm) en is ook de fotosynthetisch actieve straling.

De exponentiële afname van de lichtintensiteit in het bladerdek van een gewas wordt het best met de volgende functie beschreven:

$$I_h = (1-\theta) * I_0 * \exp(-k*LAI_h) \quad (1)$$

waarbij I_h de lichtintensiteit (J/m²/s) op hoogte h is, gerekend vanaf bovenzijde bladerdek; I_0 is de lichtintensiteit aan bovenzijde bladerdek; θ is de reflectiecoëfficiënt (in zichtbaar gebied $\pm 8\%$); k is de extinctiecoëfficiënt(-), afhankelijk van de opbouw van het bladerdek; LAI is de leaf area index (m² blad/m² grond).

Met behulp van de afgeleide van de hier boven genoemde functie wordt de hoeveelheid geabsorbeerde zichtbare straling per bladlaag op een zekere hoogte berekend:

$$I_{abs,h} = -dI_h/dLAI_h = (1-\theta) * I_0 * k * \exp(-k*LAI_h) \quad (2)$$

De fotosynthese-lichtresponscurve van de afzonderlijke bladeren wordt meestal beschreven met een asymptotisch exponentiële functie. De bladfotosynthese wordt echter beter benaderd met een vloeiend verlopende hyperbolische functie (Spitters, 1986a). Deze hyperbool voor de fotosynthese-lichtresponscurve van de afzonderlijke bladeren ziet er als volgt uit:

$$A = \frac{\epsilon * I_{abs}}{\epsilon * I_{abs} + A_{max}} * A_{max} \quad (3)$$

waarbij A de netto assimilatiesnelheid is in g CO₂/m² blad/uur; ϵ is de initiële lichtbenuttingsefficiëntie (kg CO₂/J); A_{max} is het verzadigingsnivo (g CO₂/m²/s).

De hyperbool wordt alleen gebruikt voor de berekening van de gemiddelde assimilatiesnelheid. Voor de bepaling van de waarden van de hellingshoek en het verzadigingsnivo A_{max} zijn gegevens van bladfotosynthese gebruikt van de asymptotische exponentiële functie.

In dit model zijn de volgende waarden voor beide soorten gebruikt:

$\epsilon = 12.5 * 10^{-9}$ kg CO₂/J (bij 20°C, Ehleringer en Pearcy, 1983, voor C₄ soorten ongeacht de temperatuur voor C₃ soorten bij 20°C, bij lagere temperaturen toename EFF.)

$A_{max} = 70$ kg CO₂/ha blad/uur (voor C₄ soorten, voor C₃ soorten 40 kg CO₂/ha blad/uur Spitters pers.med.)

De assimilatiesnelheid per bladlaag wordt verkregen door de geabsorbeerde lichtenergie te substitueren in de fotosynthes-lichtrespons curve.

Tenslotte levert integratie over het totale bladoppervlak de dagelijkse assimilatie van het bladerdek.

2.3. SIMULATIE VAN GEWAS-ONKRUID MENGSELS.

Onkruiden zijn in staat de groei van een gewas te reduceren, doordat zij een deel van het invallende licht wegvangen.

Om de situatie te simuleren waarin meerdere soorten door elkaar heen voorkomen, wordt het bladerdek verdeeld in een aantal horizontale bladlagen (met blad homogeen verdeeld over de lagen), afhankelijk van het aantal concurrerende soorten.

In dit model wordt een mengsel van twee soorten, mais en hanepoot beschouwd, die verschillen in hoogte.

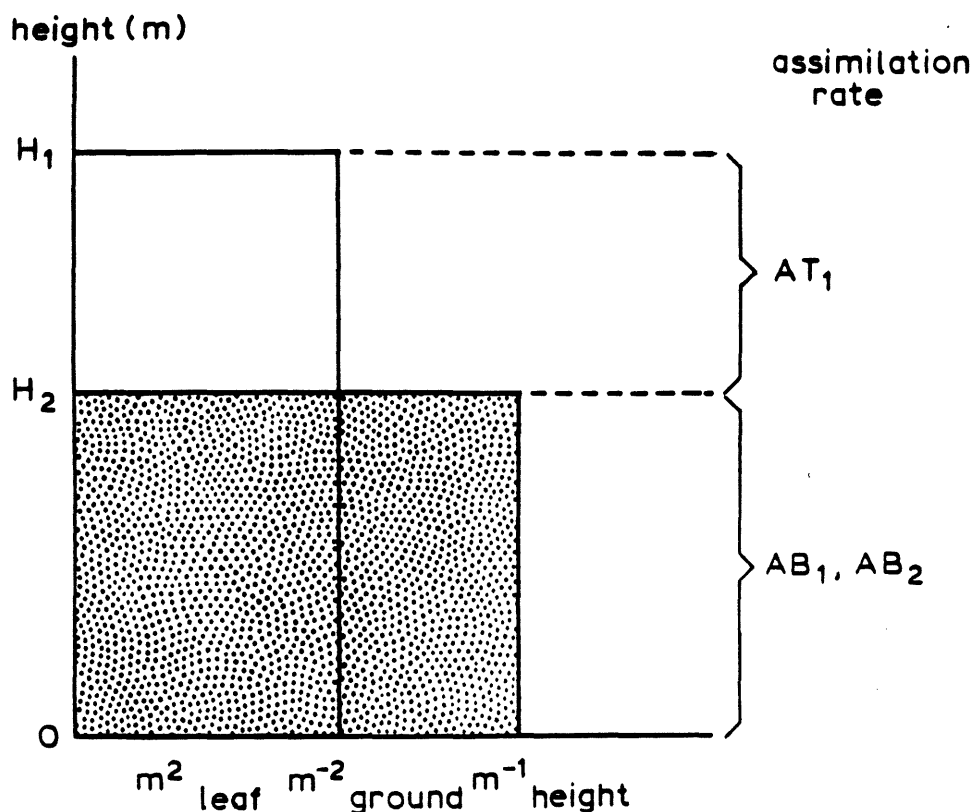
Het bladerdek is verdeeld in een bovenlaag, die alleen bestaat uit de langste soort en een onderlaag waarin beide soorten voorkomen (figuur 2). Aangenomen wordt dat het bladoppervlak van beide soorten gelijkmatig over de hoogte verdeeld is.

De berekening van de assimilatiesnelheid van de langste soort verloopt op dezelfde manier als in de situatie waarin maar één soort voorkomt (2.2.). De assimilatiesnelheden van de soorten in de onderlaag worden als volgt berekend; van beide soorten wordt per bladlaag de geabsorbeerde straling berekend op grond van het aandeel van elke soort in het totale bladoppervlak in die laag.

De hoeveelheid licht die doordringt in een bepaald gedeelte van de onderlaag wordt benaderd door de volgende vergelijking:

$$I = IB_0 * \exp(-k_1 L_1 - k_2 L_2) \quad (4)$$

waarbij IB_0 de lichtintensiteit is aan de bovenkant van de onderlaag ($J/m^2/s$); L_1 en L_2 is het bladoppervlak van resp. soort 1 en soort 2.



Figuur 2: schematische voorstelling van een mengsel met soort 1 en soort 2, die verschillen in hoogte.

Van de totale hoeveelheid licht die doordringt in de onderlaag wordt, afhankelijk van het aandeel van soort 1 in het totale bladoppervlak in een bladlaag (in de onderlaag), licht geabsorbeerd door soort 1. De hoeveelheid licht die soort 1 absorbeert wordt benaderd door:

$$I_{abs,1} = - \frac{dI}{dL_1} \frac{k_1 L_1}{k_1 L_1 + k_2 L_2} = \frac{k_1 L_1}{k_1 L_1 + k_2 L_2} * I_0 (k_1 + k_2 \frac{dL_2}{dL_1}) \exp(-k_1 L_1 - k_2 L_2) \quad (5)$$

waarbij I_{abs} de geabsorbeerde straling is (J/m^2 blad/s). Omdat is aangenomen dat het bladoppervlak van elke soort gelijkmatig over de hoogte is verdeeld is (zodat dL_2/dL_1 gelijk is aan L_2/L_1 voor elke bladlaag in de onderlaag), kan de

hoeveelheid geabsorbeerde straling, door soort 1 in de onderlaag, worden berekend door:

$$I_{abs,1} = I_0 * k_1 * \exp(-k_1 L_1 - k_2 L_2) \quad (6)$$

waarbij I_0 de lichtintensiteit is aan de bovenkant van de onderlaag.

Vervolgens geeft substitutie van de hoeveelheid geabsorbeerde straling in de fotosynthese lichtrespons-curve en de analytische integratie over het bladoppervlak in de onderlaag (LB_1) de assimilatiesnelheid van soort 1 in de onderlaag.

$$AB_{d,1} = \frac{k_1 LB_1}{k_1 LB_1 + k_2 LB_2} * D * \frac{A_{max,1}}{k_1} * \ln \left(\frac{A_{max,1} + \epsilon_1 I B_0 k_1}{A_{max,1} + \epsilon_1 I B_0 k_1 * \exp(-k_1 I B_1 - k_2 I B_2)} \right) \quad (7)$$

In deze vergelijking duidt de eerste term de hoeveelheid geabsorbeerde licht door soort 1 in de onderlaag aan en de exponentiële term de hoeveelheid doorgelaten licht door de onderlaag.

De totale dagelijkse assimilatiesnelheid van soort 1 wordt verkregen door de assimilatiesnelheden in de bovenlaag en onderlaag te sommeren.

$$A_{d,1} = AT_{d,1} + AB_{d,1} \quad (8)$$

waarbij $A_{d,1}$ de dagelijkse assimilatiesnelheid van soort 1 is (g CO₂/m²/d).

De berekeningen voor soort 2 worden via dezelfde weg uitgevoerd.

In een verbeterde assimilatie routine (Spitters en Kropff, in voorbereiding) wordt de assimilatie berekend uit de exponentiële fotosynthese-lichtresponscurve met de daaruit afgeleide waarden voor A_{max} en ϵ .

De koolhydraten, die zijn gevormd bij de assimilatie, worden in de eerste plaats gebruikt voor de instandhouding van de plant. Het restant wordt omgezet in structurele biomassa (eiwitten, vetten, cellulose).

De dagelijkse groeisnelheid (dY/dT in kg d.s./ha/d) wordt als volgt berekend:

$$dY/dT = (30/44 * A_d - R_m) / Q \quad (9)$$

waarbij R_m de onderhoudsrespiratie is in kg CH₂O/ha/d; Q de hoeveelheid koolhydraten nodig voor omzetting van CH₂O in structurele biomassa in kg CH₂O/kg d.s.; de factor 30/44 geeft de verhouding weer tussen de molecuulgewichten CH₂O en CO₂.

De onderhoudsrespiratie levert de energie, door verbranding van de koolhydraten, die nodig is om de bestaande celstructuren in stand te houden.

Belangrijke onderhoudsposten zijn de hersynthese van eiwitten en het handhaven van de ionenconcentraties in de cel (terugpompen door de celmembranen van weggelekte ionen).

De grootte van de onderhoudsrespiratie is afhankelijk van de

temperatuur en de samenstelling van de biomassa, met name het eiwitgehalte. Bij hogere temperaturen worden de onderhoudskosten groter doordat de afbraaksnelheid van eiwitten groter is en ionen gemakkelijker uit de cel weglekken. Ruwweg verdubbelen de onderhoudskosten per 10 °C temperatuurstijging ($Q_{10} = 2$). Hoge eiwitgehalten in weefsels verhogen eveneens de onderhoudskosten. Hierbij wordt aangenomen dat de onderhoudsrespiratie bij een bepaalde referentietemperatuur specifiek is voor een type orgaan, ongeacht de soort (Penning de Vries en van Laar 1982). De onderhoudsrespiratie (MAINTS in kg CH₂O/ha/d) bij de referentietemperatuur van 25 °C wordt dan berekend volgens:

$$\text{MAINTS} = \text{WLVG} \cdot 0.03 + \text{WST} \cdot 0.015 + \text{WSO} \cdot 0.01 + \text{WRT} \cdot 0.01 \quad (10)$$

waarbij WLVG, WST, WSO en WRT de gewichten zijn van resp. groene bladeren, stengels, reproductieve organen en de wortels.

De groeirespiratie zorgt voor de energie die nodig is voor de toename van structureel plantenmateriaal. De efficiëntie waarmee glucose wordt omgezet in biomassa wordt bepaald door de chemische samenstelling van de plant en verschilt per verbinding, omdat de omzetting via verschillende biosynthesewegen kan plaatsvinden.

Voor de omzettingsefficiënties van bladeren, stengels en wortels van eenjarige gewassen worden constante waarden genomen. Er wordt verondersteld dat deze organen een vrijwel constante samenstelling hebben, die niet soortafhankelijk is (Penning de Vries en van Laar 1982).

De in dit model gehanteerde conversiefactoren zijn resp. 1.47, 1.52 en 1.45 voor zowel mais als hanepoot. Per soort treden echter wel verschillen op in de chemische samenstelling van de reproductieve organen, zodat de conversiefactor voor deze organen (ASRQSO) wel soortspecifiek is. In dit geval wel gelijk voor zowel mais als hanepoot, namelijk 1.49.

In het model wordt een gewogen gemiddelde ASRQ van de orgaanspecifieke omzettingsefficiënties berekend:

$$\text{ASRQ} = \text{FSH} \cdot (1.47 \cdot \text{FLV} + 1.52 \cdot \text{FST} + \text{ASRQSO} \cdot \text{FSO}) + 1.45 \cdot (1 - \text{FSH}) \quad (11)$$

waarbij FLV, FST en FSO de fracties zijn van de totale spruitgroei die toegewezen worden aan resp. de bladeren, stengels en de reproductieve organen. FSH staat voor de fractie van de totale groei die toebedeeld wordt aan de spruit. Deze verdeelsleutels voor de verdeling van droge-stof over de verschillende organen zijn empirisch bepaald en afhankelijk van het ontwikkelingsstadium (DVS).

Bladsterfte en zaadval.

Het proces van veroudering van de bladeren is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium en de temperatuur. In het model wordt de vergelingssnelheid van de bladeren (YLV) berekend uit een differentievergelijking van het drooggewicht van de groene bladeren (WLVG) en de relatieve bladsterftesnelheid RDRLV (per graaddag):

$$W_{t+\Delta} - W_t = W_0 * e^{RDR*(t+\Delta)} - W_0 * e^{RDR*t} = W_t * (e^{(RDR*\Delta)} - 1) \quad (12)$$

waarbij W_0 het groen bladgewicht is bij opkomst; RDR = de relatieve bladsterftesnelheid; t = tijd na opkomst; Δ = integratieinterval.

De parameter $RDRLV$ is bepaald uit een lineaire relatie tussen het drooggewicht van de groene bladeren en het ontwikkelingsstadium. De differentievergelijking levert, door analytische integratie binnen de tijdsstap, een betere benadering van de vergelijkingssnelheid van de bladeren dan een differentiaalvergelijking (zie ook differentievergelijking bladoppervlakte toenamesnelheid, paragraaf 2.4.).

De bladsterftesnelheid (DLV) wordt berekend uit de vergelijkingssnelheid minus het deel van de droge-stof dat wordt geredistribueerd. De nettogroeisnelheid van de groene bladeren ($GRLV$) is het verschil tussen de bladgroeisnelheid (GLV) en de bladvergelijkingssnelheid (YLV).

Zaadval bij hanepoot wordt in het model gesimuleerd vanaf ontwikkelingsstadium $DVS 1.15$ en aangenomen is dat deze afname van het drooggewicht van de reproductieve organen 0.015 dag^{-1} bedraagt.

De planthoogte wordt beschreven met een empirisch bepaalde functie die afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium. Deze functie wordt in paragraaf 2.4. beschreven.

2.4. SIMULATIE VAN HOOGTE EN BLADOPPERVLAK.

Inleiding.

De assimilatiesnelheid bepaalt de droge-stof produktie van een soort en is afhankelijk van de absorptie van licht door een soort. De fractie licht van de totaal invallende straling, die door een soort wordt opgevangen in gewas/onkruid mengsel wordt bepaald door het bladoppervlak en de hoogte.

Wanneer de soorten slechts weinig verschillen in bladoppervlak en hoogte is de relatieve groeisnelheid, die wordt afgeleid uit de assimilatiesnelheid, voor beide soorten vrijwel gelijk. Dit heeft tot gevolg dat de verschillen tussen de soorten in de loop der tijd relatief constant blijven. De concurrentiekracht van een soort wordt dan in hoge mate bepaald door de startpositie van een soort. Voor een goede simulatie van de droge-stof opbrengsten van soorten die voorkomen in een concurrentie situatie is een juiste berekening van LAI en hoogte, vooral in de begin fasen van de groei, zeer belangrijk.

Simulatie van de hoogte ontwikkeling.

Voor de simulatie van de hoogte ontwikkeling van mais is een standaard maisgewas gedefinieerd gebaseerd op gegevens uit 1981 en 1982. Deze gegevens komen goed met elkaar overeen en aangenomen is dat ze representatief zijn voor de hoogte

ontwikkeling onder goede groeiomstandigheden. De hoogte ontwikkeling van hanepoot is gebaseerd op de gegevens uit 1982 en 1983.

De toename van de hoogte verloopt volgens een S-vormige curve en afhankelijk van het ontwikkelings stadium en het vochtgehalte van de bodem wordt de hoogte toename gereduceerd.

De functie van een S-vormige curve is beschreven door Richards (1959, 1969; geciteerd in Spitters, 1986a). Toegepast op de hoogte geeft dit:

$$H_d = H_m * (1 \pm \exp(b-sD))^{-1/v} \quad (13)$$

Hierbij is H_d de planthoogte (m) bij ontwikkelingsstadium D ; H_m de maximale planthoogte (m); in de hoogtefunctie zijn b (-), s (1/DVS) en v (-) constanten.

In het model wordt de hoogte berekend uit de integraal van de hoogte toenamesnelheid. De hoogte toename snelheid wordt gegeven door de afgeleide van H_d . In het oorspronkelijke model van Spitters (1986a) bleek deze afgeleide onjuist, waardoor de hoogte ontwikkeling niet goed gesimuleerd werd. De juiste afgeleide moet zijn (14):

$$\frac{dH_d}{dT} = \frac{dD}{dT} * \frac{dH_d}{dD} = \pm \frac{D}{T} * \frac{s}{v} * H_m * \exp(b-sD) (1 \pm \exp(b-sD))^{-(1+v/v)}$$

waarbij dH_d/dT de hoogte-toenamesnelheid is en dD/dT de ontwikkelingssnelheid.

Een tekort aan water tijdens het groeiseizoen heeft naast invloed op de assimilaten voorziening ook effecten op de celstrekking. In het model wordt in deze situatie de hoogtegroei gereduceerd door de reductiefactor TRANRF (beschrijving in paragraaf 2.6.).

Simulatie van de ontwikkeling van het bladoppervlak.

De toename in bladoppervlak wordt onder optimale groeiomstandigheden bepaald door de lichtintensiteit en de temperatuur. De lichtintensiteit bepaalt via de assimilatiesnelheid de toevoer van assimilaten naar de bladeren. De temperatuur heeft invloed op de celdeling en celstrekking.

Voor de berekening van het bladoppervlak is in dit model een geheel nieuwe procedure ingevoerd, waarin wordt aangenomen dat de uitbreiding van het bladoppervlak in de beginstadia van de groei afhankelijk is van de temperatuur en wordt bepaald door de snelheid waarmee assimilaten worden omgezet in bladoppervlak (sink). Bij eerdere simulaties (Spitters en Aerts, 1983; Kropff et al., 1984; Spitters, 1984; Spoorenberg, 1985) werd aangenomen dat vanaf opkomst het assimilatenaanbod (source) beperkend was voor de toename van het bladoppervlak. Deze modellen waren extreem gevoelig voor de waarde van de specific leaf area (SLA) in de beginfasen van de groei (Spitters, 1984), door de positieve terugkoppeling tussen droge-stof produktie, LAI ontwikkeling en de lichtabsorptie. Door de splitsing van de LAI ontwikkeling, in de nieuwe procedure, in een exponentiële groei-

fase en een volwassen groeifase is de gevoeligheid voor de waarde van de SLA sterk verminderd (Kropff, 1986).

In de beginstadia van de ontwikkeling (vrijstaande planten) is de groei van de planten exponentieel. In het model wordt de LAI in de exponentiële groeifase berekend door het bladoppervlak per plant te vermenigvuldigen met de plantdichtheid. Het bladoppervlak per plant wordt beschreven door een exponentiële functie:

$$L_t = L_0 * e^{R*t} \quad (15)$$

De dagelijkse toename in bladoppervlak wordt vervolgens beschreven met een differentievergelijking:

$$L_{t+\Delta} - L_t = L_0 * e^{R*t+\Delta} - L_0 * e^{R*t} = L_t (e^{R*\Delta} - 1) \quad (16)$$

waarbij L_0 het bladoppervlak is bij opkomst; R = de relatieve groeiselheid van het bladoppervlak (d^{-1}); t = tijd na opkomst; Δ = integratieinterval.

De relatieve groeiselheid van het bladoppervlak is afhankelijk van de temperatuur.

Vanwege een lineair verband tussen $\ln$ bladoppervlak en de temperatuur (Bastiaans et al., 1986) is de relatieve groeiselheid (RGRL) hier gedefinieerd per graad-dag. De waarde van de parameter RGRL is bepaald aan de hand van experimentele gegevens van 1981, 1982 en 1983.

De fase van volwassen groei (gesloten bladerdek) wordt in het model gesimuleerd na ontwikkelingsstadium DVS 0.3 en de totale LAI 1.5. De toename van het bladoppervlak wordt nu source beperkt verondersteld en berekend als produkt van de gesimuleerde bladgroeiselheid en de specific leaf area (SLA) van de nieuwe bladeren (dynamische waarden ingevoerd).

Door veroudering neemt het bladoppervlak vanaf een bepaald ontwikkelingsstadium niet meer toe. Voor deze afname van het bladoppervlak is een nieuwe parameter ingevoerd, de relatieve bladsterfte (RDRL), die gebaseerd is op afname van bladoppervlak als gevolg van veroudering. Bladsterfte wordt in het model berekend vanaf ontwikkelingsstadium 0.8 bij mais en vanaf 0.7 bij hanepoot. De waarde van RDRL is eveneens bepaald aan de hand van experimentele gegevens (1982 en 1983).

De nettogroeiselheid van het bladoppervlak wordt berekend uit het verschil tussen de bladoppervlakte-toenamesnelheid en de bladoppervlakte-afnamesnelheid.

De berekening van de LAI wordt uitgevoerd in een procedure, waarin een parameter RUNLAI is opgenomen, die de waarde 0 of 1 kan aannemen. Als RUNLAI één is wordt de simulatie van de drogestof produktie uitgevoerd met LAI waarden die zijn ingevoerd in tabelvorm (forcing function). Bij de waarde nul wordt de LAI berekend zoals hierboven is beschreven.

2.5. FENOLOGIE.

Bij de simulatie van gewasgroei is het noodzakelijk ook de ontwikkeling van de plant te simuleren, doordat de verdeling van de droge-stof over de verschillende plantedelen afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium.

Het ontwikkelingspatroon wordt beschreven door de snelheid en de volgorde waarmee de vegetatieve-en generatieve planteorganen verschijnen.

In het model worden aan het ontwikkelingsstadium (DVS) de waarden 0 bij kieming, 1 bij bloei en 2 bij rijpheid toegekend. De ontwikkelingssnelheid DVR is de inverse van de duur tot een bepaald ontwikkelingsstadium en wordt bepaald door zowel genetische eigenschappen van de soort als door omgevingsfactoren. De belangrijkste omgevingsfactoren die van invloed zijn op de ontwikkelingssnelheid zijn de temperatuur en de daglengte. In het algemeen kan gesteld worden dat hogere temperaturen de ontwikkeling versnellen.

Het belangrijkste effect van de daglengte is het beïnvloeden van het tijdstip van bloei. De respons van planten op daglengte, de fotoperiodiciteit, verschilt tussen korte-dag planten, lange-dag planten en daglengte neutrale planten.

Lange dagen bij lange-dag planten versnellen de ontwikkeling, terwijl lange dagen bij korte-dag planten de ontwikkelingsnelheid vertragen (Penning de Vries en van Laar, 1982, p.115). Door de sterke interactie tussen temperatuurrespons en fotoperioderespons, is het in een veldexperiment moeilijk de beide invloeden van elkaar te scheiden. Bovendien is de absolute waarde van de fotoperioderespons van een plant niet te bepalen en zijn ecotypen vaak aangepast aan de plaatselijke fotoperiode. De fotoperiodiciteit is dan ook niet in het model opgenomen.

De invloed van de temperatuur op de ontwikkelingssnelheid wordt in dit model beschreven met het "heat units" concept (Aerts, 1983; Kropff en Vossen, 1983).

Volgens dit concept zijn groei en ontwikkeling van een plant afhankelijk van de hoeveelheid warmte, die een plant dagelijks ontvangt ("heat units" HU). De "heat units" worden berekend op grond van de dagelijkse minimum-en maximum temperatuur en een minimum temperatuur voor ontwikkeling. De temperatuursom wordt verkregen door sommatie van de "heat units" vanaf het tijdstip van plantopkomst.

Voor de ontwikkeling van mais en hanepoot wordt een minimum-temperatuur van 10 °C gebruikt als drempelwaarde (Kropff et al., 1984). Beneden deze waarde is DVR gelijk aan nul. Bij temperaturen hoger dan 10 °C wordt aangenomen dat de ontwikkelingssnelheid zowel in de vegetatieve als in de generatieve fase lineair toeneemt met de temperatuur (Aerts, 1983).

2.6. WATERBALANS.

Inleiding.

In situaties waarbij een gewas ruim is voorzien van water en nutriënten wordt de produktie alleen bepaald door de hoeveelheid beschikbaar licht en de temperatuur (=potentiële produktie).

