

CODEN: IBBRAH (7-85) 1-90 (1985)

ISSN 0434-6793

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 7-85

MINERALISATIESNELHEID VAN ORGANISCHE STIKSTOF (EN FOSFAAT) UIT MEST IN DE
GROND

*With a summary: Mineralization of organic nitrogen (and phosphate) from
animal manures in soil*

door

H.G. VAN FAASSEN en H. VAN DIJK

1985

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 7-85 (1985) 90 pp.

INHOUD

1. Inleiding	5
2. Proefopzet	7
3. Resultaten	11
3.1. Karakterisering van de gebruikte gronden	11
3.2. Samenstelling van de mesten	13
3.2.1. Drogestof- en organische-stofgehalten	13
3.2.2. Stikstof	13
3.2.3. 'Koolstof'	15
3.2.4. Fosfaat	15
3.3. Milieufactoren	15
3.3.1. Temperatuur	15
3.3.2. Vochtgehalte	15
3.3.3. Zuurgraad (pH-water)	16
3.4. Chemische analyse van grondmonsters na incubatie met mest	17
3.4.1. Minerale N en N-mineralisatie	17
3.4.2. Totaalstikstofgehalte volgens Deijs (IB 6299)	19
3.4.3. Hydrolyseerbare stikstof (IB 6299)	19
3.4.4. C-Kurmies (IB 6299)	19
3.4.5. Fosfaat (IB 6299)	19
3.4.6. Oriënterend onderzoek naar de karakterisering van organische stikstofverbindingen in grond en in mest m.b.v. pyrolysemassaspectrometrie	19
4. Discussie	20
4.1. Mineralisatie van organische stikstof uit mest in twee grondsoorten	20
4.2. Totaalstikstofbepalingen volgens Deijs (IB 6299) : N-balans	28
4.3. Hydrolyseerbare stikstof (IB 6299)	30
4.4. C-Kurmies (IB 6299)	31
4.5. Fosfaat (IB 6299)	33
4.6. Karakterisering van stikstofverbindingen in grond en in mest m.b.v. pyrolysemassaspectrometrie (PMS)	39

4.7. Milieufactoren	41
4.7.1. Temperatuur	41
4.7.2. Vochtgehalte	41
4.7.3. Zuurgraad (pH-water)	42
4.8. Nitrificatie	42
5. Evaluatie	44
5.1. Beperkingen van de proefopzet	44
5.2. Beperkingen van de analysemethoden	44
5.3. Mogelijkheden tot extrapolatie	45
6. Samenvatting	46
7. Summary	50
8. Literatuur	54
9. Bijlagen	57

1. INLEIDING

In mest is meestal 50-90% en in grond bijna 100% van de stikstof aanwezig in organische verbindingen. De helft of meer van deze stikstof kan door hydrolyse in oplossing worden gebracht en kan dan voor ongeveer de helft als α -aminozuur-stikstof worden geïdentificeerd. Over de identiteit van de verbindingen waarin de rest (= veelal het grootste deel) van de stikstof aanwezig is, is weinig bekend en over hun hoeveelheid en de variatie daarvan is nog minder bekend. Evenmin is voldoende nauwkeurig bekend met welke snelheid deze verbindingen worden afgebroken in mest en in grond.

In 1976 en 1977 publiceerden Sluijsmans en Kolenbrander twee artikelen over de stikstofwerking van mest. Zij gaan uit van de gedachte de stikstof die in totaal in de mest aanwezig is te verdelen in minerale N (N_m), organische N (N_{Org}) die in het eerste jaar na aanwending gemineraliseerd wordt (N_e) en resterende organische N die pas op langere termijn in minerale N wordt omgezet (N_r). Dus:

$$N_t \text{ mest} = N_m + N_{Org} = N_m + N_e + N_r$$

Uit diverse gegevens en berekeningen komen zij tot de vuistregel dat voor runderstalmest en -drijfmest geldt: $N_e = 0,5 N_{Org}$ en voor varkensdrijfmest en kippemest (zonder strooisel): $N_e = 0,7 N_{Org}$. Een experimentele toetsing van de betrouwbaarheid van deze vuistregel leek gewenst.

Bijvoorbeeld: varieert bij rundermest N_e van $0,45 N_{Org}$ tot $0,55 N_{Org}$ of misschien van $0,2 N_{Org}$ tot $0,8 N_{Org}$? Wat is de invloed hierop van voer en leeftijd van het dier, van de bewaartijd van de mest en is er verschil tussen grondsoorten? Bovendien is nader onderzoek gewenst naar de snelheid waarmee N_e in het eerste jaar wordt gemineraliseerd en naar de factoren in de mest gelegen die deze snelheid bepalen. Algemeen geldt bijv. kippemest als "sneller werkend" dan rundermest. Het is uiteraard gewenst dat het tempo van vrijkomen van de minerale stikstof zo goed mogelijk aansluit bij de opnamebehoefte van het gewas. Kan misschien de mineralisatiesnelheid van N_e middels chemische analyse voorspeld worden?

N_e is als resultante van bruto-mineralisatie en herinbouw in organische verbindingen en biomassa tevens afhankelijk van de mate waarin de organische stof als koolstofbron voor de microben fungeert. Ook wat betreft het laatste schort het nog aan een goede bepalingsmethode.

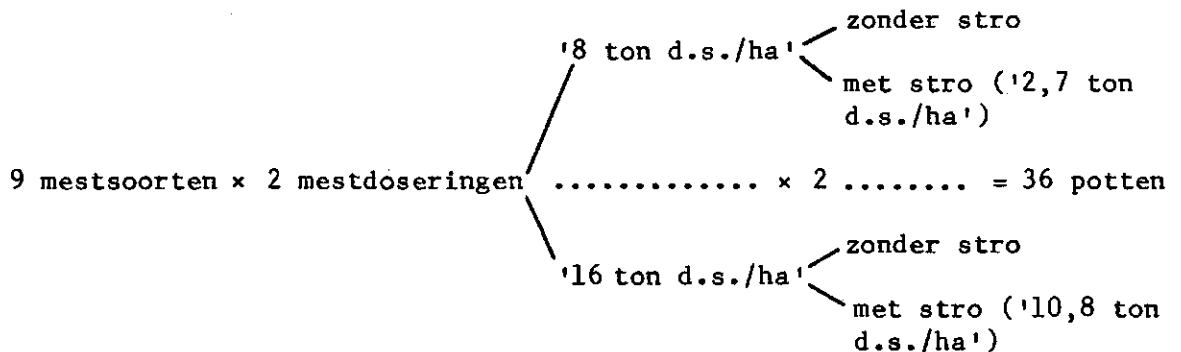
Voor de organische stikstofverbindingen in de grond (waarop de "oude kracht" berust) geldt min of meer hetzelfde als voor mest.

Doel van het onderzoek is te komen tot een differentiërende analyse van organische stikstofverbindingen in mest en in grond, waaruit direct de potentiële stikstofmineralisatie kan worden afgeleid.

2. PROEFOPZET

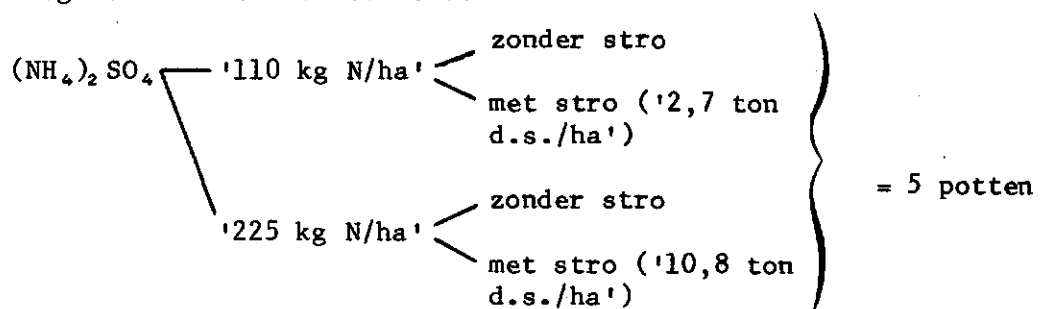
In april 1978 werd een potproef gestart (IB 6299; bijlage I) met 9 mestsoorten (runder- en varkensfeces en kippemest, elk van 3 herkomsten). Alle feces en twee van de drie kippemesten waren vers. De materialen werden zonder voorbehandeling toegevoegd aan twee gronden, in twee doseringen overeenkomend met 8, resp. 16 ton drogestof per ha, zowel met als zonder doormenging van gemalen tarwestro in twee doseringen (overeenkomend met ca. 2,7 resp. 10,8 ton drogestof per ha). De gronden waren een zandgrond uit Haren met 3,4% organische stof en pH_{water} 5,1 en een zware zavel van de Lovinkhoeve (Marknesse) met 2,4% organische stof en pH_{water} 8,1. Ter vergelijking werden enkele potten gevuld met grond waaraan ammoniumsulfaat met en zonder stro werd toegevoegd. Door ingraven en afdekken volgden de potten de bodemtemperatuur. Schematisch weergegeven zag de proef er als volgt uit:

IB 6299; per grondsoort 41 potten



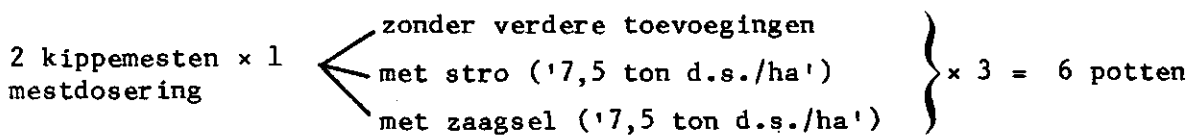
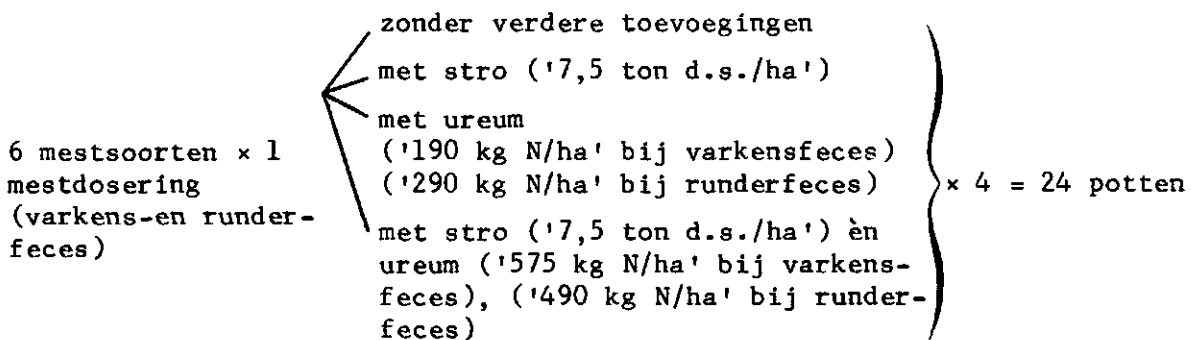
1 controle; grond zonder toevoegingen

2 kunstmestgiften met en zonder stro:

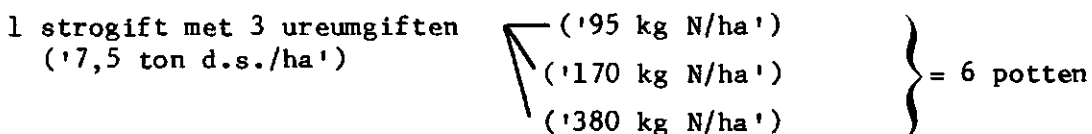
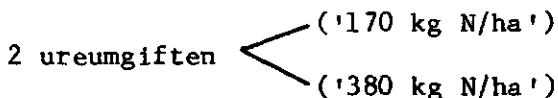


Omdat in potproef IB 6299 in een aantal gevallen alle minerale stikstof aanvankelijk volledig werd geïmmobiliseerd, en omdat in de praktijk meestal drijfmest wordt toegepast, is in mei 1979 een tweede potproef gestart (IB 6328; bijlage II). Daarbij is aan ca. 1 maand anaëroob bewaarde feces extra ureum toegevoegd om te zorgen voor een overmaat minerale stikstof tijdens de afbraak in de grond. In deze potproef zijn naast stro-objecten ook enkele objecten met zaagsel opgenomen. Dezelfde twee grondsoorten zijn onderzocht als bij IB 6299. De zandgrond was niet beide keren van hetzelfde perceel; bij IB 6328 bevatte de zandgrond duidelijk meer organische stof (ca. 6%) en had een pH_{water} van 6,2. Schematisch zag de proef er als volgt uit:

IB 6328; per grondsoort 36 potten



1 controle; grond zonder toevoegingen



In beide potproeven is gedurende $1\frac{1}{2}$ jaar het gehalte aan minerale stikstof in de grond vervolgd. Bij potproeven IB 6299 zijn tevens een aantal malen de gehalten aan totaal N, hydrolyseerbare N-fracties, organische stof, totaal en anorganisch fosfaat in de grond bepaald. De pH is gemeten op enkele tijdstippen. De mesten zijn uitvoerig chemisch geanalyseerd om na te gaan of er een verband bestaat tussen de samenstelling ervan en het mineralisatiepatroon in de grond. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde analyses.

Om al te sterke verzuring tegen te gaan als gevolg van nitrificatie, wat remmend zou kunnen werken op de mineralisatie, is aan de potten met de zandgrond bij IB 6328 na 12 weken calciumcarbonaat toegevoegd; bij IB 6299 is dit pas na 16 maanden gedaan.

TABEL 1. Overzicht van uitgevoerde bepalingen.

TABLE 1. Methods of analysis used.

	Omschrijving methode	IB 6299		stro	IB 6328	
		mesten	gronden		mesten	gronden
d.s. drogestof	a. overnacht bij 105 °C		+	+		+
	b. vriesdrogen	+			+	
organische stof:						
- gloeiverlies	4 uur bij 600 °C	+	+	+	+	+
- oxidimetrisch			+			+
C - COD = (3/8) × COD	chemisch zuurstofverbruik met K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄ omgerekend op koolstof; analyse van verse monsters			+	+	+
C-Kurmies	idem, uitgevoerd volgens Kurmies; analyse van droge monsters	+	+	+		
N _t Deys	totaal stikstof volgens Deys (gereduceerde + geoxideerde stikstof)	(+)	+			
N _t Kjeldahl	totaal stikstof volgens Kjeldahl (gereduceerde stikstof)	+			+	
N _h	totaal stikstof in Bremner-hydrolysaat (9 uur 120 °C met 6N HCl in gesloten buizen)	+	+			
NH ₄ -N	stikstof in ammoniumvorm - (stoomdestillatie met MgO) - (Centraal Lab)	+		+	+	+
NO ₃ -N	nitraatstikstof (Centraal Lab)		+			+
NH ₄ -N _h ("amide-N")	ammoniumstikstof vrijgekomen door Bremner-hydrolyse	+	+	+		
α-amino-N _h	α-aminozuurstikstof in Bremner-hydrolysaat	+	+	+		
urinezuur-N (is 0,33 × urinezuur)	extinctie-meting (U.V.) aan extract urinezuurbepaling bij kippemesten	(+)				
P _t	totaal fosfaat na destructie in HNO ₃ /H ₂ SO ₄ /HClO ₄ ; molybdeen-blauwmethode	+	+	+		
P _{anorg.}	anorganisch fosfaat bepaald als P _t na selectieve extractie met een oplossing van HF (40%), HCl (36%) en TiCl ₄ (10 : 200 : 9 volumeverhouding)	+	+	+		
org. stof _{n,h}	organische stof niet hydrolyseerbaar met zwavelzuur	+		+		
N _m (berekend)	minerale stikstof = NH ₄ -N + NO ₃ -N		+			+

3. RESULTATEN

3.1. Karakterisering van de gebruikte gronden (tabel 2)

De zandgrond van potproef IB 6299 heeft een relatief laag organische-stof- en stikstofgehalte, van dezelfde grootte-orde als de zavelgrond uit de Noordoostpolder. In potproef IB 6328 is de zandgrond vervangen door één met een wat hoger organische-stofgehalte. De zavelgrond heeft een pH van ca. 8, die sterk wordt gebufferd door de aanwezigheid van calcium-carbonaat. De zandgronden reageren zuur en hebben een veel geringere buffercapaciteit tegen verdere verzuring dan de zavelgrond.

Stikstof

Bij het begin van de proeven is ca. 1% van totaalstikstof aanwezig in minerale vorm, vrijwel geheel als nitraat. De organische N is voor ca. 90% hydrolyseerbaar met 6 N HCl bij de zandgrond; bij de zavelgrond is dit voor ca. 80% het geval. Van de hydrolyseerbare organische N is ca. 35% aanwezig als α -amino-N in aminozuren, ca. 30% is amide-N en ca. 35% is niet nader gekarakteriseerd. Bij de hydrolyse met 6 N HCl wordt uit een aantal aminozuren en aminozuuramiden NH_3 afgesplitst. Een aantal aminozuren bevat naast α -amino-N nog één of meer N-atomen in het molecuul. Uit het voorgaande kan berekend worden dat ca. 50% van totaal N aanwezig is in de vorm van aminozuren. Ca. 5% van totaal N in de grond is volgens de literatuur aanwezig in aminosuikers en purines en pirimidines, zodat nog ca. 45% van totaal N niet nader valt te karakteriseren. In dit opzicht wijken de gebruikte zand- en zavelgrond nauwelijks af van een groot aantal gronden die zijn onderzocht door Sowden et al. (1977).

Fosfaat

Bij de zavelgrond is ca. 85% van het fosfaat aanwezig als anorganisch fosfaat, bij de zandgrond van IB 6299 is dit 55%.

TABEL 2. Karakterisering van de gebruikte gronden.
 TABLE 2. Characteristics of the soils used in the experiments.

	Zandgrond Haren		Zavelgrond Marknesse	
	IB 6299	IB 6328	IB 6299	IB 6328
organische stof (% van d.s.)				
oxidimetrisch	2,8	4,6	2,4	2,4
gloeiverlies (4 u 600 °C)	3,4	6,1	-	-
C vlgs. Kurnies (%)	1,73	3,21	1,34	1,37
N totaal (%)	0,106	0,19	0,11	0,11
pH (1 N KCl) bij aanvang	-	5,3	7,3	7,5
pH (H ₂ O) v.d. proef	5,1	6,2	8,1	8,1
kationenuitwisselings- capaciteit (meq./100 g d.s.)	-	ca. 22	ca. 16	ca. 16
calciumcarbonaat (%)	0	0	ca. 8	ca. 8
lutum (< 2 µm) (%)		ca. 3		ca. 18
afslibbaar (< 16 µm) (%)		ca. 6		ca. 32
zand=rest (%)		ca. 94		ca. 60
stikstof fracties hydrolyseer- baar met 6 N HCl vlgs Bremner				
totaal hydrolyseerbare N (mg/kg)	920 ± 50		880 ± 25	
α-amino-N (mg/kg)	320 ± 50		300 ± 25	
NH ₂ -N ("amide") (mg/kg)	260 ± 50		280 ± 25	
rest N in hydrolysaat (mg/kg)	ca. 350		ca. 300	
niet hydrolyseerbare N (mg/kg)	ca. 100		ca. 200	
totaal fosfaat (mg P/kg)	465 ± 10		695 ± 15	
anorganisch fosfaat (mg P/kg)	255 ± 10		590 ± 30	
vochtgehalte bij pF 2 (%)		ca. 15	ca. 18	ca. 18
g H ₂ O/100 g d.s.		ca. 17,5	ca. 22	ca. 22

3.2. Samenstelling van de mesten (tabel 3)

3.2.1. Drogestof- en organische-stofgehalten

De drogestofgehalten van de runder- en varkensfeces liepen uiteen van 14 tot 30% (kolom 1). Van deze drogestof was 78 tot 86% organische stof (gloeiverlies, kolom 2). Bij de kippemesten varieerde het drogestofgehalte van 23 tot 81% en het organische-stofgehalte van 74 tot 84%, behalve bij de deep-pitmest, waar na 3 maanden bewaren nog maar 48% organische stof aanwezig was als gevolg van organische-stofafbraak. Bij de slachtkuikenmest K_I was wel het drogestofgehalte na 1 maand anaëroob bewaren verhoogd, maar niet het asgehalte; de afbraak van organische stof is daar kennelijk gering geweest.

3.2.2. Stikstof

De totaal-N-gehalten van de mesten liepen uiteen van 2,7 tot 6,5% van d.s. (N_t in kolom 4). De kippemesten zijn duidelijk rijker aan stikstof dan de runder- en varkensfeces. Bij kippen komt alle uitgescheiden stikstof in de mest terecht, bij rundvee en bij varkens wordt een groot deel van de stikstof met de urine uitgescheiden in de vorm van ureum. Het relatief lage N-gehalte van de deep-pitmest k_{III} zal wel een gevolg zijn van verliezen via ammoniakvervluchtiging (en eventueel verliezen via denitrificatie van nitraat).

Van de stikstof was gemiddeld 15% (10-29%) aanwezig in ammoniumvorm (kolom 5a). Hiervan ging bij vriesdrogen een deel verloren door NH_3 -vervluchtiging, vandaar het lagere percentage NH_4 -N in het gevriesdroogde materiaal (kolom 5b). De deep-pitmest bevatte 12% van N_t in de vorm van nitraat-N; kennelijk is hier tijdens het bewaren nitrificatie van ammonium-N opgetreden.

De organische stikstof van de runder- en varkensfeces was vrijwel volledig hydrolyseerbaar met 6 N HCl volgens Bremner; totaal hydrolyseerbare N in het vriesdroge materiaal is van dezelfde grootte-orde als N_t in het natte materiaal, zeker als ammoniakverlies bij vriesdrogen mee in rekening wordt gebracht. In het hydrolysaat bestaat 10 \pm 5% uit amide-N en 40 \pm 5% uit α -aminozuur-N; de rest is niet nader gekarakteriseerd (kolommen 6 t/m 9).

TABEL 3. Karakterisering van de gebruikte mesten (chemische analyses).

TABLE 3. Characteristics of the animal manures and straw used in the experiments.

r or R = cow feces; v or V = pig feces; k or K = chicken manure; S = straw.

	1	2	3	4	5a	5b	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	d.s.	gloeiverlies	org. stof n.h.	N _t	NH ₄ -N	NH ₄ -N	N _t	NH ₄ -N	"amide-N"	α-amino-N	P _t	Panorg	C _{Kurmies}	C _{COD}	C/N _t	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
	van (2)															
	vries- droog materiaal															
	hydrolyse met 6 n HCl															
	berekend uit (7) - (5b)															
	vgl. Bremner															
	berekend uit (12)/(4) of (13)/(4)															
Kalverfeces																
6299	r _I	18,2	81,9	37,4	3,81	0,47	0,20	3,07	0,51	0,31	1,29	0,64	0,39	39,4	10,3	
6328	R _I	17,5	83,6	38,6	3,27	0,51	0,30	3,71	0,78	0,48	1,61	0,79	0,20	43,3	13,2	
Meststierenfeces																
6299	r _{II}	16,8	79,9	34,1	2,66	0,33	0,19	2,25	0,43	0,24	0,89	0,79	0,55	36,6	13,8	
6328	R _{II}	14,6	82,5	33,0	2,71	0,27	0,19	2,85	0,72	0,52	1,02	0,86	0,60	41,0	15,1	
Melkveefeces																
6299	r _{III}	18,8	84,4	37,0	2,84	0,34	0,20	2,51	0,45	0,25	0,97	0,60	0,38	40,3	14,2	
6328	R _{III}	14,2	80,5	27,6	3,81	0,67	0,33	3,16	0,87	0,54	1,04	1,13	0,84	45,0	11,8	
Biggenfeces																
6299	v _I	25,4	79,4	28,2	3,90	0,64	0,46	3,65	0,74	0,28	0,85	1,85	0,90	36,6	9,4	
6328	V _I	26,6	80,9	32,2	4,01	0,87	0,46	4,60	1,00	0,54	1,72	2,20	1,97	44,8	11,2	
Mestvarkenfeces																
6299	v _{II}	30,4	83,4	32,2	3,05	0,42	0,26	2,73	0,50	0,24	1,09	2,08	1,32	38,6	12,6	
6328	V _{II}	24,9	77,5	28,6	3,87	1,13	0,52	4,38	1,13	0,61	1,47	2,36	1,72	41,0	10,6	
Zeugenfeces																
6299	v _{III}	26,4	85,8	33,2	4,52	0,67	0,49	4,27	0,87	0,38	1,90	1,88	1,30	40,5	9,0	
6328	V _{III}	30,2	80,0	35,1	2,69	0,29	0,09	2,76	0,54	0,45	1,12	1,62	0,80	37,4	13,9	
Slachtkuikmest																
6299	k _I	29,6	79,9	21,3	6,46	1,17	1,21	4,74	1,64	0,43	1,11	2,06	0,68	30,7	4,8	4,5
6328	K _I	54,4	84,3	23,3	5,5	0,37	0,22	5,14	0,90	0,68	1,17	0,90	0,25	39,6	7,2	2,8
Leghennenmest																
6299	k _{II}	23,0	75,7	16,6	6,21	0,71	0,60	3,80	0,88	0,28	0,69	1,91	0,71	29,5	4,8	3,9
6328	K _{II}	23,2	73,8	16,0	6,1	1,19	0,76	5,50	1,70	0,94	1,21	1,88	0,98	32,9	5,4	3,1
Deep-pitmest																
6299	k _{III}	81,0	47,6	31,4	3,56	0,59	0,71	3,32	1,24	0,53	0,93	3,74	1,53	22,2	6,2	0,2
					N _t -Deys; bevat 0,44% NO ₃ -N											
Stromeel	IB 6299	94,0	93,1	23,2	0,58	0,01	0,01	0,52	0,07	0,06	-	0,10	0,075	43,8		
Stromeel	IB 6328	90,7	89,7	22,8	0,56	0,01	-	0,55	0,10	-	0,21	0,06	0,05	44,3	42,4	79
Zaagsel	IB 6328	89,7	99,5	36,2	0,24	0,001	-	0,06	0,08	-	-	0,003	0,003	52,4	49,8	220

Bij de kippemesten was 8 tot 85% van de organische N aanwezig in de vorm van urinezuur, dat bij bewaren snel mineraliseert. Het hoogste percentage urinezuur-N zat in de verse mesten, het laagste in de deep-pitmest.

3.2.3. 'Koolstof'

Een maat voor het "koolstof"-gehalte van de organische stof is verkregen door het bepalen van "C-Kurmies" (IB 6299 in vriesdroog materiaal), resp. C-COD (IB 6328 in het natte materiaal). In feite hangen deze bepalingen af van de oxidatiegraad van de organische stof en daarmee van de potentiële energie-inhoud. Uit deze C-gehalten is voor de mesten een C/N-verhouding berekend, die blijkt te variëren van 5 tot 15 (kolommen 11, 12, 13 en 14).

Organische stof niet hydrolyseerbaar met zwavelzuur: Bij de runder- en varkensfeces was dit gemiddeld 33% (28-39%); k_{III} met 31% en zaagsel met 36% liggen hier dichtbij, terwijl stro met 23% meer aansluit bij k_I met 22% en de laagste waarde heeft K_{II} met 16% (kolom 2).

3.2.4. Fosfaat

Het totaalfosfaatgehalte van de runderfeces van 0,6 tot 1,1% was lager dan dat van de varkensfeces met 1,6 tot 2,4% en de kippemesten met 0,9 tot 3,7%. Bij de runder- en varkensfeces was gemiddeld 69%, resp. 65% van het fosfaat anorganisch fosfaat, bij de kippemesten was dit gemiddeld 38% (kolommen 10 en 11).

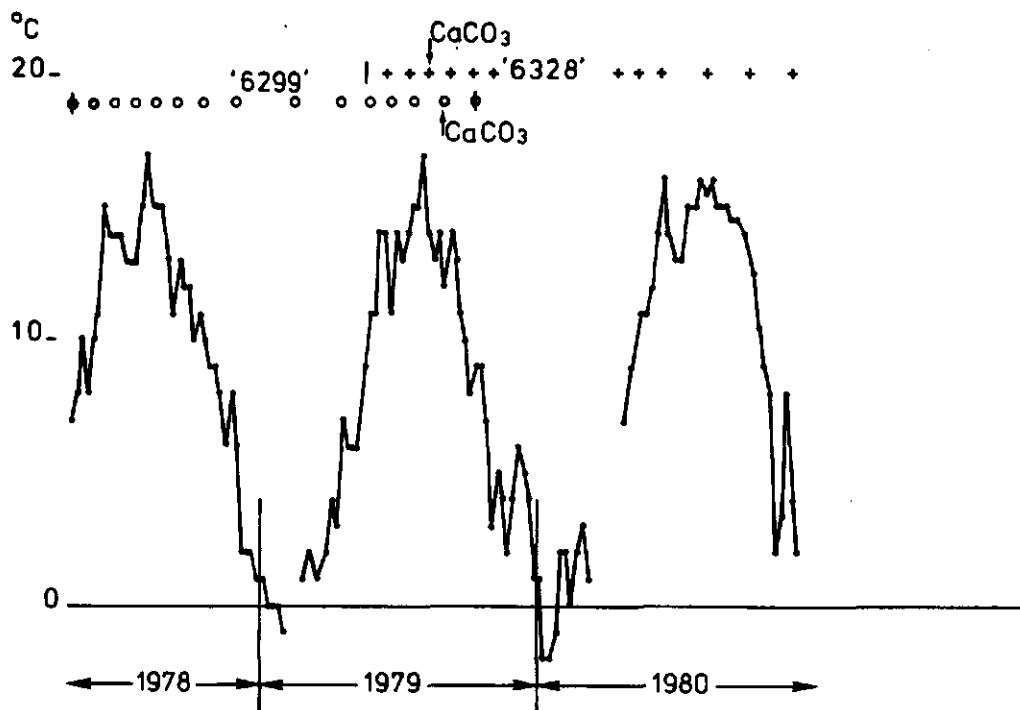
3.3. Milieufactoren

3.3.1. Temperatuur

Het temperatuurverloop tijdens de proeven is weergegeven in figuur 1. De temperatuur in de potten heeft gevarieerd tussen 17 °C in de zomer en -2 °C in de winter. Tevens zijn in figuur 1 de bemonsteringstijdstippen aangegeven en de tijdstippen waarop calciumcarbonaat ($CaCO_3$) is toegediend aan de zandgronden.

3.3.2. Vochtgehalte

Het vochtgehalte van de grond in de potten heeft aanzienlijk geschommeld, met grote verschillen tussen individuele potten.



Figuur 1. Het temperatuurverloop gemeten in de buiten opgestelde potten; de monsternamen-tijdstippen en de data waarop CaCO_3 is toegediend zijn boven de figuur aangegeven.

Figure 1. Temperatures measured in the outdoor soil pots; dates of sampling and of liming with CaCO_3 are indicated.

Uitdroging werd meestal na het bemonsteren op het oog gecompenseerd door oppervlakkig water geven en enige tijd daarna doormengen van de grond. Kennelijk was deze werkwijze niet erg nauwkeurig. Tabel 4 geeft de spreiding van de drogestofgehalten van de grondmonsters die genomen zijn voor de analyse op minerale N. Omdat is bemonsterd minstens 4 weken na de laatste toevoeging van water, is de grond in de potten vochtiger geweest dan de tabel aangeeft.

3.3.3. Zuurgraad (pH-water)

Bij potproef IB 6299 is na 3, 6, 10 en 18 maanden (de laatste keer alleen voor zandgrond) de pH gemeten van een waterige suspensie (tabel 5). Bij potproef IB 6328 is de pH niet gemeten.

TABEL 4. Spreiding in drogestofgehalten bij monsternamen.
 TABLE 4. Range of dry matter contents at sampling.

Monsterdatum	Percentage drogestof	
	zandgrond	zavelgrond
<i>Potproef IB 6299</i>		
20-4-'78	85,9 - 88,3	85,7 - 88,4
22-5-'78	86,9 - 90,5	87,1 - 89,2
20-2-'79	77,2 - 80,9	73,0 - 76,9
18-4-'79	84,5 - 90,9	81,0 - 86,7
21-5-'79	84,3 - 91,6	81,7 - 88,1
19-6-'79	85,4 - 91,4	84,6 - 87,1
17-7-'79	86,6 - 93,0	86,1 - 90,2
9-10-'79	88,6 - 94,4	88,7 - 91,7
<i>Potproef IB 6328</i>		
11-6-'79	84,7 - 89,2	83,6 - 87,9
10-7-'79	85,6 - 90,7	85,1 - 93,7
4-9-'79	85,5 - 91,3	84,1 - 89,4
1-10-'79	82,7 - 89,0	81,6 - 88,6
29-10-'79	83,9 - 89,8	82,9 - 89,1
16-4-'80	80,6 - 85,8	79,5 - 85,9
12-5-'80	81,6 - 86,9	79,8 - 86,3
9-6-'80	81,7 - 88,6	79,6 - 87,1
4-8-'80	78,9 - 84,9	78,8 - 86,0
29-9-'80	80,3 - 87,0	79,7 - 88,0
25-11-'80	80,8 - 88,1	80,2 - 88,2

3.4. Chemische analyses van grondmonsters na incubatie met mest

3.4.1. Minerale N en N-mineralisatie

In bijlage III zijn de gevonden gehalten aan minerale stikstof weergegeven in de tabellen III.1 en III.2 voor IB 6299 en in de tabellen III.5 en III.6 voor IB 6328.

TABEL 5. Potproef IB 6299. pH-H₂O na 3, 6, 10 en 18 maanden incubatie.
 TABLE 5. pH-H₂O of soil samples after incubation for 3, 6, 10 and 18 months.

potnr.	object	t (mnd)				potnr.	object	t (mnd)		
		3	6	10	18*			3	6	10
<i>ZANDGROND</i>					<i>ZAVELGROND</i>					
1	blanco	5,0	5,0	4,9	5,4	63	blanco	7,9	8,0	8,1
2	1 N	4,2	4,2	4,5	5,3	64	1 N		7,9	7,8
21	2 N	4,1	4,8	3,8	4,7	42	2 N	7,1	7,8	7,7
22	1 NS		4,2	4,2	5,0	43	1 NS		8,0	7,8
23	2 N4S	4,1	4,0	4,0	4,5	44	2 N4S	7,5	7,8	7,7
41	2 r I	4,7	4,5	4,4	4,5	82	2 r I	8,0	7,8	7,7
40	2 r II	5,0	4,8	4,8	5,2	81	2 r II	8,1	7,9	7,8
39	2 r III	4,7	4,6	4,6	4,9	80	2 r III	8,1	7,9	7,8
38	2 v I	4,6	4,5	4,4	4,5	79	2 v I	8,1	7,8	7,7
37	2 v II	4,9	4,7	4,7	4,9	78	2 v II	8,0	7,9	7,8
36	2 v III	4,5	4,4	4,3	4,5	77	2 v III	7,9	7,8	7,6
35	2 k I	4,6	4,4	4,4	4,5	76	2 k I	7,8	7,6	7,6
34	2 k II	4,5	4,4	4,3	4,8	75	2 k II	7,9	7,7	7,7
33	2 k III	5,6	6,0	6,0	6,0	74	2 k III	7,8	7,7	7,6
32	2 r I 4S	5,0	4,7	4,7	4,9	73	2 r I 4S	8,0	7,8	7,8
31	2 r II 4S	5,6	5,1	5,0	5,4	72	2 r II 4S	8,0	8,0	7,8
30	2 r III 4S	5,3	4,9	4,8	5,8	71	2 r III 4S	8,0	7,9	7,8
29	2 v I 4S	5,0	4,7	4,7	5,7	70	2 v I 4S	8,0	8,0	7,7
28	2 v II 4S	5,4	5,0	4,9	5,4	69	2 v II 4S	8,0	7,9	7,8
27	2 v III 4S	4,8	4,5	4,4	4,7	68	2 v III 4S	8,0	7,8	7,7
26	2 k I 4S	5,0	4,5	4,3	4,4	67	2 k I 4S	7,9	7,7	7,5
25	2 k II 4S	4,8	4,5	4,4	4,8	66	2 k II 4S	7,8	7,8	7,7
24	2 k III 4S	5,9	6,2	6,2	6,8	65	2 k III 4S	7,7	7,7	7,6

* gemeten na bekalken op t = 16 mnd

r I = kalverfeces

r II = meststierenfeces

r III = melkveefeces

v I = biggenfeces

v II = mestvarkenfeces

v III = fokzeugenfeces

k I = slachtkuikenmest

k II = leghennenmest

k III = deep-pitmest

S = gemalen stro

In de tabellen III.3 en III.4 is weergegeven de berekende netto N-mineralisatie, in procenten van toegevoegde organische N, voor IB 6299 en in de tabellen III.7 en III.8 voor IB 6328. De met mest en stro toegevoegde organische en minerale stikstof is voor alle objecten aan het begin van de tabellen vermeld. Negatieve waarden voor de berekende N-mineralisatie betekenen dat daar sprake is van netto N-immobilisatie.

De gevonden waarden zijn tevens grafisch weergegeven in bijlage IV.

