Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname

J. K. KOUWENHOVEN
Laboratorium voor Grondbewerking van de Landbouwhogeschool, Wageningen

Overdruk uit het Landbouwkundig Tijdschrift, 85ste jaargang nr. 2, februari 1973

Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname

J. K. KOUWENHOVEN
Laboratorium voor Grondbewerking van de Landbouwhogeschool, Wageningen

Effects of tillage systems for dry annual crops in Surinam

To gain experience in the continuous growing of dry annual crops in the humid tropics, the Centre for Agricultural Research in Surinam (CELOS) set up trials in 1969 to compare tillage and zero-tillage systems in the coastal heavy clay soils and the light soils inland. Effects of rotavating, ploughing + disc harrowing, and zero-tillage + chemical weed control on soil, weeds and crops were compared.

Inleiding

Suriname is met een neerslag van meer dan 2000 mm per jaar een deel van de humide tropen. In deze gebieden bestaat over het algemeen weinig ervaring met de permanente teelt van droge eenjarige gewassen. Vrijwel overal wordt de al dan niet terecht verguisde 'shifting cultivation' toegepast. Slechts op enkele plaatsen bestaat er permanente landbouw in de buurt van het dorp, waarbij alle dierlijke en menselijke afval als mest op dit bouwland wordt verwerkt (Nye en Greenland, 1960). Ook komen wel gemengde bedrijven voor, waarbij een grote oppervlakte grasland op grotere afstand wordt gecombineerd met een kleine oppervlakte bouwland vlak bij het dorp. Dit houdt dus in, dat permanente landbouw ook in de humide tropen niet onmogelijk is. Bij de normale shifting cultivation met een (lange) braakperiode waarin de voedingstoestand zich weer herstelt en een (korte) gebruiksperiode van enkele jaren, waarin de voedingstoestand snel verslechtert, bestaat een vrijwel sluitende voedselkringloop. Slechts 5 à 10 % van het areaal kan op deze wijze echter worden bebouwd (Terra, 1970).
Tengevolge van de bevolkingsdruk worden de braakperioden korter en krijgt de grond onvoldoende gelegenheid zich te herstellen, zodat de voedseltoestand kunstmatig op peil moet worden gebracht. Dit wordt bemoeilijkt door het meestal zeer geringe adsorptiecomplex. Hoewel toepassen van kunstmest en groenbemesters zeker niet zonder gevolg blijft, heeft men de opbrengsten niet op een voldoend hoog peil kunnen houden, wanneer de braakperiode achterwege werd gelaten. Een poging tot optimalisering is het zaaien van eenjarige gewassen tussen de aanplant van nuttige bomen (Hesmer, 1966).
Naast de snelle opbrengstdaling tengevolge van de achteruitgang in de voedingstoestand van de grond is ook de bestrijding van het onkruid een belangrijke oorzaak, dat slechts een klein gedeelte van het areaal wordt benut (Ashby en Pfeiffer, 1956). Volgens Nye en Greenland (1960) heeft het verbouwen van gewassen op gronden die voorheen onder bos hebben gelegen, verder de volgende consequenties:
- Verlaging van het humusgehalte
- Toename van ziekten en plagen
- Verslechtering van de fysische eigenschappen
- Erosie van de bovengrond
- Verandering van omvang en samenstelling van de bodemflora en fauna.

Dit geldt in veel mindere mate voor meerjarige gewassen, zoals citrus, oliepalm enz., die meestal goed blijken te gedijen. In verband met het bovenstaande zal men bij het streven om de landbouw in Suriname naar de gemakkelijker bewerkbare gronden in het binnenland (fig. 1) te verplaatsen, de nodige reserve dienen te betrachten. In de kustvlakte met zijn zware, zure en ondoorlatende Amazone-klei bestaat vrijwel uitsluitend ervaring met meerjarige gewassen, zoals citrus, koffie, cacao, suiker en verder met de natte rijstteelt.
Slechts op de hogere en lichtere 'ritsen' worden wat eenjarige droge gewassen in de vorm van groente en fruit gekweekt. Een belangrijk probleem in dit gebied is de ondoorlatendheid van de grond. Voor een voldoende (oppervlakte) ontwatering is het nodig de grond in bolle bedden te leggen, zoals dit reeds 2000 jaar geleden door de Indianen werd gedaan (Fortanier, 1962) en ook thans nog in andere landen (Robinson, 1955) geschiedt. Deze bedden staan een gemechaniseerde teelt in de weg.

* Ir. J. K. Kouwenhoven (Wageningen, 1964) is als wetenschappelijk medewerker verbonden aan het tot de Afdeling Landbouwtechniek behorende Laboratorium voor Grondbewerking van de Landbouwhogeschool. Zijn artikel is gebaseerd op een onderzoek dat hij tijdens zijn detachering bij het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname (CELOS) heeft verricht, in samenwerking met het Landbouwproefstation en de Stichting Experimentele Landbouw.

Doel

In verband met het bovenstaande zijn door het CELOS proeven op het gebied van de droge grondbewerking opgezet. Het doel van deze langdurige proeven, die op het CELOS-terrein en op Baboenhol zijn gelegen, is:

- Het vinden van de beste methoden of systeem van droge grondbewerking voor de teelt van diverse gewassen bij een vruchtwisseling, gericht op het behoud van de bodemvruchtbaarheid en een rationele onkruidbestrijding op langere termijn.
- Het nagaan van het verloop van de fysische en chemische toestand van de grond bij de verschillende bewerkingen.
- Het nagaan van de mogelijkheden om de werkzaamheden te rationaliseren en waar wenselijk en mogelijk te mechaniseren.
- Het nagaan in hoeverre in Nederland toegepaste meetmethoden ook in de tropen toepasbaar zijn.