In praktijk echter levert de watervoorziening nogal eens problemen op. In het model is daarom een waterbalans ingebouwd die de invloed van de hoeveelheid beschikbaar bodemvocht bij de simulatie van de droge-stof produktie betreft. Hierbij wordt uitgegaan van een bodem met een hangwaterprofiel, er wordt geen nalevering van water uit de ondergrond gesimuleerd (komt overeen met de situatie in het proefveld op de Wageningse Eng).

Het optreden van een watertekort heeft een lagere groeisnelheid tot gevolg. Als droogte echter langer aanhoudt kan dit leiden tot blijvende fysiologische beschadigingen en zelfs tot afsterven van de plant. In het model worden deze factoren buiten beschouwing gelaten omdat die effecten nog moeilijk te kwantificeren zijn.

Watergehalte in de bodem.

De verandering van het watergehalte in het bewortelde bodemgedeelte is gelijk aan het verschil tussen de ingaande-en de uitgaande waterstroom.

Aanvulling van de watervoorraad in de bodem geschiedt voornamelijk door regenval. De geringe hoeveelheid die door gewasonderschepping en oppervlakkige afstroming verloren gaat is in het model verwaarloosd. Daarnaast vindt aanvulling plaats door capillaire opstijging uit diepere lagen (in dit model buiten beschouwing gelaten in verband met proefveld Wageningse Eng).

De uitgaande waterstroom wordt gevormd door rechtstreekse verdamping uit de bodem (evaporatie), opname door het gewas (transpiratie) en het wegzakken van water naar diepere lagen onder invloed van de zwaartekracht (percolatie).

Bodemkarakteristieken.

In de waterbalans komen de eigenschappen van de bodem tot uiting in de maximale hoeveelheid vocht die beschikbaar is voor het gewas in het vochttraject tussen verwelkingspunt en veldcapaciteit.

Het watergehalte bij veldcapaciteit VSMFC ($pF=2.0$) werd bepaald op 120 kg H_2O/m^3 , het watergehalte bij verwelkingspunt VSMWP ($pF=4.2$) op 30 kg H_2O/m^3 . Het watergehalte waarbij de planten beginnen te verwelken, doordat zij niet meer in staat zijn water uit de bodem te onttrekken (=watergehalte bij luchtdroge grond), is gelijkgesteld aan éénderde van de VSMWP (van Keulen, 1983). De maximale bewortelingsdiepte is voor beide soorten vastgesteld op 1.10 m.

Regenval.

De dagelijkse totale regenval (in $mm=kg\ H_2O/m^2$) is ingevoerd in tabelvorm. Metingen waren afkomstig van het meteostation Haarweg.

Percolatie.

In het model wordt verondersteld dat de maximale hoeveelheid water die de wortelzone kan bevatten gelijk is aan de hoeveelheid water bij veldcapaciteit (van Keulen 1975). Als deze maximale hoeveelheid na een regenbui wordt overschreden dan zakt het resterende water weg naar grotere diepten (model simuleert geen wateroverlast).

Evaporatie.

In de Penman subroutine van Noij en van Diepen (sept.1986) wordt de potentiële evaporatie voor een kale bodem (ESO) berekend met behulp van de Penman formule. Voor deze berekening zijn de volgende gegevens nodig: dagelijkse totale invallende straling, minimum-en maximum temperatuur, gemiddelde dagelijkse windsnelheid en de relatieve luchtvochtigheid.

De potentiële evaporatie van een bodem bedekt met een gewas wordt berekend door te vermenigvuldigen met een reductiefactor die het effect van gewasbeschaduwning weergeeft. Deze reductiefactor is gelijk aan de fractie van de totale globale straling, die door het gewas wordt doorgelaten.

De actuele bodem evaporatie onder een gewas (EVAP) wordt vervolgens berekend uit de potentiële evaporatie en het watergehalte in de bodem.

Transpiratie.

De vraag naar bodemvocht door het gewas wordt beschreven door de potentiële transpiratie. De potentiële transpiratie van een volledig gesloten gewas is ongeveer gelijk aan de Penman-verdamping (van Keulen 1983, p.5).

Als het gewas niet geheel gesloten is, wordt voor de berekening van de potentiële transpiratie de Penmanverdamping vermenigvuldigd met de fractie van de totale globale straling die door het gewas is geabsorbeerd (FRABS) en met een gewasfactor (CRPF).

$$PTRAN = EPENM * FRABS * CRPF \quad (17)$$

In de gewasfactor komt de reactie van de huidmondjes (openingstoestand), op de CO₂ concentratie in de intercellulaire holten, tot uiting.

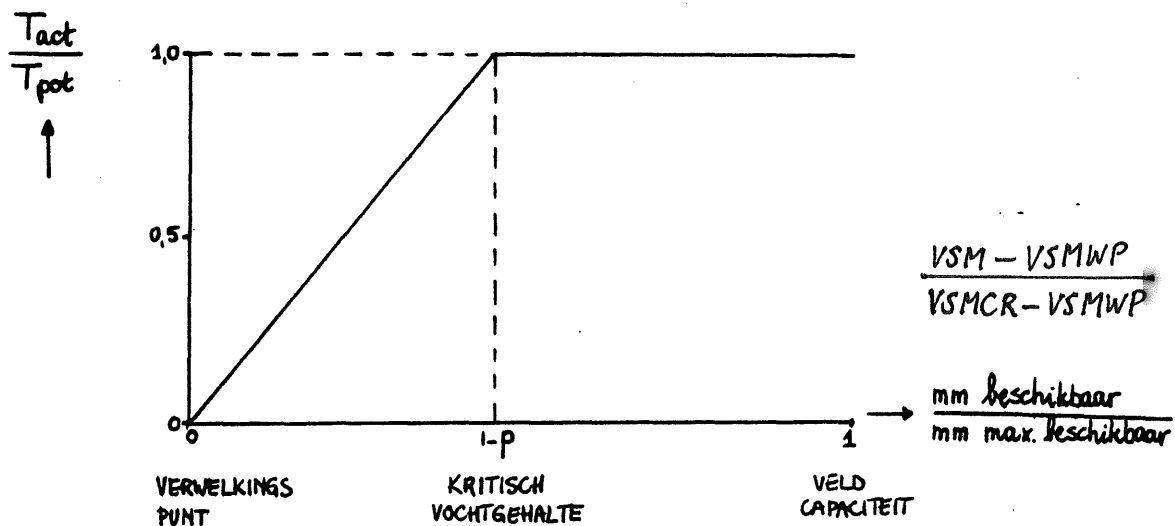
Onder Nederlandse omstandigheden wordt voor C3-soorten een gewasfactor met een waarde 1.0 aangenomen en voor C4-soorten 0.7 (M.van Oijen en Spitters, ongepubl.)

De actuele transpiratie is gelijk aan de potentiële transpiratie als het vochtgehalte in de bodem zodanig is, dat de planten ongehinderd water kunnen opnemen. Als het vochtgehalte lager wordt dan een bepaald kritisch vochtgehalte treedt een reductie op van de potentiële transpiratie. De planten sluiten de huidmondjes om verder verlies van water te beperken, zodat de actuele transpiratie kleiner wordt dan de potentiële transpiratie. De reductie van de potentiële transpiratie is ingebouwd in het model via een reductiefactor TRANRF, die de waarde 1 heeft bij

het kritisch vochtgehalte en de waarde 0 bij het verwelkingspunt (figuur 3).

$$\text{TRAN} = \text{PTRAN} * \text{TRANRF} \quad (18)$$

De faktor TRANRF geeft de verhouding weer tussen het relatief beschikbare bodemvochtgehalte en het bodemvochtgehalte nodig voor onbelemmerde transpiratie.



Figuur 3: reductie van de potentiële transpiratie (PTRAN) als functie van de hoeveelheid beschikbaar bodemvocht.

De waarde van het kritische bodemvochtgehalte wordt bepaald door de "soil water depletion factor" P van het gewas. Dit is de relatieve hoeveelheid water, die aan de bodem onttrokken kan worden door het gewas zonder dat er reductie van de transpiratie snelheid optreedt (Kropff en Vossen, 1984). De waarde van P is afhankelijk van de verdampingsvraag van de lucht: als de verdampingsvraag van de lucht groot is, wordt het voor de planten snel moeilijker om voldoende water optenemen, de waarde van het kritische vochtgehalte wordt groter.

3. MODELEVALUATIE.

3.1. BESCHRIJVING VAN DE VELDEXPERIMENTEN.

De uitkomsten van het model zijn vergeleken met de resultaten van twee veldexperimenten met mais en hanepoot en een experiment in bakken.

In de jaren 1982 en 1983 is op een zandige bodem in Wageningen mais (cultivar LG11) verbouwd in monocultuur en in een mengsel met een natuurlijke vegetatie van *Echinochloa crus-galli*(L.)P.B. (hanepoot).

In het eerste experiment (1982) is mais gezaaid op 12 * 75 cm²/plant. Enkele veldjes zijn onkruidvrij gehouden door middel van wieden. In andere veldjes is de natuurlijke onkruidvegetatie teruggedund tot dichtheden van 100, 200 of 300 hanepootplanten per vierkante meter.

De mais kwam in dit jaar vijf dagen eerder op (dagnr.135) dan de hanepoot (dagnr.140). Tijdens het groeiseizoen kwam een drogere periode voor (tussen dagnr. 195 en 216). Het gevolg was het verwelken en afsterven van de bladbiomassa van hanepoot. De effecten van het tijdelijk watertekort op de maisbiomassa produktie waren beperkt, doordat de strekkingsgroei van mais was voltooid (begin strekking rond dagnr. 170) en de mais een voorsprong had opgebouwd door de vroege opkomst.

De experimentele gegevens zijn van G. Coster, W. de Groot en C.J.T. Spitters.

In het tweede experiment (1983) stond de mais op 30 * 30 cm²/plant. In alle veldjes met mengcultuur zijn de natuurlijk opgekomen hanepoot populaties gehandhaafd. Bij alle tussentijdse oogsten zijn de opbrengsten van de mengsels geïnterpoleerd tot dichtheden van 10, 50, 100, 200 en 300 hanepoot planten per vierkante meter.

In dit jaar kwam de mais twee dagen later op (dagnr.156) dan de hanepoot (dagnr.154). Tijdens de groeiperiode kwam een zeer droge periode voor. Na dagnummer 185 nam het bodemvochtgehalte sterk af tot het verwelkingspunt (pF 4.2) rond dag 210. Pas na dag 235 nam het vochtgehalte weer toe als gevolg van regelmatige neerslag. De droge periode in 1983 vond plaats tijdens de strekkingsgroei van mais. De hergroei van mais bleek na de extreme droogte niet meer op gang te komen, door o.a. bladsterfte en gehele plantafsterving, zodat de biomassa produktie van mais sterk werd gereduceerd.

Experimentele gegevens van M.J. Kropff, F.J.H. Vossen, C.J.T. Spitters en W. de Groot.

Het derde experiment is uitgevoerd in het najaar van 1985 in metalen bakken van 1.50*1.35*0.30 cm onder een kunststof overkapping op het terrein van het CABO.

Zowel de mais (Fronica) als de hanepoot zijn voorgekiemd in een oplossing van 0.005 % gibberellinezuur/0.05 % KNO₃ gedurende vijf dagen bij 20/30 °C. De voorkiemmethode leidde bij mais tot groei-stoornissen in het begin van het experiment.

In alle bakken is de mais uitgeplant op 25 * 25 cm²/plant. In de bakken met mengels mais/hanepoot zijn twee hanepootdichtheden (24 en 62 planten/m²) en twee opkomstdata (mais zeven dagen later of gelijk aan hanepoot) gerealiseerd.

Het vochtgehalte in de bakken werd door regelmatige watergiften via een reservoir onder in de bak voldoende op peil gehouden.

Doordat het experiment is uitgevoerd in september/oktober zijn de milieufactoren (temperatuur, lichtintensiteit) niet zoals in het normale groeiseizoen van mais. De overkapping zorgde eveneens voor een verstoring. De temperatuur is daarom gemeten onder de overkapping. In het model is aangenomen dat de overkapping 20 % van de totale globale straling tegenhoudt.

De experimentele gegevens zijn van L.A. Mangnus, B.J. Schnieders, M.L.A. Smit, M.E. van Suylen, M.J. Kropff, W. Joenje en W. de Groot.

3.2. MODELINPUT.

Er is gesimuleerd met één modelversie waaraan voor de verschillende jaren datafiles zijn toegevoegd (bijlage 1 en 2).

Deze datafiles bevatten:

- parameter voor het aantal soorten (NS)
- veldgegevens van totale droge-stof produktie, bladoppervlak en hoogte.
- opkomstdata (DAYEM) en plantdichtheid (NPL).
- runspecificaties (RUNLAI, TIME, FINTIM, PRDEL, OUTDEL).
- weersgegevens (gemeten op meteorostation Haarweg, dagelijks minimum-en maximum temperatuur, dagelijkse totale globale straling, luchtvochtigheid, windsnelheid, regenval)

In het model zijn voor beide soorten een aantal soortspecifieke parameters gebruikt, die zijn afgeleid uit literatuur of uit de veldexperimenten van 1982 en 1983.

Deze zijn:

- ontwikkelingssnelheid afhankelijk van de temperatuur.
- verdeelsleutels droge-stof.
- rel. bladsterftesnelheid - op gewichtsbasis groen blad (RDRLV)
- op LAI basis (RDRL)
- specific leaf area (SLA)
- initial leaf area (LA0)
- rel. groeisnelheid van de zaailingen (RGRL)
- constanten voor logistische hoogte functie
- licht-extinctie coefficient (KDF)
- parameters voor de CO₂-assimilatie licht responscurve (AMAX en EFF)

3.3. SIMULATIERESULTATEN.

In de eerste simulatieruns zijn veldgegevens van bladoppervlak en/of hoogte uit 1982, 1983 en 1985 ingevoerd in tabelvorm om de simulatie van de CO₂-assimilatie en de simulatie van het bodemvochtgehalte in de waterbalans te controleren. Voor alle jaren kwamen de simulatieresultaten van de bovengrondse biomassa produktie van mais en hanepoot in mono en in mengcultuur goed overeen met de veldwaarnemingen.

Enkele resultaten van de simulatie van de bovengrondse biomassa produktie (kg/ha) bij de eind oogst van mais en hanepoot (1982 en 1983) staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1: simulatie bovengrondse biomassa produktie in kg/ha (s) en veldwaarnemingen (v). Opbrengstverlies van mais (%) aan het einde van het groeiseizoen.

1982: LAI input, hoogte simulatie.

plantdichtheid (pl/m ²)	0		100		200		300	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	13110	13502						
mais meng			12020	12392	10650	11983	10510	11201
hanepoot meng			900	719	1260	1111	1460	1304
opbrengst verlies (%)			8.3	8.2	18.8	11.3	19.8	17.0

1983: LAI input, hoogte simulatie.

plantdichtheid (pl/m ²)	0		10		50		100	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	8439	9692						
mais meng			5690	6933	2498	4298	1468	2865
hanepoot meng			372	485	1175	1506	1609	2195
opbrengst verlies (%)			32.6	28.5	70.5	55.7	82.6	70.4

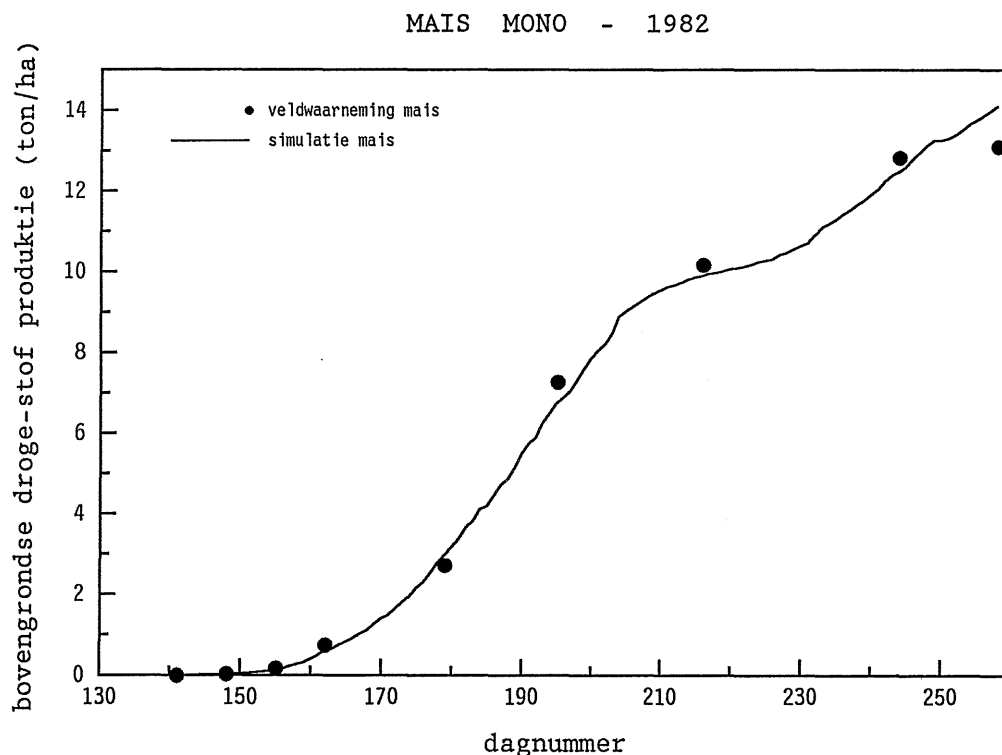
1983: LAI input, hoogte input.

plantdichtheid (pl/m ²)	0		10		50		100	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	8439	9692						
mais meng			5690	6781	2498	3843	1468	2450
hanepoot meng			372	561	1175	1730	1609	2397
opbrengst verlies (%)			32.6	30.0	70.4	60.4	82.6	74.7

Uit deze simulatie runs blijkt dat het model de processen die de groei van soorten in een concurrentie situatie bepalen, met uitzondering van bladoppervlak en hoogte ontwikkeling, goed simuleert. Ook de waterbalans en de afgeleide reductiefactor worden goed door het model berekend. Bij hoge dichtheden in 1983 wordt de mais biomassa iets overschat doordat een cumulatief effect van watertekort op de fotosynthese in het model ontbreekt.

Het model is in deze vorm, met ingevoerde gegevens van bladoppervlak en hoogte, niet te gebruiken in andere situaties, omdat juist de ontwikkeling van bladoppervlak en hoogte belangrijk zijn voor de concurrentiekracht van een soort.

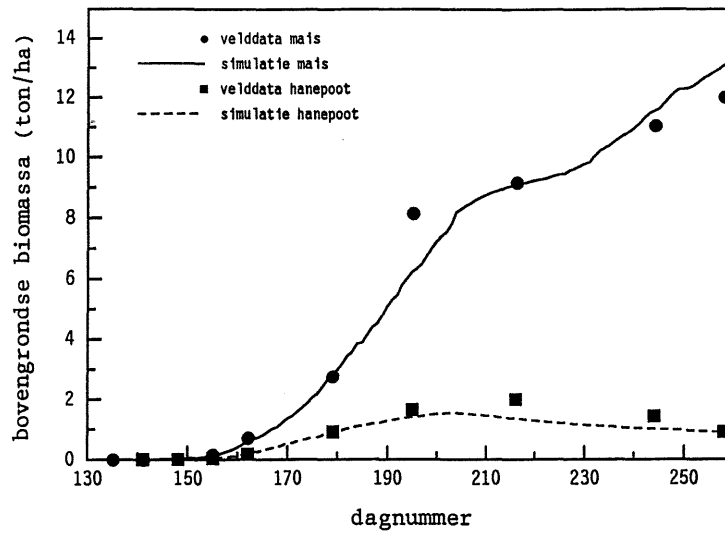
De simulatieresultaten van het model met een gesimuleerde ontwikkeling van bladoppervlak en hoogte van het veldexperiment 1982 staan vermeld in de figuren 4 en 5 en in bijlage 3a. Het model simuleert de bovengrondse biomassa produktie van mais in monocultuur zeer goed (figuur 4).



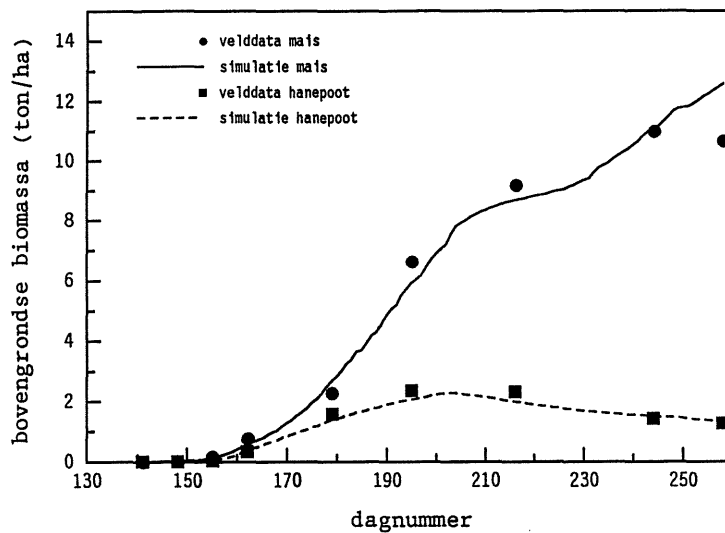
Figuur 4: verloop van de bovengrondse biomassa (TADRW in ton/ha) gedurende het groeiseizoen van 1982 voor mais in monocultuur.

In mengcultuur wordt de produktie van mais, naarmate de dichtheid van hanepoot groter wordt, iets overschat aan het einde van het groeiseizoen. De bovengrondse biomassa produktie van hanepoot wordt iets onderschat (figuur 5).

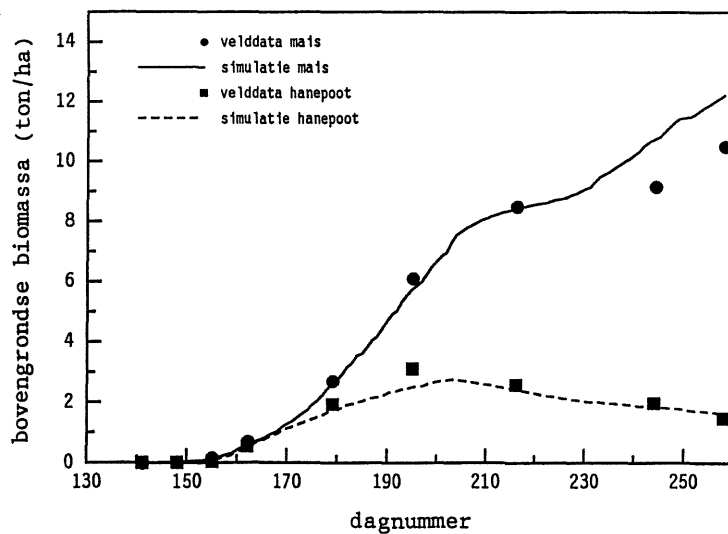
MAIS / HANEPOOT 100 - 1982



MAIS / HANEPOOT 200 - 1982



MAIS / HANEPOOT 300 - 1982

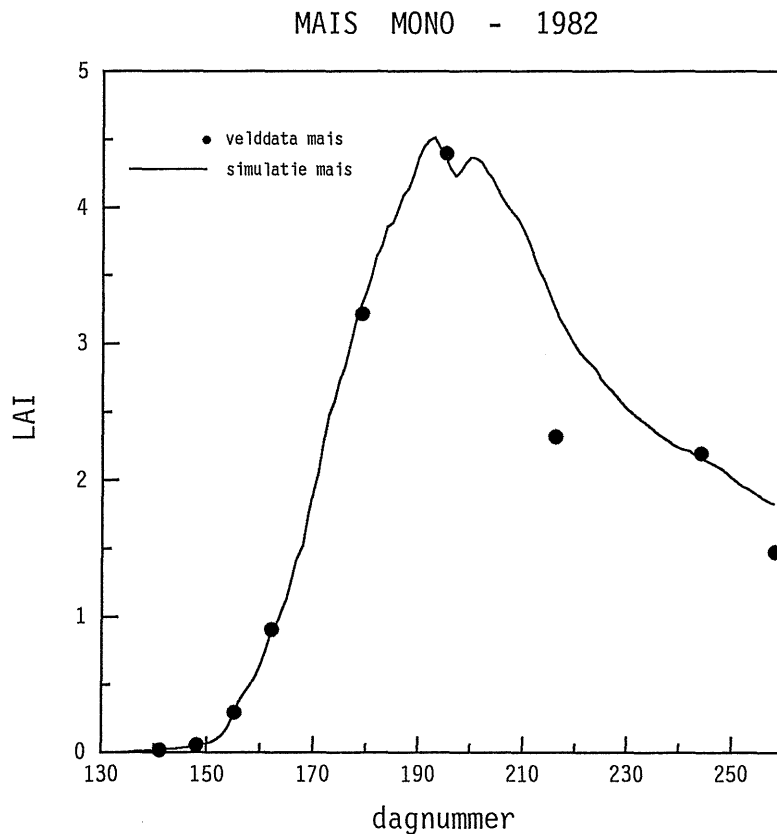


Figuur 5: verloop van de bovengrondse biomassa (TADRW in ton/ha) gedurende het groeiseizoen van 1982 voor mais en hanepoot in mengcultuur.

