

Maan orgaanisen aineksen vaikutus sadontuottoon

Orgaaninen aines maaperän tuottokyvyn kulmakivenä
ORANKI- hanke

Tapio Salo

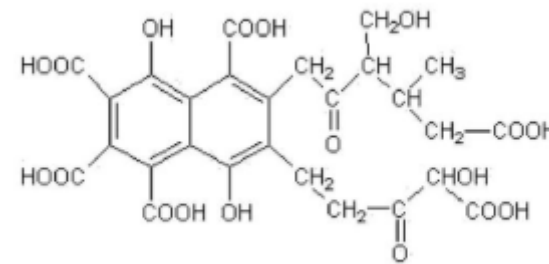
Helsinki 20.11.2019

Kysymyksiä

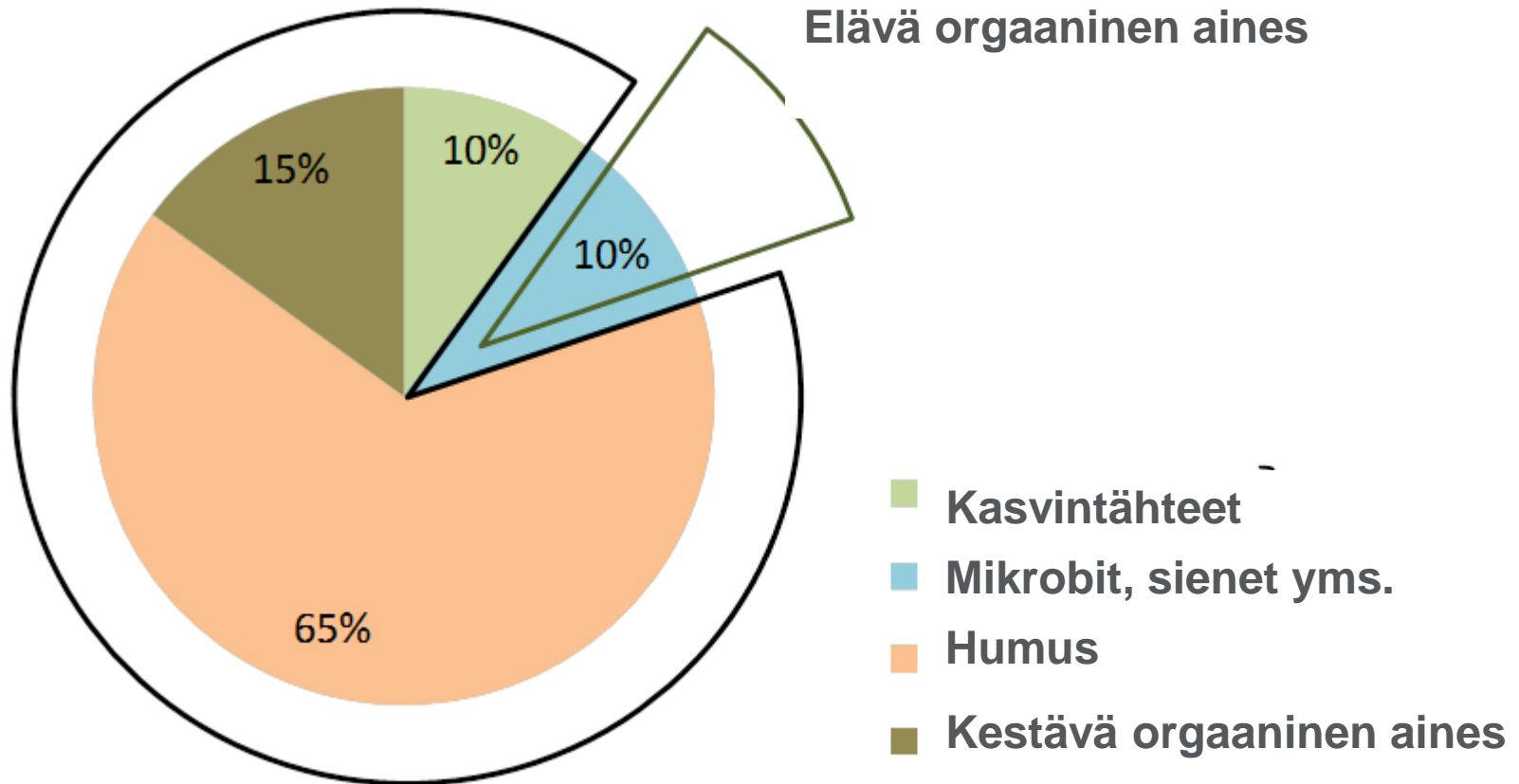
- Mitä maan hiili ja orgaaninen aines ovat ?
- Miten ne vaikuttavat pellon ominaisuuksiin ja sadontuottoon?
 - Maan rakenne
 - Typen vapautuminen

Hiili ja orgaaninen aines

- Orgaaninen aines
 - Hiiltä, happea ja vetyä
 - Esim. fulvohappo
 - Ravinteita (N, P, K, S, ...)
 - Paljon aktiivisia hydroksyyli- ja karboksyyli-ryhmiä



Maaperän kuollut ja elävä orgaaninen aines



Kuollut ja hajoava orgaaninen aines

<https://www.agric.wa.gov.au/measuring-and-assessing-soils/what-soil-organic-carbon>