Hoewel het bovenstaande geldt zowel voor de proeven op het CELOS-terrein als voor de proeven op Baboenhol, zijn de problemen verschillend: op Baboenhol staan het behoud van de bodemvruchtbaarheid, het voorkomen van erosie en het risico dat de grond dichtgereden wordt, centraal, op het CELOS-terrein vooral het op peil houden van de structuur en een goede ontwatering.

Opzet en uitvoering

Bewerkingen. In de gematigde streken en ook wel in de tropen (Keen, 1949) zag en ziet men de grondbewerking enerzijds als een onkruidbestrijdingsmaatregel (Engelse school) en anderzijds als een maatregel ter verbetering van de fysische toestand van de grond (Duitse school).

De eerste reden om de grond te bewerken is door de sterke uitbreiding van de mogelijkheden om het onkruid chemisch te bestrijden op losse schroeven komen te staan, terwijl uit vele metingen (bijv. Kouwenhoven, 1970) is gebleken, dat de bij de hoofdbewerking verkregen winst in poriënvolume tijdens de secundaire bewerkingen en het zaaien vrijwel weer teloorgaat. Met het oog op het bovenstaande worden frezen, ploegen en niet bewerken + chemische onkruidbestrijding vergeleken.

Bij niet bewerken (NB) blijft de grond behalve op de zaaiplaatsen onbewerkt en bedekt. Het onkruid wordt vóór het zaaien chemisch bestreden en gekapt (vgl. Macartney e.a., 1971). Het gekapte materiaal wordt na opkomst weer tussen de rijen gelegd (vgl. Larson en Beale, 1961). Bij dit systeem is het moeilijk het zaad in de grond te krijgen en blijft de grond om het zaad koeler. Valt er veel neerslag, dan zal het zaad sneller gaan rotten, terwijl de kunstmest gemakkelijker afspoelt; bij droogte kan de zaaispleet hard worden. Volgens Macartney e.a. (1971) is NB + herbiciden minstens even goed als de conventionele methoden.

Bij het rister- (RP) of schijvenploegen (SP) wordt de grond gekeerd en de begroeiing gedekt. Dit lukt bij risterploegen aanzienlijk beter dan bij schijvenploegen, die vooral een mengende werking hebben. Omdat de verkruimeling in beide gevallen betrekkelijk gering was, waren secundaire bewerkingen nodig met een schijveneg (SE) of rotoreg (RE).

Op Baboenhol werd in verband met obstakels de schijvenploeg (SP) in plaats van de risterploeg (RP) gebruikt. De secundaire bewerkingen (SE) dienden hier uitsluitend ter egalisatie.

Bij het frezen (FR) wordt de grond over de gehele werkdiepte in één bewerking sterk verkleind, de begroeiing stukgeslagen en met de grond gemengd.

Gronden. De belangrijkste gegevens van de bij de proeven betrokken gronden zijn vermeld in tabel 1. De grond op beide terreinen was zeer heterogeen, wat als normaal kan worden beschouwd. Op het CELOS zijn vijf grondtypen onderscheiden, terwijl op Baboenhol tien grondtypen in vier groepen zijn ondergebracht. Uit metingen (relatie vochtgehalte bij pF2 en poriënvolume) kwam naar voren, dat de CELOS-grond relatief vrij dicht was (Kuipers, 1961).

Het gevaar voor verslemping was vrij gering en voor plastische vervorming en versmeren van de grond groter dan voor verdichting (Rijk, 1971a).

Het vruchtbaarheidsniveau van de CELOS-

Tabel 1 Gegevens van de betrokken gronden

Grondeigenschappen	CELOS zware ondoorlatende zeeklei	Bahoenhol (zware) humeuze midgrofzandige leem
pH-KCl	3,3–3,6	4,1–4,4
Lutum (%)	32–56	9–19
U-cijfer	168–247	45–69
Organische stof (%)	2,3–3,6	1,8–3,4
Adsorbtiecapaciteit (meq/100 g droge stof)	–	11–14
Bezettingsgraad (%)	–	19–27
Vocht bij pF2 (% w/w)	35–45	17–22
Lucht bij pF2 (% v/v)	5–9	15–22
Poriën (% v/v)	52–55	45–47
Beschikbaar water (%)	20–26	25–30
Soortelijk gewicht	2,57–2,62	2,57–2,61

gronden leek redelijk te zijn, op de gronden van Baboenhol was het echter zeer laag. Het adsorbtiecomplex, dat gering was ten gevolge van het feit, dat het kleimineraal kaoliniet was, werd voornamelijk door de humus gevormd.
Dit maakt een hoge en sterk gedeelde kunstmestgift in rijenbemesting of als bemesting per plant noodzakelijk, terwijl ook de voorziening met sporenelementen de nodige aandacht vraagt (Anon., 1971). De ondergrond was tamelijk ondoorlatend, wat tot plasvorming in de lagere gedeelten leidde, en zeer gevoelig voor verdichting (max. bij vochtgehalte van 12-18 %), verslemping en erosie. Na een te natte bewerking was het voorkomen van luchtgebrek zeer waarschijnlijk.

Gewassen. De gewassenkeuze was er primair op gericht, de bodemvruchtbaarheid en structuur te behouden. Uiteraard is ook rekening gehouden met voor de gewassen gewenste groei-omstandigheden. Minder is er gelet op de rol van het gewas bij de onkruidbestrijding (Bakermans en de Wit, 1970) en de bruikbaarheid van de gewassen binnen Suriname.
Het vruchtopvolgingsschema is vermeld in tabel 2 (vgl. Kouwenhoven, 1971a, en Rijk, 1971a).