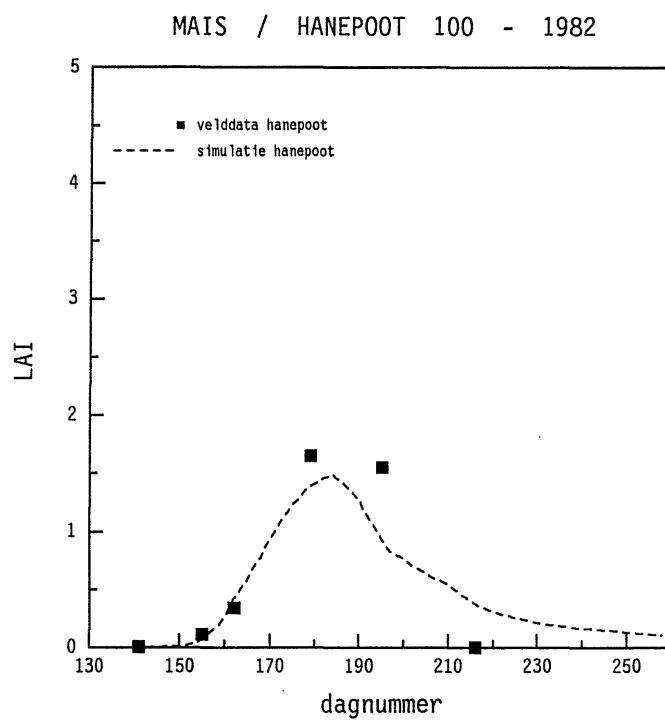
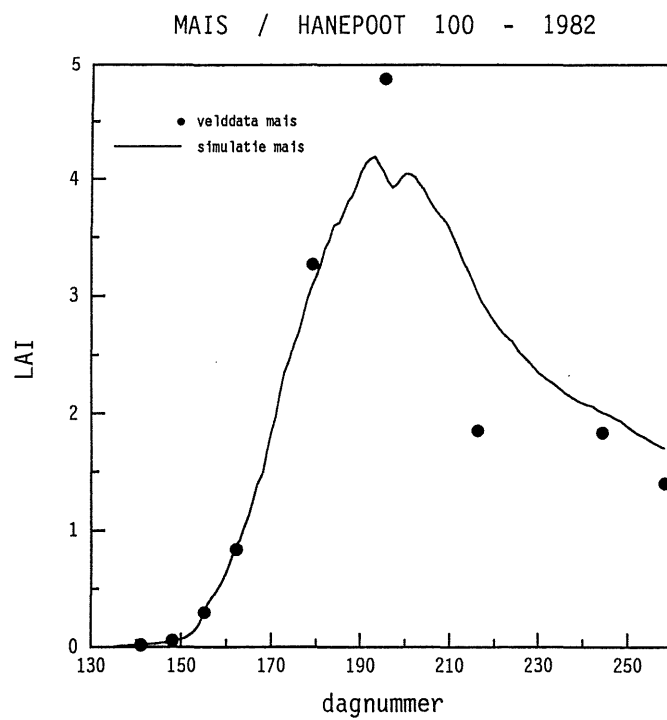
De simulatie van het bladoppervlak met de nieuw ingevoerde procedure is voor mais in monocultuur zeer goed (figuur 6). De simulatie van de LAI van mais en hanepoot in mengcultuur is in de begin-fasen van de groei eveneens zeer goed (figuur 7). Daarna wordt de LAI van mais overschat, terwijl de LAI van hanepoot eerst wordt onderschat en aan het einde van het groeiseizoen wordt overschat (geen bladoppervlak van hanepoot meer in veldexperiment op dagnr. 216 door watergebrek).

De simulatie van de hoogteontwikkeling van mais en hanepoot is in monocultuur en in mengcultuur goed.

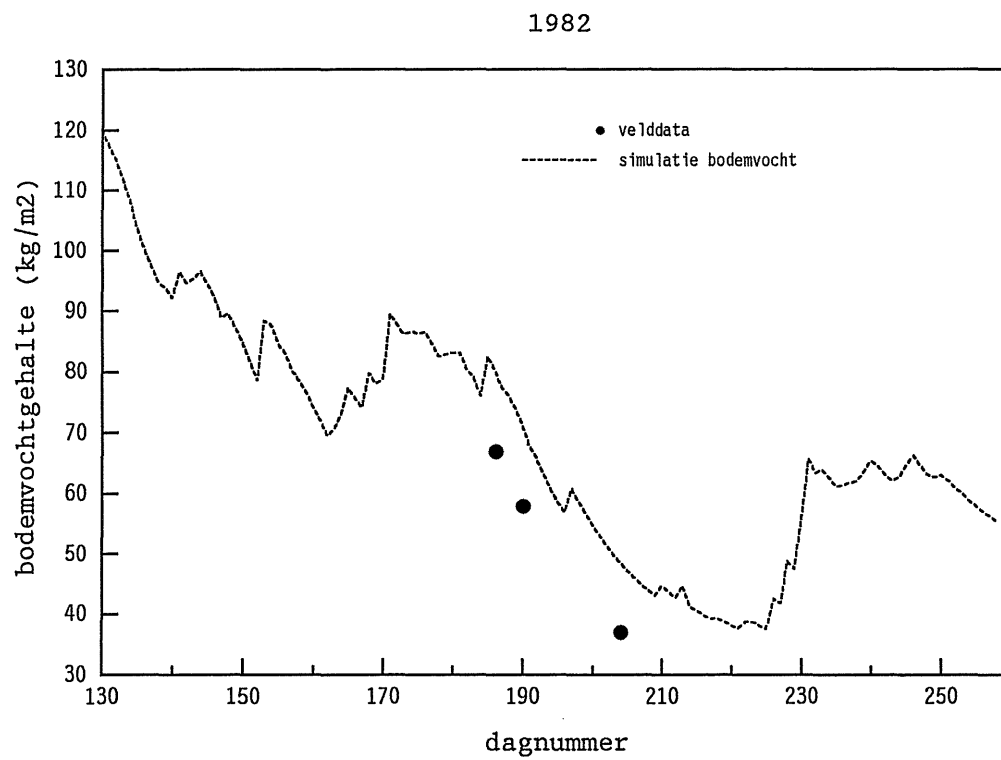
De simulatie van het bodemvochtgehalte in de monocultuur in 1982 komt goed overeen met de (enkele) veldwaarnemingen (figuur 8). De afgeleide reductiefactor TRANRF reduceert de biomassa produktie voldoende tijdens de drogere periode.



Figuur 6: verloop van het bladoppervlak (LAI) gedurende het groeiseizoen van 1982 voor mais in monocultuur.

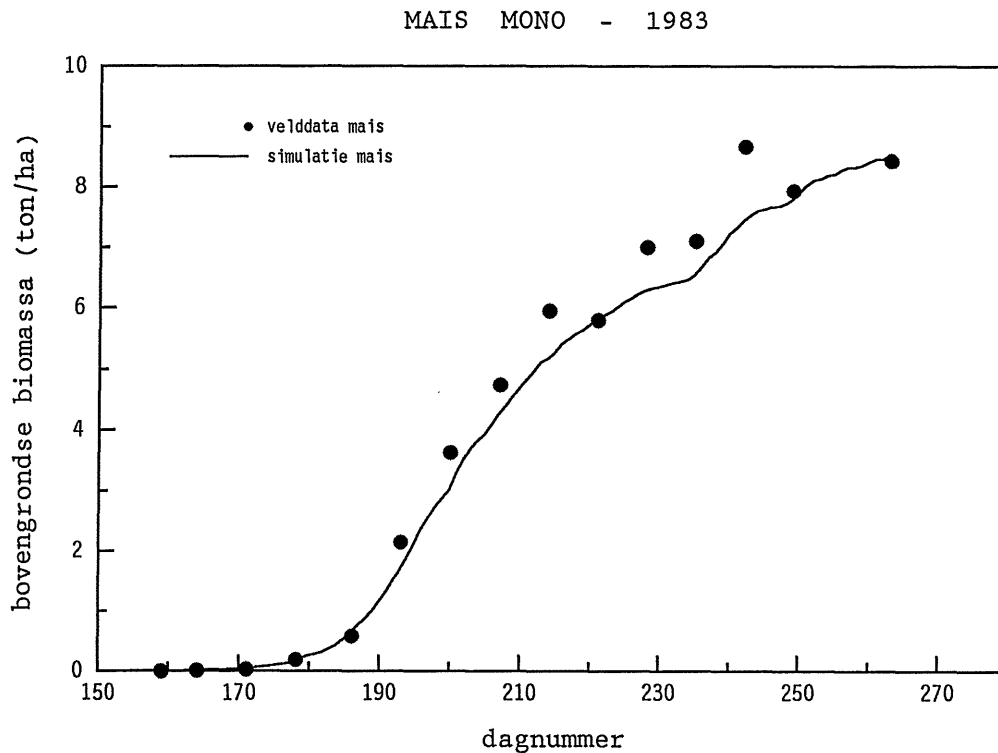


Figuur 7: verloop van het bladoppervlak (LAI) gedurende het groeiseizoen van 1982 voor mais en hanepoot in mengcultuur (dichtheid hanepoot 100 pl/m²).



Figuur 8: verloop van het bodemvochtgehalte (SMRTZ in kg/m²) gedurende het groeiseizoen van 1982 in de monocultuur.

Van het veldexperiment van 1983 is eenzelfde simulatierun gemaakt. De simulatie van de bovengrondse biomassa produktie van mais in monocultuur is ook in 1983 goed (figuur 9). Er is een kleine onderschatting halverwege het groeiseizoen.

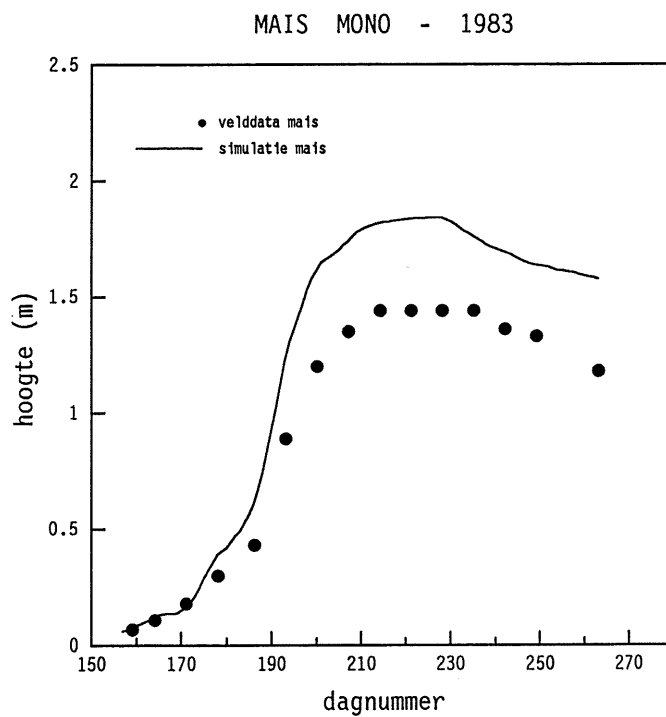
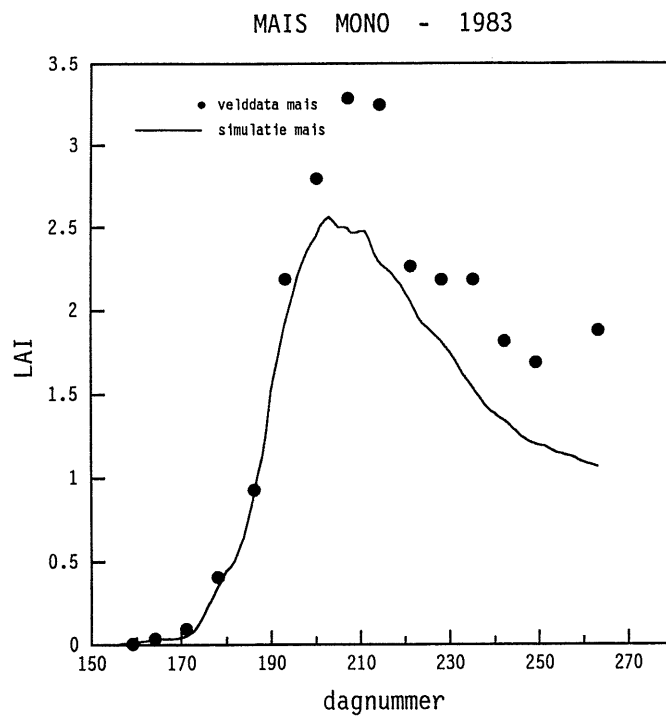


Figuur 9: verloop van de bovengrondse biomassa (TADRW in ton/ha) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais in monocultuur.

Het bladoppervlak van mais wordt vanaf dagnr. 200 eveneens onderschat (begin LAI simulatie is goed), terwijl de hoogte ontwikkeling wordt overschat in dezelfde periode (figuur 10).

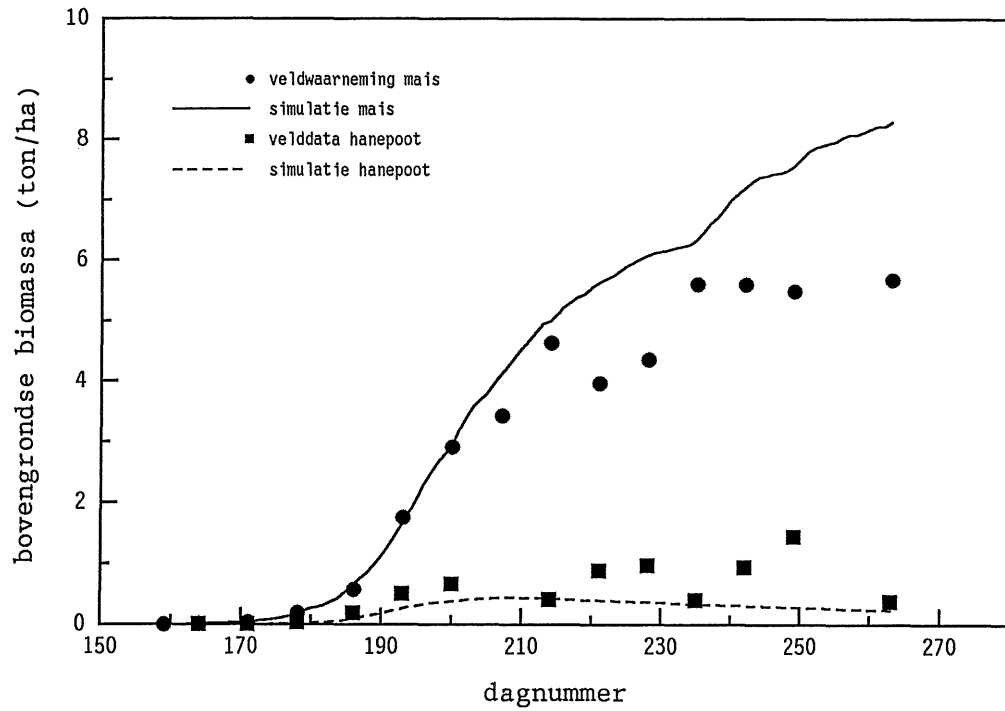
De resultaten van de simulatie van de mengcultuur staan vermeld in figuur 11 en bijlage 3b.

De bovengrondse biomassa produktie van mais wordt overschat. Bij een lage dichtheid hanepoot (10 pl/m²) is deze overschatting nog beperkt, bij hogere dichtheden (100 pl/m²) is de overschatting zeer groot. In beide gevallen wordt de biomassa produktie van hanepoot onderschat.

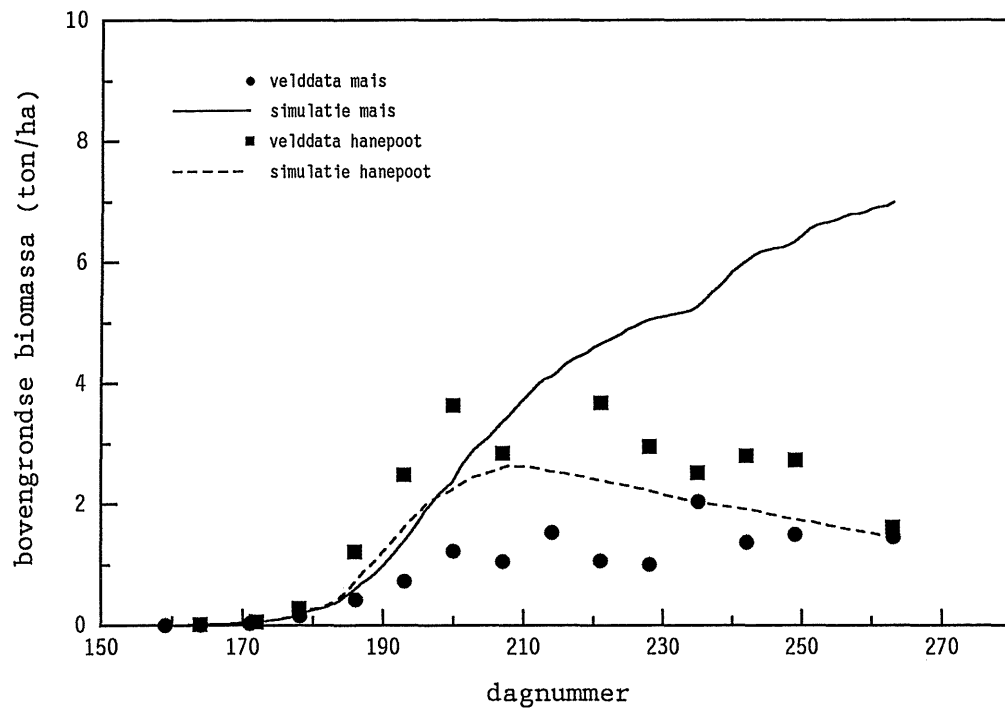


Figuur 10: verloop van het bladoppervlak (LAI) en de hoogte (HGHT) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais in monocultuur.

MAIS / HANEPOOT 10 - 1983

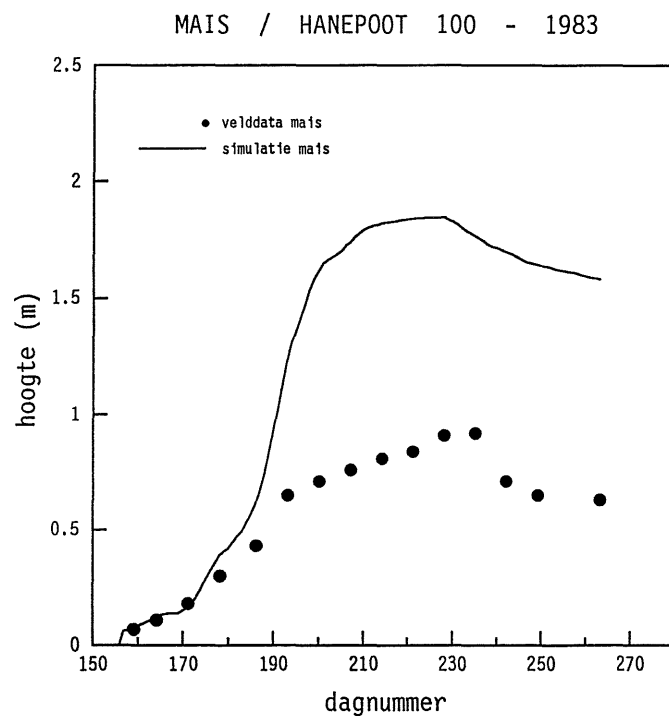
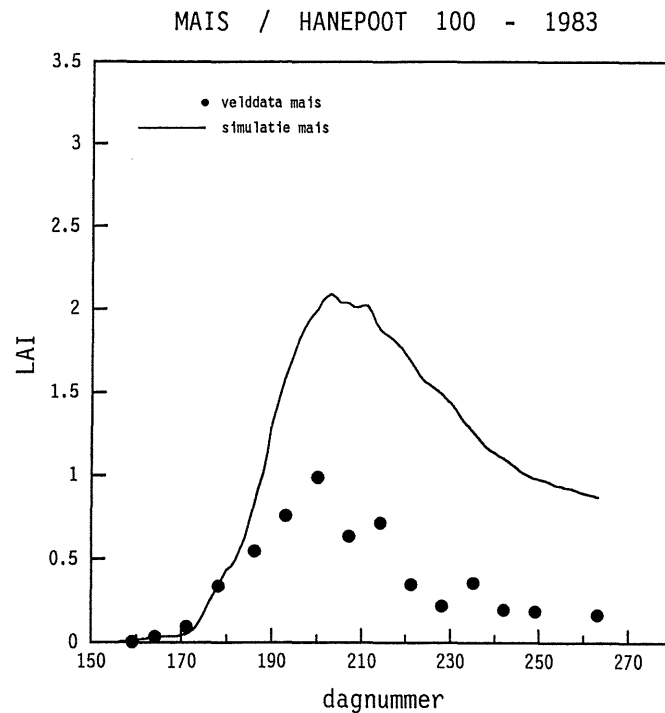


MAIS / HANEPOOT 100 - 1983

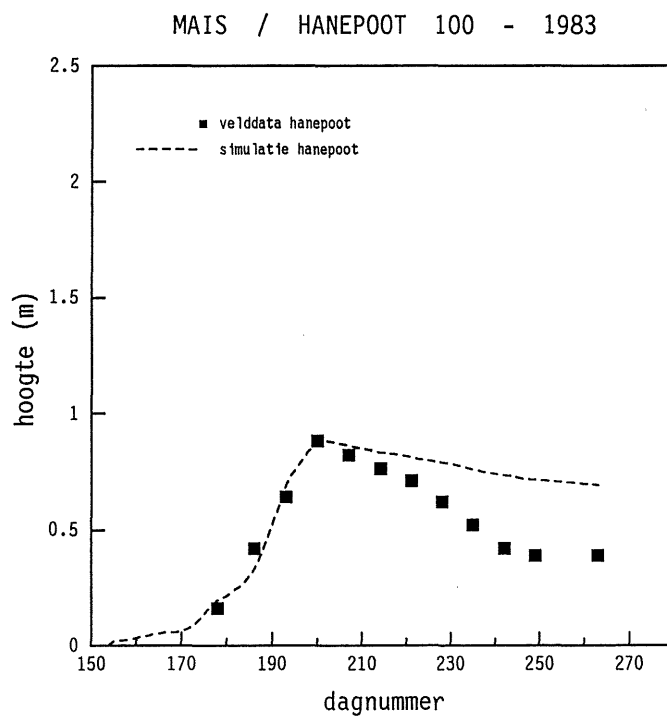
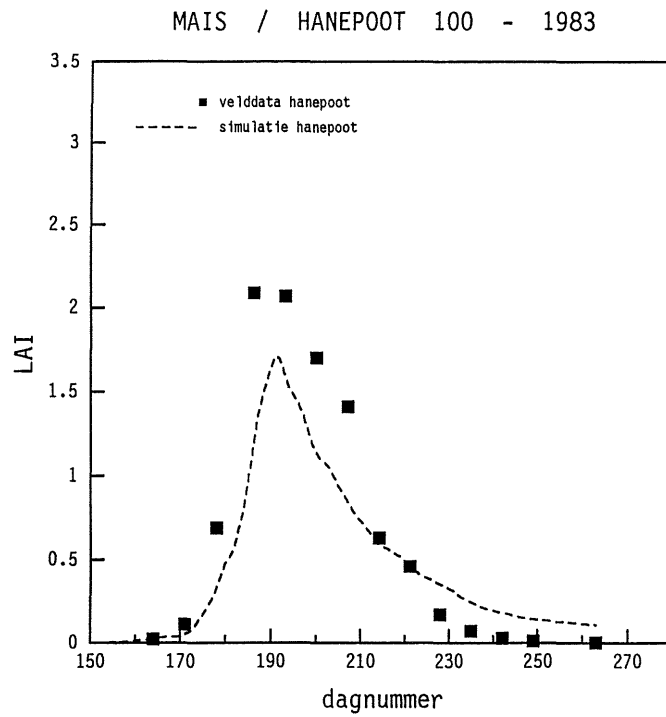


Figuur 11: verloop van de bovengrondse biomassa (TADRW in ton/ha) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais en hanepoot in mengcultuur.

Analyse van de simulatieresultaten laat zien dat deze grote overschatting van de biomassa productie van mais wordt veroorzaakt door de slechte simulatie van zowel de LAI als de hoogte ontwikkeling in de periode vanaf dagnr. 190 (figuren 12 en 13).

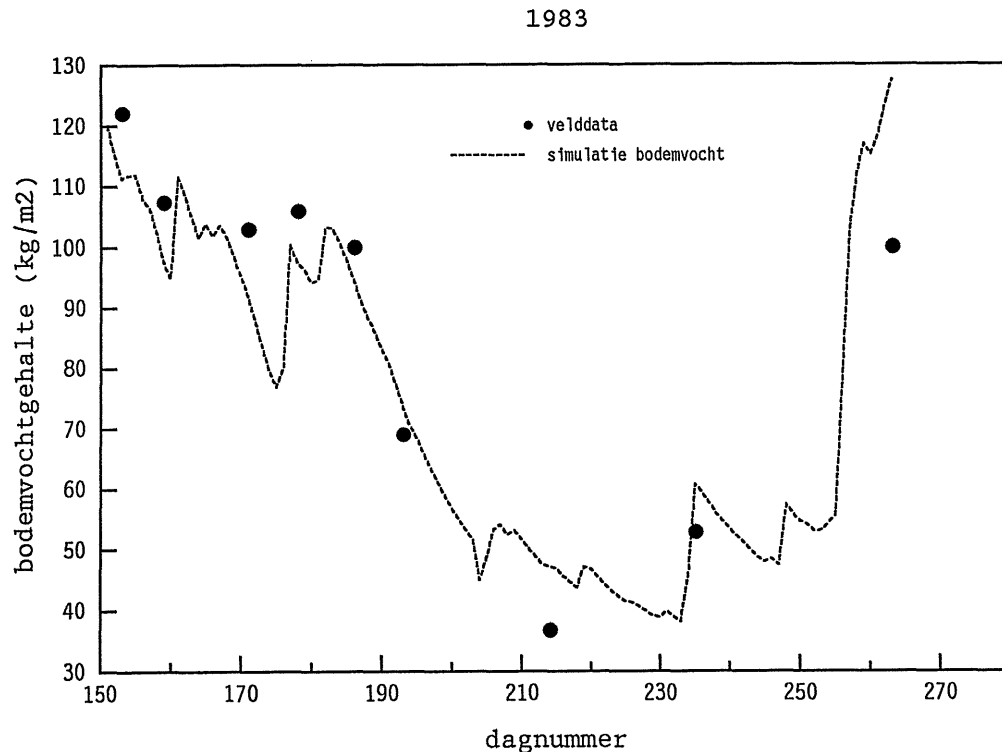


Figuur 12: verloop van het bladoppervlak (LAI) en de hoogte (HGHT) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais in mengcultuur (dichtheid hanepoot 100 pl/m²).



