KARJANLANNAN TYPEN JA FOSFORIN HUUHTOUTUMINEN LYSIMETRIKOKEESSA

Erkki Kemppainen
Maatalouden tutkimuskeskus
Kainuun tutkimusasema

Tutkimuksen tausta

Maassamme on tutkittu väkilannoitteiden huuhtoutumista jo 1970–luvun loppupuolelta asti, mutta karjanlannan ravinteiden huuhtoutumista ei juuri lainkaan. Kuitenkin on todennäköistä, että karjanlannan käytöstä voi aiheutua tilakohtaisesti suurtakin ravinteiden huuhtoutumista.

Lantaa muodostuu monilla tiloilla levitykseen käytettävissä olevaa peltoalaa kohden hyvin paljon, mikä johtaa suuriin levitysmääriin. Ylilannoitus lienee melko tavallista myös siksi, ettei lannan ravinnesisältö tai edes levitysmäärää tunneta tarkasti (Kemppainen 1986). Niukkojen varastotilojen vuoksi noin 1/3 Suomessa muodostuvasta lantamäärästä joudutaan levittämään syksyllä ja jonkun verran jopa talvella (Kemppainen 1986).

Kemppaisen (1989) tutkimusten mukaan vain 20–30 % syksyllä pintaan levitetyn naudan lietelannan liukoisesta typestä on ohran viljelyssä keväällä levitetyn väkilannoitetypen veroista. Keväällä levitetyn lannan liukoinen typpi taas vaikuttaa lähes yhtä hyvin kuin väkilannoitetyppi. Mitä syksyllä levitetyn lannan typelle tapahtuu, on kuitenkin vielä selvittämättä. Kemppaisen (1988) mukaan syksyllä levitetyn lietelannan tehoa voidaan huomattavasti kohottaa lisäämällä lantaan nitrifikaation estoainetta Didiniä.

Erityinen ongelma ympäristönsuojelun suhteen on turkiseläinten lanta. Minkin ja ketun lannat ovat esimerkiksi naudan lietelantaan verrattuna typen suhteen noin 10 kertaa ja fosforin suhteen jopa 30 kertaa väkevämpiä (Kemppainen 1984). Näitä lantoja ei levitettäne koskaan niin pieni määriä, ettei peltoon tulisi kasvien tarpeeseen nähden ylimäärin ravinteita. Lisäksi monilla turkiseläintiloilla lannan levitykseen käytettävissä oleva peltoala on kärjistetyn pieni.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli aloittaa karjanlannan ravinteiden huuhtoutumistutkimus Suomessa. Kokeiltaviksi lantalajeiksi valittiin naudan lietelanta, jonka lannoitusvaikutuksesta on pitkäaikaisia koetuloksia, sekä ketun sonta, joka taas suuren väkevyytensä vuoksi on kiinnostava vertailukohde. Koemaiksi valittiin kaksi Pohjois–Suomelle tyypillistä maalajia: saraturve ja karkea hieta. Tutkimuksessa selvitettiin lanta– ja maalajin lisäksi lannan levitysajan sekä nitrifikaation estoaineen Didinin vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen. Tässä väliraportissa käsitellään syksyllä 1989 ja keväällä 1990 tehtyjen lannoituskäsittelyjen vaikutusta kevääseen 1991 saakka. Tutkimus jatkuu edelleen.

Koejärjestely

Lysimetrien perustus

Kainuun tutkimusasemalle Sotkamoon perustettiin kesällä 1989 lysimetrikenttä, jossa tutkitaan karjanlannan ravinteiden huuhtoutumista. PVC-muovista valmistettujen lysimetrien korkeus on 90 cm ja halkaisija 30 cm. Lysimetrejä on kaikkiaan 66 kappaletta, ja ne on upotettu maahan siten, että 5 cm putkista on maanpinnan yläpuolella. Kunkin lysimetrin alla on maahan upotettuna 10 litran vetoinen vedenkeräilysäiliö, joka tyhjennetään pumpulla.

Puolet lysimetriputkista on täytetty karkealla hiedalla ja puolet saraturpeella. Putket täytettiin painamalla ne traktorin etukuormaajan tai erillisen kairan avulla maan läpi. Siten eri maakerrokset ovat putkessa samalla tavalla kuin pellossa; lysimetrit ovat n.k. monoliitteja. Koemaat olivat viljeltyjä peltomaita (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koemaiden ominaisuudet viljavuusanalyysissä (ravinteet mg/l).

Maa	pH	Ca	K	Mg	P
Karkea hieta (KHt)	6,25	1170	110	79	10,4
Saraturve (Ct)	4,95	800	43	239	3,0

Kokeen perustus ja hoito

Lysimetreihin levitettiin naudan lietelantaa tai ketun sontaa kolmena eri ajankohtana: 26.9.1989, 19.12.1989 ja 11.5.1990 (Taulukko 2). Naudan lietelantaa levitettiin 50 m^3/ha (48 t/ha) ja ketun sontaa 20 m^3/ha (23 t/ha). Ensimmäisenä levityskertana yhteen koejäseneen lisättiin lannan seassa typen huuhtoutumisen estoainetta Didiniä, jota käytettiin 15 kg/ha. Verranteina olivat lannoittamaton sekä 250 kg/ha ja 500 kg/ha Typpirikas Y-lannos 3 (17-6-12). Väkilannoitteen typpitasot olivat siten 43 ja 85 kg/ha. Väkilannoitteet levitettiin 14.5.1990. Turvemaalle ja hiedalle tehtiin täsmälleen samanlaiset koekäsittelyt. Kerranteiden lukumäärä oli kolme.

Kokeessa käytetty naudan lietelanta oli ravinnepitoisuudeltaan hyvin lähellä keskimääräistä suomalaista naudan lietelantaa. Ketun sonta oli naudan lietelantaan verrattuna hyvin väkevää: väkevyysero oli kokonaistypen ja liukoisen typen suhteen noin 7-kertainen ja fosforin suhteen noin 40-kertainen. Lantojen ravinnepitoisuus ja eri koejäsenien tarkka lannoitus esitetään Taulukossa 3.

Taulukko 2. Lysimetrien koekäsittelyt.

Koejäsen n:o	Maa-laji	Lantalaji/ Lannoitus	Lannan levitysaika	Didin-lisäys
1	Ct	naudan liete	syyskuu	–
2	"	"	"	+
3	"	"	joulukuu	–
4	"	"	toukokuu	–
5	"	ketun sonta	syyskuu	–
6	"	"	"	+
7	"	"	joulukuu	–
8	"	"	toukokuu	–
9	"	lannoittamaton	–	–
10	"	TR3 250 kg/ha	toukokuu	–
11	"	TR3 500 kg/ha	"	–
12	KHt	naudan liete	syyskuu	–
13	"	"	"	+
14	"	"	joulukuu	–
15	"	"	toukokuu	–
16	"	ketun sonta	syyskuu	–
17	"	"	"	+
18	"	"	joulukuu	–
19	"	"	toukokuu	–
20	"	lannoittamaton	–	–
21	"	TR3 250 kg/ha	toukokuu	–
22	"	TR3 500 kg/ha	toukokuu	–

Taulukko 3. Lysimetreihin lisätyn lannan ravinnepitoisuus (g/kg) sekä lannassa ja väkilannoitteessa lysimetreihin annettu ravinnemäärä (kg/ha).

Ravinne	g/kg		kg/ha			
	Naudan	Ketun	Naudan	Ketun	1/2 NPK	1 NPK
Kok. N	3,47	24,55	167	565	43	85
Liuk. N	2,15	14,32	103	329	43	85
P	0,72	29,50	35	679	15	30
K	3,63	9,27	174	213	30	60

Lysimetreihin kylvettiin Arra-ohra 14.5.1990. Kylvömäärä oli 500 kpl itävää siementä/m^2. Kuivan kevään vuoksi lysimetrit kasteltiin 31.5.1990 lisäämällä kuhunkin putkeen vettä 10 mm. Ohra puitiin 30.8.1990.

Lysimetreistä otettiin vesinäytteet 20.12.1989, 19.4.1990, 9.5.1990, 15.8.1990, 28.11.1990, 8.5.1991 ja 28.5.1991. Tässä raportissa kolme ensimmistä näytekertaa on yhdistetty edustamaan ensimmäistä huuhtoutumiskautta ja neljä viimeistä edustamaan toista huuhtoutumiskautta. Lysimetrien läpi valuneen veden määrä mitattiin punnitsemalla, ja veden sisältämät ravinteet analysoitiin osittain Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin laboratoriossa sekä osittain Maatalouden tutkimuskeskuksen Kasvin-

tuotannon tutkimuslaitoksella. Huuhtoutuneiden ravinteiden määrä ilmaistaan raportissa kiloina hehtaaria kohden.

