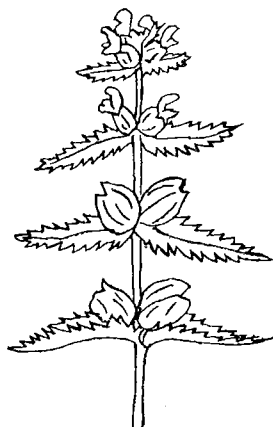


**-ONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN BODEMNUTRIËNTEN
OP KIEMING & GROEI VAN RHINANTHUS SEROTINUS.**

**-ONDERZOEK NAAR KUNSTMATIGE DOORBREKING VAN
DORMANCY VAN RHINANTUS SEROTINUS-ZADEN.**

**Giny Kasemir
(mrt.-okt. 1982)**



Klappertopf

*Was hat der Klappertopf
in seinem hohlen Kopf?
Nur wieder Klappertöpfe
Ihr Plapperköpfe!*

K.H. Waggerl.

Doktoraalverslag

Vakgroep Plantenoecologie R.U.G.
Biologisch Centrum
Haren (Gn).

Doktoraalverslagen van de Vakgroep Plantenoecologie zijn interne rapporten, dus geen officiële publikaties.

De inhoud varieert van een eenvoudige bespreking van onderzoeksresultaten tot een concluderende discussie van gegevens in wijder verband.

De konklusies, veelal slechts gesteund door kortlopend onderzoek, zijn meestal van voorlopige aard en komen voor rekening van de auteur(s).

Overname en gebruik van gegevens slechts toegestaan na overleg met auteur(s) en/of Vakgroepbestuur.

INHOUD

1- Inleiding & vraagstellingen	1
2- Materiaal & methoden	
a- Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem	4
b- Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden	5
c- Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden	6
3- Resultaten	
a- Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem	9
b- Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden	18
c- Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden	28
4- Conclusies	
a- Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem	42
b- Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden	43
c- Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden	43
5- Discussie	
a- Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem	45
b- Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden	46
c- Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden	47
6- Samenvatting	49
7- Literatuurlijst	51

1- INLEIDING & VRAAGSTELLINGEN

In de door SBB (Staatsbosbeheer) beheerde graslanden in het stroomdallandschap van de Drentsche Aa wordt geprobeerd de soortenrijkdom te vergroten door de percelen, die jarenlang intensief werden bemest, te verschralen (Bakker, 1976). Dit verschralen gebeurt door éénmaal per jaar maaien en afvoeren met eventueel naweiden.

In dit gebied komt de grote ratelaar voor (*Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Obozny). In percelen die pas in beheer zijn genomen (successiefase: jaar nul = 0) komt *Rhinanthus serotinus* niet voor; na 2-3 jaar verschralen verschijnt *Rhin. ser.* in de vegetatie (successiefase: voortop = VT). De populatiedichtheid neemt toe tot na 8-10 jaar beheer de top is bereikt (40-50% bedekking, successiefase: toppop = TP). Na enkele jaren "stort de populatie in": *Rhin. ser.* blijft in de vegetatie aanwezig, maar met een veel lager bedekkingspercentage (successiefase: natop = NT).

Er wordt onderzoek gedaan naar de oorza(a)k(en) van genoemde veranderingen in de *Rhin. ser.* populatie. Een nadeel bij onderzoek aan deze soort is het feit dat *Rhin. ser.* een half-parasiet is: er moet gewerkt worden met een gastheer. Voordelen zijn de éénjarigheid van *Rhin. ser.* en het feit dat het nauwelijks een zaadbank opbouwt, zodat de populatiedichtheid in een bepaald jaar, voor zover deze wordt bepaald door de zaadproductie, afhangt van de populatie in het voorafgaande jaar (de Hullu, 1981).

In mijn deel van het onderzoek wil ik nagaan of de veranderingen in de populatie afhankelijk zijn van de veranderingen in de bodemvruchtbaarheid. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de pH heel weinig verandert (tot enkele tienden) (Hosper, 1981); verandering in pH zal waarschijnlijk niet de oorzaak zijn van de populatieveranderingen. Uit eerder onderzoek is gebleken dat bij verschralend beheer na een aantal jaren tekorten ontstaan aan de macronutriënten N, P, K en Ca (Jansen, Pathuis, Wemmenhove, 1981). Deze tekorten zijn aangetoond middels bodemanalyses. Deze bodemanalyses geven de totale hoe-

veelheden aanwezige nutriënten; dit zegt echter weinig over de beschikbaarheid van de nutriënten voor de plant. M.b.v. de Bouma-Janssen methode (Muller, 1979) zal worden gekeken of, en zo ja, welke relatieve nutriëntentekorten voorkomen in gronden van percelen die verschillen in de tijd waarin SBB ze in beheer heeft. Ook zal worden nagegaan of genoemde nutriënten invloed hebben op de kieming van Rhin. ser. zaden.

Bij experimenten met *Rhinanthus* wordt veel gebruik gemaakt van gekiemde ratelaarzaden. Rhin.zaden worden met demi-water in kiemkasten van 5°C in het donker geplaatst. Het duurt dan ongeveer twee maanden voor de zaden beginnen te kiemen. Er zijn tal van experimenten gedaan om te proberen de kieming van zaden van verschillende plantesoorten te versnellen. Zaden van verschillende plantesoorten reageren verschillend op een bepaalde behandeling. Het is dan ook niet te voorspellen hoe *Rhinanthus*-zaden op verschillende behandelingen zullen reageren. Bij de kiemproef met Rhin. zaden zijn een aantal in de literatuur bekende behandelingen getest. Proeven die met zaden van verschillende planten zijn gedaan, zijn o.a. het laten kiemen van zaden bij verschillende lichtregimes (Barton, 1965-a; Barton, 1965-b; Elkinaway & Hemberg, 1973; Toole e.a., 1956), bij verschillende temperaturen (Barton, 1965-a; Elkinaway & Hemberg, 1973; Lang, 1965; Maguire, 1976; Stokes, 1965; Toole e.a., 1956), bij combinaties van beide (Koller e.a., 1962; Toole e.a., 1956), met straling (Maguire, 1976) en beschadiging van de zaadhuid (Barton, 1965-a) of het weghalen van (delen van) de zaadhuid (Barton, 1965-b). Naast deze behandelingen zijn ook veel chemische stoffen gebruikt om de zaden te behandelen (meestal weken). Enkele veel gebruikte stoffen zijn gibberellinen (Donoho & Walker, 1957; Koller, 1962; Lang, 1965; Maguire, 1976; Palevitch & Thomas, 1974; Stokes, 1965), kininen (Brown, 1965; Koller, 1962; Maguire, 1976), auxinen (Koller, 1962; Lang, 1965; Stokes, 1965), (allyl)thiourea (Brown, 1965; Maguire, 1976; Stokes, 1965), zwavelzuur (Barton, 1965-a; Barton, 1965-b; Maguire, 1976), kooldioxide (Stokes, 1965), nitraten (Lang, 1965; Maguire, 1976; Stokes, 1965), ethyleen

(Anchem, 1969; Maguire, 1976; Palevitch & Thomas, 1974; Stokes, 1965), vitaminen, aminozuren en nucleïnezuren (Stokes, 1965).

VRAAGSTELLINGEN BIJ HET ONDERZOEK:

- 1) Zijn er voor de onderzochte gronden relatieve tekorten aan te tonen voor de nutriënten N, P, K en Ca?
- 2) Geven de verschillende gronden verschillen te zien in de nutriëntengehalten bij *Rhinanthus serotinus*?
- 3) Hebben N, P, K en Ca invloed op de kieming van *Rhin. ser.* zaden?
 - a) op het totale aantal kiemingen,
 - b) op de kiemsnelheid.
- 4) Kan de dormancy bij *Rhin. ser.* zaden worden doorbroken op kunstmatige wijze?

2- MATERIAAL & METHODEN

a) Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem.

Bij het experiment wordt gebruik gemaakt van de zgn. Bouma-Janssen methode (Muller, 1979), een proefopzet waarmee gronden getest kunnen worden op eventuele relatieve nutriëntentekorten. Er zijn zes verschillende gronden onderzocht, t.w. een rijke kleigrond (uit Kantens), grond uit een perceel van het Drentsche Aa-gebied dat pas in beheer is genomen (jaar nul), gronden uit percelen met respectievelijk een voortop-, toppop- en natop-ratelaar populatie (Smalbroek) en een arme grond van een blauwgrasland in Elp. Hiervoor zijn vijf voedingsoplossingen gebruikt, nl. een complete, een N-, een P-, een K- en een Ca-deficiënte voedingsoplossing; (samenstelling: zie tabel 1).

TABEL 1

Samenstelling van de voedingsoplossingen

	comp.	-N	-P	-K	-Ca
K	182	228	185	0	307
Ca	120	150	122	211	0
Mg	32	40	33	54	51
N	112	0	114	127	102
P	21	26	0	23	19
S	75	253	87	85	68

(in ppm.)

(stencil, D. Pegtel,
1981).

Elk van de dertig grond-voedingsoplossing combinaties is in vijfvoud uitgevoerd. In elke pot stond een gastheer (*Agrostis tenuis* van twee weken oud), waar bij drie gekiemde ratelaarzaden werden gepoot. Als gastheer is voor *Agrostis tenuis* gekozen, omdat dit een edafisch tolerante soort is (Ellenberg, 1974; Kruijne, de Vries & Mooi, 1976). De planten zijn opgekweekt in de kas. Gedurende de groeiperiode is de gastheer regelmatig bijgeknipt om beschaouwing van de *Rhinanthus* planten te voorkomen. De voedingsoplossingen zijn in die tijd tweemaal verversst. Na 39 dagen zijn de planten geoogst.

- Gemeten zijn: 1- lengte van Rhinanthus,
2- aantal bloemen van Rhinanthus (incl. knoppen),
3- drooggewicht van Rhinanthus,
4- nutriëntengehalten N, P, K en Ca van Rhinanthus.

b) Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden.

Rhinanthus-zaden (in 1980 geoogst, Smalbroek, grote planten) werden in petri-schalen te stratificeren gelegd in een kiemkast met een temperatuur van 5°C, constant donker (50 zaden per doosje, in duplo uitgevoerd). De zaden lagen in schaaltsjes met een geperforeerde bodem, dat dreef op een zoutoplossing. Om de invloed van de nutriënten N, P, K en Ca te bepalen op de kieming van Rhinanthus-zaden werden oplossingen gebruikt van de volgende zouten: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , KNO_3 , NH_4NO_3 en demi-water als controle, in de volgende concentraties:

NO_3/NH_4 : 1 ppm en 200 ppm
 NO_3 : 1 ppm en 200 ppm
P : 1 ppm en 100 ppm
K : 1 ppm en 200 ppm
Ca : 1 ppm en 200 ppm.

Hiervoor waren de volgende oplossingen nodig (conc. in mM):

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$: 0,015 , 0,03 , 1,625 en 5,00 mM
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: 0,035 , 5,00 en 7,15 mM
 KH_2PO_4 : 0,03 , 3,23 en 5,13 mM
 KNO_3 : 0,03 , 0,07 5,13 en 14,29 mM
 NH_4NO_3 : 0,036 en 7,14 mM.

In de periode van 117 dagen na het inzetten van de zaden werd vanaf de 56^e dag na inzetten steeds om de 3-9 dagen het aantal gekiemde zaden geteld. De gekiemde zaden werden uit de schaaltsjes verwijderd, zodat ze geen invloed konden uitoefenen op de ongekiemde zaden (bijv. door het afscheiden van stoffen). Verder is per gebruikte zoutoplossing berekend hoeveel dagen

nodig waren om 40% van de ingezette zaden te laten kiemen. Of de resultaten significant van elkaar verschillen, werd bepaald met de variantie-analyse (Campbell, 1974).

Of de zaden die na 117 dagen niet zijn gekiemd dood waren of nog kiemkrachtig, werd bepaald m.b.v. de tetrazolium-test. Tetrazoliumchloride is een oxidatie-reductie-indicator; in oxidatietoestand is het kleurloos, in reductie-toestand rood. De ontwikkeling van een rode kleur in een bepaald weefsel van een plant is een aanwijzing voor de aanwezigheid van actieve ademhalingsprocessen, waarin waterstof-radicalen overgebracht worden naar het tetrazoliumchloride (Lakon & Georg, 1942-a; Porter e.a., 1947). Voor de test is een 0,75% tetrazoliumchloride-oplossing gebruikt. De zaden werden overlans doormidden gesneden (door het embryo) en 24 uur in de oplossing gelegd (Lakon & Georg, 1942-b). Van de dode zaden bleef het embryo kleurloos, bij de kiemkrachtige zaden kleurde het donkerpaars. Van elke behandeling werden 10 zaden getest. De aantallen kiemkrachtige en dode zaden werden geteld.

c) Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden.

Om te onderzoeken of de dormancy van Rhinanthus-zaden kunstmatig kan worden doorbroken zijn zaden (Smalbroek, 1980, grote planten) met verschillende stoffen behandeld, d.w.z. 24 uur geschud in de betreffende stof(fen) en daarna gewassen met demi-water. Van de meeste stoffen, of combinaties van stoffen, werden twee concentraties gebruikt. De controle-zaden zijn geschud in demi-water. Van een aantal zaden werd de zaadhuid verwijderd. De zaden zijn daarna (25 per doosje, in viervoud) in verschillende kiemkasten geplaatst: 5°C, constant donker; 5°C, 12 uur licht/ 12 uur donker; 12 uur 10°C, donker/ 12 uur 20°C, licht. In tabel 2 staat aangegeven welke stoffen zijn gebruikt en in welke concentratie(s), van welke zaden de zaadhuid werd verwijderd en in welke kiemkasten za zijn geplaatst.