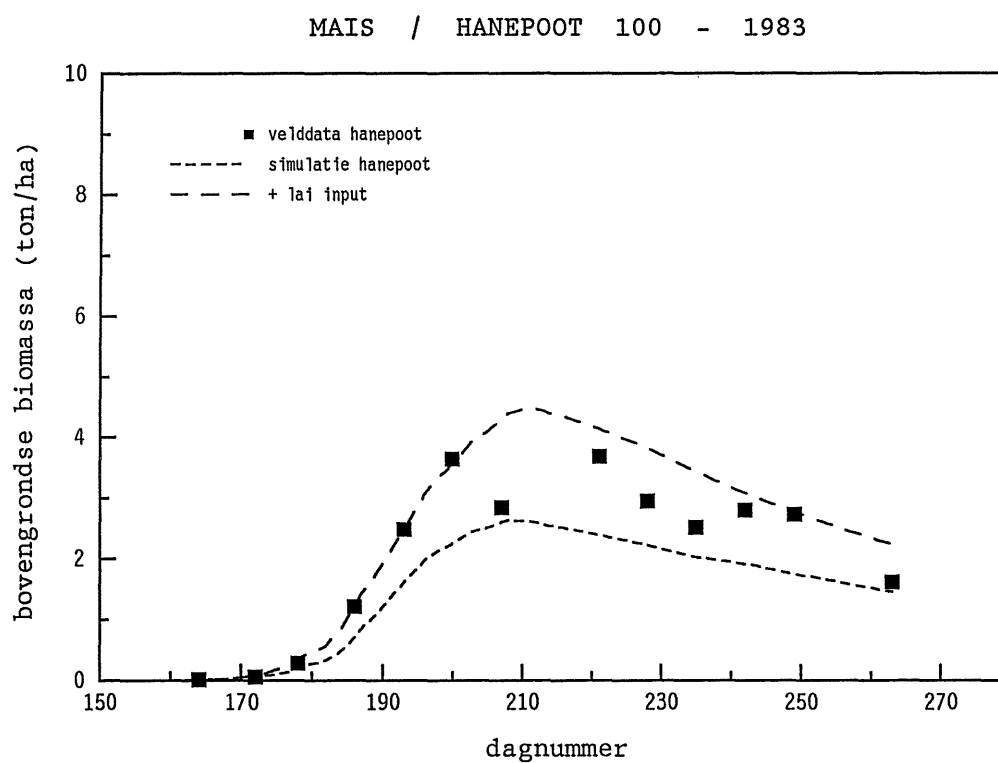
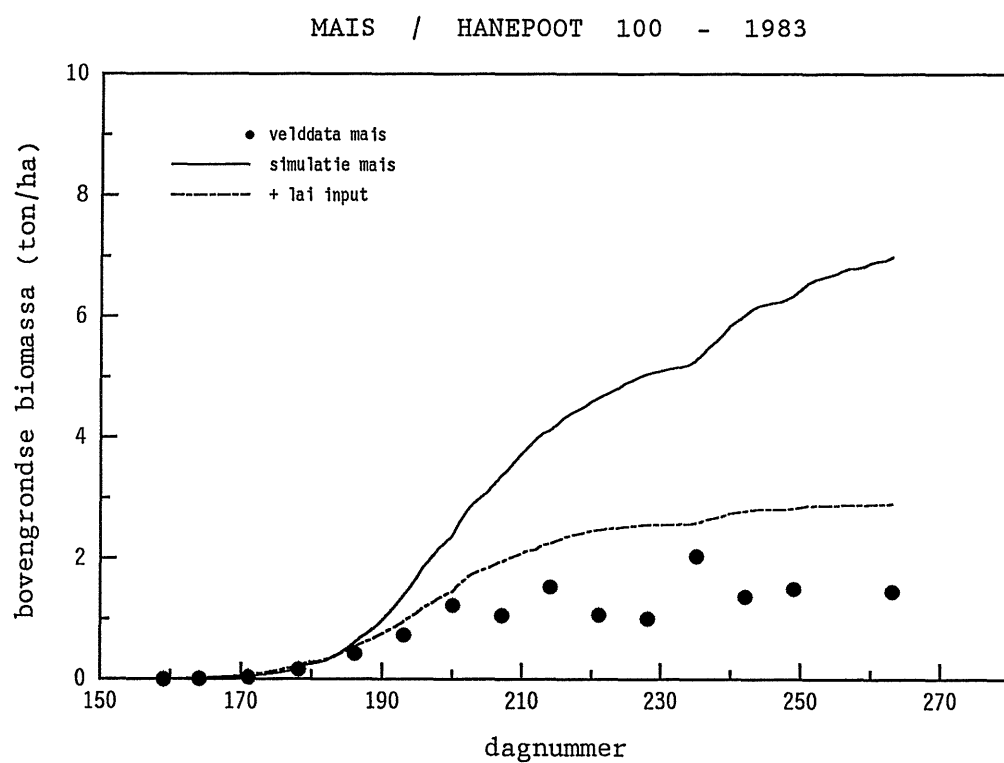
Figuur 13: verloop van het bladoppervlak (LAI) en de hoogte (HGHT) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor hanepoot in mengcultuur (dichtheid 100 pl/m²).

Dit is de periode in het 1983 experiment (van dagnr. 185 tot 235) waarin langdurige droogte voorkwam. Deze droogte wordt goed in de waterbalans gesimuleerd, wat blijkt uit de simulatieresultaten van het bodemvochtgehalte in de mengcultuur (figuur 14).



Figuur 14: verloop van het bodemvochtgehalte (SMRTZ in kg/m²) gedurende het groeiseizoen van 1983 in de mengcultuur.

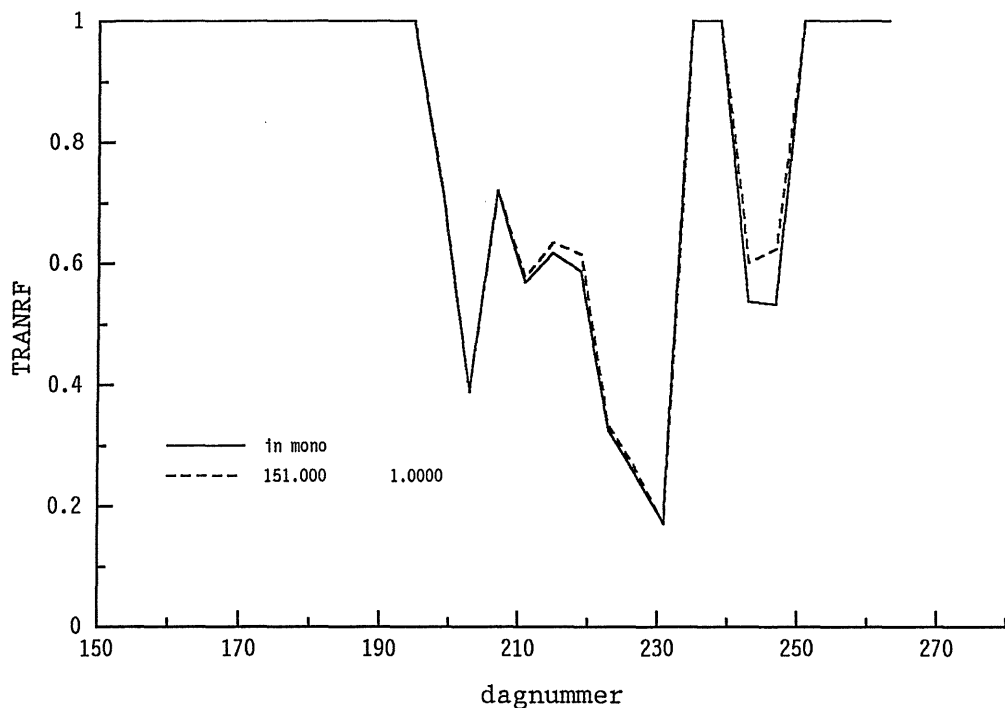
Uit figuren 12 en 13 wordt duidelijk dat in het veldexperiment het effect van watertekort zich vooral heeft geuit in de morfologische ontwikkeling van de planten. Ter illustratie de volgende simulatieruns met verschillende dichtheden voor 1983 : met een gesimuleerde hoogte ontwikkeling en invoer van LAI gegevens (tabel 1, figuur 15 : hanepootdichtheid 100 pl/m²) ; met invoer van hoogte gegevens en een gesimuleerde LAI ontwikkeling (bijlage 3c).



Figuur 15: verloop van de bovengrondse biomassa (TADRW in ton/ha) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais en hanepoot in mengcultuur (dichtheid 100 pl/m²) met invoer van LAI gegevens.

In het veldexperiment van 1983 vertoonden de bladeren van mais in sterke mate bladkrulling en necroseverschijnselen, waardoor de mais biomassa produktie sterk was gereduceerd. Deze irreversibele effecten van waterstress op de bladoppervlakte en hoogte ontwikkeling worden niet in het model gesimuleerd, omdat geen rekening wordt gehouden met een cumulatief effect van watertekort op de gewasgroei.

Na herstel van het bodemvochtgehalte neemt in het model de TRANRF weer toe, zodat de reductie van de assimilatiesnelheid verminderd wordt (figuur 16). Het model simuleert dan hergroei van mais in zowel mono als mengcultuur.



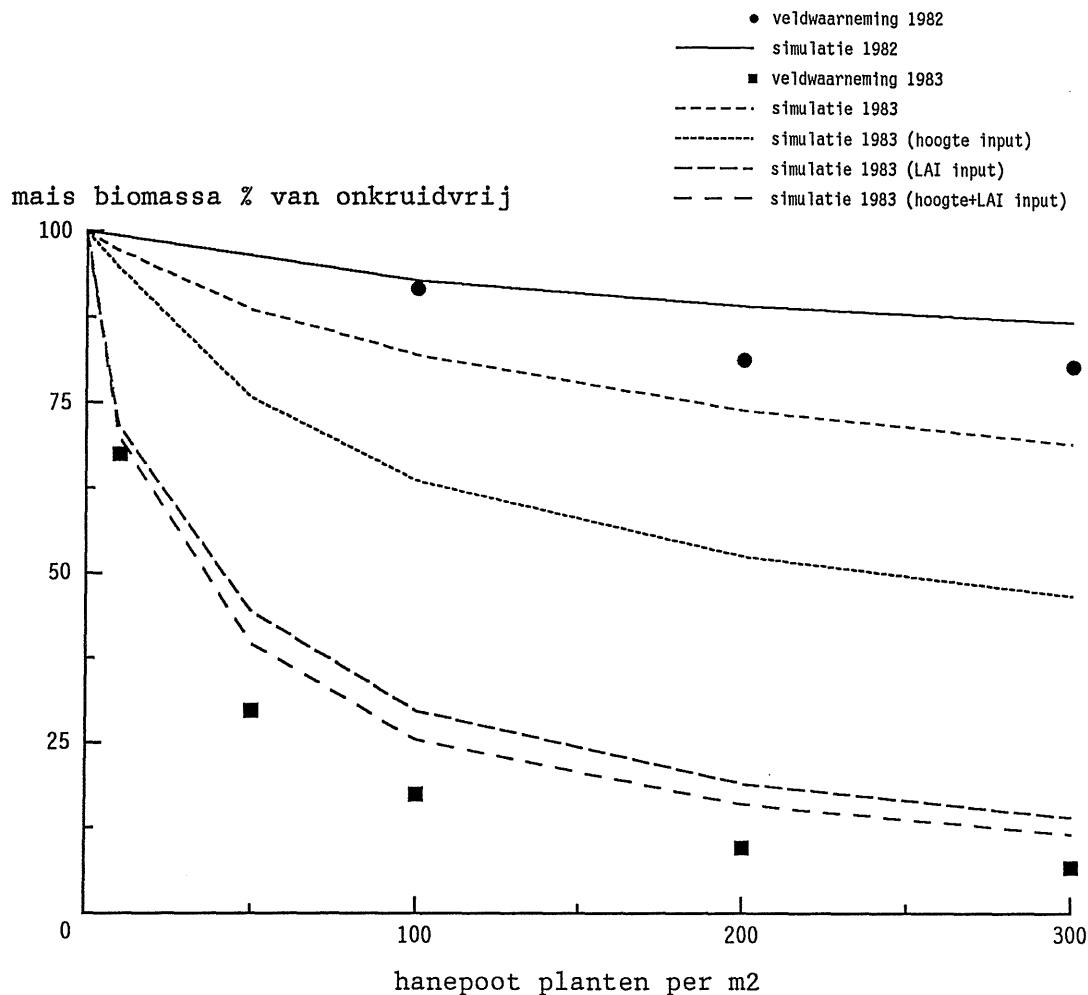
Figuur 16: verloop van de gesimuleerde reductiefactor voor assimilatie en transpiratie (TRANRF) gedurende het groeiseizoen van 1983 voor mais mono en mais en hanepoot in mengcultuur.

Uit figuur 9 blijkt dat de simulatie van de bovengrondse biomassa van mais in monocultuur in 1983 goed met de veldwaarnemingen overeen komt. In de mengculturen wordt de overschatting van de gesimuleerde bovengrondse biomassa groter naarmate de dichtheid van hanepoot hoger wordt.

In het veldexperiment trad hergroei van mais in de mengculturen niet op door de sterke concurrentie tussen mais en hanepoot om water. Hanepoot had echter een dichter wortelstelsel (vooral in de diepere lagen) en was daardoor in staat meer water op te nemen dan mais (Kropff en Vossen, 1984). In het model wordt uitgegaan van eenzelfde worteldiepte voor beide soorten en wordt geen rekening gehouden met de worteldichtheid.

De concurrentie om water wordt hierdoor onjuist gesimuleerd. De wateropname en groei van hanepoot worden onderschat, terwijl de wateropname van mais in de mengculturen wordt overschat.

Een overzicht van de simulatie resultaten van 1982 en 1983 staat in figuur 17 (bijlage 4), waarin voor beide jaren de reductie in mais produktie staat uitgezet tegen de dichtheid van hanepoot. Hieruit komt zeer duidelijk naar voren dat met het model, waarin zowel de hoogte als de LAI worden gesimuleerd, de effecten van concurrentie in 1983 slechts gedeeltelijk kunnen worden verklaard. De concurrentie in 1982 wordt wel goed met het model gesimuleerd.



Figuur 17: relatie tussen de reductie van de mais biomassa en de dichtheid van hanepoot voor de veldexperimenten 1982 en 1983.

Om de verschillen in concurrentie effect in de veldexperimenten van 1982 en 1983 te analyseren (in 1982 8% bij 100 hanepoot planten per m2; in 1983 50% bij 21 hanepoot planten per m2) zijn simulaties gemaakt met weersgegevens (actuele regengegevens en potentiële situatie) van 1982, 1983 en gemiddeld over 30 jaren en de relatieve opkomstdata van hanepoot voor verschillende dichtheden.

De simulatieresultaten staan in tabel 2.

Tabel 2: Opbrengstverlies van mais (%) aan het einde van een
groei seizoen van 150 dagen afhankelijk van relatieve
opkomstdatum en dichtheid van hanepoot (pl/m²), weers-
gegevens en watergehalte van de bodem.

relatieve opkomst hanepoot: +5 (=1982).

	dichtheid	10	50	100	150	200	250	300

weer/water								

1982 actueel		1.0	4.0	6.6	8.5	10.0	11.2	12.3
1982 potentieel		0.8	3.5	5.8	7.5	8.8	9.9	10.8
1983 actueel		1.1	4.5	7.6	10.0	11.8	13.4	14.7
1983 potentieel		0.9	4.1	7.0	9.3	11.1	12.6	13.9
gemiddeld 30 jaar,		1.5	5.9	9.5	12.0	14.0	15.5	16.8
potentieel								

relatieve opkomst hanepoot: -2 (=1983).

	dichtheid	10	50	100	150	200	250	300

weer/water								

1982 actueel		1.7	7.1	11.6	14.9	17.4	19.4	21.1
1982 potentieel		1.5	6.0	9.9	12.8	15.0	16.8	18.3
1983 actueel		2.8	11.0	17.5	22.0	25.3	27.9	30.0
1983 potentieel		2.5	10.0	16.2	20.4	23.7	26.2	28.3
gemiddeld 30 jaar,		3.3	11.5	17.2	20.9	23.5	25.5	27.2
potentieel								

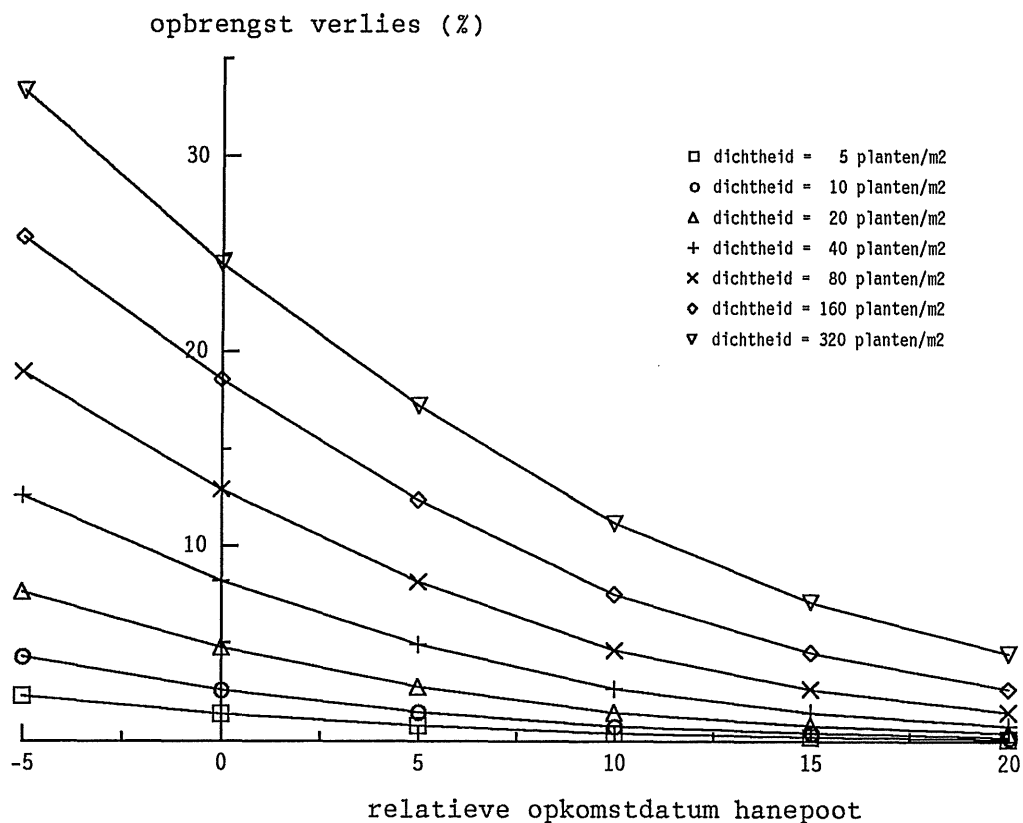
Uit de tabel blijkt dat de opkomstdatum een duidelijk effect heeft gehad op het opbrengstverlies (12% - 30% bij 300 pl/m²); door twee dagen vroegere opkomst van hanepoot wordt het opbrengstverlies in vergelijking met vijf dagen latere opkomst verdubbeld. Het effect van dichtheid is duidelijk; hogere hanepoot dichtheden geven een hoger opbrengstverlies.

Uit het geringe verschil in opbrengstverlies tussen de situatie met actueel water en de potentiële situatie is af te leiden dat de concurrentie om water niet juist is gesimuleerd. Vooral in 1983 waar door het extreme watertekort grote concurrentie was om water, wordt het opbrengstverlies onderschat. In 1982 was vrijwel geen sprake van waterstress.

Met de gegevens van het bakkenexperiment van 1985 zijn geen verdere simulaties gemaakt, omdat de veldgegevens te zeer waren beïnvloed door een aantal storende factoren. Door de voorkiëmmethode van de zaden met een gibberellinezuur-oplossing was de groei van vooral mais lange tijd verstoord. Tevens zorgde de kunststof overkapping en het late groeiseizoen (september /oktober) voor afwijkende groeiomstandigheden.

3.4. SCHADERELATIES.

Het effect van de opkomstdatum en de dichtheid van hanepoot op het opbrengstverlies van mais is met het model geanalyseerd voor een potentiële groeisituatie (weersgegevens gemiddeld over 30 jaren). Voor een groeiseizoen van 150 dagen zijn simulaties gemaakt met zeven verschillende dichtheden van hanepoot (5 tot 320 pl/m²) en zes relatieve opkomstdata van hanepoot (-5 tot +20 dagen ten opzichte van mais opkomst). Met de simulatieresultaten (bijlage 5) zijn schaderelaties afgeleid. In figuur 18 staat de relatie uitgezet tussen het opbrengst-verlies van mais en de periode tussen mais en hanepoot opkomst.

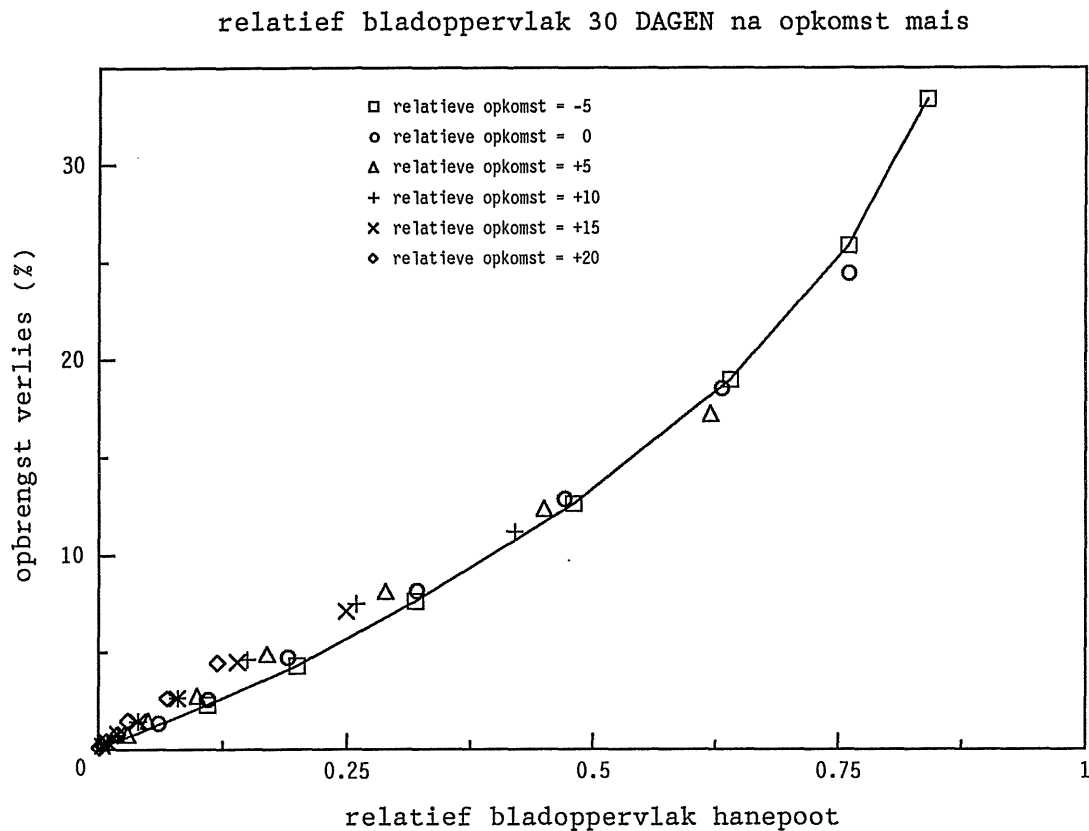


Figuur 18: relatie tussen de reductie van de mais biomassa en de relatieve opkomstdatum van hanepoot onder potentiële groei-omstandigheden.

Hieruit blijkt dat variatie in opbrengstverlies het grootst is, afhankelijk van dichtheid, bij een opkomstdatum van hanepoot van -5 tot +5 dagen. Een nadeel bij het gebruik van deze schaderelatie in een onkruidbeheersingssysteem is van praktische aard. Voor een goede voorspelling van het opbrengstverlies zijn dagelijks zeer nauwkeurige veldwaarnemingen over opkomst en dichtheid van de onkruiden noodzakelijk.

Een meer toepasbare methode is de relatie tussen het opbrengst-verlies en de relatieve bedekkingsgraad van de onkruiden, uitgedrukt in een waarde voor het relatief bladoppervlak, op een bepaald tijdstip na opkomst van het gewas (Kropff, 1988).

In figuur 19 staat deze relatie uitgezet: het relatief bladoppervlak van hanepoot 30 dagen na opkomst van mais, het opbrengstverlies van mais na een groeiseizoen van 150 dagen.



Figuur 19: relatie tussen de reductie van de mais biomassa en de relatieve bedekkingsgraad van hanepoot onder potentiële groei-omstandigheden.

Uit de figuur 19 blijkt dat in de bedekkingsgraad zowel het effect van opkomstdatum als het effect van dichtheid tot uiting komt. Het voordeel hiervan is dat er in een praktijksituatie slechts één nauwkeurige waarneming omtrent de bedekkingsgraad hoeft worden gedaan.

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES.