Tabel 2 Vruchtopvolgingsschema voor diverse gewassen op de proefvelden CELOS en Baboenhol

CELOS	Baboenhol	Periode
Crotalaria usaramoensis	Maïs	Kleine droge + grote regentijd
Maïs (lokale variëteit)	*Sorghum* 'Martin'	Grote droge tijd
Braak/Snijmaïs (lokale variëteit)	Soja 'Laris'	Kleine regentijd
Padi 'Washabo'	Maïs (lokale variëteit)	Kleine droge + grote regentijd
Soja 'Laris'	*Vigna* 'African Red'	Grote droge tijd
Braak/Snijmaïs (lokale variëteit)	Soja 'Laris'	Kleine regentijd

Tabel 3 Gebruikte grondbewerkingswerktuigen

Werktuig	Aanduiding	Merk/Type	Werkbreedte (cm)	Werkdiepte (cm)
Frees	FR	Howard Rotavator	150/180	15
Risterploeg	RP	Rumptstad	70	20
Schijvenploeg	SP	MF 765	90	17
Schijvenploeg	SP	McCormick A1-41	90	15
Schijveneg	SE	MF	150	10
Rotoreg	RE	Lely Roterra	300	10

Werktuigen. De werktuigen (fig. 1, 2 en 3) gebruikt voor het bewerken van de grond zijn vermeld in tabel 3.

Metingen. Zowel aan de grond, de bewerking en het gewas is een groot aantal metingen en bepalingen verricht (Hoogmoed, 1971; Hoogmoed en Kouwenhoven, 1971; Kouwenhoven, 1971a, b; Rijk, 1971a, b), waarvan enige door het Landbouwproefstation te Paramaribo.

Fig. 1 MF 165 met schijveneg op Baboenhol

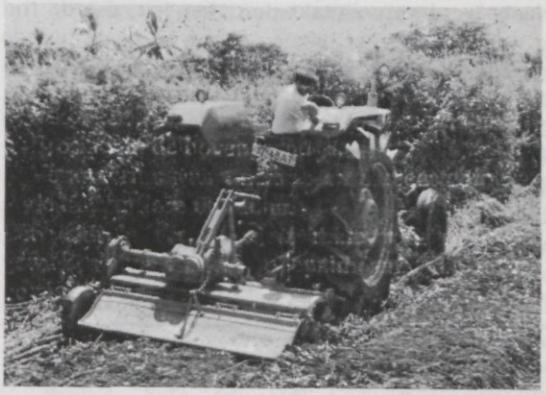

Fig. 2 Het frezen van een groenbemester *(Crotalaria)*

Fig. 3 MF 165 met Lely rotoreg op het CELOS-terrein

- Grond: granulaire samenstelling; het organische-stofgehalte (jaarlijks); de pH; de fasenverhouding bij (jaarlijkse) ringbemonsteringen en bij pF2; de consistentiegrenzen; de versmeringsgraad; de bewerkbaarheid; de stabiliteit; het 'optimale' vochtgehalte (Proctortest); het voorkomen van een versmeerde of verdichte laag onderin de bouwvoor; unconfined compression test, enz.
- Bewerking: de werkbreedte, -diepte, en -snelheid; de slip; het brandstofverbruik; berekening van het benodigd vermogen, de verwerkte hoeveelheid grond en het bereden gedeelte van het oppervlak en de capaciteit; ophoging- en ruwheidsmetingen met behulp van de reliëfmeter gedurende het gehele groeiseizoen; de dikte, grofheid en vochtgehalte gedurende het groeiseizoen van de losse laag, enz.
- Gewas: opkomst; groei (lengte; kleur) en bloei; het onkruid (wiedtijd); de opbrengst, enz.

Resultaten

Grondbewerking. De grond werd dikwijls onder te natte omstandigheden bewerkt, wat in de eerste plaats werd veroorzaakt door het feit, dat de tijd in verband met het seizoen drong en in de tweede plaats doordat de grond aan het oppervlak vaak al droog was, maar onder in de bouwvoor nog nat (Moffatt, 1971) Vgl. het 'selfmulching effect' (bijv. Heinonen, 1971).
Bewerking onder natte omstandigheden kan verdichting door berijden en versmering ten gevolge hebben. In dit verband zijn vooral de hoeveelheid slip (tabel 4) en het bereden gedeelte van het veld (tabel 6) van belang, terwijl het benodigd vermogen (tabel 5) bepalend is voor de te gebruiken trekker.
Het ploegen bleek gepaard te gaan met veel wielslip; bij het frezen was de slip te verwaarlozen, maar het benodigd vermogen was het grootst (tabel 5). De resultaten zijn in verband met verschillen in werkbreedte, werkdiepte en werksnelheid niet geheel vergelijkbaar. Dit is mogelijk door vergelijking van de verwerkte hoeveelheid grond per tijdseenheid.
Het grondbewerkingssysteem oefende een sterke invloed uit op het berijden van het veld (tabel 6). Aangedreven werktuigen, zoals de frees en de rotoreg, beperkten dus het berijden van het veld sterk; door toepassing van de Lely rotoreg (fig. 3) in plaats van de schijveneg na het ploegen werd het bereden gedeelte tot de helft gereduceerd.

Tabel 4 Slip (%) bij diverse bewerkingen (FR etc.)

Proefveld	FR	RP	SP	SE
CELOS	≧0	31	47	18
Baboenhol	≧0	—	22	15

Tabel 5 Benodigd vermogen (pk) bij diverse bewerkingen (FR etc.)