TABEL 2

nr.	stof(fen)	conc.	zaad- huid
1L	GA ₃	250 ppm	+
1H	GA ₃	1000 ppm	+ -
2L	GA ₃ + KNO ₃	250 ppm + 1000 ppm	+
2H	GA ₃ + KNO ₃	1000 ppm + 10.000 ppm	+ -
3	GA ₃ + BA + ethepon in H ₂ O		+
4L	Kinetine	100 ppm	+
4H	Kinetine	1000 ppm	+ -
5L	Kinetine + KNO ₃	100 ppm + 1000 ppm	+
5H	Kinetine + KNO ₃	1000 ppm + 10.000 ppm	+ -
6L	KNO ₃	1000 ppm	+
6H	KNO ₃	10.000 ppm	+ -
7L	IAA	100 ppm	+
7H	IAA	1000 ppm	+ -
8L	ethrel	pH 4,9)")"	+
8H	ethrel	pH 6,9)")"	+ -
9	demi-H ₂ O		+ -
10	24 uur in demi-H ₂ O van 30°C, dan in kiemkasten		+

GA₃ = gibberellinezuur

BA = 6-benzylaminopurine

ethrel = ethepon = 2-chloro-fosforzuur

IAA = indolazijnzuur

+ = met zaadhuid, - = zonder zaadhuid

alle + in 5°C, donker

in 5°C, 12 uur licht/ 12 uur donker

in 12 uur 10°C, donker/ 12 uur 20°C, licht.

alle - in 5°C, 12 uur donker/ 12uur licht.

)" ethrel is een stof die ethyleen genereert. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de pH van de oplossing; hoe hoger de pH, hoe meer ethyleen vrijkomt.

Gedurende de periode van 105 dagen na het inzetten van de zaden, werd steeds om de 7-12 dagen het aantal gekiemde zaden geteld. Ook hier werden de gekiemde zaden verwijderd. Voor elke behandeling is berekend hoeweel dagen nodig waren voor 10% en 50% kieming. Er is onderzocht of de kiemsnelheden van elkaar verschilden: vergeleken zijn de verschillende behandelingen t.o.v. de blanco, 5°C, donker tegen 5°C, 12 uur licht/ 12 uur donker, zaden mét t.o.v. zaden zonder zaadhuid. De significantieberekeningen zijn uitgevoerd m.b.v. de variantie-analyse (Campbell, 1974).

Op de niet-gekiemde zaden die behandeld zijn met GA₃ + BA + ethepon in H₂O of met demi-water, 30°C, is de tetrazoliumtest uitgevoerd, op dezelfde manier als beschreven bij de kiemproef met verschillende zouten; hier werden alle overgebleven zaden getest.

3- RESULTATEN

a) Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem.

Van de Rhinanthusplanten, opgekweekt in de Bouma-Janssen-potten, zijn de lengten, aantallen bloemen en drooggewichten gemeten. In tabel 3 zijn hiervan de gemiddelden gegeven van de planten die eenzelfde "behandeling" hebben gehad (d.w.z. dezelfde grond en dezelfde voedingsoplossing) plus de standaardfouten (tussen haakjes).

TABEL 3

voed. opl.	grond	lengte (cm)	aantal bloemen	drooggewicht (gr)
comp	BG	20,8 (4,3)	28,7 (8,8)	0,91 (0,30)
	NT	20,0 (4,9)	17,2 (8,8)	0,58 (0,29)
	TP	19,4 (3,8)	17,1 (6,1)	0,55 (0,19)
	VT	19,6 (5,6)	10,6 (6,3)	0,68 (0,35)
	0	16,1 (3,6)	11,2 (8,0)	0,25 (0,10)
	KL	4,8 (1,6)	0,8 (0,6)	0,02 (0,01)
-N	BG	11,8 (2,8)	2,8 (0,9)	0,09 (0,03)
	NT	4,4 (1,4)	0,0 (0,0)	0,01 (0,00)
	TP	11,6 (1,9)	2,8 (0,3)	0,11 (0,03)
	VT	7,9 (1,6)	1,4 (0,5)	0,04 (0,01)
	0	9,1 (1,2)	1,9 (0,6)	0,04 (0,01)
	KL	6,1 (2,1)	1,4 (1,0)	0,03 (0,03)
-P	BG	11,1 (1,4)	2,0 (0,8)	0,09 (0,04)
	NT	13,5 (2,4)	5,8 (1,6)	0,18 (0,05)
	TP	14,7 (2,4)	6,9 (3,3)	0,29 (0,10)
	VT	4,3 (0,3)	0,0 (0,0)	0,01 (0,00)
	0	14,9 (2,5)	7,3 (2,5)	0,25 (0,08)
	KL	9,1 (1,6)	1,2 (0,4)	0,07 (0,03)
-K	BG	14,1 (2,6)	7,7 (2,5)	0,26 (0,08)
	NT	7,2 (0,8)	0,8 (0,5)	0,03 (0,02)
	TP	7,4 (1,1)	1,1 (0,8)	0,06 (0,02)
	VT	5,0 (2,8)	0,7 (0,7)	0,02 (0,01)
	0	13,2 (3,1)	6,2 (2,9)	0,20 (0,10)
	KL	2,3 (0,8)	0,0 (0,0)	0,01 (0,00)

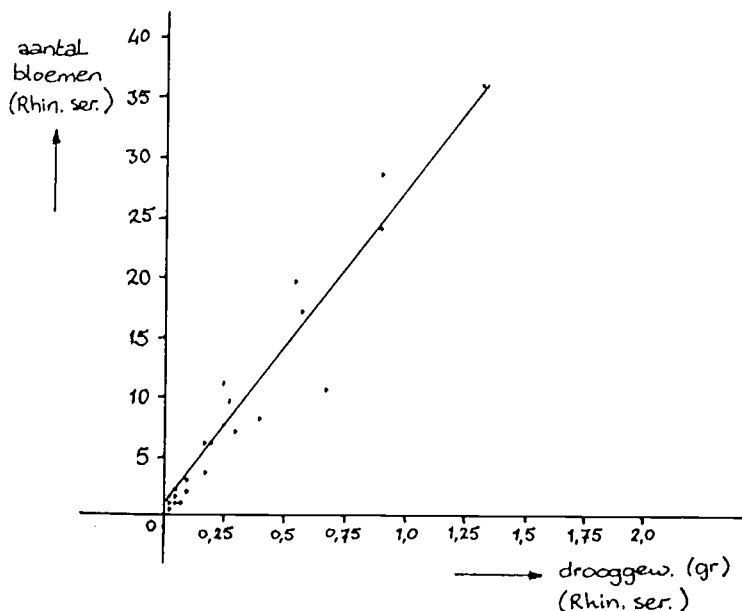
VERVOLG TABEL 3

voed. opl.	grond	lengte (cm)	aantal bloemen	drooggewicht (gr)
-Ca	BG	30,0 (2,4)	35,8 (6,6)	1,32 (0,30)
	NT	14,4 (3,7)	9,5 (4,8)	0,28 (0,14)
	TP	21,3 (3,9)	7,9 (1,7)	0,39 (0,16)
	VT	19,3 (4,2)	24,1 (9,3)	0,92 (0,46)
	O	12,0 (3,5)	3,5 (1,9)	0,17 (0,11)
	KL	7,3 (1,4)	1,2 (0,6)	0,04 (0,01)

Lengten, aantallen bloemen en drooggewichten van Rhinanthusplanten, opgekweekt in Bouma-Janissen potten. De waarden geven de gemiddelden per plant aan bij elke behandeling. Tussen haakjes staan de standaardfouten.

De deficiënte voedingsoplossingen geven in bijna alle gevallen kleinere planten, minder bloemen en een lager drooggewicht dan de complete voedingsoplossing. Uitzonderingen zijn de blauwgrasland, voortop-grond en kleigrond van de Ca-deficiënte voedingsoplossing; deze geven grotere planten, meer bloemen en een hoger drooggewicht dan de complete voedingsoplossing. De grond uit "jaar nul" geeft bij de P-deficiënte voedingsoplossing eenzelfde drooggewicht als bij de complete voedingsoplossing. De kleigrond geeft bij de P-deficiënte voedingsoplossing een hoger drooggewicht dan bij de complete voedingsoplossing.

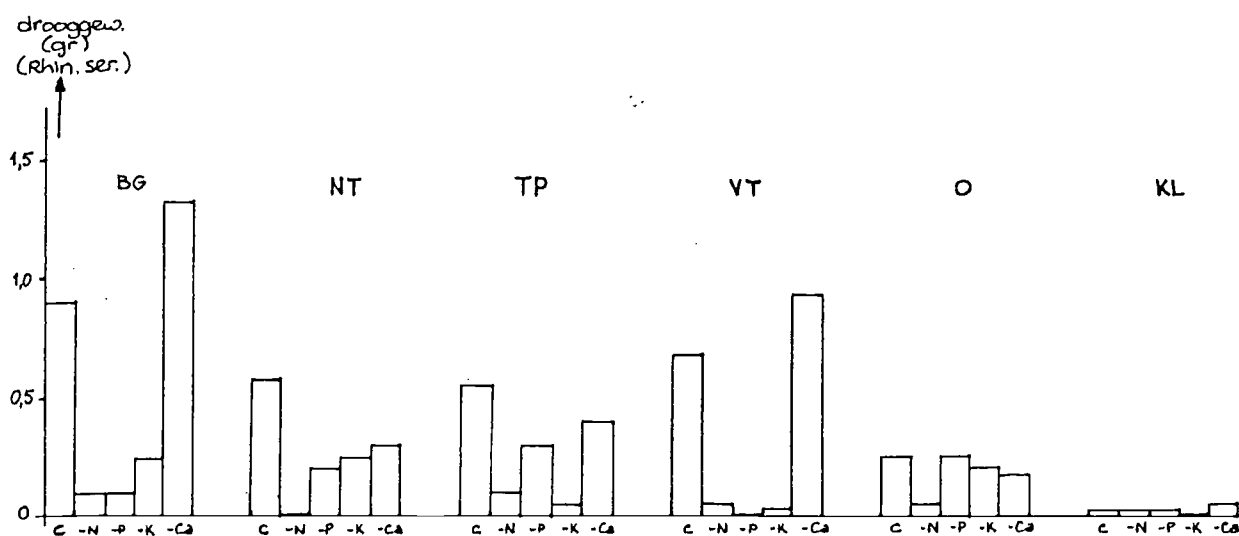
In figuur 1 zijn de drooggewichten van Rhinanthus uitgezet tegen de aantallen bloemen van de planten. Hiertussen bestaat een rechtlijnig verband; bij vergelijkingen van resultaten is verder gebruik gemaakt van de drooggewichten.



FIGUUR 1

Aantallen bloemen van Rhin.planten, uitgezet tegen hun drooggewichten. correlatie-coëfficiënt = 0,97. Dit betekent een significant rechtlijnig verband.

M.b.v. het Bouma-Janssen experiment kunnen relatieve nutri-
ententekorten in verschillende gronden worden aangetoond. Deze
worden bekeken aan de hand van relatieve groeidepressies. Fi-
guur 2 geeft een overzicht van de drooggewichten van de Rhinan-
thusplanten; uit de drooggewichten zijn de groeidepressies be-
rekend voor de planten van de verschillende gronden; ze worden
gegeven in tabel 4.



FIGUUR 2: Drooggewichten van Rhin. ser. planten per grond en per voedingsoplossing.

TABEL 4

grond	voed. opl.	groeidepr. (%)	grond	voed. opl.	groeidepr. (%)
BG	comp	0	NT	comp	0
	-N	99		-N	98
	-P	99		-P	69
	-K	71		-K	95
	-Ca	-45		-Ca	52

VERVOLG TABEL 4

grond	voed. opl.	groei-depr. (%)	grond	voed. opl.	groei-depr. (%)
TP	comp	0	VT	comp	0
	-N	80		-N	94
	-P	47		-P	99
	-K	89		-K	97
	-Ca	29		-Ca	-35
O	comp	0	KL	comp	0
	-N	84		-N	-50
	-P	0		-P	-250
	-K	20		-K	50
	-Ca	32		-Ca	-100

Relatieve groeidepressies van de Rhin. ser. planten bij verschillende voedingsoplossingen t.o.v. de complete voedingsoplossing.

Per grond is nu te zien welke voedingsoplossing de grootste groeidepressie geeft t.o.v. de complete voedingsoplossing:

-grond uit een blauwgrasland (BG): de groeidepressies zijn zeer hoog bij de N-, P- en K-deficiënte voedingsoplossingen (resp. 99, 99 en 71%), wat duidt op grote tekorten aan N, P en K. De Ca-deficiënte voedingsoplossing geeft 45% meer opbrengst; er is dus geen tekort aan Ca.

-grond uit de natop (NT): de Ca-deficiënte voedingsoplossing geeft een droge-stof-opbrengst die bijna de helft is van die van de complete voedingsoplossing, nl. 48%; de groeidepressie is dus 52%. N- en K-deficiënte voedingsoplossingen geven hier een sterke groeidepressie te zien (resp. 98 en 95%). De P-deficiënte voedingsoplossing geeft een groeidepressie van 69%. Grond uit de natop geeft relatief grote tekorten te zien voor N en K en in mindere mate aan Ca en P.

-grond uit de toppop (TP): de Ca-deficiënte voedingsoplossing geeft een lage groeidepressie, nl. 29%, de P-deficiënte voedingsoplossing geeft een groeidepressie van bijna de helft (47%). De N- en K-deficiënte voedingsoplossingen geven beide een sterke groeidepressie (resp. 80 en 89%). Deze grond heeft een tekort aan P, aanzienlijke tekorten aan N en K en ook enig tekort aan Ca.

-grond uit de voortop (VT): zowel de N-, P- als de K-deficiënte voedingsoplossing geven erg hoge groeidepressies (resp. 94, 99 en 97%). De Ca-deficiënte voedingsoplossing geeft een hogere opbrengst dan de complete voedingsoplossing, een tekort aan Ca is er dus niet.

-grond uit "jaar nul" (0): de P-deficiënte voedingsoplossing geeft een even hoge opbrengst van Rhin. als de complete voedingsoplossing (groeidepressie is 0%). De K- en Ca-deficiënte voedingsoplossingen geven een verminderde opbrengst (groeidepressies zijn resp. 20 en 32%). De N-deficiënte voedingsoplossing geeft een sterke groeidepressie (84%). Deze grond heeft geen tekort aan P, wel aan K en Ca en een relatief groot tekort aan N.

-rijke kleigrond: alleen de K-deficiënte voedingsoplossing geeft een vermindering van de opbrengst t.o.v. de complete voedingsoplossing (groeidepressie van 50%). De andere voedingsoplossingen geven een hogere opbrengst, tot zelfs 150% meer (P-deficiënte voedingsoplossing). De kleigrond geeft alleen een tekort te zien aan kalium. Voor de overige nutriënten (N, K en Ca) zijn geen tekorten aan te tonen.

Om de gronden onderling te kunnen vergelijken worden de groeidepressies berekend van de verschillende gronden met complete voedingsoplossing t.o.v. de hoogste opbrengst bij complete voedingsoplossing. De resultaten zijn te zien in tabel 5.