3.4.2. Totaalstikstofgehalte volgens Deijs (IB 6299)

In tabel 9 (p. 29) zijn de gemiddelde waarden weergegeven van N_t bepaald op 0, 3, 6, en 10 maanden na het begin van de proef.

3.4.3. Hydrolyseerbare stikstof (IB 6299)

In bijlage V zijn de resultaten weergegeven van stikstoffracties die zijn bepaald na hydrolyse van de monsters met 6 N zoutzuur. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen totaal hydrolyseerbare stikstof en α -amino-N, NH_4 -N en rest-N in het hydrolysaat.

3.4.4. C-Kurmies (IB 6299)

In tabel 10 (p. 32) zijn de resultaten vermeld van oxydeerbare organische stof-bepalingen volgens Kurmies.

3.4.5. Fosfaat (IB 6299)

In tabel 11a/b (p. 35/36) zijn de resultaten vermeld van totaal-P-bepalingen en van anorganisch fosfaat op enkele tijdstippen. In tabel 12 (p. 38) is de hieruit berekende P-mineralisatie (immobilisatie) weergegeven.

3.4.6. Oriënterend onderzoek naar de karakterisering van organische stikstofverbindingen in grond en in mest m.b.v. pyrolysemassaspectrometrie.

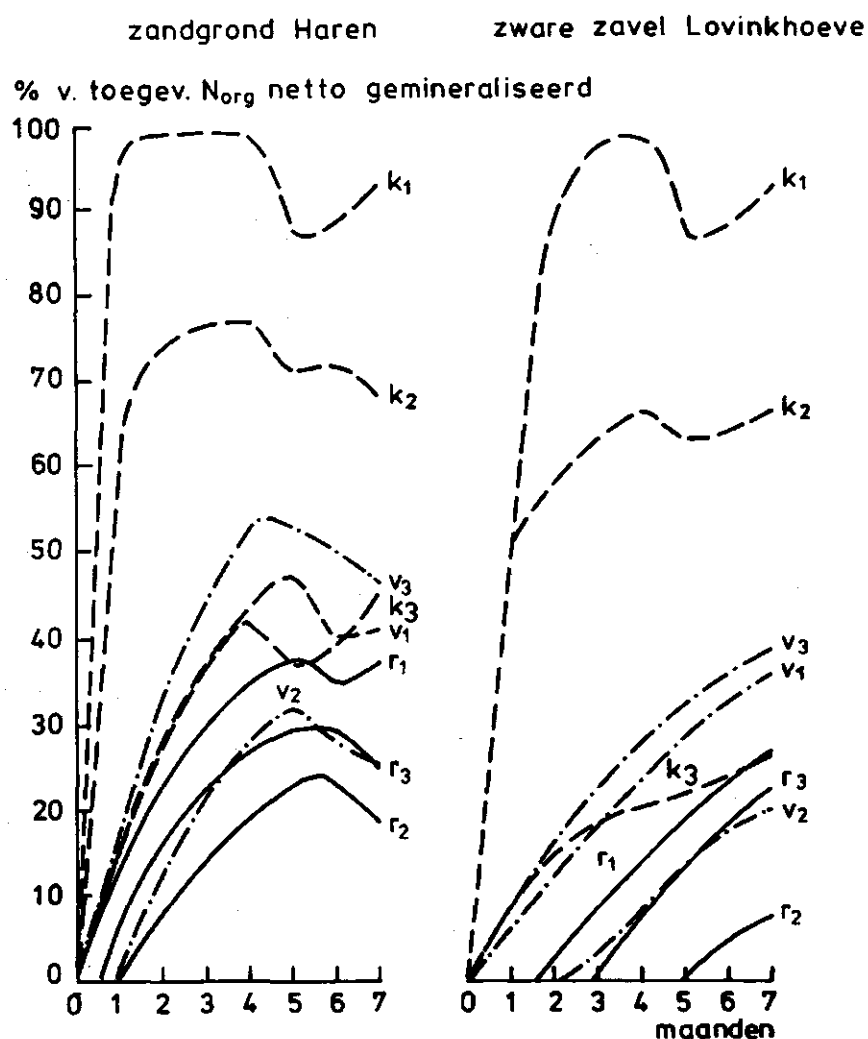
Toepassing van deze geavanceerde analysetechniek leek een interessante mogelijkheid om de organische stoffen in mest en grond te karakteriseren; zie Meuzelaar *et al.* (1977). De mogelijkheid gebruik te maken van apparatuur en deskundigheid op het F(undamenteel) O(nderzoek) der M(aterie)-instituut in Amsterdam, is meteen aangegrepen. De resultaten worden in het kort besproken in paragraaf 4.6.

4. DISCUSSIE

4.1. Mineralisatie van organische stikstof uit mest in twee grondsoorten

Objecten zonder stro of zaagsel

Er is een groot verschil in het N-mineralisatiepatroon tussen de zandgrond en de zavelgrond, zoals o.a. blijkt uit figuur 2.



Figuur 2. Het verloop van de netto-mineralisatie van de organische stikstof uit verse runder- en varkensfeces (r_{I-III} en v_{I-III}), uit verse kippemest (k_I en k_{II}) en uit enkele maanden oude kippemest (k_{III}), in een zandgrond en in een zware zavel.

Figure 2. Nett N mineralization of organic N from animal manures in two soils.

Bij de zandgrond zien we direct na mesttoediening, dan wel na 1 maand, een snelle netto-N-mineralisatie. Bij de zavelgrond vertonen de kippemesten en 2 soorten varkensfeces direct een snelle netto-N-mineralisatie; de andere varkens- en runderfeces vertonen eerst een $1\frac{1}{2}$ tot 5 maanden durende netto-N-immobilisatie.

In tabel 6 is de netto-N-mineralisatie weergegeven aan het eind van het eerste seizoen (na 6 maanden) en de mineralisatie die is opgetreden in de daarop volgende 12 maanden. De percentages voor potproef IB 6299 zijn gemiddelde waarden voor de enkele en dubbele mestdosering, omdat deze meestal weinig verschilden. Het al dan niet toevoegen van ureum aan de feces bij potproef IB 6328 had geen eenduidig effect op het percentage N-mineralisatie.

De verschillende mestsoorten bleken aanzienlijk te verschillen in hun mineralisatiesnelheid. De niet-gedroogde kippemesten werden zeer snel en al voor 70-100% in het eerste seizoen gemineraliseerd. De geringe N-mineralisatie bij de oude deep-pitmest valt te verklaren uit het feit dat de afbraak ervan al grotendeels plaats had gevonden tijdens de bewaring; daarbij ging de ontstane minerale N grotendeels verloren en de overgebleven organische stof is kennelijk veel moeilijker afbreekbaar.

Bij de zandgrond is, gemiddeld over alle runder- en varkensfeces, in het eerste seizoen 38% van de toegevoegde organische stikstof netto gemineraliseerd en in het tweede jaar kwam daar gemiddeld nog 15% bij. De overeenkomstige percentages bij de zavelgrond zijn 25% en 9%, waaruit blijkt dat de netto-N-mineralisatie in de zavelgrond steeds achter bleef bij die in de zandgrond.

Uit de spreiding van de resultaten in tabel 6 volgt dat een simpele middeling de zaken wat al te eenvoudig voorstelt. De herkomst van de mest, diersoort en aard en mate van vertering van het voer, alsmede van de bewaring bij IB 6328, spelen hier doorheen. In de praktijk is eenzelfde spreiding te verwachten.

De gevonden netto-N-mineralisatie in het eerste seizoen is bij de runder- en varkensfeces aanzienlijk geringer dan geschat ("N_e" 50%, resp. 70%) door Sluijsmans en Kolenbrander op basis van de aanname dat de C- en N-mineralisatie geheel parallel lopen. Die aanname is onjuist voorzover er tijdens de afbraak nog een daling van de C/N-verhouding optreedt. Blijkens de hiervoor beschreven resultaten zijn er ook verschillen tussen gronden.

TABEL 6. Netto-N-mineralisatie in % van toegevoegde organische stikstof uit mest.
 TABLE 6. Nett N mineralization as a percentage of added organic nitrogen from animal manures.
 +U = with added urea (not considered as added organic N)
 -U = no urea added

mestsoort	1e seizoen (voorjaar-herfst; ca. 6 maanden)						vanaf 1e seizoen (herfst) -eind 2e seizoen (ca. 12 maanden)					
	zandgrond			zavelgrond			zandgrond			zavelgrond		
	6299	6328		6299	6328		6299	6328		6299	6328	
		-U	+U		-U	+U		-U	+U		-U	+U
kalverfeces	38	39	37	28	16	20	12	13	15	7	8	10
meststierenf.	22	47	49	6	8	22	13	17	7	10	11	0
melkveefeces	25	36	40	22	20	22	14	15	16	8	10	7
<i>gemiddeld R:</i>	28	41	42	19	15	21	13	15	13	8	10	6
biggenfeces	42	39	49	35	40	20	28	16	5	10	5	22
mestvarkenf.	30	47	45	20	42	47	14	19	18	15	9	0
zeugenfeces	48	29	38	39	18	18	17	15	15	11	11	13
<i>gemiddeld V:</i>	40	38	44	31	33	28	20	17	13	12	8	12
<i>gemiddeld R en V:</i>		<u>38</u>		<u>25</u>				<u>15</u>		<u>9</u>		
slachtkuikenm.	95	71	-	93	68	-	7	8	-	7	7	-
leghennenmest	70	98	-	67	84	-	12	4	-	13	-4	-
dieppitmest	45	-	-	28	-	-	8	-	-	9	-	-

Als de afbraak van toegevoegde koolstofverbindingen in zavel gepaard gaat met de vorming van microbiële biomassa en omzettingsprodukten met een veel lagere C/N dan in zand, dan wordt bij een gelijke C-mineralisatie in zavel veel meer stikstof vastgelegd in de biomassa dan in zand, waardoor de netto-N-mineralisatie in zavel achter blijft bij die in zand. De C/N-verhouding van de organische stof in de zavel is ca. 12,5 en daarmee lager dan in de zandgrond waar de C/N-verhouding ca. 17 is.

Sluijsmans en Kolenbrander toetsten hun schatting van N_e aan de werkingscoëfficiënt van de meststikstof t.o.v. kunstmeststikstof en vonden een goede overeenstemming. Een direct bewijs voor de juistheid van hun schatting is dit echter niet. Als de benutting van de meststikstof t.g.v. een geleidelijke mineralisatie van N_e beter is dan die van een eenmalige gift aan kunstmest-N, dan is de werkelijke mineralisatie van organische stikstof uit mest in het eerste jaar (N_e) geringer dan afgeleid uit de vergelijking met kunstmest-N. Als de benutting van meststikstof slechter is dan van kunstmest-N dan moet N_e groter zijn geweest dan afgeleid uit de onderlinge vergelijking.

Objecten met stro of zaagsel : N-immobilisatie

Bij toevoeging van stro aan de mesten trad een versterkte N-immobilisatie op, die vrij goed evenredig was met de strodosering (tabel 7) (IB 6299). Omdat in potproef IB 6299 de N-mineralisatie in een aantal gevallen kan zijn beperkt door gebrek aan minerale N en omdat in de praktijk meestal drijfmest wordt toegepast, is in potproef IB 6328 aan de feces extra ureum toegevoegd om te zorgen voor een overmaat minerale N (C/N_t ca. 10) bij de afbraak in de grond; in deze potproef is aan de kippemesten zaagsel toegevoegd i.p.v. stro, omdat dit overeenkomt met de praktijk in sommige gevallen.

Het verschil in mineralisatiepatroon tussen de zandgrond en de zavel werd door de strotoevoeging nog versterkt. In de zavel was de N-immobilisatie door stro duidelijk groter dan in de zandgrond. In tabel 8 is voor beide potproeven de gemiddelde N-immobilisatie door stro weergegeven, voor het eerste seizoen en voor het volgende jaar afzonderlijk. De N-immobilisatie door stro (met C/N ca. 80) is vrij langdurig van aard zoals uit tabel 8 blijkt. De geïmmobiliseerde stikstof wordt kennelijk niet snel opnieuw gemineraliseerd.

TABEL 7. 'N-immobilisatie' door stro (mg N/kg grond); potproef 6299.
 Gemiddeld niveau na ca. 6 maanden, resp. na ca. 1½ jaar.
 TABLE 7. N-immobilization by straw (mg N/kg soil); mean levels during
 the first year and the following 6 months. Straw dosage rates
 1.1 and 4.3 g/kg soil with single and double manure dosage rates,
 respectively.

periode	zand				zavel			
	na ca. 6 mnd.		na ca. 18 mnd.		na ca. 6 mnd.		na ca. 18 mnd.	
strodosering: (g/kg grond)	1,1	4,3*	1,1	4,3*	1,1	4,3*	1,1	4,3*
mestsoort								
kalverfeces	5	34	5	46	9	20	12	20
meststierenf.	7	30	7	26	11	38	12	38
melkveefeces	6	31	12	33	14	52	13	45
biggenfeces	3	30	17	38	14	48	13	53
mestvarkenf.	4	14	8	12	12	44	12	54
fokzeugenf.	4	31	12	26	12	48	17	52
slachtk.mest	10	26	15	15	5	34	10	34
legghennenmest	6	20	10	15	15	46	15	42
deepitmest	2	36	-10	39	10	60	16	56
gemiddeld	5	28	8	28	11	43	13	44
(NH ₄) ₂ SO ₄	6	25	0	28	11	53	14	54

* + dubbele mestdosering

Zaagsel (met C/N ca. 210) bleek minder stikstof te immobiliseren dan stro, wat te verklaren is uit de lagere afbraaksnelheid.

De netto-N-mineralisatie van meststromengsels begint in zandgrond gemiddeld ca. 8 weken later dan bij uitsluitend mesttoevoeging; in zavelgrond is dit verschil vaak veel groter en bij enkele meststromengsels is er na 1½ jaar nog steeds geen sprake van een netto-N-mineralisatie.

TABEL 8. N-immobilisatie door stro (mg N/kg grond = mg N/3 g stro); gemiddeld niveau in het eerste jaar resp. in het tweede jaar, omgerekend naar gelijke strodosering (ca. 3 g/kg grond).
 TABLE 8. N-immobilization by straw (mg N/kg soil); mean levels during the first year and the following 6 months; exp. IB 6299 and 6328 converted to an equal straw dosage rate of about 3 g/kg soil.

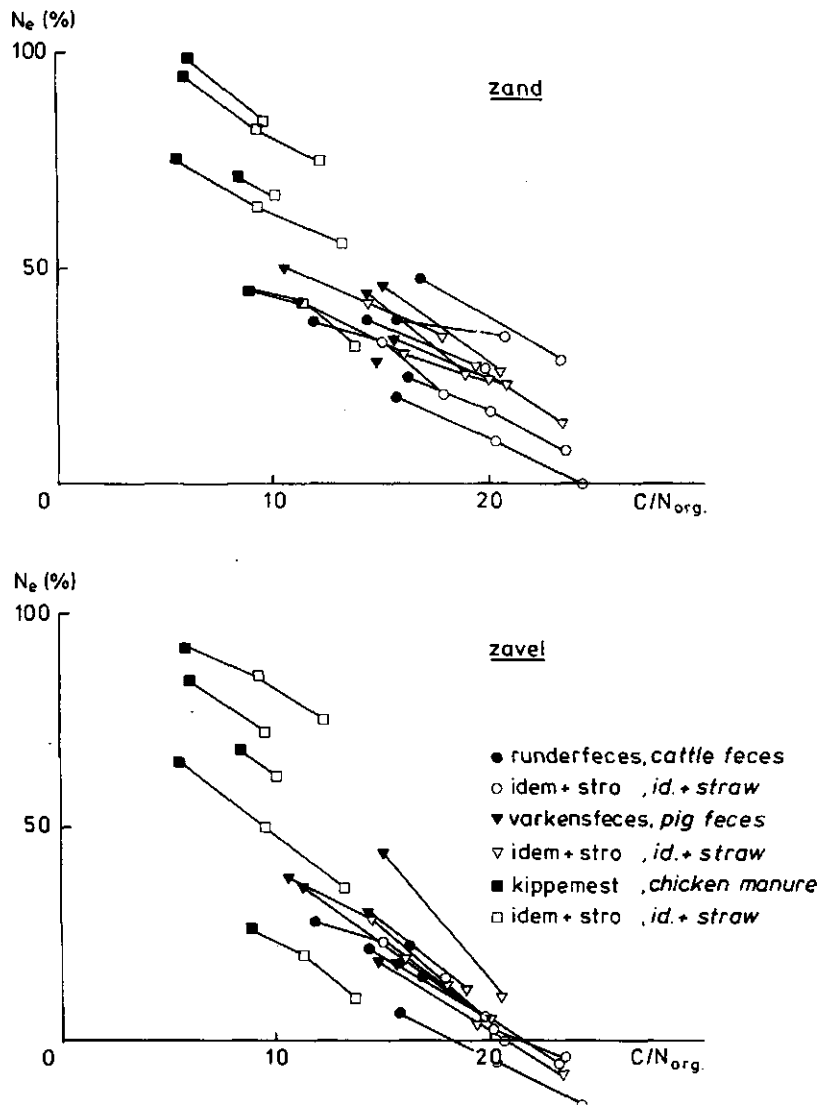
	Zavelgrond		Zandgrond	
	1e-6e mnd	12e-18e mnd	1e-6e mnd	12e-18e mnd
IB 6328: objecten met meststro-(ureum)-grond gemiddeld (n=14)	30	29	23	17
IB 6299: objecten met meststro-grond gemiddeld (n=18)	33	33	24	22
IB 6328: objecten met stro-ureum-grond gemiddeld (n=3)	39	36	30	20
IB 6299: objecten met stro-(NH ₄) ₂ SO ₄ -grond gemiddeld (n=2)	37	38	20	18
IB 6328: objecten met kippe-mest-zaagsel-grond gemiddeld (n=2)	20	14	0	10

Bij toevoeging van stro plus ammoniumsulfaat of ureum is er na 1½ jaar nog nergens sprake van een netto-N-mineralisatie van strostikstof; alleen in zandgrond is bij de hoogste ureumdosering na 1½ jaar de netto-N-immobilisatie door stro nul geworden.

Relatie N-mineralisatiesnelheid en C/N-verhouding

Bij de potproef IB 6299 werd een bijna rechtlijnig verband gevonden tussen het percentage van de toegevoegde organische stikstof uit mest en meststromengsels dat na ca. 6 maanden is gemineraliseerd in de zandgrond resp. de zavel en de C/N_{org} verhouding van de toevoeging (figuur 3).

Uit figuur 3 blijkt dat het globale verband dat er bestaat tussen netto-N-mineralisatie en C/N_{org} een ruime spreiding vertoont. Heel duidelijk is te zien hoe de zavelgrond achterblijft bij de zandgrond.



Figuur 3. Netto-N-mineralisatie aan het eind van het eerste seizoen (" N_e ") van mesten en meststromengsels als functie van C/N_{org} (IB 6299 en 6328).

Figure 3. Nett N mineralization of organic N from animal manures, with or without added straw, at the end of the year of application (" N_e "); A: sandy soil, B: sandy loam soil. X-axis: ratio of C to organic N of the manures and manure-straw mixtures.

In figuur 3 zijn ook de meststromengsels opgenomen waaraan ureum is toegevoegd tot een C/N_t -verhouding van ca. 8; deze mengsels weken niet opvallend af qua N-mineralisatie van de mengsels zonder ureumtoevoeging. Daaruit volgt dat de hoeveelheid minerale stikstof (waartoe ook ureum hier is gerekend) de snelheid waarmee de toegevoegde organische N netto

wordt gemineraliseerd niet of weinig beïnvloedt. Bepalend is de verhouding van koolstof en organische stikstof van de mest en de meststromengsels.

Herkomst en samenstelling van de mesten versus de N-mineralisatie ervan

De onderzochte mestsoorten zijn de eindprodukten van verteringsprocessen van verschillende soorten veevoer door 3 diersoorten met uiteenlopende leeftijden per diersoort. Zowel de verteerbaarheid van het veevoer, als de efficiëntie van het verteringsproces kunnen sterk uiteenlopen. Jonge dieren als kalveren, biggen en slachtkuikens krijgen beter verteerbaar voer dan oudere dieren. De efficiëntie van de spijsvertering hangt globaal samen met de verblijftijd in het spijsverteringsstelsel en zal daarom toenemen gaande van kippen naar varkens naar rundvee. Het vermogen om moeilijk verteerbare organische stoffen te verteren kan toenemen met de ouderdom van het dier door de opbouw van een aangepaste darmmicroflora.

De mestsoorten zijn vers (IB 6299, behalve deep-pitmest), dan wel na een maand anaëroob bewaren (IB 6328) aan de grond toegediend. Door het bewaren kan een gedeeltelijke omzetting plaatsvinden, o.a. van koolhydraten in vetzuren en vrijkomen van ammoniak uit eiwitten, die de mineralisatiesnelheid in de grond kan beïnvloeden.

Het hoeft dan ook niet te verbazen dat bij de N-mineralisatie van deze mestsoorten in een zandgrond en een zavelgrond nogal uiteenlopende resultaten zijn verkregen. Globaal genomen verliep de N-mineralisatie het snelst en het volledigst bij de kippemesten, op ruime afstand gevolgd door de varkens- en rundermesten. De spreiding per diersoort was vrij aanzienlijk. Globaal gezien was de N-mineralisatie van de mesten van jonge dieren iets sneller dan van de overige mesten. Dat de rundermesten de langzaamste N-mineralisatie te zien gaven, valt mee te verklaren uit het grote spijsverteringsvermogen van deze diersoort, waardoor de mest grotendeels uit slecht afbreekbare organische stof bestaat. De trage N-mineralisatie van de deep-pitmest valt te verklaren uit de aanzienlijke aërobe afbraak die op heeft kunnen treden tijdens de bewaring gedurende 3 maanden.

De herkomst van de mestsoorten geeft dus al een globale indicatie over de te verwachten spreiding in N-mineralisatiesnelheden na toevoegen aan de grond. Helaas valt daar vanuit de chemische samenstelling van de mesten,

zoals vermeld in tabel 3, weinig verklarends meer aan toe te voegen. Genoemd kan worden de snelle mineralisatie van urinezuur-N bij kippemesten. Globaal gezien gaf het totaal-N-gehalte van de mesten een eerste indruk over de te verwachten volgorde van N-mineralisatiesnelheden. Wat nauwkeuriger aanduiding gaf het N-gehalte van de organische stof, gekarakteriseerd door de verhouding C/N_{org} voor de volgorde van de N-mineralisatiesnelheden, zoals weergegeven in figuur 3. Het percentage van de organische stof dat niet hydrolyseerbaar was met zwavelzuur en de stikstof fracties hydrolyseerbaar met 6 N zoutzuur gaven geen duidelijk verband met N-mineralisatiesnelheden in grond.

Op het achterblijven van de N-mineralisatie in de zavelgrond bij die in de zandgrond is reeds gewezen. Dit valt mogelijk terug te voeren op een verschil in microflora tussen beide gronden, waarbij bacteriën (met C/N ca. 4) in de zavelgrond overheersen en meer N immobiliseren dan schimmels (met C/N ca. 10) in de zandgrond.

4.2. Totaalstikstofbepalingen volgens Deijs (IB 6299); N-balans

In tabel 9 zijn de gemiddelde waarden vermeld van de gevonden N_t -gehalten, bepaald aan monsters genomen na 0, 3, 6 en 10 maanden. Uit de gevonden waarden voor de objecten zonder toegevoegde dierlijke mest (0, N, 2N, NS en 2N4S) is een gemiddeld N_t -gehalte berekend van ca. 1100 mg N/kg drogestof voor de zavelgrond en ca. 1060 mg N/kg drogestof voor de zandgrond. De spreiding was bij de zandgrond wat groter dan bij de zavelgrond. Door hierbij te tellen de bijdrage van de toegevoegde stikstof met de dierlijke mest is een N_t -gehalte berekend voor de objecten met mest. Dit is alleen gedaan voor de objecten met de hoogste mestdosering met en zonder stro i.v.m. de te bereiken nauwkeurigheid van de bepaling. De totaal-stikstofgehalten van de objecten met mest vertonen een aanzienlijke spreiding. Bij de zavelgrond bleek de bemonstering op $t = 0$ systematisch te laag te zijn uitgevallen. Bij de berekening van de gemiddelde waarden zijn de echte uitschieters in de bepalingen buiten beschouwing gelaten.

In tabel 9 is te zien dat gemiddeld bijna altijd een iets lager N_t -gehalte werd gevonden voor de objecten met mest dan op grond van de optelsom grond plus N uit toegevoegde mest (eveneens op basis van analyses).

TABEL 9. Potproef IB 6299: Totaalstikstofgehalten volgens Deijs; gemiddelde waarden voor t = 0, 3, 6 en 10 maanden.
 TABLE 9. Total nitrogen contents of soil samples according to Deijs; mean values after 0, 3, 6 and 10 months of incubation; \pm standard deviation; comparison of calculated sums of soil N + manure N with N_t determined for the mixtures.

Potnr.	Object	Zavelgrond Marknesse					Zandgrond Haren					Potnr.
		N_t , mg N/kg	n*	N_t , grond berekend	N_t , berekend	ΔN	N_t , mg N/kg	n*	N_t , grond berekend	N_t , berekend	ΔN	
63	0	1098 \pm 15	8	1098	1102	-4	1040 \pm 52	8	1040	1058	-18	1
64	N	1164 \pm 14	7	1119	1147	17	1132 \pm 39	8	1087	1103	29	2
42	2N	1190 \pm 12	8	1100	1192	-2	1102 \pm 79	8	1012	1148	-46	21
43	NS	1160 \pm 8	8	1110	1152	8	1136 \pm 42	8	1086	1108	28	22
44	2N4S	1195 \pm 22	6	1080	1217	-22	1179 \pm 42	8	1064	1173	6	23
			37 (40)	1102 \pm 18 (1100 \pm 26)	{"V"}			40 (36)	1058 \pm 58 (1062 \pm 45)	{"V"}		
65	2 k _{III} 4S	1570 \pm 36	6	1072	1600	-30	1536 \pm 36	5	1044	1550	-14	24
66	2 k _{II} 4S	1330 \pm 11	6	1076	1356	-26	1289 \pm 40	8	1036	1311	-22	25
67	2 k _I 4S	1452 \pm 52	6	1119	1435	17	1380 \pm 64	6	1050	1388	-8	26
68	2 v _{III} 4S	1367 \pm 36	7	1102	1367	0	1290 \pm 37	7	1028	1320	-30	27
69	2 v _{II} 4S	1313 \pm 50	6	1102	1313	0	1246 \pm 47	8	1037	1267	-21	28
70	2 v _I 4S	1313 \pm 23	7	1086	1329	-16	1267 \pm 62	6	1046	1279	-12	29
71	2 r _{III} 4S	1329 \pm 40	7	1090	1341	-12	1280 \pm 51	8	1043	1295	-15	30
72	2 r _{II} 4S	1292 \pm 12	6	1088	1306	-14	1233 \pm 36	6	1030	1261	-28	31
73	2 r _I 4S	1361 \pm 29	8	1058	1405	-44	1334 \pm 17	5	1033	1359	-25	32
74	2 k _{III}	1504 \pm 17	5	1031	1575	-71	1452 \pm 40	6	985	1525	-73	33
75	2 k _{II}	1298 \pm 23	6	1069	1331	-33	1238 \pm 32	6	1010	1286	-48	34
76	2 k _I	1447 \pm 60	6	1139	1410	37	1361 \pm 63	7	1056	1363	-2	35
77	2 v _{III}	1330 \pm 23	8	1090	1342	-12	1310 \pm 54	7	1073	1295	15	36
78	2 v _{II}	1276 \pm 29	7	1090	1288	-12	1221 \pm 33	8	1037	1242	-21	37
79	2 v _I	1295 \pm 19	6	1093	1304	-9	1254 \pm 36	8	1058	1254	0	38
80	2 r _{III}	1296 \pm 21	8	1082	1316	-20	1286 \pm 34	7	1074	1270	16	39
81	2 r _{II}	1264 \pm 28	5	1085	1281	-17	1268 \pm 37	6	1090	1236	32	40
82	2 r _I	1342 \pm 55	6	1064	1380	-38	1331 \pm 64	8	1055	1334	-3	41

kolommen 1 en 6: gemiddelde waarden voor t = 0, 3, 6 en 10 maanden \pm standaardafwijking
 kolommen 2 en 7: aantal bepalingen waarover is gemiddeld (maximaal 8, d.w.z. duplo's per tijdstip)
 kolommen 3 en 8: gevonden N_t uit kolom 1 resp. 6 minus de berekende N-toevoeging
 kolommen 4 en 9: N_t berekend uit de verwachtingswaarde "V" plus de berekende N-toevoeging
 kolommen 5 en 10: verschil tussen gevonden en berekende waarde (kolom 1 - kolom 4 resp. kolom 6 - kolom 9)

Het grootste verschil wordt gevonden voor kippemest k_{III} . Omdat de met de mest toegevoegde stikstof maar ca. 20% bijdraagt tot het N_c -gehalte van de grond-mestmengsels kan de te weinig terug gevonden N toch nog ca. 15% bedragen van de toegevoegde N. Verliezen aan stikstof via denitrificatie of ammoniakvervluchtiging tot die orde van grootte kunnen zijn opgetreden, zonder dat dit betrouwbaar is vast te stellen vanwege de spreiding in de analyses. Eens te meer blijkt hieruit dat via dit soort balansberekeningen stikstofverliezen niet nauwkeurig zijn vast te stellen.

4.3. Hydrolyseerbare stikstof (IB 6299)

De bepaling van totaal hydrolyseerbare stikstof met 6 N HCl, en van α -amino-N en NH_4 -N in het hydrolysaat, bleek nogal wisselende resultaten op te leveren. Er was regelmatig sprake van slechte duplo's en van aanzienlijke verschillen in uitkomsten tussen analisten. De verkregen waarden kunnen daarom hooguit een trend aangeven:

- * Totaal hydrolyseerbare stikstof bedroeg 80-100% van totaal N bepaald volgens Deijls.

- * Toevoeging van kunstmest, met of zonder stro, en van dierlijke mest gaf een duidelijke toename van totaal hydrolyseerbare N in de grondmonsters.

- * Omdat α -amino-N, NH_4 -N en rest-N in het hydrolysaat elk ongeveer 1/3 uitmaken van totaal hydrolyseerbare N valt bij een even grote fout in de bepaling nog minder zeker iets te zeggen over gevonden verschillen.

De objecten waaraan kunstmest, met of zonder stro, is toegevoegd zijn geanalyseerd na 0, 3, 6 en 10 maanden. Door vergelijken met het controle-object viel hieruit de volgende trend af te leiden:

- * De toename van totaal hydrolyseerbare N weerspiegelde de toevoeging van N met kunstmest en stro.

- * Er was een duidelijke toename van NH_4 -N in het hydrolysaat, ook nadat de toegevoegde NH_4 -N was omgezet in nitraat.

- * Er was een tijdelijke toename van α -amino-N in het hydrolysaat bij de objecten met stro; bij zavel langer dan bij zand.

- * De monsters met de hoogste mestgiften, met en zonder stro, zijn alleen geanalyseerd na 0 en 3 maanden. De resultaten van beide tijdstippen zijn gemiddeld, omdat betrouwbare verschillen niet konden worden vast-

gesteld vanwege de schommelingen in de bepaling.

De resultaten zijn weergegeven in bijlage V; hier wordt nogmaals onderstreept dat ze slechts enige vergelijkende waarde bezitten.

Voor uitgebreidere studies op dit gebied wordt verwezen naar het werk van Söchtig (1980).

4.4. C-Kurmes (IB 6299)

Deze bepaling geeft een maat voor oxideerbare organische stof. Met de hoogste mestgiftten werd het C-gehalte van de zavelgrond verhoogd met 8-22% (gem. 16.5%) en van de zandgrond met 6-17% (gem. 13%). De hoogste strogift verhoogde het C-gehalte met 14% bij de zavelgrond, resp. 11% bij de zandgrond.

De bepalingen zijn steeds in duplo uitgevoerd, waarbij het verschil tussen de duplo's maximaal 10% mocht bedragen. De gevonden verschillen tussen de duplo's bedroegen gemiddeld per tijdstip en per grondsoort 2 à 3%. De bepaling was daarmee echter te onnauwkeurig om verschillen tussen twee tijdstippen per object te kunnen beoordelen. Hierop duidt ook het feit dat in 8 van de 44 onderzochte objecten na 3 maanden hogere C-gehalten zijn gevonden dan bij het begin van de proef; normaal gesproken zal het C-gehalte alleen kunnen dalen met de tijd, doordat afbraak van organische stof optreedt. Het verloop in de tijd van het C-gehalte bij de controlemonsters zonder mest vertoonde bij de zandgrond onverklaarbaar lage waarden na 3 maanden (tabel 10). Om betrouwbaar verschillen vast te stellen per object hadden veel meer monsters moeten worden onderzocht per tijdstip. Het vergelijken van de monsters met en zonder strogift maakt dit nog eens duidelijk: gemiddeld werd op $t = 0$ een recovery gevonden van met het stro toegevoegde C van 80% in de zavelgrond, resp. 100% in de zandgrond, echter + of - 35% ($n = 10$).

De afname van het C-gehalte in 3 maanden is steeds groter in de zandmonsters dan in de zavelmonsters, wat zou duiden op een snellere afbraak van de mest in de zandgrond, in overeenstemming met elders in dit rapport. De uitzonderlijk lage C-gehalten in de zandmonsters zonder mest na 3 maanden maken deze conclusie echter weer wat onzeker.

TABEL 10. Oxideerbare organische stof (uitgedrukt als C) volgens Kurmies; objecten met de hoogste mest- en stro-
giften en vergelijkingsobjecten zonder mest.

TABLE 10. $K_2Cr_2O_7$ -oxidizable organic matter (expressed as C) according to Kurmies of soil samples after 0, 3
(6 and 10) months of incubation.

			C-Kurmies (% van d.s.)								
IB 6299			zavelgrond				zandgrond				
object	pot nr.	toevoeging C_k berekend	t = 0	3 mnd.	6 mnd.	10 mnd.	pot nr.	t = 0	3 mnd.	6 mnd.	10 mnd.
contrôle	63	0	1,33	1,32	1,25	1,20	1	1,76	1,42	1,62	1,69
N	64	0	-	-	1,27	1,27	2	1,75	1,69	1,69	1,72
2N	42	0	1,36	1,34	1,29	1,31	21	1,68	1,58	1,64	1,71
NS	43	0,05	-	-	1,29	1,29	22	1,79	1,70	1,71	1,74
2N4S	44	0,19	1,50	1,46	1,35	1,35	23	1,87	1,61	1,78	1,76
2 k _{III} 4S	65	0,48	1,66	1,62			24	2,03	1,76		
2 k _{II} 4S	66	0,30	1,54	1,44			25	1,90	1,68		
2 k _I 4S	67	0,33	1,60	1,56			26	1,96	1,72		
2 v _{III} 4S	68	0,40	1,64	1,50			27	2,10	1,89		
2 v _{II} 4S	69	0,42	1,66	1,52			28	1,94	1,78		
2 v _I 4S	70	0,38	1,66	1,42			29	2,09	1,80		
2 r _{III} 4S	71	0,49	1,70	1,59			30	1,98	1,84		
2 r _{II} 4S	72	0,43	1,76	1,63			31	2,00	1,84		
2 r _I 4S	73	0,48	1,78	1,72			32	2,13	1,91		
2 k _{III}	74	0,29	1,51	1,60			33	1,79	1,82		
2 k _{II}	75	0,11	1,40	1,48			34	1,68	1,67		
2 k _I	76	0,14	1,47	1,52			35	1,76	1,77		
2 v _{III}	77	0,21	1,55	1,48			36	1,91	1,66		
2 v _{II}	78	0,23	1,54	1,57			37	1,76	1,64		
2 v _I	79	0,19	1,48	1,47			38	1,83	1,72		
2 r _{III}	80	0,30	1,62	1,56			39	1,96	1,78		
2 r _{II}	81	0,24	1,50	1,48			40	1,88	1,74		
2 r _I	82	0,29	1,53	1,58			41	1,84	1,88		
			Δ	Δ				Δ	Δ		
2 N			0,14	0,12				0,19	0,03		
2 k _{III}			0,14	0,02				0,24	-0,06		
2 k _{II}			0,14	-0,04				0,22	0,01		
2 k _I			0,14	0,05				0,20	-0,05		
2 v _{III}			0,08	0,02				0,18	0,23		
2 v _{II}			0,12	-0,05				0,18	0,14		
2 v _I			0,17	-0,05				0,26	0,08		
2 r _{III}			0,08	0,03				0,03	0,06		
2 r _{II}			0,26	0,15				0,12	0,10		
2 r _I			0,24	0,14				0,29	0,02		
		gemiddeld	0,15 ±	0,04 ±				0,19 ±	0,06 ±		
			0,06	0,08				0,07	0,09		

Δ = verschil in C_k tussen het object met stro en het object zonder stro.