29.12.2020

Orgaanisen aineksen jako kokoluokan ja kestävyuden mukaan

Luokka	Koko	Hajoaminen	Koostumus
Liukoinen	<45µm (liuos)	Minuuteista päiviin	Juurieritteet, liukoiset hajoamistuotteet
Partikkelimainen	53µm–2mm	2-50 vuotta	Tuore tai hajoava kasvi/eläinjäte
Humus	<53µm	vuosikymmeniä	Hajotettua ainesta, joka hajoaa hitaasti
Kestävä	<53µm–2mm	100 – 10 000 v	Lähes täysin hajoamatonta ainesta

Humus ja kestävä aines usein suojattuna maapartikkelien sisällä (saves)

Hiilen ja orgaanisen aineksen määrittäminen

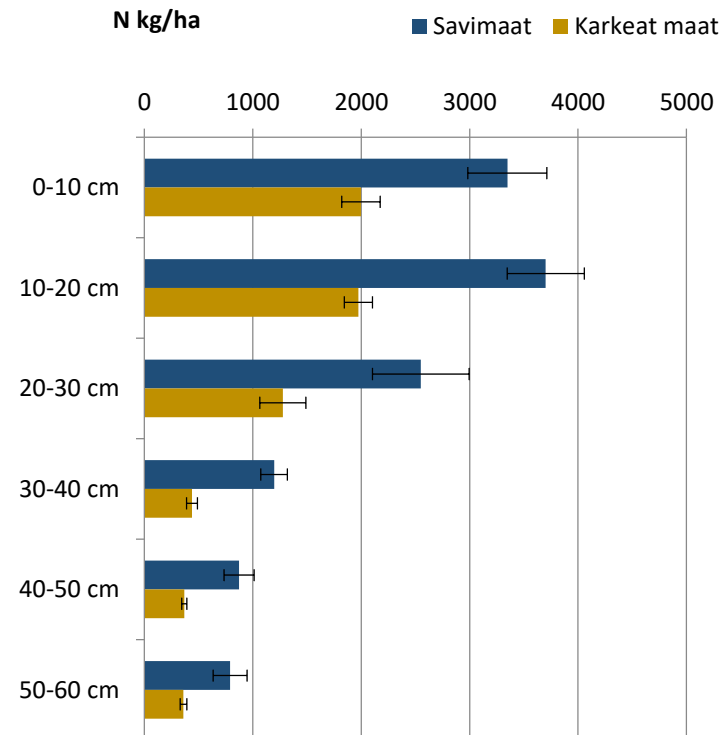
- Aistinvarainen menetelmä viljavuusanalyysissä:
- Orgaanisen aineksen määrä
 - Vähämultainen 0-3%
 - Multava 3-6 %
 - Runsasmultainen 6-12%
 - Erittäin runsasmultainen 12-20%
 - Multa- (20-40%) ja turvemaat >40%
- Orgaanisen aineksen poltto (hehkutushäviö)
 - $C = 0.58 \times \text{orgaaninen aines}$
- Dumas'n menetelmä
 - Poltto ja kaasun hiilipitoisuuden määrittäminen (mm. Leco)
 - Orgaaninen aines = $1.72 \times \text{hiilipitoisuus}$
- Märkäkemian menetelmiä
 - mm. dikromaattihapetus

Orgaaninen aines ja hiili maaperässä

- Maaperässä on kiintoainesta, vettä ja kaasuja
- Kiintoaineksessa on mineraalimaata ja orgaanista ainetta
- Orgaaninen aines on etenkin typen, mutta myös fosforin ja rikin varasto
- Orgaanisen aineksen (humushappojen) karboksyyli- ja fenoliryhmät sisältävät kationien sitoutumispaikkoja
 - Korkea pH lisää sitoutumispaikkoja
- Orgaaninen aines yhdessä saveksen ja kalsiumin kanssa muodostaa kestäviä muruja
- Huokosten määrä kasvaa, ja maan vedenpidätyskyky lisääntyy
- Puskuroi happamuutta sitomalla vetyioneja, alumiinia ja muita haitallisia metalleja
- Mikrobeilla, sienillä ja maaperäeläimillä on tärkeä osuus orgaanisen aineksen hajottamisessa hiilidioksidiksi ja kestäviksi humusyhdisteiksi

Orgaaninen aines ja typen vapautuminen

- Typpi on maassa pääasiassa orgaanisessa muodossa
- Isojen orgaanisten yhdisteiden typpi ei ole kasveille sellaisenaan käyttökelpoista
- Mikrobin hajottaessa orgaanista ainesta vapautuu typpeä myös kasvien käyttöön
 - typen mineralisaatio = typen vapautuminen orgaanisesta aineksestä mineraalimuotoon (NO_3^- ja NH_4^+)
 - kasvien typen lähde