TABEL 5

grond	droog- gew. (gr)	percen- tage
BG	0,91	100
NT	0,58	64
TP	0,55	60
VT	0,68	75
0	0,25	27
KL	0,02	2

Drooggewichten van de Rhin. planten, opgekweekt op complete voedingsoplossing.

Van arme naar rijke grond zien we een steeds lagere opbrengst, behalve die van de voortop, die een hogere opbrengst te zien geeft.

In tabel 6 worden de nutriëntengehalten (N, P, K en Ca) van *Rhinanthus serotinus* gegeven. Omdat de planten van één behandeling steeds bij elkaar zijn genomen, zijn geen standaardfouten te berekenen. In de figuren 3 t/m 6 zijn deze gegevens per voedingsoplossing en per grond naast elkaar gezet. Ze worden vergeleken met de verschillende gronden en hun eventuele tekorten:

- Er is gebleken dat voor alle gronden grote relatieve tekorten bestaan aan N, behalve voor de kleigrond. In de nutriëntengehalten komt dit niet tot uiting, de planten van de kleigrond hebben in bijna alle gevallen het laagste N-gehalte. (Bij de N-deficiënte voedingsoplossing hebben de planten van BG een iets lager N-gehalte dan die van de overige gronden). Een tekort aan N in de plant (die afhankelijk is van de beschikbare N in de bodem), geeft slecht groeiende planten, dus een lagere opbrengst van bloemen en zaden (Mengel & Kirkby, 1979). De planten van de kleigronden (laag N-gehalte) bleven erg achter in groei (kleine planten, weinig bloemen).
- De kleigrond en de grond uit jaar 0 hebben geen tekort aan P, de overige gronde wel, BG en VT erg sterk. Bij de N-, P- en Ca-deficiënte voedingsoplossingen komt dit wel tot uiting (BG en VT hebben een laag, KL en 0 een hoog P-gehalte), bij de complete en de K-deficiënte voedingsoplossingen niet, hier is het P-gehalte lager dan bij de planten van de andere behandelingen.
- Alle gronden geven een relatief tekort te zien aan K, die van NT, TP en VT vertonen de grootste tekorten. In de nutriëntengehalten van *Rhin. ser.* komt dit slecht naar voren; de kleigrond geeft in de beide gemeten gevallen (compleet en -P) een relatief laag K-gehalte te zien. Bij de N- en K-deficiënte voedingsoplossingen geeft VT een laag K-gehalte, bij de Ca-deficiënte voedingsoplossing is dit de NT-grond.
- In de grond van 0 is een relatief tekort aangetoond aan Ca, in mindere mate ook in de gronden van NT en TP. Het lage Ca-gehalte in de grond van 0 komt alleen tot uitdrukking bij de planten van de P- en de K-deficiënte voedingsoplossing, die van de NT in de complete en de P- en de Ca-deficiënte voedingsoplossingen. De planten van de TP-grond geven in alle gevallen een lager gehalte aan Ca te zien.

TABEL 6

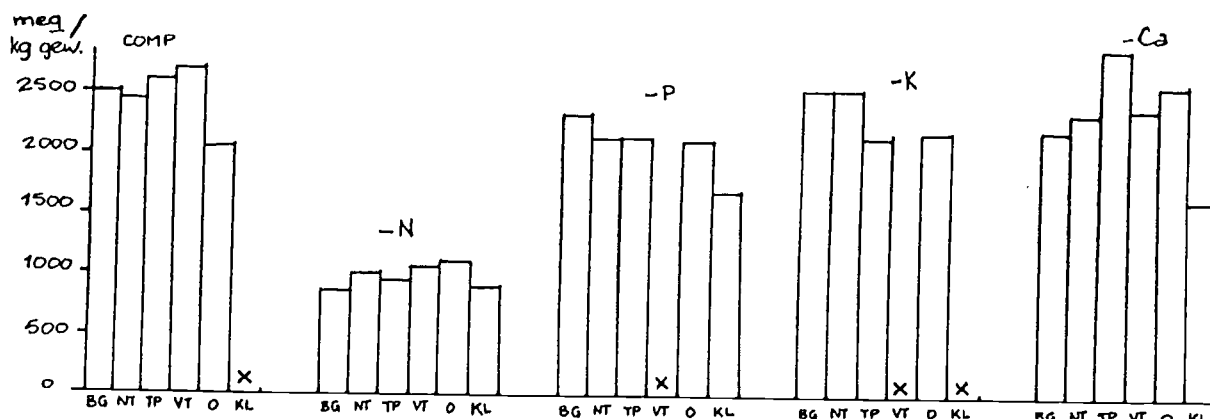
voed. opl.	grond	N-gehalte meq/kg gew.	stand. fout	P-gehalte meq/kg gew.	stand. fout
comp	BG	2523,43	35,50	136,96	4,31
	NT	2438,35	89,85	180,68	0,47
	TP	2584,66	72,26	181,05	2,33
	VT	2679,71	43,95	171,12	2,67
	O	2045,41	64,86	130,22	1,63
	KL	-	-	73,21	-
-N	BG	856,87	-	219,42	-
	NT	1021,76	-	-	-
	TP	928,04	-	191,24	-
	VT	1046,16	-	222,88	-
	O	1100,99	-	228,13	-
	KL	921,99	-	-	-
-P	BG	2341,53	-	39,50	-
	NT	2133,87	37,37	61,38	0,68
	TP	2167,20	85,91	60,78	1,61
	VT	-	-	-	-
	O	2098,98	2,80	57,53	0,14
	KL	1696,52	-	66,70	-
-K	BG	2563,35	34,60	223,15	0,14
	NT	2530,22	-	-	-
	TP	2168,73	-	-	-
	VT	-	-	159,15	-
	O	2223,06	32,82	125,99	0,95
	KL	-	-	-	-
-Ca	BG	2201,68	39,19	137,09	1,45
	NT	2349,38	35,09	124,21	1,99
	TP	2911,44	13,80	144,06	0,63
	VT	2421,02	52,31	156,25	0,12
	O	2588,52	-	178,64	-
	KL	1635,69	-	-	-

Nutriëntengehalten (in meq/kg gewas) plus de standaardfouten van de *Rhinanthus serotinus*-planten, die gekweekt zijn in Bouma-Janssen-potten, met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.

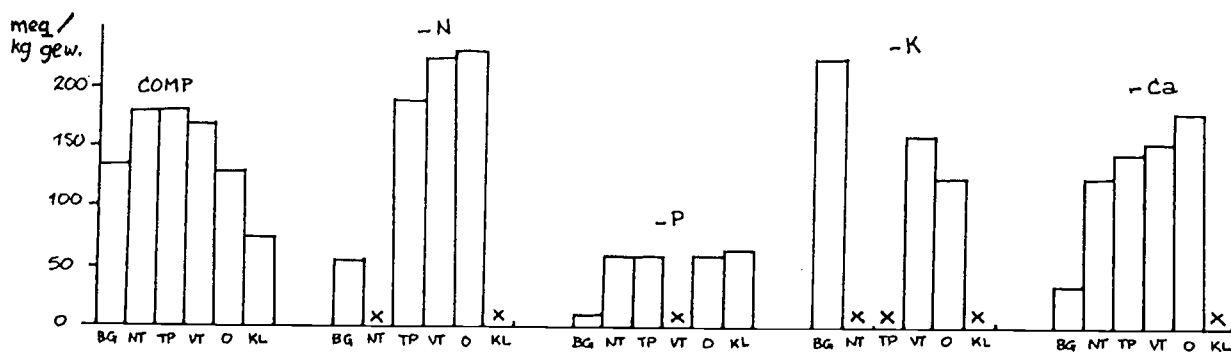
VERVOLG TABEL 6

voed. opl.	grond	K-gehalte meq/kg gew.	stand. fout	Ca-gehalte meq/kg gew.	stand. fout
comp	8G	1160,30	6,47	443,39	2,03
	NT	1248,78	3,15	375,98	2,22
	TP	1362,28	5,46	434,44	0,51
	VT	1311,15	25,68	363,99	9,51
	0	1311,03	25,83	421,20	10,92
-N	KL	361,71	-	759,23	-
	8G	1268,74	-	753,59	-
	NT	-	-	-	-
	TP	1143,38	-	801,01	-
	VT	998,42	-	537,50	-
-P	0	1096,66	-	785,25	-
	KL	-	-	-	-
	8G	963,79	-	582,00	-
	NT	1071,93	10,30	402,96	8,00
	TP	1189,52	3,41	515,03	5,26
-K	VT	-	-	-	-
	0	1027,26	2,80	366,12	0,77
	KL	518,09	-	699,07	-
	8G	149,19	2,41	777,74	14,98
	NT	-	-	-	-
-Ca	TP	171,68	-	1125,65	-
	VT	0	-	1031,19	-
	0	210,97	1,84	769,99	1,44
	KL	-	-	-	-
	8G	1398,52	1,98	270,37	0,77
	NT	1157,81	14,24	176,65	2,64
	TP	1310,21	7,82	352,15	0,13
	VT	1548,73	3,54	156,87	0,34
	0	1274,53	-	323,72	-
	KL	-	-	-	-

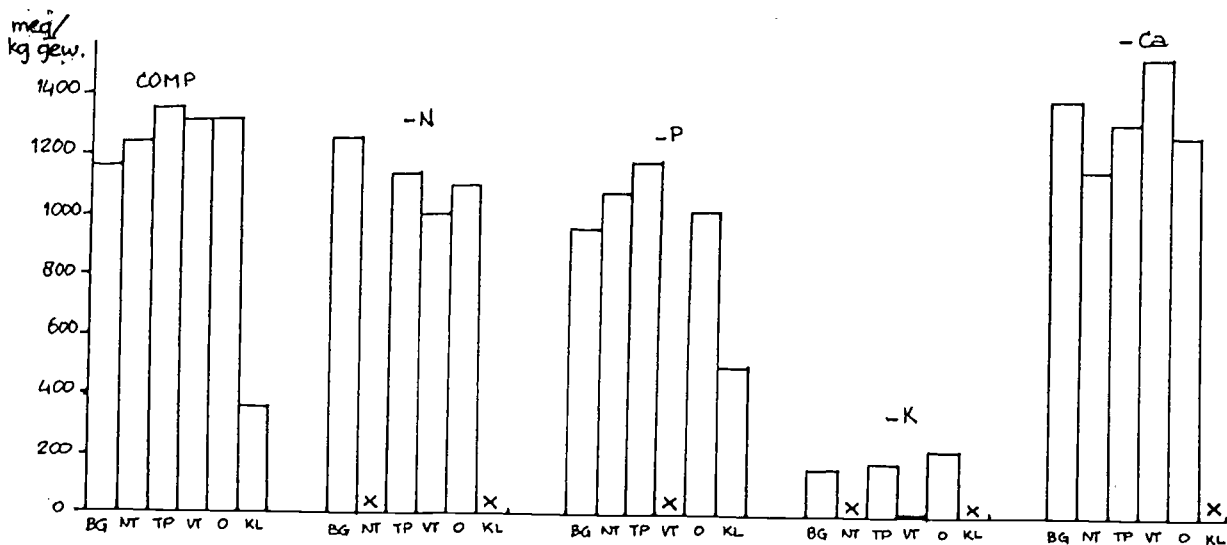
Nutriëntengehalten (in meq/kg gewas) plus de standaardfouten van de *Rhinanthus serotinus*-planten, die gekweekt zijn in Bouma-Janssen-potten, met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.



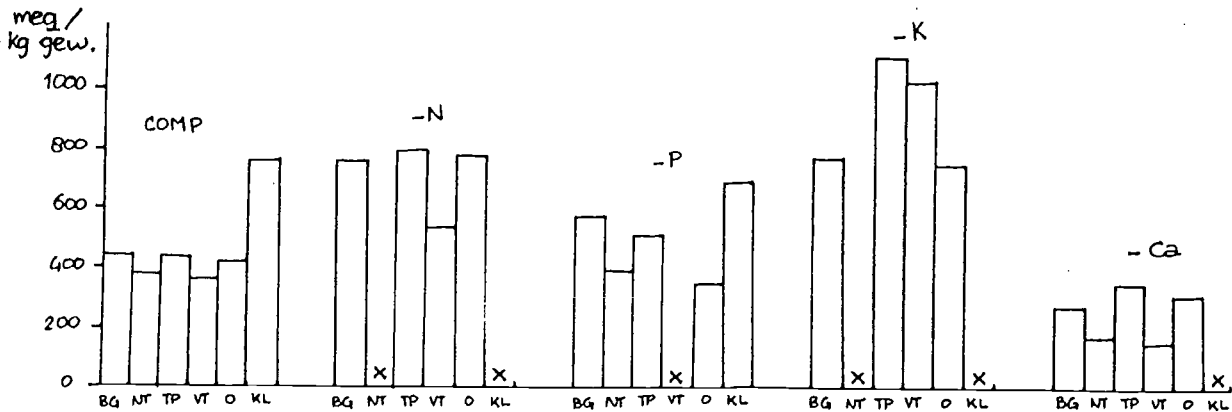
FIGUUR 3: N-gehalte van de Rhin. ser. planten (in meq/kg gewas), gekweekt in Bouma-Janssen-potten met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.



FIGUUR 4: P-gehalte van de Rhin. ser. planten (in meq/kg gewas), gekweekt in Bouma-Janssen-potten met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.



FIGUUR 5: K-gehalte van de Rhin. ser. planten (in meq/kg gewas), gekweekt in Bouma-Janssen-potten met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.



FIGUUR 6: Ca-gehalte van de Rhin. ser. planten (in meq/kg gewas), gekweekt in Bouma-Janssen-potten met verschillende gronden en verschillende voedingsoplossingen.

b) Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhin.-zaden.

In tabel 7 zijn de percentages kieming gegeven in de loop van de tijd van de Rhinanthus-zaden, die met verschillende zouten in de kiemkast zijn gezet. Deze percentages zijn uitgezet tegen het aantal dagen na het inzetten van de zaden; dit resulteert in de figuren 7 t/m 10. Vergelijking van deze curven met elkaar laat zien wat de invloed van de verschillende zouten/ionen is op de kieming. Ze geven de kiemsnelheid en het totaal aantal kiemingen na 116/117 dagen. Om achter de verschillen in kieming te komen die de verschillende nutriënten (N,P,K en Ca) al dan niet bewerkstelligen, worden steeds twee verschillende zouten met dezelfde concentratie vergeleken (zie materiaal & methoden). Om de kiemsnelheid te bepalen is gemeten hoeveel dagen verstreken waren tot 20% van de zaden was gekiemd. De resultaten worden gegeven in tabel 8 en figuur 11. In de figuren is het volgende te zien:

- Ca^{2+} geeft in het ene geval ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 / \text{KH}_2\text{PO}_4$) een hoger aantal kiemingen dan K^+ , in het andere geval ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 / \text{KNO}_3$) een lager aantal.

