

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

PLANTTECHNIEK VIROLA SURINAMENSIS
(ROL.) WARB.
(onderzoekprojekt no. 68/6)

Uitplanten 1-jarig materiaal; de opnamen van juni
en juli 1969

E.P. van der Hoeven

Verslag van een onderzoek verricht onder
leiding van Dr. Ir. J.H.A. Boerboom

december 1969

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Inleiding en probleemstelling</u>	5
4. <u>Algemene proefopzet</u>	6
5. <u>Uitvoering</u>	6
5.1. Het plantmateriaal.	6
5.2. Het planten	6
6. <u>Uitkomsten</u>	9
6.1. Mortaliteitsbepaling.	9
6.2. Hoogtemeting.	20
6.3. Arbeidstijden	22
7. <u>Literatuur</u>	23

1. SAMENVATTING

Sedert juni '68 is een onderzoek gaande naar plantmateriaal en terreintype voor baboenkultures in Suriname. In de periode mei-juli '69 werden de in dit rapport beschreven werkzaamheden verricht. Deze bestonden uit het uitplanten van de resterende twee typen plantmateriaal in mei op de drie verschillende terreintypen. Voordien werden reeds vijf typen uitgeplant. Voorts bestonden de werkzaamheden uit mortaliteitsbepalingen en een hoogtemeting aan al het uitgeplante materiaal.

De resultaten tot nu toe zijn:

- gesnoeid materiaal slaat beter aan dan onbehandeld materiaal;
- hoogteverschillen tussen verschillende categorieën zijn te verklaren uit het feit dat de later geplante exemplaren langer hebben kunnen profiteren van de gunstige omstandigheden op de kwekerij;
- de aanzienlijke verschillen in mortaliteit zijn als regel van toevallige aard;
- er is vooralsnog geen terreintype aan te wijzen dat de voorkeur verdient boven andere;
- oorzaken van sterfte zijn: niet aanslaan, schade door vallend hout en vraat (plaatselijk).

2. VOORWOORD

Onder leiding van de heer J.H.A. Boerboom werden de in dit rapport beschreven werkzaamheden verricht in de periode mei-juli 1969.

De Dienst 's Lands Bosbeheer, die arbeiders, proefterreinen en plantmateriaal ter beschikking stelde, komt onze dank toe.

3. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Omdat de natuurlijke arealen van baboen (*Virola surinamensis*) leeggekappt raken moet, zolang geen alternatieve houtsoort is gevonden, deze soort op een kunstmatige wijze worden verjongd. Het doel van de onderhavige proef, begonnen in juni 1968, is te komen tot voorschriften voor de aanleg van baboenkultures. Zowel aan het terreintype als aan het type plantmateriaal wordt aandacht geschonken.

Voor een uitgebreide behandeling van de proefopzet en de eerste resultaten wordt verwezen naar STERRINGA (1968) en LEMCKERT (1969), benevens naar CELOS (1968, 1969).

4. ALGEMENE PROEFOPZET

In enige proefkultures worden gedurende enkele jaren mortaliteitsbepalingen en groeimetingen verricht.

Er worden in beschouwing genomen: het plantmateriaal en het plantterrein.

A. Zeven categorieën plantmateriaal:

1. van de kiembedden direkt in het terrein, leeftijd 2 - 3 maanden;
2. van de kiembedden eerst gedurende 1 maand in asfaltkokers en daarna met koker in het terrein, leeftijd 3 - 4 maanden;
3. van de kiembedden eerst gedurende ca. 6 maanden in plastic zakken en daarna zonder zak in het terrein, leeftijd ca. 3/4 jaar;
4. éénmaal verspeend plantsoen, ca. 9 maanden oud, onbehandeld;
5. idem, ca. 9 maanden oud, gestript, wortels gesnoeid;
6. idem, ca. 14 maanden oud, wortels gesnoeid;
7. idem, ca. 14 maanden oud, gestript, wortels gesnoeid.

B. Drie typen plantterrein:

1. enige jaren tevoren vergiftigd bos;
2. recent vergiftigd bos;
3. recent ontbost terrein.

5. UITVOERING

5.1. HET PLANTMATERIAAL

Voor het uitplanten van het plantmateriaal uit de categorieën 6 en 7 op de terreinen te E'lust en te Bl'watra werd niet gebruik gemaakt van het oorspronkelijk voor deze proef bestemde materiaal. Deze planten waren te zeer in groei achtergebleven en waren te zwak in vergelijking met ander even oud materiaal op de kwekerij te E'lust om nog te kunnen worden gebruikt. Het nu gebruikte materiaal is evenwel van dezelfde leeftijd en herkomst en is afkomstig van blok 8 van de kwekerij te E'lust.

Op 14 mei '69 werd de gemiddelde hoogte van het plantmateriaal bepaald door een 10%-opname. Deze bedroeg 85 cm. De hoogtes varieerden van 40 cm tot 110 cm. De meeste planten hadden "dieven" gevormd van 5 tot 25 cm. Ze vertoonden (nog) weinig verschijnselen van de zgn. "hagelschotziekte".

5.2. HET PLANTEN

5.2.1. Te Blakawatra vak 27e (kaal gedozerd terrein)

Het voor dit terrein bestemde plantmateriaal werd op 14 mei '69 bij zeer zonnig weer van E'lust naar Bl'watra getransporteerd. De planten werden tijdens het transport, dat ruim een uur vergde, afgedekt met paloeloebladeren. Dit om de schade aan de naaktwortelige planten zoveel mogelijk te beperken. De lijnen 6 en 13 werden beplant met planten waarvan de dieven gehandhaafd bleven (categorie 6), de lijnen

7 en 14 met planten waarvan de dieven waren verwijderd (categorie 7). Van beide categorieën werden de penwortels en de grotere zijwortels ingesnoeid. Ook tijdens het planten was het zonnig. De aantallen planten per lijn worden vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Aantal planten per lijn te Blakawatra

lijn	categorie	aantal
6	6	31
7	7	28
13	6	27
14	7	23

5.2.2. Te Esterslust

5.2.2.1. Vak II/11 (recent vergiftigd bos)

Op 15 mei werden de nog te beplanten 8 lijnen in vak II/11 beplant met plantmateriaal van de categorieën 6 en 7 (elk 4 lijnen). De planten werden met naakte wortels naar het terrein vervoerd.

Door een oriënteringsfout van de auteur is er een kleine verandering gekomen in de oorspronkelijke opzet. In herhaling II en IV zijn de lijnen die beplant hadden moeten worden met planten van categorie 6 (dieven gehandhaafd) beplant met exemplaren van categorie 7 (dieven verwijderd) en andersom. Figuur 1 laat het oorspronkelijke beoogde schema zien en figuur 2 de huidige situatie.

lijn no.	cat.	cat.
8	5	6
9	7	3
10	6	1
11	2 IV	5 II
12	4	7
13	3	4
14	1	2

fig. 1

lijn no.	cat.	cat.
8	5	7
9	6	3
10	7	1
11	2 IV	5 II
12	4	6
13	3	4
14	1	2

fig. 2

Het weer was gunstig. Tegen de middag viel er enige neerslag. Het plantwerk geschiedde door H. Sabajo en J. Mets. Beiden arbeiders van LBB.

In herhaling I en II: J. Mets: lijnen 1 en 8 (cat. 6)

M. Sabajo: lijnen 4 en 12 (cat. 7).

In herhaling III en IV: J. Mets: lijnen 7 en 10 (cat. 7)

M. Sabajo: lijnen 2 en 9 (cat. 6).

Het aantal planten per lijn wordt vermeld in tabel 2.

5.2.2.2. Vak V/2. (drie jaar tevoren vergiftigd bos)

Op 16 mei '69 werden de lijnen bestemd voor plantmateriaal van categorieën 6 en 7 beplant door M. Sabajo en J. Mets.

In herhaling I en II: M. Sabajo: lijnen 1 en 8 (resp. cat. 6 en 7)
J. Mets: lijnen 2 en 14 (resp. cat. 7 en 6).

In herhaling III en IV: M. Sabajo: lijnen 6 en 9 (beide cat. 7)
J. Mets: lijnen 2 en 14 (beide cat. 6).

In het geval van herhaling III en IV is het planterseffect niet te onderscheiden van het plantmateriaaleffect. Het ware beter geweest elke planter in twee herhalingen aan het werk te zetten, hoewel toetsing van het planterseffect niet in de proefopzet was opgenomen.

Tijdens het planten regende het gestadig. De plantplaatsen waren hierdoor zeer nat. De tevoren losgemaakte grond vormde met het water een suspensie, hetgeen ongetwijfeld een nadelige invloed heeft gehad op het aanslaan van de planten. Het aantal planten per lijn vindt men in tabel 2.

Tabel 2. Aantal planten per lijn te Esterslust

vak II/11	herh.	lijn	categorie	aantal
	I	1	6	61
	I	4	7	71
	II	8	6	59
	II	12	7	60
	III	2	6	61
	III	7	7	66
	IV	9	6	60
	IV	10	7	62
vak V/2				
	I	1	6	61
	I	2	7	62
	II	8	7	65
	II	14	6	65
	III	2	6	64
	III	6	7	58
	IV	9	7	66
	IV	14	6	62

6. UITKOMSTEN

6.1. MORTALITEITSBEPALING

Mortaliteitsbepaling houdt in een telling van het aantal gestorven planten. Hierbij wordt de doodsoorzaak indien mogelijk vastgesteld. Tevens wordt gelet op planten die beschadigd zijn of planten die in een slechte toestand verkeren.

De tellingen werden verricht in de periode van 14 juni '69 tot en met 18 juni '69; voor de categorieën 6 en 7 nogmaals op 15 en 16 juli.

6.1.1. Categorieën 1 en 2 (geplant juni/juli '68)

De resultaten m.b.t. categorie 1 (naakte wortel) worden vermeld in tabel 3, die voor categorie 2 (potplant) in tabel 4. In beide tabellen zijn de aantallen verwerkt tot procenten van de oorspronkelijke hoeveelheid aanwezige planten.

Tabel 3. Mortaliteit in % voor planten categorie 1 (naakte wortel, geplant juni '68); juni '69

terreintype en locatie	herh.	lijn	dood	slag	droog	vraat	na vraat hersteld
open terrein							
Kamp 8	-	2	15,0	-	-	11,6	38,0
	-	4	28,0	-	-	13,3	12,0
Bl'watra	-	1	3,3	-	-	-	3,3
	-	5	6,1	-	-	-	-
recent vergiftigd							
Kamp 8	-	1	45,0	25,0	1,6	11,6	23,3
	-	3	26,6	6,6	3,6	21,6	36,6
E'lust	I	5	9,6	1,6	-	-	-
	II	10	22,4	4,8	-	0,8	1,6
	III	1	19,2	8,0	-	0,8	1,6
	IV	14	16,0	-	-	0,8	2,4
3 jaar tevoren vergiftigd							
Kamp 8	-	3	84,8	16,8	-	-	-
	-	6	77,0	36,6	-	4,0	-
E'lust	I	6	23,3	8,3	1,7	-	-
	II	13	31,2	5,6	-	0,8	-
	III	5	57,5	-	-	-	-
	IV	11	39,0	8,1	2,7	0,9	-

Verklaring rubrieken zie p. 11.

Tabel 4. Mortaliteit in % voor categorie 2 (potplant, geplant juni/juli '68); juni '69

terreintype en locatie	herh.	lijn	dood	slag	droog	vraat	na vraat hersteld
open terrein							
Kamp 8	-	1	20,0	-	-	5,5	41,0
	-	3	41,0	-	-	2,7	33,0
Bl'watra	-	2	30,5	-	-	5,4	2,7
	-	9	38,4	-	-	2,5	-
recent vergiftigd							
Kamp 8	-	2	27,7	11,0	-	14,0	33,0
	-	4	21,6	8,3	-	11,0	30,0
E'lust	I	7	2,6	-	-	-	-
	II	14	10,6	-	-	2,6	4,0
	III	6	9,7	4,1	-	2,8	2,8
	IV	11	9,3	-	-	1,3	1,3
3 jaar tevoren vergiftigd							
Kamp 8	-	2	57,0	41,0	-	5,5	-
	-	5	75,0	30,0	-	2,8	-
E'lust	I	7	16,0	-	-	1,3	1,3
	II	10	14,6	-	-	2,6	-
	III	1	40,0	-	-	-	-
	IV	12	21,3	5,3	1,3	6,6	-

Verklaring rubrieken zie p. 11.

Verklaring der rubrieken (tab. 3 en 4):

Dood: alle planten die op welke manier dan ook gestorven of verdwenen waren. Hieronder vallen ook de exemplaren opgenomen in rubriek slag.

Slag: verdwenen planten waarbij op de plaats waar ze hadden moeten staan een gevallen tak en/of gevallen stam werd(en) waargenomen.

Droog: planten die bovengronds grotendeels of geheel verdroogd waren. De mogelijkheid bestaat dat ze opnieuw uit gaan lopen. Omdat het verdrogen een kwestie is van al of niet aanslaan geldt dit laatste voornamelijk voor de recent geplante categorieën 6 en 7.

Vraat: planten die kennelijk afgebeten zijn en (nog) niet hersteld.

Na vraat hersteld: hieronder vallen de planten die opnieuw uitgelopen zijn nadat een deel was afgevreten.

Bij een bezoek aan de proefperken te E'lust in aug. '69 werd een nog onduidelijke aantasting waargenomen. De reeds aangeslagen planten lieten de bladeren langs de stengel hangen. De stengelvoet vertoonde rottingsverschijnselen. Uiteindelijk zal de stengel bij de grond afbreken, hetgeen al in enige gevallen was gebeurd. Een mogelijke verklaring is dat de stengelvoet wordt aangevreten waarna schimmels de kans krijgen om via de wond binnen te dringen.

Opvallend is de hoge sterfte voor beide typen plantmateriaal in het 3 jaar tevoren vergiftigde bos te Kamp 8. De voornaamste oorzaak hiervan is "slag". Vergelijken we dit met de sterfte op hetzelfde terreintype te E'lust, dan zien we dat deze een stuk lager ligt. Een aanvaardbare verklaring hiervoor is alsnog niet te vinden.

6.1.2. Categorieën 3, 4 en 5 (geplant dec. '68)

Tabel 5. Mortaliteit in % voor categorie 3 (kluitplant), cat. 4 (naakte wortel, ongesnoeid) en cat. 5 (naakte wortel, zijtakken verwijderd) - alle geplant dec. '68. Telling juni '69

C A T E G O R I E 3

terreintype en locatie	herh.	lijn	dood	slag	droog	vraat	na vraat hersteld	gekapt, breuk	blad verwelkt
open terrein (Bl.watra)	-	3	3,4	-	-	-	-	-	-
	-	10	-	-	-	-	-	3,3	-
recent vergiftigd (E'lust)	I	2	6,3	1,5	-	1,5	4,7	1,5	-
	II	9	1,5	-	-	1,5	3,0	1,5	-
	III	4	20,9	12,3	1,6	1,6	3,2	-	-
	IV	13	1,6	-	-	-	1,6	-	-
3 jaar tevoren vergiftigd (E'lust)	I	4	3,4	-	-	3,5	-	-	-
	II	11	4,5	-	-	1,5	-	1,5	-
	III	4	5,0	1,6	-	1,6	-	-	-
	IV	13	-	-	-	-	-	-	-

C A T E G O R I E 4

open terrein (Bl.watra)	-	4	9,6	-	16,0	-	6,4	-	-
	-	11	3,8	-	57,8	-	-	-	-
recent vergiftigd (E'lust)	I	3	4,5	-	-	-	-	-	-
	II	13	6,0	1,5	6,0	1,5	4,5	7,5	3
	III	5	18,7	15,6	3,1	1,5	4,5	-	-
	IV	12	4,5	-	13,6	1,5	4,5	3,0	-
3 jaar tevoren vergiftigd (E'lust)	I	3	11,1	4,8	3,1	3,1	-	-	-
	II	9	3,3	3,3	-	3,3	-	-	-
	III	7	13,5	-	-	1,5	-	-	-
	IV	10	7,9	-	-	4,7	-	-	-

C A T E G O R I E 5

open terrein (Bl.watra)	-	5	3,3	-	3,3	-	-	-	-
	-	12	3,4	-	-	-	-	-	-
recent vergiftigd (E'lust)	I	6	1,5	1,5	6,2	-	-	-	-
	II	11	3,0	1,5	1,5	-	1,5	-	-
	III	3	6,1	-	1,5	3,0	6,1	-	-
	IV	8	12,1	6,0	-	3,0	1,5	-	-
3 jaar tevoren vergiftigd (E'lust)	I	5	6,4	-	3,2	-	-	-	-
	II	12	12,3	-	-	3,0	-	-	-
	III	3	10,0	1,6	-	5,0	-	-	-
	IV	8	15,2	5,0	-	3,3	-	-	-

Opvallend is het verschil in "droog" op open terrein tussen categorieën 3 en 5 enerzijds en 4 anderzijds. Naaktwortelige onbehandelde planten slaan in het volle licht dus moeilijk aan.