Useimmat lysimetrit ovat toimineet hyvin koko tähänastisen koekauden ajan. Eräistä on kuitenkin tullut niin vähän vettä, että ne on jätetty pois tulosten laskennasta. Laskennasta pois jätettyjen lysimetrien vuoksi koejäsenien n:o 9, 13 ja 16 tulokset perustuvat vain kahteen kerranteeseen ja koejäsenien 18, 19 ja 20 tulokset vain yhteen kerranteeseen.

Tulokset

Maan läpi valuneen veden määrä

Turvemaan lysimetrien läpi valui vettä ensimmäisenä kautena keskimäärin 163 mm ja toisena kautena 166 mm (Kuva 1). Nämä luvut ovat 72 % ja 35 % vastaavien kausien sademääristä. Valunta oli melko tasaista eri lysimetrien välillä. Lannoittamattoman koejäsenen (n:o 9) valunta oli kuitenkin yllättävästi muiden lysimetrien valuntaa pienempi, mitä on vaikea selittää. Myös lannan kevätlevitykset (lysimetrit n:o 4 ja 8) johtivat keskimääräistä pienempään valuntaan.

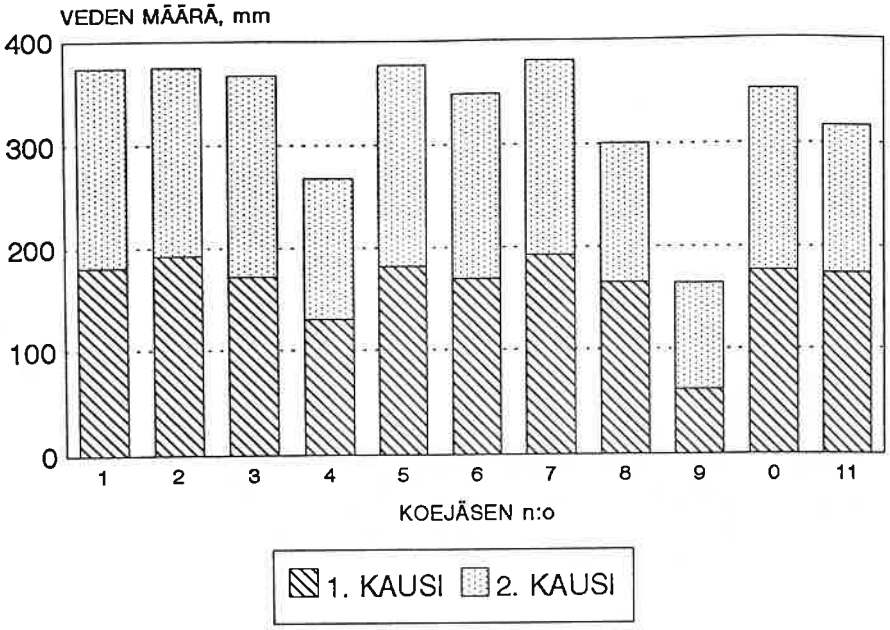
Hiedalla täytettyjen lysimetrien läpi valui vettä ensimmäisenä kautena keskimäärin 120 mm ja toisena kautena 52 mm (Kuva 2). Luvut ovat 53 % ja 11 % vastaavien kausien sademääristä. Ensimmäisen kauden valunta oli varsin tasaista eri lysimetrien välillä, mutta toisena kautena koejäsenistä 16, 17, 18 ja 22 tuli erittäin vähän vettä. Näistä lysimetreistä saatuihin tuloksiin onkin syytä suhtautua varauksella.

Kokonaistypen huuhtoutuminen

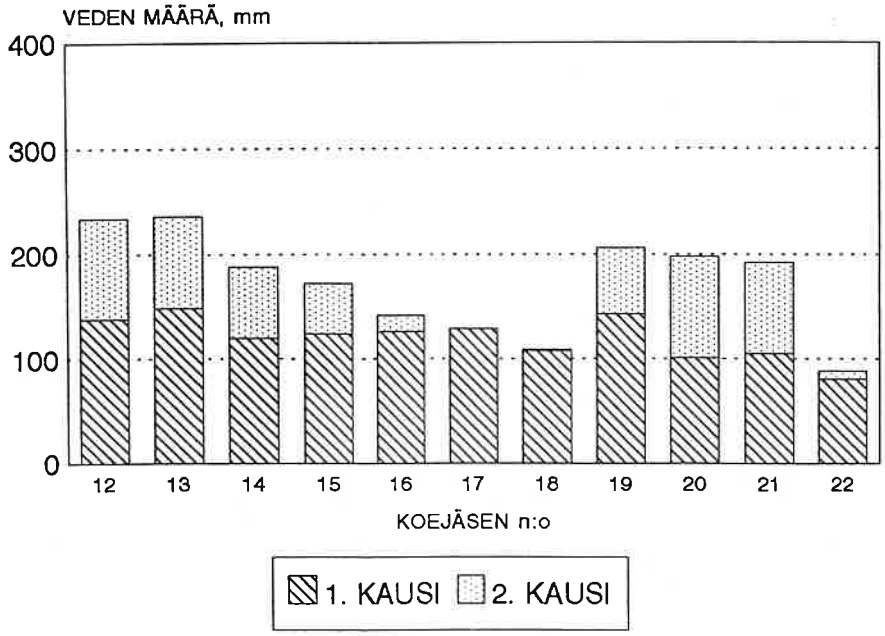
Kahden huuhtoutumiskauden aikana lannoittamattomasta saraturpeesta huuhtoutui kokonaistyppeä hehtaaria kohden laskettuna yhteensä noin 9 kg (Kuva 3). Syyskuussa ilman Didiniä levitetty naudan liete lisäsi huuhtoutumista 18 kg/ha, syyskuussa Didinillä tehostettu naudan liete 12 kg/ha, joulukuussa levitetty 12 kg/ha ja toukokuussa levitetty 4 kg/ha. Pienempi väkilannoitemäärä lisäsi kokonaistypen huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna 5 kg/ha ja suurempi väkilannoitemäärä 2 kg/ha.

Lannoittamattomasta karkeasta hiedasta huuhtoutui kahden kauden aikana kokonaistyppeä yhteensä 5 kg/ha (Kuva 4). Syyskuussa ilman Didiniä levitetty naudan liete lisäsi huuhtoutumista 15 kg/ha, syyskuussa Didinillä tehostettu liete 18 kg/ha, joulukuussa levitetty 10 kg/ha, mutta toukokuussa levitetty naudan liete vähensi kokonaistypen huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna. Pienempi väkilannoitemäärä lisäsi kokonaistypen huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna 0,3 kg/ha, mutta suurempi väkilannoitemäärä vähensi huuhtoutumista.

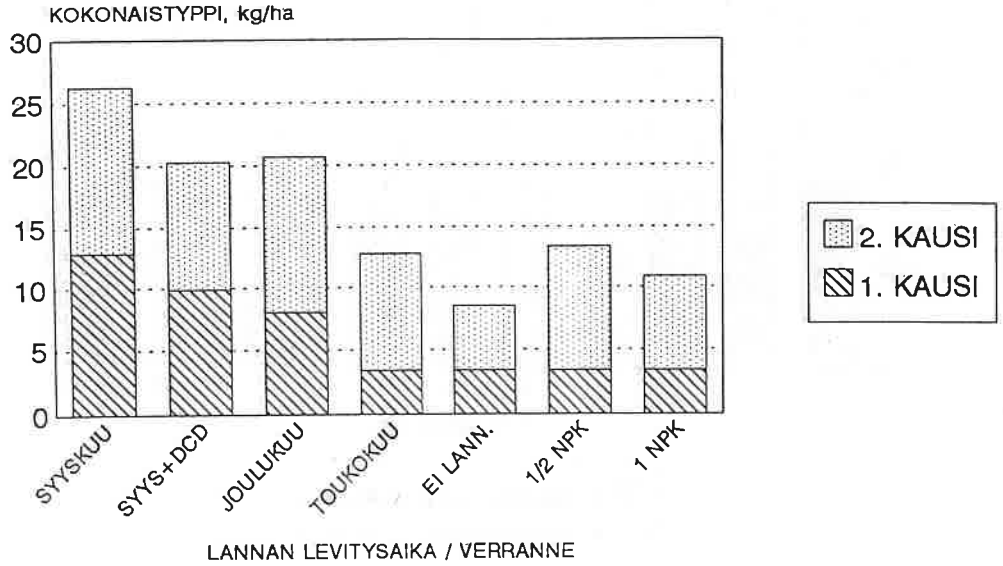
Syyskuussa ilman Didiniä saraturpeelle levitetty ketun sonta lisäsi kokonaistypen huuhtoutumista kahden huuhtoutumiskauden aikana yhteensä 22 kg/ha, syyskuussa Didinillä tehostettu ketun sonta 20 kg/ha, joulukuussa levitetty 17 kg/ha ja toukokuussa levitetty 6 kg/ha (Kuva 5). Hiedalla ketun sonta lisäsi kokonaistypen huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna enimmillänkin vain noin 8 kg/ha, mutta näihin tuloksiin on suhtauduttava varauksella toisen kauden olemattoman valunnan vuoksi (Kuva 6).