Proefveld	FR	RP	SP	SE
CELOS	58	38	41	34
Baboenhol	49	—	37	33

Tabel 6 Bereden gedeelte (%) van het veld bij diverse bewerkingssystemen

FR	RP		SP	NB	SE
	+4×SE	+1×RE	+2×SE	+1×RE	per keer
50	250-300	120-150	150	40	40

Bewerking en grond. (1) Ophoging en ruwheid. De ophoging en de ruwheid zijn gemeten met een 2 m lange reliëfmeter met 20 pennen op een onderlinge afstand van 10 cm (Kuipers, 1957). De globale resultaten van deze metingen zijn weergegeven in fig. 4. Hierin blijkt dat de procentuele ophoging en het verloop voor RP en FR ongeveer gelijk waren. RP veroorzaakte aanvankelijk een grotere ruwheid van FR, maar na de secundaire bewerkingen waren de verschillen vrijwel te verwaarlozen. Het NB gedeelte was het minst ruw. De waarden voor ruwheid en ophoging zijn hoger dan de in Nederland gevonden waarden (Poesse en van Ouwerkerk, 1967), maar het verloop vertoonde hetzelfde beeld.
(2) Zaaibed. Bij FR op het CELOS werd ondanks de geringere werkdiepte een ongeveer 30 % grotere dikte van het zaaibed gemeten dan bij RP, doordat in het laatste geval bij de secundaire

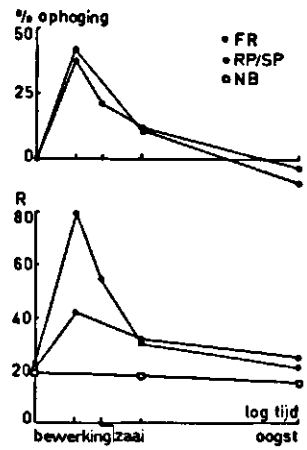

Fig. 4 Bewerking en het verloop van ophoging en ruwheid (R) gedurende het groeiseizoen

bewerkingen (SE) er meer natte grond werd vastgereden. Het vochtgehalte van de losse grond op de RP-gedeelten was lager dan op het object FR, waar de dikste losse laag was overgebleven. De zaaibedden waren betrekkelijk grof, zoals blijkt uit de GAD[1] (resp. 30 en 34 mm). Dit wijst erop, dat de fijnere fracties slechts in geringe mate in de zaaibedden op de zware grond voorkwamen: < 25 % < 10 mm en 7 % < 3 mm. Door de snelle opeenvolging van de gewassen kwam van de voor de zware grond gewenste verwering en verkruimeling meestal niet veel terecht (fig. 5). Bij FR werd op het CELOS een diep, homogeen en vrij kluiterig zaaibed verkregen. Vooral op Baboenhol moest een te sterke verkruimeling vermeden worden (Hasselbach en Pons, 1965), zodat het resultaat van de frees hier minder gunstig kan worden genoemd.

(3) Versmering. Het vermoeden, dat frezen in de natte ondergrond een versmeerde ondoorlatende laag veroorzaakte, werd versterkt doordat juist op deze objecten een schijngrondwaterstandspiegel voorkwam. Deze laag kon proefondervindelijk worden aangetoond (Hoogmoed en Kouwenhoven, 1971). Tevens is tijdens de grote regentijd het verloop van het vochtgehalte van de bouwvoor gevolgd, waarbij bleek dat bij alle en vooral bij de zwaardere grondtypen het vochtgehalte (gem. 3 %) tot boven het vochtgehalte bij pF2 steeg; bij FR lag het vochtgehalte aan het eind van de regentijd 7 % hoger dan bij RP en NB (Kouwenhoven, 1971b) (fig. 6). RP en NB vertoonden vrij weinig verschillen. Bovendien bleek de intensiteit van de bewerking duidelijk invloed te hebben op enkele intrinsieke eigenschappen van de grond. Bij een grotere intensiteit nam de versmering en slempgevoeligheid toe (tabel 7).

(4) Fasenverhouding. De resultaten van de eerste ringbemonsteringen zijn gegeven in tabel 8 (vgl. Kuipers, 1961). Het bewerken van de grond heeft dus een verhoging van de meeste waarden tengevolge gehad, en wel globaal gesproken stijgend

[1] Gemiddelde Aggregaat Diameter (GAD), maat voor de grofheid van een aggregaatmengsel.

Fig. 5 Het gebruik van de tjap voor het bijwerken van het zaaibed

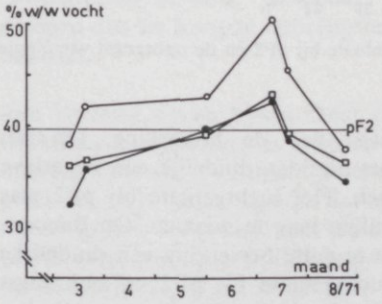

Fig. 6 Bewerking en het verloop van het vochtgehalte van de bouwvoor bij padi gedurende het groeiseizoen (legenda Fig. 4)

Tabel 7 Versmeringsgraad en slempgevoeligheid (CELOS-proefveld) bij diverse bewerkingen (FR, RP en NB)

	FR	RP	NB	Opmerkingen
Versmeringsgraad*	1,3	3,9	5,2	(w/w % vocht pF2 versmeerd – niet versmeerd)
Slempgevoeligheid	–0,9	–5,1	–7,7	(w/w % vocht pF2 – w/w % vochtvloeigrens volgens Boekel en Peerlkamp, 1956)

* Bij toenemende versmering vermindert het verschil.

Tabel 8 Fasenverhouding bij diverse bewerkingen en bewerkingsdiepten

Proefveld	Bewerking:	FR	RP/SP	NB	Gem.		S*	
	diepte (cm):		10-15		10-15	20-25	10-15	20-25
CELOS	Poriënvol. (% v/v)	55,03	52,50	53,15	53,56	50,79	52,39	48,39
	Lucht pF2 (% v/v)	7,06	6,85	5,87	6,59	5,60	4,71	5,78
	Vocht pF2 (% w/w)	41,84	37,65	39,59	39,69	36,24	37,78	33,14
Baboenhol	Poriënvol. (% v/v)	50,8	47,3	45,3	47,8	44,6	—	—
	Lucht pF2 (% v/v)	22,7	19,7	19,3	20,5	19,0	—	—
	Vocht pF2 (% w/w)	22,2	20,4	18,4	20,3	17,8	—	—

* Schermbedden, gebruikt als retourwegen en dus sterk bereden en vervolgens gefreesd.