6.1.3. Categorieën 6 en 7 (geplant mei '69)

In tabel 6 vindt men de gegevens van de telling in juni en in tabel 7 die van juli.

In tabel 6 is de rubriek "deels droog" ingevoerd. Deze term spreekt voor zichzelf.

Bij de opname in juli (tab. 7) werd een gewijzigde, waarschijnlijk betere, rubricering gebruikt. De levende planten werden onderscheiden in "actief" en "niet actief". Actief wil zeggen dat de plant duidelijk bezig is nieuwe bladeren te vormen. De niet actieve planten verkeren in een rusttoestand. De rubriek "(deels) droog" is onderverdeeld in planten die wel nieuwe uitlopers hebben gevormd en planten die dit niet hebben gedaan. Het onderscheid tussen "droog" en "deels droog" is niet meer gemaakt. Bij de telling in juli werd geen vraag meer geconstateerd. In juni was één geval gerapporteerd.

6.1.4. Overzicht van alle categorieën

In tabel 8 vindt men een samenvatting van de tabellen 3 t/m 6. Hierin zijn de rubrieken "gekapt/breuk", "verwelkt" en "deels droog" (categorieën 6 en 7) weggelaten. De percentages zijn per locatie als gemiddelde van de herhalingen genomen.

In tabel 9 vindt men een samenvatting van tabel 7. Hierin valt meteen op het verschil in activiteit tussen de gesnoeide planten (= dieven verwijderd) en de ongesnoeide exemplaren. Eerstgenoemde zijn beter aangeslagen.

6.1.5. Vergelijkingen tussen de verschillende opnamen

In tabel 10 worden voor de categorieën 1 en 2 de opnamen van aug. '68, dec. '68 en juni '69 vergeleken wat betreft de sterfte. Bij de rubriek "dood" is hier "droog" opgeteld.

De sterfte onder de planten in het drie jaar tevoren vergiftigde bos te Kamp 8 is zodanig hoog dat in overweging genomen kan worden dit deel van de proef te laten vallen. De lijnen kunnen dan bijvoorbeeld beplant worden met stumps (in de periode dec. '69 - jan. '70).

In tabel 11 wordt, wat betreft de categorieën 3, 4 en 5, de mortaliteitstelling van febr. '69 vergeleken met die van juni '69.

De cijfers zijn het resultaat van optelling der rubrieken "dood" en "droog" (uit tabel 8 wat betreft juni '69). De kans dat de verdroogde, nog overeind staande, exemplaren nog uitlopers gaan vormen moet zeer klein geacht worden. Zoals reeds eerder vermeld is het verdrogen een kwestie van slecht aanslaan. De droge planten uit de categorieën 3, 4, en 5 verkeren dus al 6 maanden in deze toestand.

Tabel 6. Mortaliteit in % voor categorie 6 (naakte wortel, ongesnoeid) en cat. 7 (naakte wortel, zijtakken verwijderd); beide geplant mei '69
Telling juni '69

terreintype	herh.	lijn	dood	slag	droog	deels droog	vraat	na vraat hersteld	verwelkt
categorie 6									
open terrein	-	6	-	-	6,4	9,6	-	-	6,4
	-	13	-	-	29,0	11,0	-	-	-
recent ver- giftigd	I	1	-	-	14,7	-	-	1,6	3,2
	II	12	-	-	11,6	-	1,6	-	5,0
	III	2	3,2	3,2	6,5	-	-	-	-
	IV	9	-	-	16,6	-	-	-	3,3
3 jaar tevo- ren vergif- tigd	I	1	-	-	14,8	-	-	-	-
	II	14	-	-	10,7	-	-	-	-
	III	2	-	-	21,8	-	-	-	6,2
	IV	14	-	-	23,1	-	-	-	-
categorie 7									
open terrein	-	7	-	-	-	-	-	-	-
	-	14	-	-	17,0	-	-	-	-
recent ver- giftigd	I	4	1,4	1,4	14,0	1,4	-	-	-
	II	8	-	-	5,0	-	-	-	-
	III	7	-	-	10,6	-	-	-	-
	IV	10	-	-	14,5	-	-	-	-
3 jaar tevo- ren vergif- tigd	I	2	-	-	40,3	-	-	-	-
	II	8	-	-	26,1	-	-	-	-
	III	6	-	-	33,7	-	-	-	-
	IV	9	-	-	25,8	-	-	-	-

Tabel 7. Mortaliteit in % voor categorie 6 (naakte wortel, ongesnoeid) en cat. 7 (naakte wortel, zijtakken verwijderd); beide geplant mei '69.
Telling juni '69

terreintype	dood	l e v e n d				
		intakt		beschadigd		
		actief	niet actief	verwelkt	(deels) droog	
wel uitlopers	geen uitlopers					
categorie 6						
open terrein	6,4	6,4	87,0	-	-	-
	29,6	-	62,9	-	-	7,4
recent vergiftigd	16,3	16,3	62,2	4,9	-	-
	13,5	10,1	72,8	1,7	-	1,7
	9,8	3,3	85,2	-	1,6	-
	21,6	5,0	70,0	1,6	1,6	-
3 jaar tevoren vergiftigd	19,6	-	81,9	1,6	-	-
	18,4	-	70,7	9,2	-	1,5
	18,7	3,1	56,2	18,7	1,5	1,5
	25,0	1,6	63,3	8,3	1,6	-
categorie 7						
open terrein	-	57,1	42,8	-	-	-
	12,5	54,1	16,6	-	12,5	4,1
recent vergiftigd	19,7	50,7	22,5	-	5,6	1,4
	8,4	57,6	32,2	-	1,7	-
	18,1	48,4	33,3	-	-	-
	16,1	38,7	35,1	-	6,4	2,3
3 jaar tevoren vergiftigd	25,8	20,9	33,8	-	16,3	2,3
	23,0	24,6	41,5	-	4,6	6,0
	29,3	29,3	31,0	3,4	-	6,8
	21,5	43,0	21,5	-	10,7	3,0

Tabel 8. Mortaliteit in % berekend per categorie-locatie.
Opname juni '69

cat.	terreintype en locatie	dood	slag	droog	vraat	na vraat hersteld
1						
	open terrein					
	Kamp 8	21,5	-	-	12,4	25,0
	Bl'watra	4,7	-	-	-	1,6
	recent ver- giftigd					
	Kamp 8	35,8	15,8	2,5	16,6	29,9
	E'lust	16,8	3,6	-	0,6	1,4
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd					
	Kamp 8	80,9	26,7	-	2,0	-
	E'lust	37,7	5,5	2,2	0,8	-
2						
	open terrein					
	Kamp 8	30,5	-	-	4,1	37,0
	Bl'watra	34,5	-	-	1,3	1,3
	recent ver- giftigd					
	Kamp 8	24,6	9,6	-	12,5	31,5
	E'lust	8,0	1,0	-	1,6	20,3
	3jaar tevo- ren vergif- tigd					
	Kamp 8	66,0	48,0	-	4,1	-
	E'lust	22,9	1,3	0,3	2,6	0,3
3						
	open terrein	1,7	-	-	-	-
	recent ver- giftigd	7,6	3,5	0,4	1,2	3,1
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd	3,2	0,4		2,2	-

Vervolg tabel 8

oat.	terreintype en locatie	dood	slag	droog	vraat	na vraat hersteld
4						
	open terrein	6,7	-	36,9	-	3,2
	recent ver- giftigd	8,4	4,3	5,8	1,1	2,6
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd	9,0	2,0	0,8	3,1	-
5						
	open terrein	3,4	-	1,7	-	-
	recent ver- giftigd	5,7	2,3	2,3	1,5	2,3
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd	11,0	1,7	0,8	2,8	-
6						
	open terrein	-	-	17,7	-	-
	recent ver- giftigd	0,8	0,8	12,4	0,4	0,4
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd	-	-	17,6	-	-
7						
	open terrein	-	-	8,5	-	-
	recent ver- giftigd	0,4	0,4	11,0	-	-
	3 jaar tevo- ren vergif- tigd	-	-	31,5	-	-

Tabel 9. Mortaliteit in % voor categorieën 6 en 7; juli '69

	dood	levend				
		intakt		beschadigd		
		actief	niet actief	verwelkt	deels droog	
wel uitl.	géén uitl.					
categorie 6						
open terrein	18,0	3,2	75,0	--	-	3,7
recent vergiftigd	15,3	8,7	72,6	2,0	0,8	0,4
3 jaar tevoren vergiftigd	19,6	1,2	68,0	9,4	0,8	0,8
categorie 7						
open terrein	6,3	55,6	29,7	-	6,3	2,1
recent vergiftigd	15,6	48,8	30,8	-	3,4	1,2
3 jaar tevoren vergiftigd	24,9	29,4	32,0	0,9	7,9	4,7

Tabel 10. Mortaliteit in % voor categorieën 1 en 2 bij opnamen in augustus '68, december '68 en juni '69

	categorie 1			categorie 2		
	aug. '68	dec. '68	juni '69	aug. '68	dec. '68	juni '69
open terrein						
Kamp 8	2,0	15,0	21,5	11,0	29,2	30,5
E'l'watra	-	4,0	4,7	1,3	33,3	34,5
recent vergiftigd						
Kamp 8	13,0	26,7	38,3	10,0	22,2	24,6
E'l'ust	3,6	9,0	16,8	0,6	3,0	8,0
3 jaar tevoren vergiftigd						
Kamp 8	32,1	70,0	80,9	12,0	19,0	66,0
E'l'ust	24,8	32,0	39,9	7,3	14,7	23,2

Tabel 11. Mortaliteit in % voor categorieën 3, 4 en 5 bij opnamen in februari '69 en juni '69

	categorie 3		categorie 4		categorie 5	
	febr.	juni	febr.	juni	febr.	juni
open terrein	-	1,7	48,3	43,9	1,6	3,4
recent vergiftigd	2,4	8,0	2,4	14,2	4,0	8,0
3 jaar tevoren vergiftigd	0,8	3,2	2,8	9,8	3,2	11,8

Van "dode" planten uit categorie 4 zijn er op open terrein weer enige tot leven gekomen. De oorzaak hiervan is dat men bij de vorige opname te voorbarig was met een doodsverklaring. Men rekende alle droge exemplaren bij de doden.

Tabel 12 betreft voor categorieën 6 en 7 een vergelijking van de telling in juni '69 met die van juli '69. Uit praktische overwegingen is de rubriek "droog" samen genomen met "deels droog (geen uitlopers)".

Tabel 12. Mortaliteit in % voor categorieën 6 en 7 bij opnamen in juni en juli '69

	dood		droog		verwelkt		deels droog met nieuwe uitlopers juli
	juni	juli	juni	juli	juni	juli	
categorie 6							
open terrein	-	18,0	28,0	3,7	2,3	-	-
recent vergiftigd	0,8	15,3	12,4	0,4	2,9	2,0	0,8
3 jaar tevoren vergiftigd	-	20,4	17,6	0,8	1,5	9,4	0,8
categorie 7							
open terrein	-	6,2	12,8	2,0	-	-	6,3
recent vergiftigd	0,3	15,6	11,0	1,2	-	-	3,4
3 jaar tevoren vergiftigd	-	24,9	31,5	4,7	-	0,9	7,9

We zien dat veel planten die in juni tot de rubriek "droog" behoorden inmiddels zijn gestorven. Enkele planten hebben nieuwe uitlopers gevormd.

6.2. HOOGTEMETING

De hoogtemeting aan alle categorieën vond plaats in juni '69. De resultaten zijn weergegeven in de tabellen 13 en 14, en kort samengevat in de tabellen 15 en 16.

Tabel 13. Gemiddelde hoogten in cm voor de categorieën 1 en 2

terreintype en locatie	categorie 1				categorie 2		
	herh.	lijn	h.gem.')	h.dom.')	lijn	h.gem.	h.dom.
open terrein							
Kamp 8	I	2	48,7	60,8	1	46,9	54,8
	II	4	38,9	49,2	3	38,5	46,4
Bl'watra	I	1	32,9	43,3	2	33,6	39,0
	II	8	34,8	47,3	9	36,4	44,5
recent ver- giftigd							
Kamp 8	I	1	36,8	45,5	2	44,0	52,0
	II	3	42,7	52,8	4	42,9	47,9
E'lust	I	5	41,8	53,3	7	47,6	55,8
	II	10	50,4	61,3	14	56,3	66,7
	III	1	41,3	54,2	6	35,9	41,8
	IV	14	52,5	68,5	11	41,1	48,8
3 jaar tevo- ren vergif- tigd							
Kamp 8	I	3	30,9	35,1	2	37,6	33,9
	II	6	41,0	47,3	5	42,7	46,6
E'lust	I	6	62,3	86,9	7	62,7	77,0
	II	13	70,6	85,2	10	55,6	87,4
	III	5	62,3	64,6	1	61,9	62,7
	IV	11	58,4	76,8	12	54,1	72,7

') h.gem. = gemiddelde hoogte berekend over alle planten in één lijn.

") h.dom. = gemiddelde van telkens de hoogste plant per plantplek.