- NO_3^- geeft een lager aantal kiemingen dan H_2PO_4^- .
- NO_3^- en NH_4^+ geven onderling geen verschil in het aantal kiemingen. Uit vergelijking van deze kiempercentages met die van de blanco (stratificatie met demi-water) blijkt dat fosfaat en kalium een verhoging van het aantal kiemingen geven, stikstof (zowel NO_3^- als NH_4^+) geeft een verlaging van het aantal kiemingen. Calcium heeft geen invloed op het aantal kiemingen. Voor de kiemsnelheid gelden dezelfde resultaten: calcium heeft geen invloed op de kiemsnelheid; stikstof geeft een lagere kiemsnelheid, fosfaat en kalium geven een hoger kiemsnelheid.

M.b.v. de tetrazoliumtest werden voor elke behandeling van tien zaden bekeken of ze nog kiemkrachtig waren. De resultaten worden gegeven in tabel 9. Er zijn geen significante verschillen tussen de aantallen dode zaden bij de verschillende zouten en verschillende concentraties.

zout- oplossing	conc. (mM)	aantal dagen na inzetten			
		56	58	63	66
blanco		24 (1,4)	32 (1,4)	43 (2,1)	49 (3,5)
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0,015	35 (0,7)	42 (0,0)	60 (2,8)	65 (2,1)
	0,03	25 (12,0)	34 (12,7)	55 (13,4)	60 (11,3)
	1,625	29 (2,1)	46 (4,2)	64 (2,8)	71 (4,9)
	5,00	25 (2,1)	49 (4,2)	55 (3,5)	63 (4,9)
		aantal dagen na inzetten			
		57	59	64	67
Ca(NO ₃) ₂	0,035	8 (1,4)	11 (2,1)	17 (0,7)	25 (2,1)
	5,00	1 (0,7)	6 (1,4)	22 (0,0)	28 (2,8)
	7,15	4 (1,4)	9 (3,5)	19 (3,5)	30 (4,2)
KH ₂ PO ₄	0,03	17 (0,7)	35 (0,7)	46 (0,0)	53 (0,7)
	3,23	14 (5,7)	19 (9,2)	32 (7,1)	37 (7,8)
	5,13	34 (7,1)	48 (9,9)	65 (4,9)	71 (4,9)
KNO ₃	0,03	24 (1,4)	36 (2,8)	46 (1,4)	56 (0,0)
	0,07	24 (1,4)	33 (2,1)	44 (0,0)	53 (0,7)
	5,13	12 (4,2)	16 (4,2)	25 (4,9)	31 (6,4)
NH ₄ NO ₃	14,29	18 (2,8)	24 (1,4)	34 (2,8)	38 (4,2)
	0,036	26 (9,9)	32 (8,5)	40 (9,9)	46 (9,9)
	7,14	12 (1,4)	17 (4,9)	23 (4,9)	28 (7,1)

TABEL 7

Percentage kieming van de Rhin. zaden, die met verschillende zouten te kiemen zijn gezet, tegen het aantal dagen stratificatie. Tussen haakjes staan de standaardfouten.

zout- oplossing	conc. (mM)	aantal dagen na inzetten			
		71	77	83	87
blanco		59 (2,1)	66 (1,4)	68 (2,8)	68 (2,8)
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0,015	70 (2,8)	72 (2,8)	73 (3,5)	76 (2,8)
	0,03	73 (7,8)	77 (6,4)	77 (6,4)	78 (5,7)
	1,625	78 (3,5)	82 (5,7)	83 (3,5)	83 (3,5)
	5,00	69 (3,5)	73 (3,5)	74 (2,8)	76 (1,4)
		aantal dagen na inzetten			
		72	78	84	88
Ca(NO ₃) ₂	0,035	36 (0,0)	48 (1,4)	50 (0,0)	50 (0,0)
	5,00	40 (1,4)	46 (2,8)	52 (1,4)	54 (1,4)
	7,15	37 (2,1)	48 (0,0)	51 (0,7)	52 (1,4)
KH ₂ PO ₄	0,03	66 (1,4)	70 (2,8)	71 (2,1)	73 (0,7)
	3,23	46 (9,9)	52 (9,9)	55 (10,6)	59 (12,7)
	5,13	77 (4,9)	78 (4,2)	80 (2,8)	80 (2,8)
KNO ₃	0,03	72 (1,4)	79 (2,8)	80 (1,4)	81 (0,7)
	0,07	68 (1,4)	74 (1,4)	76 (1,4)	78 (0,0)
	5,13	42 (8,5)	48 (9,9)	51 (12,7)	53 (12,0)
NH ₄ NO ₃	14,29	50 (4,2)	57 (3,5)	63 (4,9)	64 (5,7)
	0,036	54 (14,1)	57 (12,0)	61 (12,0)	67 (9,2)
	7,14	38 (5,7)	41 (6,4)	45 (4,9)	46 (4,2)

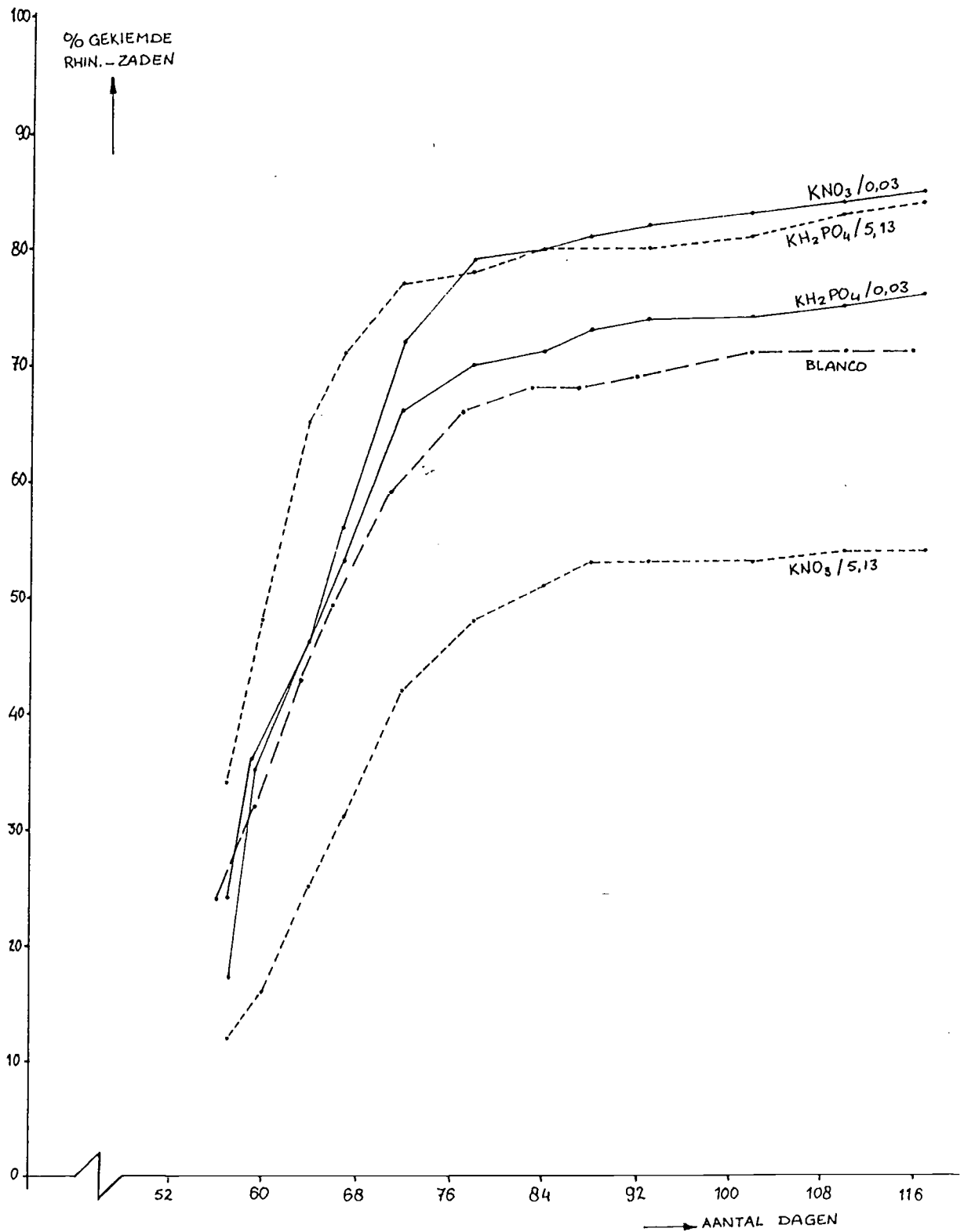
VERVOLG TABEL 7

Percentage kieming van de Rhin. zaden, die met verschillende zouten te kiemen zijn gezet, tegen het aantal dagen stratificatie. Tussen haakjes staan de standaardfouten.

zout- oplossing	conc. (mM)	aantal dagen na inzetten			
		92	101	109	116
blanco $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$		69 (2,1)	71 (2,1)	71 (2,1)	71 (2,8)
	0,015	78 (1,4)	79 (0,7)	82 (0,0)	82 (0,0)
	0,03	78 (5,7)	79 (5,3)	79 (5,3)	79 (5,3)
	1,625	83 (3,5)	83 (3,5)	83 (3,5)	83 (3,5)
	5,00	76 (1,4)	76 (1,4)	79 (0,7)	79 (0,7)
		aantal dagen na inzetten			
		93	102	110	117
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0,035	51 (0,7)	53 (2,1)	53 (2,1)	56 (2,8)
	5,00	55 (2,1)	55 (2,1)	57 (2,1)	59 (2,1)
	7,15	55 (0,7)	56 (1,4)	58 (1,4)	59 (2,1)
KH_2PO_4	0,03	74 (0,0)	74 (0,0)	75 (0,7)	76 (1,4)
	3,23	59 (12,7)	59 (12,7)	62 (11,3)	62 (11,3)
	5,13	80 (2,8)	81 (3,5)	83 (2,1)	84 (2,8)
KNO_3	0,03	82 (0,0)	83 (0,7)	84 (0,0)	85 (0,7)
	0,07	79 (0,7)	80 (0,0)	80 (0,0)	81 (0,7)
	5,13	53 (12,0)	53 (12,0)	54 (11,3)	54 (11,3)
NH_4NO_3	14,29	64 (5,7)	65 (6,4)	65 (6,4)	66 (5,7)
	0,036	68 (8,5)	69 (9,2)	69 (9,2)	70 (9,9)
	7,14	46 (4,2)	49 (3,5)	50 (2,8)	51 (3,5)

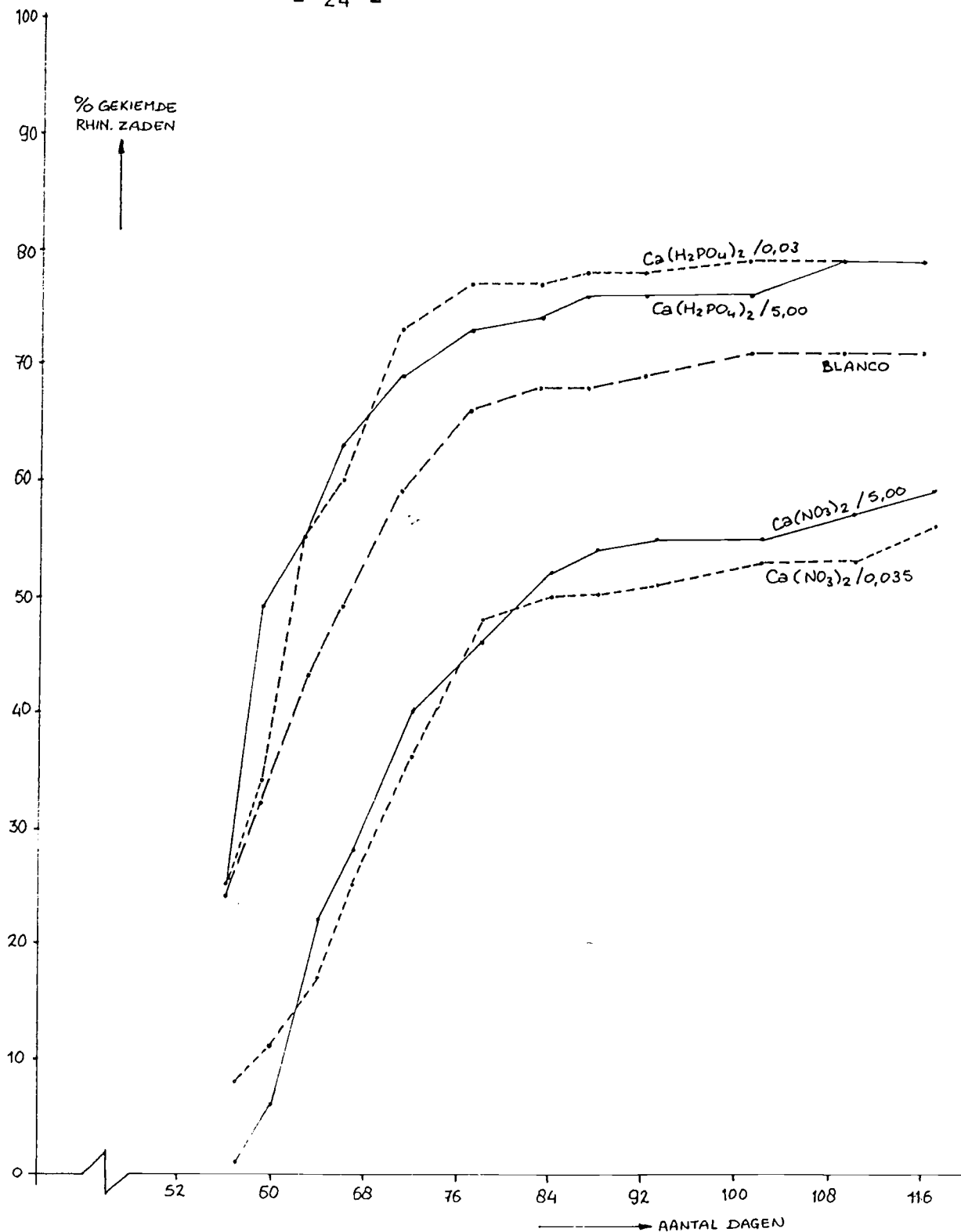
VERVOLG TABEL 7

Percentage kieming van de Rhin. zaden, die met verschillende zouten te kiemen zijn gezet, tegen het aantal dagen stratificatie. Tussen haakjes staan de standaardfouten.