Het concurrentie effect van de onkruiden op het gewas is afhankelijk van de relatieve startpositie van de onkruiden (opkomstdatum en dichtheid), de morfologische ontwikkeling (bladoppervlak en hoogte) en de weersomstandigheden. De invloed van de ontwikkeling van het bladerdek van een soort op de concurrentieverhoudingen, vooral bij niet-potentiële groeisituaties, kwam duidelijk naar voren uit de simulaties van 1983, waarbij de LAI was ingevoerd als forcing function. De overschatting van de mais biomassa (door overschatting van gesimuleerde LAI) werd gereduceerd tot 1.4 ton/ha (in vergelijking met de overschatting van ruim 5 ton/ha bij gesimuleerd bladoppervlak).

Een goede simulatie van de biomassa produktie van mais in een situatie met waterstress is alleen mogelijk als het effect van waterstress (in extreme gevallen irreversibel) op fysiologische en morfologische processen (ontwikkeling van bladoppervlak en hoogte) eveneens in het model wordt gesimuleerd. De reductiefactor TRANRF, waarmee de assimilatie en de transpiratie gereduceerd wordt, voldoet in dit soort stress situaties niet.

Bij de simulatie van de biomassaproduktie in niet-potentiële groeiomstandigheden is concurrentie om water belangrijk. De simulatie van de concurrentie om water kan worden verbeterd door worteldichtheid en worteldiepte van de soorten in het model op te nemen, waarmee de verdeling van water over de soorten kan worden gesimuleerd .

Bij het afleiden van schaderelaties voor de ontwikkeling van geleide onkruidbeheersingssystemen lijkt de bedekkingsgraad van onkruiden goed bruikbaar. Op basis van een enkele veldwaarneming vroeg in het groeiseizoen kan een betrouwbare voorspelling worden gedaan over het opbrengstverlies (tenzij extreme waterstress optreedt) en kan een besluit worden genomen over bestrijding van onkruiden en het tijdstip van bestrijding.

LITERATUUR.

- Aerts, R., (1983). Simulatie van de concurrentie tussen een gewas en onkruiden om licht en water.
Doctoraalverslag Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. 151 pp.
- Bastiaans, L., B. Habekotte, H. van Oene, R. Werner, (1986). Konkurrentie tussen suikerbiet en melganzevoet. Veldproef en simulatie.
Doctoraalverslag Theoretische Produktie Ecologie, Landbouw Universiteit, Wageningen.
- Coster, G. , (1984). Het groeiverloop van snijmais onder invloed van verschillende hanepootdichtheden.
Doctoraalverslag Landbouwplantenteelt en Onkruidkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. 71 pp.
- Kropff, M.J., (1986). Simulation of crop weed competition.
- Kropff, M.J., (1988). Modelling the effects of weeds on crop production.
Weed Research, in press.
- Kropff, M.J., F.J.H. Vossen, (1984). Een systeemanalytisch onderzoek naar de concurrentie tussen snijmais en een onkruidvegetatie van hanepoot en melganzevoet.
Doctoraalverslag Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. 234 pp.
- Kropff, M.J., F.J.H. Vossen, C.J.T. Spitters, W. de Groot, (1984). Competition between a maize crop and a natural population of *Echinochloa crus-galli* (L.).
Netherland Journal of Agricultural Science, 32:324-327.
- Mangnus, L.A., B.J. Schnieders, M.L.A. Smit, M.E. van Suylen, (1987). Een onderzoek naar de concurrentie tussen snijmais en hanepoot.
Doctoraalverslag Vegetatiekunde, Planteoecologie en Onkruidkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. 72 pp.
- Spoorenberg, P.M., (1985). Simulatie van de concurrentie tussen mais en hanepoot met een vereenvoudigd model.
Doctoraalverslag Theoretische Teeltkunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. 76 pp.
- Penning de Vries, F.W.T., H.H. van Laar, (1982). Simulation of plant growth and crop production.
Simulation monograph, Pudoc, Wageningen. 308 pp.
- Spitters, C.J.T., (1984). A simple simulation model for crop weed competition.
7th International Symposium Weed Biology, Ecology and systematics. COLUMA-EWRS, Paris, 355-366.

Spitters, C.J.T., R. Aerts, (1983). Simulation of competition for light and water in crop weed associations. Aspects Applied Biology, 4:467-484.

Spitters, C.J.T., (1986a). Weeds: population dynamics, germination and competition. In: Simulation and systems management in crop protection (Eds. R. Rabbinge, S.A. Ward and H.H. van Laar). Simulation monograph, Pudoc, Wageningen. Ch. 4.2.

BIJLAGEN

Bijlage 1: listing van het simulatiemodel COMP.CSM.

TITLE COMPETITOR-MA SIMPLE MODEL FOR INTER-PLANT COMPETITION

```
*-----*
*                IMPORTANT                *
*
* Run with LAI as a forcing function :
*   PARAM RUNLAI=1.
* Run with simulated leaf area      :
*   PARAM RUNLAI=0.
*
* Include before STOP statement data file:
*   82.dat,83.dat,85.dat
*
* SPECIES 1=MAIS, 2=HANEPOOT, WAGENINGEN
*
* Marie-Antoinette Smit, 1988
*-----*
```

FIXED I,J,K,NS,PRSNC

```
/   DIMENSION MAINTS(2),HT(3),LA(2)
/   DIMENSION SLA(2),LAID(2),LAIY(2)
```

```
STORAGE GPHOT(2),DTGA(2),EFF(2),AMAX(2),MAINT(2),ASRQ(2)
STORAGE LAIV(2),KDF(2),ABSPAR(2),FRABS(2),TADRW(2),ASRQSO(2)
STORAGE FSH(2),FLV(2),FST(2),FSO(2),GTW(2),GSH(2)
STORAGE DAYEM(2),PUSH(2),PRSNC(2),NPL(2),LAO(2)
STORAGE HMAX(2),HB(2),HS(2),HDECR(2),DVSD(2),TDSV(2)
STORAGE P(2),CRPF(2),PTRAN(2),TRAN(2),TRANRF(2),VSMCR(2)
STORAGE RGRL(2),RDRL(2),RDRLV(2),GLV(2)
STORAGE RDRSM(2),YLV(2),REDLM(2),WAG(2),WTOT(2)
```

```
*-----*
*                SOORT KARAKTERISTIEKEN                *
*
*   1. = MAIS
*   2. = HANEPOOT
*-----*
```

```
* Initial leaf area (cm2/plant)
* Rel. growth rate of leaf area of seedlings (cm2/cm2/dvs)
TABLE LAO(1-2) = 6.69, 0.368
TABLE RGRL(1-2) = 12.5, 11.4

* Initial light use efficiency (EFF,kg C02/J)
* Light saturated assimilation rate (AMAX,kg C02/ha leaf/h)
* Extinction coefficient for diffuse PAR (KDF)
TABLE EFF(1-2)=12.5E-9, 12.5E-9
TABLE AMAX(1-2)=70., 70.
TABLE KDF(1-2)=0.65, 0.80
```

* Constants of logistic height function: HMAX (m), HB (-),
 * HS (1/dvs)
 TABLE HMAX(1-2) = 2.05, 1.01
 TABLE HB(1-2) = 3.49, 4.05
 TABLE HS(1-2) = 6.54, 6.29
 * Decrease of height of photosynthetic tissue (m/dvs) after
 * stage DVSD
 TABLE HDECR(1-2) = 0.5, 0.15
 TABLE DVSD(1-2) = 1.3, 1.0

 * Redistribution factor for dying leaves
 TABLE REDLM(1-2) = 0.13, 0.

 * Conversion factor of CH2O into storage organs
 TABLE ASRQSO(1-2)=1.49, 1.49

 * Crop factor to reduce Penman evap. (CRPF): 1.0 for C3 and
 * 0.7 for C4
 TABLE CRPF(1-2)=0.7,0.7

 * Partitioning coefficients as function of DVS
 * volgens Aerts.
 * FSH is total above ground
 * FLV is fraction leaves of FSH
 * FST is fraction stems
 * FRT is fraction roots of 1.-FSH

 FUNCTION FSHTB,1=0.,.671, .24,.671, .25,.733, .44,.733,...
 .45,.789, .54,.789, .55,.823, .64,.823, .65,.898, .74,.898,...
 .75,.956, .94,.956, .95,.939, 1.14,.939, 1.15,1., 2.5,1.
 FUNCTION FSHTB,2=0.,.60, .10,.63, .20,.66, .30,.69, .40,.725,...
 .50,.77, .60,.81, .70,.85, .80,.90, .90,.94,...
 1.,1., 2.5,1.

 FUNCTION FLVTB,1=0.,.67, .29,.67, .30,.61, .49,.61, .50,.33,...
 .74,.33, .75,.19, .99,.19, 1.,0., 2.5,0.
 FUNCTION FLVTB,2=0.,.70, .3,.55, .6,.25, 1.,0., 1.1,0., 2.5,0.

 FUNCTION FSTTB,1=0.,.33, .29,.33, .30,.39, .49,.39, .50,.67,...
 .74,.67, .75,.54, .99,.54, 1.,0., 2.5,0.
 FUNCTION FSTTB,2=0.,.30, .3,.45, .6,.75, 1.,.20, 1.1,0., 2.5,0.

 * Specific leaf area (haleaf/kgleaf weight) as a function of DVS
 FUNCTION SLATB,1=0.,0.0040, 0.12,0.0026, 0.22,0.0027,...
 0.4,0.0017, 0.49,0.0024, 0.7,0.0010, 1.0,0.0020, 2.5,0.0020
 FUNCTION SLATB,2=0.,0.0023, 0.18,0.0042, 0.39,0.0042,...
 0.5,0.0046, 0.76,0.0010, 1.0,0.0018, 2.5,0.0018

 * Relative death rate (Cd-1) as a function of development
 * based on leaf area
 FUNCTION RDRLTB,1 = 0.,0., 0.79,0., 0.8,1.0, 2.5,1.0
 FUNCTION RDRLTB,2 = 0.,0., 0.69,0., 0.7,1.8, 2.5,1.8


```

* Relative death rate (Cd-1) as a function of development
* based on weight of green leaves
FUNCTION RDRLVT,1 = 0.,0., 0.87,0., 0.88,0.96, 2.5,0.96
FUNCTION RDRLVT,2 = 0.,0., 0.97,0., 0.98,2.60, 2.5,2.60

* Relative death rate (Cd-1) as a function of soil moisture
* stress (v.Keulen)
FUNCTION RDRSMT,1 = -0.25,0.1, 0.1,0.015, 0.25,0., 1.5,0.
FUNCTION RDRSMT,2 = -0.25,0.1, 0.1,0.015, 0.25,0., 1.5,0.

* Soil water depletion factor (P)
FUNCTION PTB,1 = 0.,.95,1,.90,2,.85,3,.75,4,.65,5,.55,6,.50,...
              7,.48,9,.38
FUNCTION PTB,2 = 0.,.95,1,.90,2,.85,3,.75,4,.65,5,.55,6,.50,...
              7,.48,9,.38

*-----
*                               DRY MATTER
* Dry weights of leaves (green and dead resp.), roots, stems,
* and storage organs (all in kg/ha)
*-----

      WLVG= INTGRL(0.,GRLV,2)
      WLVD= INTGRL(0.,DLV,2)
      WRT = INTGRL(0.,GRT,2)
      WST = INTGRL(0.,GST,2)
      WSO = INTGRL(0.,GSO,2)

PROCEDURE WAG,WTOT,TADRW = DRYMAT(WLVG,WST,WSO,WRT,WLVD)

      DO 10 K=1,NS

      WAG(K) = WLVG(K)+WST(K)+WSO(K)
      TADRW(K)= WAG(K)+WLVD(K)
      WTOT(K) = TADRW(K)+WRT(K)

10    CONTINUE

ENDPRO

*-----
*                               LEAF AREA
* Leaf area index (LAI) is calculated as a forcing function
* (RUNLAI=1) or as the product of the dynamic specific leaf area
* (SLA) and growth rate of leaves (GLV) in mature growth and from
* the linear relation between the logarithm of the leaf area
* (LNBLAD) and the development stage (DVS) in seedling growth
* (RUNLAI=0).
*-----

```

```

PROCEDURE GLAI = LAREA(DAY,DVS,PUSH,NPL,LAO, ...
                      RGRL,WLVG,DVR)

DO 90 K=1,NS
  FK=K

  IF(RUNLAI.EQ.1.) THEN

    LAID(K) = TWOVAR(LAITB,DAY,FK) * PUSH(K)
    YEST=DAY-1.
    LAIY(K) = TWOVAR(LAITB,YEST,FK) *PUSH(K)
    GLAI(K)= LAID(K)-LAIY(K)

  ELSE

    SLA(K) = TWOVAR(SLATB,DVS(K),FK)
    RDRL(K) = TWOVAR(RDRLTB,DVS(K),FK)

    GLAI(K)=SLA(K)*GLV(K)-LAI(K)*DVR(K)*RDRL(K)

    IF(DVS(K).LE.0.3.AND.(LAI(1)+LAI(2)).LT.1.5) THEN

      GLAI(K)=LAI(K)*(EXP(RGRL(K)*DVR(K))-1.)

    ENDIF

    IF (DAY.EQ.DAYEM(K)) GLAI(K)=NPL(K)*LAO(K)*1.E-4

    IF (DAY.LT.DAYEM(K)) GLAI(K)=0.

  ENDIF

90    CONTINUE

ENDPRO

LAI=INTGRL(0.,GLAI,2)

*-----
*
*      GROWTH RATES
* The growth rates of plant organs in kg/ha/d are calculated from
* total growth rate (GTW) and the distribution of dry matter over
* the plants.
*-----

PROCEDURE GTW,GRT,GSH,GLV,GRLV,GST,GSO,DLV ...
      = PRODS (GPHOT,ASRQ,MAINT,TRANRF,DVS,FLV,PUSH,WLVG)

* Partitioning coefficients of dry matter
* fraction of dry matter increment found in shoots, leaves, stems
* and storage organs as a function of development stage

```

```

DO 100 K=1,NS

      FK=K
      FSO(K) = 1.-FLV(K)-FST(K)
      FSH(K) = TWOVAR(FSHTB,DVS(K),FK)
      FLV(K) = TWOVAR(FLVTB,DVS(K),FK)
      FST(K) = TWOVAR(FSTTB,DVS(K),FK)

100  CONTINUE

* The yellowing rate of the leaves (YLV) is the product of weight
* of green leaves (WLVG) and the relative death rate of leaves
* (RDRLV).
* The death rate (DLV) is the product of the yellowing rate and
* the fraction dry matter that is redistributed.

DO 110 K=1,NS

      FK=K
      RDRLV(K) = TWOVAR(RDRLVT,DVS(K),FK)
      RDRSM(K) = TWOVAR(RDRSMT,RWB,FK)*PUSH(K)
      YLV(K) = AMAX1(RDRSM(K)*WLVG(K),...
                     WLVG(K)*(EXP(RDRLV(K)*DVR(K))-1.))
      DLV(K) = (1.-REDLM(K))*YLV(K)

110  CONTINUE

* Calculation of the growth rates

DO 120 K=1,NS

      FK=K
      GTW(K) = (GPHOT(K)*PUSH(K)-MAINT(K))*TRANRF(K)/ASRQ(K)
      GSH(K)=GTW(K)*FSH(K)
      GLV(K)=GSH(K)*FLV(K)
      GRLV(K)=GLV(K)-YLV(K)
      GST(K)=GSH(K)*FST(K)
      GSO(K)=GSH(K)*FSO(K)
      GRT(K)=GTW(K)*(1.-FSH(K))

* Loss of storage organs/reproductive organs depending on the
* development stage.
* Seed fall of Echinochloa after DVS=1.15

      IF(DVS(2).GE.1.15) GSO(2)=GSO(2)-0.015*TADRW(2)

120  CONTINUE

ENDPRO

```

```

*-----
*           DAYLENGTH
* Daylength (DAYL, h) as a function of latitude (LAT),
* declination (DEC) and date.
*-----

PARAM LAT=52.

DAYL  = 12.*(PI+2.*ASIN(SINLD/COSLD))/PI
SINLD = SIN(DEC*RAD)*SIN(LAT*RAD)
COSLD = COS(DEC*RAD)*COS(LAT*RAD)
DEC    = -ASIN (SIN(23.45*RAD) * COS(2.*PI*(DAY+10.)/365.))/RAD
DSINB = 3600.*(DAYL*SINLD+24.*COSLD*SQRT(1.-(SINLD/COSLD)**2)/PI)

CONSTANT PI=3.1416
      RAD = PI/180.

*-----
*           DEVELOPMENT
* Developmental stage (DVS 0=emergence, 1=anthesis, 2=maturity)
*-----

PROCEDURE DVR=DEVEL(TMPA,DVS)

      DO K=1,NS
        PUSH(K)= PRSNC(K) * INSW(TIME-DAYEM(K),0.,1.)
      ENDDO
      HU = AMAX1(0.,TMPA-10.)
      DVR(1)=PUSH(1)*INSW(DVS(1)-1.,HU/425.,HU/425.)
      DVR(2)=PUSH(2)*INSW(DVS(2)-1.,HU/350.,HU/350.)
    ENDPRO

      DVS=INTGRL(0.,DVR,2)

*-----
*           HEIGHT
* Upper height of photosynthetic surface (m)
*-----

PROCEDURE RHG = HEIGHT (DVR)
      DO K=1,NS
        RHG(K) = DVR(K)*HMAX(K)*HS(K)*EXP(HB(K)-HS(K)*DVS(K))...
          /(1. + EXP(HB(K)-HS(K)*DVS(K)))**2 * TRANRF(K)
        IF(DAY.EQ.DAYEM(K)) RHG(K)=PRSNC(K)* HMAX(K)/(1.+EXP(HB(K)))
        IF(DVS(K).GT.DVSD(K)) RHG(K) = - HDECR(K) * DVR(K)
      ENDDO
    ENDPRO

      HGHT = INTGRL (0.,RHG,2)

```

```

* Height input as forcing function
*PROCEDURE HGHT = HEIGHT(TIME)
*  DO K=1,NS
*    FK=K
*    HGHT(K)=TWOVAR(HGHTB,TIME,FK)
*  ENDDO
*ENDPRO

*-----
*
*          ASSIMILATION
* Daily gross assimilation (DTGA, kg CO2/ha/d; GPHOT,kgCH2O/ha/d)
* and fraction absorbed radiation (FRABS) for each species in the
* mixture.
* The canopy is stratified into NS horizontal layers. Leaf area
* is assumed to be distributed uniformly with height for each sp.
*-----

PROCEDURE GPHOT,DTGA,FRABS,FRD=XASSIM(HGHT,KDF,PAR,DAYL)

* Boundaries (HT,m) of the successive layers, ranked from top
* to bottom
  DO 360 I=1,NS
    HT(I)=HGHT(I)
  360 CONTINUE

  HT(NS+1)=0.
  DO 380 I=1,NS-1
    DO 370 J=NS,I+1,-1
      IF(HT(I).LT.HT(J)) THEN
        AUX=HT(J)
        HT(J)=HT(I)
        HT(I)=AUX
      ENDIF
    370 CONTINUE
  380 CONTINUE

  CROPHI = HT(1)

* Light intensity (IPAR,J/ha/h), relative radiation level(FRD),
* and daily gross assimilation (DTGA, kgCO2/ha/d) at top of
* canopy
  IPAR = (1.-0.08) * PAR/DAYL
  FRD = 1.
  DO 385 K=1,NS
    DTGA(K) = 0.
    FRABS(K) = 0.
  385 CONTINUE

* In DO loop 390, leaf area and daily ass. are calculated for
* each layer I
  DO 390 I=1,NS
    LAIT=0.
    KLT=0.

```

```

* Leaf area of species K (LA(K)) and of all species (LAIT) in
* layer I
      DO 395 K=1,NS
        IF (HGHT(K).LE.HT(I+1)) THEN
          LA(K) = 0.
          GOTO 395
        ENDIF
        LA(K) = LAI(K) * (HT(I)-HT(I+1)) / HGHT(K)
        LAIT = LAIT + LA(K)
        KLT = KLT + KDF(K) * LA(K)
395    CONTINUE

* Daily gross ass. of species K, cumulated down to layer I
* (kgCO2/ha/d)
      DO 397 K=1,NS
        DTGA(K) = DAYL * KDF(K)*LA(K)/(KLT+NOT(KLT)) * ...
          AMAX(K)/KDF(K)*ALOG((AMAX(K)+EFF(K)*IPAR*KDF(K))...
            /(AMAX(K)+EFF(K)*IPAR*KDF(K)*EXP(-KLT))) + DTGA(K)
*        Absorbed radiation (FRABS)
        FRABS(K) = FRABS(K) + KDF(K)*LA(K)/(KLT+NOT(KLT)) ...
          * (1.-EXP(-.75*KLT)) * FRD
397    CONTINUE

* Light intensity (IPAR) and rel. radiation (FRD) at top of next
* layer
      IPAR = IPAR * EXP(-KLT)
      FRD = FRD * EXP(-.75*KLT)
390 CONTINUE

      DO 403 K=1,NS
        GPHOT(K) = DTGA(K) * 30./44.
403 CONTINUE

ENDPRO

*-----
*          MAINTENANCE
* Maintenance respiration (kg CH2O/ ha/ day).A certain fraction
* of each organ is dissimilated every day to maintain the
* structures in these organs, depending on average airtemperature
*-----

PROCEDURE MAINT=MAINTE(GPHOT,TMPA)

      DO K=1,NS
        TEFF = Q10**((TMPA-25.)/10.)
        MAINTS(K)=WLVG(K)*0.03+WST(K)*0.015+WSO(K)*0.01+WRT(K)*0.01
        MAINT(K)=AMIN1(GPHOT(K),MAINTS(K)*TEFF)
      ENDDO
ENDPRO
PARAM Q10=2.

```

```

*-----
*           INPUT DATA FROM EXPERIMENT
* Include file 82.dat ; 83.dat ; 85.dat
*-----

STOP

*-----
* Authors: Gert-Jan Noij & Kees van Diepen, september 1986
* This subroutine calculates potential evapo(transpi)ration from
* a free water surface (E0), a bare soil surface (ES0), and a
* crop (ET0) in cm/d.
* Input requirements are: daynumber, latitude, elevation in m,
* the coefficients a and b from the Angstrom formula, minimum
* and maximum temperature in Celsius, daily total incoming
* radiation in J/m2, average daily wind speed in m/s and vapour
* pressure in mbar
*-----

      SUBROUTINE PENMAN (ELEV,A,B,ATMTR,TMN,TMX,DTR,WIND,VPA,
1  E0,ES0,EPENM,BU,GAMMA,DELTA,RELSSD,RB,RNW,RNS,RNC,EA,EAC)
      IMPLICIT REAL (A-Z)

*-----Albedo, reflection-coefficient, for water surface (REFCFW),
* soil surface (REFCFS) and canopy (REFCFC).
* PAR: reflection=.10, transmission=.10, absorption=.80
* NIR: reflection=.40, transmission=.40, absorption=.20
* AVRAD bestaat voor 50% uit PAR en voor 50% uit NIR, zodat
* REFCFC = (.10 + .40)/2 = .25
      DATA REFCFW /0.05/
      DATA REFCFS /0.15/
      DATA REFCFC /0.25/

*-----Latent heat of evaporation of water (J/kg=J/mm) and
* Stefan Boltzmann constant (J/m2/d/K) Psychrometric
* instrument constant (K-1)
      DATA LHVAP /2.45E6/
      DATA STBC /4.9E-3/
      DATA PSYCON/0.000662/

*-----Mean daily temperature and temperature difference (Celsius)
      TMPA = (TMN+TMX)/2.
      TDIF = TMX-TMN

*-----Coefficient Bu in wing function, dependent on
* temperature difference
      BU = 0.54+0.35*LIMIT(0.,1.,(TDIF-12.)/4.)

*-----Barometric pressure (mbar), Psychrometric constant (mbar/K)
* GAMMA is namelijk afhankelijk van de hoogte boven zeeniveau.
      PBAR = 1013.*EXP(-0.034*ELEV/(TMPA+273.))
      GAMMA = PSYCON*PBAR

*-----Saturated vapour pressure according to equation
* of Goudriaan (1977)
      SVPA = 6.11*EXP(17.4*TMPA/(TMPA+239.))

```

```

*-----
*               CONVERSION
* Conversion of CH2O into structural dry matter. Depending on the
* complexity of the compounds of a plant-organ a certain amount
* of CH2O results in a certain amount of structural dry matter
* in that organ.
*-----

```

PROCEDURE ASRQ = RQUIR(FSH)

```

      DO K=1,NS
        ASRQ(K)=FSH(K)*(1.47*FLV(K)+1.52*FST(K)+ASRQSO(K)*FSO(K))...
          + 1.45*(1.-FSH(K))
      ENDDO
ENDPRO

```

```

*-----
*               WEATHER
*-----

```

```

* Daily total global radiation AVRAD is given in J/cm2/day
* Daily incoming total radiation (DTR, J/m2/day)
* Daily incoming photosynthetically active radiation
* (PAR, J/ha/day)
* Daily incoming photosynthetically active radiation
* (DPAR, J/m2/day)
* used in the procedure PENMAN to calculate the atmospheric
* transmission.

```

```

      DTR = 10000. * AFGEN(AVRADT, DAY)
      PAR = 0.50 * 10000. * 10000. * AFGEN(AVRADT, DAY)
      DPAR = 0.50 * 10000. * AFGEN(AVRADT, DAY)

```

```

* Daily average air temperature ('C) calculated from maximum
* temperature and minimum temperature.

```

```

      TMPA = 0.5 * (TMX + TMN)
      TMX = AFGEN(TMXT, DAY)
      TMN = AFGEN(TMNT, DAY)

```

```

* Average vapour pressure in the air (VPA, mbar)
* Windspeed WIND (m/s)
* WSTB is given in m/s.
* worden gebruikt bij PENMAN volgens Noij en van Diepen.