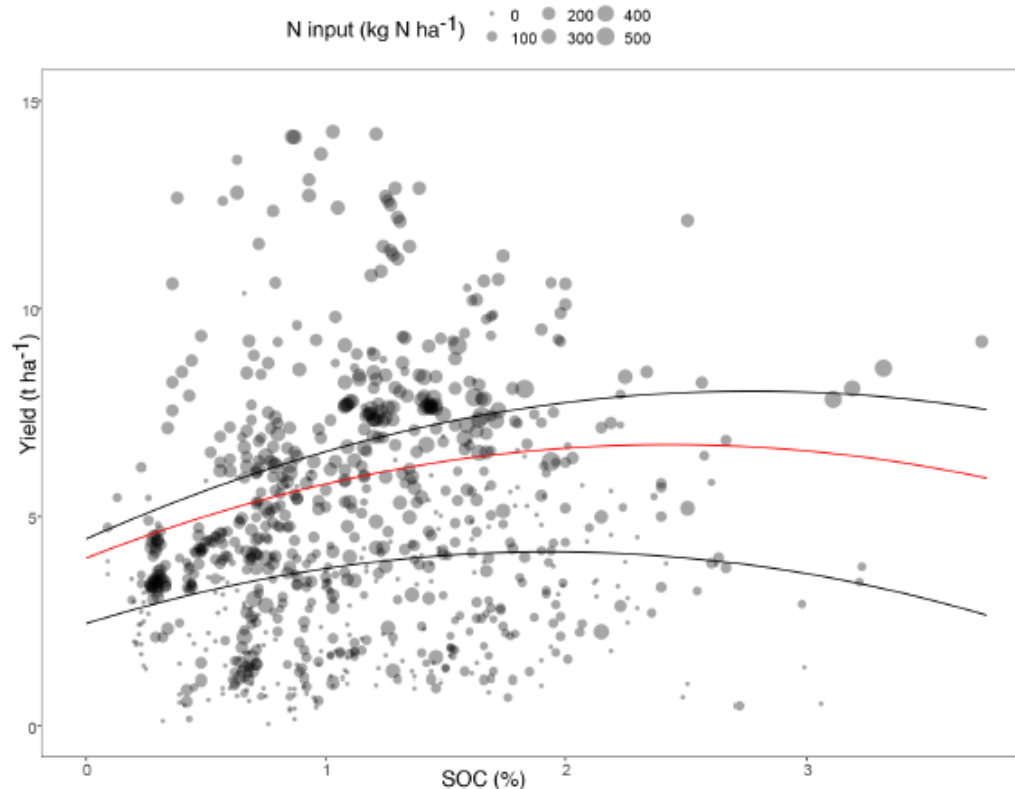


Figure 1. Relationship between SOC and yield of maize for published studies. The regression lines are modeled yields (i.e., effect sizes) for rain-fed (i.e., non-irrigated) maize using observed means of our meta-dataset for aridity, pH, texture, and latitude at different N input rates. We varied SOC (x axis) across the range of values extracted from the literature. The red line represents the mean N input rate ($118 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) across all studies, with the bottom line representing 0 inputs of N and the top line representing $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. For the raw data points, N input is mapped as a continuous variable across its range from 0 (smallest circles) to $500 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (largest circles). Note that the observed scatter of the individual observations is an outcome of the fact that yield is controlled by multiple factors (Table 1) and therefore the regression lines isolate just the potential effect of SOC with all other factors held constant

Orgaaninen aines maaperän tuottokyvyn kulmakivenä - Oranki

- Tavoitteet tutkimuslohkojen kautta:
 1. Orgaanisen aineksen yhteys maan rakenteeseen ja sadontuottoon
 2. Orgaanisen aineksen yhteys typpilannoitustarpeeseen
 3. Viljelytoimien vaikutus

Tulos

- Hiilipitoisuuden vaikutus satotasoon
- Saveksen ja hiilen vaikutukset maaperän ominaisuuksiin
- Viljelytoimien vaikutus
- Savimaiden saves/hiili, vaikutus typen vapautumiseen

Hiilen vaikutus maaperän ominaisuuksiin peltomaissa Kivennäismaita eli orgaaninen aines <20 % (ORANKI-hanke)



- 44 lohkoa, 63 satoa (n=4)
- Kairanäytteet 0 - 60 cm
- 10 *cm* kerroksittain
- C%
- Tilavuuspaino
- Juuret
- Viljavuusnäyte 0-20-40cm