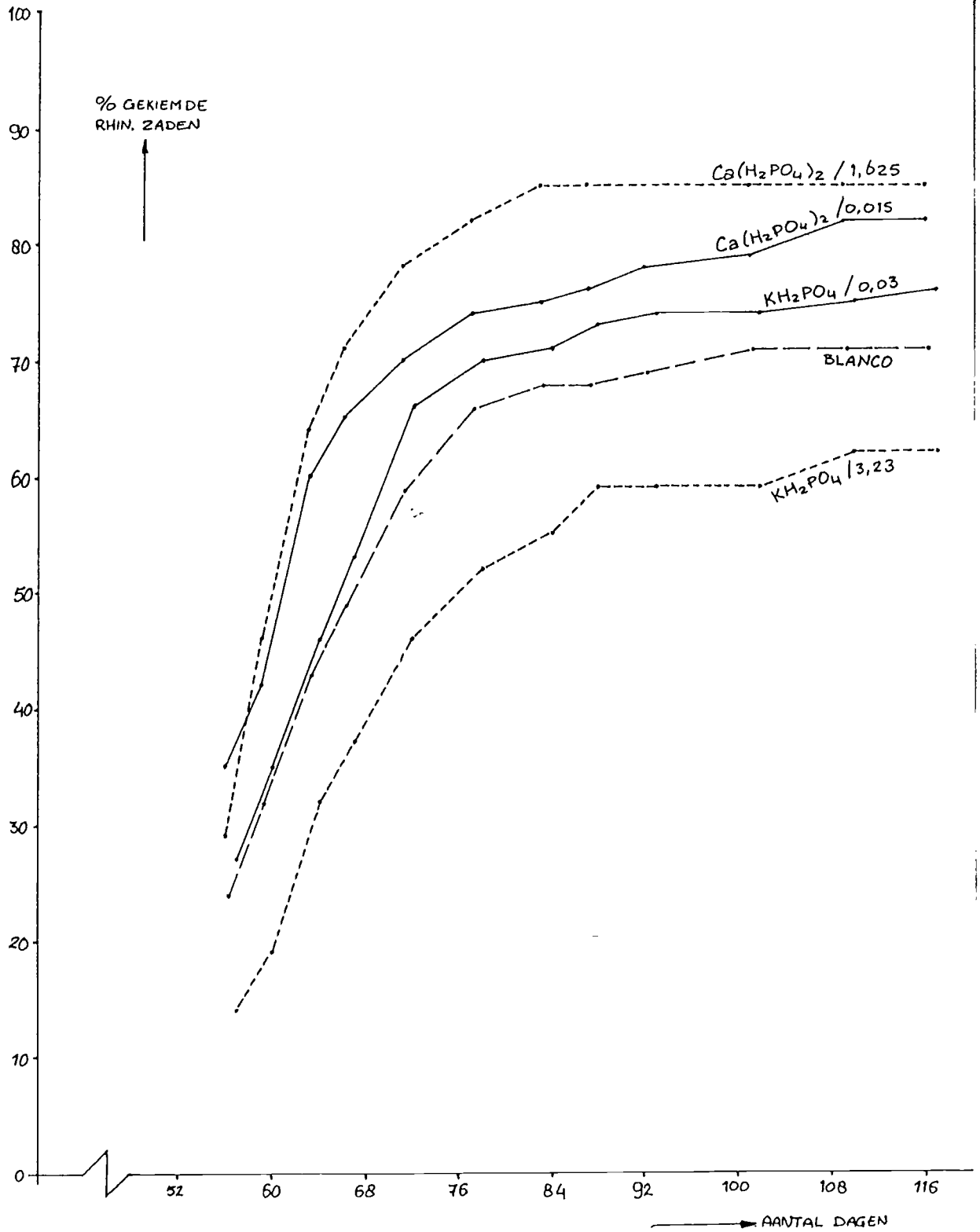
FIGUUR 7

Percentage gekiemde Rhin. zaden tegen het aantal dagen stratificatie.



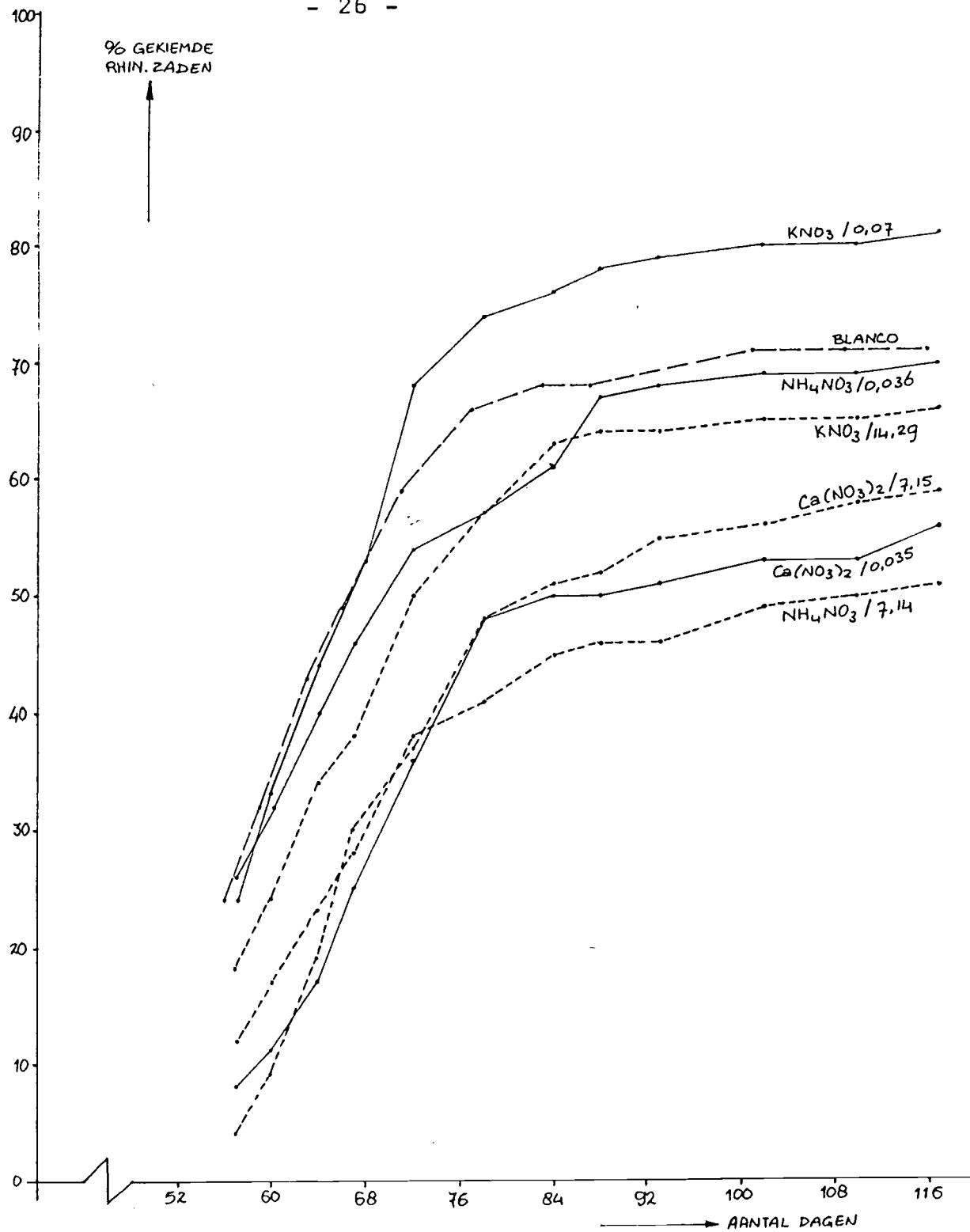
FIGUUR 8

Percentage gekiemde Rhin. zaden tegen het aantal dagen stratificatie.



FIGUUR 9

Percentage gekiemde Rhin. zaden tegen het aantal dagen stratificatie.



FIGUUR 10

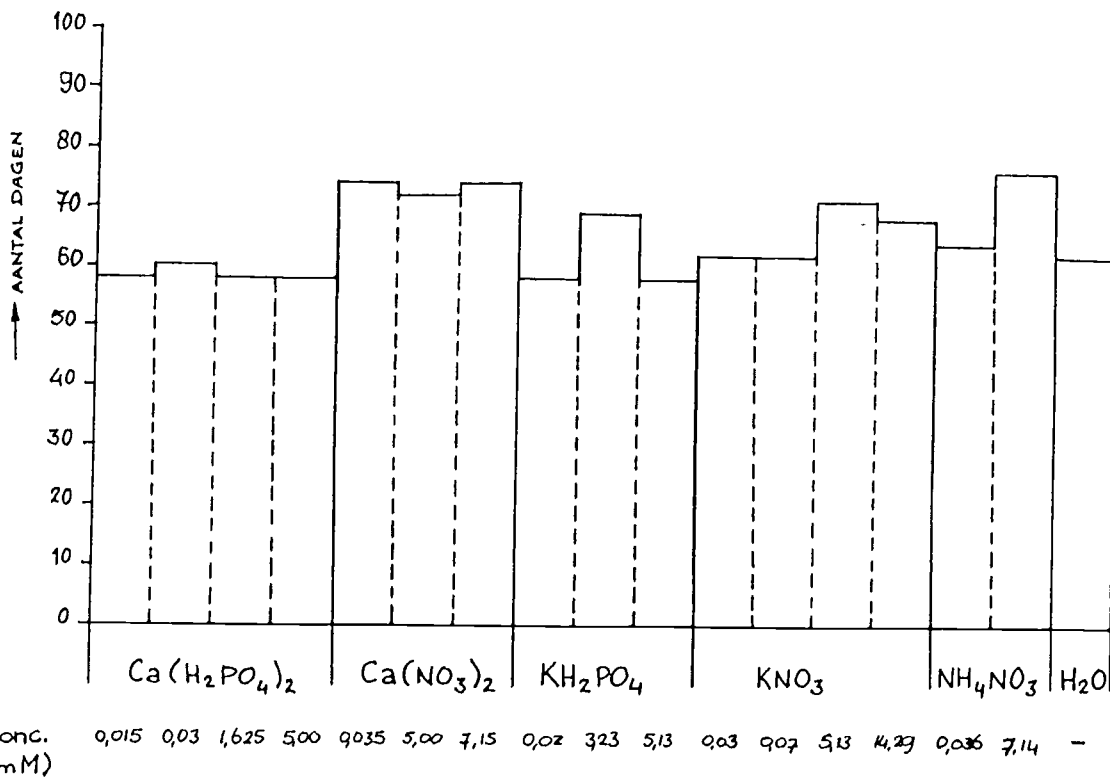
Percentage gekiemde Rhin. zaden tegen net aantal dagen stratificatie.

zout	conc. (mM)	aantal dagen
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0,015	58
	0,03	60
	1,625	58
	5,00	58
Ca(NO ₃) ₂	0,035	74
	5,00	72
	7,15	74
KH ₂ PO ₄	0,03	58
	3,23	69
	5,13	58

zout	conc. (mM)	aantal dagen
KNO ₃	0,03	62
	0,07	62
	5,13	71
	14,29	68
NH ₄ NO ₃	0,036	64
	7,14	76
H ₂ O		62

TABEL 8

Aantal dagen waarna 40% van de met verschillende zouten ingezette Rhin. zaden is gekiemd.



FIGUUR 11

Aantal dagen waarna 40% van de met verschillende zouten ingezette Rhin. zaden is gekiemd.

zout	conc. (mM)	aantal kiemkr.	aantal dood
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0,015	2	8
	0,03	2	8
	1,625	0	10
	5,00	0	10
Ca(NO ₃)	0,035	1	9
	5,00	3	7
	7,15	0	10
KH ₂ PO ₄	0,03	1	9
	3,23	3	7
	5,13	1	9
KNO ₃	0,03	1	9
	0,07	0	10
	5,13	2	8
	14,29	1	9
NH ₄ NO ₃	0,036	0	10
	7,14	0	10
blanco		2	8

TABEL 9

Tetrazoliumtest: het aantal kiemkrachtige en dode zaden, gemeten aan 10 zaden van elke behandeling.

c) Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden.

Om te onderzoeken of de dormancy van Rhinanthus-zaden kan worden doorbroken, zijn Rhin.zaden behandeld met stoffen, waarvan uit de literatuur bekend is dat ze in een aantal gevallen de dormancy van zaden doorbreken; de gebruikte stoffen, hun concentraties en de behandelingen staan beschreven in materiaal & methoden. Tabel 10 geeft het percentage kiemingen in de loop van de tijd van de Rhin.zaden die behandeld zijn met genoemde stoffen en daarna in kiemkasten zijn geplaatst met verschillende temperatuur- en donker/licht-regimes.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	35	38	42	44	47
DL5 1H-				3 (0,24)	
1H+					
1L+			1 (0,13)		
2H-					
2H+					
2L+					
3 +	6 (0,32)				19 (0,47)
4H-					
4H+					
4L+					
5H-					
5H+					
5L+					
6H-				1 (0,13)	
6H+					
6L+					
7H-					
7H+					
7L+					
8H-					
8H+					3 (0,13)
8L+	1 (0,13)				7 (0,13)
9 -					
9 +					
10+					12 (0,68)

TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in kiemkasten bij 5°C, afwisselend 12 uur licht en 12 uur donker. De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	48	52	55	56	59
DL5 1H-		8 (0,47)			14 (0,60)
1H+				5 (0,24)	
1L+					2 (0,14)
2H-					
2H+				4 (0,35)	
2L+				3 (0,24)	
3 +			23 (0,31)		
4H-					6 (0,14)
4H+	1 (0,13)			3 (0,24)	
4L+		2 (0,14)			3 (0,13)
5H-		1 (0,13)			3 (0,24)
5H+				3 (0,38)	
5L+					
6H-		4 (0,20)			14 (0,32)
6H+				1 (0,13)	
6L+					1 (0,13)
7H-					
7H+					
7L+					1 (0,13)
8H-					
8H+			6 (0,14)		
8L+			11 (0,38)		
9 -					6 (0,14)
9 +				1 (0,13)	
10+			38 (0,52)		

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in kiemkasten bij 5°C, afwisselend 12 uur licht en 12 uur donker.