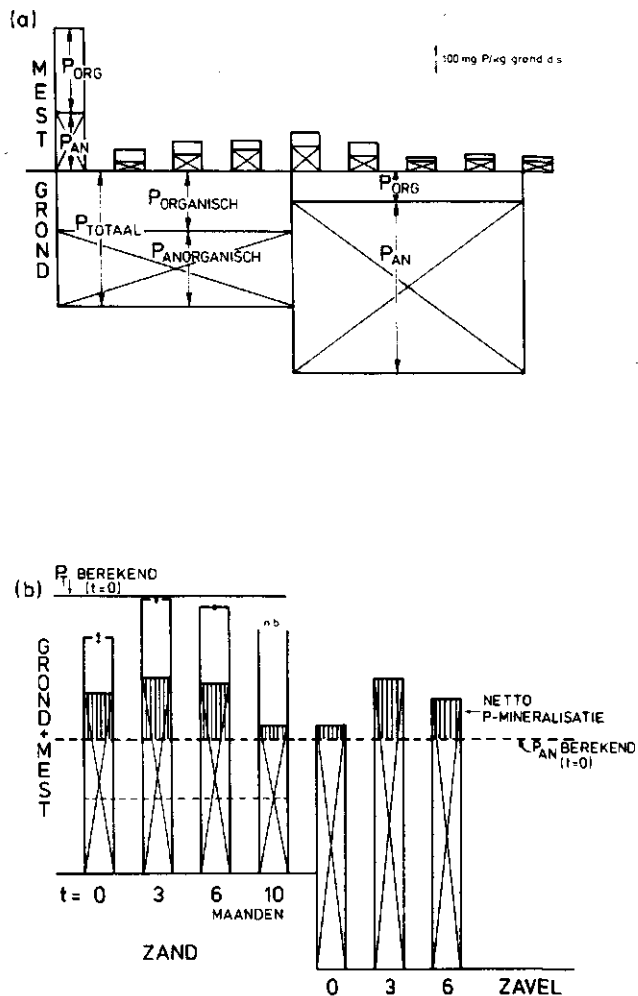
4.5. Fosfaat (IB 6299)

Fosfaat komt in de grond voor in de vorm van, meestal weinig in water oplosbaar, anorganisch en organisch fosfaat (vooral fosfaatesters met C-O-P-bindingen). De verdeling van totaalfosfaat over beide fracties is nogal verschillend voor de onderzochte zandgrond en de zavelgrond. In figuur 4 en in tabel 11a/b is te zien dat in de zandgrond 55% van P_t anorganisch fosfaat is en in de zavelgrond 85%. Dit laatste is kenmerkend voor jonge gronden zoals deze Noordoostpoldergrond. Dierlijke mest en stro bevatten eveneens anorganisch en organisch fosfaat, in uiteenlopende concentraties en verhoudingen (tabel 3). In figuur 4a is weergegeven hoeveel de fosfaatconcentraties van beide gronden worden verhoogd door de hoogste doseringen dierlijke mest. De hoogste strogift draagt relatief weinig bij aan het P-gehalte van de grond, nl. slechts 5 mg P/kg grond. Ondanks de hoge mestdosering is de fosfaatbijdrage vanuit de mest maar 5-20% van P_t van de grond-mestmengsels; alleen bij de deep-pit-kippemest is de bijdrage van mest en grond aan P_t van dezelfde grootte-orde.

De P_t -bepalingen aan de objecten met dierlijke mest, met en zonder stro, gaven een vrij goede overeenstemming met de verwachte waarden, berekend uit de som van de afzonderlijke P_t -bepalingen van de mesten en de beide gronden. Wel bleek de P_t -bepaling op $t = 0$ in veel gevallen veel te lage waarden op te leveren voor de mest-grondmengsels. Dit kan mede een gevolg zijn van een bemonsteringsfout, doordat de menging dan nog onvoldoende is geweest. Bij de berekeningen zijn deze veel te lage waarden buiten beschouwing gelaten. De steeds te lage waarden voor objecten met deep-pit-kippemest, zoals ook al bij N_t werd gevonden, duiden op een systematische fout, mogelijk in de dosering van deze mest.

Mineralisatie van organisch fosfaat

In de zandgrondobjecten zonder dierlijke mest vertoont anorganisch fosfaat nauwelijks een verandering gedurende 10 maanden incubatie. De bepaling van P-anorg. en van P_t is in de zandgrondobjecten zonder dierlijke mest erg nauwkeurig (tabel 11a). In de zavelgrond vertonen dezelfde objecten een wat grotere spreiding van P-anorg. gedurende 6 maanden incubatie. Of hier echt sprake is van veranderingen in de verhouding tussen anorganisch en organisch fosfaat, of dat de verschillen een gevolg zijn van "schommelingen" in de bepaling (o.a. uitgevoerd door verschillende analisten) is niet geheel zeker (tabel 11b).



Figuur 4. Anorganisch- en organisch-fosfaatgehalten in een zandgrond uit Haren en een zavelgrond uit Marknesse en de bijdragen van toegevoegde dierlijke mest hieraan (a); verloop van de netto-P-mineralisatie van organisch fosfaat uit deep-pitkippemest in beide gronden (b).

Figure 4. A. Inorganic and organic P contents of the sandy soil and the sandy loam soil and the contribution of inorg. and org. P from added animal manures. B. Nett P mineralization of organic P from deep-pit-chicken manure in both soils.

Uit de objecten zonder dierlijke mest zijn de gemiddelde waarden van P_t en van P-anorg. uitgerekend, eventueel per tijdstip.

TABEL 11a. Totaal-fosfaat (P_t) en het verloop van anorganisch fosfaat met de tijd in bemeste zandgrondmonsters (mg P/kg grond d.s.), 18 6299.
 TABLE 11a. Total phosphorus content of soil samples (means of determination at 0, 3 and 6 months of incubation) and inorganic P contents after 0, 3, 6 and 10 months of incubation. 11a Sandy soil.
 Comparison of calculated sums of soil P_t + manure P_t with P_t determined for the mixtures.

Zandgrond Haren		Panorganisch								
Object	potnr.	$P_t \pm s.d.$	(n)	t = 0	t = 3	t = 6	t = 10	gemiddeld	(n)	Δ^*
controle	1	467 ± 6	6	264	256	244	254	254 ± 9	8	
N	2	470 ± 12	6	257	250	256	260	256 ± 5	8	
2N	21	467 ± 10	6	251	280	253	240	256 ± 16	8	
NS	22	464 ± 12	6	258	254	255	260	257 ± 4	8	
2N4S	23	464 ± 10	6	258	282	254	252	261 ± 14	8	
totaal gemiddeld		466 ± 9	30	256 ± 5	263 ± 15	252 ± 5	252 ± 9	256 ± 10	40	
2 kIII 4S	24	928 ± 16	4	616	674	652	504		440	-26
2 kII 4S	25	565 ± 34	9	304	337	302	304		490	+24
2 kI 4S	26	563 ± 29	7	306	370	334	333		461	-5
2 vIII 4S	27	560 ± 28	9	340	366	325	323		457	-9
2 vII 4S	28	587 ± 28	4	298	406	362	360		456	-10
2 vI 4S	29	568 ± 10	6	321	345	318	312		470	+4
2 rIII 4S	30	508 ± 8	6	290	310	274	280		459	-7
2 rII 4S	31	519 ± 14	6	278	328	275	279		462	-4
2 rI 4S	32	518 ± 16	7	325	322	280	272		467	+1
									462 ± 13 (n = 9)	
2 kIII	33	927 ± 9	4	553	676	648	520		443	-23
2 kII	34	533 ± 22	6	281	344	300	292		463	-3
2 kI	35	574 ± 41	8	299	380	339	317		476	+10
2 vIII	36	569 ± 12	6	342	380	331	324		470	+4
2 vII	37	604 ± 6	4	325	400	361	346		478	+12
2 vI	38	552 ± 23	7	311	346	302	302		458	-8
2 rIII	39	505 ± 8	6	283	314	274	259		460	-6
2 rII	40	525 ± 12	6	294	328	276	273		472	+6
2 rI	41	491 ± 6	5	285	312	282	269		444	-22
									463 ± 13 (n = 9)	$\Sigma = -62$

* $\Delta = ((P_t - P_{toev.}) - 466)$

TABEL 11b. Totaal-fosfaat (P_t) en het verloop van anorganisch fosfaat met de tijd in bemeste zavelgrondmonsters (mg P/kg grond d.s.), IB 6299.
 TABLE 11b. Total phosphorus content of soil samples (means of determination at 0, 3 and 6 months of incubation) and inorganic P contents after 0, 3, 6 and 10 months of incubation. 11b Calcareous sandy loam soil.
 Comparison of calculated sums of soil P_t + manure P_t with P_t determined for the mixtures.

Zavelgrond		Marknesse		gemiddeld over 0, 3 en 6 maanden		Panorganisch			gemiddeld	(n)	Δ^* ($P_t - P_{t\text{toev}}$ - gevoegd)
Object	pot nr.	$P_t \pm$ s.d.	$P_t \pm$ s.d.	t = 0	t = 3	t = 6	t = 0	t = 3			
contrôle	63	689 ± 20	689 ± 14	587	648	578	587	648	578	608 ± 37	5
N	64	705 ± 14	705 ± 14	578	597	576	578	597	576	584 ± 11	6
2N	42	696 ± 15	696 ± 15	608	629	568	608	629	568	601 ± 32	5
NS	43	701 ± 8	701 ± 8	582	587	584	582	587	584	584 ± 6	6
2N4S	44	699 ± 14	699 ± 14	581	640	550	581	640	550	593 ± 48	5
totaal gemiddeld		697 ± 14	697 ± 14	585 ± 12	619 ± 26	570 ± 17	585 ± 12	619 ± 26	570 ± 17	592 ± 29	27
2 KIII 4S	65	1141	1141	843	1004	935	843	1004	935	655	-42
2 KII 4S	66	766 ± 16	766 ± 16	616	685	658	616	685	658	693	-4
2 KI 4S	67	808 ± 24	808 ± 24	616	698	676	616	698	676	708	+11
2 VIII 4S	68	797 ± 28	797 ± 28	652	737	680	652	737	680	696	-1
2 VII 4S	69	869 ± 24	869 ± 24	641	749	721	641	749	721	740	+43
2 VI 4S	70	792 ± 32	792 ± 32	638	702	664	638	702	664	696	-1
2 rIII 4S	71	750 ± 31	750 ± 31	600	658	612	600	658	612	703	+6
2 rII 4S	72	750 ± 7	750 ± 7	627	679	612	627	679	612	694	-3
2 rI 4S	73	738 ± 19	738 ± 19	636	640	614	636	640	614	689	-8
										697 ± 22 (n = 9)	
2 KIII	74	1144	1144	886	958	973	886	958	973	660	-37
2 KII	75	796 ± 25	796 ± 25	619	696	654	619	696	654	722	+25
2 KI	76	815 ± 19	815 ± 19	640	710	688	640	710	688	718	+21
2 VIII	77	768 ± 17	768 ± 17	666	715	670	666	715	670	668	-29
2 VII	78	818 ± 13	818 ± 13	676	739	713	676	739	713	692	-5
2 VI	79	777 ± 16	777 ± 16	632	716	678	632	716	678	683	-14
2 rIII	80	744 ± 23	744 ± 23	610	670	626	610	670	626	699	+2
2 rII	81	751 ± 21	751 ± 21	621	662	646	621	662	646	699	+2
2 rI	82	783 ± 22	783 ± 22	617	668	620	617	668	620	737	+40
										698 ± 25 (n = 9)	
											$\Sigma = +6$

* $\Delta = \{(P_t - P_{t\text{toev}}) - 697\}$

In de tabellen 11a en 11b zijn de anorganisch-fosfaatgehalten van de bemeste gronden na 0, 3, 6 (en 10) maanden weergegeven. Door hiervan het anorganisch fosfaatgehalte van de objecten zonder dierlijke mest af te trekken, en te vergelijken met de fosfaataanvoer met de mesten, komt het volgende beeld naar voren: In 24 objecten wordt meer of evenveel anorganisch fosfaat gevonden als is toegevoegd met de mesten, in 12 objecten minder (tabel 12). In de tijd zien we een toename van anorganisch fosfaat, meestal gevolgd door een afname. De hoogste gehalten aan anorganisch fosfaat werden bereikt na 3 maanden incubatie bij de zandgrond en na 3 of 6 maanden (of langer?) bij de zavelgrond. Een aanvankelijke mineralisatie van toegevoegd organisch fosfaat werd dus gevolgd door een periode van fosfaatimmobilisatie. De mineralisatie was in veel gevallen groter dan wat bij volledige mineralisatie van organisch fosfaat uit de mest kan worden verklaard (onderstreept in tabel 12), zodat ook een tijdelijke (geringe) mineralisatie van organisch fosfaat uit de grond moet zijn opgetreden. De immobilisatie van anorganisch fosfaat komt het sterkst naar voren bij de zandgrondmonsters met rundermesten na 6 en 10 maanden incubatie.

Het globale beeld van de fosfaatmineralisatie-immobilisatie dat zo is verkregen, is nog wat onzeker om de volgende redenen: Het aantal tijdstippen waarop anorganisch P is bepaald is gering; alleen anorganisch P is bepaald volgens een methode die niet 100% selectief is (Gerritse en Zugec, 1977); bepalingen van organisch P zijn niet uitgevoerd; het verloop in de tijd is relatief genomen t.o.v. de objecten zonder dierlijke mest; bij de zavelgrond gaat het verloop meer lijken op dat in de zandgrond als er wordt gerekend met één algemeen gemiddelde waarde voor P-anorg. van de grond van 592 (± 29) mg P/kg grond.

Een interessant punt dat niet uit deze proeven valt af te leiden, is of de toename van anorganisch P door mineralisatie van organisch P uit de mesten ook een tijdelijke verhoging inhoudt van de beschikbaarheid van fosfaat voor de plant en of er verschil is met een bemesting met anorganisch fosfaat, bijvoorbeeld in de tijdsduur van verhoogde fosfaatbeschikbaarheid.

In figuur 4b is voor de deep-pitkippemest, met de grootste P-toevoer van de mestsoorten, het verloop van de netto-P-mineralisatie nog eens grafisch weergegeven.

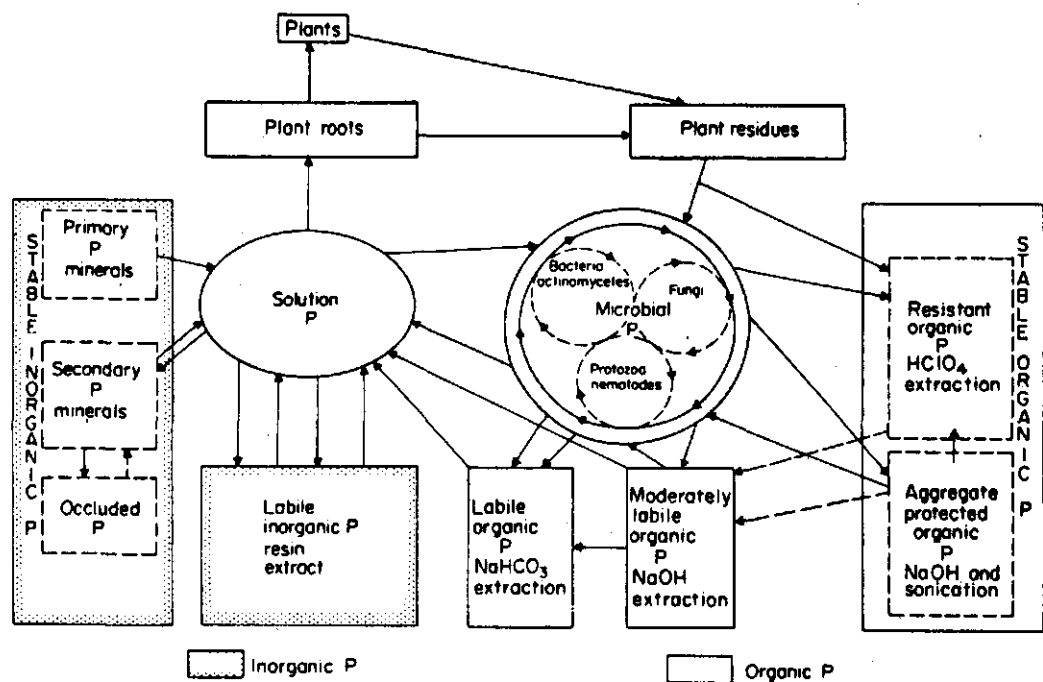
TABEL 12. Mineralisatie van organisch fosfaat uit dierlijke mest in 2 gronden, relatief t.o.v. 'onbemeste' grond (IB 6299).

TABLE 12. Mineralization of organic P from animal manures in the two soils relative to control soils without manure.

Object	Zandgrond Haren				Zavelgrond Marknesse					
	P-toevoeging met mest en stro		{P anorganisch - 256}		{Panorg. - 585}		{Panorg. - 619}		{Panorg. - 570}	
	P _t	Panorg.	t = 0	t = 3	t = 6	t = 10 maanden	t = 0	t = 3	t = 6	
2 kIII 4S	488	201	360	418	396	248	258	385	365	
2 kII 4S	75	29	48	81	46	48	31	64	88	
2 kI 4S	102	36	50	114	78	77	31	79	106	
2 vIII 4S	104	72	84	110	69	67	67	118	110	
2 VII 4S	131	84	42	150	106	104	56	130	151	
2 VI 4S	98	49	63	89	62	56	53	83	94	
2 rIII 4S	49	32	34	54	18	24	15	39	42	
2 rII 4S	57	40	22	72	21	23	42	60	42	
2 rI 4S	51	32	69	66	24	16	51	21	44	
2 kIII	484	198	297	420	392	264	301	339	403	
2 kII	70	26	25	88	44	36	34	77	84	
2 kI	98	32	43	124	83	61	55	91	118	
2 vIII	99	69	86	124	75	68	81	96	100	
2 VII	126	80	69	144	105	90	91	120	143	
2 VI	94	46	55	90	46	46	47	97	108	
2 rIII	45	29	27	58	18	3	25	51	56	
2 rII	53	37	38	72	20	17	36	43	76	
2 rI	47	28	29	56	26	13	32	49	50	

Bij de andere mestsoorten zijn de veranderingen in P-anorg. soms van dezelfde grootte-orde als de spreiding van de bepaling en daarmee weinig betrouwbaar.

Gezien de gecompliceerdheid van de P-kringloop, zoals te zien is in figuur 5, ontleend aan Stewart and Mc Kercher (1982), is nader onderzoek hierover zeker nog nodig.



Figuur 5. Schematische voorstelling van de P-cyclus in de grond.
 Figure 5. Flow chart of inorganic and organic forms of phosphorus in soil.
 From Stewart and Mc Kercher (1982).

4.6. Karakterisering van stikstofverbindingen in grond en in mest m.b.v. pyrolysemassaspectrometrie (PMS)

Voorafgaand aan dit project zijn bij het FOM-instituut voor Atoom- en Molecuulfysica in Amsterdam 22 grondmonsters en 12 mestmonsters onderzocht met PMS. Bij die techniek wordt de temperatuur van de monsters zeer snel opgevoerd en valt de organische stof uiteen in karakteristieke kleine

brokstukmoleculen. Door deze deeltjes van een lading te voorzien kunnen ze worden gescheiden op grond van hun massa/lading (m/e) bij beweging door een magnetisch veld. Deeltjes met verschillende m/e kunnen vervolgens afzonderlijk worden gedetecteerd en gekwantificeerd. Op die manier ontstaat voor elk monster een karakteristiek piekenpatroon, dat een gevolg is van de aard van de organische verbindingen in het monster. Eiwitten, nucleïnezuren, koolhydraten, vetten, koolwaterstoffen e.d. leveren elk een aantal karakteristieke pieken. Omdat met de gebruikte apparatuur slechts deeltjes konden worden onderscheiden die één massa-eenheid van elkaar verschilden, konden de meeste pieken toch weer opgebouwd zijn uit verschillende deelpieken met gering verschil in m/e . Daardoor was het ook niet mogelijk om bepaalde pieken met zekerheid toe te wijzen als zijnde afkomstig van organische stikstofverbindingen.

Uit dit onderzoek kwam wel voor de mesten en voor de gronden een verschillend karakteristiek piekenpatroon naar voren dat zich als in tabel 13 laat weergeven.

TABEL 13. Karakteristieke m/e -verhoudingen voor de onderzochte grond- en mestmonsters; het kwantitatieve aandeel van de pieken neemt af gaande van boven naar beneden en van links naar rechts; de meest discriminerende pieken voor de gronden en de mesten zijn onderstreept.

TABLE 13. Characteristic m/e ratios for the soil and manure samples that were analyzed; the quantitative part of the peaks diminishes from top to bottom and from left to right; the most discriminating peaks for soils and manures are underscored.

Mesten	Gronden
43, <u>60</u> , 18	18, 43
<u>32</u> , 30-44	42
<u>31</u> , 42, 55	56, 44, <u>70</u> , 57-30
56, <u>34</u> -57-58, 96	<u>83</u> , 96-60, 55-98, 68- <u>82</u> -84, 69, <u>71</u> , <u>97</u>
68-73-74, 84-85, 69-70-72-98	58-67, 81, 94, 85, 95, 110, (32)
45, 82, 28, 86	17, 28, (112), (31)

Voor een deel berust het verschil tussen de mesten en de gronden op het feit dat in de mesten vaak een anaërobe afbraak is opgetreden, waarbij stoffen ontstaan zijn zoals vetzuren, die in grond onder aërobe omstandigheden vlot verder worden afgebroken.

De grondmonsters waren afkomstig van 6 uiteenlopende proefvelden op verschillende grondsoorten, met uiteenlopende, soms zeer hoge doseringen dierlijke mest. Door de afbraak en omzetting van de organische stof uit de dierlijke mesten die in de gronden heeft plaatsgevonden, waren de verschillen in mesttoevoer met deze techniek (PMS) niet terug te vinden. Meer uitgebreide informatie over dit oriënterende onderzoek is aanwezig bij de auteur. Vanwege de onbruikbaarheid van de resultaten voor de doelstelling van het onderzoek, en vanwege de hoge kosten van deze techniek is hieraan verder geen aandacht gegeven.

4.7. Milieufactoren

4.7.1. Temperatuur

Een verhoging van de temperatuur betekent meestal een sneller verloop van allerlei biochemische processen. Anderzijds houdt bij een temperatuur van enkele graden Celcius de biologische activiteit grotendeels op. In deze proeven was dit ook te zien aan het vrijwel stilstaan van de N-mineralisatie in de wintermaanden. Het snelheidsverhogende effect van een stijgende temperatuur kan uit deze proeven niet goed worden afgeleid, omdat in de loop van de tijd de afbreekbaarheid van de toegevoegde organische stof afneemt.

4.7.2. Vochtgehalte

De invloed van de factor vocht kan niet goed uit deze proef worden gehaald omdat het precieze verloop van het vochtgehalte van elke pot niet bekend is. Zeker is dat sommige objecten tijdelijk te droog zijn geweest voor een optimale activiteit van het bodemleven. Dit wordt mogelijk gecompenseerd doordat bij herbevochtiging de activiteit dan extra wordt bevorderd door het beschikbaar komen van substraat.

De vochtgehalten op 20 februari 1979 (IB 6299) betreffen grondmonsters die in het laboratorium zijn geïncubeerd gedurende 6 weken bij 29 °C om de N-mineralisatiesnelheid vast te stellen. In plaats van een verdere

stijging van minerale stikstof trad er bij veel van die monsters juist een duidelijk verlies aan minerale stikstof op! Dit kan nog extra zijn bevorderd doordat de grond bij het vullen in jampotten iets is aangedrukt, wat zuurstoftoetreding kan hebben belemmerd. Bij potten die buiten tijdelijk vrij nat zijn geweest, bijv. kort na het water geven, is het dan ook niet uitgesloten dat er verliezen aan minerale N (nitraat) zijn opgetreden door denitrificatie.

Mede op grond van de opgedane ervaring is overgegaan op incubatie van grondmonsters in dunne, zuurstofdoorlatende, plastic zakjes om de N-mineralisatiesnelheid in het laboratorium te bepalen.

4.7.3. Zuurgraad (pH-water)

In tabel 5 is duidelijk bij de zandgrond het verzurende effect van de nitrificatie, de vorming van nitraat uit ammoniumstikstof, te zien. De laagste pH werd bereikt bij het object dat uitsluitend met de hoogste dosering ammoniumsulfaat was bemest. De deep-pitkippemest had in tegenstelling tot de andere mesten een pH-verhogend effect. Bij de zavelgrond was zoveel calciumcarbonaat aanwezig dat de pH hooguit daalde tot 7,5. De pH-stijging bij de zandgrond van 10 naar 18 maanden valt te verklaren uit de toevoeging van calciumcarbonaat bij de voorlaatste bemonstering. Omdat het niet viel uit te sluiten dat de sterke verzuring een remmende invloed had op de N-mineralisatie bij potproef IB 6299 is bij potproef IB 6328 al na 12 weken calciumcarbonaat toegevoegd aan de potten met zandgrond. Het pH-verloop is bij IB 6328 verder niet nagegaan.

4.8. Nitrificatie

IB 6299: Na 2 maanden is er in alle objecten met zavelgrond sprake van volledige omzetting van ammonium N in nitraat. Bij de zandgrond is er na 3 maanden nog een onvolledige nitrificatie in de potten 14, 26 en 35 met enkele of dubbele dosering slachtkuikenmest en in de potten 21 en 23 met de hoogste kunstmestgift; na 5 maanden is alleen in de potten 26 en 35 ($2k_I \text{ 4S}/2k_I$) nog geen volledige nitrificatie (ca. 20% van N_{\min} is dan nog in de ammoniumvorm aanwezig) bereikt, en zelfs niet na $1\frac{1}{2}$ jaar. De lage pH als gevolg van de sterke nitrificatie kan hiervan een oorzaak zijn.

Na 12 maanden is er in de potten 24 t/m 29 een tijdelijke geringe ophoping van ammonium-N; de ammonificatie komt kennelijk sneller op gang na de winter dan de nitrificatie.

IB 6328: Na 2 maanden is er in alle objecten met zavelgrond volledige nitrificatie opgetreden; na 3 maanden is dit het geval in de zandgrond-objecten. Het bekalken van de zandgrond na 3 maanden heeft verzuring opgeheven en daarmee verdere nitrificatie mogelijk gemaakt.

5. EVALUATIE

5.1. Beperkingen van de proefopzet

De omstandigheden waaronder de afbraak van verschillende soorten dierlijke mest is onderzocht wijken op een aantal punten af van de doorsneepraktijkomstandigheden:

* Er is gezorgd voor een homogene menging van de grond met mest en stro bij het begin van de proef, gevolgd door regelmatige doormenging na monstername en herbevochtiging. In de praktijk zal de verdeling van de mest door de grond veel heterogener zijn.

* Het stro is in fijngemalen vorm toegevoegd, wat de afbraak ervan zal hebben versneld.

* Hoewel net als in de praktijk fluctuaties in het vochtgehalte zijn opgetreden, kon er in de potten geen uitspoeling optreden, zoals in het veld in de winter wel gebeurt. Daardoor was er sprake van een soms zeer aanzienlijke nitraataccumulatie, tot meer dan 300 mg N/kg grond, en een daarmee samenhangende verzuring tot een pH-water van ca. 4,0.

* Er stond geen gewas op de potten; er was dus ook geen onttrekking van minerale N en geen stimulering van microbiële activiteit rond plantewortels.

* Hierbij komt nog dat in de praktijk meestal drijfmest wordt toegepast die voorafgaand wel enkele maanden anaëroob kan zijn opgeslagen; alleen bij potproef IB 6328 is gepoogd dit enigszins na te bootsen.

* Er was in de potten geen bodemstructuur zoals in het veld. In de potten zullen nauwelijks grote kluiten aanwezig zijn geweest, zodat de aëratietoestand meer homogeen aëroob moet zijn geweest. Minder kans op anaërobe microsites betekent ook minder kans op denitrificatie dan in het veld.

5.2. Beperkingen van de analysemethoden

Ondanks de beoogde homogene menging in de potten was er toch een zekere bemonsteringsfout, vooral bij het begin van de proef. Daar bovenop komt dan nog de bepalingfout van de verschillende analysemethoden, die welis-

waar meestal maar enkele procenten bedroeg. Sommige bepalingen, vooral de bepaling van hydrolyseerbare N-fracties volgens Bremner, bleken weinig betrouwbare resultaten op te leveren, met grote verschillen in duplo's per analist en tussen analisten. Het feit dat een analysemethode niet steeds door dezelfde analist kon worden uitgevoerd droeg bij aan het optreden van toevallige verschillen.

Bij een aantal bepalingen ging het om het vaststellen van relatief geringe veranderingen in gehalten. De bemonsterings- en bepalingsfout komt dan al snel in de buurt van het te bepalen verschil; voorbeelden hiervan zijn de bepalingen van C-Kurmies, P-anorg. en hydrolyseerbare N-fracties. Om echt betrouwbaar te analyseren zouden dan zeer veel herhalingen nodig zijn.

5.3. Mogelijkheden tot extrapolatie

Gezien de onder 5.1 en 5.2 opgesomde beperkingen zal het nodig zijn een zekere voorzichtigheid te betrachten bij het extrapoleren van de gevonden resultaten naar de praktijk.

6. SAMENVATTING

Het doel van dit onderzoek was te komen tot een differentiërende analyse van organische stikstofverbindingen in mest en in grond, waaruit de potentiële stikstofmineralisatie kan worden afgeleid.

Proefopzet

In april 1978 werd een potproef gestart (IB 6299; bijlage I) met 9 mestsoorten (runder- en varkensfeces en kippemest, elk van 3 herkomsten). Alle feces en twee van de drie kippemesten waren vers. De materialen werden zonder voorbehandeling toegevoegd aan twee gronden in 2 doseringen, overeenkomend met 8 resp. 16 ton drogestof per ha, zowel met als zonder doormenging van gemalen tarwestro in 2 doses, overeenkomend met ca. 2,7 resp. 10,8 ton drogestof per ha. De gronden waren een zandgrond uit Haren met 3,4% organische stof en een pH_{water} van 5,1 en een zware zavel van de Lovinkhoeve in Marknesse met 2,4% organische stof en een pH_{water} van 8,1. Ter vergelijking werden enkele potten gevuld met grond waaraan ammoniumsulfaat met en zonder stro werd toegevoegd. Door ingraven en afdekken volgden de potten de bodemtemperatuur.

Omdat in potproef IB 6299 in een aantal gevallen alle minerale stikstof aanvankelijk werd geïmmobiliseerd en omdat in de praktijk meestal drijfmest wordt toegepast, is in mei 1979 een tweede potproef gestart (IB 6328; bijlage II). Daarbij is aan ca. 1 maand anaëroob bewaarde feces extra ureum toegevoegd om te zorgen voor een overmaat aan minerale stikstof tijdens de afbraak in de grond. In deze potproef zijn naast stro-objecten ook enkele objecten met zaagsel opgenomen. Dezelfde 2 grondsoorten zijn onderzocht als bij IB 6299. De zandgrond was niet beide keren van hetzelfde perceel; bij IB 6328 bevatte de zandgrond duidelijk meer organische stof (ca. 6%) en had een pH_w van 6,2.

In beide potproeven is gedurende $1\frac{1}{2}$ jaar het gehalte aan minerale stikstof in de grond vervolgd. Bij potproef IB 6299 zijn tevens een aantal malen de gehalten aan totaal N, hydrolyseerbare N-fracties, organische stof, totaal en anorganisch fosfaat in de grond bepaald. De pH is gemeten op enkele tijdstippen. De mesten zijn uitvoerig chemisch geanalyseerd om

na te gaan of er een verband bestaat tussen de samenstelling ervan en het mineralisatiepatroon in de grond. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde analyses.

Om al te sterke verzuring tegen te gaan als gevolg van nitrificatie, wat remmend zou kunnen werken op de mineralisatie, is aan de potten met zandgrond bij IB 6328 na 12 weken calciumcarbonaat toegevoegd; bij IB 6299 is dit pas na 16 maanden gedaan.

Resultaten en discussie

* De netto mineralisatiesnelheid van organische stikstof uit dierlijke mest bleek zowel afhankelijk van mestherkomst (o.a. diersoort en dierleeftijd) als van grondsoort. Globaal werden de verse kippemesten het snelst gemineraliseerd, gevolgd door de varkensmesten en de rundermesten. De verse mesten van jonge dieren werden sneller gemineraliseerd dan de verse mesten van oudere dieren. Anaëroob bewaarde mesten gaven deels weer andere percentages netto gemineraliseerde N te zien dan de onderzochte verse mesten.

* De niet-gedroogde kippemesten werden zeer snel en al voor 70-100% in de eerste 6 maanden (voorjaar t/m herfst) gemineraliseerd. De N-mineralisatiesnelheid bij de oude deep-pitmest kwam ongeveer overeen met die bij de verse varkensfeces; het urinezuur was al tijdens de bewaring gemineraliseerd tot ammonium en nitraat, en de gevormde minerale N was daarbij grotendeels verloren gegaan (NH_3 -vervluchtiging en denitrificatie). Bij de zandgrond werd gemiddeld over alle runder- en varkensfeces, in het eerste seizoen 38% van de toegevoegde organische stikstof netto gemineraliseerd en in het tweede jaar kwam daar gemiddeld nog 15% bij.

De overeenkomstige cijfers bij de zavelgrond waren 25% en 9%. De afzonderlijke percentages zijn samengevat in tabel 6.

* Afgezien van urinezuur in de kippemesten, dat zeer snel werd gemineraliseerd, werd er geen verband gevonden tussen de chemische samenstelling van de mesten en de N-mineralisatiesnelheden in de twee grondsoorten. Met 6 N zoutzuur hydrolyseerbare stikstoffracties in de bemeste gronden waren niet direct in verband te brengen met de netto-N-mineralisatie in de tijd. Hooguit vormde een zekere toename van α -amino- N_h een weerspiegeling van N-immobilisatie in microbiële biomassa.

* Karakterisering van stikstofverbindingen in mest en grond m.b.v. pyrolysemassaspectrometrie leverde wel uiteenlopende fingerprints op voor de verschillende mestsoorten en voor de gronden, maar er viel geen verband te leggen met N-mineralisatiesnelheden.

* Er bleek een rechtlijnig verband te bestaan tussen de verhouding C/N-org. van een mest en van mest-stromengsels en het percentage netto gemineraliseerde N ervan een half jaar na de toevoeging aan de grond (figuur 3). Dit verband werd vooral bepaald door de sterke N-immobilisatie door het stro (C/N-org. = ca. 80). Ook 1½ jaar na de toevoeging van mest met en zonder stro werd een dergelijk verband gevonden, waarbij de lijnen wat hoger begonnen en vaak wat steiler liepen.

Vaak wordt aangenomen dat bij organische stof met C/N-org. < 25 de mineralisatie altijd overweegt op de immobilisatie, m.a.w. dat er vanaf het begin een netto-N-mineralisatie is. Hier bleek echter, met name bij de rundermesten in de zavelgrond, netto een N-immobilisatie op te treden gedurende 1-5 maanden zelfs bij C/N-org. ≤ 16. Het verschil in samenstelling van de bodemmicroflora kan een verklaring vormen voor de sterkere N-immobilisatie in de zavelgrond dan in de zandgrond. In de kalkhoudende zavel hebben bacteriën (met C/N ca. 4) de overhand, in de zandgrond zijn dit de schimmels (met C/N ca. 10).

* Zodra er sprake was van netto-N-mineralisatie verliep deze in het begin ongeveer lineair in de tijd (figuur 2). In de winterperiode lag de N-mineralisatie vrijwel stil.

* In de zandgrond trad in een aantal gevallen een aanzienlijke verzuuring op als gevolg van de nitrificatie van ammoniumstikstof (tabel 5). Dit kan de N-mineralisatie hebben beïnvloed in de eerste potproef (IB 6299). Bij potproef IB 6328 werd dit voorkomen door tijdig te bekalken.

* De toevoeging van ureum aan de mesten en de meststromengsels bij IB 6328 had geen eenduidig effect op de snelheden van (netto-) N-mineralisatie. Omdat ureum zeer snel na toevoeging werd omgezet in ammonium, d.w.z. minerale stikstof, veranderde dit de verhouding C/N-org. van de mesten en meststromengsels niet en daarmee de snelheid van de netto-N-mineralisatie dus niet. Wel werd voorkomen dat de N-immobilisatie kon worden beperkt door een absoluut gebrek aan minerale N, zoals in enkele gevallen van IB 6299 optrad.

* De N-immobilisatie door stro was langdurig en van dezelfde grootteorde bij stromestmengsels als bij stro met ammoniumsulfaat (tabellen 7 en 8).

* Het bleek niet goed mogelijk om de C-mineralisatie van mest en stro in beide gronden te vervolgen door van tijd tot tijd de met chroomzuur oxideerbare organische stof te bepalen volgens Kurmies (tabel 10).