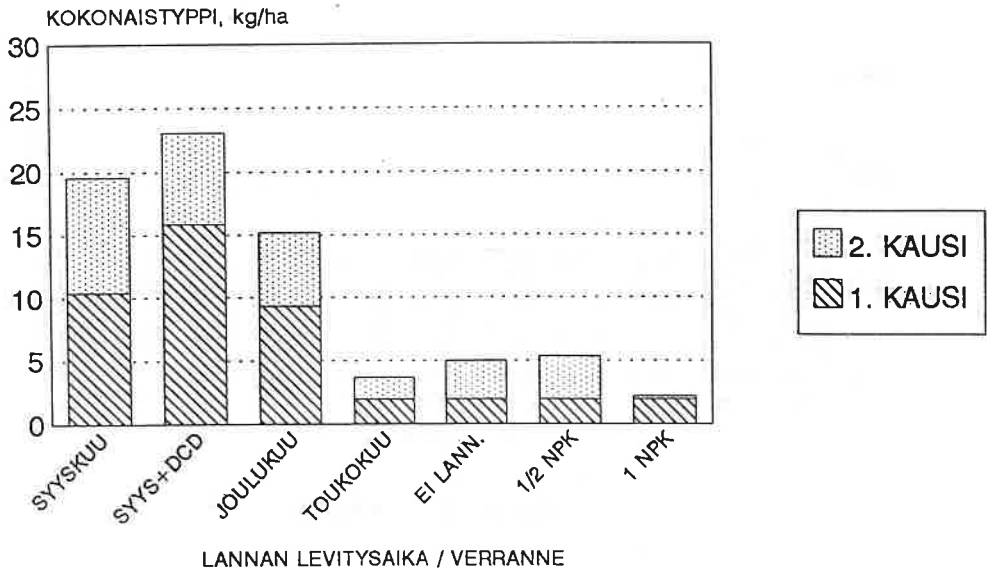
Kuva 1. Turvemaan läpi valuneen veden määrä.



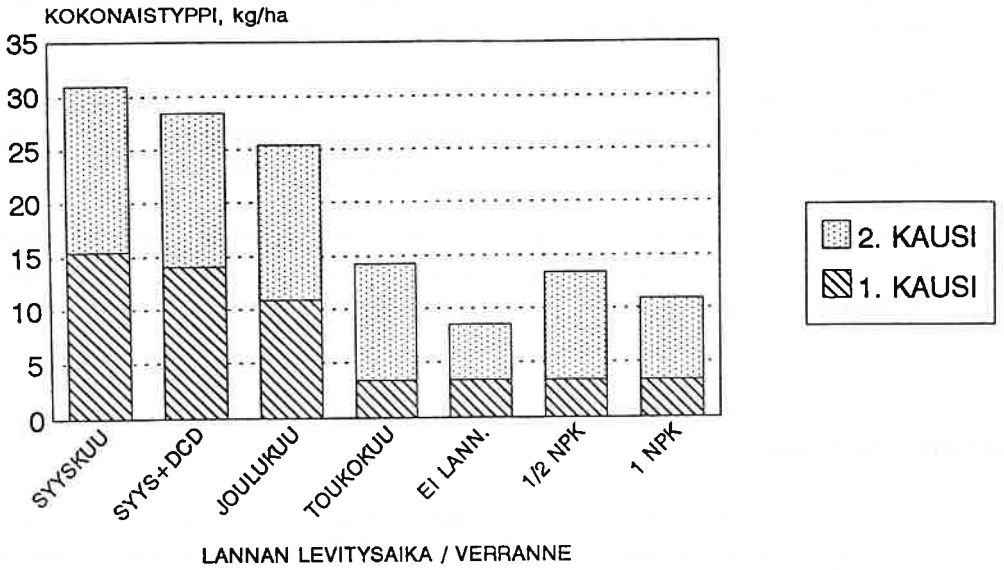
Kuva 2. Hietamaan läpi valuneen veden määrä.



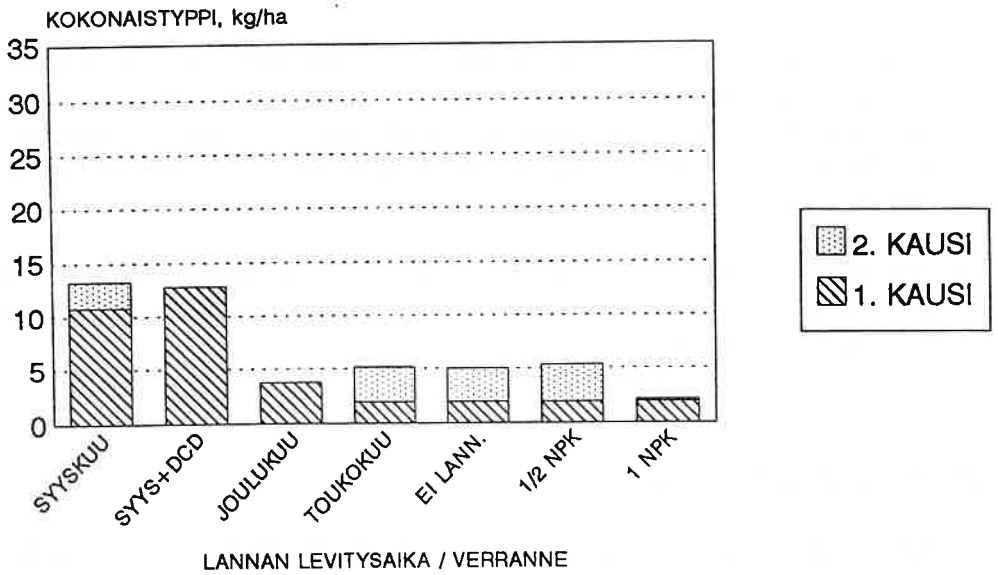
Kuva 3. Kokonaistypen huuhtoutuminen naudan lietelannasta saraturpeella.



Kuva 4. Kokonaistypen huuhtoutuminen naudan lietelannasta karkealla hiedalla.



Kuva 5. Kokonaistypen huuhtoutuminen ketun sonnasta saraturpeella.



Kuva 6. Kokonaistypen huuhtoutuminen ketun sonnasta karkealla hiedalla.

Levitysajalla oli siten odotusten mukaisesti hyvin selvä vaikutus lannan kokonaistypen huuhtoutumiseen. Myös Didin vähensi odotetusti typen huuhtoutumista turvemaalla, mutta yllättäen lisäsi sitä hiedalla. Didinin tehottomuus hietamaalla voi johtua siitä, että maa routaantui vasta joulukuussa ja marraskuun alkupuolella oli melko lämmin kausi. On mahdollista, että Didin hajosi hietamaassa jo syksyllä ja lannan ammoniumtyppi hapettui nopeasti nitraatiksi. Turvemaassa, jossa nitrifikaatio oli huomattavasti hitaampaa, Didin sen sijaan tehosi kohtalaisesti. Kuten satotuloksista myöhemmin ilmenee, Didin kuitenkin kohotti ohran jyväsatoa hietamaalla.

Ketun sonnasta kokonaistyppeä huuhtoutui turvemaalla keskimäärin 1,4-kertainen määrä naudan lietelannasta huuhtoutuneeseen verrattuna, hiedalla tätä vertailua ei toisen kauden olemattoman valunnan vuoksi voi tehdä.