De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	63	68	71	75	77
DL5 1H-			29 (0,69)		
1H+	15 (0,52)			61 (0,38)	
1L+			13 (0,43)		
2H-					
2H+	12 (0,54)			61 (0,38)	
2L+	6 (0,48)			52 (0,74)	
3 +		35 (0,75)			36 (0,87)
4H-			24 (0,54)		
4H+	7 (0,24)			48 (0,61)	
4L+			21 (0,24)		
5H-			27 (0,55)		
5H+	8 (0,35)			50 (0,92)	
5L+			8 (0,54)		
6H-			35 (0,90)		
6H+	8 (0,46)			38 (0,43)	
6L+			13 (0,43)		
7H-					
7H+					
7L+			14 (0,32)		
8H-		2 (0,25)			13 (0,31)
8H+		24 (0,79)			34 (0,63)
8L+		25 (0,13)			31 (0,13)
9 -			18 (0,60)		
9 +	2 (0,14)			11 (0,13)	
10+		71 (0,43)			81 (0,52)

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in kiemkasten bij 5°C, afwisselend 12 uur licht en 12 uur donker. De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	79;	83	87	92	94
DL5 1H-	35 (0,83)			40 (0,94)	
1H+		74 (0,32)			
1L+	29 (0,24)			64 (0,89)	
2H-	1 (0,13)				
2H+		70 (0,60)			
2L+		68 (1,00)			
3 +			42 (0,75)		42 (0,75)
4H-	42 (0,43)			58 (0,25)	
4H+		69 (0,83)			
4L+	47 (0,24)			74 (0,32)	
5H-	31 (0,43)			33 (0,43)	
5H+		64 (0,84)			
5L+	21 (0,59)			58 (0,48)	
6H-	54 (0,85)			58 (0,66)	
6H+		69 (0,47)			
6L+	34 (0,43)			71 (0,55)	
7H-					
7H+					
7L+	35 (0,52)			66 (0,52)	
8H-			21 (0,24)		30 (0,14)
8H+			41 (0,63)		44 (0,74)
8L+			36 (0,54)		36 (0,54)
9 -	31 (0,97)			44 (1,04)	
9 +		34 (0,48)			
10+			84 (0,41)		85 (0,43)

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in kiemkasten bij 5°C, afwisselend 12 uur licht en 12 uur donker. De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten			10%	50%
	96	101	105		
DL5 1H-		42 (1,13)		54	85
1H+	81 (0,31)		83 (0,43)	60	72
1L+		73 (0,52)		68	88
2H-				-	-
2H+	83 (0,43)		83 (0,43)	61	72
2L+	76 (0,84)		77 (0,90)	64	74
3 +				39	-
4H-		62 (0,14)		62	88
4H+	74 (1,36)		76 (1,43)	64	76
4L+		83 (0,13)		64	80
5H-		33 (0,43)		63	-
5H+	76 (0,61)		77 (0,54)	64	75
5L+		68 (0,65)		72	89
6H-		59 (0,75)		56	77
6H+	78 (0,43)		81 (0,38)	64	78
6L+		78 (0,60)		69	85
7H-				-	-
7H+				-	-
7L+		77 (0,52)		67	85
8H-				75	-
8H+				58	-
8L+				53	-
9 -		48 (1,04)		63	-
9 +	65 (0,69)		71 (0,55)	74	90
10+				46	59

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in kiemkasten bij 5°C, afwisselend 12uur licht en 12 uur donker. De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten. De laatste twee rijen getallen geven resp. het aantal dagen dat nodig is voor 10% en voor 50% kieming.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	35	42	47	55	56
D5 1H+					
1L+					
2H+		1 (0,13)			3 (0,38)
2L+					
3 +	10 (0,14)		22 (0,32)	34 (0,63)	
4H+					
4L+					
5H+		1 (0,13)			
5L+					
6H+					
6L+					
7H+					
7L+					
8H+			3 (0,24)	9 (0,38)	
8L+			3 (0,13)	8 (0,20)	
9 +					
10+	2 (0,14)		11 (0,24)	41 (0,99)	

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in een kiemkast bij 5°C in het donker.

De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	63	68	70	71	75
D5 1H+	5 (0,38)				35 (0,63)
1L+				3 (0,13)	
2H+	5 (0,47)				26 (0,52)
2L+	1 (0,13)				13 (0,24)
3 +		46 (0,32)			
4H+	3 (0,24)				29 (0,13)
4L+				8 (0,0)	
5H+	3 (0,13)				22 (0,32)
5L+			6 (0,14)		
6H+	3 (0,13)				15 (0,52)
6L+				5 (0,24)	
7H+					
7L+			6 (0,14)		
8H+		27 (1,07)			
8L+		23 (0,43)			
9 +					3 (0,13)
10+		68 (1,02)			

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in een kiemkast bij 5°C in het donker.
De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	77	78	79	83	87
D5 1H+				57 (0,55)	
1L+			17 (0,43)		
2H+				45 (0,80)	
2L+				43 (0,47)	
3 +	54 (0,32)				56 (0,20)
4H+				50 (0,14)	
4L+			19 (0,72)		
5H+				65 (0,13)	
5L+		21 (0,66)			
6H+				33 (0,55)	
6L+		12 (0,46)			
7H+					
7L+			15 (0,52)		
8H+	35 (0,94)				41 (1,23)
8L+	30 (0,43)				34 (0,52)
9 +				12 (0,20)	
10+	80 (0,65)				84 (0,61)

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in een kiemkast bij 5°C in het donker.
De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten				
	91	92	94	96	100
D5 1H+				75 (0,94)	
1L+		57 (0,55)			
2H+				68 (1,02)	
2L+				70 (0,32)	
3 +					
4H+				68 (0,35)	
4L+		57 (0,88)			
5H+				82 (0,25)	
5L+	58 (0,66)				77 (0,24)
6H+				58 (0,52)	
6L+		45 (0,85)			
7H+					
7L+		44 (1,10)			
8H+			45 (1,11)		
8L+			37 (0,75)		
9 +				42 (0,25)	
10+			85 (0,63)		

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in een kiemkast bij 5°C in het donker.
De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

behandeling	aantal dagen na inzetten		10%	50%
	101	105		
D5 1H+		78 (0,75)	65	81
1L+	71 (0,24)		75	91
2H+		79 (0,85)	66	89
2L+		80 (0,20)	73	86
3 +			35	73
4H+		75 (0,24)	67	84
4L+	66 (0,66)		72	91
5H+		84 (0,35)	67	80
5L+			72	88
6H+		71 (0,38)	70	92
6L+	66 (0,63)		74	92
7H+			-	-
7L+	61 (0,63)		74	92
8H+			56	80
8L+			57	92
9 +		61 (0,47)	81	100
10+			46	61

VERVOLG TABEL 10

Het percentage kiemingen in de loop van de tijd van Rhin. zaden die behandeld zijn met verschillende stoffen en zijn geplaatst in een kiemkast bij 5°C in het donker.

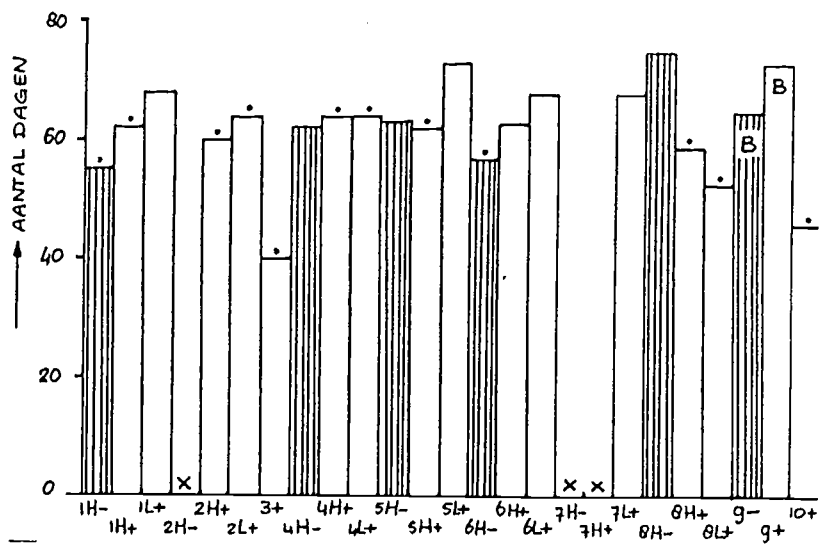
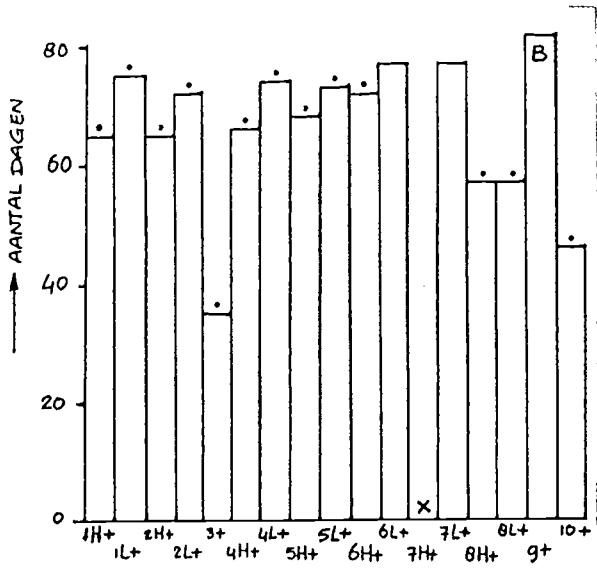
De getallen tussen haakjes geven de standaardfouten.

De laatste twee rijen getallen geven resp. het aantal dagen dat nodig is voor 10% en voor 50% kieming.

Van de zaden die geplaatst werden in een kiemkast met 12 uur licht, 20°C/12 uur donker, 10°C, kiemden slechts zaden bij 1H+, 1L+, 3+ en 8L+. Dit waren resp. 1 kieming na 33 dagen (st. fout 0,13), 1 kieming na 35 dagen (st. fout 0,13), 5 kiemingen na 20 dagen (st. fout 0,38) en 1 kieming na 55 dagen (st. fout 0,13). Geen van de behandelingen kwam tot 10% kieming.

Het aantal dagen, nodig voor 10% en 50% kieming is uitgezet in figuur 12: A en B geven het aantal dagen aan dat nodig is voor 10%kieming, C en D dat voor 50% kieming. A en C geven de resultaten van de zaden die bij 5°C/donker (D5) hebben gestaan, B en D die van de zaden die bij 5°C/donker-licht (DL5) hebben gestaan. De nummers onder de staven/ corresponderen met de behandelingen, zoals aangegeven in materiaal en methoden (tabel 2). De gearceerde staven geven de resultaten van de zaden waarvan de zaadhuid is verwijderd; de staven met een B geven de resultaten van de blanco (demi-water). Stippen boven de staven geven aan dat de zaden met die behandeling significant sneller kiemen dan de blanco. Zaden die in de kiemkast hebben gestaan bij 10°C, donker/20°C, licht gaven een zo laag aantal kiemingen dat ze niet in de figuur zijn opgenomen.

Veel van de behandelingen geven een significant snellere kieming dan de blanco (kieming met demi-water). De twee behandelingen die de snelste kieming geven zijn 24 uur schudden in GA₃+BA+ethepon in H₂O en 24 uur schudden in demi-water 30°C: zowel bij 5°C/donker als bij 5°C/donker-licht geven ze een aanzienlijk snellere kieming. Bij 10% kieming is dit verschil heel groot, bij 50% kieming verschilt het aantal dagen van de behandeling met GA₃+BA+ethepon in water minder van de blanco dan die van de behandeling met demi-water van 30°C. De opbrengst aan gekiemde zaden is na verloop van tijd groter bij de behandeling met warm water. Voor de groep behandelingen als geheel gezien geldt dat (zowel voor 10% als voor 50% kieming) de kieming bij 5°C/donker-licht sneller gaat dan bij 5°C/donker. Voor bovenstaande behandelingen (GA₃+BA+ethepon in water en demi-water, 30°C) gaat dat echter niet op. Bij 10% kieming is geen significant verschil tussen de kieming van de zaden mét en de zaden zonder zaadhuid. Bij 50% kieming echter gaat de kieming van de zaden met zaadhuid significant sneller dan die van de zaden zonder zaadhuid.