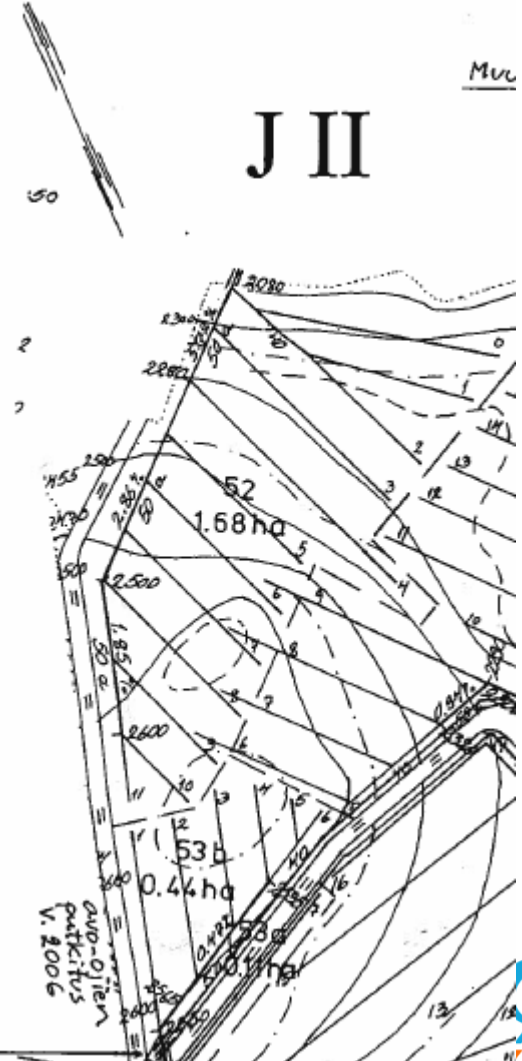
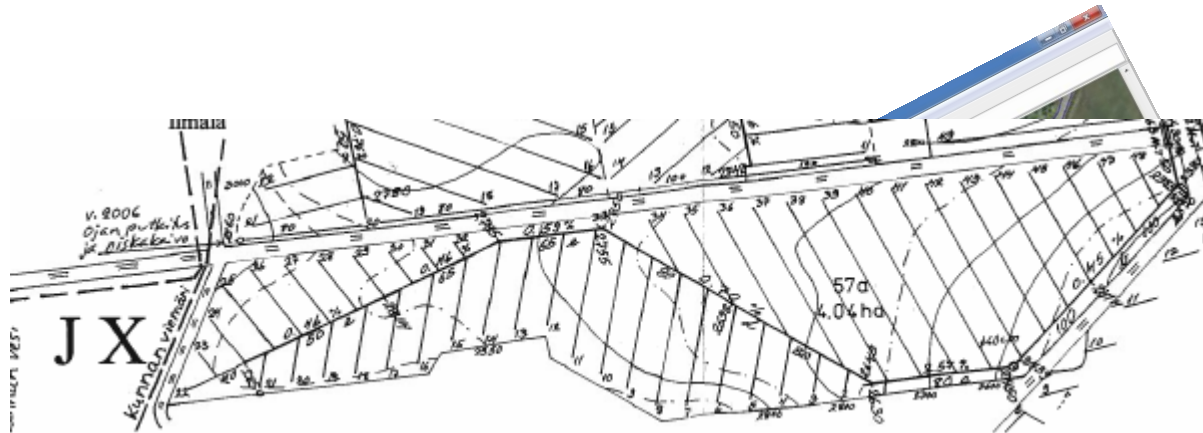
Pellot, 44 kpl, satohavainnot 60 kpl



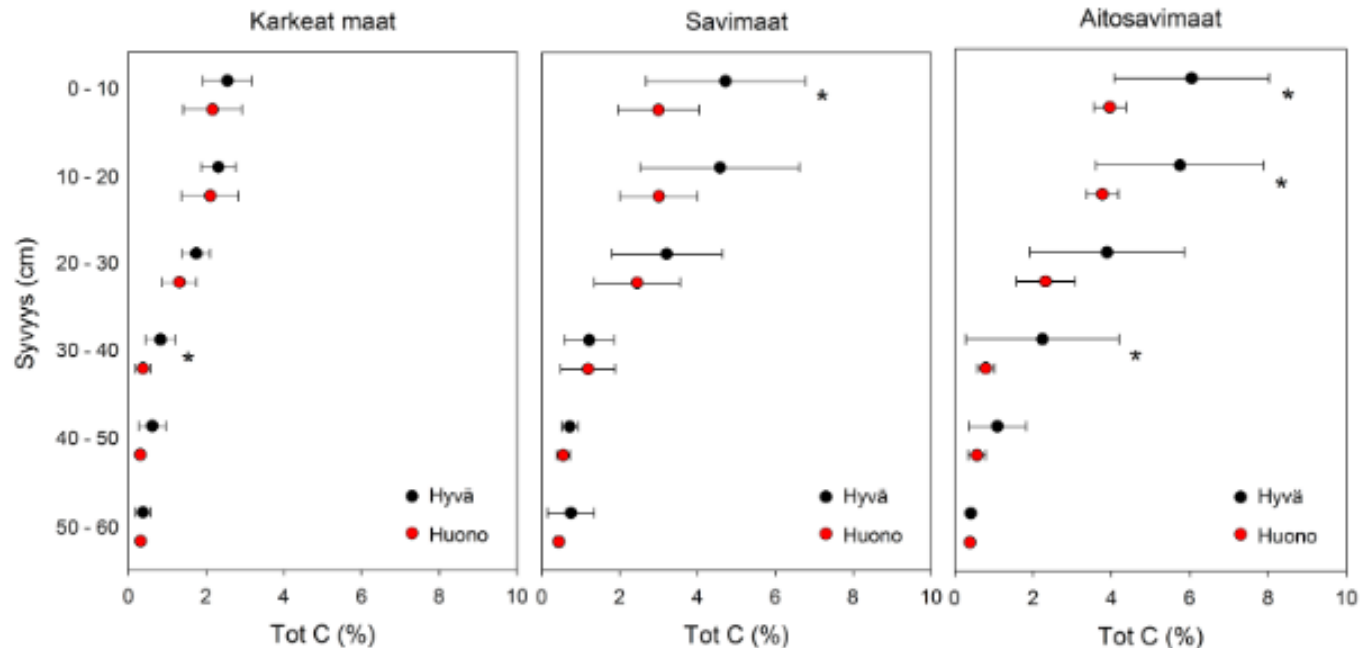
- Luken koetilat:
 - Jokioinen, 2016-2017, 14 kpl
 - Maaninka 2016-2017, 4 kpl
- Maatilojen lohkot, 2017
 - Uusimaa, 4 kpl
 - Varsinais-Suomi, 5 kpl
 - Satakunta, 4 kpl
 - Häme, 4 kpl
 - Maaninka, 9 kpl