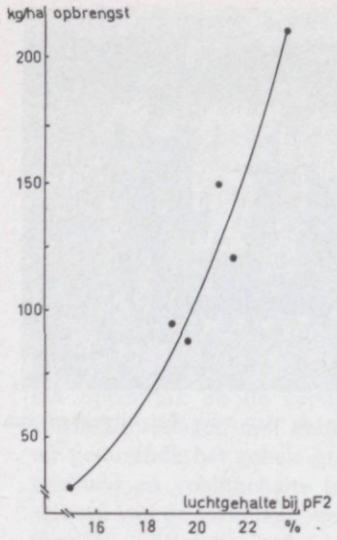

Fig. 7 Het luchtgehalte bij pF2 en de opbrengst van *Vigna* (Bahoenhol)

met de intensiteit van de bewerking. Op het CELOS bleek het berijden duidelijk een negatieve invloed te hebben. Het luchtgehalte bij pF2 was daar in alle gevallen laag te noemen. Op Baboenhol werd na een te natte bewerking een duidelijke relatie tussen luchtgehalte bij pF2 en opbrengst gevonden (fig. 7). Verlaging van het organischestofgehalte kon nog niet worden geconstateerd.

Bewerking en onkruid. Mechanische onkruidbestrijding werd na het zaaien toegepast door middel van hakken en tjappen (fig. 8). Hierbij bleek, dat de hoeveelheid onkruid (uitgedrukt in wied-uren per ha) in belangrijke mate door de wijze van primaire grondbewerking werd beïnvloed (tabel 9).

Het ploegen bleek het onkruid het best te bestrijden, wat ook reeds uit andere onderzoekingen

Tabel 9 Onkruidbestrijding (h/ha) op het CELOS-proefveld bij diverse bewerkingen

Periode	FR	RP	NB
Grote droge tijd	700	420	885
Grote regentijd	1465	1065	1325

naar voren is gekomen (Moffatt, 1971; Hasselbach en Pons, 1965; Anon., 1960). Het effect van frezen en niet bewerken kwam vrijwel overeen, wat grotendeels te wijten was aan de zeer korte werkingsduur van paraquat. Frezen bevorderde de verbreiding van schijngrassen. Mechanische onkruidbestrijding bleek in de grote regentijd aanzienlijk minder effectief dan in de grote droge tijd. Er werd zeer veel tijd aan onkruidbestrijding besteed.

De onkruidbestrijding zou men kunnen mechaniseren door ondiep frezen en door schoffelen met behulp van een schoffelbalk. De eerste methode heeft op lichte gronden een ongewenste beroering van de grond en op zware gronden het nat worden van de bovenlaag na regen tengevolge. Het gebruik van de schoffelbalk is beperkt tot vlakke, niet-kluiterige oppervlakken, die alleen op de lichtere gronden voorkomen. Hier veroorzaken echter obstakels in de vorm van stukken hout moeilijkheden. Beide methoden zijn dus niet veelbelovend. Bespuit men het onkruid na het zaaien regelmatig of met een 1-2 maanden werkend middel of wordt het kortgehouden door maaien, dan worden de genoemde bezwaren vermeden. Bovendien heeft een snel dekkend gewas als maïs een sterke vermindering van de onkruidgroei tengevolge.

Bewerking en gewas. (1) Zaaien. Het machinaal zaaien werd op de zware gronden bemoeilijkt door de kluiterigheid (fig. 9) en op de lichte gronden door onkruid, gewasresten (Ashby en

Fig. 8 'Mechanische' onkruidbestrijding in maïs

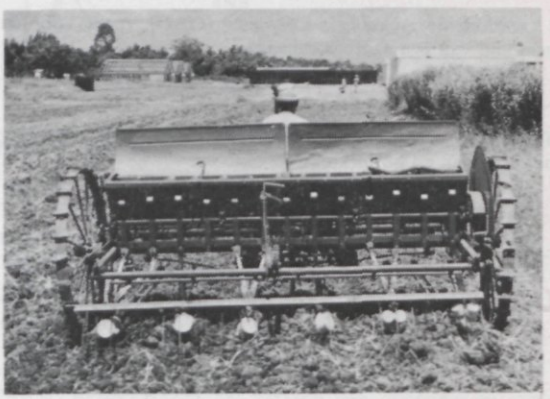

Fig. 9 Machinaal zaaien op kluiterige CELOS-klei

Pfeiffer, 1956) en obstakels in de grond. Tot nu toe lieten de resultaten vooral bij NB dan ook te wensen over. Wellicht zou strip-tillage (Northwood en Macartney, 1971) met precisiezaai veel moeilijkheden voorkomen. De rijenafstand was genormaliseerd op 15 cm.

(2) Opkomst. De opkomst was meestal het best op de geploegde objecten. Dit was waarschijnlijk te danken aan een betere vochtvoorziening van het zaad, doordat de ondergrond vrij vast was gereden, terwijl bovendien het zaaibed fijner was dan het zaaibed op de gefreesde bedden. Deze veronderstelling wordt ondersteund door het feit, dat bij gebruik van de rotoreg op het NB-gedeelte, waarbij een fijn ondiep zaaibed werd gemaakt, de snelste en beste opkomst werd waargenomen. Een overzicht wordt gegeven in tabel 10.

(3) Ontwikkeling. Deze werd voornamelijk gevolgd door lengtemetingen en bepaling van het bloeitijdstip (fig. 10). Ook hierbij kwamen de RP/SP-gedeelten gunstig naar voren. Een verband tussen hoeveelheid onkruid, de ontwikkeling en de opbrengst leek waarschijnlijk (tabel 12).