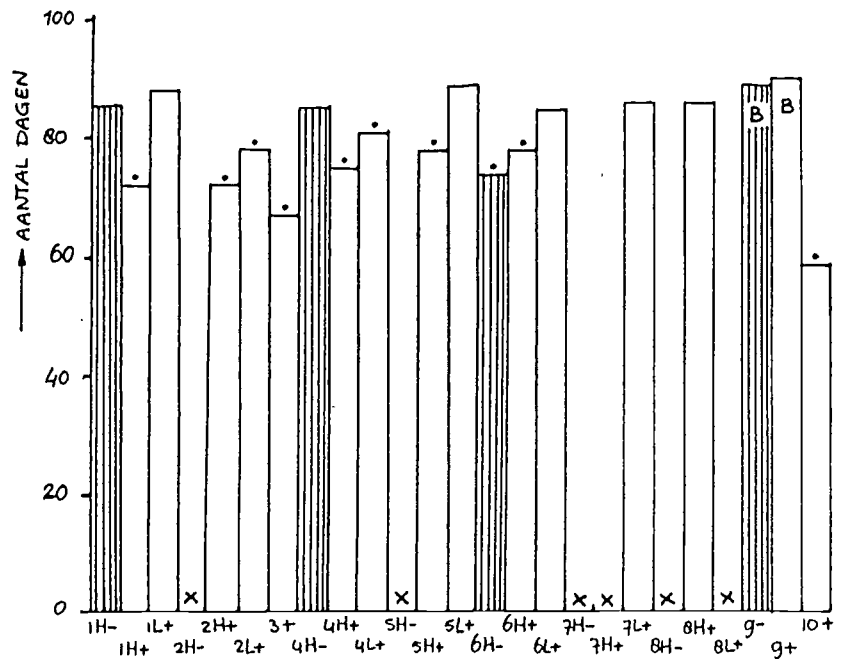
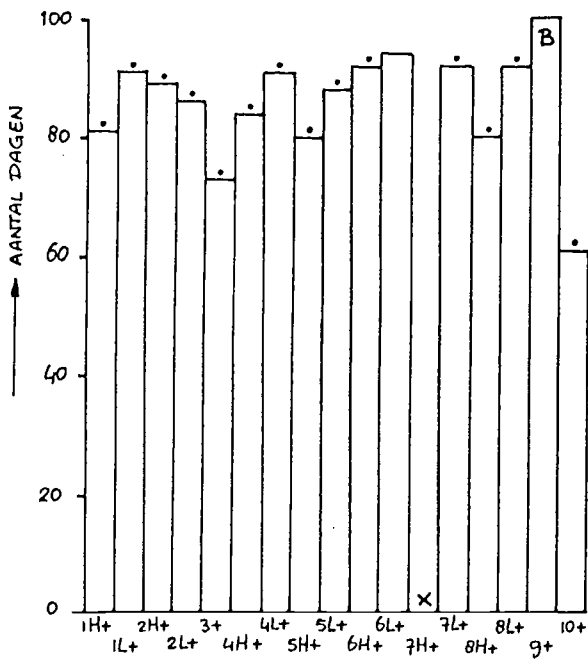


FIGUUR 12-A

10% kieming, 5°C/donker

FIGUUR 12-B

10% kieming, 5°C/donker, licht



FIGUUR 12-C

50% kieming, 5°C/donker

FIGUUR 12-D

50% kieming, 5°C/donker-licht

Aantal dagen waarna 10% (A en B) en 50% (C en D) gekiemd is van Rhin. zaden die met verschillende stoffen zijn behandeld en in verschillende kiemkasten hebben gestaan (A en C: D5; B en D: DL5).

B = blanco

▨ = zonder zaadhuid

⌈ = significant snellere kieming dan blanco

x = minder dan 10% of 50% gekiemd

Op alle niet-gekiemde zaden van de behandelingen D5/3+, DL5/3+, D5/10+ en DL5/10+ werd de tetrazoliumtest toegepast. De resultaten worden gegeven in tabel 11.

behandeling	aantal kiemkr. zaden	aantal dode zaden
D5 /3+	1	5
DL5/3+	2	4
D5 /10+	3	2
DL5/10+	6	1

TABEL 11

Tetrazoliumtest; het aantal kiemkrachtige en dode zaden, gemeten bij de niet-gekiemde zaden van genoemde behandelingen.

Er zijn geen significante verschillen tussen de aantallen dode en kiemkrachtige zaden bij de verschillende behandelingen.

4- CONCLUSIES

a) Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem.

In de onderzochte gronden (blauwgrasland, natop, toppop, voortop, jaar 0 en kleigrond) zijn de volgende relatieve nutriëntentekorten aangetoond:

blauwgrasland: tekort aan K, grote tekorten aan N en P, geen tekort aan Ca,

natop : tekort aan P, grote tekorten aan N en K, enig tekort aan Ca,

toppop : tekort aan P, grote tekorten aan N en K, enig tekort aan Ca,

voortop : grote tekorten aan N, P en K, geen tekort aan Ca,

jaar nul : tekort aan K en Ca, groot tekort aan N, geen tekort aan P,

kleigrond : tekort aan K, geen tekorten voor N, P en Ca.

(N.B.: tekort betekent hier: minder aanwezig dan voor optimale groei van *Rhinanthus* nodig is. De planten groeien wel op, maar geven minder opbrengst dan het geval is bij een overmaat aan genoemde nutriënten).

Als we kijken naar de opbrengsten van *Rhinanthus serotinus* (de drooggewichten) van de verschillende gronden bij complete voedingsoplossing, dan is de volgorde van de gronden als volgt: blauwgrasland, voortop, natop, toppop, jaar nul en klei, gerangschikt van hoge naar lage opbrengst (zie fig.2, blz.11). Hoe rijker de grond, hoe lager de opbrengst van de *Rhinanthus*-planten, met een kleine piek bij grond uit de voortop. Als er een directe relatie zou bestaan tussen de hoeveelheden bodemnutriënten N, P, K en Ca en de *Rhinanthus*-opbrengsten zoals we die in het veld zien (resp. het verschijnen van *Rhinanthus*, de toename en het instorten van de populatie), dan zou de opbrengst van *Rhinanthus* op de kleigrond en grond van jaar nul praktisch nihil moeten zijn, daarna een toename te zien geven (grond van voortop en toppop), waarna de opbrengst van grond van de natop een heel stuk lager zou moeten zijn ("instorten" van de populatie); de opbrengst van de blauwgraslandplanten

zou evengroot moeten zijn als die van de grond van de natop.

Er kan worden geconcludeerd dat de beschikbaarheid van N, P, K en Ca in de bodem niet een direkte oorzaak is van de verschillen in drooggewicht en bloemproduktie en daarmee het populatieverloop van *Rhinanthus serotinus*, zoals dat zich voordoet in de madelanden van de Drentsche Aa.

Bij vergelijking van de nutriëntengehalten in de bodem (hun beschikbaarheid voor de plant) en de nutriëntengehalten van *Rhinanthus serotinus* blijkt dat er weinig verband is tussen deze twee.

b) Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhin.-zaden.

Calcium heeft noch invloed op het aantal kiemingen van *Rhinanthus serotinus*-zaden, noch op de kiemsnelheid ervan. Fosfaat en kalium geven een hoger aantal kiemingen en een hogere kiemsnelheid. Stikstof (zowel NO_3^- als NH_4^+) geeft minder kiemingen en een lagere kiemsnelheid.

Deze resultaten worden vergeleken met de resultaten van de hoeveelheden nutriënten in de verschillende gronden van de Bouma-Janssen proef: grond van jaar nul zou een snellere kieming en een hoger aantal kiemingen geven (dus toename van de populatiedichtheid), de andere gronden een lagere kiemsnelheid en minder kiemingen (dus afname van de populatiedichtheid); dit is niet in overeenstemming met het populatieverloop in het gebied rond de Drentsche Aa. Het is echter een zeer globale conclusie die niet gebaseerd is op absolute nutriëntentekorten in de verschillende gronden, maar op relatieve nutriëntentekorten.

c) Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhin.-zaden.

Er is van een aantal stoffen (zie materiaal en methoden, tabel 2) bekeken of de kiemrust van *Rhinanthus*zaden ermee kan worden doorbroken). Geen van de behandelingen maakt stratificatie overbodig. Over het algemeen gaat de kieming bij 5°C/donker-licht sneller dan bij 5°C/donker. Zaden mét zaad-

huid kiemen in eerste instantie (10%) niet, later (50%) wel sneller dan zaden zonder zaadhuid. Van alle behandelingen zijn er twee die een redelijk snellere kieming geven van Rhin.-zaden, t.w. 24 uur schudden in GA_3 + BA + ethepon in water en 24 uur schudden in demi-water van $30^{\circ}C$. De laatste behandeling geeft uiteindelijk een grotere opbrengst aan gekiemde zaden dan de eerstgenoemde. Hierbij maakt het weinig uit of de zaden bij $5^{\circ}C$ /donker dan wel bij $5^{\circ}C$ /donker-licht worden geplaatst.

5- DISCUSSIE

a) Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem.

Wanneer de conclusies, voortkomend uit het Bouma-Janssen experiment, worden vergeleken met de veldsituatie, moeten ze met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, om de volgende redenen:

1- De bekertjes die gebruikt zijn voor de Bouma-Janssen proef hadden alle hetzelfde volume aan grond. Voor de verschillende gronden betekende dit echter een verschil in gewicht. Deze verschillen zijn vrij groot, getuige de volgende tabel:

blauwgrasland:	88,8	gram	grond/beker		
natop	: 130,9	"	"	"	
toppop	: 76,5	"	"	"	
voortop	: 180,4	"	"	"	
jaar 0	: 165,6	"	"	"	
kleigrond	: 191,4	"	"	"	

(De gewichten zijn van de grond zonder vocht, maar met humus. In de bijlage zijn vochtgehalte en humusgehalte van de gronden gegeven.)

2- De vochtigheid van de grond in de bekertjes verschilde veel van die van de grond in het veld. De beschikbaarheid van de nutriënten in de bodem hangt mede af van de hoeveelheid vocht in de grond. Het is mogelijk dat de volgens de arme grond-rijke grond daardoor afwijkt van die in het veld (blauwgrasland, natop, toppop, voortop, jaar nul, kleigrond), zodat we voorzichtig moeten zijn de resultaten door te trekken naar de veldsituatie. Organische stof mineraliseert (CO_2 en H_2 worden gevormd naast NH_4^- , P- en S-verbindingen) in aeroob milieu. Onder anaerobe omstandigheden is de afbraak minder volledig. Een hoger vochtgehalte van de grond geeft een lager zuurstofgehalte en dus minder mineralisatie.

3- De structuur van de gronden van natop, toppop, voortop en jaar nul was nagenoeg gelijk. De blauwgrasland-grond was zandiger, de kleigrond veel dichter. Hierdoor kunnen

ook fysische factoren een rol gespeeld hebben bij de groei van de ratelaars en hun gastheer, vooral bij de kleigrond, die veel minder doordringbaar is voor wortels dan de andere gronden.

- 4- De nutriëntengehalten van de planten hangen sterk af van de groei van die planten. Planten die strekkingsgroei doormaken worden erg groot, zonder dat de hoeveelheid nutriënten toeneemt. Het nutriëntengehalte (meq/kg gewas) neemt tijdens de strekkingsgroei dus af (Fitter & Hay, 1981).
- 5- Voor het berekenen van resultaten van Rhinanthus, zijn alle Rhinanthus-planten gemeten die zijn opgekomen. Hierbij waren een aantal dat niet groter was geworden dan ca. 3 cm. Het aantal opgekomen planten van één behandeling bestond soms uit vrij grote planten met één of enkele heel kleine (van een paar cm. grootte). Het is zeer waarschijnlijk dat het achterblijven van deze planten, niet te wijten is aan de behandeling die ze hebben gekregen, maar aan het feit dat ze niet gehecht zijn aan de gastheerwortels. Na hechting vind een enorme groeistimulatie plaats (Klaren, 1975). Deze kleine ratelaars geven de resultaten een vertekend beeld.

- b) Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van Rhinanthus-zaden.

Uit deze proef is naar voren gekomen dat calcium geen invloed heeft op kiemsnelheid of aantal kiemingen van Rhinanthus-zaden. De aanwezigheid van calcium in de grond heeft wel invloed op de pH van die grond (Fitter & Hay, 1981). De invloed van de pH op de kieming is echter niet gemeten. De pH's van de gebruikte voedingsoplossingen verschillen heel weinig (enkele tienden) van elkaar. De complete voedingsoplossing heeft een pH van 5,2, de N-deficiënte voedingsoplossing heeft pH 5,1, de P-deficiënte voedingsoplossing pH 5,0, de K-deficiënte voedingsoplossing pH 5,3 en de Ca-deficiënte voedingsoplossing pH 5,2. Bij het Bouma-Janssen experiment is de pH dus niet de oorzaak van de verschillen in groei tussen de Rhinanthus-planten.

Fosfaat en kalium hebben een verhogende, stikstof een verlagende invloed op zowel kiemsnelheid als het aantal kiemingen. Het effect van een hoger aantal kiemingen is duidelijk, nl. een grotere *Rhinanthus*-populatie. Een hogere kiemsnelheid is eveneens een voordeel: hoe eerder een zaad kiemt, hoe minder dicht de omringende vegetatie nog zal zijn. De kiemplant ondervindt dan minder concurrentie t.a.v. nutriënten en minder beschaduwning, waardoor het beter kan groeien. (Direct effect van beschaduwning: minder licht, dus minder fotosynthese; indirect effect: vermindering van de zuigkracht van *Rhinanthus*), (Klaren, 1975).

S.J. ter Borg (1972) vond dat bij bemesting de kiemplantmortaliteit toenam. Als we het aantal opgekomen *Rhinanthus*-planten bij complete voedingsoplossing bekijken voor de verschillende gronden van arm naar rijk (Bouma-Janssen experiment), zien we dezelfde tendens: blauwgrasland 11, natop 6, toppop 8, voortop 5, jaar nul 6, klei 5. De aantallen zijn te klein om ze te kunnen toetsen. Bovendien kunnen fysische factoren een rol gespeeld hebben bij het opkomen van de planten (zie discussie, Bouma-Janssen experiment, punt 3). Het aantal kiemingen wordt in bovenstaande echter niet vergeleken met absolute nutriëntentekorten in de bodem, maar met tekorten aan beschikbare nutriënten.

De kiemplanten van deze proef zijn niet verder opgekweekt, zodat niet te zeggen is of de gebruikte zouten invloed hebben op de verdere groei van *Rhinanthus*.

c) Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van *Rhinanthus*-zaden.

Uit deze proef zijn twee behandelingen naar voren gekomen die *Rhinanthus*-zaden sneller laten kiemen dan wanneer ze koude-stratificatie ondergaan met demi-water bij 5°C in het donker; deze behandelingen zijn 24 uur schudden in een oplossing van GA₃+BA+ethepon in demi-water, en 24 uur schudden in demi-water van 30°C.

Uit een groot scala van mogelijke behandelingen (zie Inleiding en vraagstellingen, blz. 2 en 3) zijn de meest gebruikte

gekozen. De keuze van de behandelingen hing tevens af van de aanwezigheid in het laboratorium van bepaalde stoffen en mogelijkheden tot uitvoer van bepaalde behandelingen in het laboratorium (o.a. licht en temperatuur in de kiemkasten). Omdat zaden van verschillende plantesoorten heel verschillend kunnen reageren op een bepaalde behandeling, komt dit experiment neer op het nagaan van de uitwerking van allerlei mogelijke behandelingen. Het is zeer wel mogelijk dat een andere, in deze proef niet uitgevoerde behandeling een nog snellere kieming geeft dan de twee bovengenoemde, of zelfs (zoals bij andere zaden met gibberellinezuur is gebeurd; Gray, 1958), een koude-behandeling overbodig maken. Evenals bij bovenstaand experiment (kiemproef met verschillende zouten) zijn de kiemplanten van deze proef niet verder opgekweekt, zodat over eventuele invloeden van de behandelingen op de verdere groei van *Rhinanthus serotinus* niets is te zeggen.