Taustatiedot kerättiin

Taustatietoja, mm. salaojat, ilmakuvia, viljelyhistoria



Hiilipitoisuus ja savespitoisuuden luokat: karkeat <30%, savimaat 30-60% ja aitosavimaat > 60%



Korrelaatio

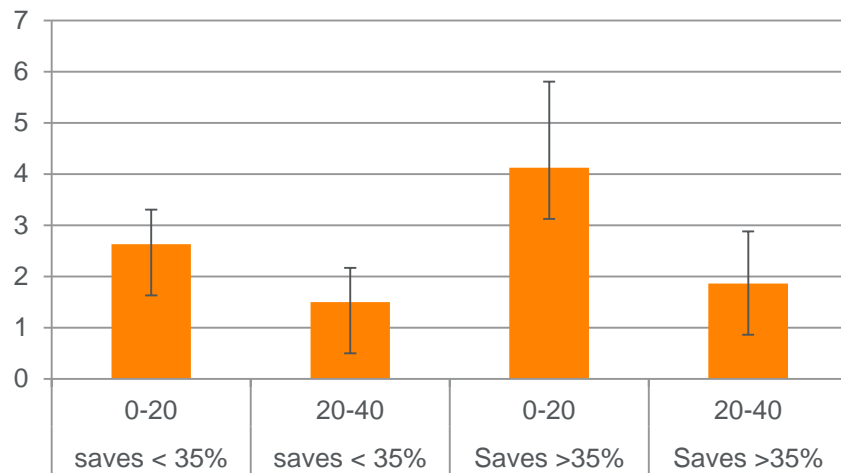
- Aloitettiin korrelaation tarkastelulla

	Sato	N_lann	Vilj-P	pH	Saves (%)	KVK	Tilavuuspaino	Juuret	totC (%)	Saves_per
Sato	1									
N_lann	0.67	1								
Vilj-P	0.24	0.28	1							
pH	0.01	0.20	0.26	1						
Saves (%)	-0.38	-0.32	-0.49	-0.04	1					
KVK	-0.34	-0.30	-0.42	0.22	0.92	1				
Tilavuuspaino	0.17	0.36	0.32	0.24	-0.29	-0.16	1			
Juuret	-0.04	-0.08	-0.16	-0.30	0.54	0.50	-0.15	1		
totC (%)	-0.03	-0.36	-0.33	-0.47	0.53	0.39	-0.56	0.38	1	
Saves_per_hiili	-0.33	-0.05	-0.37	0.28	0.82	0.78	-0.01	0.35	0.01	1

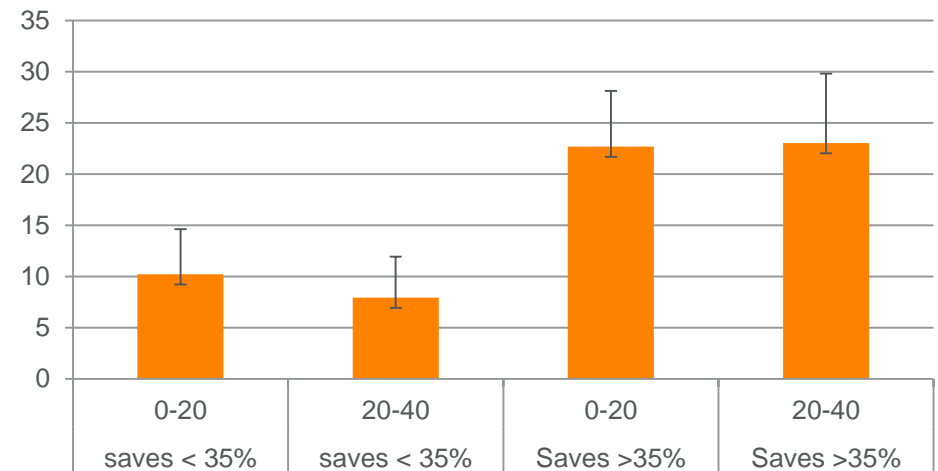
- Voimakkaasti korreloivat ja samaa asiaa kuvaavat tekijät kuten maan kokonaistyyppi suhteessa hiileen (C/N), KVK:n muodostavat kationit jätettiin pois jatkotarkasteluista

Hiilipitoisuus ja kationinvaihtokapasiteetti ORANKI-lohkoilla, jako 35% savespitoisuuden mukaan