Tabel 14. Gemiddelde hoogten in cm voor de categorieën 3 t/m 7

		c a t e g o r i e				
terreintype	herh.	3	4	5	6	7
open terrein (Bl'watra)	I	43,9	64,0	67,1	80,6	83,2
	II	48,4	59,1	70,8	86,9	86,5
recent vergif- tigd (E'lust)	I	39,9	37,0	79,7	84,1	87,4
	II	45,9	78,9	71,0	90,1	80,7
	III	43,5	71,3	77,5	86,6	83,1
	IV	45,7	90,9	72,3	82,8	79,4
3 jaar tevo- ren vergif- tigd (E'lust)	I	50,1	50,8	52,4	75,2	82,8
	II	42,5	47,9	49,1	79,7	74,5
	III	45,4	52,4	53,0	74,5	83,9
	IV	45,4	50,8	51,6	79,4	77,6

Tabel 15. Gemiddelde hoogten in cm per terreintype-locatie voor de categorieën 1 en 2

terreintype	open		recent verg.		3 j. tevoren verg.	
locatie	Kamp 8	Bl'watra	Kamp 8	E'lust	Kamp 8	E'lust
categorie 1	43,8	33,9	39,8	46,5	36,0	63,4
categorie 2	42,7	35,0	43,5	45,2	40,2	58,8

Tabel 16. Gemiddelde hoogten in cm per terreintype voor alle categorieën

terrein categorie	open	recent verg.	3 jaar tev. verg.	gemid- deld
1	39	44	54	46
2	39	45	52	45
3	46	44	46	45
4	62	82	50	65
5	69	75	52	65
6	84	86	78	82
7	85	83	79	82
gemiddeld	60	66	59	61

h dominant voor categorieën 1 en 2				
1	50	56	66	57
2	46	52	63	54
gemiddeld	48	54	65	56

Opmerkingen:

1. Opvallend is het hoogteverschil tussen categorie 3 enerzijds en de categorieën 4 en 5 anderzijds. Deze categorieën zijn alle in dec. '68 geplant. De oorzaak van dit verschil dient voornamelijk gezocht te worden in de slechte behandeling van de planten uit categorie 3 op de kwekerij (zie LEMCKERT, 1969).
2. De andere hoogteverschillen tussen de verschillende categorieën zijn te verklaren uit het feit dat de later geplante exemplaren langer hebben kunnen profiteren van de gunstige groei-omstandigheden op de kwekerij.
3. Het verschil in hoogtegroeï wat betreft categorieën 1 en 2 in het 3 jaar tevoren vergiftigde bos te Kamp 8 enerzijds en hetzelfde type bos te Esterslust anderzijds is zeer opvallend. De voornaamste oorzaak hiervan dient in de factor licht te worden gezocht.
4. Uit de resultaten blijkt dat er geen terreintype aan te wijzen is waar de hoogtegroeï duidelijk beter is dan op andere terreintypen. Wel kan men zeggen dat het 3 jaar tevoren vergiftigde bos er voor de categorieën 4 t/m 7 het slechtste afkomt, zowel t.a.v. de hoogtegroeï als t.a.v. de mortaliteit.

6.3. ARBEIDSTIJDEN

6.3.1. Blakawatra

Tijden per 100 planten in manminuten:

plantgaten maken:	67
planten	: 50

6.3.2. Esterslust

Tijden per 100 planten in manminuten:

-vak II/11:

Rooien:	50
Transport:	viel gelijk met arbeiderstransport
Planten:	50

-vak V/2:

Rooien:	45
Transport:	idem vak II/11
Planten:	47

Het lijnen openkappen kostte $2\frac{1}{2}$ à 3 manuur per 100 m.

7. LITERATUUR

CELOS, 1968. Kwartaalverslagen, 8: 18-22.

CELOS, 1969. Kwartaalverslagen, 9: 39-40.

LEMCKERT, J.D., 1969. Planttechniek *Virola surinamensis* Rol. (Warb.). Uitplanten en mortaliteitsbepalingen van materiaal 7-10 maanden oud. CELOS Rapporten 21, 2.

STERRINGA, J.T., 1968. Plantmateriaal en planterrein *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. Uitzoeken proefterrein en plantmateriaal; uitplanting en mortaliteitsbepalingen. CELOS Rapporten 16, 5.

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

WORTELROT VAN PINUS CARIBAEA MORELET
(onderzoekproject no. 69/1)

Onderzoek naar etiologie, epi-
demiologie en ecologie van de
ziekte

E.P. v.d. Hoeven

Verslag van een onderzoek verricht onder lei-
ding van Th. Limonard

december 1969

INHOUD

Blz.

1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Algemene inleiding en probleemstelling</u> . .	6
4. <u>Etiologie</u>	7
4.1. Inleiding	7
4.2. Isolatie van het vermoedelijke patho- geen	8
4.3. Beschrijving van de geïsoleerde schim- mel op een aantal voedingsbodems en op natuurlijk substraat	10
4.4. Zoeken/Verkrijgen van vruchtlichamen	11
4.5. Inoculaties	13
5. <u>Epidemiologie</u>	17
5.1. Inleiding	17
5.2. Inrichting proefperken	18
5.3. Opname van de proefperken	20
5.4. Verwerking van de gegevens	21
5.5. Opmerkingen	25
6. <u>Ecologie</u>	25
6.1. Inleiding	25
6.2. Fysische factoren	28
6.3. Edafische factoren	28
6.4. Biotische factoren	29
7. <u>Bespreking</u>	32
8. <u>Literatuur</u>	35

1. SAMENVATTING

In de *Pinus caribaea* aanplantingen in Suriname wordt sinds 1961 veelvuldig een voor de getroffen bomen lethaal wortelrot waargenomen. Een oriënterend onderzoek werd verricht naar de etiologie, epidemiologie en ecologie van deze ziekte. Uit het etiologisch onderzoek kwam naar voren dat de veroorzaker hoogstwaarschijnlijk een tot de familie der Polyporaceae behorende Basidiomycete is. Als isolatiemedium bleek naast moutagar en moutagar met tannine, vooral het Basidiomycetenmedium van Russell bijzonder goed te voldoen. De groei van de schimmel op moutagar werd bestudeerd en beschreven. Het ontbreken van vruchtlichamen maakte nadere identificatie van de schimmel onmogelijk. Noch het uitkweken van in het bos gevonden vruchtlichamen, noch het toepassen van de houtblokmethode van TAMBLYN & DA COSTA (1958) leidde tot nu toe tot het ontdekken ervan. Inoculatieproeven werden ingezet met behulp van met de geïsoleerde schimmel doorgroeide houtstukjes, schaafkrullen en zaagsel. Hiervoor werden zowel oudere bomen in het veld als jonge plantjes in potten op het CELOS-terrein gebruikt. Tot op heden werden nog geen resultaten verkregen.

Uit driemaandelijke waarnemingen in daartoe ingerichte proefperken en uit andere observaties bleek dat: (1) de ziekte zich waarschijnlijk door middel van wortelcontact haardvormig uitbreidt; (2) de verkleuringsperiode van de boom 6 à 12 maanden bedraagt; (3) het aantal zieke bomen in de proefperken zich in 9 maanden tijds had verdubbeld.

De schimmel is naar alle waarschijnlijkheid afkomstig van de oorspronkelijke vegetatie. Op zeer arm humusloos wit zand waarop *P. caribaea* zeer slecht groeit werd tot nu toe geen wortelrot gevonden.

De schimmel bleek zeer gevoelig te zijn voor bodemmycostasis. In een aantal speciale experimenten groeide de schimmel vanuit een "food-base" uitstekend door gesteriliseerde grond heen op zoek naar nieuwe voedselbronnen, maar niet door ongesteiriliseerde grond.

2. VOORWOORD

Dit rapport betreft een onderzoek naar het Pinuswortelrot in Suriname, deels uitgevoerd aan het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname en deels in de Pinuscultures van 's Lands Bosbeheer door E.P. v.d. Hoeven, student in de Tropische Bosbouw (houtteeltkundige richting) aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, als onderdeel van zijn practijktijd van mei - december 1969.

Het onderzoek stond onder leiding van de heer Th. Limonard.

3. ALGEMENE INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

De thans reeds ca. 2800 ha beslaande Pinus-kultures in Suriname bestaan voor ruim 98% uit Pinus caribaea. Deze houtsoort werd na de tweede wereldoorlog ingevoerd. Het natuurlijk verspreidingsgebied ligt in Midden-Amerika tussen 12 en 26° N.B. Het beslaat de Bahama eilanden, West Cuba, Brits Honduras, Honduras, Nicaragua en voor een klein deel Guatemala. De soort komt daar gewoonlijk voor in de lage kustvlakten (LÜCKHOFF, 1964). De klimatologische omstandigheden wijken niet veel af van die in Suriname, namelijk een warm vochtig savannaklimaat met enige droge maanden. Er worden binnen de soort P. caribaea drie variëteiten onderscheiden: caribaea (Sénéclauze) Barrett et Golfari, die vooral op Cuba voorkomt; hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari, die voornamelijk op het vaste land van Midden-Amerika gevonden wordt en bahamensis (Grisebach) Barrett et Golfari die op de Bahama eilanden voorkomt. Vanwege zijn snellere groei wordt in Suriname vooral de variëteit hondurensis aangeplant. Indien in het hiernavolgende wordt gesproken van Pinus zonder verdere aanduiding, dan wordt deze laatstgenoemde variëteit bedoeld.

Nadat vanaf 1952 door de Dienst 's Lands Bosbeheer proefaanplantingen met Pinus waren aangelegd zijn in de periode '56 - '62 door deze dienst enkele arealen beplant voor rekening van een Nederlandse papierfabriek, met als doel de teelt van pulphout. Nadat + 800 ha in de savannegordel waren aangelegd werd de overeenkomst opgezegd. De kultures kwamen in het bezit van het land en de aanleg werd voortgezet met gelden uit het Tienjarenplan-fonds. Het bedrijfsdoel werd veranderd. De kultures moeten nu met een langere omloop zaaghout leveren. Sedert 1968 is de aanplant opgenomen in het Vijfjarenplan. Het ligt in de bedoeling het bestaande areaal op korte termijn uit te breiden tot ongeveer 7000 ha. Hiermee is een bedrag gemoeid van Sf. 6.000.000. In dit licht bezien is het nuttig zich af te vragen hoe groot het gevaar is van ziekten en plagen. Dit gevaar is groter bij exoten dan bij van nature voorkomende soorten (BOYCE, 1961). De oorzaak hiervan is dat de groeiomstandigheden buiten het natuurlijke verspreidingsgebied in mindere of meerdere mate kunnen afwijken. Dit betekent dat de boom dan in een fysiologisch andere conditie komt en daardoor gevoeliger kan worden voor ziekten. ETHERIDGE (1968) wijst erop dat, indien Pinus caribaea als exoot wordt aangeplant, hij aan nieuwe en gevaarlijke pathogenen kan worden blootgesteld dan die welke in zijn natuurlijke habitat voorkomen.

Een recent Surinaams voorbeeld van een mislukking door het optreden van een pathogeen is de aanplant van enige Eucalyptus-soorten. Aantasting door Endothia havanensis Bruner had totale sterfte ten gevolge (BOERBOOM & MAAS, 1970). Een ander, eveneens recent, voorbeeld in Suriname is een volgens HEIM et al. (1948) door Pestalotia aucoumea Heim veroorzaakte stam- en takkanker van Aucoumea klaineana Pierre die al even desastreuze gevolgen heeft.

De enige tot nu toe waargenomen ziekte van Pinus caribaea die zich ernstig laat aanzien en tot sterfte leidt is een wortelrot. Dit werd voor het eerst waargenomen in mei 1961 in 5-7 jaar oude kultures te Singrilanti en te Zanderij.

Eén tot twee procent van de bomen was aangetast. In 1964 werd te Blakawatra dezelfde soort van aantasting waargenomen, die zich in de grote regentijd van 1965 sterk uitbreidde, doch in 1966 weer een minder verontrustend beeld vertoonde. De ziekte wordt nu in alle kultures aangetroffen en in vrijwel alle leeftijdsklassen. De aantasting komt door de gehele opstand voor, soms een enkele boom, soms groepen tot 70 bomen omvattend. Vaak wordt een verband gelegd tussen oude stompen van het oorspronkelijke bos en het voorkomen van de ziekte. Zieke bomen verraden zich door typische verwelkingssymptomen welke bestaan uit het lichtgroen, vervolgens geel, geelbruin en bruin worden van de naalden. De onderste naalden verkleuren vaak iets eerder. De verkleuringsperiode varieert van 6 maanden tot één jaar. Reeds in een vroeg stadium kan aan de wortelhals verharsing optreden.

Door Pawsey werd in 1967, blijkens in het archief van de Dienst 's Lands Bosbeheer aanwezige correspondentie (LBB, z.j.), op Trinidad een soortgelijke schimmel geïsoleerd uit *P. caribaea* met eenzelfde ziektesyndroom. Deze werd opgestuurd naar Dr. Mildred Nobles in Canada die hem niet verder kon determineren dan als waarschijnlijk thuishorend in het *Rigidoporus* complex van de fam. der *Polyporaceae*.

Het doel van het onderzoek, waarvan in het navolgende verslag wordt gedaan, is een inzicht te verkrijgen in de oorzaak van de ziekte (Etiologie; hfst. 4), in de wijze van uitbreiding (Epidemiologie; hfst. 5) en in de factoren die het optreden van de ziekte beïnvloeden (Ecologie; hfst. 6).

4. ETIOLOGIE

4.1. INLEIDING

Voor het vaststellen van de oorzaak van de ziekte werden de aangetaste bomen aan een nader onderzoek onderworpen. Het bleek dat de verwelkingsverschijnselen te wijten waren aan een wortelaantasting. Tussen de bastplaten van de zieke wortels en soms ook aan de wortelhals werd steeds een dun, vaak waaiervormig, mycelium aangetroffen. Ook werden wel eens dikke lagen mycelium op de wortels gevonden. Deze waren aan de buitenkant bruin gekleurd. Bij microscopisch onderzoek van het mycelium werden soms gespen aangetroffen. Alhoewel deze slechts zeer sporadisch voorkwamen kon hieruit worden geconcludeerd dat de schimmel tot de klasse der Basidiomyceten behoort. Het cambium is afgestorven en in het hout worden droogrotverschijnselen waargenomen. Het jongste bastweefsel wordt in vergevorderde stadia van de ziekte sponsachtig en vertoont een rose kleur, die aan de lucht verandert in bruin (LEMCKERT, 1969). Microscopisch onderzoek van de aangetaste weefsels was niet mogelijk door het ontbreken van middelen om goede houtcoupes te maken.

4.2. ISOLATIE VAN HET VERMOEDELIJKE PATHOGEEN

De eerste pogingen om de ziekteverwekker te isoleren uit stukjes wortelbast en -hout, die afkomstig waren van reeds afgestorven bomen te Zanderij, mislukten. Hieruit werden alleen *Trichoderma* spp. en enige *Penicillium*-achtige schimmels verkregen.

De voorbehandeling bestond uit het schoonspoelen van de wortels met water en het afbranden van de isolatieplaat-
sen met alcohol. De isolatiepogingen vonden plaats op mout-
agar van Oxoid (MA) en op aardappelglucoseagar van Oxoid
(AGA). Om het uitgroeien van bovengenoemde ongewenste schim-
mels tegen te gaan werd gebruik gemaakt van het voor *Fomes*
annosus (Fr) Cooke selectieve medium van KUHLMAN en HENDRIX
(1962). Een argument hiervoor was dat hierop waarschijnlijk
ook andere, verwante, Basidiomyceten kunnen groeien. De
samenstelling van dit medium is als volgt:

fractie A:	Mycologische Pepton (Oxoid)	5,0	g
	Mg SO ₄	0,25	g
	KH ₂ PO ₄	0,5	g
	Pentachloronitrobenzeen	190	p.p.m.
	Agar	20	g
	Met aqua dest. aanvullen tot	1	liter
fractie B:	Streptomycine	100	p.p.m.
	Melkzuur	2	ml
	Ethyl-alcohol (95%)	20	ml

Fractie B wordt aan fractie A toegevoegd nadat deze laatste
is geautoclaveerd.

Na een aantal vergeefse pogingen tot isolatie werd uit
materiaal verzameld te Singrilanti, op MA een basidiomycet
geïsoleerd (isolaat I). In het vervolg wordt deze *Pinus*
wortelrotschimmel aangeduid als Pwr-schimmel. De boom waar-
van het wortelmateriaal afkomstig was, was nog niet dood.
De naalden waren geel. Het isoleren geschiedde ditmaal door
mycelium met behulp van een prepareernaald van de wortel in
de schalen met MA over te brengen. Ook uit mycelium uitge-
legd op AGA met terramycine werd een enkele maal dezelfde
schimmel verkregen. Het antibioticum terramycine werd toe-
gevoegd om de groei van bacteriën tegen te gaan. Na twee
keer overenten werd het isolaat I in reinkultuur verkregen.
Overentingen op het eerder genoemde medium van Kuhlman en
Hendrix wezen uit dat de Pwr-schimmel hierop niet goed
groeit, zodat dit medium verder niet gebruikt werd.