```

```

      VPA = AFGEN(VAPHTB, DAY)
      WIND = AFGEN(WSTB, DAY)

```

* Atmospheric transmission (ATMTR)(--), nodig voor penman volgens
 * Noij en van Diepen. Daily extra-terrestrial radiation DSO
 * (J/m2/d) from corrected solar constant(SC).
 * The parameters A and B of the Angstrom-formula $RI = RA(A+B*n/N)$
 * Elevation (ELEV) is height to sealevel

```

ATMTR = 2. * DPAR/DSO
DSO   = SC * DSINB
SC    = 1370. * (1.+0.033*COS(2.*PI*DAY/365))
A = 0.18
B = 0.55
ELEV = 0.10

```

```

*-----
*                               SOIL MOISTURE BALANCE
*-----

```

* Soil moisture in the root zone (kg H2O/m2 = mm)
 SMRTZ = INTGRL(SMRTZI, RAINF - EVAP - TRANT - PERC)
 INCON SMRTZI = 120.0

* Volumetric soil moisture contents (kgH2O/m3) at field capacity
 * (VSMFC), wilting point (VSMWP), air dryness (VSMAD), and in
 * root zone (VSM)
 PARAM VSMFC = 120., VSMWP = 30.
 VSMAD = VSMWP/3.
 VSM = SMRTZ/RTD

* Maximal rooting depth (m)
 PARAM RTD = 1.10

* Rainfall and percolation (kgH2O/m2/day)
 RAINF = AFGEN(RAINTB, DAY)
 PERC = AMAX1(0., SMRTZ+RAINF-EVAP-TRANT-SMFC)
 SMFC = VSMFC*RTD
 RWB = (VSM-VSMWP)/(VSMFC-VSMWP)

* Soil evaporation (EVAP) from Penman subroutine (kgH2O/m2/day),
 * corrected for fraction of global radiation transmitted
 * through the canopy (FRD)
 EVAP = ESO * FRD * LIMIT(0., 1., (VSM-VSMAD)/(VSMFC-VSMAD))

*----Penman volgens Noij en van Diepen
 EO, ESO, EPENM, BU, GAMMA, DELTA, RELSSD, RB, RNW, RNS, RNC, EA, EAC ...
 = PENMAN(ELEV, A, B, ATMTR, TMN, TMX, DTR, WIND, VPA)

* Potential transpiration (PTRAN, mm/day) from Penman evaporation
 * (EPENM), crop factor (CRPF), and absorbed radiation (FRABS)
 * Actual transpiration (TRAN) from PTRAN and soil moisture
 * content (VSM)

```
PROCEDURE PTRAN,TRANRF,TRAN,TRANT=TRANSP(EPENM,VSM,FRABS)
```

```

    TRANT=0.
    DO K=1,NS
        FK=K
        PTRAN(K)=EPENM*FRABS(K)*CRPF(K)
        P(K) = TWOVAR(PTB,EPENM,FK)
        VSMCR(K)=(1.-P(K))*(VSMFC-VSMWP)+VSMWP
        TRANRF(K)=LIMIT(0.,1.,(VSM-VSMWP)/(VSMCR(K)-VSMWP))
        TRAN(K)=PTRAN(K)*TRANRF(K)
        TRANT=TRANT+TRAN(K)
    ENDDO
ENDPRO
```

```

*-----
*               FIELD DATA
*-----
```

```

* Fielddata TADRW as TDSV
* Fielddata LAIV as LAIV
```

```
PROCEDURE TDSV,LAIV=PRO(DAY)
```

```

    DO K=1,NS
        FK=K
        TDSV(K)= TWOVAR(TDSVTB,DAY,FK)
        LAIV(K)=TWOVAR(LAITB,DAY,FK)
    ENDDO
ENDPRO
```

```

*-----
*               TIMER VARIABLES
*-----
```

```
DAY=AMOD(TIME,365.)
```

```

*-----
*               OUTPUT AND RUN CONTROL
*-----
```

```
METHOD RECT
```

```
PAGE GROUP,NTAB=0,WIDTH=80
```

```

PRINT  TADRW(1-2),LAI(1-2),...
        FLV(1-2),WLVG(1-2),WLVD(1-2),...
        WST(1-2),WSO(1-2),FSO(1-2),WRT(1-2),...
        FRD,FRABS(1-2),DTGA(1-2),...
        SMRTZ,EPENM,TRANRF(1-2)
```

```

OUTPUT TADRW(1),TDSV(1)
OUTPUT TADRW(2),TDSV(2)
OUTPUT LAI(1),LAIV(1)
OUTPUT LAI(2),LAIV(2)
OUTPUT SMRTZ
```

```

        IF (VPA.GT.SVPA*1.1) THEN
            WRITE (IOUT,'(A/A,F8.2/A)')
1           ' Actual vapour pressure greater than saturated',
2           ' at time=',TIME,
3           ' Run deleted'
            STOP
        ENDIF

*-----Derivative of SVPA with respect to temperature, i.e. slope
* of the SVPA-temperature curve (mbar/K)
        DELTA = 239.*17.4*SVPA/(TMPA+239.):**2

*-----The expression n/N (RELSSD) from the Penman formula is
* estimated from the Angstrom formula: RI=RA(A+B.n/N) ->
*  $n/N = (RI/RA - A)/B$ , where RI=AVRAD (daily total global
* radiation) and RA=ANGOT (total daily radiation with a
* clear sky, the Angot radiation), n = hours of sunshine,
* N = daylength in hours.
* A = 0.25, B = 0.75 (C.T. de Wit et al, 1978). For UK,
* 52 NB: A=0.18 en B=0.55

        RELSSD = LIMIT (0.,1.,(ATMTR-A)/B)

*-----Terms of the Penman formula, for water surface, soil
* surface and canopy
* Net outgoing long-wave radiation (J/m2/d) according
* to Brunt (1932)

        RB = STBC*(TMPA+273.):**4*(0.56-0.079*SQRT(VPA))*
            (0.1+0.9*RELSSD)

*-----Net absorbed radiation, expressed in mm/d
        RNW = (DTR*(1.-REFCFW)-RB)/LHVAP
        RNS = (DTR*(1.-REFCFS)-RB)/LHVAP
        RNC = (DTR*(1.-REFCFC)-RB)/LHVAP

*-----Evaporative demand of the atmosphere (mm/d)
        EA = 0.26*(SVPA-VPA)*(0.5+BU*WIND)
        EAC = 0.26*(SVPA-VPA)*(1.0+BU*WIND)

*-----Penman formula (1948), and conversion to mm/d.
* E0 is the penman a free watersurface, ESO is the
* penman for a bare soil and ETO (=EPENMN) for a crop
        E0 = (DELTA*RNW+GAMMA*EA)/(DELTA+GAMMA)
        ESO = (DELTA*RNS+GAMMA*EA)/(DELTA+GAMMA)
        EPENM = (DELTA*RNC+GAMMA*EAC)/(DELTA+GAMMA)

        RETURN
    END

ENDJOB

```

Bijlage 2: listing van data-file 82.DAT.

```

*****
*
*                               *
*               EXPERIMENT 1982 WAGENINGEN               *
*                               *
*****

* RUN PARAMETER

PARAM RUNLAI=1.

* Output and run control
TIMER FINTIM=258.,DELT=1.,PRDEL=4.,OUTDEL=4.,TIME=130.

* Number of species
PARAM NS=2

*-----*
*                               *
*   DATA-SET WEERSGEGEVENS VAN 1982, WAGENINGEN         *
*                               *
*   AFKOMSTIG VAN PONSKAARTEN VAN GON VAN LAAR           *
*   GETEST EN GECORRIGEERD : JANUARI 1985                *
*                               *
*-----*

***** RADIATION *****
* Global radiation in J/cm2/d

FUNCTION AVRADT=...
    126., 666.,127.,1450.,128.,1708.,129.,2539.,130.,1843.,...
    131.,1961.,132.,2264.,133.,2531.,134.,2600.,135.,2393.,...
    136.,1933.,137.,1930.,138.,1314.,139.,2019.,140., 737.,...
    141.,1389.,142., 722.,143.,1024.,144.,1609.,145.,1546.,...
    146.,2494.,147.,1695.,148.,2058.,149.,2052.,150.,2685.,...
    151.,2601.,152.,2095.,153.,2079.,154.,2207.,155.,1485.,...
    156.,2258.,157.,1420.,158.,1660.,159.,2356.,160.,2375.,...
    161.,2423.,162., 901.,163.,1339.,164., 927.,165.,1364.,...
    166.,1297.,167., 685.,168.,1735.,169.,1232.,170., 874.,...
    171.,1366.,172.,1341.,173.,1174.,174.,1758.,175.,1136.,...
    176.,1753.,177.,1965.,178.,1514.,179.,1373.,180.,1502.,...
    181.,2210.,182.,1135.,183.,2317.,184., 514.,185.,1627.,...
    186.,1902.,187., 997.,188.,1971.,189.,2449.,190.,2570.,...
    191.,1192.,192.,2363.,193.,2413.,194.,2322.,195.,1850.,...
    196.,1854.,197.,1823.,198.,1935.,199.,2585.,200.,1731.,...
    201.,2015.,202.,1932.,203.,1919.,204.,1275.,205., 975.,...
    206.,1160.,207.,1320.,208.,1091.,209.,1628.,210.,2147.,...
    211.,1918.,212.,1842.,213.,1552.,214.,2087.,215.,2077.,...
    216.,1849.,217., 492.,218.,1904.,219.,1640.,220.,1115.,...
    221., 857.,222.,2029.,223.,1982.,224.,1908.,225.,1158.,...
    226.,1987.,227., 867.,228.,1035.,229.,1172.,230., 627.,...
    231.,1767.,232.,1590.,233., 798.,234., 860.,235.,1137.,...
    236.,1051.,237.,1068.,238., 954.,239.,1236.,240.,1155.,...
    241.,1780.,242.,1372.,243., 869.,244., 969.,245.,1718.,...
    246.,1671.,247.,1705.,248.,1206.,249., 414.,250., 672.,...

```

251., 990.,252.,1288.,253.,1426.,254.,1121.,255.,1200.,...
 256.,1261.,257.,1322.,258.,1255.,259.,1152.,260.,1213.,...
 261., 569.,262.,1203.,263., 801.,264., 440.,265.,1458.

***** TEMPERATURE *****

*** MAXIMUM TEMPERATURE ***

FUNCTION TMXT=...

126., 9.4,127.,10.2,128.,11.4,129.,14.6,130.,15.4 , ...WAG1982
 131.,16.5,132.,19.6,133.,20.6,134.,21.6,135.,25.3 , ...WAG1982
 136.,24.7,137.,23.0,138.,19.8,139.,19.7,140.,17.1 , ...WAG1982
 141.,18.9,142.,18.3,143.,16.0,144.,16.7,145.,20.1 , ...WAG1982
 146.,27.2,147.,25.5,148.,18.9,149.,20.2,150.,23.0 , ...WAG1982
 151.,26.6,152.,29.1,153.,28.2,154.,29.5,155.,26.3 , ...WAG1982
 156.,27.9,157.,26.0,158.,25.7,159.,23.3,160.,19.9 , ...WAG1982
 161.,21.7,162.,18.9,163.,17.3,164.,15.1,165.,14.8 , ...WAG1982
 166.,15.7,167.,14.7,168.,17.0,169.,19.3,170.,17.4 , ...WAG1982
 171.,18.0,172.,18.9,173.,20.5,174.,20.6,175.,19.4 , ...WAG1982
 176.,22.4,177.,21.9,178.,19.1,179.,19.4,180.,18.7 , ...WAG1982
 181.,19.4,182.,17.5,183.,26.1,184.,19.3,185.,18.5 , ...WAG1982
 186.,19.8,187.,19.9,188.,23.1,189.,25.6,190.,30.8 , ...WAG1982
 191.,22.3,192.,26.8,193.,28.3,194.,28.5,195.,29.9 , ...WAG1982
 196.,27.4,197.,21.0,198.,21.0,199.,22.8,200.,21.9 , ...WAG1982
 201.,25.3,202.,22.1,203.,21.4,204.,21.6,205.,19.3 , ...WAG1982
 206.,18.9,207.,19.8,208.,18.4,209.,23.0,210.,26.3 , ...WAG1982
 211.,28.7,212.,28.7,213.,24.2,214.,30.0,215.,30.1 , ...WAG1982
 216.,29.0,217.,19.8,218.,25.4,219.,23.7,220.,22.3 , ...WAG1982
 221.,21.4,222.,21.4,223.,23.6,224.,28.0,225.,19.6 , ...WAG1982
 226.,20.5,227.,20.6,228.,20.9,229.,21.0,230.,18.8 , ...WAG1982
 231.,19.0,232.,18.0,233.,16.9,234.,19.9,235.,18.8 , ...WAG1982
 236.,19.0,237.,18.2,238.,17.6,239.,18.0,240.,18.7 , ...WAG1982
 241.,20.5,242.,21.9,243.,17.4,244.,17.7,245.,18.6 , ...WAG1982
 246.,20.5,247.,21.2,248.,25.5,249.,19.3,250.,18.7 , ...WAG1982
 251.,19.1,252.,19.4,253.,25.3,254.,22.1,255.,22.2 , ...WAG1982
 256.,21.6,257.,21.8,258.,26.3,259.,23.9,260.,25.1 , ...WAG1982
 261.,20.8,262.,26.1,263.,23.4,264.,21.3,265.,16.4

*** MINIMUM TEMPERATURE ***

FUNCTION TMNT=...

126., 4.3,127., 3.2,128., 0.5,129.,-0.6,130., 0.7 , ...WAG1982
 131., 2.3,132., 3.3,133., 1.9,134., 5.6,135., 5.7 , ...WAG1982
 136.,13.8,137.,12.7,138., 9.2,139., 8.4,140.,12.1 , ...WAG1982
 141.,11.9,142.,12.6,143., 9.0,144., 9.7,145., 8.6 , ...WAG1982
 146., 6.7,147.,11.8,148., 6.8,149., 4.5,150., 9.7 , ...WAG1982
 151.,13.2,152.,11.0,153.,13.5,154.,15.9,155.,14.4 , ...WAG1982
 156.,12.0,157.,16.2,158.,13.6,159.,12.6,160., 8.9 , ...WAG1982
 161., 5.4,162.,11.8,163., 9.7,164., 9.4,165., 7.1 , ...WAG1982
 166., 5.8,167., 6.1,168., 3.7,169., 8.3,170.,12.3 , ...WAG1982
 171., 8.7,172., 8.0,173.,13.9,174.,13.0,175.,10.2 , ...WAG1982
 176., 9.0,177.,12.4,178.,12.4,179.,11.6,180.,11.0 , ...WAG1982
 181.,10.2,182.,10.2,183.,14.4,184.,11.3,185.,10.6 , ...WAG1982
 186.,12.8,187.,11.5,188., 9.5,189., 9.3,190.,17.1 , ...WAG1982
 191.,15.7,192.,14.5,193.,16.6,194.,15.0,195.,17.0 , ...WAG1982

```

196.,15.5,197.,10.3,198., 7.2,199., 7.2,200.,12.5 , ...WAG1982
201.,12.2,202.,11.1,203., 7.9,204.,14.2,205.,14.1 , ...WAG1982
206.,13.9,207.,11.0,208.,11.5,209.,13.5,210.,12.9 , ...WAG1982
211.,14.7,212.,16.2,213.,15.4,214.,13.3,215.,15.7 , ...WAG1982
216.,13.1,217.,16.1,218.,15.0,219.,13.6,220.,13.5 , ...WAG1982
221.,12.0,222., 9.1,223., 7.8,224.,13.9,225.,12.8 , ...WAG1982
226.,11.1,227.,13.0,228.,14.2,229.,13.8,230.,13.2 , ...WAG1982
231.,11.5,232.,11.4,233.,12.4,234.,12.7,235.,12.8 , ...WAG1982
236.,11.7,237.,10.7,238.,12.0,239., 8.8,240., 6.1 , ...WAG1982
241., 4.7,242.,10.9,243.,11.3,244., 8.3,245., 7.3 , ...WAG1982
246., 8.4,247., 7.2,248., 7.4,249.,14.7,250.,14.0 , ...WAG1982
251.,13.9,252., 7.8,253., 7.0,254., 9.4,255., 8.7 , ...WAG1982
256., 7.6,257., 5.2,258., 7.2,259., 8.8,260., 7.5 , ...WAG1982
261.,11.0,262.,12.1,263.,15.3,264., 8.4,265., 4.8

```

***** RAINFALL *****

FUNCTION RAINTB = ...

```

126.,7.1, 127.,1.3, 128., 0.0, 129., 0.0, 130., 0.0,...
131.,0.0, 132.,0.0, 133., 0.0, 134., 0.0, 135., 0.0,...
136.,0.1, 137.,0.0, 138., 0.7, 139., 0.7, 140., 5.2,...
141.,0.0, 142.,2.0, 143., 2.8, 144., 0.1, 145., 0.0,...
146.,0.0, 147.,3.3, 148., 0.0, 149., 0.0, 150., 0.0,...
151.,0.0, 152.,2.2, 153., 2.1, 154., 0.0, 155., 0.2,...
156.,0.0, 157.,0.3, 158., 0.1, 159., 0.0, 160., 0.0,...
161.,0.0, 162.,2.4, 163., 4.2, 164., 5.6, 165., 0.0,...
166.,0.0, 167.,6.3, 168., 0.0, 169., 2.5, 170., 12.1,...
171.,0.0, 172.,0.0, 173., 2.1, 174., 2.2, 175., 1.7,...
176.,0.1, 177.,0.2, 178., 2.4, 179., 2.4, 180., 2.2,...
181.,0.0, 182.,0.2, 183., 0.2, 184., 7.2, 185., 0.2,...
186.,0.0, 187.,0.1, 188., 0.0, 189., 0.0, 190., 0.0,...
191.,0.0, 192.,0.0, 193., 0.0, 194., 0.0, 195., 0.3,...
196.,5.8, 197.,0.0, 198., 0.0, 199., 0.0, 200., 0.0,...
201.,0.0, 202.,0.0, 203., 0.0, 204., 0.0, 205., 0.1,...
206.,0.0, 207.,0.0, 208., 0.1, 209., 2.4, 210., 0.0,...
211.,0.0, 212.,0.1, 213., 0.0, 214., 0.0, 215., 0.0,...
216.,0.0, 217.,0.5, 218., 0.0, 219., 0.0, 220., 0.0,...
221.,1.5, 222.,0.5, 223., 0.0, 224., 0.0, 225., 5.4,...
226.,0.1, 227.,7.7, 228., 0.0, 229., 10.2, 230., 10.3,...
231.,0.0, 232.,2.7, 233., 0.2, 234., 0.0, 235., 1.8,...
236.,1.7, 237.,1.5, 238., 2.5, 239., 2.9, 240., 0.0,...
241.,0.1, 242.,0.8, 243., 1.6, 244., 2.9, 245., 2.8,...
246.,0.0, 247.,0.0, 248., 0.8, 249., 0.9, 250., 0.0,...
251.,0.0, 252.,0.0, 253., 0.0, 254., 0.0, 255., 0.0,...
256.,0.0, 257.,0.0, 258., 0.0, 259., 0.0, 260., 0.0,...
261.,0.0, 262.,0.0, 263., 3.2, 264., 2.6, 265., 0.0

```

***** PENMAN VERDAMPING *****

FUNCTION EPENMT = ...

```

128.,2.5217,129.,3.7527,130.,2.9939,131.,3.2623,...
132.,4.1027,133.,4.5892,134.,5.2749,135.,4.7598,...
136.,4.3424,137.,3.9141,138.,2.5772,139.,3.7827,...
140.,1.5385,141.,2.7592,142.,1.8959,143.,2.2452,...
144.,3.3578,145.,3.2443,146.,5.1062,147.,4.0053,...

```

148.,4.0455,149.,3.7913,150.,5.5395,151.,5.5870,...
 152.,4.3134,153.,4.3620,154.,4.9559,155.,3.3131,...
 156.,4.6781,157.,3.2425,158.,3.5569,159.,4.7595,...
 160.,4.3829,161.,4.5599,162.,2.2120,163.,3.0432,...
 164.,2.2230,165.,2.9349,166.,2.5606,167.,1.3442,...
 168.,3.0826,169.,2.7311,170.,2.2227,171.,2.7429,...
 172.,2.6568,173.,2.7270,174.,3.9199,175.,2.4400,...
 176.,3.4075,177.,3.9820,178.,3.3389,179.,3.2633,...
 180.,3.3510,181.,4.5329,182.,2.3218,183.,5.0963,...
 184.,1.1846,185.,3.6844,186.,4.1975,187.,2.2948,...
 188.,3.7898,189.,4.7126,190.,6.3650,191.,2.8441,...
 192.,4.9489,193.,5.4246,194.,5.0614,195.,4.6806,...
 196.,4.5313,197.,3.6401,198.,3.5047,199.,4.7676,...
 200.,3.7443,201.,4.3120,202.,3.7649,203.,3.5156,...
 204.,2.7661,205.,2.2211,206.,2.4972,207.,2.8502,...
 208.,2.2727,209.,3.5926,210.,4.8333,211.,5.0936,...
 212.,4.3244,213.,3.2212,214.,4.7658,215.,4.8204,...
 216.,3.8422,217.,1.1632,218.,3.7926,219.,3.2047,...
 220.,2.4592,221.,2.0476,222.,3.7203,223.,3.4016,...
 224.,3.9502,225.,2.4285,226.,3.4071,227.,2.0453,...
 228.,2.5748,229.,2.8203,230.,1.8086,231.,3.7704,...
 232.,3.6000,233.,2.1823,234.,2.1938,235.,2.4821,...
 236.,2.3015,237.,2.0904,238.,1.8255,239.,2.1960,...
 240.,1.8254,241.,2.8103,242.,2.8650,243.,1.6892,...
 244.,1.7267,245.,2.5526,246.,2.8565,247.,2.6659,...
 248.,2.1043,249.,0.8896,250.,1.3693,251.,1.9531,...
 252.,1.8684,253.,2.1483,254.,1.6997,255.,1.7532,...
 256.,1.7639,257.,1.7500,258.,1.8365

***** WIND SPEED *****

FUNCTION WSTB=...

126., 2.0,127., 3.2,128., 2.8,129., 2.0,130., 1.7 , ...WAG1982
 131., 1.5,132., 2.2,133., 2.2,134., 2.8,135., 2.3 , ...WAG1982
 136., 1.9,137., 1.5,138., 2.1,139., 2.0,140., 1.7 , ...WAG1982
 141., 1.6,142., 3.1,143., 3.0,144., 3.8,145., 2.6 , ...WAG1982
 146., 2.4,147., 3.1,148., 2.9,149., 1.8,150., 3.2 , ...WAG1982
 151., 2.4,152., 1.4,153., 1.5,154., 1.6,155., 1.4 , ...WAG1982
 156., 1.5,157., 1.2,158., 1.4,159., 2.0,160., 2.0 , ...WAG1982
 161., 2.4,162., 3.9,163., 3.8,164., 3.7,165., 3.5 , ...WAG1982
 166., 1.8,167., 1.5,168., 1.7,169., 2.9,170., 4.0 , ...WAG1982
 171., 1.9,172., 1.6,173., 2.8,174., 3.7,175., 3.3 , ...WAG1982
 176., 2.2,177., 3.1,178., 3.5,179., 3.9,180., 4.0 , ...WAG1982
 181., 3.7,182., 2.4,183., 2.8,184., 2.0,185., 4.6 , ...WAG1982
 186., 3.5,187., 2.3,188., 1.0,189., 1.2,190., 3.3 , ...WAG1982
 191., 2.5,192., 2.5,193., 2.5,194., 2.2,195., 2.8 , ...WAG1982
 196., 3.2,197., 2.4,198., 1.3,199., 1.9,200., 2.6 , ...WAG1982
 201., 2.7,202., 2.4,203., 1.9,204., 1.4,205., 1.8 , ...WAG1982
 206., 1.4,207., 2.0,208., 1.9,209., 2.3,210., 2.8 , ...WAG1982
 211., 3.0,212., 1.8,213., 1.8,214., 2.1,215., 1.9 , ...WAG1982
 216., 0.9,217., 1.3,218., 1.5,219., 2.0,220., 2.2 , ...WAG1982
 221., 2.6,222., 3.0,223., 1.8,224., 3.3,225., 4.1 , ...WAG1982
 226., 2.8,227., 3.0,228., 3.1,229., 3.4,230., 4.5 , ...WAG1982
 231., 4.1,232., 5.1,233., 4.3,234., 3.5,235., 3.1 , ...WAG1982
 236., 2.9,237., 1.7,238., 1.5,239., 2.4,240., 0.8 , ...WAG1982

241., 2.0,242., 3.1,243., 2.1,244., 3.0,245., 2.0 , ...WAG1982
 246., 2.8,247., 2.2,248., 2.5,249., 2.1,250., 2.4 , ...WAG1982
 251., 2.9,252., 1.3,253., 1.8,254., 1.3,255., 1.6 , ...WAG1982
 256., 1.8,257., 0.8,258., 1.1,259., 0.9,260., 1.5 , ...WAG1982
 261., 1.0,262., 2.0,263., 3.5,264., 4.8,265., 1.9

***** VAPOURPRESSURE IN THE AIR *****

FUNCTION VAPHTB=...