(4) Opbrengsten. Een overzicht van de opbrengsten wordt gegeven in tabel 11. De hoge opbrengst van NB bij occupatie BO kan verklaard worden uit het feit, dat na het doodspuiten van de koedzoe op dit gedeelte vrijwel geen onkruid voorkwam, hetgeen later juist in het tegendeel veranderde en ook in de opbrengst tot uiting kwam (BI). Het feit, dat de bodemfysische toestand na RP/SP meestal tussen die van FR en NB in lag, terwijl toch bij RP/SP de hoogste opbrengsten werden verkregen, wees op het belang van het onkruidbestrijdend effect van de hoofdgrondbewerking. Globaal genomen gaf ploegen dus de hoogste opbrengsten en het minste onkruid.

Fig. 10 Goede stand van maïs en soja op het CELOS

Een verband tussen hoeveelheid onkruid op ontwikkeling en opbrengst is gegeven in tabel 12. De opbrengsten op de zware gronden waren vaak goed tot zeer goed, terwijl de opbrengst op de lichte grond, ook van een ogenschijnlijk goed gewas, ongeveer de helft bedroeg van de opbrengst op de kleigrond. Deze ervaring in combinatie met de ervaring van anderen, dat de opbrengsten op dit soort lichte gronden, na ontginning snel verminderden, biedt weinig perspectief voor een geslaagde landbouw op de lichte gronden in het binnenland. Occupatie CI is grotendeels mislukt door droogte; bij occupatie CIII is de *Crotalaria* en bij BO de *Vigna* mislukt door de natheid en de daarmee verband houdende sterke onkruidontwikkeling; ook het tekort aan wortelknolletjesbacteriën kan negatief hebben gewerkt.

Tabel 10 Opkomst (% open plaatsen) van diverse gewassen bij de bewerkingen FR, RP/SP en NB

Occupatie	Jaar	Gewas	FR	RP/SP	NB
CII*	1970	Maïs	3,5	2,8	*2,3*
CII	1970	Soja	39,2	*19,4*	31,5
CIII (geschat)	1971	*Crotalaria*	58	*38*	45
BO*	1971	*Vigna*	14	22	*7*
BI (rel.)	1971	Maïs	2	*1*	3

* C = CELOS; B = Baboenhol

Tabel 12 Onkruid, ontwikkeling en opbrengst bij maïs

	FR	RP/SP	NB
Onkruid (wiedtijd; h/ha)	458	638	907
Ontwikkeling (lengte; cm)	273	266	254
Opbrengst (ton/ha; 15 % vocht)	4,04	3,80	3,64

Tabel 11 Opbrengst (ton/ha; 15 % vocht) bij diverse bewerkingen

Occupatie	Jaar	Gewas	FR	RP/SP	NB	Gemiddeld
CI	1969	Maïs	1,11	1,18	1,07	1,21
CI	1969	Soja	0,32	0,39	0,38	0,37
CII	1970	Maïs	3,85	3,80	3,83	3,83
CII	1970	Soja	1,56	1,63	1,43	1,54
CIII	1971	Padi	4,94	5,22	4,72	4,96
CIII	1971	*Crotalaria* (peulen)	0,06	0,06	0,03	0,05
BO	1971	*Vigna*	0,08	0,09	0,18	0,12
BI	1971	Maïs	2,19	2,26	1,91	2,12

Discussie

Het bewerken van de grond in de humide tropen is een omstreden punt. Naast de redenen voor grondbewerking, die globaal overeenkomen met die voor grondbewerking in de gematigde streken, bestaan er vele argumenten om de grond in de (natte) tropen niet te bewerken (bijv. Anon., 1960; Hoogmoed en Kouwenhoven, 1971):

- Door het bewerken van de grond wordt deze kaal en heet, waardoor de afbraak van de humus, die vaak grotendeels de meestal geringe adsorbtiecapaciteit vormt, wordt versneld (Macartney e.a., 1971). Zelfs tjappen bleek al een duidelijke invloed op de humusafbraak te hebben (Nye en Greenland, 1960). Kale en humusarme grond is bovendien zeer gevoelig voor erosie en korstvorming.
- De doorlatendheid neemt in de kustvlakte af door het verbreken en verstoppen van de verkitte wortelpijpjes, en zowel in de kustvlakte als in het binnenland doordat men ten gevolge van het onbetrouwbare weer en de snelle gewasopvolging onder te natte omstandigheden moet (be)werken.
- Een bewerkt zaaibed kan snel uitdrogen, zodat sneller tot kunstmatig toedienen van water moet worden overgegaan.
- Voor het bewerken van de grond zijn zwaardere trekkers nodig dan voor de overige werkzaamheden.

Bij proeven heeft de onbetrouwbaarheid van het weer dikwijls een grote rol gespeeld, waardoor de grond vaak te nat moest worden bewerkt en de oogst gedeeltelijk verschimmelde en verrotte. Kunstmatig drogen en het mechaniseren van diverse werkzaamheden maken een betere beheersing van de processen mogelijk. Het zaaien en dorsen was op het CELOS reeds grotendeels gemechaniseerd. Het gebruik van aangedreven werktuigen, zoals de spitmachine en de rotoreg, beperkten enerzijds versmering en samendrukking en verkortten anderzijds de voor de grondbewerking benodigde tijd aanzienlijk. Een minimale grondbewerking en een maximale combinatie van werkzaamheden (fig. 11), zoals dit bij strip tillage (Northwood en Macartney, 1971) plaatsvindt, lijkt aan te bevelen. Het gebruik van drukrollen en toestrijkers bij het zaaien leek gewenst in verband met de dekking en vochtvoorziening van het zaad, vooral op zware kluiterige grond. Het oogsten geschiedde geheel met de hand. Vooral op het terrein van de maaibare gewassen is er relatief veel te verbeteren. Vervanging van de houwer door de zeis vergroot de arbeidsprestatie aanzienlijk. Vingerbalken zijn kwetsbaar en worden dan ook niet verkocht.