Na ontvangst van o-phenylfenol (= o-hydroxybifenylyl) werd
ook het voor basidiomyceten selectieve medium van RUSSELL
(1956) geprobeerd. De samenstelling ervan is:

Oxoid mout extract poeder	30	g
Oxoid mycologische pepton	5,0	g
O-Phenylfenol	0,06	g
Agar	25	g
Aqua dest.	tot 1 liter	

Het geheel werd 10 minuten bij 115°C geautoclaveerd.

De werkzame stof in dit medium is o-fenylfenol dat de groei van o.a. *Trichoderma* remt. Het medium voldeed zeer goed. Er groeiden weinig andere schimmels op uit. Isolaat V en IX werden met behulp van dit medium verkregen. Reinkultures groeien goed op dit medium, zij het iets langzamer dan op moutagar.

Vele houtaantastende schimmels zijn in staat om looizuur-verbindingen in het hout te oxyderen. Zij doen dit met behulp van extra-cellulaire oxydasen, welke looizuren omzetten in bruin gekleurde flobafenen. Voor vele andere schimmels zijn deze verbindingen giftig. Het ligt dus voor de hand om looizuur-achtige verbindingen te gebruiken in media voor het isoleren van houtaantastende schimmels. Voor de isolaties werd daarom o.a. gebruik gemaakt van moutagar met tannine of galluszuur. De bereidingswijze is als volgt (DAVIDSON et al, 1938):

Difco moutpoeder	15,0 g
Agar	20,0 g
Galluszuur of Tannine	5,0 g

Aanvullen met aqua dest. tot 1 liter.

Het moutpoeder en de agar worden toegevoegd aan 850 ml water, de resterende 150 ml water wordt in een aparte erlenmeyer gedaan. Beide worden gedurende 20 min. bij 121°C gesteriliseerd. Terwijl het steriele water nog warm is wordt het galluszuur of de tannine erin opgelost. Vervolgens wordt deze oplossing aseptisch toegevoegd aan de handwarme moutagar en goed ermee gemengd alvorens er schalen mee te gieten. De moutagar met tannine (MT) voldeed goed. Met behulp van dit medium werden de isolaten III en IV verkregen. Moutagar met galluszuur (MG) voldeed niet, daar de Pwr-schimmel er niet op groeit.

Bij recente isolatiepogingen werd van de veronderstelling uitgegaan dat de Pwr-schimmel ook dieper dan de bast aanwezig moet zijn. Zieke wortelstukken, afkomstig van een zieke boom te Blakawatra (vak 24), werden van buiten met alcohol ontsmet waarna de bast verwijderd werd. Het op deze wijze blootgelegde houtweefsel werd nog eens ontsmet met alcohol alvorens er kleine stukjes hout uit te snijden. Deze stukjes werden uitgelegd op MA en MT. Op beide media groeide een aan isolaat I vrijwel identieke schimmel uit (isolaat VII). Ook uit stukjes wortel van een boom te Moeroekreek, die 10 minuten in een 1% NaClO-oplossing hadden gelegen, werd een identieke schimmel verkregen op MT. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de verkregen isolaten. De isolaten II, III, IV en VI zijn inmiddels door mijtenaantasting verloren gegaan. De isolaten I t/m VI werden verkregen door plukjes mycelium uit te leggen; de overige twee werden verkregen uit stukjes ziek wortelhout.

Tabel 1. Overzicht van de verkregen isolaten van de Pwr-schimmel

nr.	herkomst ziek ma- teriaal	stadium zieke boom	datum	medium
I	Singrilanti	geel	27/6	MA - AGA
II	Singrilanti	geel	10/ 7	MA
III	Singrilanti	dood	22/ 8	MT
IV	Blakawatra	dood	1/ 9	MT
V	Zanderij	geel	2/10	Russell
VI	Moeroekreek	dood	18/10	MT
VII	Blakawatra	geel	11/11	MT - MA
VIII	Moeroekreek	dood	8/11	MT
IX	Moeroekreek	dood	29/11	Russell

4.3. BESCHRIJVING VAN DE GEÏSOLEERDE SCHIMMEL OP EEN AANTAL VOEDINGSBODEMS EN OP NATUURLIJKE SUBSTRAAT

Houtaantastende Basidiomyceten worden in het algemeen gekweekt en beschreven op moutagar (NOBLES, 1948). De Pwr-schimmel (isolaat I t/m IV) heeft hierop een hoge groeisnelheid en overgroeit de schalen binnen 9 tot 10 dagen. De koloniediameter bedraagt na vijf dagen 5,1 - 5,3 cm. De rand van de groeiende kolonie is gaaf. De kolonie bestaat uit wit, wollig luchtmycelium. Na ongeveer twee weken gaat het mycelium plat op de agar liggen en er ontstaan onregelmatig gevormde bruine plekken. Deze bruine plekken veranderen na enige tijd in lagen pseudoparenchymatisch weefsel, welke meestal terrasvormig op elkaar liggen. De dikte van deze lagen bedraagt 4 à 8 weken ongeveer 1 à 2 mm. Het pseudoparenchym is van boven gewoonlijk roomkleurig maar dikwijls worden een of meer terrassen bruin. De rand van de terrassen is gewoonlijk enigszins naar boven omgekruld. Aan de onderkant van de kolonies valt geen verkleuring in de agar waar te nemen. De kultures hebben een typische paddestoelengeur. De hyfen zijn gesepteerd. Gespen worden slechts zo nu en dan gevonden. Een enkele maal werden ook oidia en dendrofyten waargenomen. Dikke bruine "fibrehyphae" waren aanwezig. Deze beschrijving komt nauw overeen met die van Dr. M. Nobles gegeven voor de door PAWSEY (1968, LBB-archief) geïsoleerde schimmel.

Op moutagar met galluszuur werd zo goed als geen groei geconstateerd, maar wel een brede donkerbruine diffusiezone. Hieruit blijkt dat het een witrot betreft (DAVIDSON et al., 1938). De zone ontstaat doordat de extracellulaire oxydasen in het medium diffunderen en door het galluszuur oxyderen tot een bruine verbinding (flobafeen).

Op moutagar met tannine was de groeisnelheid ongeveer de helft van die op gewone moutagar. Voordat de schimmel uitgroeide ontstond een donkerbruine diffusiezone. Als de schimmel uitgroeide viel de rand van de inmiddels lichtbruin gekleurde diffusiezone bijna gelijk met die van de kolonie. Na 10 dagen kan ontkleuring van het medium, beginnend in het centrum van de kulture, worden waargenomen.

De isolaten V en VII groeiden op MA en MT sneller. Isolaat V had vijf dagen een koloniediameter van 9 cm (volle schaal) en isolaat VII een diameter van 8,4 cm. Het mycelium van isolaat V was zeer dicht, dat van isolaat VII vrijwel gelijk aan dat van I t/m VI. Het isolaat VIII groeide langzamer dan alle andere.

De groei op AGA was sneller dan op MA, echter zeer onregelmatig. Het mycelium was pluizig en bedekte de agar niet overal. De isolaten V, VII en VIII werden hierop niet getoetst.

De Pwr-schimmel vertoonde een goede ontwikkeling op natuurlijk substraat. Stukjes gesteriliseerde wortel werden in 2-3 weken met mycelium bedekt. Na 6-8 weken werden lagen pseudoparenchym gevormd, dat vaak een oranjebruine kleur vertoonde. Op steriele schaafkrullen was de groei bij voldoende vocht goed. In het geval van voornamelijk bastmateriaal zelfs weelderig. Voor de groei op verrijkt zaagsel zie onder 4.4.3.

4.4. ZOEKEN/VERKRIJGEN VAN VRUCHTLICHAMEN

4.4.1. Doel

Voor de identificatie van Hymenomyceten (hogere Basidiomyceten) is het vruchtlichaam van de betreffende schimmel praktisch altijd noodzakelijk.

Voor het verkrijgen daarvan bestaan twee mogelijkheden nl:

1. het zoeken ervan op plaatsen waar de schimmel voorkomt
2. het verkrijgen ervan op kunstmatige voedingsbodems.

4.4.2. Inzamelen vruchtlichamen

Op ten gevolge van het wortelrot afstervende of afgestorven Pinus-bomen werden helaas geen enkele maal vruchtlichamen gevonden. In en rondom besmette arealen te Singri-lanti, Moeroekreek en Blakawatra werden een twintigtal verschillende soorten paddestoelen ingezameld van de familie der Polyporaceae (Gaatsjeszwammen). Stukjes ervan werden uitgelegd op MA. Slechts eenmaal werd een kulture verkregen die veel overeenkomst vertoonde met de Pwr-schimmel. Het betrof hier een Poria-achtig vruchtlichaam. Om uit te vinden of het hier dezelfde schimmel betrof werden de te vergelijken schimmels op een afstand van 6 cm van elkaar overgeënt in dezelfde schaal met MA. De twee schimmels vertoonden een zo verschillend beeld dat geconcludeerd kon worden dat ze niet identiek waren.

4.4.3. Kweken vruchtlichamen

In kulturen op kunstmatige voedingsbodems worden door Hymenomyceten zelden vruchtlichamen gevormd. Ook in dit geval gebeurde dit niet zodat gebruik gemaakt moest worden van een speciale techniek. Toegepast werd de door DA COSTA & TAMBLYN (1958) beschreven methode. In een glazen kolf wordt de schimmel gekweekt op een verrijkt zaagselmengsel. Wanneer dit zaagsel goed doorgroeit is wordt de schimmel de kans gegeven om vanuit deze rijke "food base" in een houtblokje te groeien en hierop te fructificeren. Dit gebeurt bij hoge luchtvochtigheid in diffuus daglicht.

Het zaagselmengsel in het hier beschreven onderzoek werd samengesteld door zaagsel afkomstig van een zagerij dat voornamelijk bestond uit:

Ocotea rubra Mez. (Wana), *Goupia glabra* Aubl. (Kopie) en *Dicorynia guianensis* Amsh. (Basralokus) te mengen met gelijke delen van zelf gemaakt zaagsel van *P. caribaea* en *Tapirira guianensis* Aubl. De laatste boomsoort komt veel voor op terrein waar *Pinus* wordt aangeplant.

Per 100 gram zaagsel werd toegevoegd:

- 2,5 g maismeel;
- 1,5 g beendermeel;
- 1,0 g aardappelmeel;
- 0,2 g tot poeder gewreven gistkorrels;
- 0,5 g moutextract;
- 0,175 g caseïnehydrolysaat;
- 0,033 g thiamine hydrochloride.

De laatste drie ingrediënten werden toegevoegd na oplossing in water. Er werd een dusdanige hoeveelheid water toegevoegd dat onder in de kolf geen water kwam te staan. Deze hoeveelheid werd bepaald door nat zaagsel enige tijd uit te laten lekken. Over de hals van de tot de rand toe met zaagsel gevulde kolf (lange rechte hals, inhoud 250 ml) werd een bekerglas geplaatst en het geheel werd geautoclaveerd gedurende 1 uur bij 121°C. De kolven werden geïnoculeerd door een stukje agar met Pwr-schimmel boven op het zaagsel te brengen waarna het bekerglas voorzichtig teruggeplaatst werd (11 oktober). Twee kokers werden niet met de Pwr-schimmel geïnoculeerd doch met de onder 4.4.2 genoemde, uit het *Poria*-achtige vruchtlichaam verkregen kulture. De aldus geïnoculeerde kolven werden in het donker weggezet. Toen het zaagsel na 4 weken (8 november) goed doorgroeit was werd het bekerglas verwijderd en vervangen door een blokje steriel Pinushout. Het cilindervormige blokje was 6 cm hoog en had een diameter van 6,5 cm. Aan de onderzijde was een gat geboord ter diepte van 3,5 cm waarvan de diameter gelijk was aan die van de hals van de kolf. Het blokje werd omgeven door een plastic zak, die eronder afgebonden werd met touw. De kolven werden in een gesloten kist geplaatst met op de bodem een laagje water. De Pwr-schimmel groeide binnen een week door het blokje heen. Het plastic werd op 17 november verwijderd en de kolven werden in plastic tentjes gezet, welke in een open kast werden geplaatst. Onderin de tentjes stond een laagje water. Na een week vormde zich in de meeste

gevallen pseudoparenchym. Enige hinder werd ondervonden van *Trichoderma* sp., maar deze schimmel is naar het schijnt verdrongen.

Uit de gegevens van DA COSTA & TAMBLYN (1958) blijkt dat het slagingspercentage 30 tot 40 bedraagt en dat het minstens 3-4 weken, tot zelfs 6 maanden kan duren alvorens vruchtlichamen verkregen worden. Tot op heden (3 december) werden geen tekenen van de vorming van vruchtlichamen waargenomen.

4.5. INOCULATIES

4.5.1. Inleiding

Om te bewijzen dat de geïsoleerde schimmel inderdaad de verwekker is van het wortelrot, moeten de postulaten van Koch toegepast worden. Dit brengt met zich mee dat een gezonde boom met de gevonden schimmel ziek gemaakt moet worden. Het is bekend dat inoculaties van bomen met wortelschimmels over het algemeen moeilijk zijn en een laag slagingspercentage hebben. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat een hoge inoculatiepotentiaal vereist is. GARRETT (1956, p.79) definieert het begrip inoculatiepotentiaal als volgt: "the energy of growth of a fungal parasite available for infection of a host at the surface of the host organ to be infected". Voorts wijst GARRETT (1956) erop dat inoculatie alleen dan kan slagen indien de inoculatiepotentiaal van het kunstmatige inoculum gelijk is aan die van een geïnfecteerde wortel, die onder natuurlijke omstandigheden in de grond de "food-base" vormt voor zowel voortzetting van de infectie als voor de infectie van een tweede wortel in de buurt van de eerste. Om deze redenen is het noodzakelijk om als inoculummateriaal schimmelkultures groeiend in een goede "food-base" te gebruiken.

4.5.2. Inoculatiemateriaal

4.5.2.1. Natuurlijk inoculum

In de periode vóór de eerste geslaagde isolatiepoging van het vermoedelijke pathogeen, moest gebruik gemaakt worden van stukken Pinus-wortel die van nature doorgroeid waren met het pathogeen. Het materiaal was afkomstig van zieke bomen te Zanderij en te Singrilanti.

4.5.2.2. Kultures op stukken hout

Op 4 juli werd een begin gemaakt met het kweken van de Pwr-schimmel op gesteriliseerd Pinus-hout. Gebruikt werden stukjes met een lengte van 5-8 cm en een diameter van ongeveer 1 cm (cf GROSJEAN, 1942). Deze werden in een reageerbuis geplaatst. Na toevoegen van 3 ml water werd het geheel gesteriliseerd en vervolgens geënt met kultures

groeïend op MA Naast deze stukjes hout werd ook gebruik gemaakt van in schijfjes gesneden Pinus-takjes (diameter kleiner dan 1 cm). Deze werden in een erlenmeyer van 50 ml gesteriliseerd. Omdat voor de sterilisatie slechts een huishoudsnelkookpan ter beschikking stond, en nog geen autoclaaf, konden geen grotere houtblokken worden gebruikt.

4.5.2.3. Kultures op schaafkrullen

Omdat gebleken was dat de Fwr-schimmel op de houtstukjes voornamelijk aan de buitenkant groeide werd later gebruik gemaakt van schaafkrullen van Pinus-wortels. Dit leverde een sneller doorgroeid inoculatiemateriaal op. Naast krullen van de gehele wortel werden schilfers van uitsluitend bastmateriaal gebruikt. Dit vertoonde een sterkere myceliumontwikkeling. Erlenmeyers (100 en 250 ml) met hout- of bastkrullen werden 1 uur geautoclaveerd bij 121°C en vervolgens geënt met mycelium uit MA of MT platen.