* Zowel in de zandgrond als in de zavelgrond was er sprake van mineralisatie van organisch fosfaat uit de toegevoegde mesten. Het zag er naar uit dat deze P-mineralisatie na verloop van tijd werd gevolgd door een P-immobilisatie. Gezien de beperkte verhoging van het fosfaatgehalte van de gronden door de mesttoevoegingen en de spreiding van de bepalingen zijn de resultaten van de P-mineralisatie veel minder betrouwbaar dan die van de N-mineralisatie. Daar komt nog bij dat in beide gronden fosfaat voor meer dan 50% als anorganisch (mineraal) fosfaat voorkomt, waardoor de toename van anorganisch fosfaat minder goed is vast te stellen dan de toename van minerale stikstof (figuur 4 en tabellen 11 en 12).

* Extrapolatie van de resultaten van deze potproeven naar de praktijk is niet zonder meer mogelijk. Zo was er in deze proeven geen kans op uitspoeling van minerale N en waren gasvormige verliezen door NH_3 -vervluchtiging en denitrificatie meestal beperkt, zoals blijkt uit de balansberekeningen van N_t (tabel 9). De potten volgden wel de buitentemperatuur en ondergingen uitdroging en herbevochtiging van de grond. Een gewas ontbrak echter, waardoor minerale N sterk kon ophopen, en met het gewas ontbrak een stimulering van de microflora in de rhizosfeer. Deze potproeven gaven wel een goed inzicht in de aanzienlijke spreiding van N-mineralisatiesnelheden die ook in de praktijk mag worden verwacht, afhankelijk van mestsoort (diersoort, dierleeftijd), bewaring van de mest en grondsoort (figuur 3 en tabel 6).

7. SUMMARY

The purpose of the investigation was to arrive at an analysis of organic nitrogen compounds in animal manures and soils, from which potential nitrogen mineralization rates can be derived.

Experimental set-up

In April 1978 a pot trial was started (IB 6299; appendix I) with 9 different manures (cow and pig feces and chicken manure, each from 3 sources). The feces and two of the chicken manures were freshly voided. The materials were mixed into two soils, at rates corresponding to 8 and 16 t dm/ha, with or without addition of ground wheat straw in dosage rates corresponding to 2.7 and 10.8 t dm/ha. The soils were an acid sandy soil (podzol) from Haren with 3.4% organic matter and pH(H₂O) 5.1 and a calcareous sandy loam soil (fluvisol) from Marknesse with 2.4% o.m. and pH (H₂O) 8.1. As controls some pots were filled with soils to which (NH₄)₂SO₄ with or without straw was added. The pots were buried in the field and thus followed field soil temperatures.

Because in some pots in trial IB 6299 all mineral nitrogen was initially immobilized and because farmers mostly apply liquid manure, a second pot trial was started in May 1979 (IB 6328; appendix II). In the latter trial anaerobically stored feces were used with added urea to ensure that mineral nitrogen would not be limiting mineralization of the manures in the soil. In that trial the chicken manures were combined with sawdust instead of straw. The same soil types were used as in trial IB 6299. However, the sandy soil was taken from another part of the field and contained about 6% o.m. and had a pH(H₂O) of 6.2.

In both trials mineral nitrogen contents of the soils were determined periodically for 1½ years. In trial IB 6299 additional analyses were made for total N, hydrolyzable N fractions, organic matter, total and inorganic P contents of the soils; pH was also measured. The manures were extensively analyzed to determine whether a correlation existed between their

composition and mineralization rates in soil. Table 1 lists the chemical analyses performed. To counteract strong acidification due to nitrification of ammonium-N, which might inhibit mineralization, CaCO_3 was added to the pots with sandy soil after 12 weeks of incubation in trial IB 6328 and after 16 months of incubation in trial IB 6299.

Results and discussion

Nett mineralization of organic N from the animal manures proved to be dependent on the type of manure (e.g. animal species and age) as well as on soil type. Generally speaking, the fresh chicken manures were mineralized fastest, followed by the pig feces and the cow feces. Fresh manures from young animals were more rapidly mineralized than fresh manures from older animals. Some of the anaerobically stored manures showed different percentages nett N mineralization than the fresh manures that were investigated. Of the organic N in the undried chicken manures, 70 to 100% was mineralized during the first 6 months of incubation (spring to autumn). The N mineralization rate of the old dried deep-pit chicken manure was much lower; its uric acid had already been mineralized during storage to ammonium and nitrate, and mineral N thus formed must have been largely lost due to volatilization of NH_3 and perhaps denitrification of nitrate during storage. In the sandy soil on average 38% of added organic N from the pig and cow feces was mineralized during the first 6 months of incubation, and in the following year on average another 15%. The corresponding figures for the sandy loam soil were 25% and 9%. The individual data are given in table 6. Beside N from uric acid in the chicken manures, which was very rapidly mineralized, no relationship was found between the chemical composition of the manures (table 3) and their N mineralization rates in the two soil types. The N fractions hydrolyzable with 6 N HCl in the manured soils were not related to nett N mineralization rates during incubation. At most there was some increase of α -amino-N in the acid hydrolysate, reflecting immobilization of N in microbial biomass. Characterization of organic matter from manures and soils with pyrolysis mass spectrometry gave distinct 'fingerprints' for the different manures and soil types, but no relationship with N mineralization rates could be found. A linear relationship was found between the ratio C/N-organic of a manure and mixtures of it with straw, and the

percentage nett N mineralization of these materials after 6 months incubation with the soils (figure 3). This relationship was strongly dominated by the N immobilization during decomposition of the straw (C/N-organic ratio of about 80 initially). After 1½ years of incubation of manures and manure straw mixtures with the soils linear relationships were still found between the ratio C/N-organic and nett N mineralization. It is often assumed that organic matter with C/N-organic < 25 always shows a positive nett-N-mineralization. Here it was found, however, especially with the cow feces in the sandy soil, that nett N immobilization occurred for 1 to 5 months even when C/N-organic was ≤ 16 . The difference in the composition of the soil microfloras may explain the stronger N-immobilization in the sandy loam soil than in the sandy soil. In the calcareous sandy loam soil the bacteria, with a C/N of about 4, predominate; in the sandy soil the fungi, with a C/N of about 10, are predominant. As soon as nett N mineralization started, it proceeded almost linearly with time (figure 2) for a few months before levelling off. In the winter period, with temperatures around 0 °C, N mineralization stopped. In the sandy soil in some cases strong acidification occurred, caused by nitrification of ammonium (table 5). This may have affected N mineralization in the first trial (IB 6299). In the second trial (IB 6328) this was prevented by timely addition of CaCO₃. The addition of urea to the manure and manure straw mixtures (IB 6328) had no clear effect on the rates of nett N mineralization. Because urea is very rapidly hydrolysed to ammonium, it should be considered as an addition of mineral N and therefore changed neither the C/N-organic ratio of the manures nor the nett N mineralization rates. Urea addition prevented that N immobilization became limited by an absolute shortage of mineral N as occurred in a few cases in IB 6299. N immobilization during decomposition of straw-manure mixtures persisted for a long period and was of the same order of magnitude as in the treatments with straw and (NH₄)₂SO₄ (tables 7 and 8). It was not possible to follow the course of the C mineralization of manure and straw in the two soils by analyzing for chromic acid-oxidizable organic matter (table 10). In both soil types mineralization of organic P from the added manures was found to take place. It appeared that it was followed by immobilization of inorganic P. Because of the rather limited increase of soil total P-content due to the added manures and the greater

variation in the analytical data, the results of P mineralization are less reliable than those for N mineralization, moreover because in both soil types more than 50% of the total P content was present as inorganic P, it was much more difficult to detect an increase of inorganic P than the sharp increases of inorganic N (figure 4 and tables 11 and 12). Extrapolation of the results from the pot experiments to field conditions will not be easy. For instance, no leaching of mineral N could occur and gaseous N losses due to NH_3 volatilization and denitrification were generally small, as shown by the balance sheet for total N in table 9. The pots with soil followed field temperatures with periodic drying and re-moistening. However, vegetation was absent and thus mineral N could accumulate; also, the absence of vegetation deprived the soil microflora of a source of stimulation in the rhizosphere. The pot experiments clearly demonstrated the wide range of N mineralization rates that can be expected also in the field, depending on kind of manure (animal species and age), storage conditions of the manure and soil type (figure 3 and table 6).

8. LITERATUUR

Algemeen

- Van Dijk, H., 1968. Das C/N-Verhältnis im $A_{1(p)}$ -Horizont von kultivierten Sandböden im Zusammenhang mit Kohlenstoff- und Stickstoffmineralisierung. "Stikstof" (Dutch Nitrogen Fert. Rev.) 12, 89-96.
- Sluijsmans, C.M.J. en G.J. Kolenbrander, 1976. De stikstofwerking van stal mest op korte en lange termijn. Stikstof 7, no. 83/84, 349-354.
- Ibid. (1977). The significance of animal manure as a source of nitrogen in soils. Proc. Intern. Seminar SEFMIA, Tokyo, 403-411.
- Van Dijk, H., 1982. Some notes on the importance of mineralization and immobilization of nitrogen in making fertilizer recommendations. Colloque Humus-Azote, 7-10 juli 1981, Reims (Fr.). ISSS, Ass. Française pour l'étude du sol, INRA, 151-160.

Bremner-hydrolyse met 6N HCl

- Sowden, F.J., Chen, Y., and Schnitzer, M., 1977. The nitrogen distribution in soils formed under widely differing climatic conditions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 41, 1524-1526.
- Söchtig, H., 1980. Transformation of fertilizer nitrogen in soil. In: "Soil nitrogen as fertilizer or pollutant", IAEA, Vienna, 277-287.

Pyrolyse-massaspectrometrie

- Meuzelaar, H.L.C., Haider, K., Nagar, B.R. and Martin, J.P., 1977. Comparative studies of pyrolysis-mass spectra of melanins, model phenolic polymers and humic acids. *Geoderma* 17, 239-252.

Fosfaat

- Gerritse, R.G., 1978. Mobility of organic phosphorus compounds from pig slurry in the soil. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 10-78, 20 pp.
- Stewart, J.W.B. and McKercher, R.B., 1982. Phosphorus cycle. In: "Experimental Microbial Ecology", eds. R.G. Burns and J.H. Slater, Blackwell Scientific Publications, 221-238.

Gerritse, R.G. and Zucec, I., 1977. The phosphorus cycle in pig slurry measured from $^{32}\text{PO}_4$ distribution rates. J. Agric. Sci., Camb. 88, 101-109.

9. BIJLAGEN

BIJLAGE I

Doel: Mineralisatiesnelheid van org.
N verbindingen in dierlijke mest nagaan.

IB no. 6299

Jaar van aanleg: 1978
Plan : 1978
Gewas : braak
Grondsoort : zand en zavel
Onderzoeker : v0
Project : 335

zand grond no. 949				zavel grond no. 950			
1110	20	1120	41	1110	62	1120	82
1210	19	1220	40	1210	61	1220	81
1310	18	1320	39	1310	60	1320	80
2110	17	2120	38	2110	59	2120	79
2210	16	2220	37	2210	58	2220	78
2310	15	2320	36	2310	57	2320	77
3110	14	3120	35	3110	56	3120	76
3210	13	3220	34	3210	55	3220	75
3310	12	3320	33	3310	54	3320	74
1111	11	1122	32	1111	53	1122	73
1211	10	1222	31	1211	52	1222	72
1311	9	1322	30	1311	51	1322	71
2111	8	2122	29	2111	50	2122	70
2211	7	2222	28	2211	49	2222	69
2311	6	2322	27	2311	48	2322	68
3111	5	3122	26	3111	47	3122	67
3211	4	3222	25	3211	46	3222	66
3311	3	3322	24	3311	45	3322	65
B	2	E	23	E	44	B	64
A	1	D	22	D	43	A	63
		C	21	C	42		

20 kg grond/pot

1e cijfer:

- 1= runderfeces
- 2= varkensfeces
- 3= kippemest

2e cijfer:

- 1= Herkomst I
- 2= " II
- 3= " III

3e cijfer:

- 1= 350 g runderfeces of 175 g varkensfeces of 140 g/pot kippemest.
- 2= 700g runderfeces of 350 g varkensfeces of 280 g/pot kippemest.

4e cijfer:

- 0= geen stro
- 1= 20 g/pot gemalen stro
- 2= 80 g/pot " "

A= geen N

B= 3,7 g/pot $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

C= 7,4 " "

D= 3,7 " " + 20 g/pot gemal. stro

E= 7,4 " " + 80 g/pot gemal. stro

- r_I Kalverfeces
- r_{II} Meststierenfeces
- r_{III} Melkveefeces

- v_I Biggenfeces
- v_{II} Mestvarkenfeces
- v_{III} Fokzeugenfeces

- k_I Slachtkuikenmest
- k_{II} Leghennenmest
- k_{III} Dieppitmest (met nitraat)

IB 6328

Doel: Bepaling van

- 1) mineralisatiesnelheid van org. N-verbindingen in dierlijke mest.
- 2) Immobilisatiesnelheid van minerale N door veen.

Jaar van aanleg: 1979
 Plan : 1979
 Gewas : braak
 Grondsoort : zand, zavel, veenklei mengsel
 Onderzoeker : vO
 Project : 335

1500	20	2011	40	2603	60	30007	80
1400	19	2005	39	2503	59	30006	79
1317	18	2002	38	2403	58	30005	78
1217	17	2000	37	2600	57	30004	77
1117	16	1820	36	2500	56	30003	76
1310	15	1720	35	2400	55	30002	75
1210	14	1810	34	2317	54	30001	74
1110	13	1710	33	2217	53	30000	73
1304	12	1800	32	2117	52	2820	72
1204	11	1700	31	2310	51	2720	71
1104	10	1616	30	2210	50	2810	70
1300	9	1516	29	2110	49	2710	69
1200	8	1416	28	2304	48	2800	68
1100	7	1610	27	2204	47	2700	67
1015	6	1510	26	2104	46	2616	66
1012	5	1410	25	2300	45	2516	65
1011	4	1603	24	2200	44	2416	64
1005	3	1503	23	2100	43	2610	63
1002	2	1403	22	2015	42	2510	62
1000	1	1600	21	2012	41	2410	61

1e cijfer: Grond no.:
 1= zandgrond 20 kg/pot 995
 2= zavel " 998
 3= kleiveen " 1003

2e cijfer:
 0= geen dierlijke mest
 1= kalverfeces 700 g/pot
 2= meststierenfeces "
 3= melkveefeces "
 4= biggenfeces 450 g/pot
 5= mestvarkenfeces "
 6= zeugenfeces "
 7= slachtkuikenmest "
 8= laghennenmest "

3e cijfer:

- 0= geen stro
- 1= 60 g/pot gemalen stro
- 2= 60 g/pot zaagsel

4e cijfer:

- 0= geen ureum
- 1= 1,5 g ureum/pot
- 2= 2,7 g "
- 3= 3,0 g "
- 4= 4,5 g "
- 5= 6,0 g "
- 6= 9,0 g "
- 7= 10,5 g "

5e cijfer: (potten 73-80)

- 0= geen bemesting
- 1= 17,7 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ per pot
- 2= 35,4 g " " "
- 3= 53,1 g " " "
- 4= 20 ppm N-serve
- 5= " " + 10,0 g $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ /pot
- 6= " " + 20,0 g " " "
- 7= " " + 30,0 g " " "

N. mineral (mg./kg)

EXHIBIT III.2

IS 6299 - ZAVELI

OBJECT N-ORG N-MIN

1978

20- 4 22- 5 19- 6 17- 7 15- 8 12- 9 17-10 27-11 20- 2 18- 4 21- 5 19- 6 17- 7 27- 8 9-10

Object	20-4	22-5	19-6	17-7	15-8	12-9	17-10	27-11	20-2	18-4	21-5	19-6	17-7	27-8	9-10
0	36	9	13	16	18	20	20	20	24	25	25	26	27	29	31
1	100	48	54	58	59	62	59	64	64	65	68	69	72	70	73
2	91	85	97	100	101	108	103	103	108	109	109	106	110	113	123
11	61	38	41	45	50	49	51	52	53	54	56	53	55	59	59
12	62	39	40	45	47	51	50	53	55	57	61	56	59	59	64
1110	7	25	35	48	57	65	71	79	82	83	102	85	93	88	97
1210	15	11	14	20	27	32	35	40	44	43	53	50	48	53	55
1310	10	13	20	29	36	42	50	55	58	56	71	60	65	70	70
1411	17	11	22	29	49	54	63	71	74	74	75	77	80	81	77
1211	13	11	1	6	14	21	27	33	34	32	36	38	39	39	48
1311	10	2	6	13	24	29	35	41	45	45	45	47	53	56	57
1120	18	38	53	66	82	94	105	118	118	118	125	120	131	136	146
1220	12	11	15	24	38	43	50	57	61	62	59	67	71	73	81
1320	15	18	30	46	66	77	86	97	94	97	106	101	102	110	114
1222	14	3	11	25	53	74	87	95	99	97	109	104	112	114	124
1222	12	1	1	1	1	7	12	18	22	24	35	30	34	37	40
1322	13	1	2	3	13	25	35	40	46	46	55	56	64	64	70
2110	11	30	39	48	59	61	65	71	75	73	86	75	80	82	82
2210	12	20	26	32	38	45	47	52	56	54	60	57	61	62	72
2311	13	36	47	58	75	72	78	83	88	86	107	88	98	106	107
2120	11	18	12	17	42	47	52	57	61	61	67	63	70	69	64
2220	18	53	68	84	95	104	107	115	122	120	134	123	134	132	142
2320	16	29	38	45	57	68	75	81	84	84	93	88	96	95	115
2122	14	8	16	32	47	57	63	67	71	73	82	77	146	156	161
2222	12	3	4	7	12	22	28	34	36	39	41	41	47	47	86
2322	24	15	27	43	61	76	82	90	93	90	97	92	102	104	50
3110	14	97	156	150	179	156	158	167	171	175	198	170	190	177	109
3210	20	74	85	91	100	99	102	105	110	106	117	104	115	109	184
3310	62	94	106	117	129	127	128	134	141	136	149	143	149	156	134
3111	14	101	141	143	148	144	155	165	171	169	183	162	162	168	160
3211	19	64	73	76	85	84	87	91	94	98	110	94	97	102	175
3311	17	78	91	102	104	124	119	125	128	134	159	130	138	135	107
3120	38	223	284	353	306	301	310	319	344	316	329	317	312	326	139
3220	27	138	170	166	181	172	171	180	189	183	201	190	189	194	344
3320	115	168	213	210	211	226	240	255	252	251	271	257	247	260	204
3122	20	172	233	243	282	254	282	287	280	279	307	280	284	283	296
3222	19	94	109	157	120	124	121	137	134	139	151	141	150	151	310
3322	45	132	142	110	168	175	171	197	190	193	217	203	198	207	228

IB 6299 - ZAND;
 NETTO - N - MINERALISATIE (PROCENTEN VAN TOEGEVOEGDE N-ORG)

BIJLAGE III.3

OBJECT	N-ORG toegevoegd mg/kg	N-MIN toegevoegd	1978																		datum
			20-4	22-5	19-6	17-7	15-8	12-9	17-10	27-11	20-12	18-1	4-2	21-3	19-4	17-5	6-6	17-7	27-8	8-9	
1110	121	17	-4	8	28	27	35	39	36	37	39	43	42	39	39	44	44	44	48		
1111	127	17	-9	0	14	3	23	33	30	33	33	36	33	33	34	35	35	39	41		
1120	242	34	-6	15	22	31	37	30	34	39	42	41	50	42	42	50	50	54	54		
1122	267	34	-7	-4	5	12	10	22	22	19	23	24	30	24	24	27	29	29	29		
1210	78	11	-7	-2	7	14	17	26	21	20	28	30	30	32	32	32	39	34	34		
1211	84	11	-7	-7	0	0	5	17	9	10	16	22	22	22	27	27	28	20	20		
1220	156	22	-8	0	7	13	21	19	17	16	22	21	31	25	28	28	27	35	35		
1222	185	22	-8	-13	-17	-12	-8	0	0	-1	2	0	7	4	12	12	8	15	15		
1310	93	13	-6	4	13	23	29	25	25	24	34	31	46	35	39	39	37	40	40		
1311	99	13	-6	-3	2	11	13	21	17	17	18	22	20	20	20	20	27	22	22		
1320	186	26	-4	7	14	14	27	30	25	24	29	32	35	36	37	38	38	37	37		
1322	211	26	-5	-15	-8	-2	1	10	6	8	14	16	21	15	16	21	21	16	16		
2110	82	16	-9	10	29	16	30	40	35	37	45	45	57	62	67	58	58	67	67		
2111	88	16	-6	-2	17	23	28	35	26	20	34	43	35	35	39	45	45	39	39		
2120	164	32	-10	12	29	30	46	54	44	44	56	59	63	62	76	75	75	75	75		
2122	189	32	-8	12	4	11	17	27	22	24	30	40	34	34	46	42	42	47	47		
2210	79	13	0	1	16	22	31	30	30	37	36	41	44	43	53	48	48	51	51		
2211	85	13	-4	-12	1	9	10	23	29	27	25	29	30	28	37	42	42	38	38		
2220	158	26	-1	1	12	13	27	34	25	22	28	36	36	32	39	35	34	34	34		
2222	103	26	-8	-18	-9	-4	7	14	12	14	18	20	10	21	24	23	23	32	32		
2310	101	18	-3	16	33	44	51	49	47	39	51	50	51	53	55	67	67	55	55		
2311	107	19	-2	3	38	33	41	35	42	43	41	54	45	45	41	55	55	42	42		
2320	202	35	-2	17	34	44	54	56	50	53	59	56	67	66	68	68	63	63	63		
2322	227	35	-4	-3	13	20	23	30	30	34	38	40	45	39	40	45	45	48	48		
3110	125	28	5	102	08	04	39	32	85	93	95	95	111	97	110	99	99	98	98		
3111	131	28	0	73	93	83	78	77	75	83	80	82	84	80	86	91	91	82	82		
3120	250	55	-8	95	100	101	101	82	89	94	107	100	109	101	97	103	103	106	106		
3122	275	55	0	103	99	91	75	73	71	75	83	78	77	81	85	85	95	95	95		
3210	101	13	1	1	77	76	70	75	73	65	74	77	84	79	83	86	78	78	78		
3211	107	13	3	5	84	63	68	59	61	64	63	63	62	62	51	72	73	73	73		
3220	292	26	0	69	70	77	75	60	71	71	76	61	96	74	79	83	80	80	80		
3222	227	26	0	38	42	51	57	49	50	56	61	67	62	61	66	61	67	67	67		
3310	192	65	2	17	25	32	37	39	37	45	45	45	53	47	50	56	52	52	52		
3311	168	65	0	0	23	25	41	36	33	43	42	42	54	54	42	60	60	60	60		
3320	334	133	0	16	22	48	47	33	40	44	53	52	61	51	48	55	52	52	52		
3322	359	133	-3	7	10	10	22	21	15	32	42	46	45	34	37	37	37	41	41		

IS 6299 - ZAVEL;
 NETTO - N - MINERALISATIE (PROCENTEN) VAN TOEGEVOEGDE N-ORG

BIJLAGE III.4

OBJECT	N-ORG	N-MIN	20-4	22-5	19-5	17-5	15-8	12-8	9	17-10	27-11	20-11	18-4	21-5	19-6	17-7	27-8	9-10	datum
1110	122	17	-37	0	4	12	16	22	22	27	31	33	33	49	34	40	34	40	
1111	128	17	-38	-11	-6	-3	10	13	13	20	23	25	25	25	26	28	27	22	6
1120	244	34	-21	-2	2	6	12	16	16	21	24	24	24	27	24	28	29	33	
1122	269	34	-20	-14	-13	-9	0	7	7	12	14	15	14	18	16	18	18	21	
1210	78	11	-41	-12	-12	-8	-2	1	11	6	6	11	8	21	16	12	16	16	
1111	84	11	-40	-12	-12	-25	-17	-11	-11	-4	-3	-1	-4	0	1	1	-1	-2	
1220	157	22	-29	-12	-12	-8	-1	0	0	5	7	9	9	7	12	14	14	17	
1222	182	22	-25	-16	-16	-20	-21	-19	-19	-16	-15	-13	-12	-6	-9	-8	-7	-7	
1310	94	13	-41	-9	-6	0	5	9	9	18	20	22	19	35	22	26	29	27	
1311	100	13	-38	-19	-19	-15	-6	-3	-3	2	3	7	6	6	7	12	13	12	
1320	183	26	-25	-9	-4	2	11	16	16	21	25	23	24	29	26	26	29	30	
1322	213	26	-23	-15	-17	-18	-14	-9	-9	-5	-4	-1	-2	1	1	3	4	6	
2110	83	16	-49	6	12	19	30	30	30	34	37	42	38	54	39	44	44	42	
2110	81	16	-46	-7	-2	2	0	12	12	17	19	23	22	29	23	30	26	19	
2120	166	32	-30	7	13	21	27	31	31	33	35	39	37	46	39	45	42	47	
2122	191	32	-23	-7	-10	-8	-2	2	2	5	5	7	8	13	9	9	10	12	
2210	80	13	-44	-2	0	3	8	14	14	17	18	23	19	27	22	26	25	34	
2211	86	13	-43	-16	-16	-13	-5	-2	-2	4	4	9	9	11	10	12	12	10	
2220	160	26	-28	-3	0	1	0	13	13	19	19	21	20	26	22	26	25	36	
2222	135	26	-27	-17	-18	-18	-17	-12	-12	-9	-8	-7	-6	-5	-5	-3	-4	-3	
2310	102	18	-41	0	15	23	30	33	33	39	40	45	42	62	43	51	57	56	
2311	103	18	-39	-3	0	7	20	19	19	29	28	32	29	41	31	33	30	39	
2320	204	36	-25	6	17	20	25	31	31	34	35	40	38	46	40	40	44	46	
2322	229	36	-20	-13	-9	-3	3	8	8	11	13	14	12	15	13	17	17	18	
3110	126	28	-39	47	91	84	105	85	85	87	91	94	96	115	92	107	95	99	
3111	132	28	-37	48	75	75	77	72	72	81	85	90	87	98	81	81	84	87	
3120	252	53	-22	32	85	111	92	89	89	92	94	104	93	98	93	90	95	101	
3122	277	56	-15	38	59	61	75	64	64	74	74	72	71	81	71	72	71	80	
3210	102	13	-28	50	57	60	67	64	64	67	67	71	66	77	63	73	65	88	
3211	108	13	-27	33	43	43	50	47	47	50	50	52	55	66	50	52	55	58	
3220	203	26	-17	50	64	62	67	62	62	61	64	68	65	73	67	66	68	72	
3222	238	26	-13	25	30	30	33	34	34	32	38	36	38	43	39	42	42	49	
3310	164	38	-15	10	15	20	26	23	23	24	25	29	26	34	29	32	35	37	
3311	170	68	-51	0	5	10	10	21	21	18	19	21	24	38	21	25	22	23	
3320	135	135	-16	7	19	17	17	21	21	25	28	27	26	32	28	25	28	30	
3322	363	135	-34	-3	-1	-11	4	5	5	4	10	8	9	15	11	9	11	17	

BIJLAGE III.6

IB 6328 - ZAVEL:

N-MINERAAL (MG/KG)

1980

1979

OBJECT N-ORG N-MIN

OBJECT	1980											datum
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2000	0	11	14	17	21	18	22	26	28	40	43	42
2002	0	77	84	87	87	91	94	93	95	100	107	103
2005	0	157	171	182	173	182	183	182	186	182	188	183
2011	17	15	13	22	24	27	30	36	36	46	53	55
2012	17	34	60	46	46	57	55	62	70	64	71	60
2015	17	130	135	142	132	130	144	149	145	149	153	155
2106	188	35	53	66	82	84	87	89	93	108	123	122
2200	139	15	20	35	40	44	50	56	60	71	81	84
2209	173	37	54	70	80	80	97	99	103	114	131	130
2104	186	150	167	192	198	206	208	219	216	230	236	249
2204	139	130	133	146	165	179	163	175	177	195	200	202
2304	173	152	172	179	205	208	211	223	219	229	242	245
2110	205	35	12	23	30	43	55	57	65	82	94	95
2210	156	15	1	4	13	18	31	34	44	60	69	69
2310	190	37	25	50	57	68	69	74	76	96	109	107
2117	205	265	275	288	312	323	333	327	320	344	356	346
2217	156	276	257	279	275	292	309	297	294	310	330	315
2317	190	298	270	305	325	325	350	343	333	345	372	354
2400	209	58	101	137	139	160	159	156	161	180	181	195
2500	171	70	112	128	155	190	167	165	167	176	196	200
2600	181	22	43	62	68	72	84	83	88	102	119	116
2403	209	135	148	179	196	195	231	220	230	247	268	264
2503	171	147	174	217	237	245	243	250	262	261	276	270
2603	171	99	109	135	147	149	169	162	169	181	192	197
2410	220	58	70	95	93	99	106	108	110	132	138	141
2510	188	70	69	89	98	105	121	123	125	143	148	149
2610	198	22	3	17	19	25	33	40	40	58	69	68
2416	226	288	285	321	326	330	350	330	330	380	426	399
2516	188	300	293	305	330	340	366	355	341	392	402	367
2616	198	252	234	250	270	281	289	281	277	311	316	316
2700	685	50	398	464	530	537	544	571	528	577	634	595
2800	281	69	277	290	315	323	334	321	323	336	338	334
2710	702	50	374	439	495	506	519	550	566	554	595	554
2810	298	69	252	265	297	304	304	282	289	312	329	315
2720	692	50	408	449	492	492	530	561	537	577	639	568
2820	288	69	261	275	303	314	304	294	304	320	323	346

TOEGEFING

BIJLAGE III.7

IB6328 - ZAND:

NETTO - N - MINERALISATIE (PROCENTEN VAN TOEGEVOEGDE N-ORG)

OBJECT	1979		1980												datum									
	N-ORG	N-MIN	11	6	10	7	8	4	9	1	10	20	10	16		4	12	5	9	6	4	8	29	9
1100	188	35	16	17	29	35	38	38	39	42	45	50	51											
1200	139	15	13	19	26	30	43	47	49	49	54	61	64											
1300	173	37	9	18	26	33	32	35	38	39	43	46	50											
1104	188	150	19	22	33	37	34	37	44	42	43	48	61											
1204	130	130	25	27	32	40	30	48	43	47	49	58	66											
1304	173	152	32	26	30	38	40	40	37	39	36	41	56											
1110	205	35	-3	0	30	28	33	33	31	33	35	44	42											
1210	156	15	-12	-5	6	21	17	26	30	32	39	45	45											
1310	190	37	-2	6	15	23	26	28	28	29	35	41	44											
1117	205	296	2	7	16	22	27	35	27	27	30	40	42											
1217	156	276	3	7	11	30	27	30	26	23	20	27	49											
1317	190	298	10	13	22	34	27	26	27	24	31	35	41											
1400	209	58	0	13	24	36	29	39	44	44	56	53	55											
1500	171	70	10	17	35	42	33	46	53	50	63	54	66											
1600	181	22	7	14	19	27	33	28	29	32	35	43	43											
1403	209	135	33	17	29	31	23	49	49	45	40	50	53											
1503	171	147	7	10	32	27	23	45	38	51	47	59	63											
1603	181	99	9	17	30	29	28	45	35	44	41	56	53											
1410	226	58	-8	-1	10	17	17	38	38	27	38	40	40											
1510	188	70	-10	4	13	12	14	26	27	27	28	44	42											
1610	198	22	-2	0	5	14	15	29	24	24	36	37	41											
1415	226	288	-11	15	12	15	16	29	25	25	30	34	27											
1516	188	300	-10	-4	14	14	20	28	36	40	48	42	43											
1616	198	252	-6	-2	10	17	10	26	40	28	43	61	51											
1700	685	50	65	65	71	70	72	70	77	76	77	81	77											
1800	281	69	76	87	91	95	97	97	96	98	102	102	104											
1710	702	50	50	50	62	67	69	66	72	71	73	72	70											
1810	298	69	56	78	73	82	83	83	89	88	93	102	90											
1720	692	50	59	63	69	71	73	68	75	71	73	79	77											
1820	288	69	72	87	94	97	98	96	94	97	97	103	98											

BIJLAGE III.8

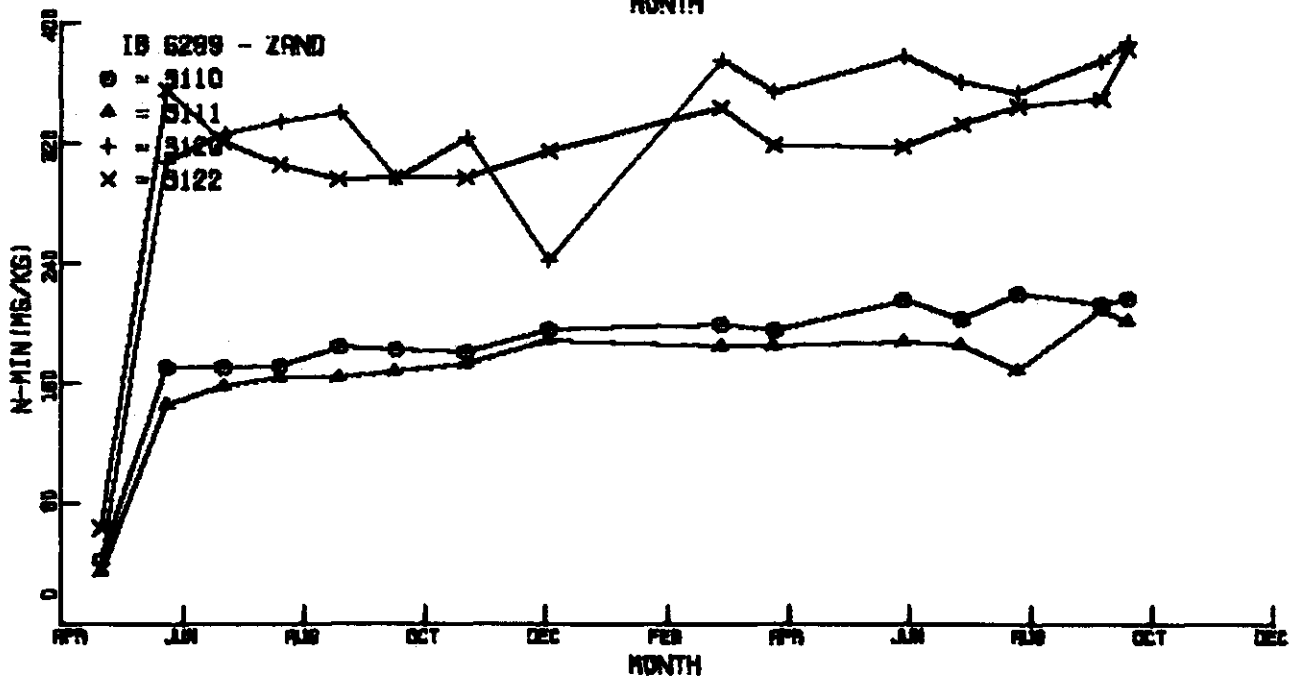
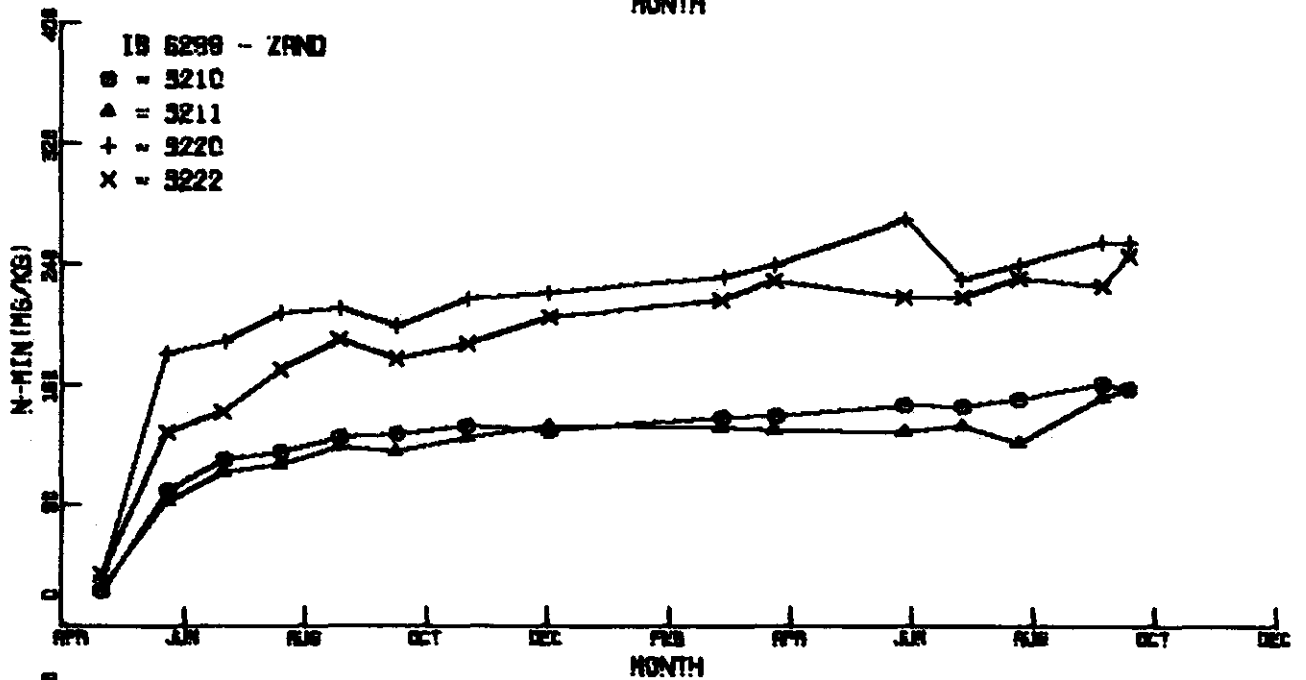
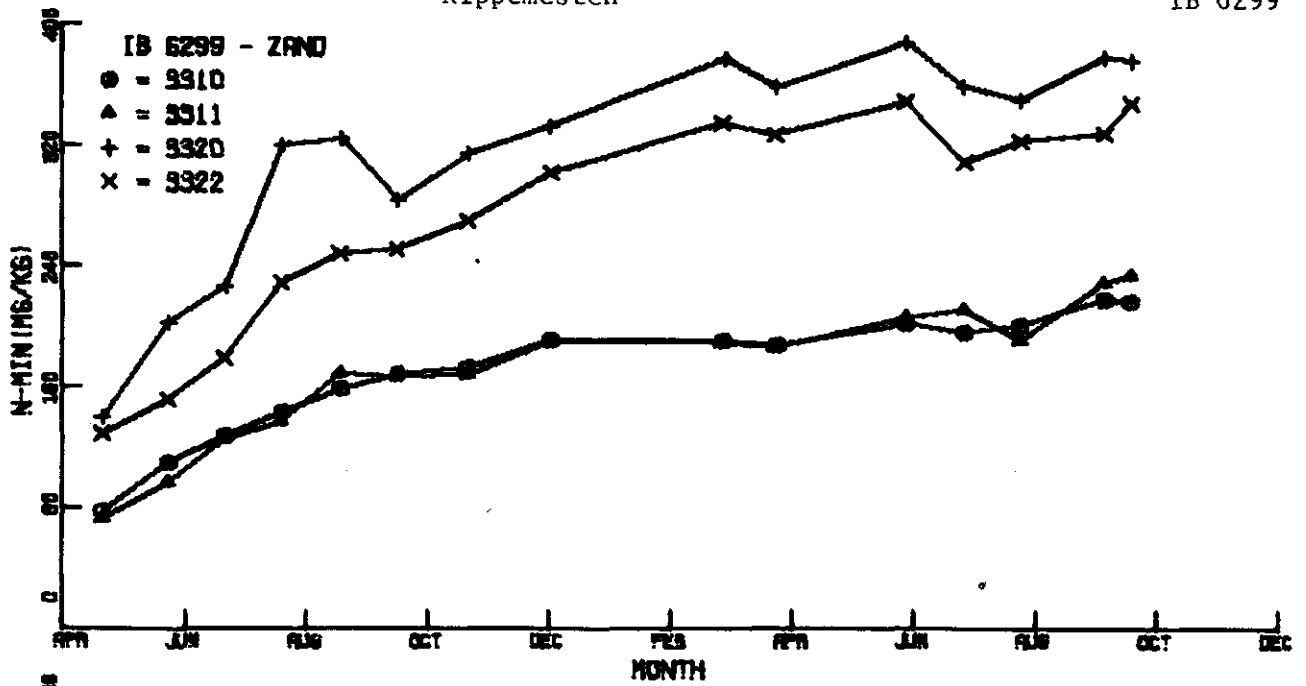
IB 6328 - ZAVEL;