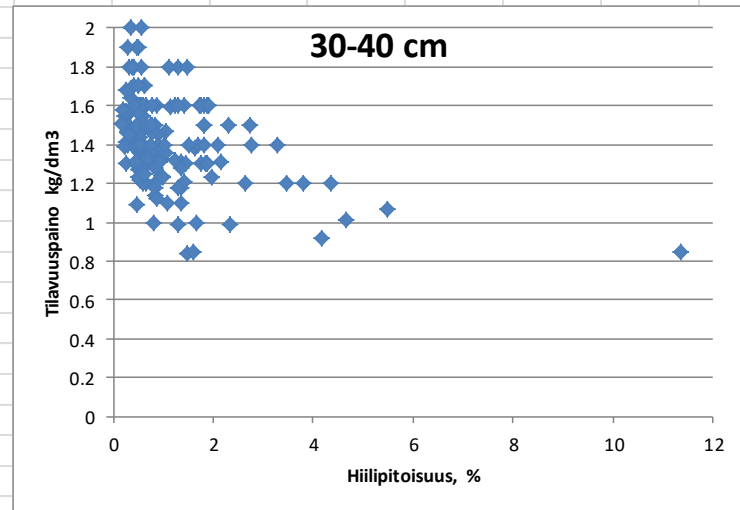
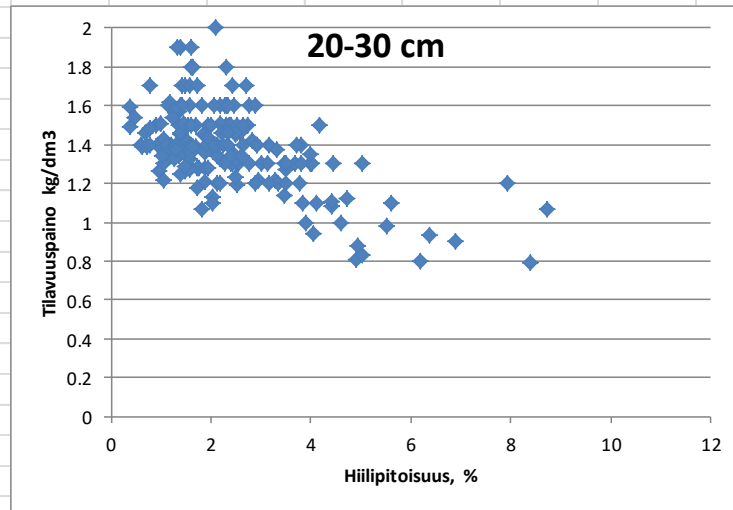
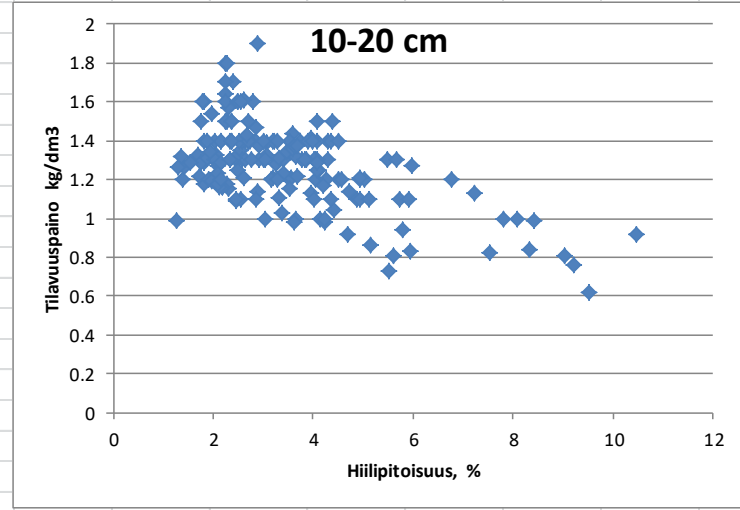
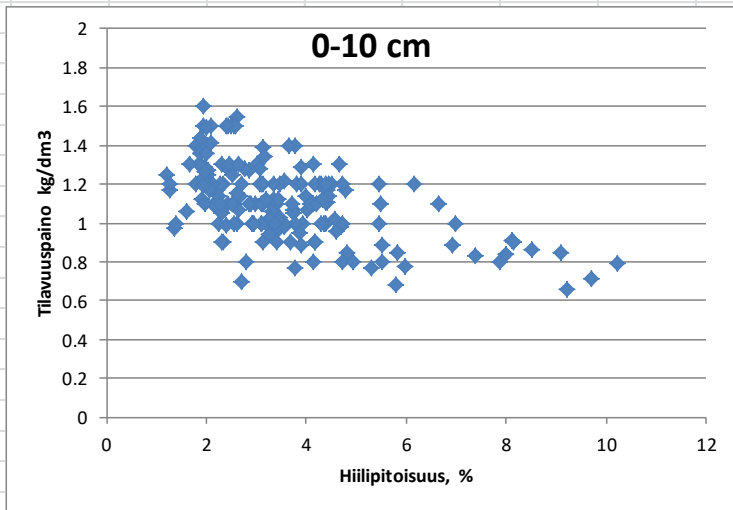
C %