4.5.2.4. Kultures op verrijkt zaagsel

Bij inspectie van de onder 4.5.4.2 beschreven inoculaties bleek dat het uit schaafkrullen bestaande inoculum onder de heersende condities erg gemakkelijk uitdroogde. Daarom werd besloten om over te gaan op het gebruik van verrijkt houtzaagsel dat in af te sluiten boorgaten kan worden gebracht. Dit substraat bleek na het inzetten van de onder 4.4.3 genoemde proef bovendien sneller en beter doorgroeid te worden dan de schaafkrullen.

4.5.3. Proefbomen

Door de Dienst 's Lands Bosbeheer werd voor het uitvoeren van inoculatieproeven de verlaten kwekerij te Troeli ter beschikking gesteld. Deze locatie had het voordeel van een geïsoleerde ligging ten opzichte van de andere Pinus-arealen. Bovendien werd het wortelrot er tot nu toe niet geconstateerd. Een nadeel is de moeilijke bereikbaarheid ervan. Het terrein is ongeveer 1 ha groot. De opstand bestaat uit + 300 veertien jaar oude bomen, alsmede een veertigtal ongeveer tien jaar oude exemplaren. De bomen waren goed gegroeid. De diameter op borsthoogte bedroeg medio '69 gemiddeld 25-35 cm. De goede groei is waarschijnlijk te danken aan een goede verzorging in hun jeugd (kwekerij, bemesting). De grond bestaat uit zo goed als humusloos wit, grof zand van de Zanderij-formatie. Een aantal bomen was en werd aangetast door draagmieren (*Atta* sp.). Deze werden met succes door de Dienst 's Lands Bosbeheer bestreden met Mirex. Een gedetailleerde kaart van het proefterrein is aanwezig in het CELOS-archief.

Behalve te Troeli werd ook een aantal bomen te Singri-lanti geïnoculeerd, namelijk aan de meest oostelijke zijde van het areaal ten noorden van de weg tussen Zanderij en de Saramacca-brug. De grond is hier zeer arm. De bomen zijn uiterst langzaam gegroeid. De naalden zien, waarschijnlijk t.v.g.

gebrek aan bepaalde voedingselementen, geel.

Op kleine schaal vond ook inoculatie plaats van jonge boompjes in plastic zakken en asfalt-kokers met grond op de CELOS-kwekerij.

4.5.4. Uitvoering inoculaties

4.5.4.1. Jonge boompjes op de kwekerij

Ongeveer 5 maanden oude Pinus-planten werden in grond gebracht die gemengd was met zieke stukjes wortel. Dit gebeurde op 31 maart '69. Met op dat tijdstip 10 maanden oude planten in plastic zakken met grond gebeurde hetzelfde. Omdat onzekerheid bestond over de goede afloop van deze eerste inoculatiepoging werd op 15 september rond de wortelhals van deze planten een hoeveelheid met de Pwr-schimmel doorgroeide krullen aangebracht. Voorts werden op 26 juli één jaar oude planten geïnoculeerd door tegen de licht verwonde wortelhals een stuk zieke wortel aan te brengen.

4.5.4.2. Oudere bomen

Voor de inoculatie kwamen in aanmerking gezond uitziende bomen. Van de te inoculeren bomen werd de grond rond de stamvoet verwijderd. Voordat een wond werd gemaakt, werd eerst de plaats zoveel mogelijk van zand ontdaan en in sommige gevallen oppervlakkig ontsmet met alcohol. Met een mes werd een wond gemaakt door een reep bast weg te snijden. Het wondoppervlak bedroeg gemiddeld 15-20 cm². De diepte varieerde van enkele millimeters tot 1,5 cm. Soms werden met behulp van een priem enkele diepere wondjes gemaakt in het reeds aanwezige wondvlak. Om verlies van inoculum, door morsen, zoveel mogelijk te voorkomen werd een stuk plastic onder de wortel of onder de wond in de wortelhals gehouden. Met een pincet werd het inoculum vanuit de reageerbuisen (stukjes) of vanuit de erlenmeyers (krullen) op de wond gebracht. Het eerder genoemde plastic werd in het geval van wortelinfectie om de wortel heen vastgebonden met touw. Indien mogelijk werd ook plastic over de inoculatie plaats aan de wortelhals afgebonden met touw, zo niet dan werd het of vastgespijkerd of zonder meer bedekt met grond. De controlebomen werden op dezelfde wijze behandeld. In plaats van geïnfecteerde krullen of houtstukjes werd steriel materiaal op de wond gebracht.

Voor de bovengrondse inoculaties werd na verwijdering van de bast een wond gemaakt van + 2 cm diep, met een oppervlak van + 3x3 cm². Na inbrengen van het inoculum werd het geheel afgedekt met plastic. Hierop werd een stuk bast gebracht en vastgespijkerd.

Bij de inoculaties van 13 november werd, vanwege het grote gevaar voor uitdroging van het inoculum bij de tot voordien gevolgde werkwijze, een andere techniek toegepast. Met een geflambeerde boor werd een gat gemaakt met een

Tabel 2. Overzicht van de te Troeli en Singrilanti uitgevoerde inoculaties

boom nr.	datum	plaats v/d wond	aantal wonden	wond ¹⁾ type	type ²⁾ moculen	leeftijd inoculum in dagen	hoeveelheid ³⁾ inoculum
1	14/7	Wortel	5	a	1	10	1 st.
30	14/7	Wortel	4	a	C.1	-	1 st.
2	1/8	Wortel	1	a	2	20	C
34	1/8	Wortel	3	a	1-2	27/20	1 / C
39	1/8	Wortel	2	a	1	27	1
41	1/8	Wortel	1	a	C.1	27	1
43	1/8	Hals	2	b	1/2	27/20	1 / C
51	1/8	Wortel	2	a	2	20	C
65	4/9	Hals	1	c	3	46	B
93	4/9	Hals	1	b	3	46	B
94	4/9	Stam	1	b	2	56	B
117	4/9	Stam	1	b	2	56	B
130	4/9	Hals	1	b	3	22	B
132	4/9	Wortel	2	b	2	22	B
150	4/9	Wortel	2	b	2	46	B
169	4/9	Hals	1	b	3	22	B
165	4/9	Stam	1	b	C.2	46	C
171	4/9	Wortel	2	b	C.2	46	C
190	4/9	Hals	1	c	2	46	B
192	4/9	Hals	1	c	2	22	B
209	4/9	Wortel	2	b	2	22	B
212	4/9	Hals	1	c	2	46	A
213	4/9	Hals	1	c	2	46	B
214	4/9	Hals	1	c	C.3	22	B
216	4/9	Hals	1	c	2	22	A
K 1	4/9	Hals	1	b	2	46	B
K 2	4/9	Wortel	2	a	2	46	B
K 3	4/9	Hals	1	b	C.3	22	B
A 1	17/10	Wortel	1	b	V.2	30	C
51	1/10	Wortel	1	c	3	33	A
76	17/10	Wortel	7	c	2/3	60	A
60	13/11	Wortel	9	d	4	32	C
Singrilanti							
1	4/9	Wortel	1	a	3	46	C
2	4/9	Wortel	1	a	3	46	C
3	4/9	Hals	1	b	3	46	C
4	1/10	Hals	1	b	2	47	A
5	1/10	Wortel	1	b	3	33	A
6	1/10	Hals	1	b	C.3	33	A
7	1/10	Wortel	1	b	C.3	33	A
8	1/10	Hals	1	b	3	47	B
9	1/10	Hals	1	b	2	47	B

1) a: oppervlakkige wond; b: oppervlakkige wond met daarin enkele diepere wondjes; c: diepe wond; d: boorgat

2) 1: stukjes hout; 2: schaafkrullen; 3: bastchilfers; 4: verrijkt zaagsel. De toevoeging C betekent controle

3) A: 25-50 gram; B: 10-25 gram; C: minder dan 10 gram; 1: één stukje hout

diameter van 16 mm. De diepte bedroeg maximaal 10 cm. In dit boorgat werd 15 à 20 ml met de Pwr-schimmel doorgroeid zaagsel gebracht. De opening werd met parafine afgesloten. WHITNEY (1963) sloot de boorgaten af met steriele houtpropfen. Een overzicht van de behandeling per geïnoculeerde boom wordt gegeven in tabel 2.

4.5.5. Observaties

Uit gegevens van WHITNEY (1963) en PATTON & RIKER (1959) blijkt dat het proces van ziek worden door kunstmatige infectie een langdurige kwestie is. Whitney komt voor *Polyporus tomentosus* Fr. op sparren in Canada tot een tijdsduur van ruim twee jaar Patton en Riker voor *Armillaria mellea* (Fr.) Kummer op verschillende naaldboutbomen in Wisconsin tot minstens 27 maanden en maximaal 7 jaar. Zij wijzen erop dat de natuurlijke infectie veel sneller verloopt. De slagingspercentages waren: bij Whitney 31,2 voor boorgaten met zaagsel en bij Patton en Riker ongeveer 26. Gezien deze gegevens is het niet verwonderlijk dat te Troeli en te Singrilanti nog geen wortelrot-symptomen zijn waargenomen. De laatste inspektie (13-11) vond plaats 4 maanden na de eerste inoculatie.

Bij één boom (nr. 51) werd twee maanden na de inoculatie de wond bekeken. Er bleek geen spoor van infectie. De krullen waren totaal uitgedroogd. De wond vertoonde veel harsafscheiding en callusvorming. De boom werd opnieuw geïnoculeerd. De beschreven inoculaties werden alle uitgevoerd gedurende de grote droge tijd. De temperatuur van het witte droge zand kan dan aanzienlijk oplopen. Temperaturen van om en nabij de 50°C werden in de bovenlaag van de bodem te Troeli gemeten. Het ligt daarom in de bedoeling in januari nog een aantal inoculaties met zaagsel in boorgaten te verrichten.

5. EPIDEMIOLOGIE

5.1. INLEIDING

In verband met eventueel te nemen bestrijdingsmaatregelen is het van belang te weten hoe en met welke snelheid de ziekte zich verspreidt. De ziekteverwekker is zeer waarschijnlijk afkomstig uit resten van de oorspronkelijke begroeiing. Een argument hiervoor is het waargenomen contact van *Pinus*-wortels met rottende wortels van loofhoutsoorten (LEMCKERT, 1969). Pawsey (LBB, z.j.) nam contact waar met dode wortels van vooral *Mora excelsa* Benth. Niet zelden gaan aantastingshaarden samen met de aanwezigheid van oude loofhout-stompen. Deze vormen een goede "food-base" voor infectie! Te Powakka is de *Pinus* aangeplant op grassavanne. Toch komen hier ook een aantal haarden

voor. De ziekte breidt zich haardvormig uit. Dit wijst in de richting van verspreiding door wortelcontact of wortelvergroeiing. Het laatste is een bekend verschijnsel in Pinus-bossen (MIROV, 1967). Goede voorbeelden van haarden in een gevorderd stadium worden gevonden te Singrilanti en te Zanderij in de 8-14 jaar oude kultures. De haarden omvatten hier soms 30-70 bomen. Te Blakawatra werden haarden in 2 jaar oude opstanden waargenomen van reeds 5-10 bomen. Eveneens te Blakawatra werden in een, ongeveer 25 ha groot, vak (no. 24) minstens 40 potentiële haarden waargenomen. De leeftijd van de betrokken bomen bedroeg ongeveer 3 jaar. Er zijn echter ook vakken waar tot op heden nog geen zieke boom te vinden is. Ook te Moeroekreek werden haarden van 5 à 10 bomen waargenomen in 3 jaar oude kultures. Hoelang de Pwr-schimmel reeds op de wortels aanwezig is voordat de eerste symptomen bovengronds zijn waar te nemen is vooralsnog niet te zeggen. Uit het feit dat de ziekte soms voorkomt in anderhalf jaar oude kultures kan geconcludeerd worden dat de incubatietijd minder dan anderhalf jaar kan bedragen. Te Zanderij werd op wortels van gezond uitziende bomen die + 10 meter verwijderd waren van de rand van een haard een wit mycelium aangetroffen. Daar dit mycelium op dezelfde wijze tussen de bastplaten groeide als de steeds met het wortelrot geassocieerde schimmel, is het waarschijnlijk dat het hier dezelfde schimmel betrof.

Teneinde exacte gegevens te verkrijgen over de uitbreidingssnelheid van de ziekte werden reeds in december 1968 een aantal proefperken uitgezet.

5.2. INRICHTING PROEFPERKEN

In de periode 21 november - 6 december 1968 werden door: LEMCKERT (1969) een vijftiental proefperken ingericht, zeven te Blakawatra, vier te Coesewijne (=Moeroekreek) en vier te Zanderij. De proefperken zijn van tweeërlei aard:

1. Relatief grote proefperken in kultures waarbinnen de aantasting nog in een beginstadium verkeert; de aangetaste exemplaren komen verspreid of in kleine groepen voor. Dit zijn vnl. de jongste kultures. Ca. 150-300 bomen per proefperk, waarvan ca. 1-4% aangetast is.
2. Relatief kleine proefperken in kultures die reeds sterker zijn aangetast, uitgezet rondom of langs een aantastingshaard. Dit zijn voornamelijk de wat oudere kultures. Ca. 20-150 bomen per proefperk, waarvan ca. 10-50% aangetast is.

Nadere gegevens over de proefperken volgen hieronder:

1. Moeroekreek vak 12b; geplant: dec. 1966;
oorspronkelijke begroeiing: hoogsavannebos;
ontginningswijze: op rillen geschoven en verbrand;
aantal bomen: 200;
plantverband: 3 x 2 m;
gemiddelde hoogte: 1,54 m.

2. Moeroekreek vak 8b; geplant: dec. 1964;
oorspronkelijke begroeiing: hoogbos;
ontginningswijze: op rillen geschoven en verbrand;
aantal bomen: 256;
plantverband: 2,5 x 2,5 m;
gemiddelde hoogte: 4,71 m.
3. Moeroekreek vak 8b; geplant: dec. 1964;
oorspronkelijke begroeiing: hoogbos;
ontginningswijze: op rillen geschoven en verbrand;
aantal bomen 256;
plantverband: 3 x 3 m;
gemiddelde hoogte: 5,08 m.
4. Moeroekreek vak 8b; geplant: dec. 1964;
oorspronkelijke begroeiing: hoogbos;
ontginningswijze: op rillen geschoven en verbrand;
aantal bomen: 144;
plantverband: 3,5 x 3,5 m;
gemiddelde hoogte: 4,50 m.
5. Blakawatra vak 16; geplant 1963;
oorspronkelijke begroeiing: struiksavanne;
ontginningswijze: op rillen geschoven en verbrand;
aantal bomen: 300;
plantverband: 3 x 3 m;
gemiddelde hoogte: 1,69 m.
6. Blakawatra vak 25; geplant: dec. 1966;
oorspronkelijke begroeiing: laag savannebos;
ontginningswijze: omgestoten en gekapt, op rillen ge-
schoven en verbrand;
aantal bomen: 254;
plantverband: 2 x 3 m;
gemiddelde hoogte: 1,88 m.
7. Blakawatra vak 24; geplant: mei/juni 1966;
oorspronkelijke begroeiing: hoogbos-struiksavanne;
ontginningswijze: in bosrand gestoten;
gemiddelde hoogte: 3,13 m;
aantal bomen: 300;
plantverband: 2,75 x 2,75 m.
8. Blakawatra vak 14b (proefperk I); geplant: 1962;
oorspronkelijke begroeiing: hoog savannebos en hoogbos;
ontginningswijze: gekapt, op rillen geschoven en ver-
brand;
aantal bomen: 17;
plantverband: 3 x 3 m;
gem. omtrek op 1,30 m: 56,3 cm.
9. Blakawatra vak 14d (proefperk II); idem als 8;
aantal bomen: 38;
gem. omtrek op 1,30 m: 60,2 cm.
10. Blakawatra vak 14c (proefperk III); idem als 8;
aantal bomen: 27;
gem. omtrek op 1,30 m: 53,4 cm.
11. Blakawatra vak 14c (proefperk IV); idem als 8;
aantal bomen: 38;
gem. omtrek op 1,30 m: 55,4 cm.