NETTO - N - MINERALISATIE (PROCENTEN VAN TOEGEVOEGDE N-ORG)

OBJECT N-ORG	1979												1980												datum
	11-6	11-7	11-8	11-9	11-10	11-11	11-12	12-1	12-2	12-3	12-4	12-5	12-6	12-7	12-8	12-9	12-10	12-11	12-12						
2190	128	35	2	2	12	12	15	12	15	12	12	14	15	12	14	15	12	12	11						
2200	139	15	-3	2	-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23						
2300	173	37	0	14	17	17	19	17	19	17	17	17	17	17	17	17	17	17	10						
2104	188	151	2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	20						
2304	139	123	2	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20						
2304	173	152	-4	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	20						
2110	205	35	-14	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	7						
2310	159	15	-17	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	7						
2310	100	32	-10	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	14						
2117	205	295	-15	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	3						
2217	150	270	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	17						
2317	109	298	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	17						
2400	209	58	24	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	45						
2500	171	70	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	51						
2600	181	22	4	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	29						
2403	209	135	-6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	43						
2503	171	147	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	47						
2603	171	90	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	22						
2410	226	59	-10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10						
2510	186	70	-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10						
2610	108	22	-12	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	2						
2416	226	288	-17	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	26						
2516	188	170	-14	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	29						
2616	108	252	-20	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	10						
2700	685	50	15	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	73						
2800	201	69	17	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	79						
2710	702	50	43	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	65						
2810	208	60	30	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68						
2720	602	50	15	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	68						
2920	288	60	50	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	62						

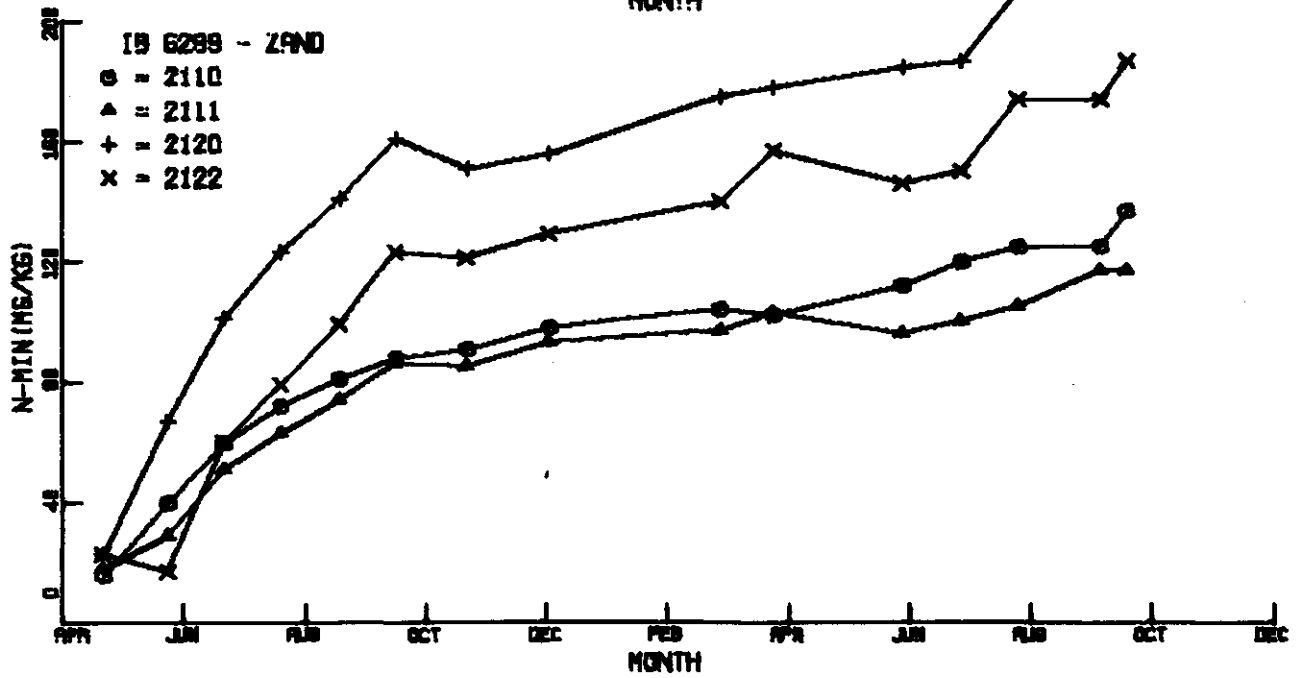
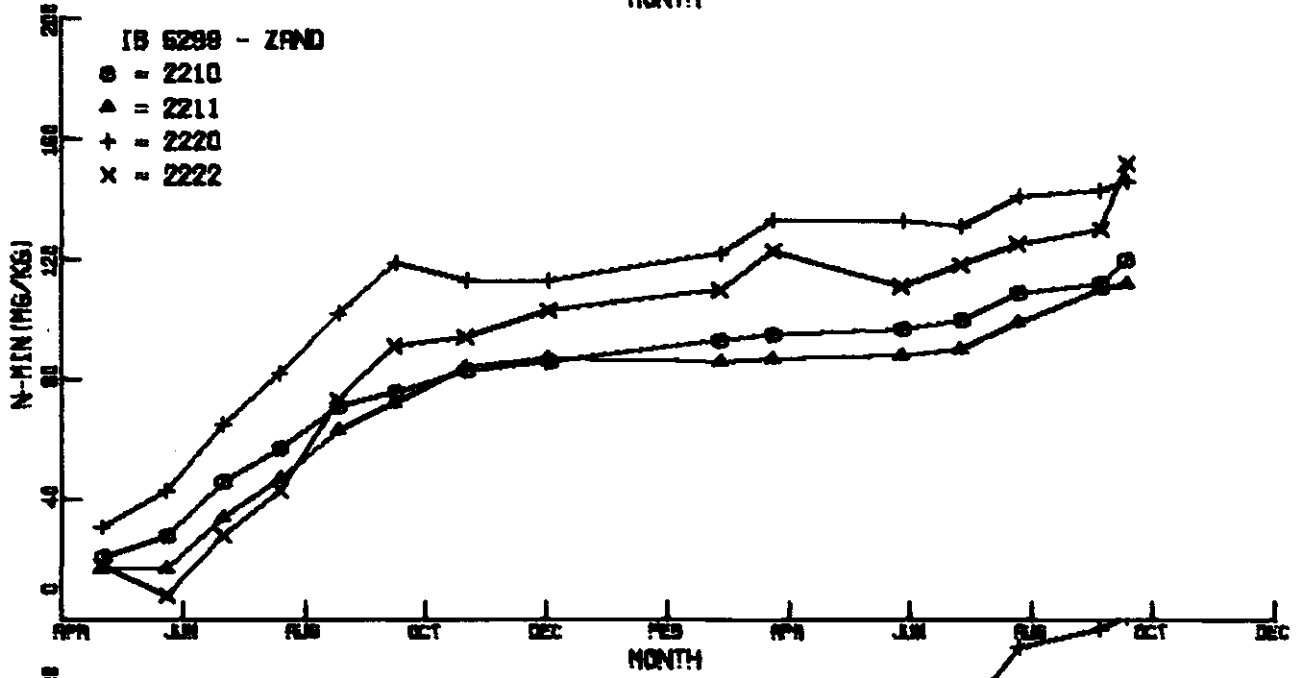
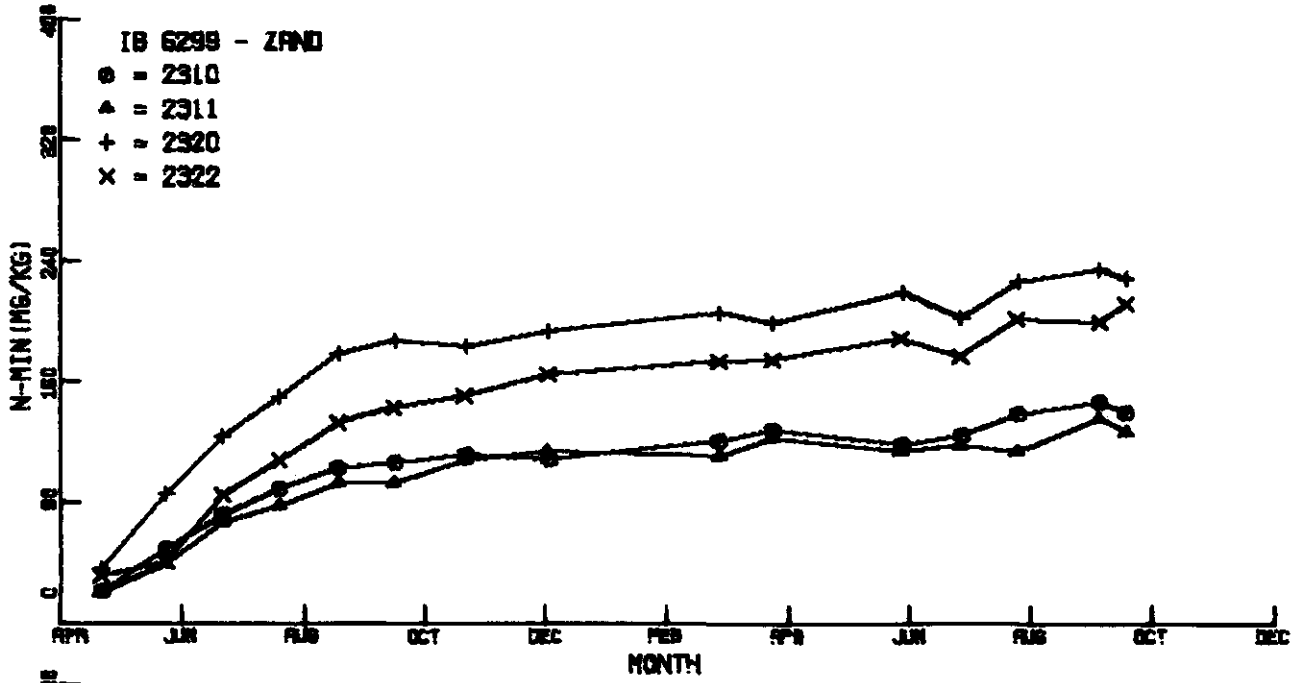
Kippemesten

IB 6299



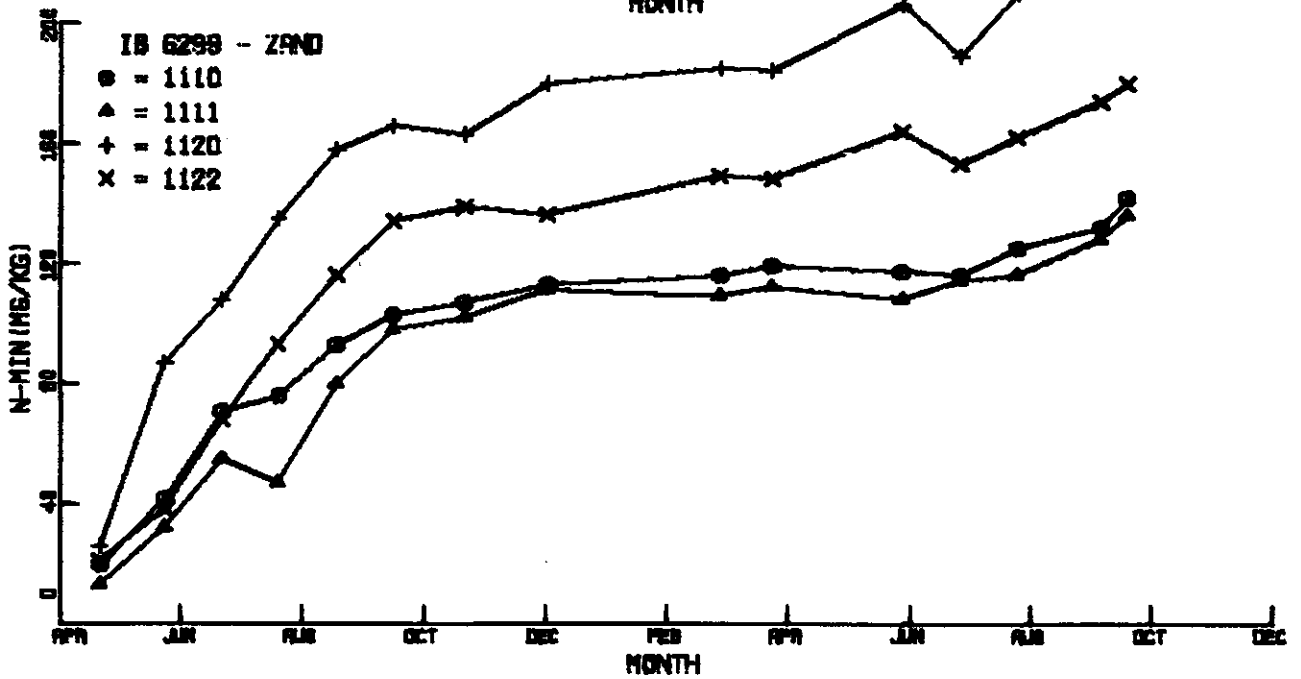
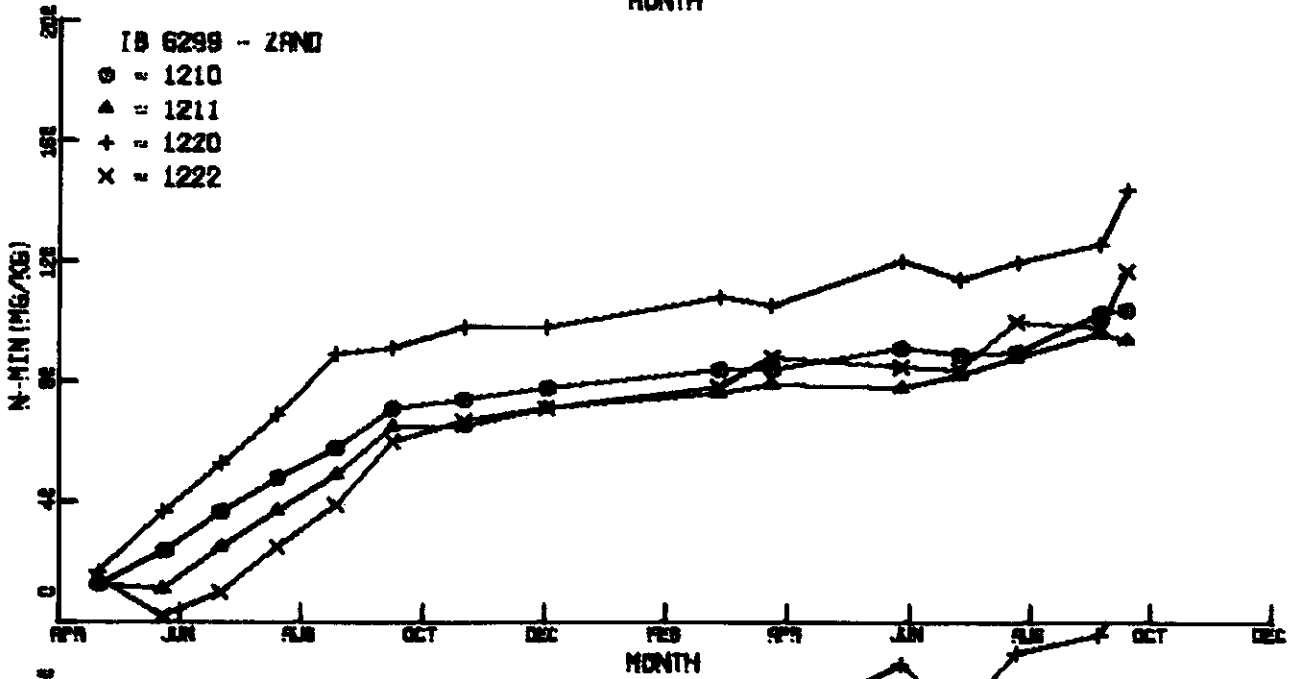
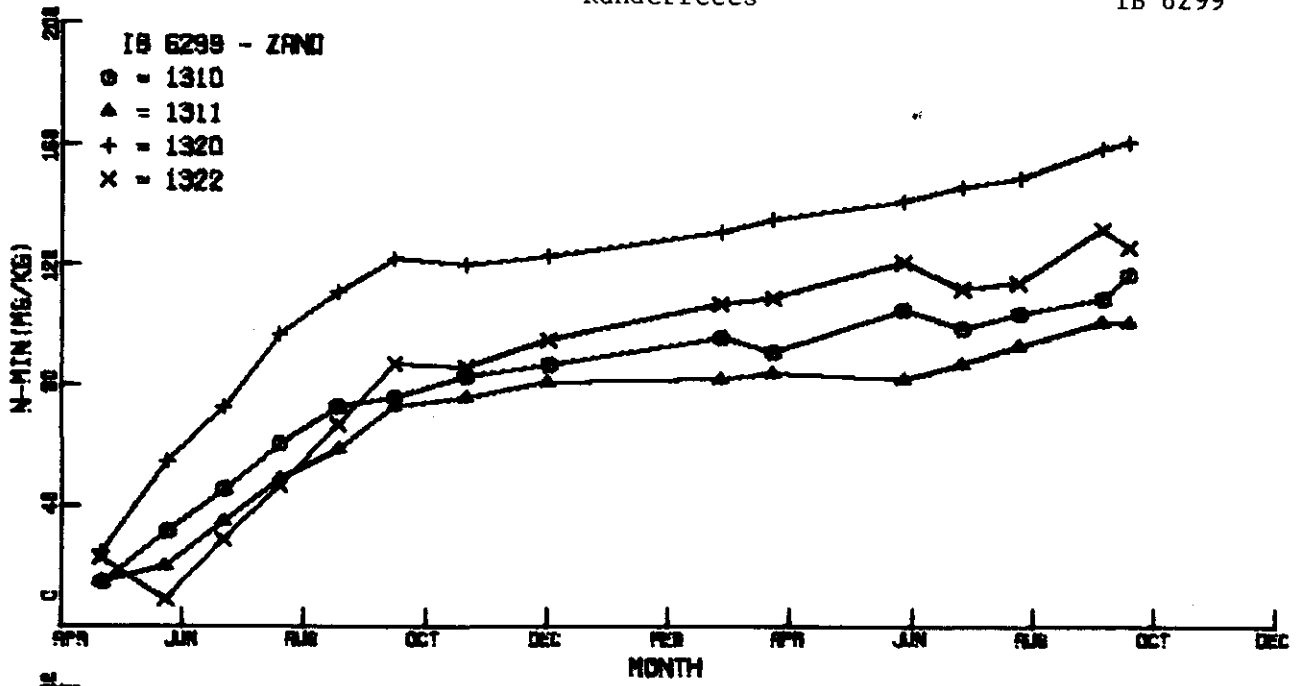
Varkensfeces

IB 6299



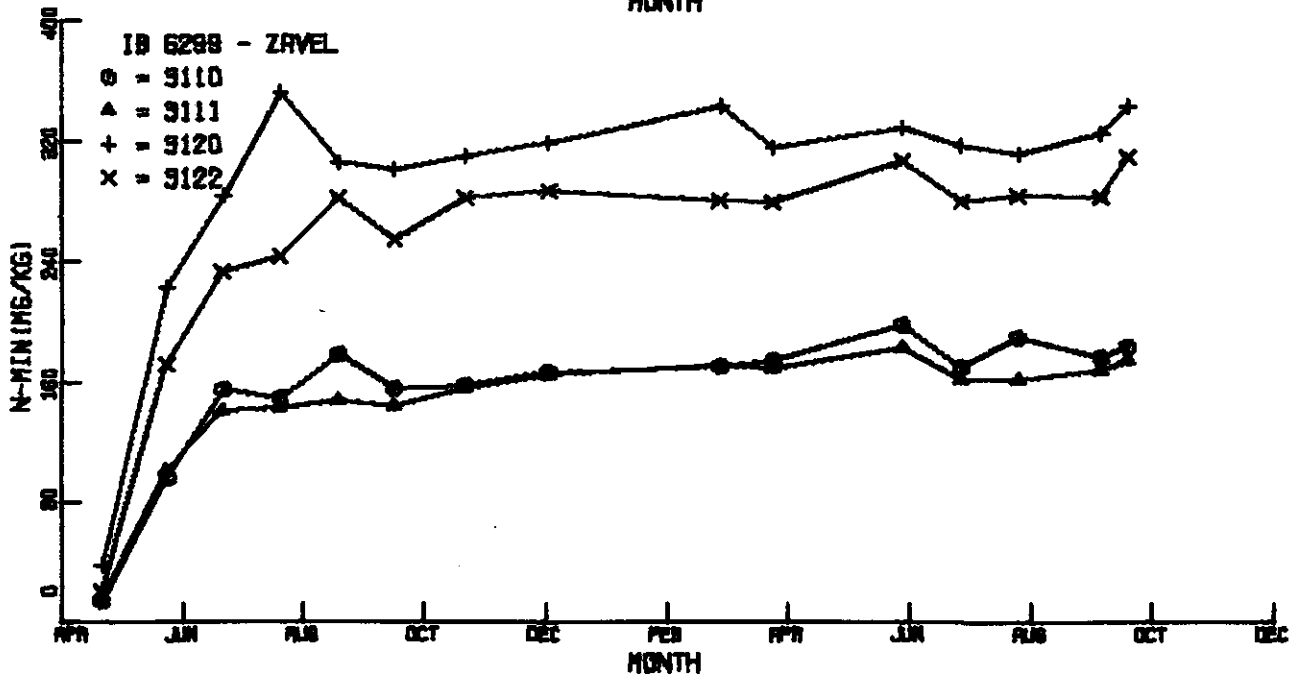
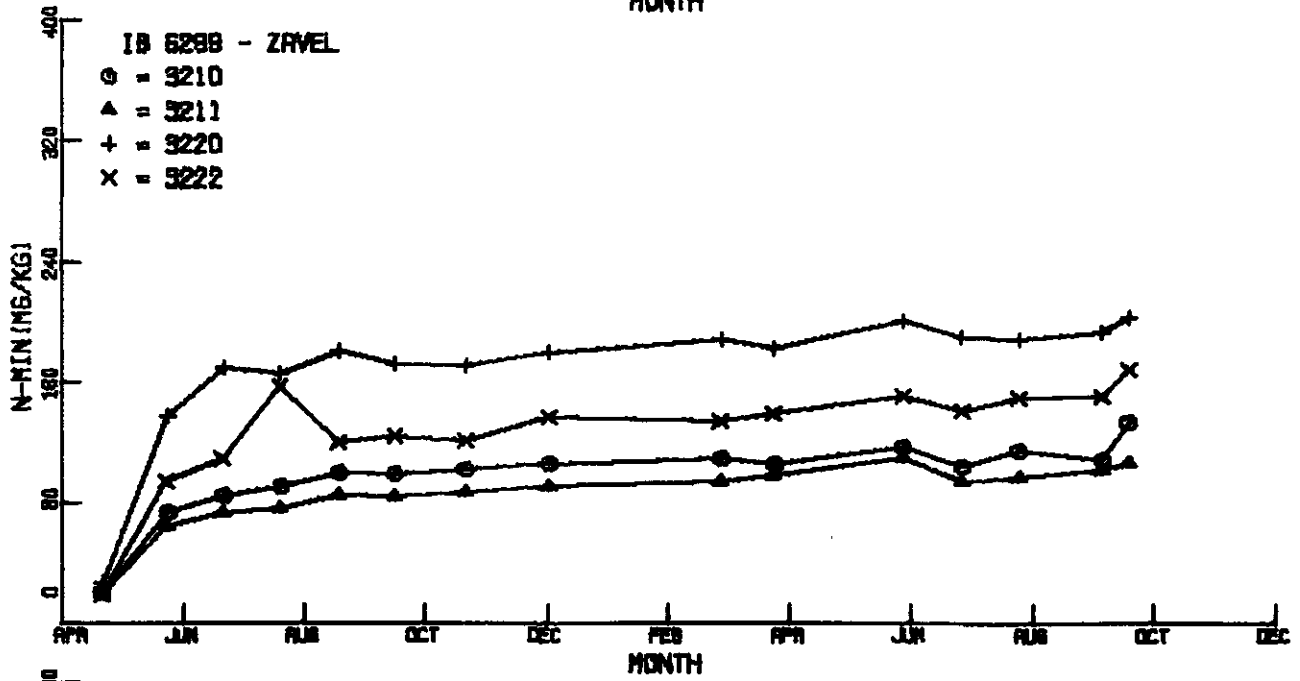
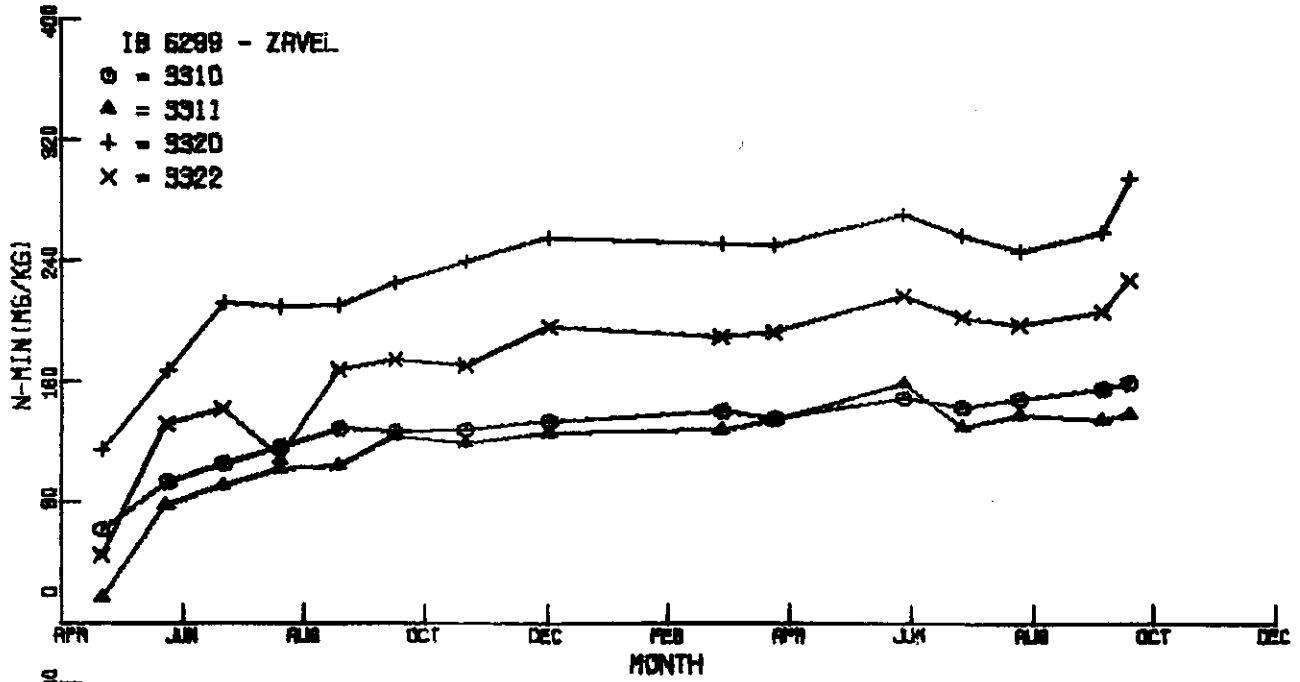
Runderfeces

IB 6299



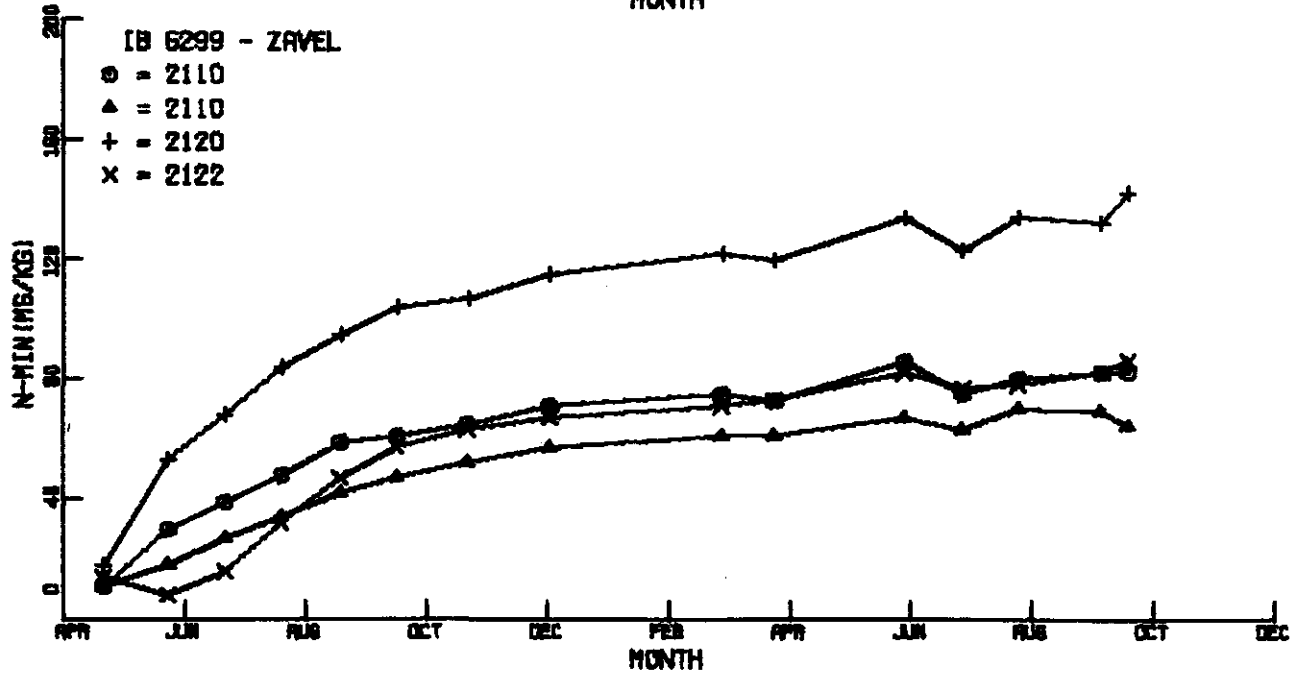
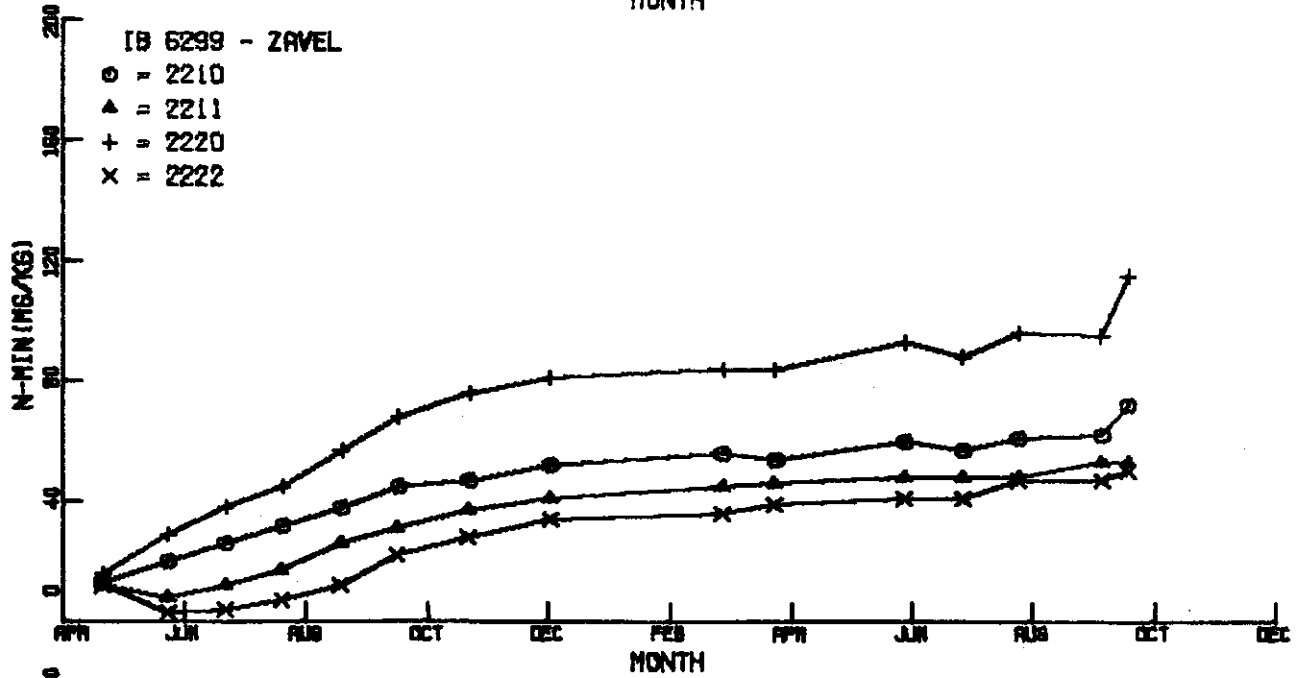
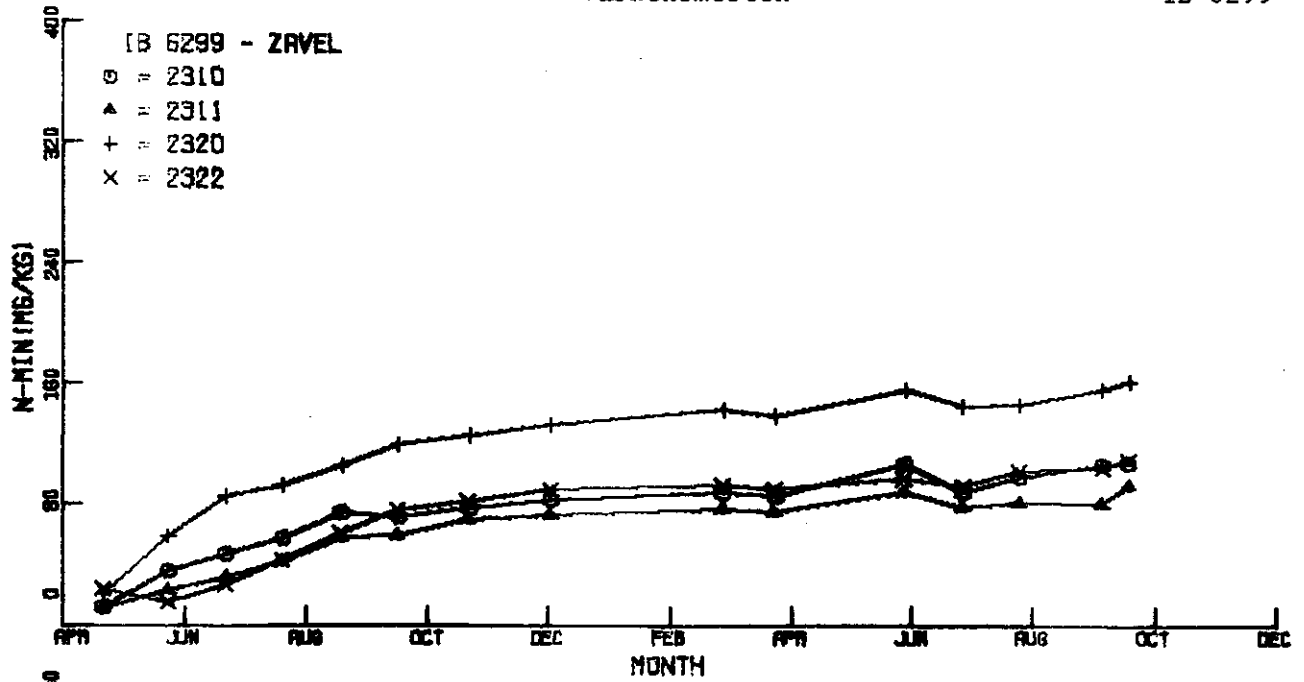
Kippemesten