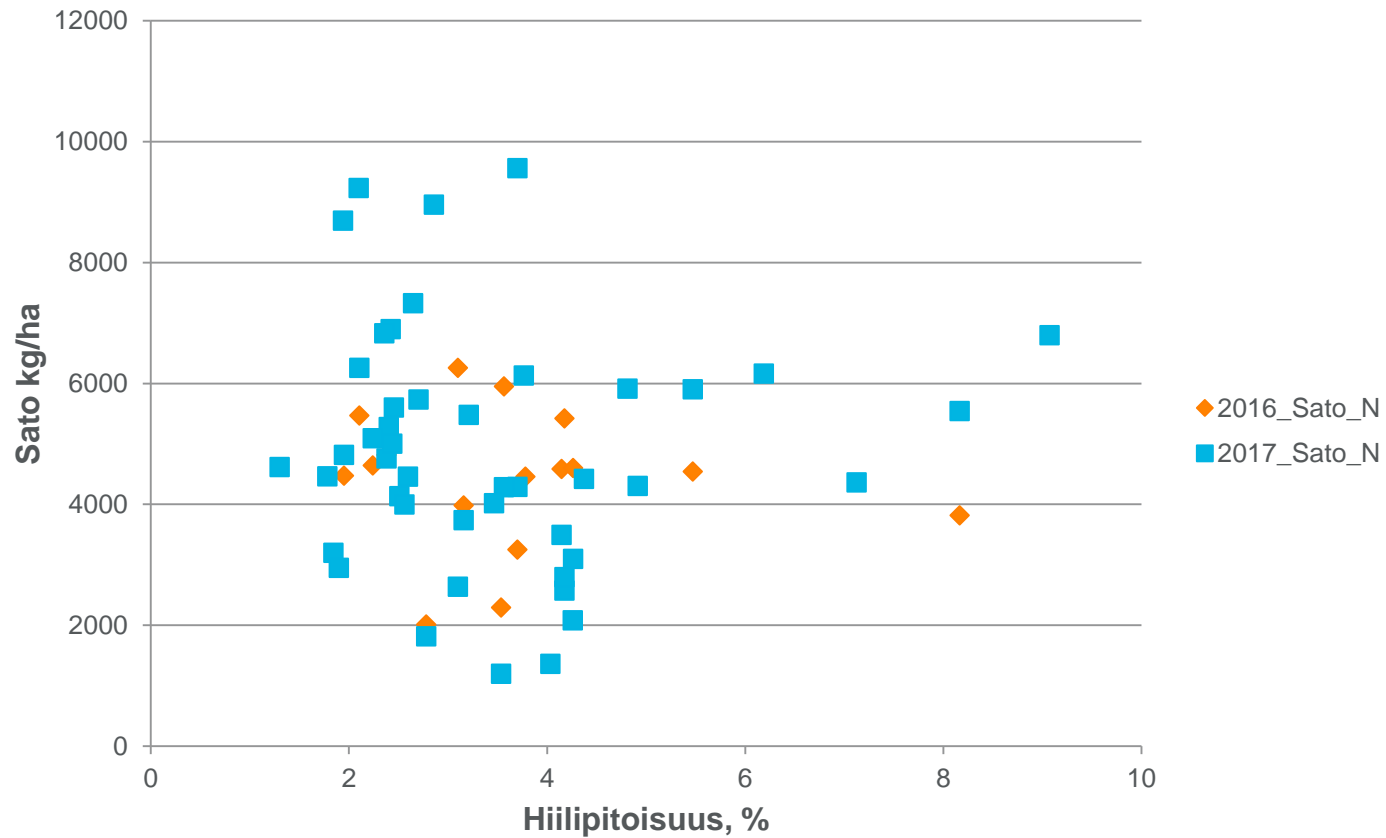
KVK (cmol/kg)