12. Zanderij vak 13.3.b (proefperk a); geplant: 1962;
oorspronkelijke begroeiing: savannebos en struweel,
plantsoen in stroken geplant;
aantal bomen: 40;
plantverband: 4 x 2 m;
gem. hoogte: 5,05 m.
13. Zanderij vak 13.3.b (proefveld b); idem als 12;
aantal bomen: 39;
gem. hoogte : 5,59 cm.
14. Zanderij vak 12.3.b (proefperk c); geplant: 1961;
oorspronkelijke begroeiing: hoogsavannebos;
ontginningswijze: zware bomen gekapt, de rest vergiftigd.
plantsoen in om de 4 m gekapte stroken;
aantal bomen: 127;
plantverband: 4 x 2 m.
gem. omtrek op 1,30 m: 38,2 cm.
15. Zanderij vak 12.3.b (proefperk d); idem als 14;
aantal bomen: 158;
gem. omtrek op 1,30 m: 51,8 cm.

Alle proefperken zijn bezet met *F. caribaea* var. hondurensis met uitzondering van proefperk 6 (var. bahamensis.)

Opgemerkt dient te worden dat het genoemde aantal bomen per proefperk het aantal is dat is aangeplant. In het vervolg wordt het aantal gegeven dat bij de eerste opname aanwezig was, hetzij levend hetzij als nog staande, gestorven boom waarvan de doodsoorzaak nog vastgesteld kon worden. Het betrof hier steeds door wortelrot aangetaste bomen.

5.3. OPNAME VAN DE PROEFPERKEN

De eerste twee opnamen vonden plaats resp. in nov/dec. '68 en in febr/maart '69 (LEMCKERT, 1969). Een beschrijving werd gegeven van de gezondheidstoestand per boom. Dit gebeurde omdat destijds nog niet precies bekend was welke symptomen met het wortelrot gepaard gingen. Bij de derde en vierde opname, resp. juni '69 en sept. '69, was dit wel bekend en werd alleen gelet op egale naaldverkleuring. Er doen zich verschillende moeilijkheden voor bij het bepalen of een boom al of niet aangetast is door de wortelschimmel. Dit geldt voornamelijk voor het beginstadium waarin de naalden lichtgroen van kleur zijn. Een lichtgroene verkleuring kan ook veroorzaakt worden door een slechte voedingstoestand. Alvorens een boom beoordeeld werd op verkleuring van de naalden werd de toestand van de gehele opstand in oogenschouw genomen. Bomen in de categorie lichtgroen (LG) worden als twijfelgevallen beschouwd. Naast deze categorie werd bij de opnamen gebruik gemaakt van de categorieën geelgroen (GG), geel (G), geelbruin (GB) en dood. De beslissing in welke categorie een boom thuishoort is vaak subjectief.

De opnamen zullen voor onbepaalde tijd worden voortgezet.

5.4. VERWERKING VAN DE GEGEVENS

In tabel 3 worden de resultaten per proefperk en per opname gegeven. Het in de rubriek "ziek" gegeven aantal werd verkregen door optelling van de aantallen van de verschillende ziektestadia, met uitzondering van de licht-groene bomen. Het verloop van dit totaal over de periode dec. '68 - sept. '69 geeft een beeld van de mate van uitbreiding van de ziekte.

Tabel 3. Resultaten van de eerste 4 opnamen van de proefperken

proefperk nr. en aantal staan- de bomen	opname	aantallen per stadium ')					ziek = GG+G+GB	ziek + dood
		LG	GG	G	GB	dood		
1 (178)	1	19	4	1	-	3	5	8
	2	26	4	-	-	4	4	8
	3	29	12	1	-	4	13	17
	4	28	12	2	1	5	15	20
2 (241)	1	2	-	-	-	1	-	1
	2	3	-	1	1	1	2	3
	3	5	1	-	-	3	1	4
	4	5	1	-	-	3	1	4
3 (250)	1	14	1	-	-	1	1	2
	2	11	4	1	-	1	5	6
	3	13	2	1	2	1	5	6
	4	17	3	1	-	3	4	7
4 (138)	1	3	1	-	-	2	1	3
	2	4	-	1	-	3	1	4
	3	7	2	-	-	4	2	6
	4	12	2	-	-	4	2	6
5 (287)	1	38	4	1	-	5	5	10
	2	45	3	1	-	6	4	10
	3	43	15	2	-	6	17	23
	4	40	16	3	-	8	19	27
6 (201)	1	6	3	1	-	1	4	5
	2	8	2	2	-	1	4	5
	3	13	4	1	-	2	5	7
	4	16	9	1	-	3	10	13
7 (287)	1	9	3	1	-	3	4	7
	2	18	4	-	1	3	5	8
	3	20	7	1	2	3	10	13
	4	29	8	2	-	5	10	15
8 (16)	1	-	-	-	-	2	-	2
	2	-	-	-	-	2	-	2
	3	-	-	-	1	2	1	3
	4	2	-	-	-	3	-	3

Vervolg van tabel 3

proefperk nr. en aan- tal staan- de bomen	opname	aantallen per stadium ')					ziek = GG+C+GB	ziek + dood
		LG	GG	G	GB	dood		
9 (21)	1	1	-	-	1	2	1	3
	2	1	-	-	-	3	-	3
	3	3	-	-	-	3	-	3
	4	3	-	-	-	3	-	3
10 (25)	1	1	-	2	-	3	2	5
	2	-	1	1	1	3	3	6
	3	1	-	-	2	4	2	6
	4	2	-	-	-	6	-	6
11 (29)	1	3	1	-	-	4	1	5
	2	2	2	-	-	4	2	6
	3	3	3	-	-	4	3	7
	4	3	1	2	-	4	3	7
12 (35)	1	2	1	-	1	2	2	4
	2	1	3	-	-	3	3	6
	3	3	3	-	-	3	3	6
	4	7	3	-	-	3	3	6
13 (29)	1	1	-	1	-	1	1	2
	2	1	1	-	-	2	1	3
	3	3	2	-	-	2	2	4
	4	6	3	-	-	2	3	5
14 (79)	1	7	2	-	-	1	2	3
	2	5	2	-	-	3	2	5
	3	7	2	1	-	3	3	6
	4	10	2	-	1	3	3	6
15 (106)	1	2	2	-	-	9	2	11
	2	1	2	1	-	9	3	12
	3	1	1	-	2	9	3	12
	4	2	1	-	2	10	3	13

') LG = lichtgroen

GG = geelgroen

G = geel

GB = geelbruin

Tabel 4 geeft een totaalbeeld van alle proefperken te zamen. Bij de vierde opname waren 141 bomen ziek of reeds afgestorven op een totaal aantal van 1902. Dit betekent dat 7,4% van de bomen door het wortelrot is aangetast of er reeds aan gestorven is.

Tabel 4. Resultaten van de eerste vier opnamen voor alle proefperken samen

opname	aantallen per stadium ')				dood	ziek	dood + ziek
	LG	GG	G	GB			
1	108	22	7	2	40	31	71
2	126	28	8	3	48	39	87
3	151	54	7	9	53	70	123
4	191	61	11	4	65	76	141

') LG = lichtgroen
 GG = geelgroen
 G = geel
 GB = geelbruin

Het aantastingspercentage is het aantal zieke of reeds afgestorven bomen berekend in procenten van het aantal in december 1968 aanwezige exemplaren (tabel 5). In feite zal dit cijfer hoger moeten zijn, omdat veel van de door onbekende oorzaak verdwenen bomen (= verschil aantal oorspronkelijk aanwezige bomen en in dec. '68 aanwezige bomen) het slachtoffer zijn geworden van het wortelrot. Dit geldt vooral voor de proefperken 8 t/m 13 die rondom een reeds vergevorderde haard heen werden aangelegd.

Tabel 5. Aantastingspercentage voor de eerste vier opnamen benevens het verschil tussen die van de vierde en de eerste

proef- perk nr.	aantal bomen		ziek + dood				aantastings-%				verschil in % tussen 4 en 2
	oorspr. aanwezig	aanwezig in dec. '68	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	200	178	8	8	17	20	4,5	4,5	9,5	11,2	6,7
2	256	241	1	3	4	4	0,4	1,2	1,6	1,6	1,2
3	256	250	2	6	6	7	0,8	2,4	2,4	2,8	2,0
4	144	138	3	4	6	6	2,9	2,9	4,3	4,3	1,4
5	300	267	10	10	23	27	3,7	3,7	8,6	10,1	6,4
6	254	201	5	5	7	13	2,4	2,4	3,4	6,5	4,1
7	300	287	7	8	13	15	2,4	2,8	4,6	5,2	2,8
8	17	16	2	2	3	3	12,5	12,5	18,7	18,7	6,2
9	38	21	3	3	3	3	14,3	14,3	14,3	14,3	-
10	27	25	5	6	6	6	20,0	24,0	24,0	24,0	4,0
11	38	29	5	6	7	7	17,2	20,7	24,1	24,1	6,9
12	40	35	4	6	6	6	11,4	17,1	17,1	17,1	5,7
13	39	29	2	3	4	5	6,9	10,3	13,7	17,2	10,3
14	127	79	3	5	6	6	3,8	6,2	7,6	7,6	3,8
15	158	106	11	12	12	13	10,4	11,3	11,3	12,2	1,8
totaal	2194	1902	71	87	123	141					

Ten einde een beeld te verkrijgen van de snelheid waarmee een aangetaste boom de verschillende stadia doorloopt, werd een systeem toegepast waarbij voor elk doorlopen stadium 1 punt wordt toegekend. Het stadium lichtgroen werd ook hier niet meegerekend. Per proefperk werd over iedere periode het totaal aantal doorlopen trappen berekend (tabel 6). Periode A is de tijd verlopen tussen opnamen 1 en 2, periode B die tussen opnamen 2 en 3 en periode C die tussen opnamen 3 en 4.

Tabel 6. Snelheid van de progressie van de symptomen in de drie perioden *) tussen de eerste vier opnamen, alsmede voor die van de gehele periode tussen vierde en eerste opname

proef- perk nr.	aantal zieke en stervende bomen			aantal doorlopen trappen			snelheid symp- toom progressie			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A+B+C
1	5	13	16	2	10	9	0,4	0,7	0,6	1,7
2	2	3	2	5	4	0	2,5	1,3	-	3,8
3	5	5	6	5	4	3	1,0	0,8	0,5	2,3
4	2	3	2	5	4	0	2,5	1,3	-	3,8
5	5	17	21	3	14	10	0,6	0,8	0,5	1,9
6	4	6	11	1	3	9	0,3	0,5	0,8	1,6
7	5	10	12	2	8	5	0,4	0,8	0,4	1,6
8	0	1	1	0	3	1	-	3,0	1,0	4,0
9	1	0	0	1	0	0	1,0	-	-	1,0
10	3	2	0	2	4	2	0,6	2,0	-	2,6
11	2	3	3	1	1	2	0,5	0,3	0,6	1,4
12	4	3	3	3	0	0	0,8	-	-	0,8
13	2	2	3	3	1	1	1,5	0,5	0,3	2,3
14	4	3	3	8	2	1	2,0	0,6	0,3	2,9
15	3	3	4	2	3	4	0,6	1,0	1,0	2,6
totaal	47	74	87	43	61	47	14,7	13,6	6,0	34,3

*) A = periode tussen eerste en tweede opname
 B = " " tweede en derde "
 C = " " derde en vierde "

De snelheid van de progressie van de symptomen werd verkregen door het aantal doorlopen trappen per periode en per proefperk te delen door het aantal in die periode ziek zijnde en stervende bomen. Dit aantal is het aantal zieke en reeds afgestorven exemplaren aan het eind van een bepaalde periode verminderd met het aantal afgestorven bomen aan het begin van die periode.

In de fig. 1 t/m 4 worden ter illustratie van de uitbreidingswijze van de ziekte plattegronden van twee haarden op respectievelijk de eerste en de vierde opnamedatum gegeven. Figuren 1 en 2 betreffen een haard in proefperk 1. De eerste figuur geeft de situatie in dec. '68; 2 zieke, 3 dode en 7 "verdachte" exemplaren. In sept. '69 (fig. 2) was dit resp. 6, 5 en 12. Het andere voorbeeld (fig. 3 en 4) is een haard in proefperk 5. De situatie in dec. '68 (fig. 3) was: 1 zieke, 4 dode en 6 verdachte bomen, terwijl dit in sept. '69 resp. 4, 6 en 7 was.

5.5. OPMERKINGEN

- 1) Uit de tabellen 3 en 4 blijkt dat het aantal zieke en dode bomen in de proefperken zich in een periode van 9 maanden heeft verdubbeld.
- 2) Uit tabel 4 blijkt dat de categorie GG, en de categorie G in mindere mate, niet constant zijn doch toenemen. Indien de toename van het aantal ziektegevallen constant zou zijn over een bepaalde periode dan zouden, vanwege de doorstroming naar de categorie dood, de aantallen in de verschillende categorieën ongeveer gelijk moeten blijven.
- 3) De aanzienlijke toename van het aantal zieke bomen in de periode maart '69 - juni '69 wijst mogelijkerwijze op een verband tussen de korte droge tijd en de uitbreiding van de ziekte. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de boom door watergebrek minder weerstand kan bieden tegen de schimmel. Of deze gedachtengang juist is zal moeten blijken uit de nog ontbrekende gegevens over de periode sept. '69 - dec. '69 (lange droge tijd).
- 4) Indien de toename van het percentage zieke en afgestorven bomen (tabel 5, laatste kolom) vergeleken wordt met de snelheid van symptoomprogressie (tabel 6, laatste kolom) dan blijkt hiertussen geen verband te bestaan. Een hoog aantal nieuwe ziektegevallen ging dus niet noodzakelijkerwijs samen met een snelle progressie van de symptomen.