IB 6299



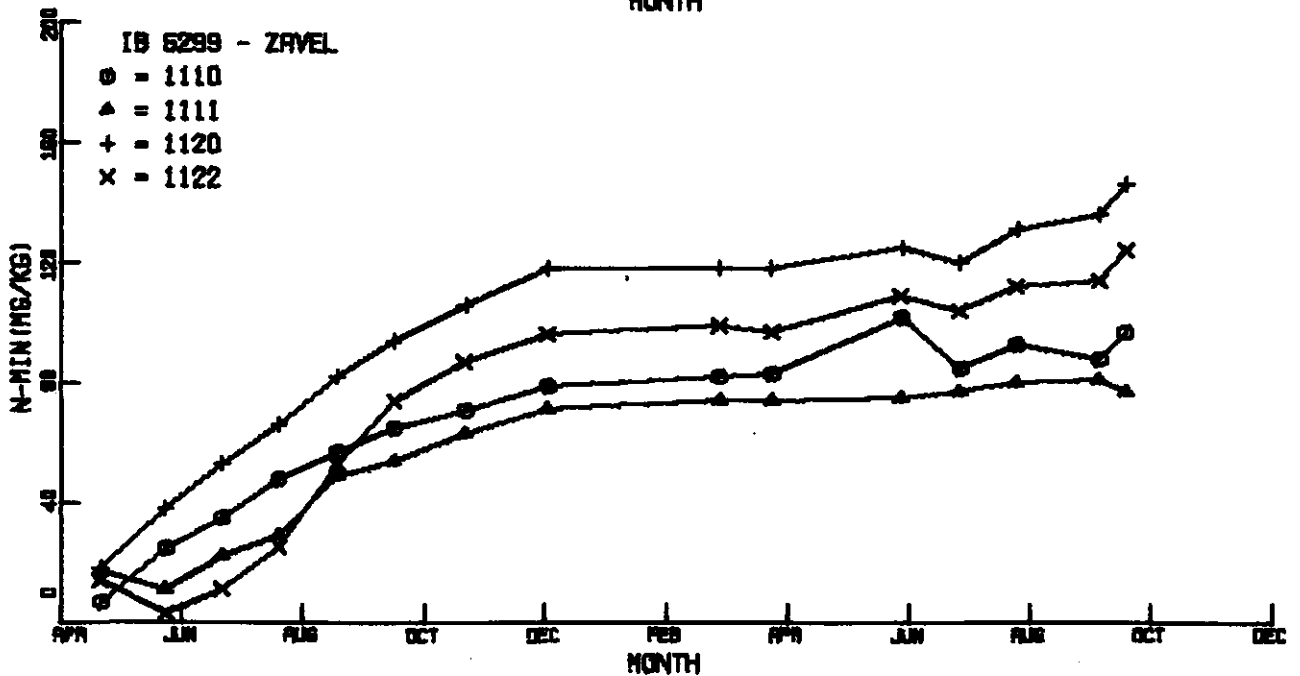
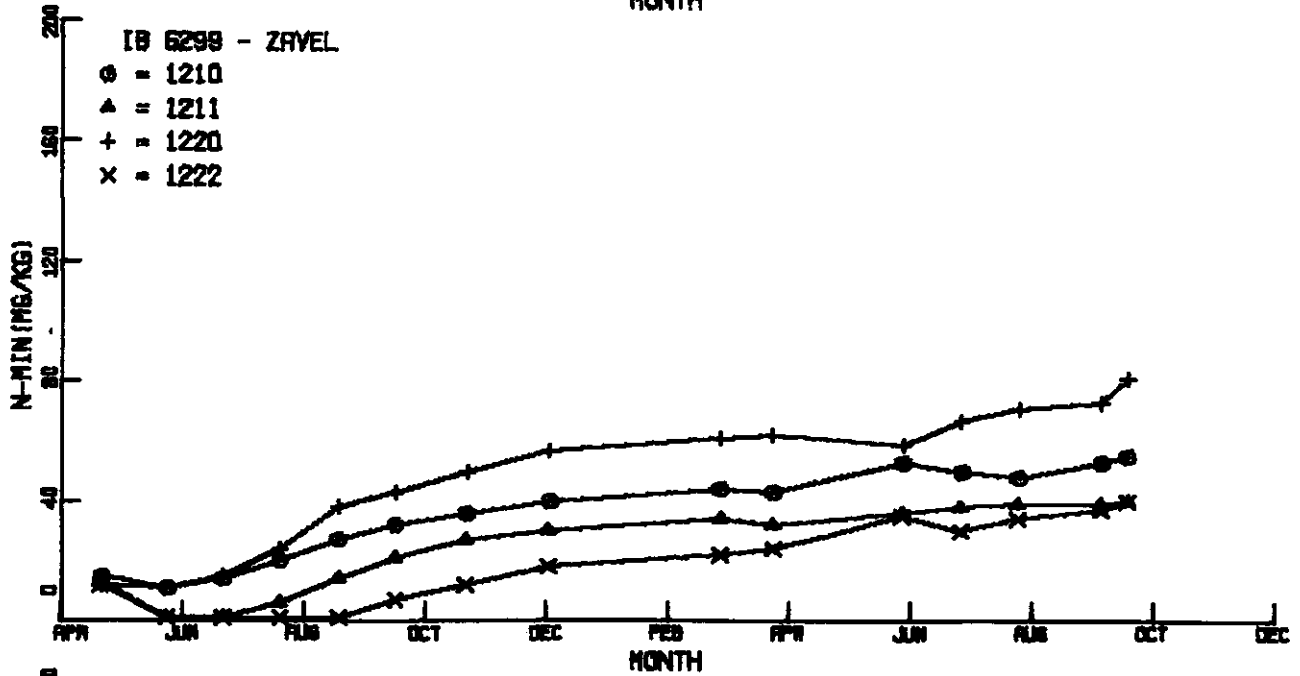
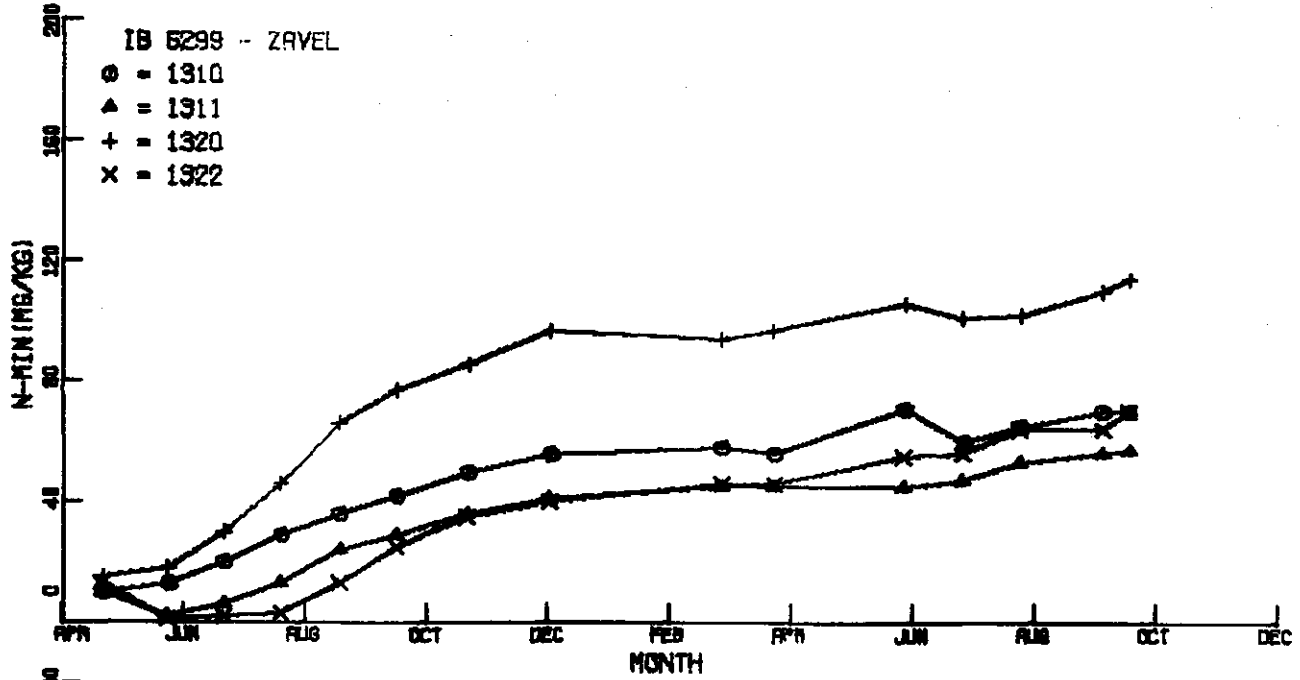
Varkensmesten

IB 6299



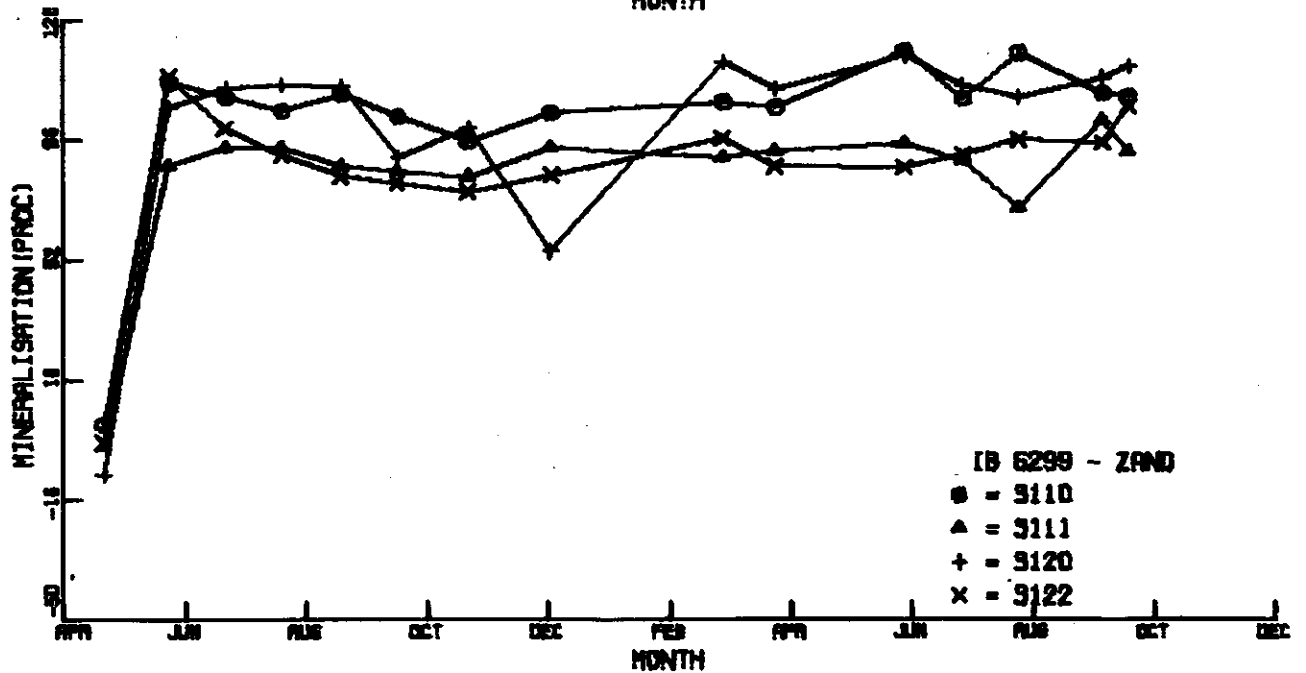
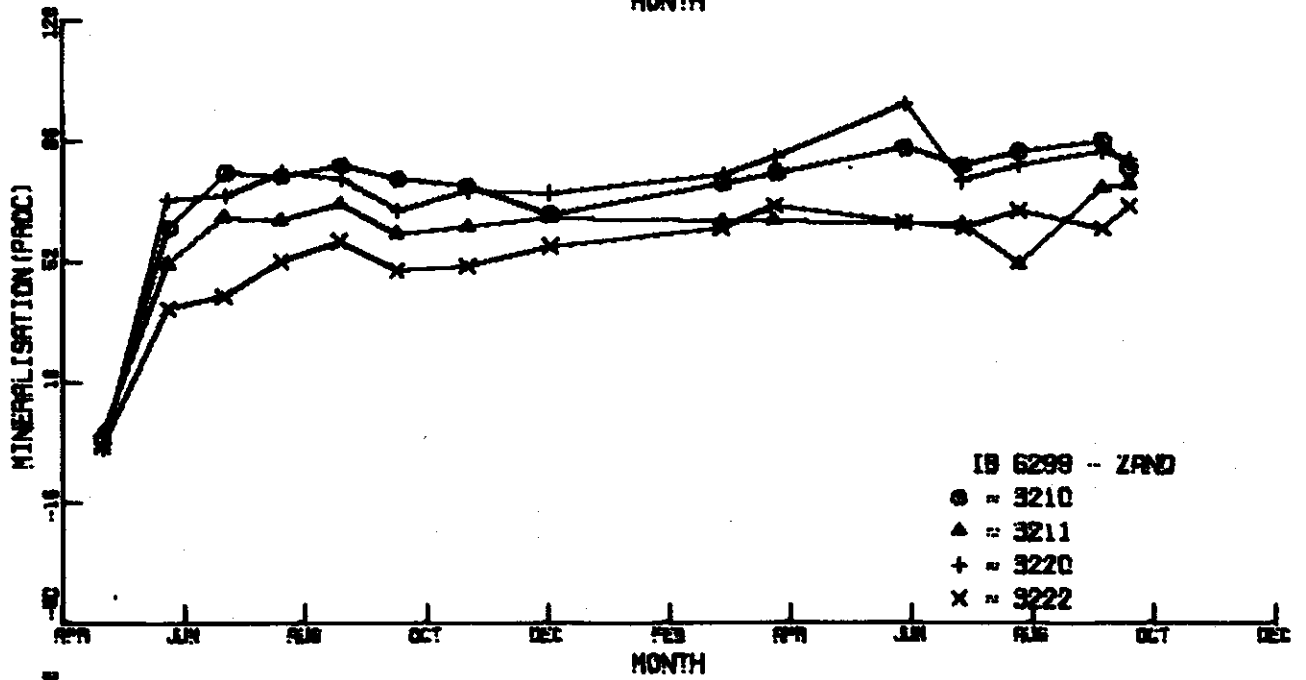
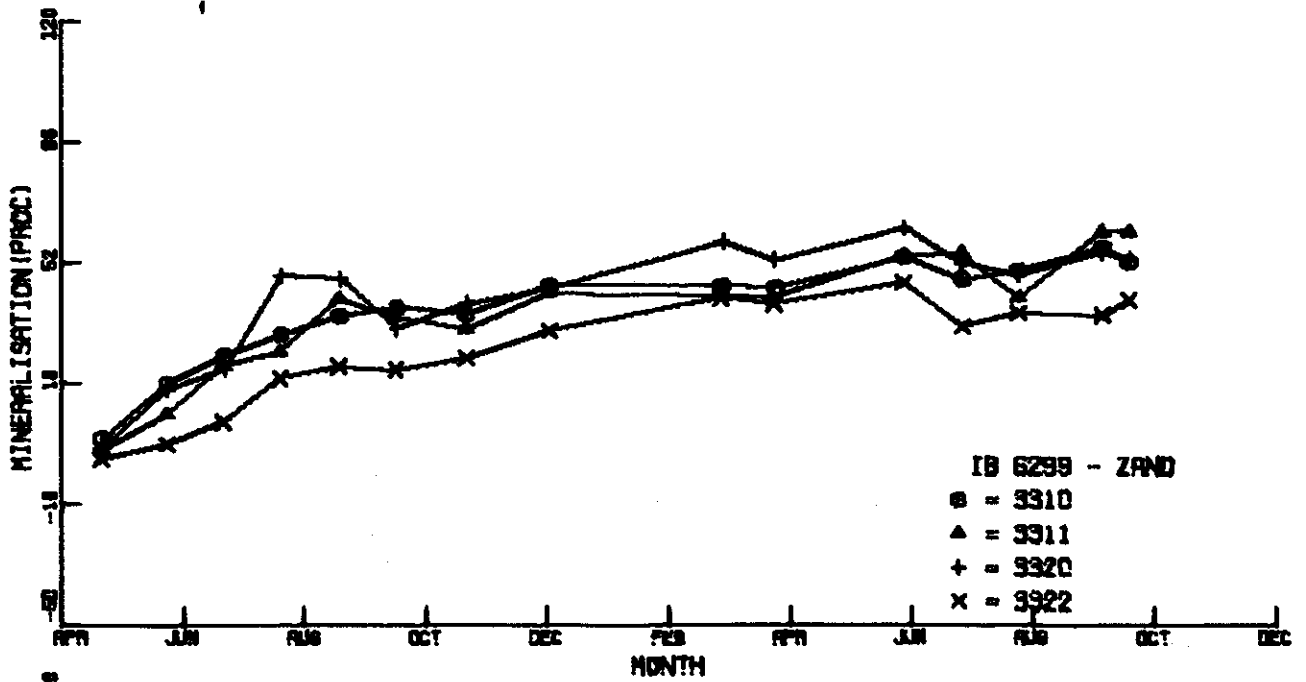
Rundermesten

IB 6299



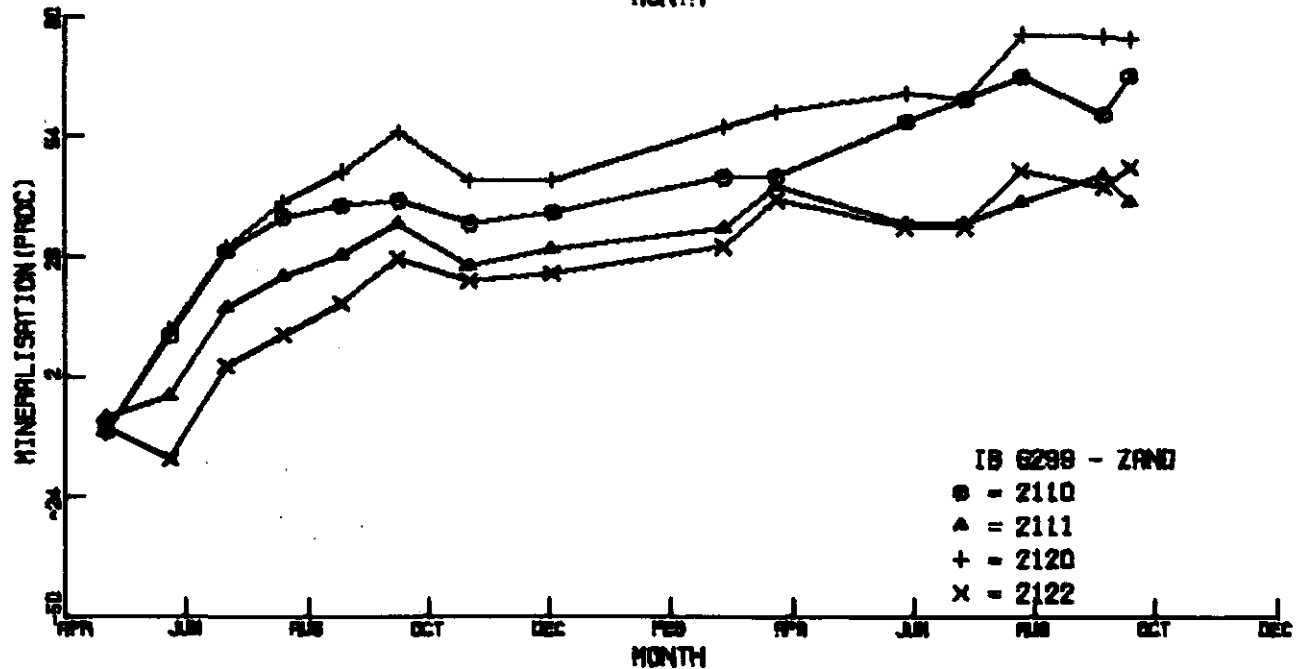
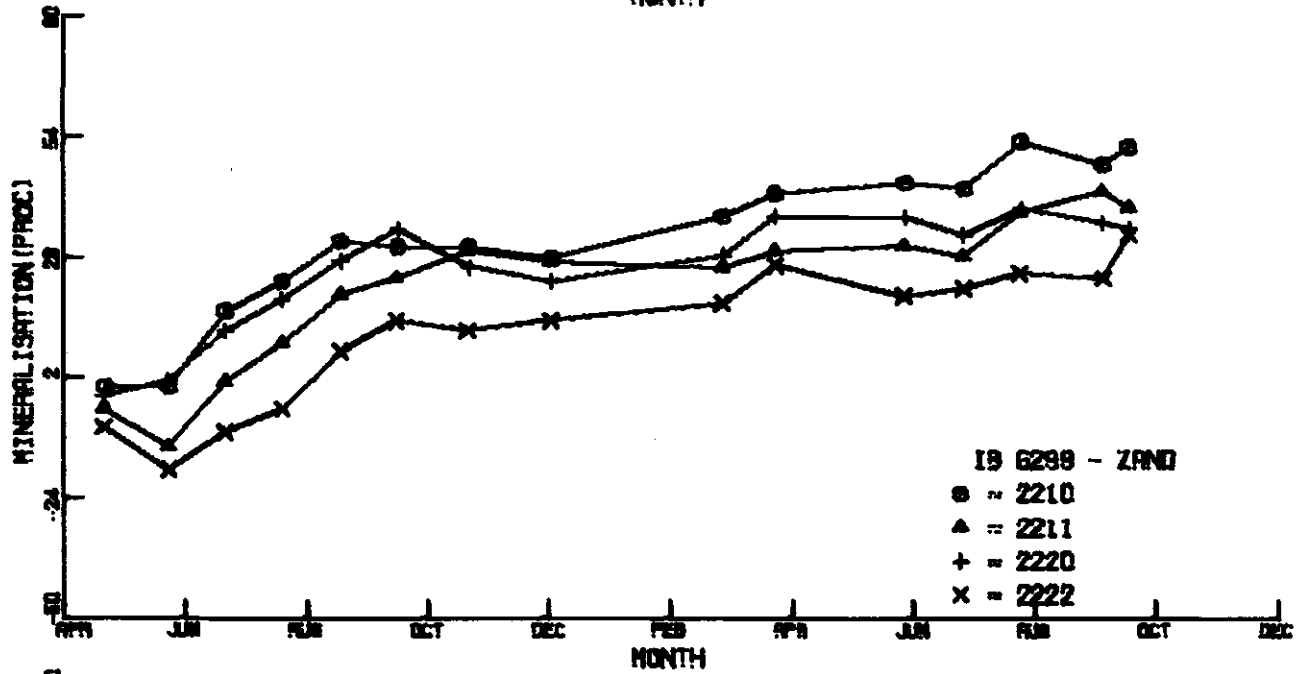
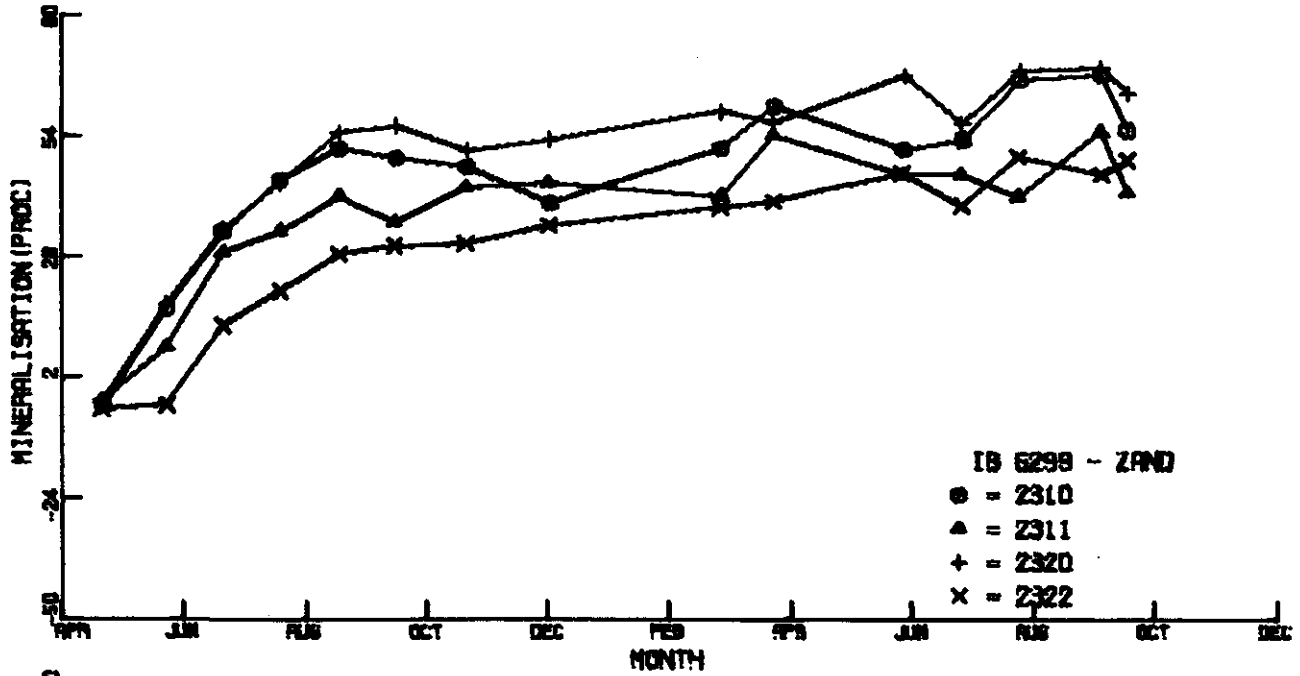
Kippemesten

IB 6299



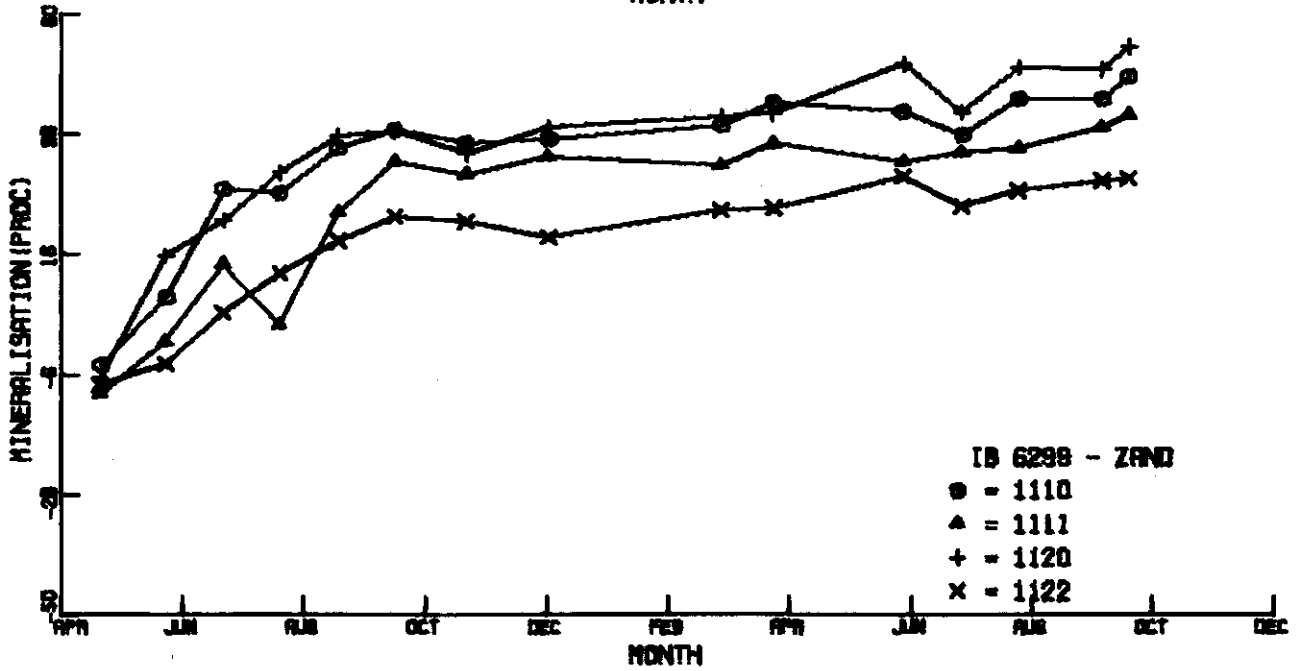
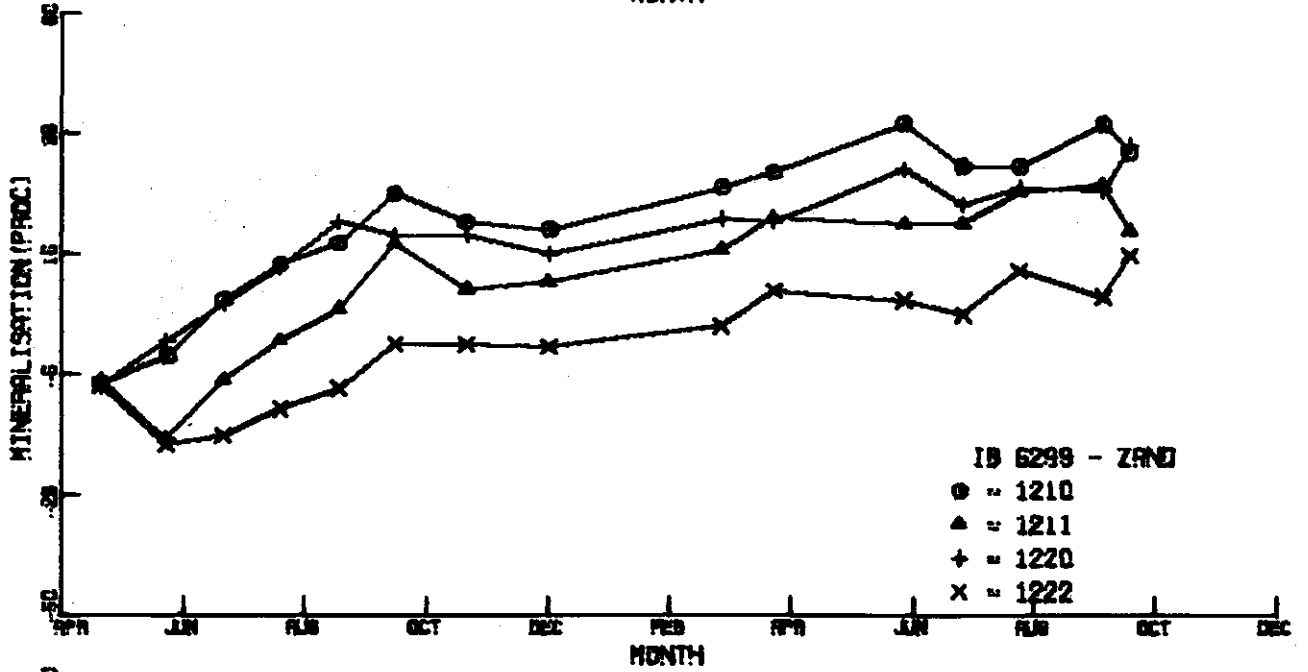
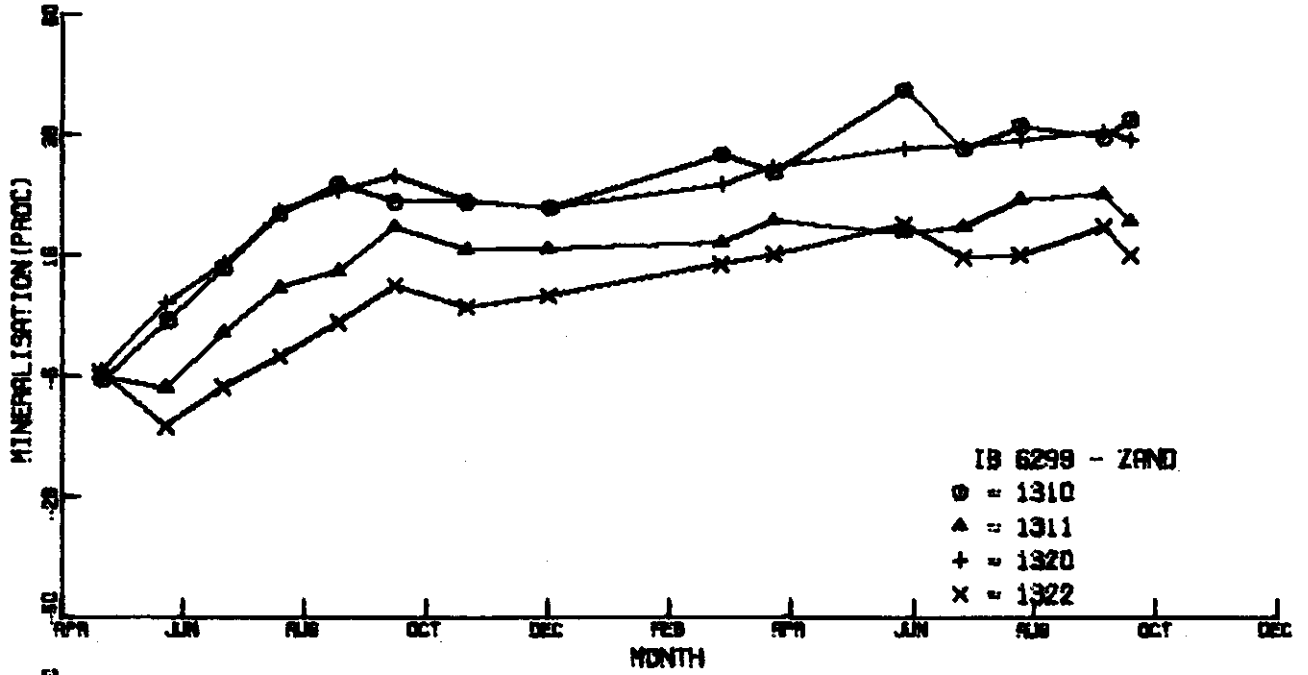
Varkensfeces