126.,8.8, 127.,8.1, 128.,8.0, 129.,7.3, 130.,7.6, ...
 131.,8.0, 132.,8.4, 133.,7.2, 134.,7.3, 135.,10.8,...
 136.,13.1,137.,14.4,138.,14.1,139.,12.1,140.,15.4,...
 141.,14.4,142.,14.6,143.,11.8,144.,11.7,145.,12.3,...
 146.,12.7,147.,15.3,148.,10.5,149.,10.2,150.,12.3,...
 151.,15.6,152.,18.4,153.,19.5,154.,18.7,155.,18.6,...
 156.,17.5,157.,18.9,158.,18.1,159.,15.7,160.,13.2,...
 161.,11.5,162.,14.9,163.,11.9,164.,11.5,165.,9.7, ...
 166.,9.7, 167.,11.7,168.,9.9, 169.,12.5,170.,14.1,...
 171.,12.4,172.,12.6,173.,16.3,174.,14.9,175.,14.8,...
 176.,15.6,177.,16.8,178.,14.4,179.,13.5,180.,12.9,...
 181.,12.0,182.,13.7,183.,16.6,184.,15.5,185.,12.1,...
 186.,12.7,187.,14.3,188.,13.9,189.,14.4,190.,16.3,...
 191.,16.9,192.,19.1,193.,17.7,194.,18.8,195.,18.2,...
 196.,17.4,197.,13.6,198.,11.8,199.,11.3,200.,13.8,...
 201.,14.7,202.,14.9,203.,13.1,204.,14.1,205.,14.4,...
 206.,13.4,207.,12.4,208.,13.2,209.,14.1,210.,13.5,...
 211.,12.5,212.,15.5,213.,18.3,214.,14.6,215.,13.2,...
 216.,16.9,217.,18.6,218.,16.7,219.,17.4,220.,16.1,...
 221.,15.3,222.,13.3,223.,15.4,224.,19.6,225.,15.9,...
 226.,15.9,227.,15.7,228.,14.6,229.,14.3,230.,15.0,...
 231.,11.2,232.,11.0,233.,12.3,234.,14.1,235.,13.5,...
 236.,13.2,237.,13.5,238.,13.7,239.,12.6,240.,12.2,...
 241.,11.1,242.,12.8,243.,13.5,244.,12.8,245.,12.2,...
 246.,11.6,247.,12.3,248.,15.5,249.,18.4,250.,16.0,...
 251.,14.6,252.,12.9,253.,15.3,254.,15.2,255.,15.4,...
 256.,14.8,257.,12.1,258.,15.0,259.,14.9,260.,15.0,...
 261.,16.5,262.,16.0,263.,17.6,264.,15.3,265.,9.4

* MAIS / HANEPOOT 100

TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.

TABLE NPL(1-2) = 11.11, 100.

TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...

148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.84, 179.,3.27,...

195.,4.88, 216.,1.85, 244.,1.83, 258.,1.40

FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...

148.,0.018, 155.,0.115, 162.,0.34, 179.,1.65,...

195.,1.55, 216.,0., 258.,0.

* Fielddata

```

FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
      155.,176., 162.,720., 179.,2730.,...
      195.,8130., 216.,9170., 244.,11060.,...
      258.,12020.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
      155.,53., 162.,170., 179.,890.,...
      195.,1650., 216.,1980., 244.,1420.,...
      258.,900.

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.98,...
      195.,1.80, 216.,2.06, 244.,2.16, 258.,2.17
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.22, 179.,0.45,...
      195.,0.88, 258.,0.88

END

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 200
*****

TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 200.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
      148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.84, 179.,2.97,...
      195.,3.90, 216.,1.82, 244.,2.05, 258.,1.40
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...
      148.,0.018, 155.,0.115, 162.,0.67, 179.,2.80,...
      195.,1.98, 216.,0., 258.,0.

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
      155.,176., 162.,760., 179.,2280.,...
      195.,6630., 216.,9180., 244.,10990.,...
      258.,10650.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
      155.,53., 162.,330., 179.,1560.,...
      195.,2350., 216.,2320., 244.,1420.,...
      258.,1260.

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.95,...
      195.,1.74, 216.,2.08, 244.,2.07, 258.,2.11
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.30, 179.,0.55,...
      195.,0.93, 258.,0.93

END

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 300
*****

TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 300.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...

```

```

148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.78, 179.,3.19,...
195.,3.45, 216.,1.85, 244.,1.56, 258.,1.25
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...
148.,0.018, 155.,0.115, 162.,1.16, 179.,3.48,...
195.,2.22, 216.,0., 258.,0.

```

* Fieldata

```

FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
155.,176., 162.,690., 179.,2690.,...
195.,6100., 216.,8500., 244.,9170.,...
258.,10510.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
155.,53., 162.,540., 179.,1920.,...
195.,3120., 216.,2560.,244.,1960.,...
258.,1460.

```

```

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,1.01,...
195.,1.71, 216.,1.95, 244.,1.99, 258.,2.03
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.32, 179.,0.55,...
195.,1.04, 258.,1.04

```

END

```

*****
*                               MAIS MONO
*****

```

```

TABLE DAYEM(1-2) = 135., 350.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 0.
TABLE PRSNC(1-2) = 1,0

```

```

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.91, 179.,3.22,...
195.,4.40, 216.,2.32, 244.,2.20, 258.,1.48
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 135.,0., 258.,0.

```

* Fielddata

```

FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
155.,176., 162.,750., 179.,2720.,...
195.,7270., 216.,10180., 244.,12850.,...
258.,13110.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 134.,0., 258.,0.

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.98,...
195.,1.84, 216.,2.19, 244.,2.21, 258.,2.19
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 258.,0.

```

END

```

*****
*****
*                               SIMULATIE LAI
*****
*****

```

PARAM RUNLAI=0.

```
*****
*                               MAIS / HANEPOOT 100
*****
```

```
TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 100.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1
```

```
FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
      148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.84, 179.,3.27,...
      195.,4.88, 216.,1.85, 244.,1.83, 258.,1.40
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...
      148.,0.018, 155.,0.115, 162.,0.34, 179.,1.65,...
      195.,1.55, 216.,0., 258.,0.
```

```
*Fielddata
```

```
FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
      155.,176., 162.,720., 179.,2730.,...
      195.,8130., 216.,9170., 244.,11060.,...
      258.,12020.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
      155.,53., 162.,170., 179.,890.,...
      195.,1650., 216.,1980., 244.,1420.,...
      258.,900.
```

```
FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.98,...
      195.,1.80, 216.,2.06, 244.,2.16, 258.,2.17
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.22, 179.,0.45,...
      195.,0.88, 258.,0.88
```

```
END
```

```
*****
*                               MAIS / HANEPOOT 200
*****
```

```
TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 200.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1
```

```
FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
      148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.84, 179.,2.97,...
      195.,3.90, 216.,1.82, 244.,2.05, 258.,1.40
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...
      148.,0.018, 155.,0.115, 162.,0.67, 179.,2.80,...
      195.,1.98, 216.,0., 258.,0.
```

```
* Fielddata
```

```
FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
      155.,176., 162.,760., 179.,2280.,...
      195.,6630., 216.,9180., 244.,10990.,...
      258.,10650.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
      155.,53., 162.,330., 179.,1560.,...
      195.,2350., 216.,2320., 244.,1420.,...
```

```

258.,1260.

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.95,...
195.,1.74, 216.,2.08, 244.,2.07, 258.,2.11
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.30, 179.,0.55,...
195.,0.93, 258.,0.93

END

*****
*
*          MAIS / HANEPOOT 300
*****

TABLE DAYEM(1-2) = 135., 140.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 300.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.78, 179.,3.19,...
195.,3.45, 216.,1.85, 244.,1.56, 258.,1.25
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 139.,0., 140.,0.00368, 141.,0.005,...
148.,0.018, 155.,0.115, 162.,1.16, 179.,3.48,...
195.,2.22, 216.,0., 258.,0.

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
155.,176., 162.,690., 179.,2690.,...
195.,6100., 216.,8500., 244.,9170.,...
258.,10510.
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 139.,0., 141.,3.2, 148.,12.,...
155.,53., 162.,540., 179.,1920.,...
195.,3120., 216.,2560.,244.,1960.,...
258.,1460.

FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,1.01,...
195.,1.71, 216.,1.95, 244.,1.99, 258.,2.03
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 139.,0., 162.,0.32, 179.,0.55,...
195.,1.04, 258.,1.04

END

*****
*
*          MAIS MONO
*****

TABLE DAYEM(1-2)=135., 350.
TABLE NPL(1-2)=11.11, 0.
TABLE PRSNC(1-2)=1 , 0

FUNCTION LAITB,1=130.,0., 134.,0., 135.,0.0074, 141.,0.019,...
148.,0.058, 155.,0.296, 162.,0.91, 179.,3.22,...
195.,4.40, 216.,2.32, 244.,2.20, 258.,1.48
FUNCTION LAITB,2=130.,0., 135.,0., 258.,0.

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=130.,0., 134.,0., 141.,6.3, 148.,31.9,...
155.,176., 162.,750., 179.,2720.,...

```

```
195.,7270., 216.,10180., 244.,12850.,...  
258.,13110.  
FUNCTION TDSVTB,2=130.,0., 134.,0., 258.,0.  
  
FUNCTION HGHTB,1=130.,0., 134.,0., 162.,0.55, 179.,0.98,...  
195.,1.84, 216.,2.19, 244.,2.21, 258.,2.19  
FUNCTION HGHTB,2=130.,0., 258.,0.  
  
END
```

Listing van data-file 83.DAT.

```

*****
*
*
*          EXPERIMENT 1983 WAGENINGEN
*
*
*****

* RUN PARAMETER

PARAM RUNLAI=1.

* Output and run control
TIMER FINTIM=263.,DELT=1.,OUTDEL=4.,TIME=151.

* Number of species
PARAM NS=2

*****
*
*
*          DATA-SET WEERSGEGEVENS VAN 1983, WAGENINGEN
*
*
*****

***** RAINFALL *****

FUNCTION RAINTB= ...
126., 0.0,127., 6.2,128., 3.1,129., 6.8,130., 3.5, ...WAG1983
131., 1.2,132., 6.3,133., 5.6,134., 2.3,135., 0.0, ...WAG1983
136., 3.1,137., 8.2,138., 0.5,139., 0.9,140., 1.8, ...WAG1983
141.,12.6,142., 4.9,143., 0.0,144., 3.6,145., 7.3, ...WAG1983
146.,28.9,147., 2.3,148., 0.2,149., 7.6,150., 0.6, ...WAG1983
151., 0.0,152., 0.3,153., 4.0,154., 2.5,155., 0.0, ...WAG1983
156., 1.8,157., 0.0,158., 0.0,159., 0.0,160.,19.4, ...WAG1983
161., 0.1,162., 0.0,163., 0.0,164., 5.0,165., 0.2, ...WAG1983
166., 4.3,167., 0.0,168., 0.0,169., 0.0,170., 0.0, ...WAG1983
171., 0.0,172., 0.0,173., 0.0,174., 0.0,175., 4.9, ...WAG1983
176.,22.1,177., 0.0,178., 1.2,179., 0.0,180., 1.3, ...WAG1983
181., 9.9,182., 2.2,183., 0.0,184., 0.0,185., 0.0, ...WAG1983
186., 0.0,187., 0.0,188., 0.3,189., 0.0,190., 0.0, ...WAG1983
191., 0.0,192., 0.0,193., 0.0,194., 0.0,195., 0.0, ...WAG1983
196., 0.0,197., 0.0,198., 0.0,199., 0.0,200., 0.0, ...WAG1983
201., 0.0,202., 0.0,203., 0.0,204., 0.0,205., 5.9, ...WAG1983
206., 2.4,207., 0.0,208., 2.1,209., 0.0,210., 0.0, ...WAG1983
211., 0.0,212., 0.0,213., 0.8,214., 0.7,215., 0.0, ...WAG1983
216., 0.0,217., 0.0,218., 4.1,219., 0.7,220., 0.0, ...WAG1983
221., 0.0,222., 0.0,223., 0.0,224., 0.0,225., 0.5, ...WAG1983
226., 0.0,227., 0.0,228., 0.0,229., 0.0,230., 1.7, ...WAG1983
231., 0.0,232., 0.0,233., 7.8,234.,16.4,235., 0.0, ...WAG1983
236., 0.0,237., 0.0,238., 0.0,239., 0.0,240., 0.0, ...WAG1983
241., 0.0,242., 0.0,243., 0.0,244., 0.0,245., 1.7, ...WAG1983
246., 0.0,247.,10.9,248., 0.0,249., 0.0,250., 0.8, ...WAG1983
251., 0.0,252., 1.0,253., 2.0,254., 2.0,255.,24.6, ...WAG1983
256.,24.4,257., 9.6,258., 6.9,259., 0.5,260., 4.6, ...WAG1983

```

261., 5.4,262., 6.3,263., 0.1,264., 0.0,265., 3.1

***** RADIATION *****

* Global radiation in J/cm2/d

FUNCTION AVRADT=...

126.,1133.,127., 788.,128.,1038.,129.,1120.,130.,1978.,...WAG1983
131., 923.,132., 850.,133.,1514.,134.,1773.,135.,1063.,...WAG1983
136., 476.,137.,1396.,138.,1558.,139.,1612.,140.,1696.,...WAG1983
141., 384.,142.,1281.,143.,2027.,144., 258.,145., 171.,...WAG1983
146., 187.,147., 756.,148., 787.,149., 751.,150.,1686.,...WAG1983
151.,2444.,152.,2103.,153.,1418.,154.,2365.,155.,1970.,...WAG1983
156.,2305.,157.,2626.,158.,2704.,159.,1376.,160.,1649.,...WAG1983
161.,1867.,162.,2031.,163.,2325.,164.,1846.,165.,1303.,...WAG1983
166.,1783.,167.,1464.,168.,2757.,169.,2112.,170.,2726.,...WAG1983
171.,2727.,172.,2651.,173.,2510.,174.,1988.,175.,1621.,...WAG1983
176.,1235.,177.,2078.,178.,1571.,179.,1497.,180., 475.,...WAG1983
181., 856.,182.,1846.,183.,1355.,184.,2387.,185.,2431.,...WAG1983
186.,2524.,187.,1652.,188.,1835.,189.,2157.,190.,1992.,...WAG1983
191.,2265.,192.,2320.,193.,2509.,194.,1929.,195.,2175.,...WAG1983
196.,2131.,197.,2004.,198.,2032.,199.,1990.,200.,1544.,...WAG1983
201.,1819.,202.,2515.,203.,2430.,204.,1817.,205.,1210.,...WAG1983
206.,2220.,207.,1537.,208.,1241.,209.,1183.,210.,1591.,...WAG1983
211.,2076.,212.,1801.,213., 700.,214.,1209.,215.,1746.,...WAG1983
216., 932.,217.,1274.,218., 674.,219.,1489.,220.,2060.,...WAG1983
221.,2051.,222.,1839.,223.,2199.,224.,1575.,225.,1319.,...WAG1983
226.,1257.,227.,2112.,228.,1442.,229., 470.,230.,1852.,...WAG1983
231.,1710.,232.,1842.,233.,1601.,234.,1867.,235.,1464.,...WAG1983
236.,1718.,237.,1582.,238.,1581.,239.,1944.,240.,1178.,...WAG1983
241.,1307.,242.,1846.,243.,1664.,244., 482.,245.,1304.,...WAG1983
246., 452.,247.,1072.,248., 989.,249.,1479.,250.,1713.,...WAG1983
251.,1132.,252., 527.,253., 743.,254., 449.,255., 947.,...WAG1983
256., 700.,257., 301.,258., 651.,259., 891.,260., 672.,...WAG1983
261., 272.,262.,1190.,263.,1113.,264., 697.,265.,1186.

***** TEMPERATURE *****

*** MAXIMUM TEMPERATURE ***

FUNCTION TMXT=...

126.,18.4,127.,15.8,128.,15.0,129.,15.2,130.,13.5 , ...WAG1983
131.,11.9,132.,13.4,133.,16.0,134.,16.2,135.,16.8 , ...WAG1983
136.,13.7,137.,16.0,138.,16.9,139.,15.2,140.,17.5 , ...WAG1983
141.,13.4,142.,14.9,143.,16.2,144.,11.0,145.,10.5 , ...WAG1983
146., 9.7,147.,10.7,148.,11.9,149.,11.8,150.,16.4 , ...WAG1983
151.,22.7,152.,24.1,153.,18.6,154.,20.3,155.,25.3 , ...WAG1983
156.,21.1,157.,19.2,158.,23.8,159.,25.0,160.,21.0 , ...WAG1983
161.,18.8,162.,19.8,163.,21.7,164.,19.9,165.,17.1 , ...WAG1983
166.,15.5,167.,14.5,168.,15.7,169.,20.9,170.,21.5 , ...WAG1983
171.,25.7,172.,27.7,173.,29.1,174.,29.0,175.,25.3 , ...WAG1983
176.,21.7,177.,23.0,178.,18.6,179.,17.8,180.,16.4 , ...WAG1983
181.,18.2,182.,18.2,183.,20.9,184.,22.1,185.,24.3 , ...WAG1983
186.,27.7,187.,26.6,188.,27.2,189.,27.4,190.,27.5 , ...WAG1983
191.,30.4,192.,32.0,193.,29.6,194.,21.0,195.,23.3 , ...WAG1983
196.,28.1,197.,28.4,198.,31.5,199.,24.9,200.,23.7 , ...WAG1983

201.,18.2,202.,21.5,203.,27.0,204.,27.2,205.,22.5 , ...WAG1983
 206.,26.7,207.,28.1,208.,25.0,209.,22.7,210.,24.5 , ...WAG1983
 211.,25.9,212.,29.5,213.,24.7,214.,17.9,215.,20.3 , ...WAG1983
 216.,21.8,217.,20.4,218.,18.0,219.,23.8,220.,27.4 , ...WAG1983
 221.,28.7,222.,28.4,223.,25.0,224.,21.9,225.,19.9 , ...WAG1983
 226.,20.6,227.,23.8,228.,24.1,229.,19.7,230.,25.7 , ...WAG1983
 231.,29.8,232.,26.9,233.,25.0,234.,26.5,235.,26.3 , ...WAG1983
 236.,24.9,237.,28.2,238.,24.7,239.,21.9,240.,21.3 , ...WAG1983
 241.,21.1,242.,25.0,243.,28.0,244.,21.1,245.,22.0 , ...WAG1983
 246.,18.4,247.,18.3,248.,17.7,249.,17.9,250.,17.4 , ...WAG1983
 251.,19.7,252.,19.2,253.,19.1,254.,12.8,255.,16.3 , ...WAG1983
 256.,14.5,257.,16.3,258.,19.6,259.,16.6,260.,15.9 , ...WAG1983
 261.,14.9,262.,18.1,263.,17.2,264.,16.8,265.,16.9

*** MINIMUM TEMPERATURE ***

FUNCTION TMNT=...
 126., 7.7,127.,10.9,128., 7.9,129., 9.0,130., 5.2 , ...WAG1983
 131., 6.4,132., 5.5,133., 7.9,134., 7.8,135., 6.6 , ...WAG1983
 136., 9.9,137., 8.6,138., 8.5,139., 8.9,140., 8.1 , ...WAG1983
 141., 8.6,142., 6.2,143., 5.6,144., 9.6,145., 8.8 , ...WAG1983
 146., 8.4,147., 6.3,148., 6.2,149., 6.8,150., 4.2 , ...WAG1983
 151.,11.1,152.,14.7,153., 9.9,154., 9.4,155.,12.4 , ...WAG1983
 156., 9.4,157., 6.9,158.,10.9,159.,14.4,160.,12.3 , ...WAG1983
 161.,12.0,162.,11.3,163.,12.4,164., 9.8,165., 8.4 , ...WAG1983
 166., 6.1,167., 5.2,168., 2.6,169.,10.6,170., 8.4 , ...WAG1983
 171.,11.7,172.,12.5,173.,13.9,174.,15.2,175.,13.7 , ...WAG1983
 176.,13.6,177.,12.5,178., 8.3,179., 7.4,180.,12.8 , ...WAG1983
 181.,11.2,182., 9.7,183.,10.6,184., 9.7,185., 8.6 , ...WAG1983
 186.,10.3,187.,16.5,188.,17.4,189.,15.9,190.,15.8 , ...WAG1983
 191.,15.3,192.,15.2,193.,16.2,194.,13.7,195.,13.2 , ...WAG1983
 196.,13.0,197.,17.0,198.,16.6,199.,15.9,200.,11.7 , ...WAG1983
 201., 9.4,202., 8.4,203.,11.3,204.,15.4,205.,13.7 , ...WAG1983
 206.,11.6,207.,16.7,208.,14.1,209.,12.5,210.,13.1 , ...WAG1983
 211.,12.0,212.,16.9,213.,13.2,214.,12.3,215., 7.2 , ...WAG1983
 216., 8.8,217.,13.2,218.,13.2,219.,14.8,220.,10.0 , ...WAG1983
 221.,15.3,222.,14.1,223.,10.6,224., 7.2,225.,11.5 , ...WAG1983
 226.,11.3,227.,10.6,228.,12.6,229.,14.0,230.,14.0 , ...WAG1983
 231.,12.9,232.,18.6,233.,14.5,234.,14.0,235.,14.2 , ...WAG1983
 236.,15.2,237.,14.2,238.,11.9,239., 8.3,240.,13.0 , ...WAG1983
 241., 9.8,242., 7.7,243., 8.1,244.,16.3,245.,15.6 , ...WAG1983
 246.,13.4,247.,12.8,248., 9.9,249., 7.5,250., 6.7 , ...WAG1983
 251., 8.2,252.,13.0,253.,11.5,254., 9.9,255.,11.0 , ...WAG1983
 256., 9.9,257.,12.1,258.,12.3,259.,11.5,260.,10.5 , ...WAG1983
 261.,10.1,262.,11.2,263.,10.1,264.,10.5,265., 5.0

***** VAPOUR PRESSURE IN THE AIR *****

FUNCTION VAPHTB= ...
 126.,11.3,127.,13.4,128.,11.2,129.,10.9,130., 8.7, ...WAG1983
 131., 9.6,132.,10.0,133.,10.5,134.,10.8,135.,11.8, ...WAG1983
 136.,11.7,137.,11.4,138.,10.8,139.,10.8,140.,11.3, ...WAG1983
 141.,12.5,142.,10.6,143., 9.9,144.,11.7,145.,11.3, ...WAG1983
 146.,10.4,147., 9.6,148.,10.2,149.,10.5,150.,10.8, ...WAG1983
 151.,11.9,152.,15.1,153.,13.5,154.,12.7,155.,15.0, ...WAG1983

156.,13.1,157.,10.0,158.,10.8,159.,15.5,160.,14.9, ...WAG1983
 161.,12.4,162.,12.8,163.,13.8,164.,12.0,165.,10.7, ...WAG1983
 166., 9.4,167., 9.1,168., 8.3,169.,11.5,170.,12.9, ...WAG1983
 171.,12.7,172.,13.5,173.,15.2,174.,17.9,175.,17.9, ...WAG1983
 176.,15.7,177.,13.0,178.,12.5,179.,11.0,180.,15.5, ...WAG1983
 181.,14.5,182.,12.5,183.,14.2,184.,14.2,185.,14.1, ...WAG1983
 186.,15.4,187.,18.5,188.,19.4,189.,20.5,190.,21.3, ...WAG1983
 191.,18.1,192.,17.8,193.,19.6,194.,15.6,195.,13.7, ...WAG1983
 196.,18.9,197.,19.6,198.,18.8,199.,18.7,200.,15.7, ...WAG1983
 201.,11.0,202.,11.3,203.,13.7,204.,17.1,205.,18.6, ...WAG1983
 206.,18.0,207.,20.4,208.,19.5,209.,16.3,210.,17.1, ...WAG1983
 211.,17.1,212.,17.1,213.,17.9,214.,12.7,215.,11.8, ...WAG1983
 216.,14.4,217.,14.2,218.,15.0,219.,16.4,220.,15.0, ...WAG1983
 221.,15.4,222.,16.6,223.,15.4,224.,14.2,225.,12.8, ...WAG1983
 226.,14.2,227.,13.9,228.,16.2,229.,18.3,230.,15.5, ...WAG1983
 231.,16.4,232.,18.6,233.,17.7,234.,17.5,235.,18.7, ...WAG1983
 236.,17.6,237.,17.5,238.,16.6,239.,14.5,240.,13.8, ...WAG1983
 241.,11.9,242.,13.1,243.,12.6,244.,17.7,245.,14.8, ...WAG1983
 246.,13.8,247.,13.7,248.,11.9,249.,10.6,250., 9.0, ...WAG1983
 251.,11.0,252.,14.4,253.,14.1,254.,11.8,255.,13.5, ...WAG1983
 256.,11.4,257.,15.6,258.,14.6,259.,12.2,260.,13.1, ...WAG1983
 261.,13.2,262.,12.5,263.,11.7,264.,13.4,265.,11.3

***** WINDSPEED *****

FUNCTION WSTB= ...