6. ECOLOGIE

6.1. INLEIDING

Indien de mogelijkheden voor de bestrijding van plantenziekten worden onderzocht, is naast een goede kennis van de etiologie en epidemiologie ook kennis van de ecologie van het betreffende pathogeen van groot belang. Dit laatste is vooral het geval indien gedacht wordt aan biologische bestrijdingsmogelijkheden. De studie van de ecologie van het pathogeen houdt in een bestudering van de milieufactoren welke het in zijn groei en ontwikkeling beïnvloeden. Onderscheid dient gemaakt te worden tussen fysische, edafische en biotische factoren. Deze onderscheiding is nuttig voor het denken maar in de praktijk lopen

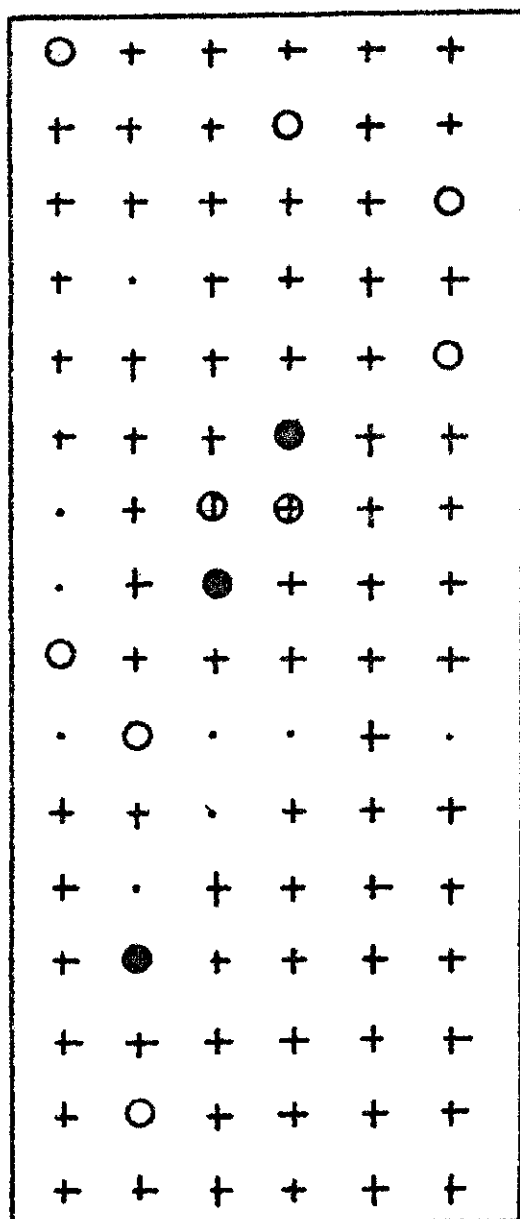


fig. 1. Een haard in proef-
perk 1. Situatie in dec. 1968

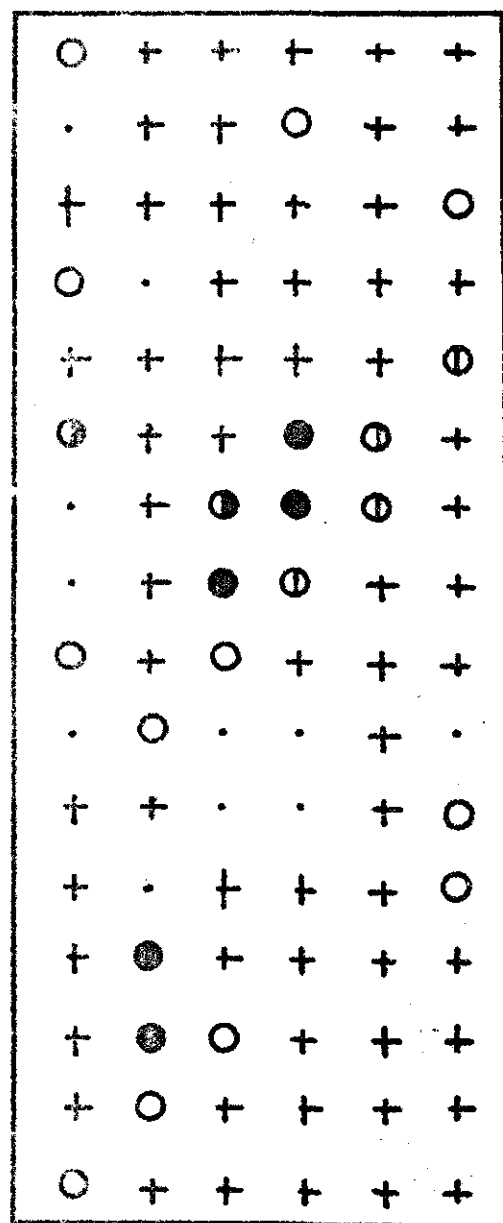


fig. 2. Een haard in proef-
perk 2. Situatie in sept. 1969

Verklaring der tekens in figuren 1 t/m 4:

- . : boom door onbekende oorzaak verdwenen (waarschijnlijk wortelrot).
- + : gezonde boom
- : lichtgroen
- ① : geelgroen
- ⊕ : geel
- : geelbruin
- : dood

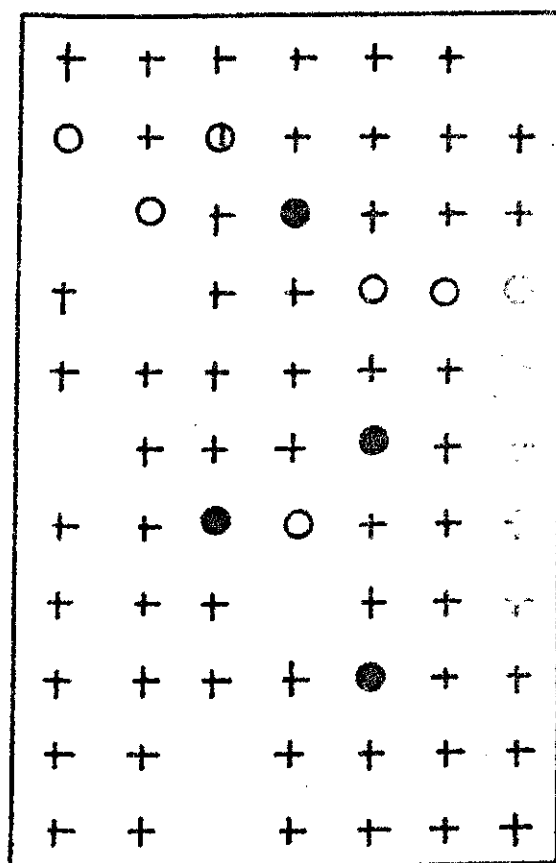


fig. 3. Een haard in proefperk 5.
Situatie in dec. 1968

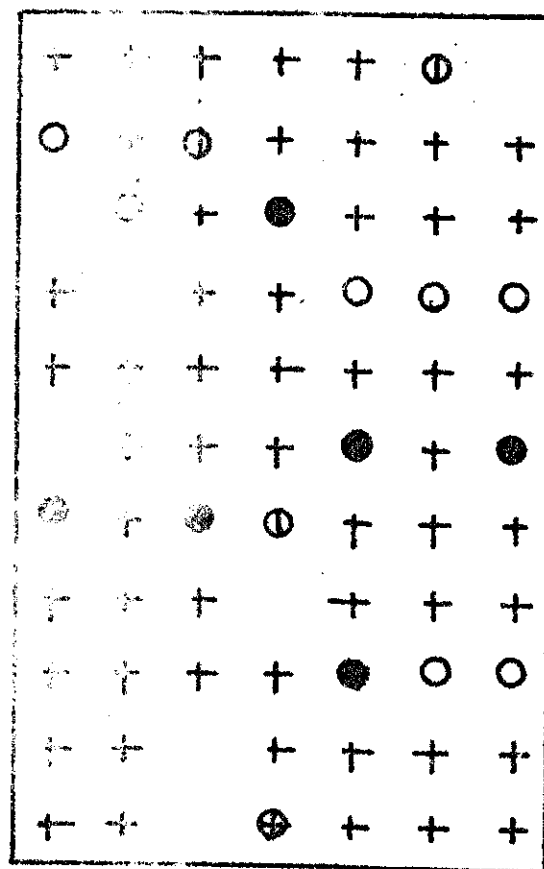


fig. 4. Een haard in proefperk 5.
Situatie in sept. 1969

de grenzen vaak op onontwarbare wijze door elkaar heen. Bovendien beïnvloeden de verschillende factoren elkaar vaak in sterke mate. Gebruik makend van de kennis van de ecologie van de schimmel kunnen maatregelen genomen worden waardoor de ziekteverwekker onderdrukt wordt. Voorbeelden zijn: het toepassen van groenbemesters, het regelen van de waterhuishouding, het aanhouden van een braakperiode, het wijzigen van de zuurgraad van de bodem, enzovoort.

6.2. FYSISCH FACTOREN

Over de invloed van de fysische factoren licht, vocht en temperatuur op het voorkomen en de ontwikkeling van het Pinus wortelrot is nog weinig bekend. Het is komen vast te staan (zie onder 6.4) dat de Pwr-schimmel niet door zeer droge en ook niet door zeer natte grond groeit.

Voor reinkultures op MA werd gevonden dat de Pwr-schimmel in het licht en in het donker even snel groeit en dat de temperatuur in het traject 24° - 29° geen merkbare invloed uitoefent op de ontwikkeling van het mycelium. Het was helaas niet mogelijk metingen te verrichten in een ruimer temperatuurtraject.

Uit veldwaarnemingen is gebleken dat haarden vaak ontstaan op slecht gedraineerde plaatsen. Dit was onder meer het geval in vak 26a te Blakawatra. Hier werden twee haarden waargenomen op laag gelegen, slecht ontwaterde terreingedeelten. De mogelijkheid bestaat dat het wortelrot zich hier sneller uitbreidt doordat de bomen zwakker zijn dan normaal. Uit gegevens van de Dienst 's Lands Bosbeheer bleek dat stagnerend water op zich al sterfte veroorzaakt (LBB, 1956). In het algemeen is dit fataal voor vele boomsoorten (BOYCE, 1961). Ook te Powakka bevonden zich vaak aantastingshaarden op dergelijke natte plaatsen. In één geval was hier sprake van een zeer ernstig aantastingscentrum. Er was reeds eenmaal een herbeplanting verricht. Van deze jongere bomen waren de meesten echter weer aangetast of gestorven.

6.3. EDAFISCHE FACTOREN

De ziekte komt voor op bijna alle grondsoorten (LBB, 1966). Op zeer arme gronden (humusloos wit Zanderij-zand) werden geen gevallen van wortelrot waargenomen. De oorspronkelijke begroeiing bestond hier uit grassen en lage struiken, zodat de oorzaak van het niet voorkomen van de ziekte waarschijnlijk eerder gezocht moet worden in het ontbreken van houtresten ("food-base") dan in de grond zelf. Voorts komt, zoals vermeld in 6.2, het wortelrot vooral voor op slecht gedraineerde terreingedeelten.

6.4. BIOTISCHE FACTOREN

6.4.1. Antagonisme

De gevoeligheid van de Pwr-schimmel voor mycostatische en mycolytische factoren bleek uit een aantal laboratoriumproeven. In deze proeven werden steeds twee grondsoorten gebruikt namelijk het humusloze, witte Zanderij-zand en CELOS-potgrond. Het vochtgehalte bedroeg, tenzij anders vermeld, ongeveer 5%.

Het eerste experiment bestond uit het aanbrengen van een laagje wateragar op grond in petrischalen. In het midden van deze schalen werd een stukje agar met mycelium uit kultures op moutagar gelegd (cf. FOX, 1965). Er waren steeds 4 objecten, namelijk:

- A. gesteriliseerd Zanderij-zand;
- B. niet steriel Zanderij-zand;
- C. gesteriliseerde potgrond;
- D. niet steriele potgrond.

In de schalen met de objecten A en C groeiden de hyfen van de Pwr-schimmel uit over de wateragar. In object B bleef de schimmel beperkt tot het stukje moutagar dat gebruikt werd als inoculatiemateriaal (mycostase) en in het object D stierf de schimmel geheel af (mycolyse).

In een tweede proef werden ruim 60 cm lange glazen buizen met een diameter van 20 mm gebruikt. De buizen werden voor een groot deel gevuld met grond. De helft dezer gevulde buizen werd geautoclaveerd. Dit gaf dezelfde objecten A, B, C en D als in het voorgaande experiment. In de onderste 10 cm van deze buizen werden vervolgens aseptisch met de Pwr-schimmel doorgroeiende houtkrullen gepropt, waarna de buis afgesloten werd met een steriele rubberstop (cf. FOX, 1965).

In de objecten A en C groeide de schimmel door de grond met een snelheid van 1,2 cm per dag en was na ruim vijf weken boven in de buis angekommen. De schimmel groeit door de grond op zoek naar nieuw voedsel. De energie voor deze groei betreft hij uit de "food-base". De groei was door de wand van de buis duidelijk te volgen. In buizen waarin de grond erg nat was gemaakt, was de groeisnelheid zeer gering, waarschijnlijk ten gevolge van een slechte aëratie. In de niet steriele objecten B en D vond geen enkele groei vanuit het inoculum de grond in plaats. Zelfs vond in vele buizen, waarschijnlijk ten gevolge van bacteriegroei, lysis van de schimmel in het inoculum plaats.

In een derde experiment werden bovenop grond in petrischalen twee stukjes hout gelegd op diverse onderlinge afstanden. Het ene stukje hout bevatte de wortelschimmel, het andere niet. Hierbij waren vele variaties mogelijk. In de allereerste plaats werden weer dezelfde vier objecten A, B, C en D toegepast als in beide voorgaande experimenten. Proeven uitgevoerd met een stukje steriel hout aan de ene kant van de schaal en een stukje met de Pwr-schimmel doorgroeid hout aan de andere kant bevestigden wederom het in de voorgaande proeven verkregen beeld.

In de objekten A en C met steriele grond groeide de schimmel via de grond vanuit het ene stukje hout naar het andere en doorgroeide dit op zijn beurt. In de niet steriele objekten B en D vond daarentegen geen groei van de schimmel door de grond plaats. Indien het vochtgehalte van de grond in de schalen werd gevarieerd had dit weinig invloed op de groeisnelheid van de schimmel in de objekten A en C. Een uitzondering vormden de met water verzadigde en de zeer droge grond.

In plaats van met de Pwr-schimmel doorgroeide stukjes gesteriliseerd hout werd in bepaalde proefseries ook gebruik gemaakt van uit het veld meegebrachte stukjes zieke wortel met mycelium op en tussen de bastplaten. De schimmel wilde in dit geval niet uitgroeien. Dit was waarschijnlijk te wijten aan een antagonistische werking van de op deze stukjes zich welig ontwikkelende groei van *Trichoderma* sp. Ook werden enige *Chaetomium* spp. en *Penicellium*-achtige schimmels waargenomen.

De resultaten waren dus alleen maar positief wanneer gebruik gemaakt werd van reinkultures van de Pwr-schimmel op steriel hout in overigens ook volkomen steriele objekten. Onder deze laatste omstandigheden bleek dat, indien beide houtstukjes in steriele plastic dozen op een onderlinge afstand van 15 cm werden gelegd, de schimmel in staat was om deze afstand in ongeveer een week tijds te overbruggen.

De gevonden hoge gevoeligheid voor antagonisten is in tegenspraak met het feit dat de schimmel soms buiten op de wortels wordt aangetroffen. Hiervoor is geen verklaring gevonden.

6.4.2. Mycorrhizae

In het genus *Pinus* zijn de mycorrhizae overwegend ectotroof (MIROV, 1967). Deze ectotrofe mycorrhizae zijn noodzakelijk voor een goede groei en ontwikkeling van het plantsoen op niet-rijke gronden. Omdat mycorrhizae de voedings-toestand van een boom gunstig beïnvloeden, hebben zij ook een indirecte invloed op de vatbaarheid van een plant voor pathogenen. ZAK (1964) veronderstelt dat ectotrofe mycorrhizae ook op directe wijze de weerstand van wortels, die bij de voedselopname betrokken zijn ("feeder roots"), tegen wortelpathogenen verhogen. Hij onderscheidt een viertal mogelijkheden: (1) het gebruik van koolhydraten en andere stoffen in de wortel waardoor de aantrekkelijkheid ervan voor wortelpathogenen afneemt; (2) de aanwezigheid van een mechanische barrière in de vorm van een schimmelmantel; (3) het afscheiden van antibiotica die potentiële pathogenen remmen in hun groei of zelfs doden; en (4) de aantreking van een speciale beschermende rhizosfeerflora door de mycorrhizae.

Over de mycorrhizae van *Pinus caribaea* in Suriname is weinig bekend. Het enige dat vast staat is dat *Pisolithus tinctorius* (Pers) Coker & Couch er mycorrhizae vormt.