Merkittävää on, että syksyllä levitetyt lannat suurensivat typen huuhtoutumista myös jälkivaikutusvuonna, kun taas keväällä levitetyistä lannoista typpeä ei tällöin huuhtoutunut juuri enempää kuin väkilannoiteverranteista.

Huuhtoutuman typpifraktiot

Huuhtoutuman typpifraktioita tarkasteltaessa selvin piirre on, että turvemaasta huuhtoutui ensimmäisellä kaudella aina merkittäviä määriä ammoniumtyppeä (Kuvat 7–10). Lannoittamattomasta turvemaasta ammoniumtyppeä huuhtoutui 1,4 kg/ha. Syksyllä levitetty naudan liete lisäsi ammoniumtypen huuhtoutumista keskimäärin 2,4 kg/ha ja ketun sonta 4,4 kg/ha. Hietamaasta huuhtoutunut epäorgaaninen typpi oli lähes täysin nitraattimuodossa.

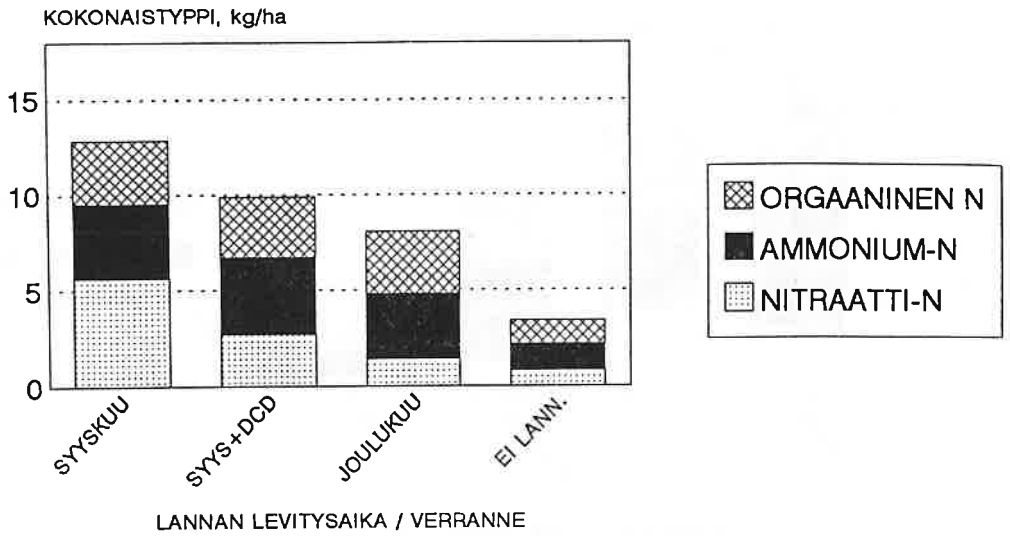
Syyskuussa ja joulukuussa levitetty karjanlanta kohotti ammoniumtypen huuhtoutumista turvemaasta myös jälkivaikutuskaudella (Kuvat 11 ja 13). Kun ammoniumtypen huuhtoutuma lannoittamattomasta turvemaasta oli toisella kaudella 1,2 kg/ha, syksyllä levitetty naudan liete lisäsi sitä keskimäärin 1,5 kg/ha ja ketun sonta 2,3 kg/ha. Toukokuussa levitetty lanta ja väkilannoite eivät lisänneet ammoniumtypen huuhtoutumista.

Ammoniumtypen runsas huuhtoutuminen turvemaasta viittaa siihen, että nitrifikaatio on turpeessa huomattavasti hitaampaa kuin hietamaassa. Todennäköisin syy tälle erolle on maan happamuudessa: saraturpeen pH oli 4,95, kun se hiedalla oli 6,25. Ero nitrifikaation nopeudessa selittää myös sen, että Didin tehosi turvemaassa muttei hietamaassa.

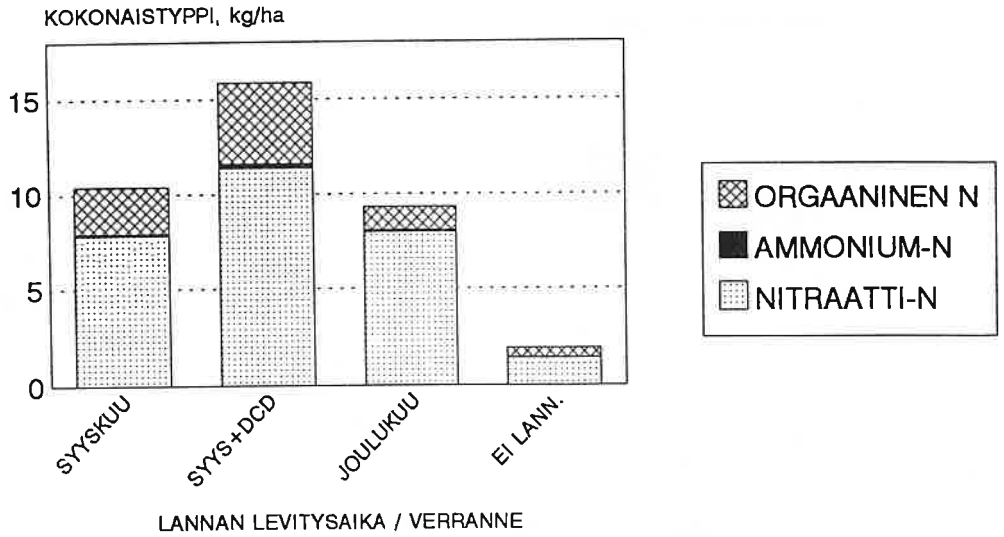
Orgaanisen typen huuhtoutuminen oli jälkivaikutuskaudella turvemaasta selvästi suurempaa kuin hietamaasta (Kuvat 11–14). Hietamaasta huuhtoutunut typpi oli pääosin nitraattimuodossa.

Kokonaisfosforin huuhtoutuminen

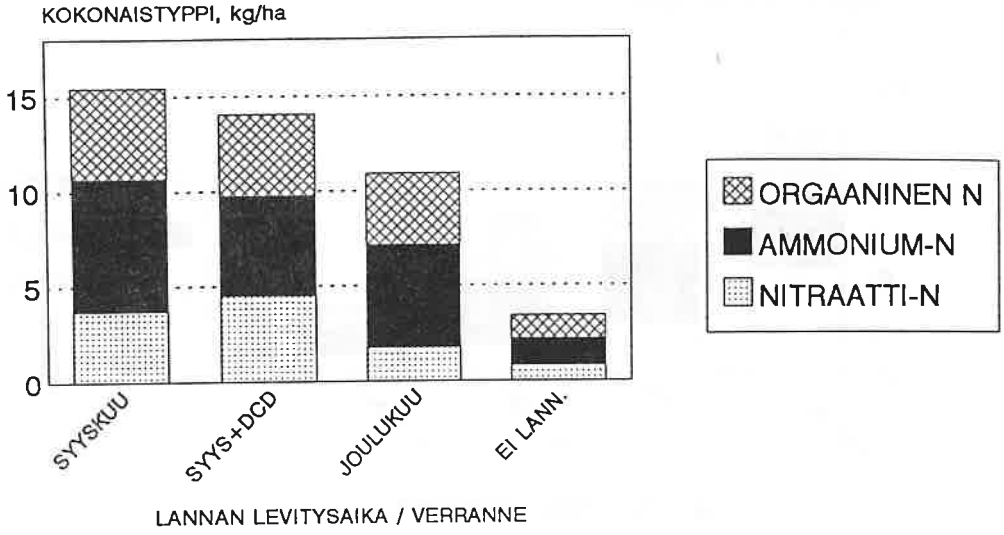
Kokonaisfosforia huuhtoutui lannoittamattomasta saraturpeesta kahden kauden aikana yhteensä 85 g/ha (Kuva 15). Syyskuussa ilman Didiniä levitetty naudan lietelanta lisäsi huuhtoutumista 142 g/ha, syyskuussa Didinillä tehostettu lanta 114 g/ha, joulukuussa levitetty 220 g/ha ja toukokuussa levitetty 17 g/ha. Pienempi väkilannoitemäärä lisäsi kokonaisfosforin huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna 7 g/ha ja suurempi väkilannoitemäärä 14 g/ha.