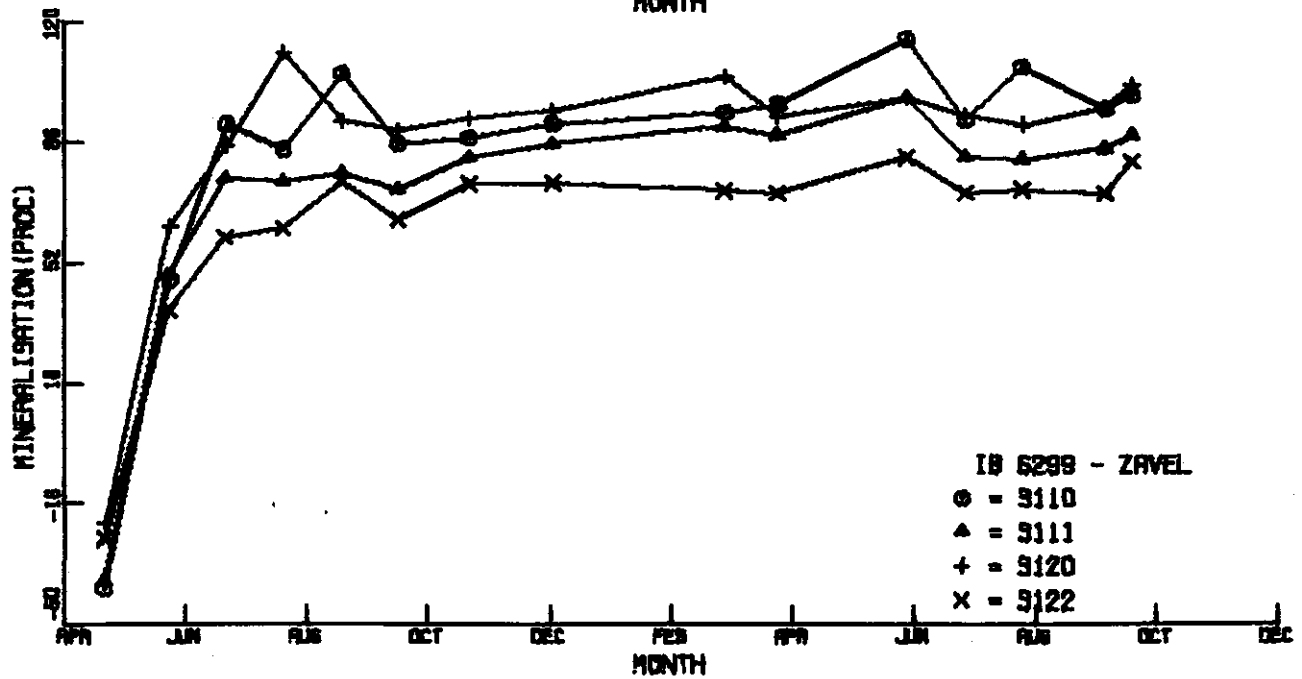
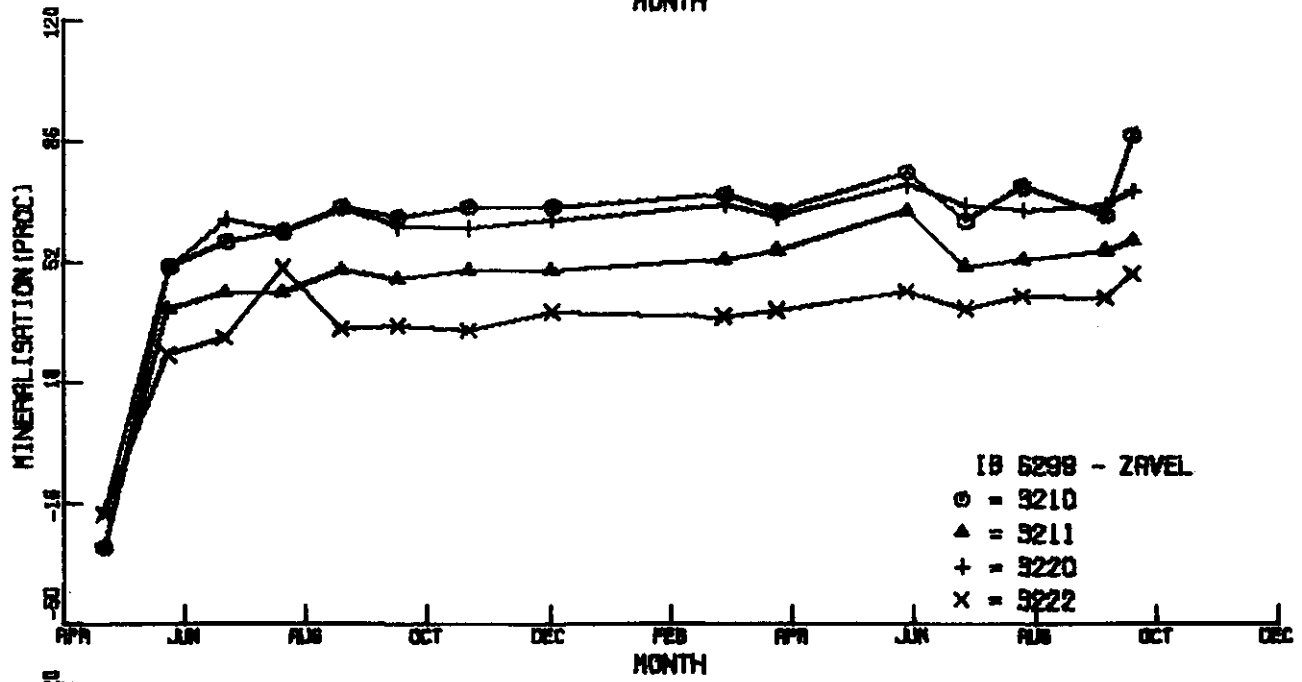
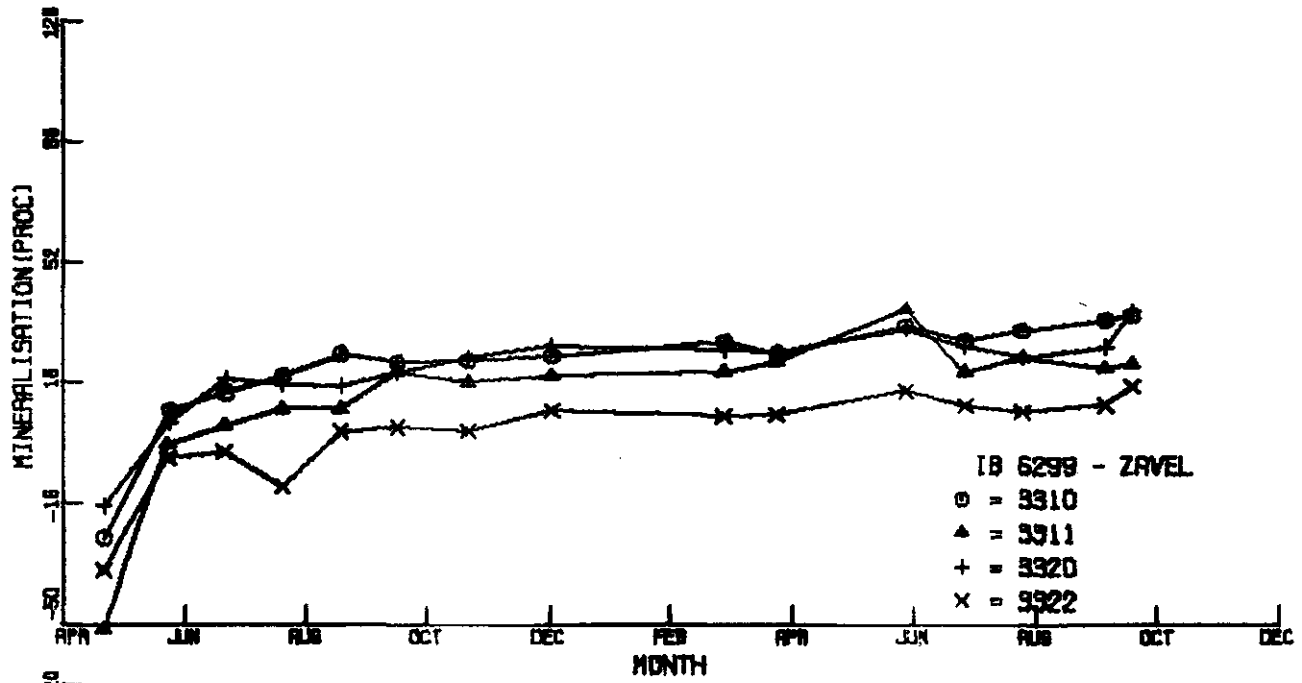
IB 6299



Runderfeces

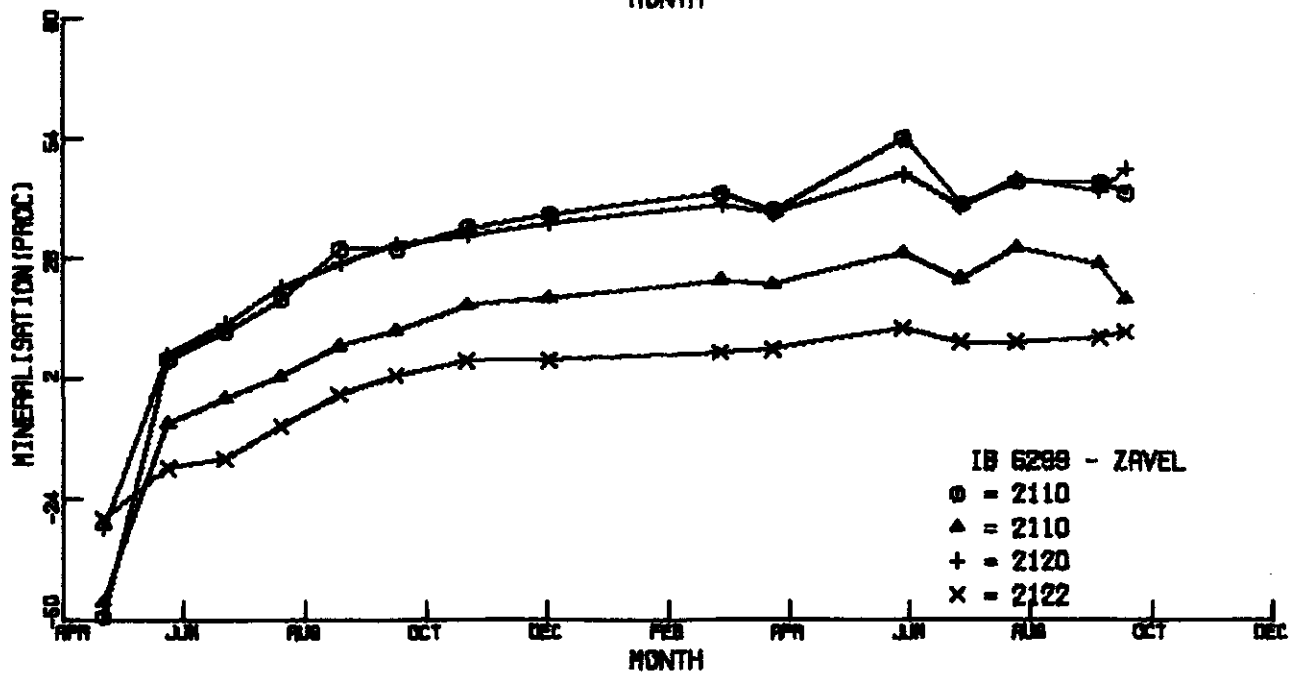
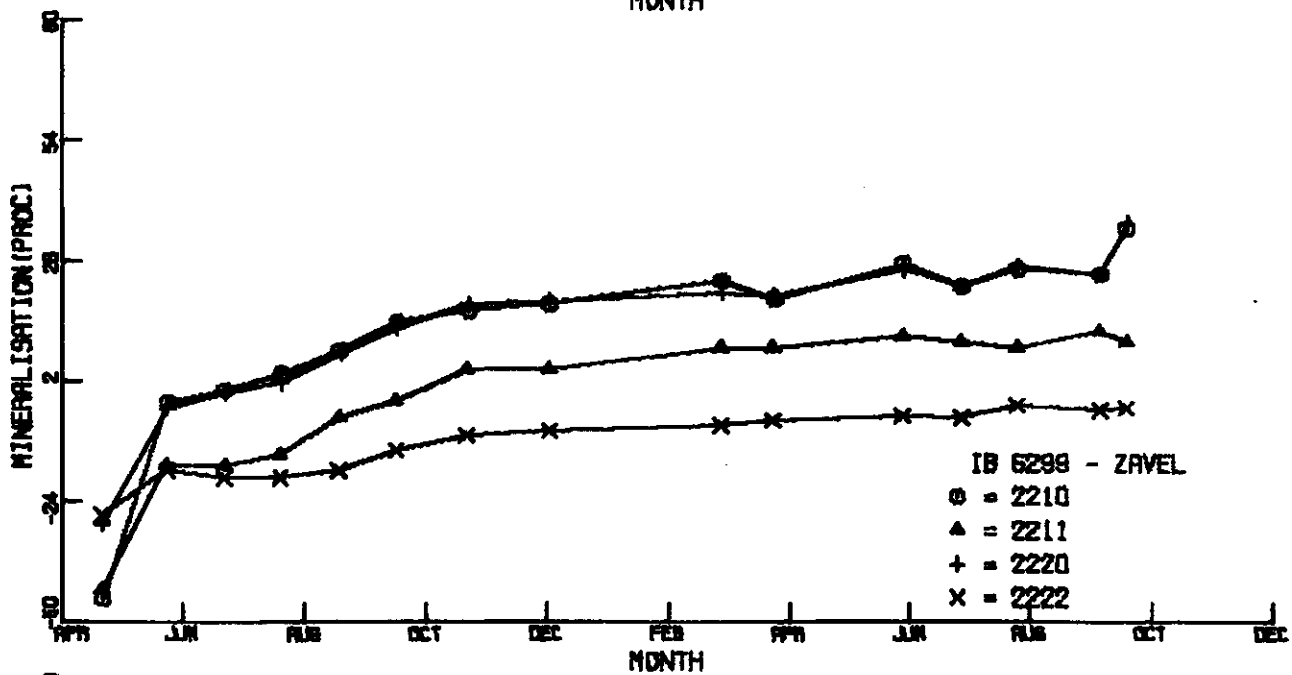
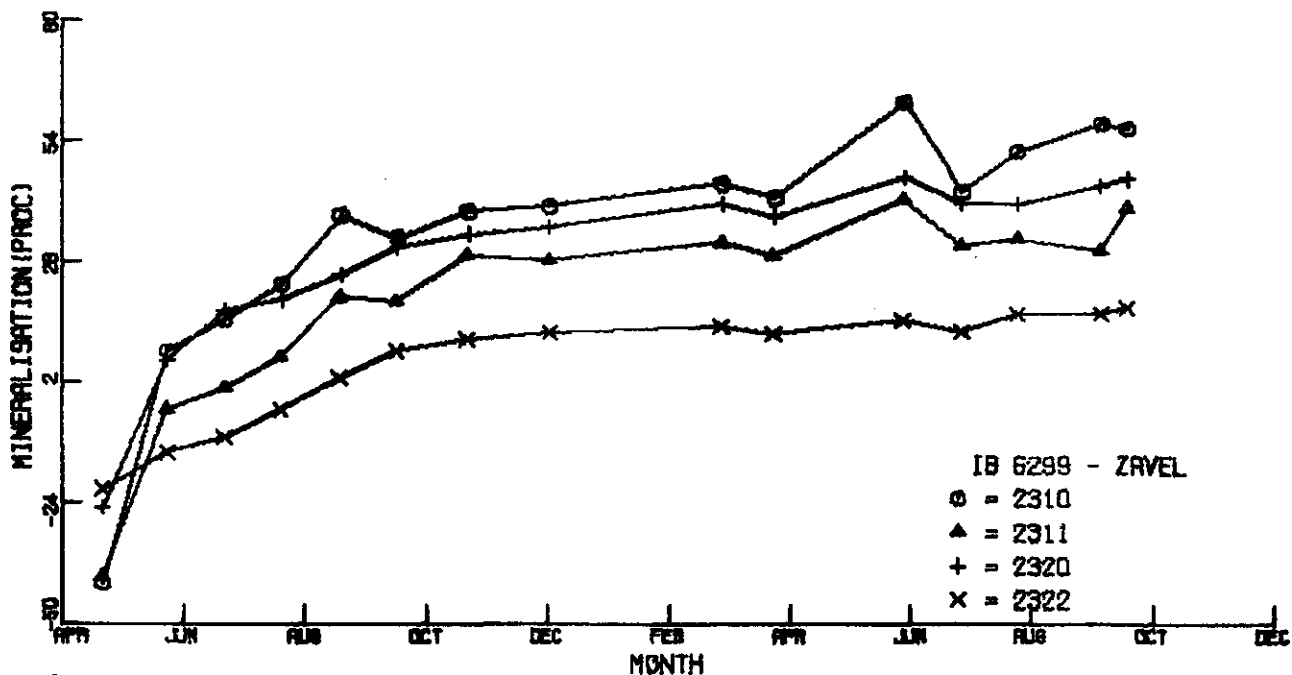
IB 6299

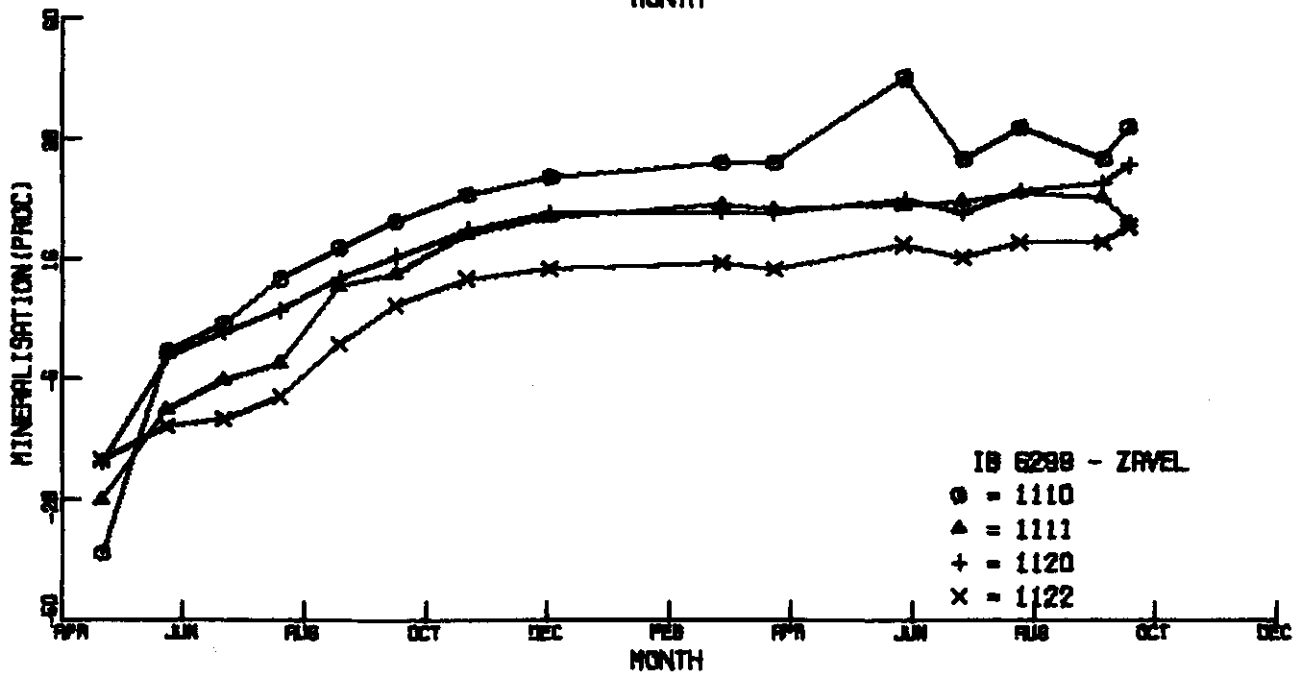
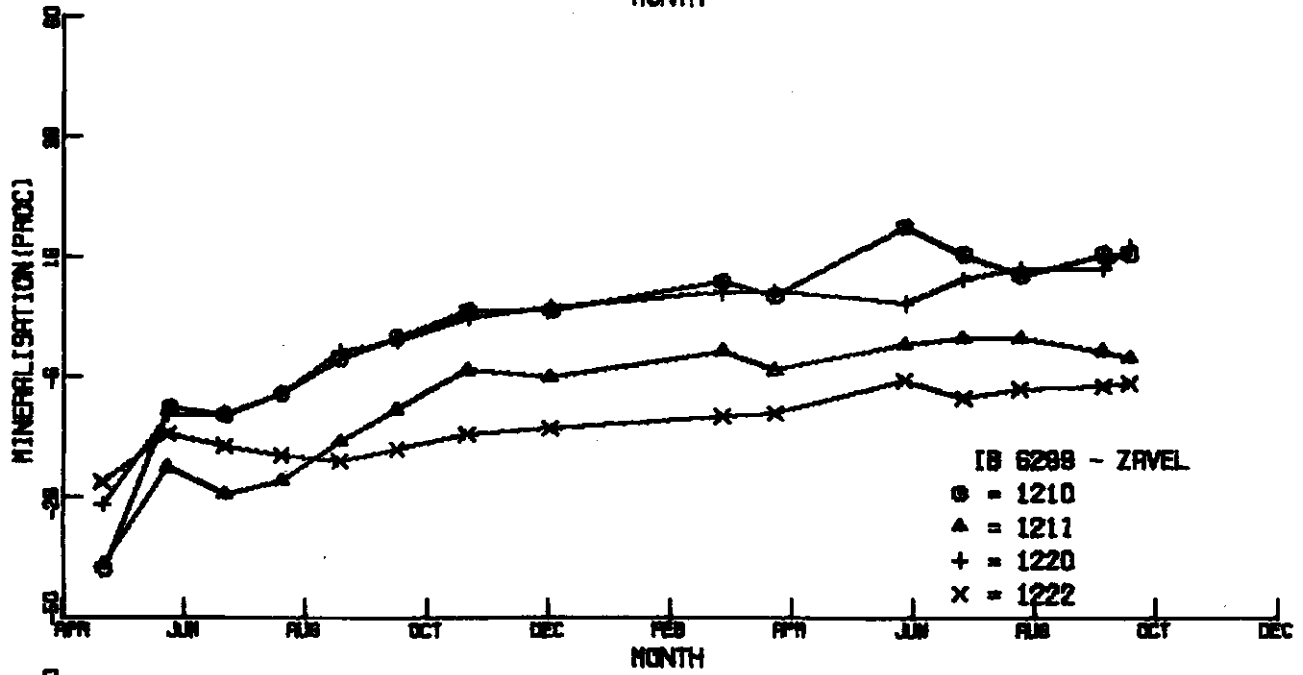
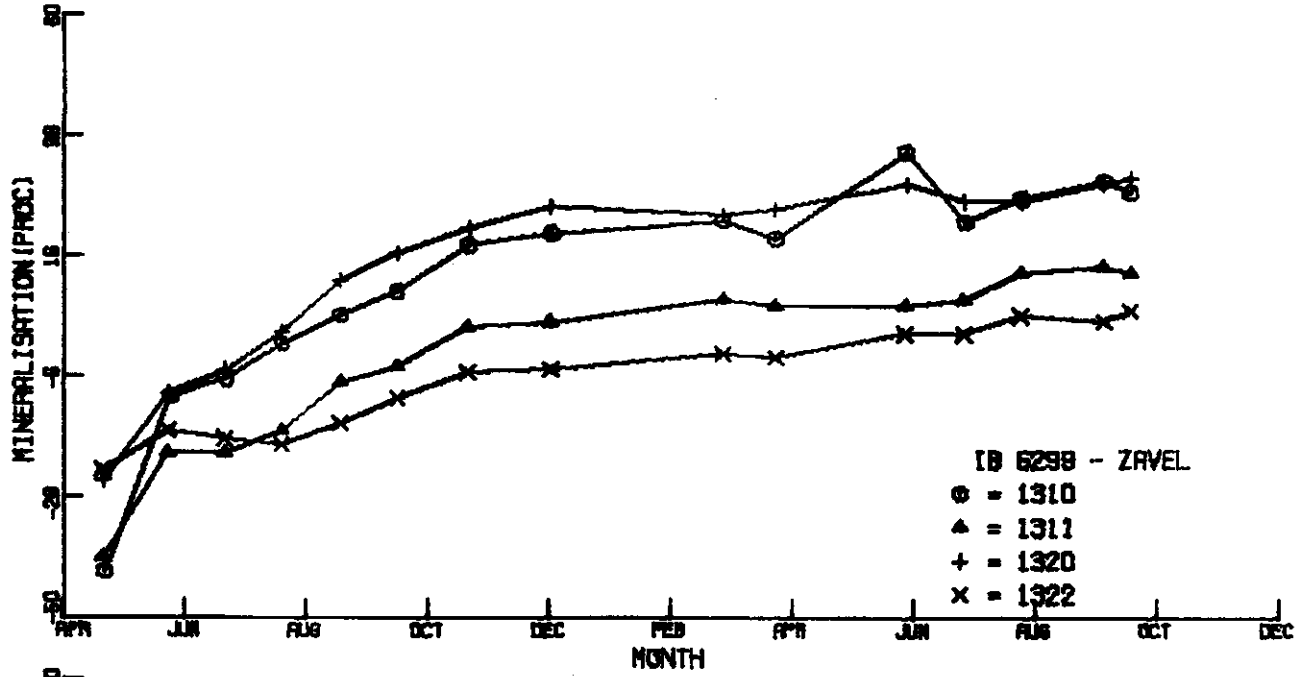




Varkensfeces

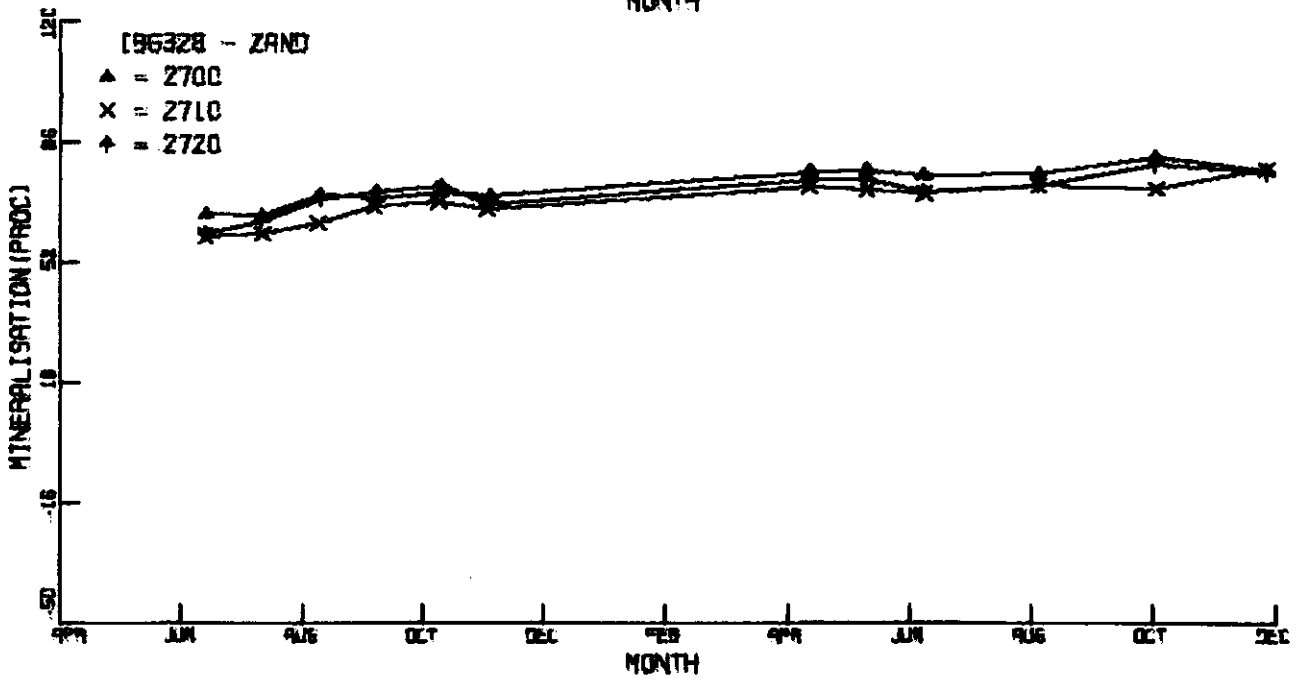
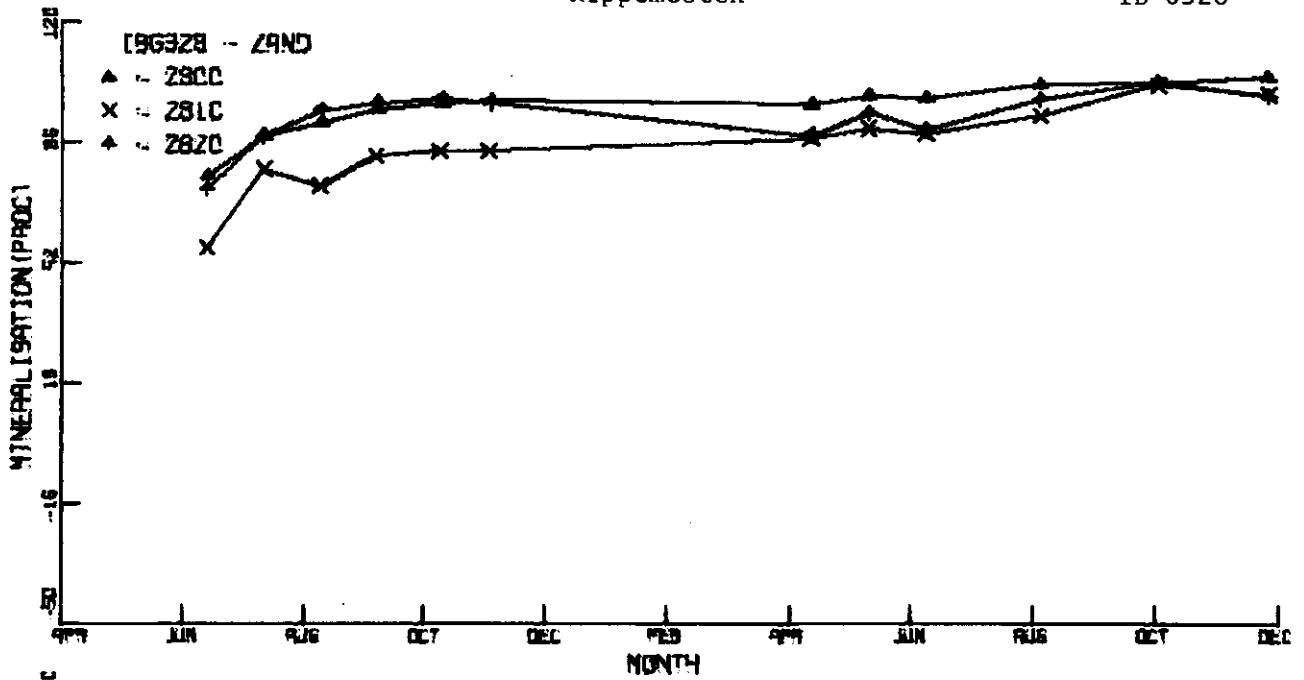
IB 6299





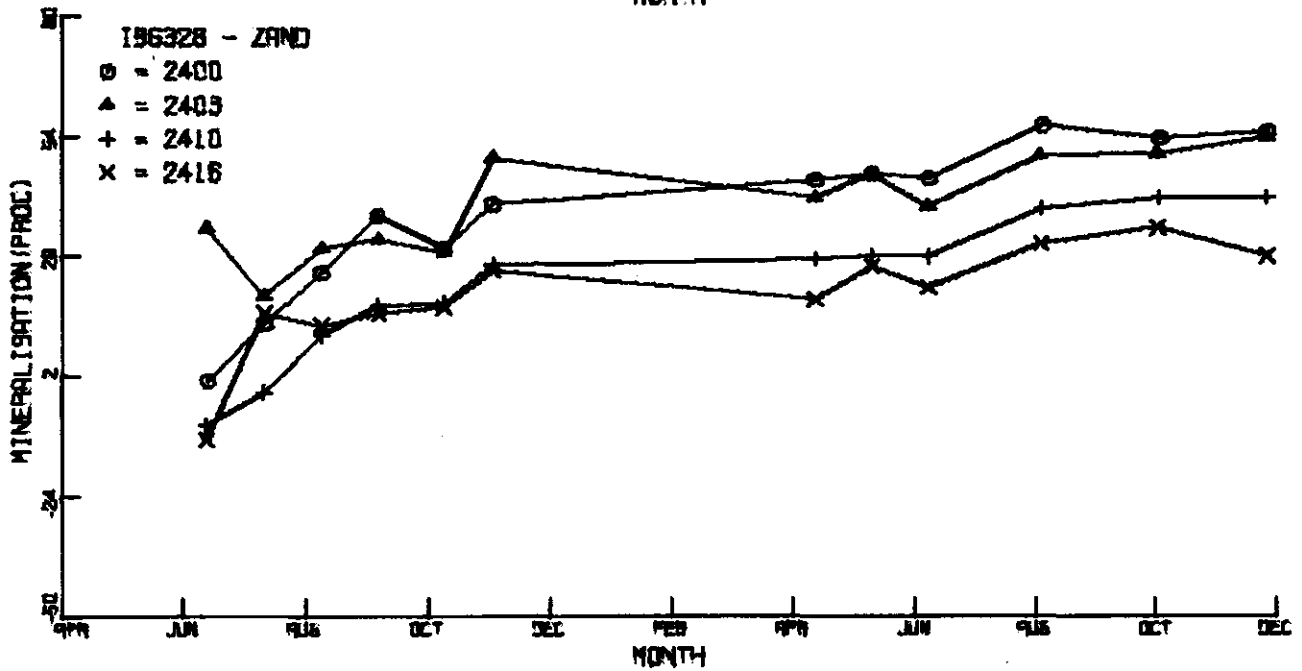
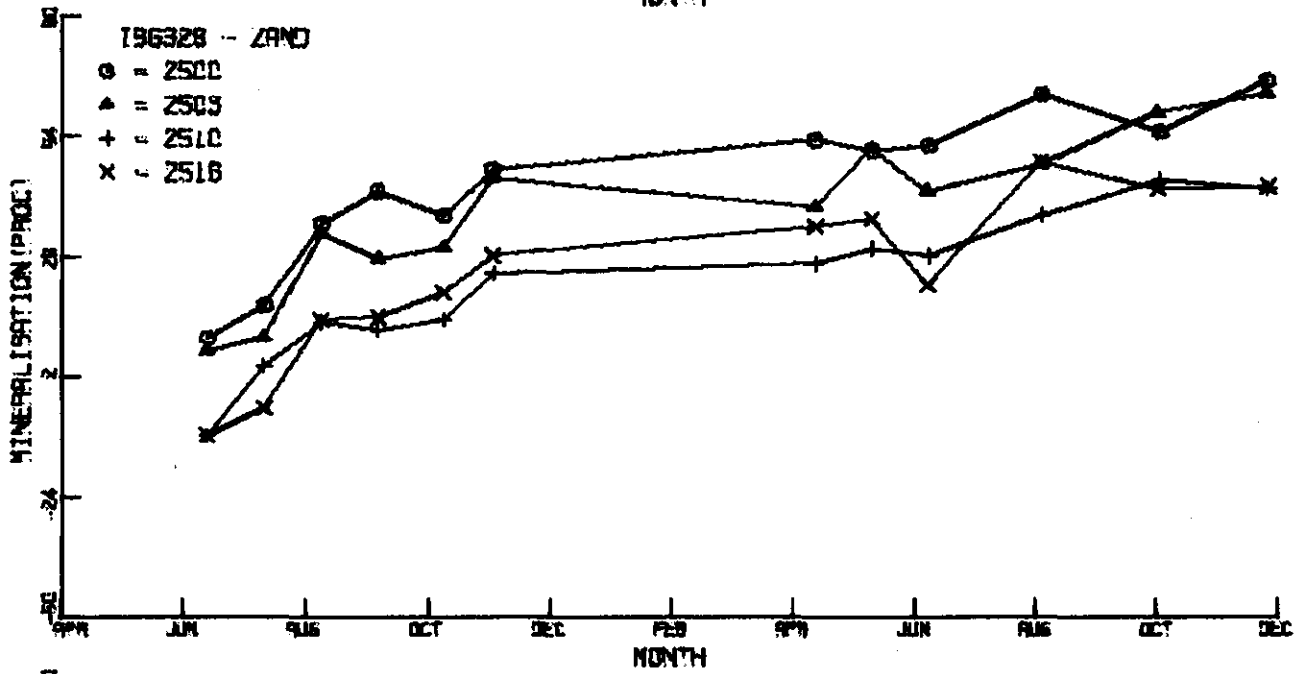
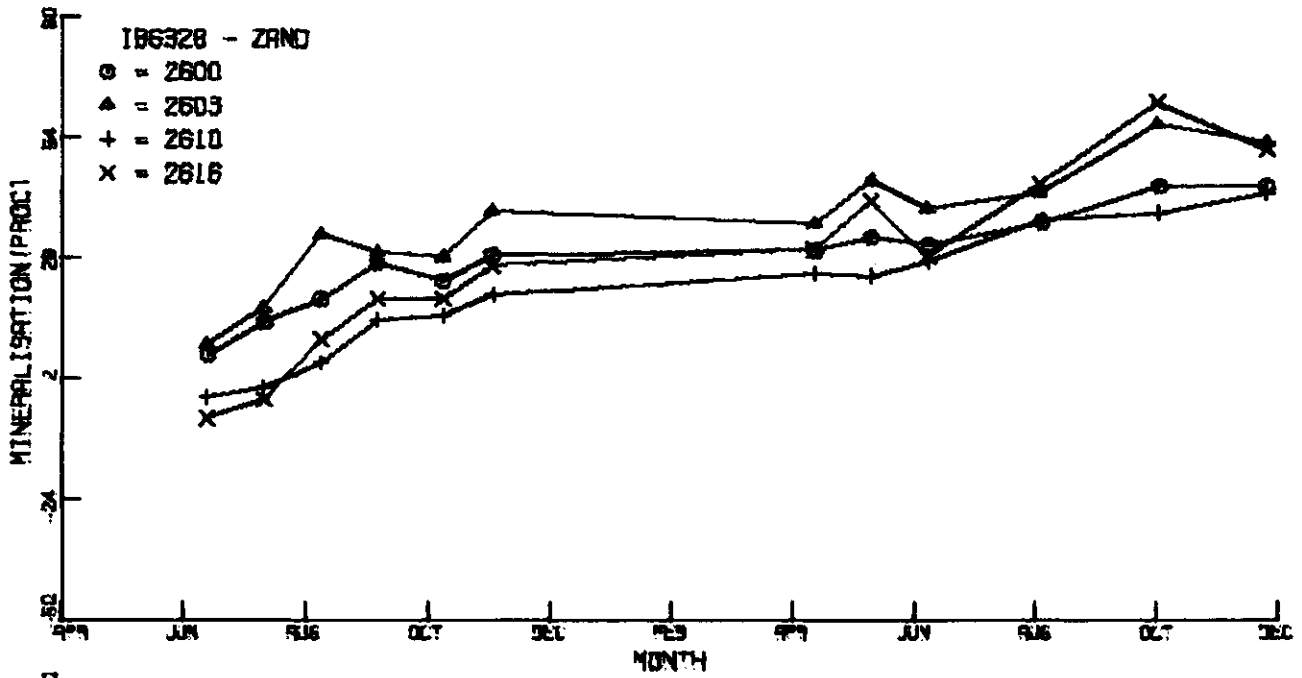
Kippemesten