Gramoxone had een veel te korte werking om veel effect te hebben. Een herbicide met een werkingsduur van 1 à 2 maanden zou een grote vooruitgang betekenen. Indien dit niet wordt gevonden, zou men het onkruid bij voorkeur door maaien of kappen moeten bestrijden. Ook de waterbeheersing is van groot belang gebleken. In de grote droge tijd moet zowel op zware als op lichte grond water worden toegediend (fig. 12), terwijl in de regentijd, vooral op de zware, maar ook op de lichte gronden de waterafvoer goed moet zijn.

Op het CELOS bleek de heterogeniteit van de grond en op Baboenhol het verschil in hoogte en de plaats van de rillen soms van groter invloed dan de bewerking te zijn. Om de proeven in de toekomst met succes uit te kunnen voeren, is het hakselen van onkruid- en gewasresten gewenst (Larson en Beale, 1961).

De resultaten op Baboenhol gaven te denken. Op de rillen, waar het humusgehalte ca. 1 % hoger (Anon., 1971) en de voedingstoestand goed was, terwijl de hogere ligging, vooral in de regentijd, als een positief punt naar voren kwam, groeide het gewas zeer goed. Op de rest van het proefveld

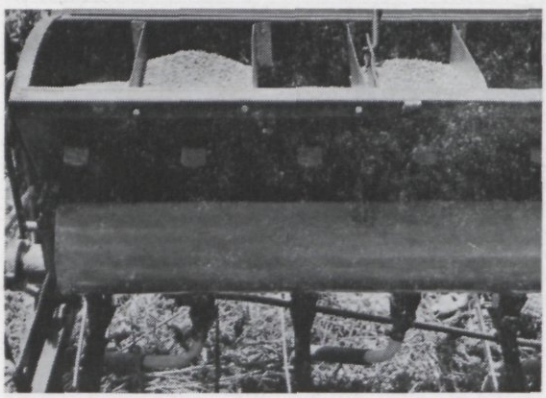

Fig. 11 Isaria-zaaimachine voor gelijktijdig zaaien en kunstmeststrooien

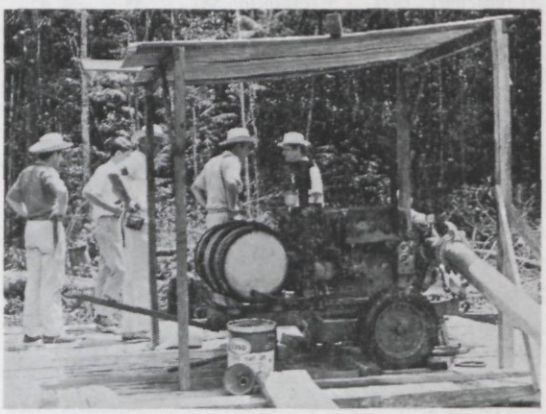

Fig. 12 Pomp boven kreek voor beregening te Coebiti

kwamen ondanks de hoge en gedeelde bemesting met NPK + sporenelementen gebreksverschijnselen voor. Om deze op te heffen is een grondanalyse een eerste vereiste.
Nederlandse bepalingsmethoden bleken in principe goed bruikbaar te zijn.
Hoewel vele metingen zijn verricht, moeten deze als onvoldoende worden beschouwd voor het oplossen van het gestelde probleem. Zo is weinig of geen aandacht besteed aan bestrijding van ziekten, plagen, bemesting, veredeling enz. Het complexe karakter van de proef maakt een multidisciplinaire aanpak gewenst.
Beheersing van de processen wordt in sterke mate bevorderd door mechanisatie: het beddensysteem, dat een rationele mechanisatie in de weg staat, kan wellicht door een teelt op ruggen worden vervangen (Fortanier, 1962). Mechanisatie wordt verder bemoeilijkt doordat de boeren weinig kapitaalkrachtig zijn, moeilijk geld kunnen lenen, de bedrijven klein zijn, terwijl scholing, onderhoud en service vrijwel ontbreken (Pauwels, 1964). De loonwerker zou hier uitkomst kunnen bieden.
De grote werkloosheid zal voorlopig nog wel een remmende invloed op de mechanisatie blijven uitoefenen. Van primair belang voor de Surinaamse landbouw in de toekomst is een duidelijk ontwikkelingsplan.