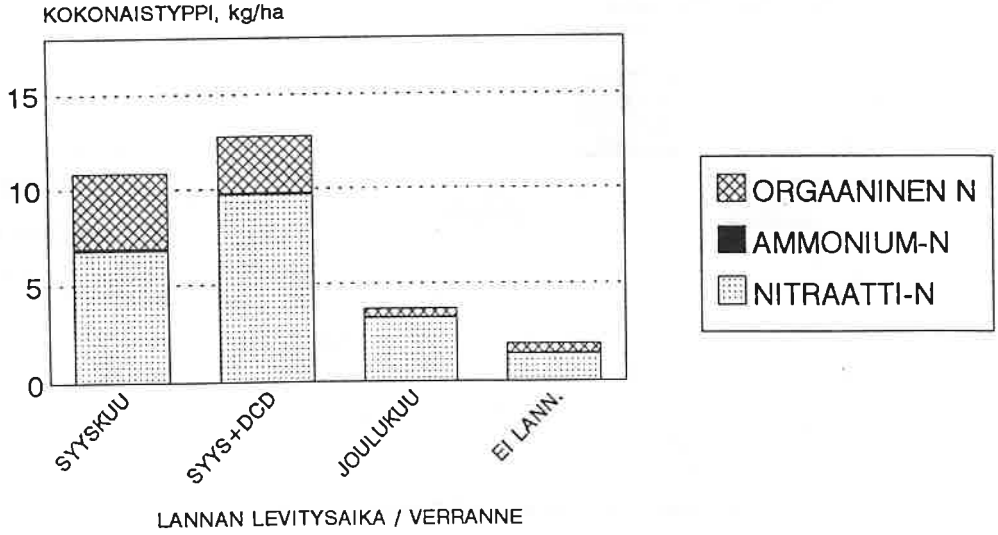
Kuva 7. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 1. kaudella (26.9.1989 – 9.5.1990). Naudan lietelanta saraturpeella.



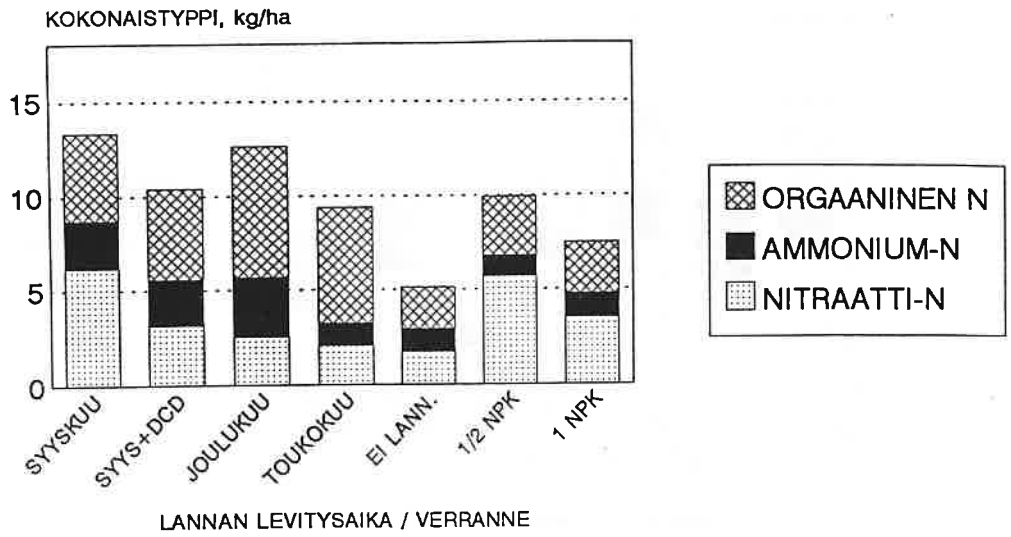
Kuva 8. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 1. kaudella (26.9.1989 – 9.5.1990). Naudan lietelanta karkealla hiedalla.



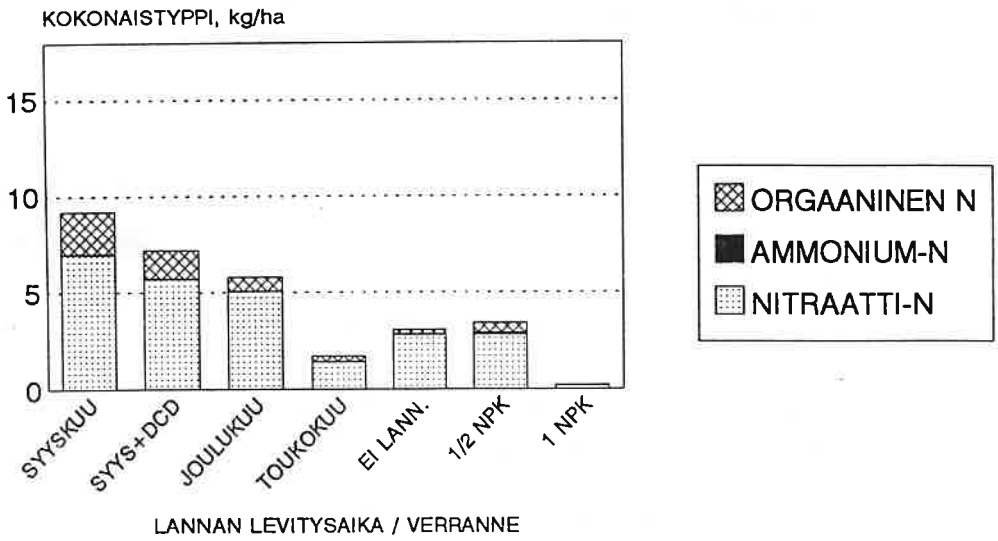
Kuva 9. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 1. kaudella (26.9.1989 – 9.5.1990). Ketun sonta saraturpeella.



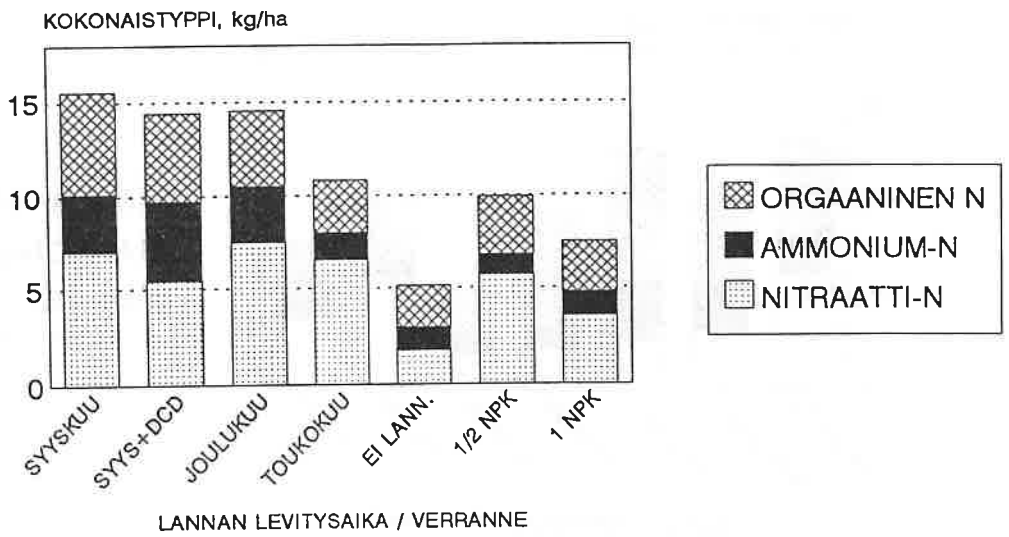
Kuva 10. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 1. kaudella (26.9.1989 – 9.5.1990). Ketun sonta karkealla hiedalla.