126.,4.1,127.,2.1,128.,3.1,129.,4.9,130.,4.6, ...WAG1983
 131.,5.0,132.,6.3,133.,5.0,134.,3.3,135.,3.5, ...WAG1983
 136.,3.4,137.,2.6,138.,4.0,139.,3.9,140.,2.5, ...WAG1983
 141.,2.2,142.,2.4,143.,2.0,144.,3.9,145.,4.7, ...WAG1983
 146.,5.1,147.,4.1,148.,3.7,149.,2.8,150.,2.1, ...WAG1983
 151.,3.7,152.,4.6,153.,4.5,154.,2.7,155.,3.8, ...WAG1983
 156.,2.3,157.,4.9,158.,4.7,159.,3.2,160.,5.2, ...WAG1983
 161.,3.6,162.,3.8,163.,3.5,164.,1.9,165.,3.9, ...WAG1983
 166.,3.9,167.,2.3,168.,3.1,169.,3.2,170.,2.6, ...WAG1983
 171.,3.7,172.,3.1,173.,3.6,174.,1.9,175.,1.5, ...WAG1983
 176.,2.3,177.,1.8,178.,3.8,179.,4.5,180.,5.5, ...WAG1983
 181.,2.8,182.,1.7,183.,3.5,184.,1.9,185.,1.3, ...WAG1983
 186.,3.0,187.,2.7,188.,1.8,189.,1.8,190.,1.8, ...WAG1983
 191.,2.0,192.,1.8,193.,2.6,194.,2.7,195.,1.2, ...WAG1983
 196.,3.8,197.,2.1,198.,3.0,199.,3.8,200.,2.2, ...WAG1983
 201.,2.0,202.,1.7,203.,3.5,204.,3.2,205.,1.6, ...WAG1983
 206.,2.1,207.,2.3,208.,1.6,209.,2.4,210.,3.2, ...WAG1983
 211.,1.6,212.,3.3,213.,5.9,214.,3.0,215.,1.8, ...WAG1983
 216.,3.4,217.,2.9,218.,2.5,219.,1.6,220.,2.9, ...WAG1983
 221.,3.6,222.,2.3,223.,2.2,224.,3.1,225.,2.8, ...WAG1983
 226.,1.6,227.,2.4,228.,4.0,229.,2.7,230.,2.0, ...WAG1983
 231.,2.9,232.,3.4,233.,2.4,234.,1.7,235.,1.4, ...WAG1983
 236.,2.4,237.,2.7,238.,2.3,239.,1.7,240.,2.3, ...WAG1983
 241.,1.8,242.,2.1,243.,2.1,244.,3.2,245.,5.5, ...WAG1983
 246.,9.1,247.,7.5,248.,7.2,249.,5.0,250.,4.8, ...WAG1983
 251.,3.4,252.,4.7,253.,5.4,254.,7.0,255.,6.9, ...WAG1983
 256.,4.9,257.,5.5,258.,5.9,259.,7.1,260.,5.2, ...WAG1983
 261.,6.2,262.,4.8,263.,4.5,264.,4.5,265.,3.2

```
*****
*                               MAIS / HANEPOOT 10
*****
```

```
TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 10.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1
```

```
FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
                171.,0.096, 178.,0.40, 186.,0.75, 193.,2.09,...
                200.,2.36, 207.,2.07, 214.,2.19, 221.,1.29,...
                228.,0.97, 235.,0.99, 242.,0.83, 249.,0.73,...
                263.,0.67
```

```
FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.002, 171.,0.01,...
                178.,0.10, 186.,0.24, 193.,0.44, 200.,0.76,...
                207.,0.35, 214.,0.14, 221.,0.22, 228.,0.06,...
                235.,0.01, 242.,0.009, 249.,0.007, 263.,0.0004
```

* Field data

```
FUNCTION TDSVTB,1=...
                151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
                178.,191.2, 186.,573.4, 193.,1757., 200.,2915.,...
                207.,3435., 214.,4640., 221.,3971., 228.,4368.,...
                235.,5609., 242.,5612., 249.,5492., 263.,5690.
```

```
FUNCTION TDSVTB,2=...
                151.,0., 153.,0., 164.,1.08, 171.,5.08,...
                178.,38.9, 186.,187.6, 193.,501.3, 200.,1352.,...
                207.,658.9, 214.,408.1,...
                221.,882.4, 228.,971.7, 235.,397.6, 242.,941.8,...
                249.,1443., 263.,372.2
```

```
FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
                171.,0.18, 178.,0.3, 186.,0.43, 193.,0.84,...
                200.,1.1, 207.,1.24, 214.,1.32, 221.,1.35,...
                228.,1.37, 235.,1.37, 242.,1.25,...
                249.,1.22, 263.,1.09
```

```
FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 155.,0., 178.,0.16, 186.,0.47,...
                193.,0.75, 200.,0.97, 207.,0.93, 214.,0.9,...
                221.,0.85, 228.,0.75, 235.,0.61, 242.,0.5,...
                249.,0.44, 263.,0.43
```

END

```
*****
*                               MAIS / HANEPOOT 50
*****
```

```
TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 50.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1
```

```
FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
                171.,0.096, 178.,0.38, 186.,0.69, 193.,1.32,...
                200.,1.47, 207.,1.04, 214.,1.15, 221.,0.59,...
                228.,0.39, 235.,0.56, 242.,0.35, 249.,0.33,...
                263.,0.30
```

```

FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.01, 171.,0.05,...
      178.,0.41, 186.,1.24, 193.,1.55, 200.,1.51,...
      207.,0.81, 214.,0.40, 221.,0.38, 228.,0.14,...
      235.,0.05, 242.,0.023, 249.,0.012, 263.,0.0012

```

* Fielddata

```

FUNCTION TDSVTB,1=...
      151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
      178.,176.7, 186.,496.4, 193.,1080., 200.,1817.,...
      207.,1718., 214.,2441., 221.,1806., 228.,1759.,...
      235.,3165., 242.,2376., 249.,2520., 263.,2498.

```

```

FUNCTION TDSVTB,2=...
      151.,0., 153.,0., 164.,5.4, 171.,25.4,...
      178.,166.7, 186.,752.6,...
      193.,1726., 200.,3063., 207.,2209., 214.,1709.,...
      221.,2720., 228.,2406., 235.,1580., 242.,2299.,...
      249.,2479., 263.,1175.

```

```

FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
      171.,0.18, 178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.68,...
      200.,0.78, 207.,0.85, 214.,0.93, 221.,1.00,...
      228.,1.07, 235.,1.05, 242.,0.81, 249.,0.78,...
      263.,0.76

```

```

FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 155.,0., 178.,0.16, 186.,0.45,...
      193.,0.70, 200.,0.93, 207.,0.88, 214.,0.84,...
      221.,0.79, 228.,0.69, 235.,0.57, 242.,0.44,...
      249.,0.40, 263.,0.39

```

END

```

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 100
*****

```

```

TABLE DAYEM(1-2)= 156., 154.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 100.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

```

```

FUNCTION LAITB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
      171.,0.096, 178.,0.34, 186.,0.55, 193.,0.76,...
      200.,0.99, 207.,0.64, 214.,0.72, 221.,0.35,...
      228.,0.22, 235.,0.36, 242.,0.20, 249.,0.19,...
      263.,0.17

```

```

FUNCTION LAITB,2=150.,0., 153.,0., 164.,0.0208, 171.,0.1086,...
      178.,0.69, 186.,2.09, 193.,2.07, 200.,1.70,...
      207.,1.41, 214.,0.63, 221.,0.46, 228.,0.17,...
      235.,0.07, 242.,0.028, 249.,0.013, 263.,0.0016

```

* Fielddata

```

FUNCTION TDSVTB,1=...
      150.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
      178.,161.5, 186.,425.1,...
      193.,729.1, 200.,1235., 207.,1057., 214.,1533.,...
      221.,1074., 228.,1007., 235.,2049., 242.,1380.,...
      249.,1503., 263.,1468.

```

```

FUNCTION TDSVTB,2=...

```

```

150.,0., 153.,0., 164.,10.8, 171.,55.9,...
178.,283.2, 186.,1207.,...
193.,2484., 200.,3639., 207.,3129., 214.,2841.,...
221.,3678., 228.,2950., 235.,2516., 242.,2804.,...
249.,2724., 263.,1609.

FUNCTION HGHTB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.07,...
164.,0.11, 171.,0.18,...
178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.65, 200.,0.71,...
207.,0.76, 214.,0.81, 221.,0.84, 228.,0.91,...
235.,0.92, 242.,0.71, 249.,0.65, 263.,0.63
FUNCTION HGHTB,2=150.,0., 153.,0., 178.,0.16, 186.,0.42,...
193.,0.64, 200.,0.88, 207.,0.82, 214.,0.76,...
221.,0.71, 228.,0.62, 235.,0.52, 242.,0.42,...
249.,0.39, 263.,0.39

END

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 200
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 200.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1

FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
171.,0.096, 178.,0.29, 186.,0.46, 193.,0.46,...
200.,0.61, 207.,0.36, 214.,0.41, 221.,0.19,...
228.,0.12, 235.,0.21, 242.,0.11, 249.,0.11,...
263.,0.10
FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.04, 171.,0.20,...
178.,1.19, 186.,2.54, 193.,2.76, 200.,1.92,...
207.,1.45, 214.,0.94, 221.,0.53, 228.,0.20,...
235.,0.10, 242.,0.03, 249.,0.014, 263.,0.002

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6,...
171.,35.3, 178.,137.7, 186.,330.2, 193.,441.9,...
200.,752.8, 207.,597.4, 214.,878.8, 221.,593.3,...
228.,542.7, 235.,1202., 242.,751.2, 249.,832.1,...
263.,804.8
FUNCTION TDSVTB,2=...
151.,0., 153.,0., 164.,21.7, 171.,111.8,...
178.,435.3, 186.,1729.,...
193.,3184., 200.,4016., 207.,3952., 214.,4247.,...
221.,4463., 228.,3326., 235.,3574., 242.,3149.,...
249.,2865., 263.,1973.

FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
171.,0.18, 178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.61,...
200.,0.68, 207.,0.71, 214.,0.73, 221.,0.72,...
228.,0.69, 235.,0.68, 242.,0.63, 249.,0.40,...
263.,0.35
FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 153.,0., 178.,0.13, 186.,0.38,...

```

```

193.,0.58, 200.,0.78, 207.,0.76, 214.,0.73,...
221.,0.70, 228.,0.60, 235.,0.51, 242.,0.41,...
249.,0.38, 263.,0.32

END

*****
*                               MAIS MONO
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156., 350.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 0.
TABLE PRSNC(1-2)= 1 , 0

FUNCTION LAITB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.0372,...
171.,0.0960, 178.,0.41, 186.,0.93, 193.,2.19,...
200.,2.80, 207.,3.29, 214.,3.25, 221.,2.27,...
228.,2.19, 235.,2.19, 242.,1.82, 249.,1.69,...
263.,1.88
FUNCTION LAITB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
150.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
178.,189., 186.,583.,...
193.,2154., 200.,3637., 207.,4742.,...
214.,5953., 221.,5808., 228.,6994.,...
235.,7103., 242.,8670., 249.,7943., 263.,8439.
FUNCTION TDSVTB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

FUNCTION HGHTB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.07,...
164.,0.11, 171.,0.18,...
178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.89, 200.,1.20,...
207.,1.35, 214.,1.44, 221.,1.44, 228.,1.44,...
235.,1.44, 242.,1.36, 249.,1.33, 263.,1.18
FUNCTION HGHTB,2=150.,0.0, 153.,0.0, 159.,0.0,...
164.,0.0, 171.,0.0,...
178.,0.0, 186.,0.0, 193.,0.0, 200.,0.0,...
207.,0.0, 214.,0.0, 221.,0.0, 228.,0.0, 263.,0.0

END

*****
*****
*                               SIMULATIE LAI
*****
*****

PARAM RUNLAI=0.

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 10
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 10.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1

```

```

FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
    171.,0.096, 178.,0.40, 186.,0.75, 193.,2.09,...
    200.,2.36, 207.,2.07, 214.,2.19, 221.,1.29,...
    228.,0.97, 235.,0.99, 242.,0.83, 249.,0.73,...
    263.,0.67
FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.002, 171.,0.01,...
    178.,0.10, 186.,0.24, 193.,0.44, 200.,0.76,...
    207.,0.35, 214.,0.14, 221.,0.22, 228.,0.06,...
    235.,0.01, 242.,0.009, 249.,0.007, 263.,0.0004

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
    151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
    178.,191.2, 186.,573.4, 193.,1757., 200.,2915.,...
    207.,3435., 214.,4640., 221.,3971., 228.,4368.,...
    235.,5609., 242.,5612., 249.,5492., 263.,5690.
FUNCTION TDSVTB,2=...
    151.,0., 153.,0., 164.,1.08, 171.,5.08,...
    178.,38.9, 186.,187.6,...
    193.,501.3, 200.,1352., 207.,658.9, 214.,408.1,...
    221.,882.4, 228.,971.7, 235.,397.6, 242.,941.8,...
    249.,1443., 263.,372.2

FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
    171.,0.18, 178.,0.3, 186.,0.43, 193.,0.84,...
    200.,1.10, 207.,1.24, 214.,1.32, 221.,1.35,...
    228.,1.37, 235.,1.37, 242.,1.25,...
    249.,1.22, 263.,1.09
FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 155.,0.,...
    178.,0.16, 186.,0.47, 193.,0.75, 200.,0.97,...
    207.,0.93, 214.,0.90, 221.,0.85, 228.,0.75,...
    235.,0.61, 242.,0.50, 249.,0.44, 263.,0.43

END

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 50
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 50.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1

FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
    171.,0.096, 178.,0.38, 186.,0.69, 193.,1.32,...
    200.,1.47, 207.,1.04, 214.,1.15, 221.,0.59,...
    228.,0.39, 235.,0.56, 242.,0.35, 249.,0.33,...
    263.,0.30
FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.01, 171.,0.05,...
    178.,0.41, 186.,1.24, 193.,1.55, 200.,1.51,...
    207.,0.81, 214.,0.40, 221.,0.38, 228.,0.14,...
    235.,0.05, 242.,0.023, 249.,0.012, 263.,0.0012

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...

```

```

151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
178.,176.7, 186.,496.4, 193.,1080., 200.,1817.,...
207.,1718., 214.,2441., 221.,1806., 228.,1759.,...
235.,3165., 242.,2376., 249.,2520., 263.,2498.
FUNCTION TDSVTB,2=...
151.,0., 153.,0., 164.,5.4, 171.,25.4,...
178.,166.7, 186.,752.6,...
193.,1726., 200.,3063., 207.,2209., 214.,1709.,...
221.,2720., 228.,2406., 235.,1580., 242.,2299.,...
249.,2479., 263.,1175.

FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
171.,0.18, 178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.68,...
200.,0.78, 207.,0.85, 214.,0.93, 221.,1.00,...
228.,1.07, 235.,1.05, 242.,0.81, 249.,0.78,...
263.,0.76
FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 155.,0., 178.,0.16, 186.,0.45,...
193.,0.70, 200.,0.93, 207.,0.88, 214.,0.84,...
221.,0.79, 228.,0.69, 235.,0.57, 242.,0.44,...
249.,0.40, 263.,0.39

END

*****
*                               MAIS / HANEPOOT 100                               *
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156., 154.
TABLE NPL(1-2) = 11.11, 100.
TABLE PRSNC(1-2) = 1, 1

FUNCTION LAITB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
171.,0.096, 178.,0.34, 186.,0.55, 193.,0.76,...
200.,0.99, 207.,0.64, 214.,0.72, 221.,0.35,...
228.,0.22, 235.,0.36, 242.,0.20, 249.,0.19,...
263.,0.17
FUNCTION LAITB,2=150.,0., 153.,0., 164.,0.0208, 171.,0.1086,...
178.,0.69, 186.,2.09, 193.,2.07, 200.,1.70,...
207.,1.41, 214.,0.63, 221.,0.46, 228.,0.17,...
235.,0.07, 242.,0.028, 249.,0.013, 263.,0.0016

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
150.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
178.,161.5, 186.,425.1,...
193.,729.1, 200.,1235., 207.,1057., 214.,1533.,...
221.,1074., 228.,1007., 235.,2049., 242.,1380.,...
249.,1503., 263.,1468.
FUNCTION TDSVTB,2=...
150.,0., 153.,0., 164.,10.8, 171.,55.9,...
178.,283.2, 186.,1207.,...
193.,2484., 200.,3639., 207.,3129., 214.,2841.,...
221.,3678., 228.,2950., 235.,2516., 242.,2804.,...
249.,2724., 263.,1609.

FUNCTION HGHTB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.07,...

```

```

164.,0.11, 171.,0.18,...
178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.65, 200.,0.71,...
207.,0.76, 214.,0.81, 221.,0.84, 228.,0.91,...
235.,0.92, 242.,0.71, 249.,0.65, 263.,0.63
FUNCTION HGHTB,2=150.,0., 153.,0., 178.,0.16, 186.,0.42,...
193.,0.64, 200.,0.88, 207.,0.82, 214.,0.76,...
221.,0.71, 228.,0.62, 235.,0.52, 242.,0.42,...
249.,0.39, 263.,0.39

END

*****
*
*           MAIS / HANEPOOT 200
*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156.,154.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 200.
TABLE PRSNC(1-2)= 1, 1

FUNCTION LAITB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.037,...
171.,0.096, 178.,0.29, 186.,0.46, 193.,0.46,...
200.,0.61, 207.,0.36, 214.,0.41, 221.,0.19,...
228.,0.12, 235.,0.21, 242.,0.11, 249.,0.11,...
263.,0.10
FUNCTION LAITB,2=151.,0., 153.,0., 164.,0.04, 171.,0.20,...
178.,1.19, 186.,2.54, 193.,2.76, 200.,1.92,...
207.,1.45, 214.,0.94, 221.,0.53, 228.,0.20,...
235.,0.10, 242.,0.03, 249.,0.014, 263.,0.002

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
151.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6,...
171.,35.3, 178.,137.7, 186.,330.2, 193.,441.9,...
200.,752.8, 207.,597.4, 214.,878.8, 221.,593.3,...
228.,542.7, 235.,1202., 242.,751.2, 249.,832.1,...
263.,804.8
FUNCTION TDSVTB,2=...
151.,0., 153.,0., 164.,21.7, 171.,111.8,...
178.,435.3, 186.,1729.,...
193.,3184., 200.,4016., 207.,3952., 214.,4247.,...
221.,4463., 228.,3326., 235.,3574., 242.,3149.,...
249.,2865., 263.,1973.

FUNCTION HGHTB,1=151.,0., 155.,0., 159.,0.07, 164.,0.11,...
171.,0.18, 178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.61,...
200.,0.68, 207.,0.71, 214.,0.73, 221.,0.72,...
228.,0.69, 235.,0.68, 242.,0.63, 249.,0.40,...
263.,0.35
FUNCTION HGHTB,2=151.,0., 153.,0., 178.,0.13, 186.,0.38,...
193.,0.58, 200.,0.78, 207.,0.76, 214.,0.73,...
221.,0.70, 228.,0.60, 235.,0.51, 242.,0.41,...
249.,0.38, 263.,0.32

END

*****
*
*           MAIS MONO

```

```

*****

TABLE DAYEM(1-2)= 156., 350.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 0.
TABLE PRSNC(1-2)= 1 , 0

FUNCTION LAITB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.0372,...
                171.,0.0960, 178.,0.41, 186.,0.93, 193.,2.19,...
                200.,2.80, 207.,3.29, 214.,3.25, 221.,2.27,...
                228.,2.19, 235.,2.19, 242.,1.82, 249.,1.69,...
                263.,1.88
FUNCTION LAITB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

* Fielddata
FUNCTION TDSVTB,1=...
                150.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
                178.,189., 186.,583.,...
                193.,2154., 200.,3637., 207.,4742.,...
                214.,5953., 221.,5808., 228.,6994.,...
                235.,7103., 242.,8670., 249.,7943., 263.,8439.
FUNCTION TDSVTB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

FUNCTION HGHTB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.07,...
                164.,0.11, 171.,0.18,...
                178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.89, 200.,1.20,...
                207.,1.35, 214.,1.44, 221.,1.44, 228.,1.44,...
                235.,1.44, 242.,1.36, 249.,1.33, 263.,1.18
FUNCTION HGHTB,2=150.,0.0, 153.,0.0, 159.,0.0,...
                164.,0.0, 171.,0.0,...
                178.,0.0, 186.,0.0, 193.,0.0, 200.,0.0,...
                207.,0.0, 214.,0.0, 221.,0.0, 228.,0.0, 263.,0.0

END

```

TABLE DAYEM(1-2)= 156., 350.
TABLE NPL(1-2)= 11.11, 0.
TABLE PRSNC(1-2)= 1 , 0

FUNCTION LAITB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.0084, 164.,0.0372,...
171.,0.0960, 178.,0.41, 186.,0.93, 193.,2.19,...
200.,2.80, 207.,3.29, 214.,3.25, 221.,2.27,...
228.,2.19, 235.,2.19, 242.,1.82, 249.,1.69,...
263.,1.88

FUNCTION LAITB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

* Fielddata

FUNCTION TDSVTB,1=...
150.,0., 155.,0., 159.,3.2, 164.,12.6, 171.,35.3,...
178.,189., 186.,583.,...
193.,2154., 200.,3637., 207.,4742.,...
214.,5953., 221.,5808., 228.,6994.,...
235.,7103., 242.,8670., 249.,7943., 263.,8439.
FUNCTION TDSVTB,2=150.,0., 153.,0., 263.,0.

FUNCTION HGHTB,1=150.,0., 155.,0., 159.,0.07,...
164.,0.11, 171.,0.18,...
178.,0.30, 186.,0.43, 193.,0.89, 200.,1.20,...
207.,1.35, 214.,1.44, 221.,1.44, 228.,1.44,...
235.,1.44, 242.,1.36, 249.,1.33, 263.,1.18

FUNCTION HGHTB,2=150.,0.0, 153.,0.0, 159.,0.0,...
164.,0.0, 171.,0.0,...
178.,0.0, 186.,0.0, 193.,0.0, 200.,0.0,...
207.,0.0, 214.,0.0, 221.,0.0, 228.,0.0, 263.,0.0

END

Bijlage 3: simulatieresultaten van bovengrondse biomassa produktie in kg/ha, simulatieruns met gesimuleerde LAI en/of hoogte (HGHT). Opbrengstverlies van mais bij de eind oogst (in 1982: dagnummer 258; in 1983: dagnummer 263).

v = veldwaarnemingen
s = simulatie

(a) 1982: simulatie LAI en HGHT.

plant dichtheid (pl/m ²)	0		100		200		300	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	13110	13901						
mais meng			12020	12895	10650	12378	10510	12034
hanepoot meng			900	851	1260	1285	1460	1575
opbrengst verlies (%)			8.3	7.2	18.8	11.0	19.8	13.4

(b) 1983: simulatie LAI en HGHT.

plant dichtheid (pl/m ²)	0		10		50		100	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	8439	8459						
mais meng			5690	8216	2498	7499	1468	6926
hanepoot meng			372	225	1175	888	1609	1423
opbrengst verlies (%)			32.6	2.9	70.4	11.4	82.6	18.1

(c) 1983: simulatie LAI, hoogte invoer.

plant dichtheid (pl/m ²)	0		10		50		100	
	v	s	v	s	v	s	v	s
mais mono	8439	8459						
mais meng			5690	8006	2498	6405	1468	5371
hanepoot			372	286	1175	1288	1609	1928
opbrengst verlies (%)			32.6	5.4	70.4	24.3	82.6	36.4

Bijlage 4: overzicht van de simulatieresultaten (reduktie van mais biomassa opbrengst) van de veldexperimenten 1982 en 1983. Simulatieruns met invoer of met gesimuleerde LAI en hoogte.

 veldexperiment 1982: velddata

plantdichtheid (pl/m2)	0	100	200	300
mais biomassa	13110	12020	10650	10510
mais biomassa % van onkruidvrij	100	91.7	81.2	80.2

simulatie: LAI input

plantdichtheid (pl/m2)	0	100	200	300
mais biomassa	13502	12392	11983	11201
mais biomassa % van onkruidvrij	100	91.8	88.7	83.0

simulatie 1982

plantdichtheid (pl/m2)	0	100	200	300
mais biomassa	13901	12895	12378	12034
mais biomassa % van onkruidvrij	100	92.8	89.0	86.6

veldexperiment 1983: velddata

plantdichtheid (pl/m2)	0	10	50	100	200	300
---------------------------	---	----	----	-----	-----	-----

mais biomassa	8439	5690	2498	1468	805	554
mais biomassa % van onkruidvrij	100	67.4	29.6	17.4	9.5	6.6

simulatie: hoogte + LAI input

plantdichtheid (pl/m2)	0	10	50	100	200	300
---------------------------	---	----	----	-----	-----	-----

mais biomassa	9692	6781	3843	2450	1542	1115
mais biomassa % van onkruidvrij	100	70.0	39.6	25.3	15.9	11.5

simulatie: LAI input

plantdichtheid (pl/m2)	0	10	50	100	200	300
---------------------------	---	----	----	-----	-----	-----

mais biomassa	9692	6933	4298	2865	1835	1357
mais biomassa % van onkruidvrij	100	71.5	44.3	29.6	18.9	14.0

simulatie: hoogte input

plantdichtheid (pl/m2)	0	10	50	100	200	300
---------------------------	---	----	----	-----	-----	-----

mais biomassa	8459	8006	6405	5371	4432	3934
mais biomassa % van onkruidvrij	100	94.6	75.7	63.5	52.4	46.5

simulatie 1983

plantdichtheid (pl/m2)	0	10	50	100	200	300
---------------------------	---	----	----	-----	-----	-----

mais biomassa	8459	8216	7499	6926	6243	5881
mais biomassa % van onkruidvrij	100	97.1	88.6	81.9	73.8	68.9

relatieve opkomst hanepoot: +10

dichtheid	5	10	20	40	80	160	320
LAI mais	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435	0.434	0.433
LAI hanepoot	0.005	0.010	0.019	0.039	0.077	0.154	0.308
relatief- bladoppervlak	0.01	0.02	0.04	0.08	0.15	0.26	0.42
mais biomassa	15930	15872	15763	15569	15253	14792	14205
opbrengst- verlies (%)	0.38	0.74	1.42	2.63	4.61	7.49	11.16

relatieve opkomst hanepoot: +15

dichtheid	5	10	20	40	80	160	320
LAI mais	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435	0.434
LAI hanepoot	0.002	0.005	0.009	0.018	0.036	0.072	0.143
relatief- bladoppervlak	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08	0.14	0.25
mais biomassa	15959	15928	15869	15760	15571	15272	14855
opbrengst- verlies (%)	0.19	0.39	0.76	1.44	2.62	4.49	7.10

relatieve opkomst hanepoot: +20

dichtheid	5	10	20	40	80	160	320
LAI mais	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435	0.435
LAI hanepoot	0.001	0.002	0.004	0.008	0.015	0.031	0.061
relatief- bladoppervlak	0.002	0.005	0.009	0.02	0.03	0.07	0.12
mais biomassa	15974	15958	15926	15866	15757	15569	15278
opbrengst- verlies (%)	0.10	0.20	0.40	0.78	1.46	2.63	4.45