6- SAMENVATTING

In dit onderzoek wordt nagegaan of de veranderingen in de *Rhinanthus serotinus* populaties in het Drentsche Aa-gebied afhankelijk zijn van veranderingen in de bodem, m.m. van de nutriënten N, P, K en Ca op verschillende stadia van de levenscyclus. Verder is onderzocht of de kiemrust van *Rhinanthus*-zaden kunstmatig doorbroken kan worden. De proef valt in drie delen uiteen:

a) Onderzoek naar nutriëntentekorten in de bodem.

In zgn. Bouma-Janssen-potten werden *Rhinanthus*-planten opgekweekt met een gastheer (*Agrostis tenuis*). Met behulp van deze proef werden zes verschillende gronden (grond van een blauwgrasland, natop, toppop, voortop, jaar nul en kleigrond) onderzocht op eventuele relatieve tekorten van N, P, K en Ca. In deze gronden zijn de volgende relatieve tekorten aangetoond: blauwgrasland: N, P en K; natop: N, P, K en Ca; toppop: N, P, K en Ca; voortop: N, P, en K; jaar nul: N, K en Ca; kleigrond: K.

Van de *Rhinanthus*-planten zijn de nutriëntengehalten (N, P, K en Ca) gemeten. Deze gehalten zijn een slechte maat voor het voorkomen van die gehalten in de bodem.

b) Onderzoek naar de invloed van zouten op de kieming van *Rhinanthus*-zaden.

Om te onderzoeken of stikstof, fosfaat, kalium en calcium invloed hebben op de kieming van *Rhinanthus*-zaden, werden zaden ter stratificatie gezet bij 5°C en in het donker, met verschillende zouten (t.w. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , KNO_3 en NH_4NO_3) in verschillende concentraties, en met water. Uit deze proef blijkt dat calcium geen invloed heeft op het aantal kiemingen, noch op de kiemsnelheid. Fosfaat en kalium hebben een verhogende invloed op zowel het aantal kiemingen als op de kiemsnelheid; stikstof heeft een verlagende invloed op het aantal kiemingen en de kiemsnelheid.

c) Onderzoek naar kunstmatige doorbreking van de dormancy van Rhinanthus-zaden.

Dit experiment werd gedaan om na te gaan of de dormancy van Rhinanthus-zaden kunstmatig doorbroken kan worden. Geen van de gebruikte behandelingen maakt koude-stratificatie overbodig. Van de behandelingen zijn er twee die een snellere kieming geven van Rhinanthus-zaden; dit zijn 24 uur schudden in $GA_3 + BA + \text{ethepon}$ in water en 24 uur schudden in water van $30^{\circ}C$. De laatste behandeling geeft uiteindelijk een grotere opbrengst aan gekiemde zaden dan de eerstgenoemde. Hierbij maakt het weinig uit of de zaden bij $5^{\circ}C$ /donker, dan wel bij $5^{\circ}C$ /donker-licht worden geplaatst.

7- LITERATUURLIJST

- Anchem products Inc. (1969)
Technical data sheet: Ethrel.
- Bakker, J.P. (1976)
Natuurbeheer en natuuronderzoek in het stroomdal van de Drentse A. D.L.N. 79: 49-56.
- Barton, L.V. (1965)-a
Seed dormancy : General survey of dormancy imposed by external agents. *Encycl. Plant. Physiol.* 15(2): 699-720.
- Barton, L.V. (1965)-b
Dormancy in seeds imposed by the seedcoat. *Encycl. Plant. Physiol.* 15(2): 727-745.
- Borg, S.J. ter (1972)
Variability of *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Oborny in relation to the environment. Proefschrift R.U.G.
- Brown, R. (1965)
The germination of angiospermous parasitic seeds. *Encycl. Plant. Physiol.* 15(2): 925-932.
- Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de landbouw (1970)
Cursus bodemkunde, deel 1: Algemene bodemkunde.
- Donoho, C.W. Jr. & S.R. Walker (1957)
Effect of gibberellic Acid on breaking of rest period in Elberta peach. *Science* 126: 1178.
- Elkinaway, M. & T. Hemberg (1974)
Effect of temperature and kinetin on the germination and endogenous hormones of *Hyoscyamus* seeds. *Physiol. Plant.* 31: 64-66.
- Ellenberg, H. (1974)
Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas, Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.
- Fitter, A.H. & R.K.M. Hay (1981)
Environmental physiology of Plants, Academic Press, London.
- Gray, R.A. (1958)
Proceedings of the plant physiology meetings, *Plant. Physiol. suppl.* 33: XL.

- Hosper, U.G. (1981)
Enige oecologische - en beheersaspecten van blauwgras-
landen (doctoraalverslag), Lab. voor pl.oec., Haren.
- Hullu, E. de (1981)
De invloed van structuur en gastheer op het populatiege-
drag van *Rhinanthus*, (voortgangverslag 2), Lab. voor
pl. oec., Haren.
- Jansen, H., W. Pathuis, A. Wemmenhove & J. Olde Loohuis
(1981)
De invloed van maaien en afvoeren op de bodemvruchtbaar-
heid, (verslag 3^e jaars cursus), Lab. voor pl. oec., Haren.
- Klaren, C.H. (1975)
Physiological aspects of the hemiparasite *Rhinanthus*
serotinus, Proefschrift R.U.G.
- Koller, D., A.M. Mayer, A. Poljakoff-Mayber & S. Klein
(1962)
Seed germination, *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 13: 437-464.
- Kruyne, A.A., D.M. de Vries & H. Mooi (1976)
Bijdrage tot de oecologie van de Nederlandse grasland-
planten, Pudoc, Wageningen.
- Lakon & Georg (1942)-a
Topografischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreider-
früchte durch Tetrazoliumsalze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*
60: 299-305.
- Lakon & Georg (1942)-b
Topografischer Nachweis der Keimfähigkeit von Maïs durch
Tetrazoliumsalze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 60: 434-444.
- Lang, A. (1965)
Effect of some internal and external conditions on seed
germination. *Encycl. Plant. Physiol.* 15(2): 848-893.
- Maguire, J.D. (1976)
Seed dormancy, *Adv. in Res. & Techn. of seeds* 2: 9-26.
- Mengel, K. & E.A. Kirkby (1979)
Principles of Plant Nutrition, 2nd edition. Internat.
Potash Inst. Berne, Switzerland.

- Muller, A. (1979)
Deficiency symptoms in cacao seedlings observed in pot experiments with the Bouma-Danssen method, Ned. J. agric. sci. 27: 211-220.
- Palevitch, D. & T.H. Thomas (1974)
Thermodormancy release of celery seed by gibberellines, 6-benzylaminopurine, and ethephon applied in organic solvent to dry seeds, Journal of experimental botany, vol. 25, no. 88: 981-986.
- Porter, R.H., Durrell, Mary & H.J. Rourm (1947)
The use of 2,3,5-triphenyltetrazoliumchloride as a measure of seed germinability, Plant. Physiol. 22: 149-159.
- Stokes, P. (1965)
Temperature and seed dormancy, Encycl. Plant. Physiol. 15: 746-801.
- Toole, E.H., S.B. Hendricks, H.A. Borthwick & V.K. Toole (1956)
Physiology of seed germination, Ann. Rev. of Plant. Physiol. vol. 7: 299-324.

BJLAGEN

Grond in de Bouma-Janssen bekertjes:

grond	inhoud (gram)	vocht- gehalte	humus- gehalte	grond min vocht (gr)
BG	148	0,40	0,346	88,8
NT	170	0,23	0,126	130,9
TP	150	0,49	0,455	76,5
VT	205	0,12	0,052	180,4
O	202	0,18	0,091	165,6
KL	220	0,13	0,087	191,4

Bouma-Janssen experiment.

voedings- oplossing	grond	Na-geh. meq/kg gew. (Rhin. ser.)	stand.- fout	Mg-geh. meq/kg gew. (Rhin. ser.)	stand.- fout
comp	BG	16,81	0,35	169,00	0,94
	NT	8,38	0,22	201,39	0,50
	TP	10,23	0,25	165,46	1,07
	VT	16,16	0,63	189,88	3,74
	O	24,41	0,19	189,07	4,03
	KL	65,90	-	141,06	-
-N	BG	18,58	-	199,62	-
	NT	-	-	-	-
	TP	33,95	-	191,65	-
	VT	28,81	-	2094,48	-
	O	53,97	-	2253,51	-
	KL	-	-	-	-
-P	BG	29,41	-	155,35	-
	NT	15,01	0,15	143,46	2,22
	TP	18,47	0,32	141,58	3,49
	VT	-	-	-	-
	O	23,19	0,53	149,97	0,49
	KL	51,20	-	2241,64	-
-K	BG	129,19	0,43	495,37	0,47
	NT	-	-	-	-
	TP	102,29	-	372,19	-
	VT	63,40	-	425,85	-
	O	73,06	0,36	476,49	3,03
	KL	-	-	-	-
-Ca	BG	18,01	0,12	216,31	0,21
	NT	15,01	0,58	154,58	1,58
	TP	15,54	0,30	190,33	0,09
	VT	8,61	0,22	235,30	0,91
	O	32,78	-	263,74	-
	KL	-	-	-	-

Bouma. Janssen experiment

voedings- oplossing	grond	N-gehalte meq/kg gew. (Agr. ten.)	stand.- fout	P-gehalte meq/kg. gew. (Agr. ten.)	stand.- fout
comp	BG	2092,67	37,68	121,96	1,85
	NT	1979,68	32,88	112,20	3,14
	TP	1948,76	7,36	118,22	1,09
	VT	2155,08	34,87	117,35	0,27
	O	-	-	123,15	0,02
	KL	2250,36	38,45	115,13	0,98
-N	BG	623,15	0,43	102,78	2,98
	NT	569,03	48,81	119,51	0,48
	TP	587,58	5,82	112,44	0,94
	VT	574,24	12,86	104,55	1,09
	O	577,11	-	98,36	-
	KL	665,92	69,15	86,87	2,78
-P	BG	1632,40	17,12	22,47	0,70
	NT	1638,08	3,62	30,66	0,08
	TP	1971,03	3,74	42,70	0,32
	VT	1839,88	32,00	34,54	0,23
	O	1511,35	38,80	27,63	0,34
	KL	1697,58	36,99	30,11	0,16
-K	BG	1767,31	76,15	157,79	5,48
	NT	1990,73	31,59	185,22	1,12
	TP	1883,08	9,84	152,48	0,93
	VT	1734,69	31,35	181,13	1,42
	O	1897,01	7,53	162,75	7,73
	KL	1738,72	37,06	154,72	1,40
-Ca	BG	1880,73	3,85	117,45	5,84
	NT	2163,60	3,27	104,60	0,72
	TP	2216,37	0,52	112,11	2,90
	VT	1993,70	42,88	108,54	0,40
	O	2157,09	55,24	-	-
	KL	2220,60	0,41	112,34	0,81

Bouma-Janssen experiment

voedings- oplossing	grond	K-gehalte meq/kg gew. (Agr. ten.)	stand.- fout	Ca-gehalte meq/kg gew. (Agr. ten.)	stand.- fout
comp	BG	885,09	3,91	200,22	0,19
	NT	772,37	2,02	183,18	4,49
	TP	740,47	4,90	190,44	1,85
	VT	794,14	6,76	216,31	0,17
	O	817,90	15,14	197,04	4,79
	KL	929,83	7,27	207,56	5,27
-N	BG	394,03	1,56	234,52	6,37
	NT	462,29	0,72	193,53	0,56
	TP	374,29	2,47	268,12	2,82
	VT	416,15	7,44	195,37	1,34
	O	445,09	-	231,75	-
	KL	426,13	4,85	237,16	1,00
-P	BG	609,37	0,68	168,90	9,72
	NT	673,44	13,51	144,73	1,86
	TP	756,49	3,46	180,75	7,00
	VT	648,58	3,28	137,69	1,83
	O	627,02	8,45	154,13	5,11
	KL	667,58	0,51	169,49	2,79
-K	BG	27,40	0,28	532,01	4,86
	NT	53,77	0,21	498,75	3,49
	TP	52,93	2,91	508,33	0,87
	VT	58,33	2,70	437,36	0,62
	O	63,96	3,94	406,25	19,67
	KL	115,38	0,68	485,85	2,97
-Ca	BG	752,27	28,23	71,83	3,24
	NT	892,93	13,28	40,63	2,56
	TP	909,25	18,88	76,03	3,46
	VT	777,40	17,27	57,05	2,56
	O	855,92	2,29	78,89	1,15
	KL	824,90	1,78	104,87	2,41

Bouma - Janssen experiment

voedings-oplossing	grond	Na-gehalte meq/kg gew. (Agr. ten.)	stand.- fout	Mg-gehalte meq/kg gew. (Agr. ten.)	stand.- fout
comp	BG	4,6g	0,17	153,52	1,72
	NT	3,64	0,12	129,86	0,64
	TP	2,44	0,05	114,76	0,37
	VT	2,57	0,52	156,82	0,95
	O	3,12	0,49	157,72	0,22
	KL	4,65	0,11	159,80	1,15
-N	BG	5,73	0,89	147,13	1,76
	NT	2,62	0,11	130,47	1,33
	TP	4,35	0,51	141,65	0,17
	VT	2,73	0,54	138,27	7,23
	O	7,72	—	137,04	—
	KL	3,61	0,37	114,98	1,83
-P	BG	6,70	0,06	109,92	0,33
	NT	1,90	0,41	92,25	2,08
	TP	5,72	0,16	131,48	3,92
	VT	3,66	0,06	101,77	1,38
	O	2,84	0,35	107,84	0,63
	KL	3,85	1,40	99,60	1,21
-K	BG	97,13	0,93	522,99	2,74
	NT	81,58	0,35	459,44	0,78
	TP	78,07	1,73	400,84	0,85
	VT	40,83	0,56	471,81	1,40
	O	42,77	0,86	495,29	1,12
	KL	39,72	1,11	428,55	1,52
-Ca	BG	4,57	0,65	227,17	8,85
	NT	2,38	0,11	239,86	4,55
	TP	4,26	0,83	238,76	12,35
	VT	4,05	0,33	249,43	2,88
	O	3,19	0,09	274,64	4,07
	KL	4,18	0,35	261,78	4,42