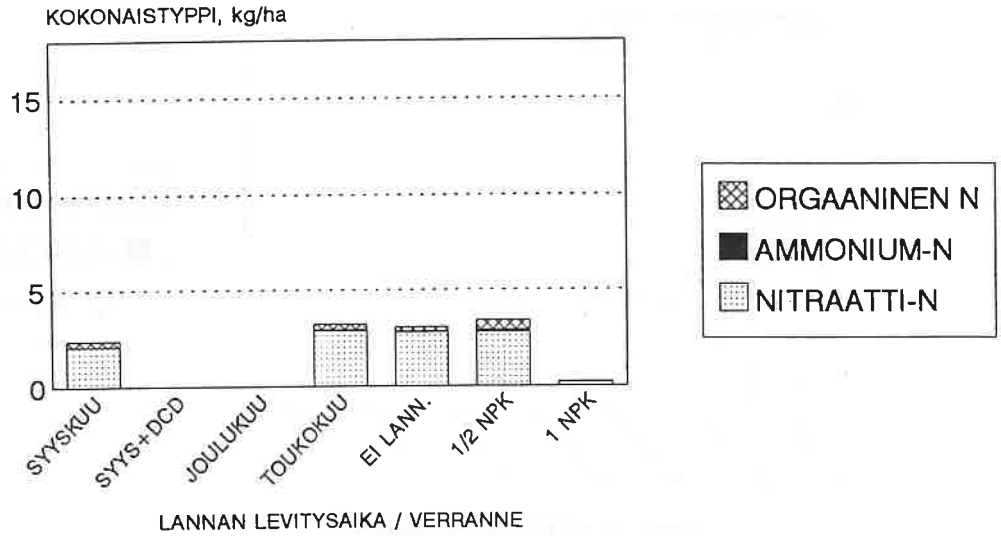
Kuva 11. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 2. kaudella (10.5.1990 – 28.5.1991). Naudan lietelanta saraturpeella.



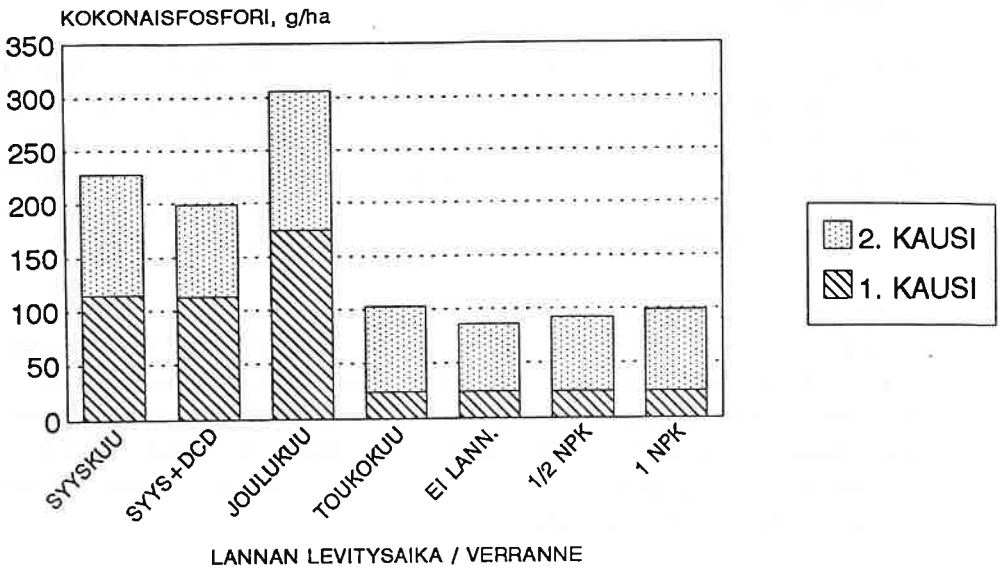
Kuva 12. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 2. kaudella (10.5.1990 – 28.5.1991). Naudan lietelanta karkealla hiedalla.



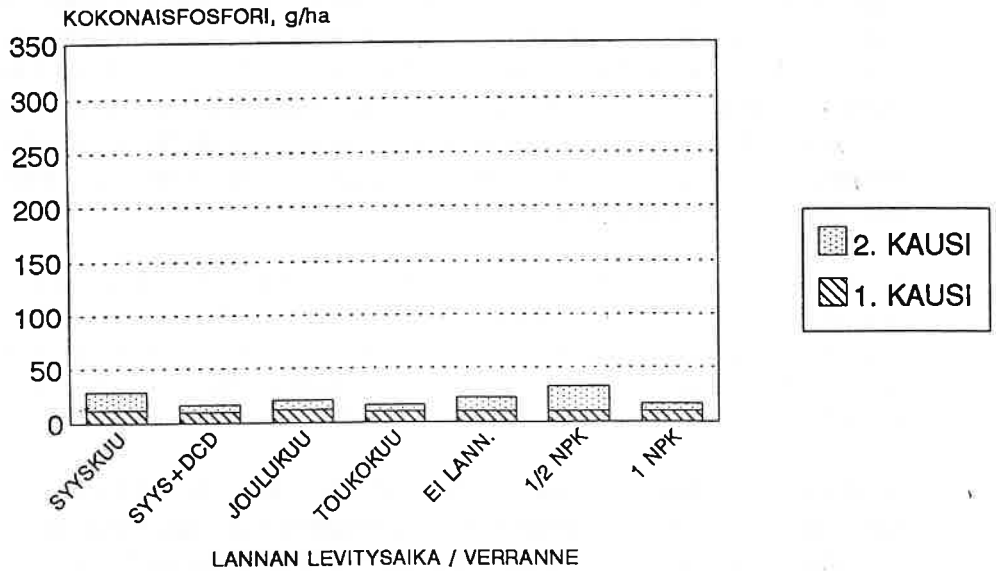
Kuva 13. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 2. kaudella (10.5.1990 – 28.5.1991). Ketun sonta saraturpeella.



Kuva 14. Typpihuuhtoutuma ja sen fraktiot 2. kaudella (10.5.1990 – 28.5.1991). Ketun sonta karkealla hiedalla.



Kuva 15. Kokonaisfosforin huuhtoutuminen naudan lietelannasta saraturpeella.



Kuva 16. Kokonaisfosforin huuhtoutuminen naudan lietelannasta karkealla hiedalla.

Lannoittamattomasta hiedasta kokonaisfosforia huuhtoutui kahden kauden aikana yhteensä 23 g/ha (Kuva 16). Syyskuussa ilman Didiniä levitetty naudan liete lisäsi kokonaisfosforin huuhtoutumista 6 g/ha, mutta muut käsittelyt naudan lietteellä vähensivät huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna. Pienempi väkilannoitemäärä lisäsi kokonaisfosforin huuhtoutumista 11 g/ha, mutta suurempi väkilannoitemäärä taas vähensi sitä.

Syyskuussa ilman Didiniä levitetty ketun sonta lisäsi kokonaisfosforin huuhtoutumista saraturpeella 1039 g/ha, syyskuussa Didinillä tehostettu ketun sonta 247 g/ha, joulukuussa levitetty 415 g/ha ja toukokuussa levitetty 283 g/ha (Kuva 17). Karkealla hiedalla ketun sonta vähensi kokonaisfosforin huuhtoutumista lannoittamattomaan verrattuna, mikä kuitenkin johtunee näiden lysimetrien olemattomasta valunnasta toisella huuhtoutumiskaudella (Kuva 18).

Kokonaisfosforia huuhtoutui turvemaasta siten huomattavasti enemmän kuin hietamaasta. Ero oli lantaa saaneissa lysimetreissä ensimmäisellä kaudella 10–58–kertainen. Karjanlanta kohotti kokonaisfosforin huuhtoutumista turvemaalla yleensä selvästi, poikkeuksena toukokuussa levitetty naudan lietelanta. Ketun sonnasta fosforia huuhtoutui turvemaalla keskimäärin nelinkertainen määrä naudan lietelantaan verrattuna. Sen sijaan lannoituksilla ei ollut juurikaan vaikutusta kokonaisfosforin huuhtoutumiseen hietamaasta.