Conclusies

(1) Het telen van droge eenjarige gewassen bleek op zware gronden goed mogelijk te zijn voor gewassen als maïs, soja en padi. De opbrengsten op de lichte gronden in het binnenland waren aanzienlijk lager; gezien de ook elders opgedane ervaringen moet met de verplaatsing van de landbouw naar het binnenland de nodige reserve worden betracht.
(2) De onkruidbestrijding is van groot belang gebleken. Het dekken van het onkruid zoals bij het ploegen, bleek bijzonder effectief te zijn. Op de geploegde objecten kwam het minste onkruid voor en werd meestal de hoogste opbrengst gehaald.
(3) Chemische onkruidbestrijding met behulp van paraquat mislukte vrijwel door de korte werkingsduur van het middel, waardoor op de niet-bewerkte gedeelten veel onkruid voorkwam.
(4) Aangedreven werktuigen veroorzaakten weinig wielslip en beperkten het berijden van de grond, maar vroegen veel vermogen. Bovendien werd door het frezen in de natte ondergrond een ondoorlatende laag gevormd, waardoor het vochtgehalte van de bouwvoor aanzienlijk werd verhoogd. Sommige onkruiden, zoals schijngrassen, breidden zich als gevolg van het frezen eerder uit, dan dat ze werden bestreden. Aangedreven werktuigen, zoals frezen, lijken vooral als men de prijs en kwetsbaarheid mede beschouwt, minder geschikt voor tropische omstandigheden.
(5) Het bewerken van de grond verhoogde het poriënvolume en daarmee de vochtgehalten bij pF2. De luchtgehaltes bij pF2 bevonden zich vermoedelijk dichtbij het minimum, zeker op de zware grond.
(6) De bemesting op de lichte gronden vraagt veel aandacht; voor een juiste bemesting is grondonderzoek een eerste vereiste. In verband met de organische-stofvoorziening dienen gewasresten op het land achter te blijven en voor de hoofdgrondbewerking te worden gehakseld.
(7) De onbetrouwbaarheid van het weer maakt het noodzakelijk op het juiste moment snel te kunnen werken en het produkt kunstmatig te kunnen drogen; hiervoor is mechanisatie gewenst.
(8) Uitgangspunten voor een geslaagde teelt van droge eenjarige gewassen zijn onder meer: een doeltreffende onkruidbestrijding ondersteund door de teelt van snel sluitende gewassen; het behoud van de organische stof door gewasresten op het land te laten en de grond zo weinig mogelijk en op het juiste tijdstip snel te bewerken.

Literatuur

Anonymus: Jaarverslag SML (1960).
Anonymus: Samenvattend verslag van proefnemingen met catchcrop in bosaanplant in Suriname. Landbouwproefstation Paramaribo, 1971.
Ashby, O. G. & Pfeiffer, R. K.: Weeds, a limiting factor in tropical agriculture. *World Crops 7* (1956) 227-229.
Bakermans, W. A. P. & Wit, C. T. de: Crop husbandry on naturally compacted soils. *Neth. J. agric. Sci. 18* (1970) 225-240.
Boekel, P. & Peerlkamp, K. P.: Soil consistency as a factor determining the soil structure of clay soil. *Neth. J. agric. Sci. 4* (1956) 122-125.
Fortanier, E. J.: Rapport inzake het onderzoek naar mogelijkheden van verbouw tweede gewassen en boomcultures voor het Wageningen Project Suriname; verdere mechanisatie van de middenstandslandbouw. SML, Wageningen-Suriname (1962).
Hasselbach, O. E. & Pons, L. J.: De rijstbouw in Berbice County - Brits Guyana. *De Sur. Landbouw 13* (1965) 22-31.
Heinonen, R.: Soil management and crop water supply. *Lantbrukshögskolankompendienämnd* (1971) 67-69.
Hesmer, H.: Der kombinierte land- und forstwirtschaftlichte Anbau. I. Tropisches Afrika. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1966, 150 pp.
Hoogmoed, W. B.: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname; Proef Baboenhol; 1e occupatie. *CELOS rapp.** 56/2 (1971).
Hoogmoed, W. B. & J. K. Kouwenhoven: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname; Proef CELOS-terrein; Enige bodemfysische bepalingen. *CELOS rapp.** 57/2 (1971).
Keen, B. A.: The effect of mechanical cultivation on soil degradation. *Bull. agric. Congo Belge 40* (1949) 2003.

Kouwenhoven, J. K.: Spring cultivations and wheeltracks. *J. agric. Engin. Res. 15* (1970) 17-26.

Kouwenhoven, J. K.: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname; Proef Baboenhol: occupatie O. *CELOS rapp.** 56/1 (1971a).

Kouwenhoven, J. K.: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname; Proef CELOS-terrein: 3e occupatie. *CELOS rapp.** 57/1 (1971b).

Kuipers, H.: A reliefmeter for soil cultivation studies. *Neth. J. agric. Sci. 5* (1957) 255-262.

Kuipers, H.: Water content at pF2 as a characteristic in soil cultivation research in the Netherlands. *Neth. J. agric. Sci. 9* (1961) 27-35.

Larson, W. E. & Beale, O. W.: Using crop residues on soils in the humid area. *USDA Farmers Bull.* 2155 (1961).

Macartney, J. C. e.a.: The effect of different cultivation techniques on soil moisture conservation and the establishment and yield of maize at Kongwa, Central Tanzania. *Trop. Agric. 48* (1971) 9-23.

Moffatt, J. R.: Long-term effects of cultivation. *J. Proc. Instn. agric. Engrs. 25* (1971) 161-165.

Northwood, P. J. & Macartney, J. C.: The effects of different amounts of cultivation on the growth of maize on some soil types in Tanzania. *Trop. Agric. 48* (1971) 25-33.

Nye, P. H. & Greenland, D. J.: The soil under shifting cultivation. Techn. Communic. no. 51. Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden, 1960, 156 pp.

Pauwels, F. M.: De mechanisatie van de bevolkingslandbouw in de tropen. Landbouwkundig Tijdschrift 76 (1964) 181-191.

Poesse, G. J. & Ouwerkerk, C. van: Ristervorm en ploegsnelheid. ILR publ. no. 103 (1967).

Rijk, P. M.: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen op zware kleigrond in Suriname; Proef CELOS-terrein. 2e occupatie. *CELOS rapp.** 46 (1971a).

Rijk, P. M.: Grondbewerking gericht op de permanente teelt van droge eenjarige gewassen in Suriname; Proef Boboenhol; Enige bodemfysische bepalingen. *CELOS rapp.** 56/3 (1971b).

Robinson, J. B. D.: A cultivation system for groundwater (vlei) soils. *East Afric. agric. J. 21* (1955) 69-76.

Terra, G. J. A.: Moet de tropische boer een armoedzaaier blijven? *Onze Wereld 14* (1970) 4.

*CELOS rapporten vormen een serie interne verslagen van werk verricht door studenten en leden van de wetenschappelijke staf van het CELOS.