IB 6328



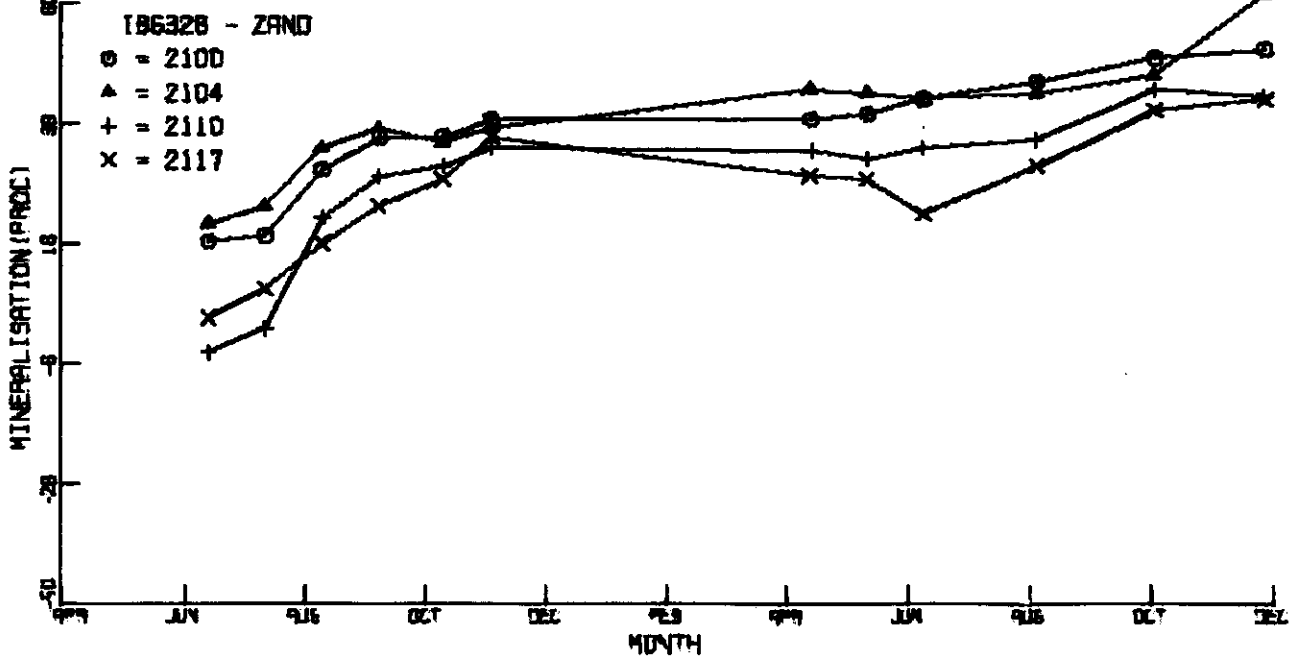
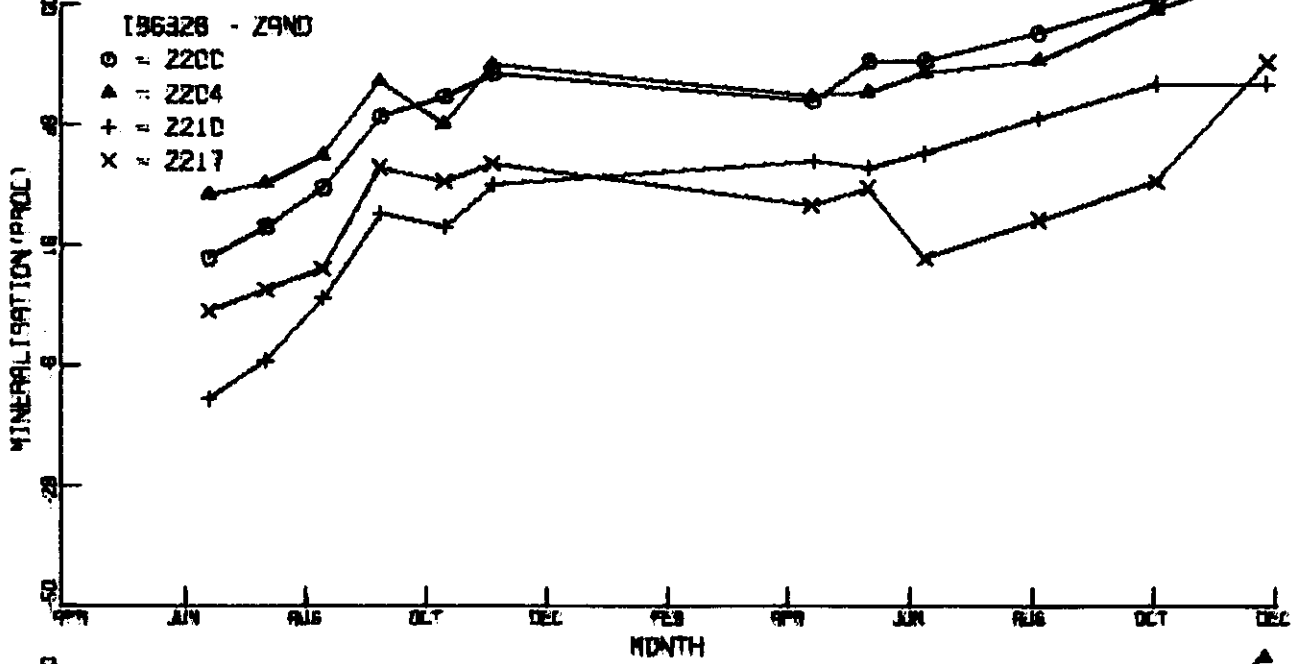
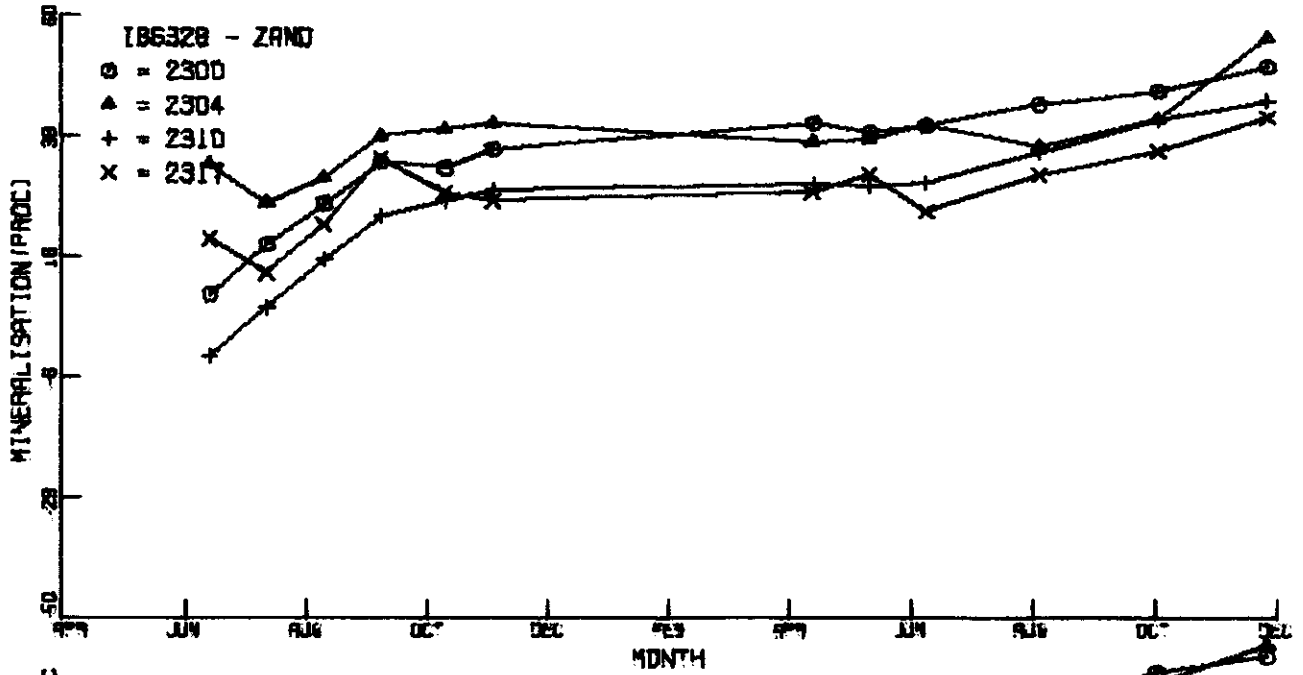
Varkensfeces

IB 6328



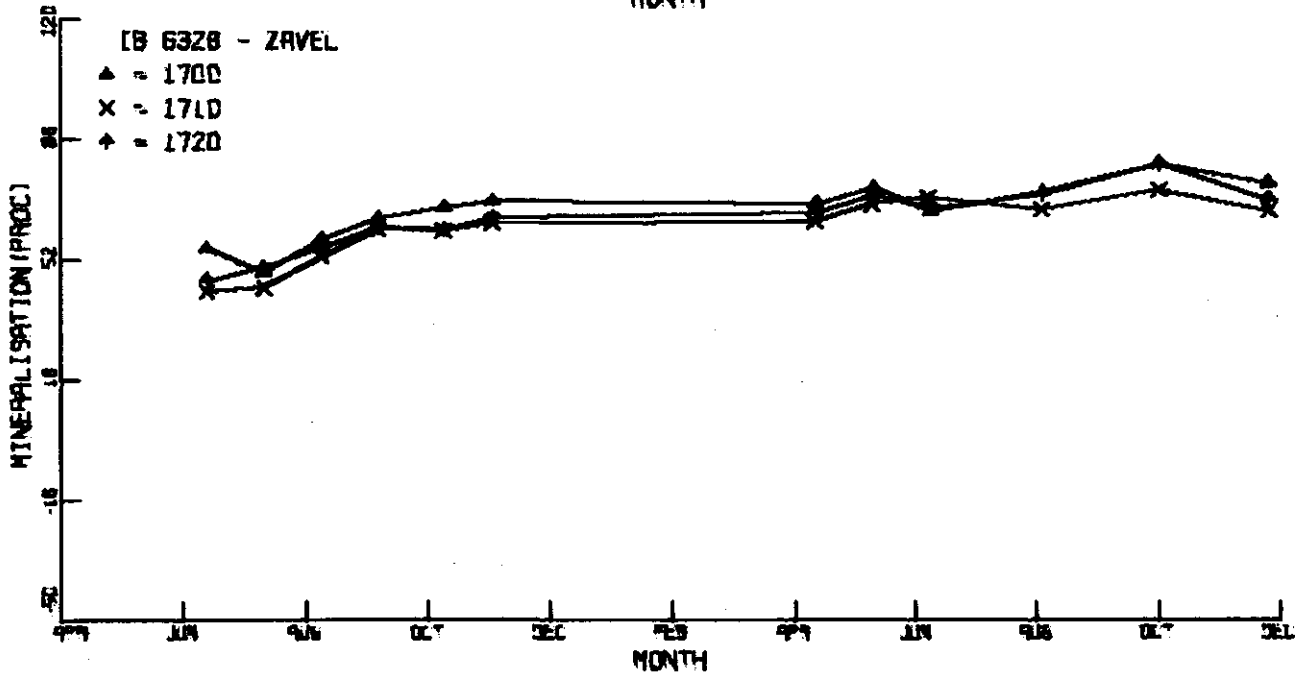
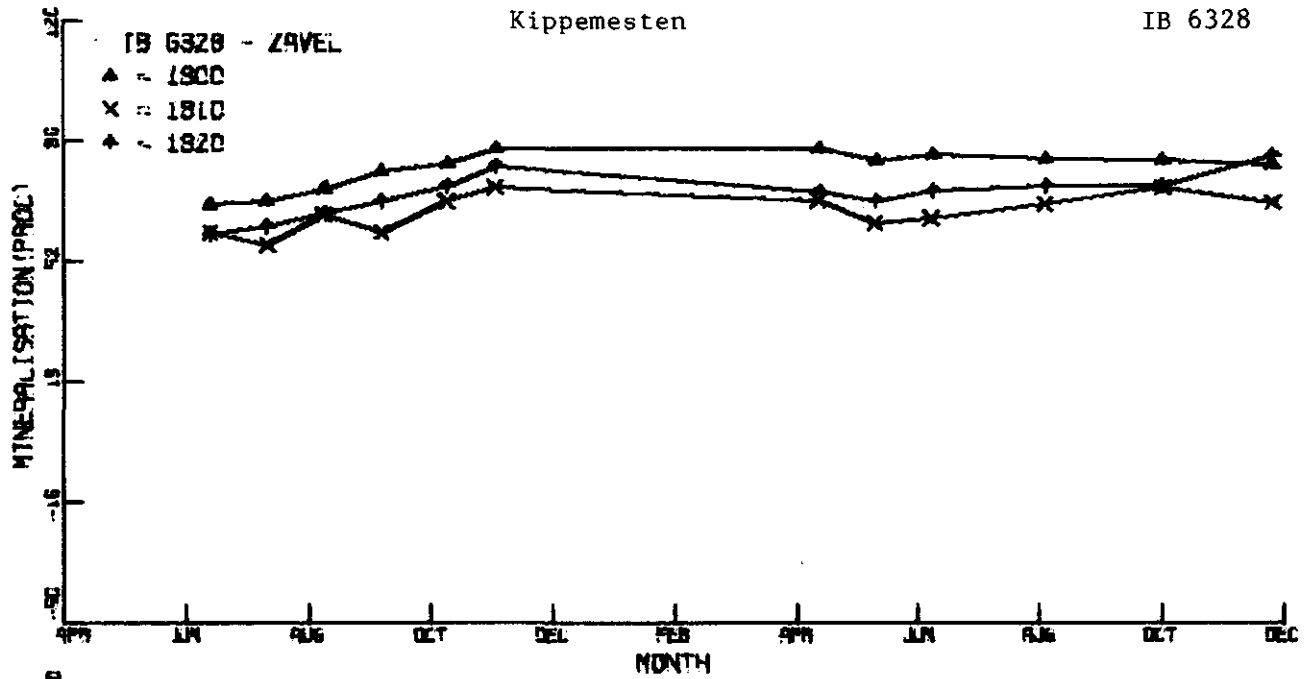
Runderfeces

IB 6328



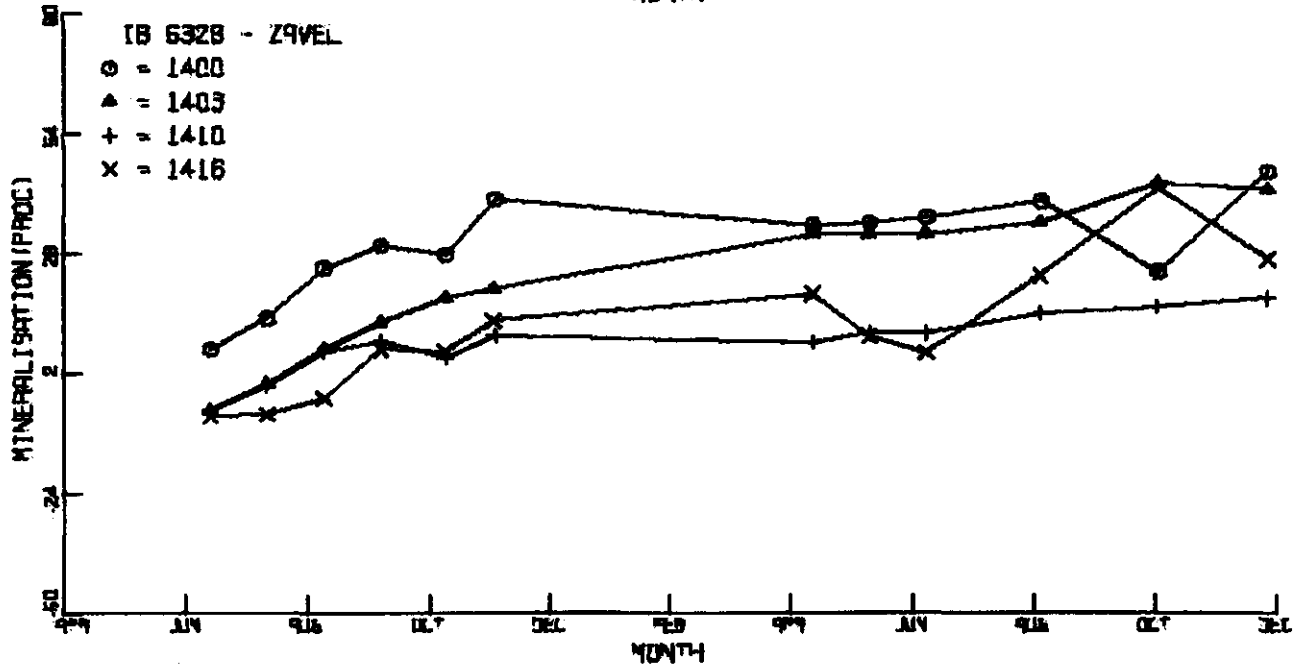
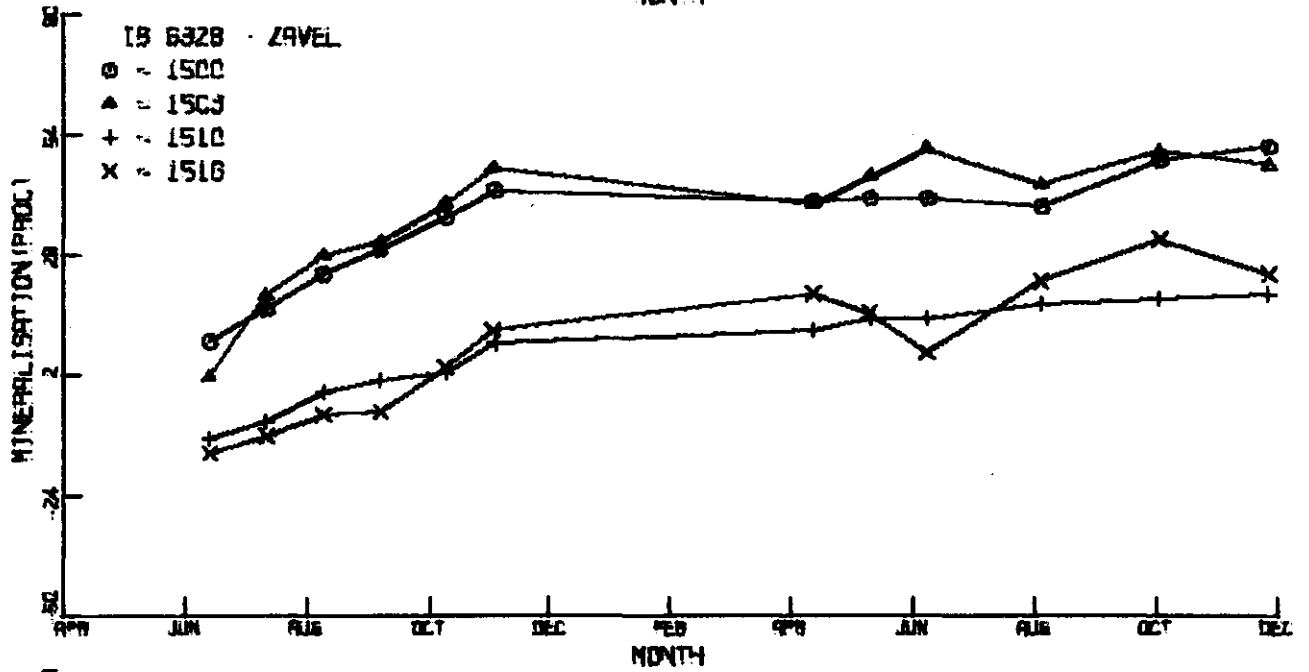
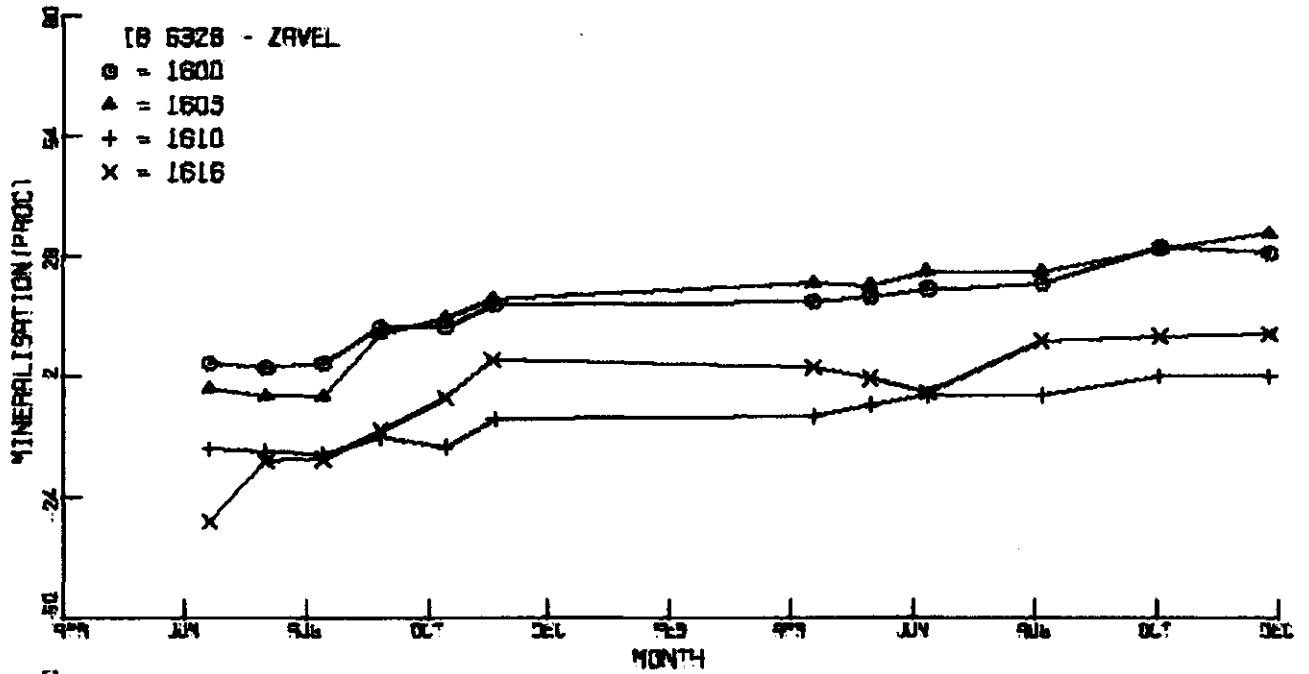
Kippemesten

IB 6328



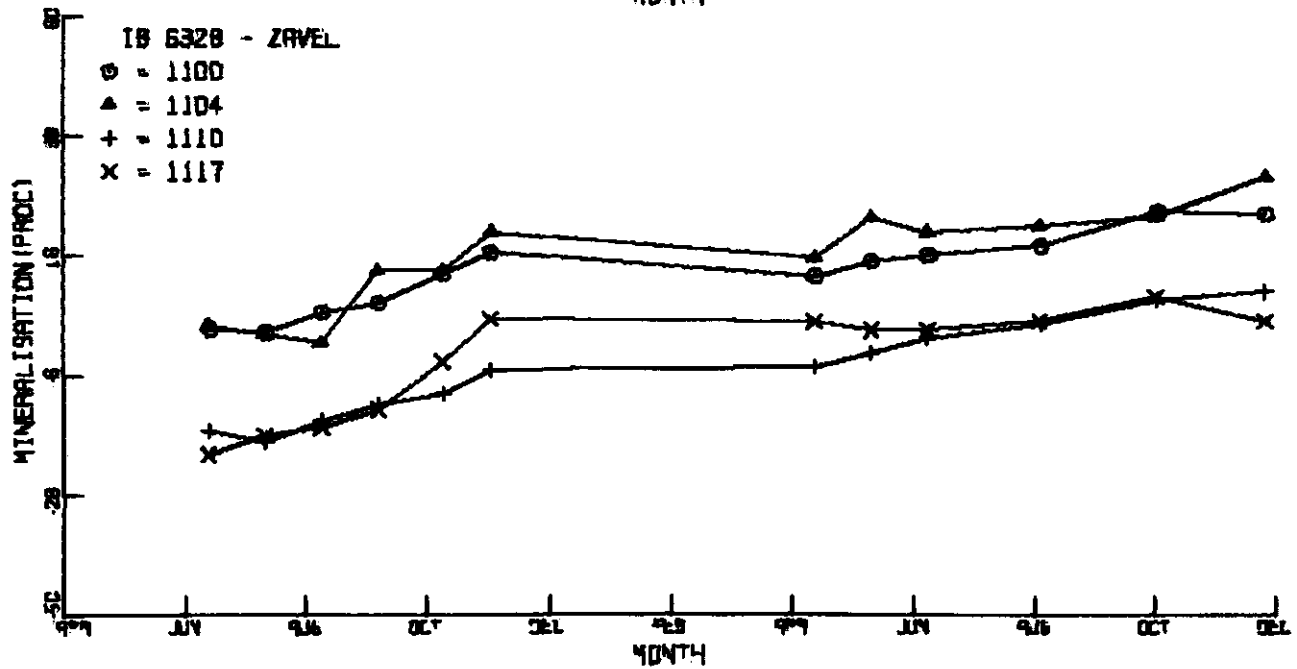
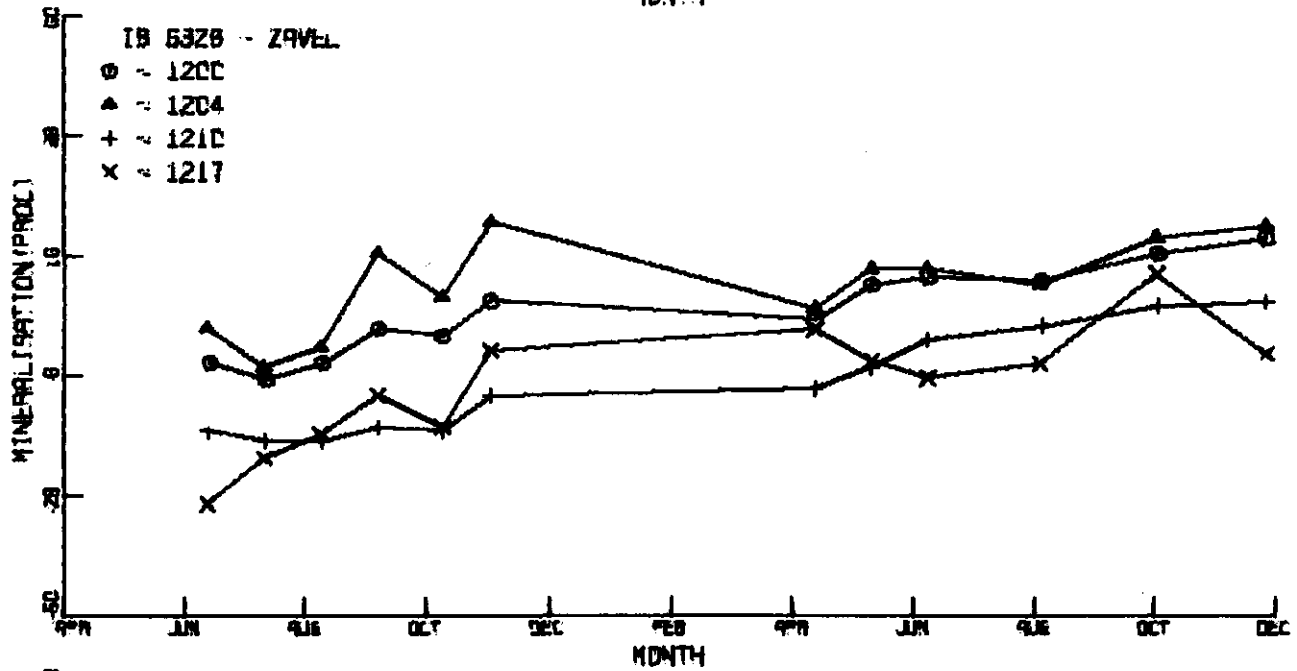
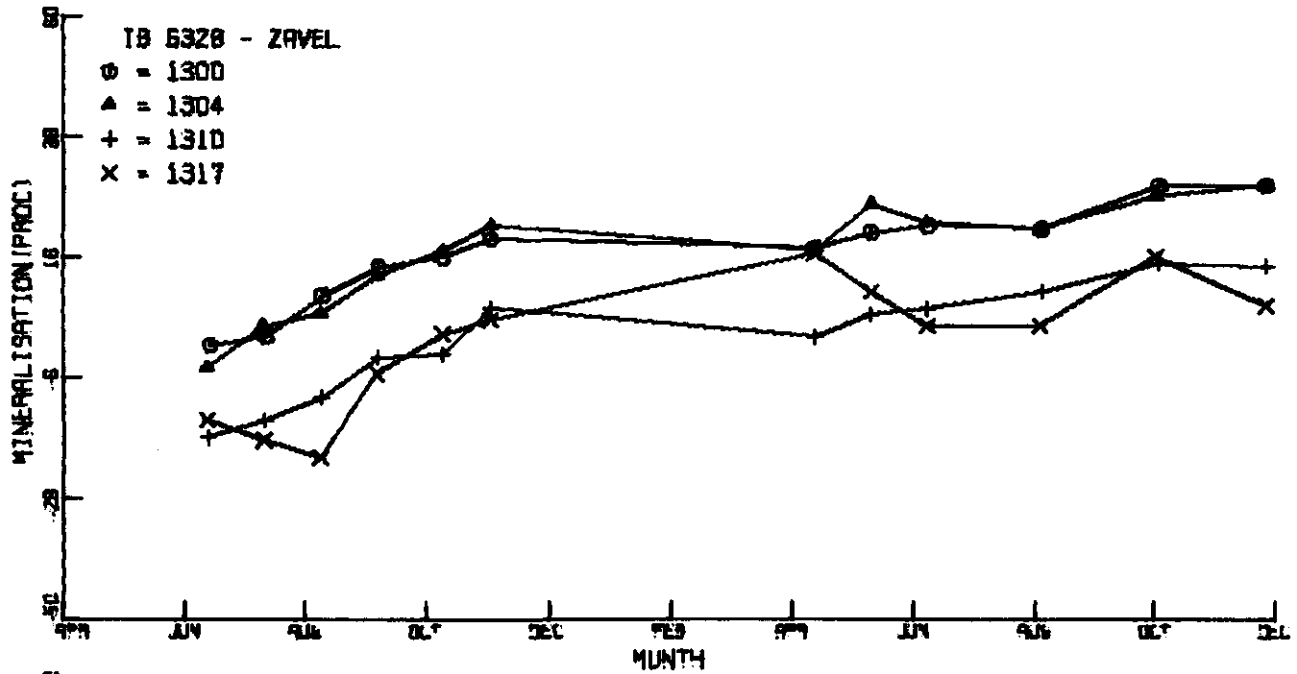
Varkensfeces

IB 6328



Runderfeces

IB 6328



Bijlage VA. Met 6N zoutzuur hydrolyseerbare stikstof (IB 6299). Gemiddelde waarden per object van de bepalingen uitgevoerd op t = 0 resp. 3 maanden (mg N/kg grond d.s.).
 Appendix VA. Nitrogen fractions hydrolyzable with 6N HCl. Mean values of analysis after 0 and 3 months incubation of soil with the highest manure and straw dosage rates.

Object	Zavelgrond Marknesse					Zandgrond Haren				
	Potr.	N _h tot.	α-amino N _h	NH ₄ -N _h	rest-N _h *	Potr.	N _h tot.	α-amino N _h	NH ₄ -N _h	rest-N _h *
2k _{III} 4S	65	1270	400	420	450	24	ca. 1300	430	410	460
2k _{II} 4S	66	1060	370	370	320	25	1130	350	340	440
2k _I 4S	67	1110	330	370	410	26	ca. 1300	380	420	500
2k _{III}	74	1250	ca. 400	440	410	33	ca. 1300	425	400	475
2k _{II}	75	1080	330	380	370	34	1070	325	310	435
2k _I	76	ca. 1130	360	400	370	35	1140	345	355	440
2v _{III} 4S	68	1100	ca. 400	340	360	27	1130	400	300	430
2v _{II} 4S	69	1060	ca. 390	310	360	28	ca. 1070	360	270	440
2v _I 4S	70	1090	380	320	390	29	1120	430	290	400
2v _{III}	77	ca. 1100	ca. 360	340	400	36	1140	420	310	410
2v _{II}	78	ca. 1060	ca. 330	320	410	37	1050	380	290	380
2v _I	79	ca. 1060	330	320	410	38	1070	390	300	380
2r _{III} 4S	71	1070	410	310	350	30	1110	410	290	410
2r _{II} 4S	72	1070	ca. 400	300	370	31	1050	390	260	400
2r _I 4S	73	1140	ca. 400	320	420	32	1120	440	ca. 320	360
2r _{III}	80	ca. 1100	400	310	390	39	1100	ca. 400	300	400
2r _{II}	81	990	350	300	340	40	1050	400	300	350
2r _I	82	1100	ca. 400	300	400	41	1100	ca. 400	300	400

* berekend

Bijlage VB. Met 6N zoutzuur hydrolyseerbare stikstof fracties en minerale stikstof in de objecten zonder toevoeging van dierlijke mest, na 0, 3, 6 en 10 maanden.

Appendix VB. Nitrogen fractions hydrolyzable with 6N HCl and mineral N after 0, 3, 6 and 10 months incubation of soil with straw and/or $(NH_4)_2SO_4$.

Zandgrond pot. nr. object	$(N_h)_t$	$\alpha-NH_2-N_h$			NH_4-N_h			rest- N_h (berekend)	N_{min}
		mg N/kg grond d.s.							
	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	0 / 3 / 6 / 10 mnd.	
1 controle	930/920/900/940	280/305/335/345	225/255/245/285	425/350/320/310	8/ 26/ 46/ 51				
2 N	945/925/965/965	280/320/345/345	250/275/275/315	415/330/345/305	38/ 68/ 81/ 89				
21 2N	965/980/985/1025	250/330/335/335	280/335/335/335	435/315/315/355	90/107/124/124				
22 NS	945/965/990/1020	310/350/330/340	245/300/285/315	390/315/375/365	38/ 61/ 76/ 79				
23 2N4S	1010/1015/1025/990	310/350/355/340	275/320/300/305	425/345/370/345	68/ 78/ 96/100				
Zavelgrond									
63 controle	920/920/850/875	310/270/325/330	280/290/280/295	330/360/245/250	36/ 13/ 20/ 24				
64 N	930/960/910/930	320/325/380/365	310/375/335/330	300/260/195/235	100/ 54/ 59/ 64				
42 2N	990/970/940/945	330/270/370/340	370/335/315/330	290/265/255/275	91/ 97/103/108				
43 NS	930/910/950/930	315/345/350/345	295/335/305/305	320/230/295/280	61/ 41/ 51/ 53				
44 2N4S	980/1030/995/960	300/350/390/365	355/335/325/325	325/345/280/270	62/ 40/ 50/ 55				