De vruchtlichamen van deze schimmel worden in het gehele areaal veelvuldig aangetroffen. Of er nog meer mycorrhizavormende schimmels zijn is niet zeker. De mogelijkheid bestaat dat *Pinus caribaea* in zijn natuurlijke verspreidingsgebied een andere mycorrhizavormende flora heeft dan in Suriname. Het is niet uitgesloten dat indien dit zo is, de invoering van deze flora een gunstige invloed heeft op de weerstand van de *Pinus*-wortels tegen het wortelrot. De wijze waarop mycorrhizavormende schimmels in Suriname zijn ingevoerd is niet meer precies na te gaan. Waarschijnlijk is dit gebeurd met een hoeveelheid grond uit Brits-Honduras. Volgens Dr. F. Hackskaylo, met wie over dit onderwerp werd gecorrespondeerd, is het in dat geval onwaarschijnlijk dat *P. tinctorius* de enige aanwezige mycorrhizavormer zou zijn. Hij merkt op soortgelijke ervaringen te hebben opgedaan in Puerto Rico. De krachtige kolonisatie van grond door *P. tinctorius* en het feit dat hij gemakkelijk fructificeert in associatie met *P. caribaea* kan de indruk wekken dat het de enige aanwezige mycorrhizavormer is. Volgens MARX & DAVEY (1969) is *P. tinctorius* erg thermofiel en vormt mycorrhizae bij temperaturen van 27°- 39°C. Bovendien verwijzen zij naar literatuur waaruit blijkt dat de schimmel-temperaturen van 75°C in de grond kan overleven. Dit is interessant in verband met de hoge temperaturen die bijvoorbeeld in het witte Zanderij-zand kunnen worden aangetroffen. Andere mycorrhizavormende schimmels met lagere temperatuuroptima zijn hiertegen wellicht minder goed bestand. Ten einde in een en ander meer inzicht te verkrijgen werd een begin gemaakt met een onderzoek naar de samenstelling van de mycorrhizavormende flora in *Pinus*-kultures in Suriname. In de aanplantingen te Zanderij, Singrilanti, Moeroekreek, Powakka en Blakawatra werden mycorrhizae ingezameld. Omdat morfologische kenmerken op zich weinig zeggen over de betrokken schimmels, dienen deze uit de mycorrhizae geïsoleerd en met elkaar vergeleken te worden. Qua uiterlijk verschillende typen werden, telkens voor iedere plantherkomst, uitgelegd op Modified Melin Norkrans (MARX, 1969) en Hagem media. Ter vergelijking werden tevens sporen en stukjes weefsel van jonge vruchtlichamen van *P. tinctorius* op deze media gebracht. De samenstelling van het Modified Melin Norkrans medium was als volgt:

Ca Cl ₂	0,05	g
Na Cl	0,025	g
KH ₂ PO ₄	0,5	g
(NH ₄) HPO ₄	0,25	g
Mg SO ₄ 7H ₂ O	0,15	g
Fe Cl ₃ (1%)	1,2	ml
Thiamine, HCL	100	ug
Moutextract (poeder)	3	g
Sucrose	10,0	g
Agar	15	g
Aqua dest.	tot	1 liter

De samenstelling van het Hagem medium was:

Agar	15 g
Moutextract	5 g
Glucose	5 g
KH_2PO_4	0,5 g
$\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g
$\text{NH}_4\text{ CL}$	0,5 g
FeCl_3	0,5 ml (1% oplossing)
Aqua dest. tot	1 liter

Ontsmetting van het uit te leggen materiaal geschiedde door het 30 sec. onder te dompelen in H_2O_2 (30%).

In géén enkel geval werd een positief resultaat verkregen. Meestal werden andere dan de gezochte schimmels geïsoleerd, zo niet dan werden de kolonies door mijten vernietigd. Gezien het zeer lage slagingspercentage voor dergelijke isolaties is het noodzakelijk deze experimenten op grotere schaal te herhalen. Hierbij zal dan inoculatie op steriel opgekweekte Pinus-plantjes noodzakelijk zijn om het bewijs te leveren dat een geïsoleerde schimmel inderdaad een mycorrhizavormer is.

7. BESPREKING

Uit het voorgaande kan de conclusie getrokken worden dat het Pinuswortelrot hoogstwaarschijnlijk wordt veroorzaakt door een schimmel behorend tot de klasse der Basidiomyceten. Ook is het waarschijnlijk dat deze schimmel behoort tot de familie der Polyporaceae, indien ervan uitgegaan wordt dat de Pwr-schimmel identiek is aan de door Dr. Pawsey (LBB-Archief, 1968) aan Dr. M. Nobles opgestuurde schimmel. Een juiste benaming en classificatie kan pas volgen na het verkrijgen der vruchtlichamen.

De schimmel is waarschijnlijk afkomstig van al of niet dode wortels van de oorspronkelijke begroeiing. Het is mogelijk dat na identificatie van de schimmel een nader inzicht zal kunnen worden verkregen in de verspreiding ervan op de wortels der natuurlijke flora. Het voorkomen van het Pinus wortelrot in vele arealen wetttigt het vermoeden dat zij op meerdere soorten van deze flora aanwezig moet zijn. Indien dit een beperkt aantal zou zijn, dan zou dit de bestrijding vergemakkelijken. Dr. Pawsey noemt in het bijzonder *Mora excelsa*. Deze komt in Suriname voornamelijk in het rivieroeverbos voor, zodat deze soort hier moeilijk in verband kan worden gebracht met het wortelrot. Het is zeer goed mogelijk dat de Pwr-schimmel aan de wortels van de bomen in de natuurlijke vegetatie weinig of geen schade berokkent. In de inleiding werd reeds gewezen op het gevaar dat niet of minder aangepaste exoten lopen ten aanzien van dergelijke parasieten.

Omtrent de factoren die de mogelijke predispositie van *P. caribaea* bepalen valt vooralsnog weinig te zeggen. Het schijnt dat het probleem niet tot Suriname beperkt is. Volgens Dr. Pawsey waren door Dr. M. Nobles gelijksoortige kultures ontvangen van Dr. Cardoso May welke waren geïsoleerd uit zieke wortels van *Pinus elliottii* Engelm. in Brazilië. Dr. Voorhoeve (pers meded.) van de Dienst 's Lands Bosbeheer heeft in 1969 in Costa Rica bomen gezien in *P. caribaea*-opstanden welke op het oog dezelfde symptomen te zien gaven als het *Pinus* wortelrot in Suriname. Bij een recent bezoek van de auteur aan Frans Guyana werd in een *Pinus*-kultuur ten zuiden van Cayenne eveneens (mogelijk hetzelfde) wortelrot waargenomen. Tussen de bastplaten van de wortels aldaar werd eveneens wit mycelium gevonden. De ziekte is in het natuurlijk verspreidingsgebied van *P. caribaea* tot nu toe niet bekend. ETHERIDGE (1968) trof in Brits Honduras geen soortgelijke ziekten aan.

Een overzicht van het voorkomen van het wortelrot in het gehele Surinaamse *Pinus*-areaal is gewenst. Tot nu toe is een dergelijke inventarisatie niet mogelijk gebleken daar het opnemen van zo'n 2800 ha zeer moeilijk en tijdrovend is.

Een oplossing voor dit probleem kan zijn het gebruikmaken van luchtfoto's. Door het Centraal Bureau Luchtkartering (CBL) werd eind oktober een aantal proefopnamen gemaakt van de oudere kultures te Singrilanti. Door een samenloop van omstandigheden kon dit niet eerder en op meerder plaatsen gebeuren. Op de gemaakte foto's waren de open plaatsen van de vergevorderde haarden duidelijk zichtbaar. Indien aanwezig konden zieke bomen aan de rand van de haarden worden waargenomen, zij het met moeite. Dit gold voornamelijk voor zwart-wit foto's en in mindere mate voor kleurenopnamen. Het is nog de vraag of de door de Pwr-schimmel aangetaste bomen in jongere kultures ook zijn waar te nemen. Mocht blijken dat de luchtfotografie uitkomst biedt, dan zouden foto's van het gehele areaal een beeld kunnen geven van het voorkomen van de ziekte en daarmee ook een indruk van de totale schade. Voorts kunnen dan wellicht verbanden worden gelegd tussen het optreden van de ziekte en bodemverschillen, leeftijd van de aanplant, oorspronkelijke begroeiing etc. Een eventuele herhaling van dergelijke fotograferingen zou een inzicht geven in de uitbreidingssnelheid van de ziekte in het gehele areaal.

Naast de gewone zwart-wit- en kleurenfilms dienen ook de mogelijkheden tot het gebruik van infra-rood fotografie nagegaan te worden. Wellicht komen verschillen met gezonde bomen beter tot uiting. Dit is vooral van belang in verband met herkenning van in een vroeg stadium van de ziekte verkerende bomen.

Wat bestrijdingsmogelijkheden betreft biedt het nemen van bepaalde maatregelen waarschijnlijk de meeste perspectieven. Omdat de ziekteverwekker zeer waarschijnlijk afkomstig is uit resten van de oorspronkelijke vegetatie ligt het voor de hand deze resten te verminderen en/of te verkleinen. Het volledig verwijderen van genoemde resten is economisch niet haalbaar, tenzij mocht blijken dat de

schimmel voorkomt op een beperkt aantal soorten der natuurlijke flora. In dit geval kan volstaan worden met het verwijderen van de resten van die bepaalde soorten. Het verkleinen van de resten, dus van de "food-base", heeft tot gevolg dat de schimmel minder energie ter beschikking heeft om de Pinus-wortel te infekteren. Deze verkleining van de "food-base" kan bijvoorbeeld geschieden door vóór de aanplant van Pinus het terrein te beplanten met een bodembedekker. De houtresten worden dan dankzij het rijkere biologische leven in de grond sneller omgezet. Eventueel kan de bodembedekker na de aanplant van Pinus gedurende bepaalde tijd tussen de rijen gehandhaafd blijven. Een ander punt bij de bodembedekkende gewassen is dat het antagonistisch effect van de grond vergroot wordt (cf. FOX, 1964). Uit de experimenten beschreven in 6.4.1 is gebleken dat de Pwr-schimmel hiervoor zeer gevoelig is. Proeven in verband met de ontwikkeling van het wortelrot bij de aanplant van bodembedekkers kunnen pas goed opgezet worden wanneer een goede inoculatietechniek is ontwikkeld.

Op de wenselijkheid van een nader inzicht in de invloed van de aanwezige mycorrhizaflora op de ziekte werd reeds gewezen (6.4.2). Een andere mogelijkheid is de te vellen bomen of stronken te behandelen met bepaalde chemische middelen. Hierbij wordt o.a. gedacht aan oxathiïne, een systemisch middel tegen Basidiomyceten (EDGINGTON & BARRON, 1967). De Pwr-schimmel bleek niet te groeien op moutagar waarin de concentratie van oxathiïne groter was dan één ppm. Het middel kan niet curatief gebruikt worden, omdat mycorrhizavormende schimmels bijna allen behoren tot de klasse der Basidiomyceten.

Het is nog niet bekend wat er gebeurt indien een besmette opstand wordt gekapt en herbeplanting plaatsvindt met Pinus. Door een hoge inoculatiepotentiaal bestaat de kans op een versterkt optreden van het wortelrot. Om dit te vermijden zouden alle zieke Pinus-resten verwijderd of met fungiciden behandeld moeten worden.

Het in het verslag beschreven werk beslaat een periode van 6 à 9 maanden. Daardoor kon het onderzoek slechts van oriënterende aard zijn. Tot slot de laatste regels van de dissertatie van CROSJEAN (1942) die ook voor dit verslag geschreven zouden kunnen zijn:

"Er is wel geen duidelijker illustratie van de moeilijkheden waarmee deze onderzoekingen te kampen hebben, dan de woorden van Boyce, die, wanneer een zijner leerlingen de wens te kennen geeft, over dit onderwerp een studie te beginnen, gewoon is hem de vraag te stellen: "Will you take five or ten years for it?"

Zo is het duidelijk, dat dit onderzoek, dat uiteraard aan tijd gebonden was, niet meer kan zijn dan een enkele stap op deze, geduld vergende weg".

8. LITERATUUR

- BOERBOOM, J.H.A & P.W.Th. Maas, 1970. Canker of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna* in Surinam caused by *Endothia havanensis*. *Turrialba*, 22 (in press).
- BOYCE, J.S., 1961. Forest pathology, 3rd ed. Mc Grawhill, New York. etc.
- DAVIDSON, R.W., W.A. CAMPBELL & Dorothy J. BLAINDELL, 1938. Differentiation of wood-decaying fungi by their reactions on gallic or tannic acid medium. *J. Agr. Res.*, 57: 683-695.
- EDGINGTON, L.V. & G.L. BARRON, 1967. Fungitoxic spectrum of oxathiin compounds. *Phytopathology* 57: 1256-1257.
- ETHERIDGE, D.E., 1968. Preliminary observations on the pathology of *Pinus caribaea* Morelet in British Honduras. *Commonw. For. Rev.* 47(1): 72-80.
- FOX, R.A., 1965. The role of biological eradication in root disease control in replantings of *Hevea brasiliensis*. In: K.F. Baker & W.C. Snyder (edn). *Ecology of soil-borne plant pathogens*. University of California Press, Berkeley.
- GARRETT, S.D., 1960. *Biology of root-infecting fungi*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GROSJEAN, J., 1942. Het parasitaire karakter van eenige Polyporaceën. *J. Muussens*, Purmerend.
- HEIM, R., C. MOREAU, Mireille MOREAU & C. JACQUIOT, 1948. Une affection chancreuse de l'*Ocroumé* au Gabon. *Revue Mycol., Suppl. colon.* XIII (1): 13-28. (Ref: RAM 28: 40-41).
- KUHLMAN, E.G. & F.F. HENDRIX, jr., 1962. A selective medium for the isolation of *Fomes annosus*. *Phytopathology* 52: 1310-1312.
- LBB, z.j. Extract of Dr. Pawsey's report, Trinidad. In: *Archief 's Lands Bosbeheer*, Paramaribo. File 4-232, *Pinus ziekten*.
- LBB, 1956. *Jaarverslag 's Lands Bosbeheer* 1955: 11, Paramaribo.
- LBB, 1966. *Jaarverslag 's Lands Bosbeheer* 1965: 30, Paramaribo.
- LEMCKERT, J.D., 1969. Wortelrot van *Pinus caribaea* Morelet. *Celos rapporten* no. 21 (4).
- LÜCKHOFF, H.A., 1964. The natural distribution, growth and botanical variation of *Pinus caribaea* and its cultivation in South Africa. *Annals of the University of Stellenbosch*, vol. 39, serie A, no.1.

- MARX, D.H., 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. *Phytopathology* 59: 153-163.
- MARX, D.H. & C.B. DAVEY, 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. III. Resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora einnamoni*. *Phytopathology* 59: 549-558.
- MIROV, N.T., 1967. The genus *Pinus*. The Ronald Press Company, New York.
- NOBLES, M.K., 1948. Studies in forest pathology VI. Identification of cultures of wood rotting fungi. *Can. J. Res., sect. C.*, 26: 281-431.
- RUSSELL, P., 1956. A selective medium for the isolation of Basidiomycetes. *Nature* 177: 1038-1039.
- RUTTON, R.F. & A.J. RIKER, 1959. Artificial inoculation of pine and spruce roots with *Armellaria mellea*. *Phytopathology* 49: 615-622.
- TAMBLYN, N. & E.W.B. DA COSTA, 1958. A simple technique for producing fruit bodies of wood destroying Basidiomycetes. *Nature*, 181: 578-579.
- WHITNEY, R.D., 1963. Artificial infection of small spruce roots with *Polyporus tomentosus*. *Phytopathology* 53: 441-443.
- ZAK, B., 1964. Role of mycorrhizae in root-disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2: 377-392.