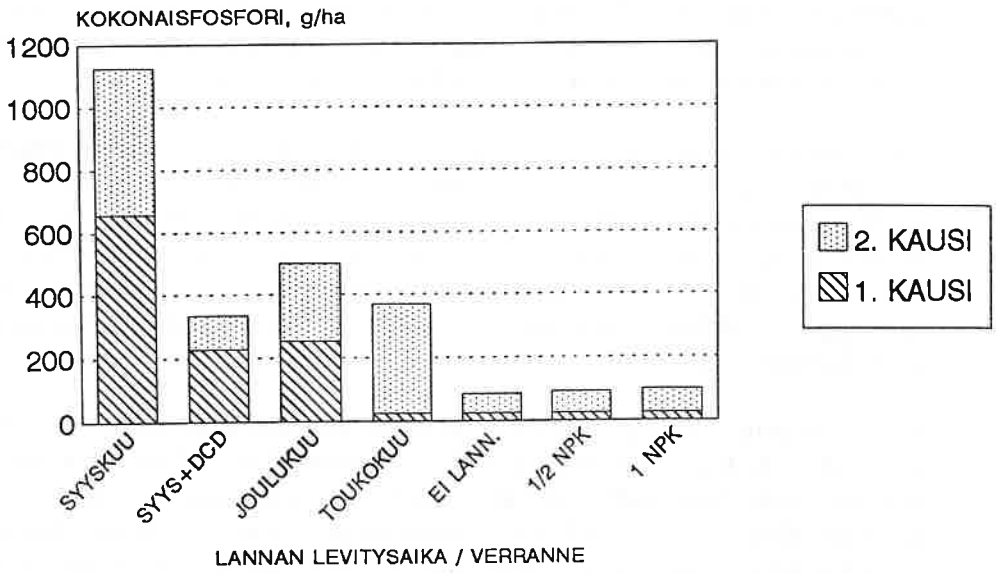
Merkittävää on, että lannan fosforin huuhtoutuminen turvemaasta jatkui selvänä toisellakin huuhtoutumiskaudella ja että jälkihuuhtoutuminen oli ketun sonnalla voimakkaampaa kuin naudan lietelannalla. Kun ketun sonnasta huuhtoutui ensimmisellä kaudella keskimäärin 3,2–kertainen fosforimäärä naudan lietelantaan verrattuna, huuhtoutuma oli toisella kaudella keskimäärin 5,6–kertainen.

Huuhtoutuneen fosforin liukoisuus

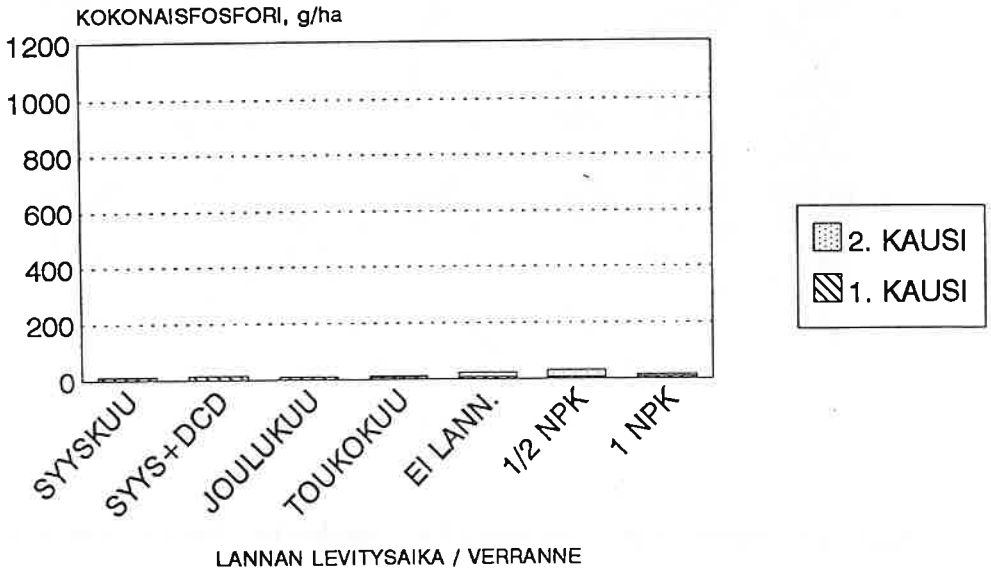
Liukoisen fosforin osuus lannoittamattomasta turvemaasta huuhtoutuneesta kokonaisfosforista oli ensimmäisellä kaudella 39 % ja toisella kaudella 50 %. Hietamaan huuhtoutumassa vastaavat luvut olivat 48 % ja 39 %. Liukoisen fosforin osuus huuhtoutuneesta kokonaisfosforista oli karjanlannalla lannoitetuissa lysimetreissä ensimmisellä huuhtoutumiskaudella hyvin tasainen, noin 46 %. Ainoastaan turvemaan lysimetreissä, jotka oli lannoitettu syyskuussa ketun sonnalla ilman Didiniä se oli merkittävsti tätä korkeampi, 75 %.

Toisena kautena huuhtoutuneesta kokonaisfosforista oli liukoista naudan lietelannalla lannoitetuissa turvelysimetreissä 56 % ja hietalysimetreissä 37 %. Ketun sonnalla lannoitetuissa lysimetreissä vastaavat luvut olivat merkittävästi korkeammat: 72 % ja 52 %. Väkilannoitteella lannoitettujen lysimetrien huuhtoutuman kokonaisfosforista oli liukoista turvemaalla 60 % ja hietamaalla 45 %.

Huuhtoutuneen fosforin liukoisuutta tarkasteltaessa on otettava huomioon se, että Kainuun vesi- ja ympäristöpiirin laboratoriossa liukoinen fosfori määritettiin rikkihapolla kestävöidystä näytteestä. Kestävöinti on saattanut kasvattaa liukoisen fosforin osuutta kokonaisfosforista.



Kuva 17. Kokonaisfosforin huuhtoutuminen ketun sonnasta saraturpeella.



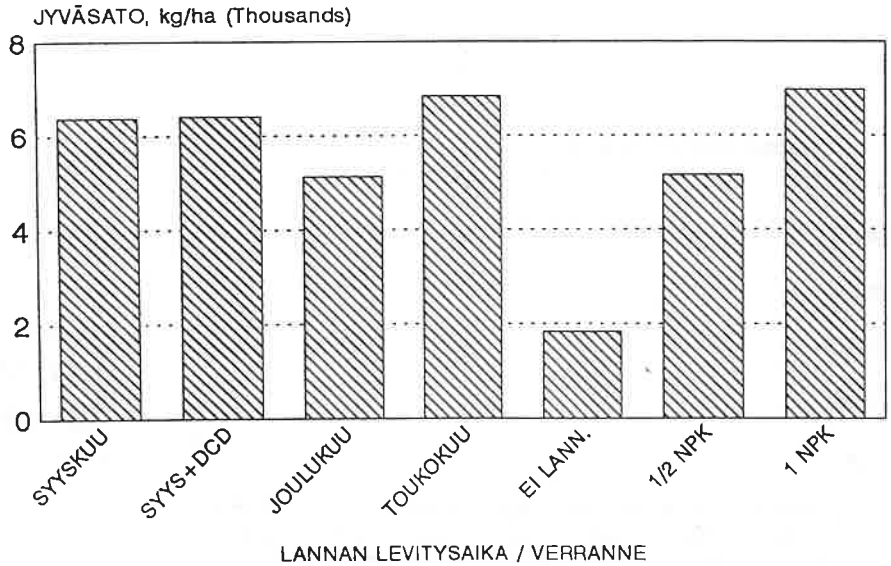
Kuva 18. Kokonaisfosforin huuhtoutuminen ketun sonnasta karkealla hiedalla.

Ohran jyväsadot vuonna 1990

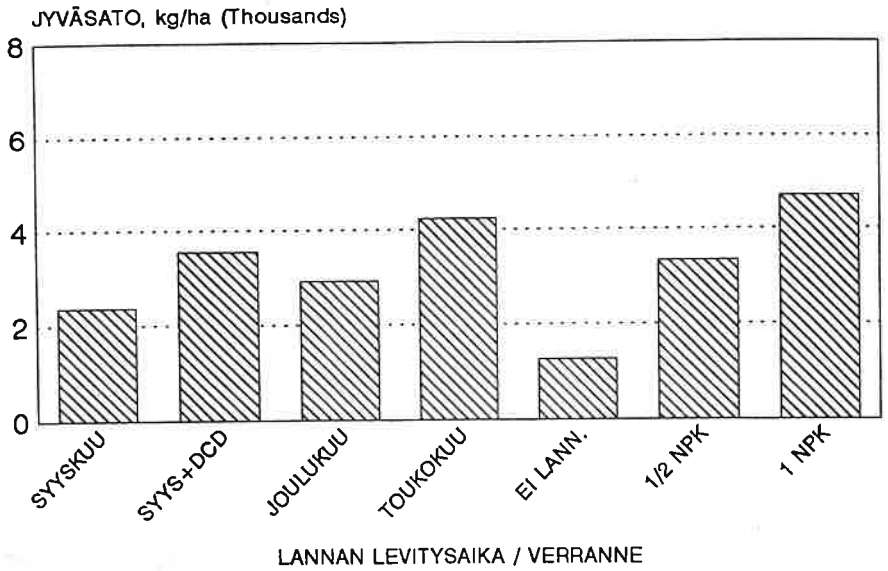
Kaikilla lannoituksilla oli huomattava vaikutus satoon, ja ketun sonta tuotti aina suuremman sadon kuin naudan lietelanta (Kuvat 19–22). Levitysajan vaikutus lannan tehoon oli selväpiirteinen ainoastaan naudan lietelannalla lannoitetuissa hietalysimetreissä (Kuva 20). Vaikka verrannekoejäsenistä nähdään, että kasvava lannoitemäärä kohotti jyväsatoa johdonmukaisesti, syyskuun levitykset antoivat yleensä lähes yhtä hyvän sadon kuin kevätlevitys, ketun sonnalla karkealla hiedalla jopa tätä paremman. Didin–lisäyksellä oli myönteinen vaikutus ohrasatoon.

Satotuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että lysimetreihin annettiin lannoissa enemmän ravinteita kuin väkilannoiteverranteissa (Taulukko 1). Suurempaan väkilannoitemäärään verrattuna lysimetriä kohden annetun naudan lietelannan liukoisen typen määrä oli 1,2–kertainen, kokonaisfosforin määrä 1,2–kertainen ja kaliumin määrä 2,9–kertainen. Vastaavasti ketun sonnan liukoisen typen määrä oli suurempaan väkilannoitemäärään verrattuna 3,9–kertainen, kokonaisfosforin määrä 22,8–kertainen ja kaliumin määrä 3,6–kertainen.

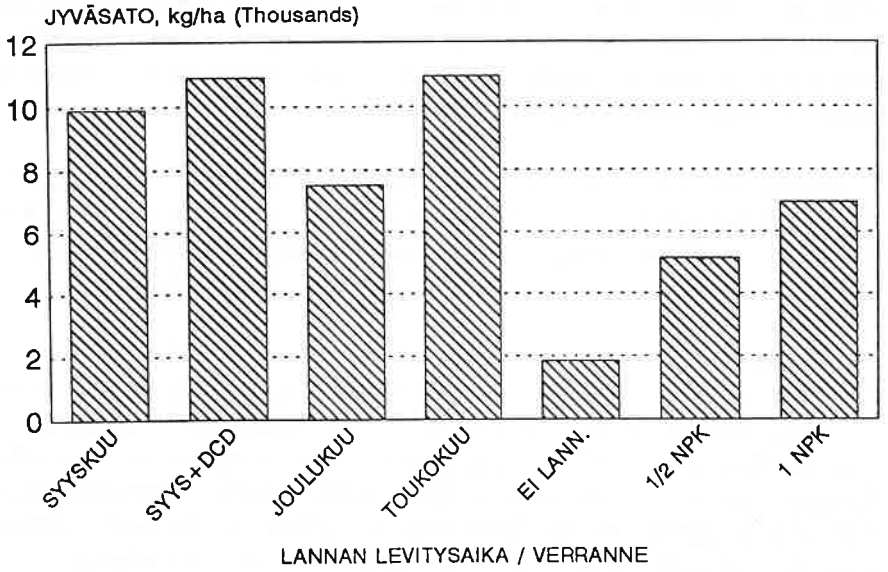
Ketun sonnan karkealla hiedalla antama nurinkurinen tulos – syyslevitys tuotti paremman sadon kuin kevätlevitys – johtuneekin ylilannoituksesta. Turvemaan satoihin puolestaan saattoivat vaikuttaa merkittävästi lannan fosfori ja kalium, sillä turve oli alunperin hyvin köyhää. Viljavuusanalyysin mukaan sen fosforiluku oli vain 3 mg/l ja kaliumluku vain 43 mg/l, kun hiedalla vastaavat luvut olivat 10 mg/l ja 110 mg/l. Levitysajalla ei ole yleensä niin haitallista vaikutusta fosforin ja kaliumin tehoon kuin sillä on liukoisen typen tehoon.



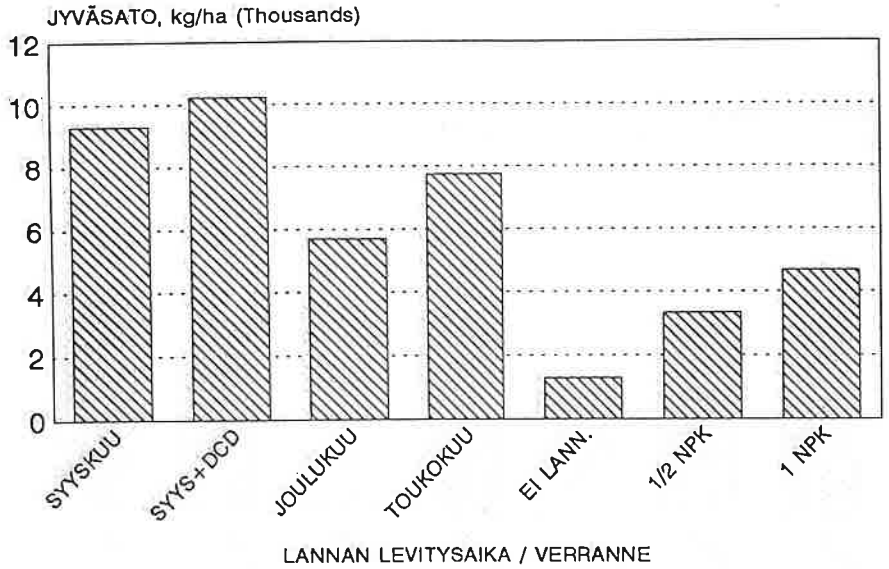
Kuva 19. Ohran jyväsato vuonna 1990. Naudan lietelanta saraturpeella.



Kuva 20. Ohran jyväsato vuonna 1990. Naudan lietelanta karkealla hiedalla.



Kuva 21. Ohran jyväsato vuonna 1990. Ketun sonta saraturpeella.



Kuva 22. Ohran jyväsato vuonna 1990. Ketun sonta karkealla hiedalla.

Päätelmät

1. Tutkimus suunniteltiin siten, että yksien lannoituskäsittelyjen vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen seurataan kolmen vuoden ajan. Tähänastisten tulosten perusteella tutkimussuunnitelma vaikuttaa oikeaan osuneelta, sillä lannan ravinteiden huuhtoutuminen jatkuu useamman vuoden ajan.

2. Tutkimuksessa havaittiin merkittävää kokonaistypen huuhtoutumista syksyllä levitetystä lannasta. Toukokuussa levitetystä lannasta kokonaistyppeä ei huuhtoutunut enempää kuin väkilannoitteesta. Nitrifikaation estoaine Didin vähensi typen huuhtoutumista turvemaasta.

3. Turvemaasta huuhtoutui aina merkittäviä määriä ammoniumtyppeä, ja karjanlanta lisäsi ammoniumtypen huuhtoutumista turvemaasta selvästi. Koska ammoniumtyppi kuluttaa vesistöissä happea, turvemaan typpihuuhtoutumaa voidaan pitää yksikköä kohden haitallisempana kuin hietamaan typpihuuhtoutumaa.

4. Turvemaasta huuhtoutui aina selvästi enemmän kokonaisfosforia kuin hiedasta, ja karjanlanta lisäsi fosforin huuhtoutumista turvemaasta huomattavasti. Tulosten mukaan turvemaahan syksyllä levitetystä lannasta huuhtoutuu aina merkittviä määriä fosforia. Fosforin huuhtoutuminen turvemaahan kevälläkin levitetystä lannasta on suurta, jos lanta sisältää paljon fosforia (turkiseläinlanta). Sen sijaan fosforin huuhtoutuminen hietamaasta näyttää jäävän aina vähäiseksi. Kokeessa käytetyt väkilannoitemäärät eivät juurikaan lisänneet fosforin huuhtoutumista edes turvemaasta.

5. Ketun sonnasta huuhtoutunut fosfori on liukoisempaa ja siten yksikköä kohden haitallisempaa kuin naudan lietelannasta huuhtoutunut fosfori.

Kirjallisuus

Kemppainen, E. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetypen hyväksikäytön projekti. Julkaisu 11: 1–80.

Kemppainen, E. 1986. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 2/86: 1–102.

Kemppainen, E. 1988. Didinin (Disyandiamidi) vaikutus naudan lietelannan tehoon ohran lannoitteena. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 19/88: 1–35.

Kemppainen, E. 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. Ann. Agric. Fenn. 28: 163–284.