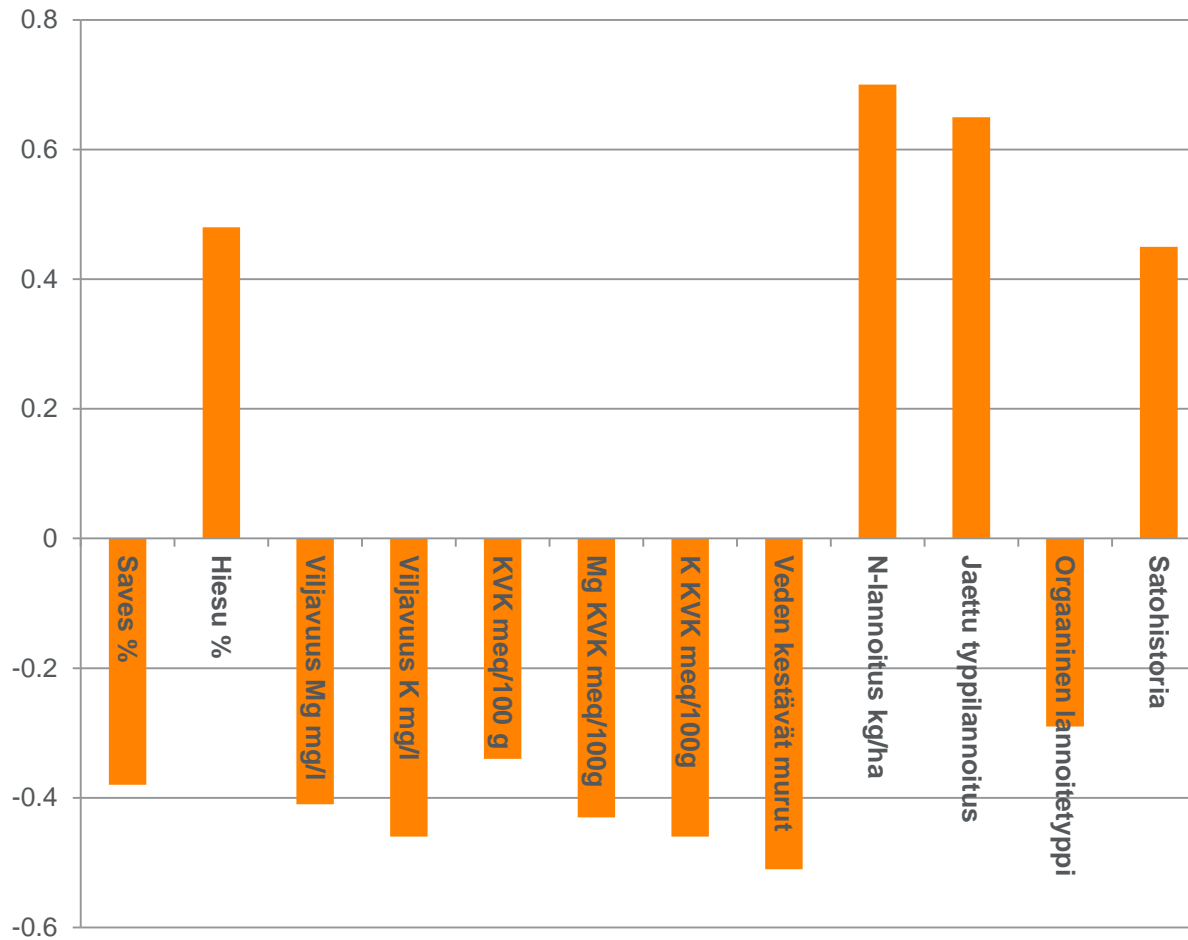
Hiilen ja tilavuuspainon suhde



Hiilipitoisuuden vaikutus satotasoon, koelohkot 2016-2017



Lohkon ominaisuuksien korrelaatio satotasoon

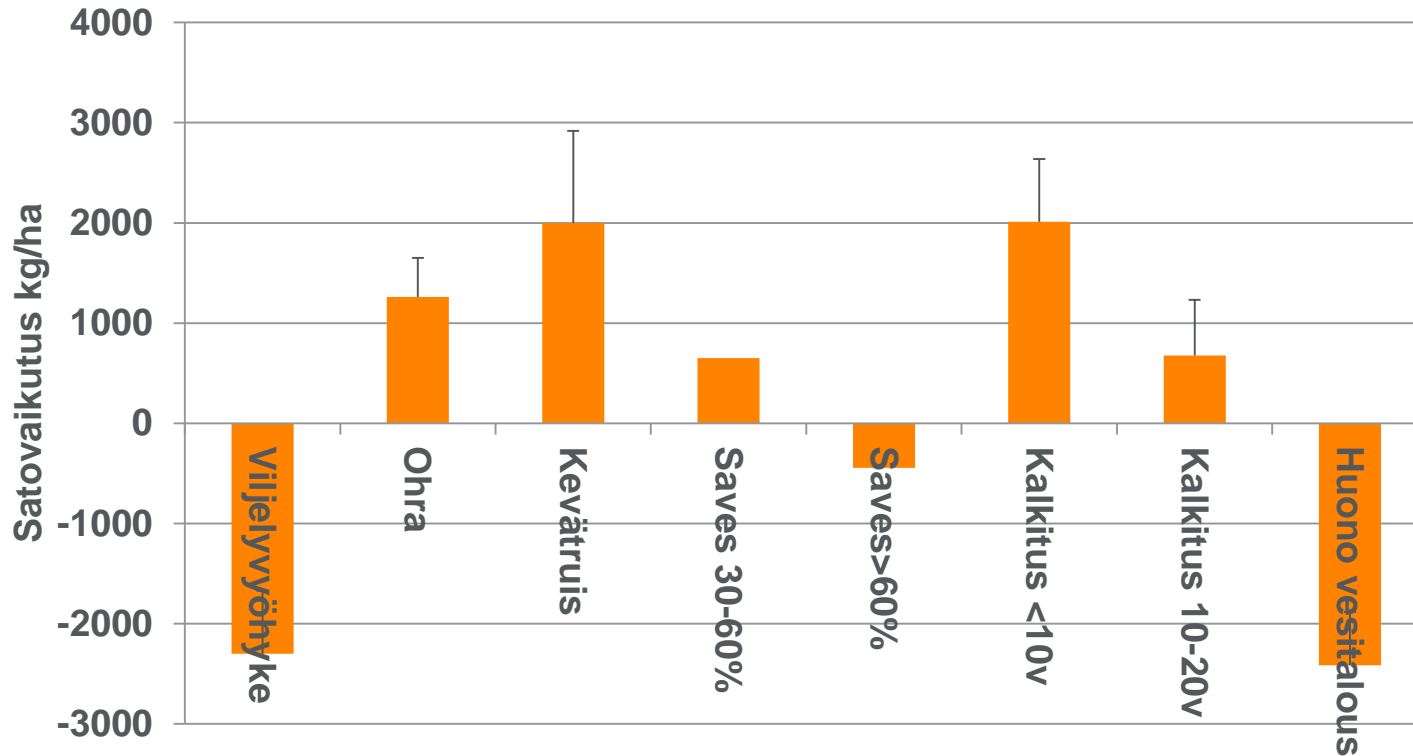


Vaikuttavatko seuraavat tekijät satoon

- Luokat
 - Viljelyvyöhyke
 - Viljalaji
 - Savesluokka (30% jako)
 - Kalkitus (<10, 10-20, >20 v)
 - Vesitalous lohkolla (hyvä/huono)
 - Vuosi
 - Vallitseva muokkaus
 - Viljelykierto
- Jatkuvat
 - Typpilannoitus (+PK)
 - Maaperä 0-20 cm
 - Hiilipitoisuus
 - Typpipitoisuus
 - Viljavuus: P, Ca, Mg, K
 - Johtokyky ja pH
 - KVK
 - Irtotiheys (20-40 cm)
 - Juurten lukumäärä (20-40 cm)
 - Saves/hiili

Kahden tekijän yhdysvaikutukset

Luokiteltujen tekijöiden vaikutus satoon

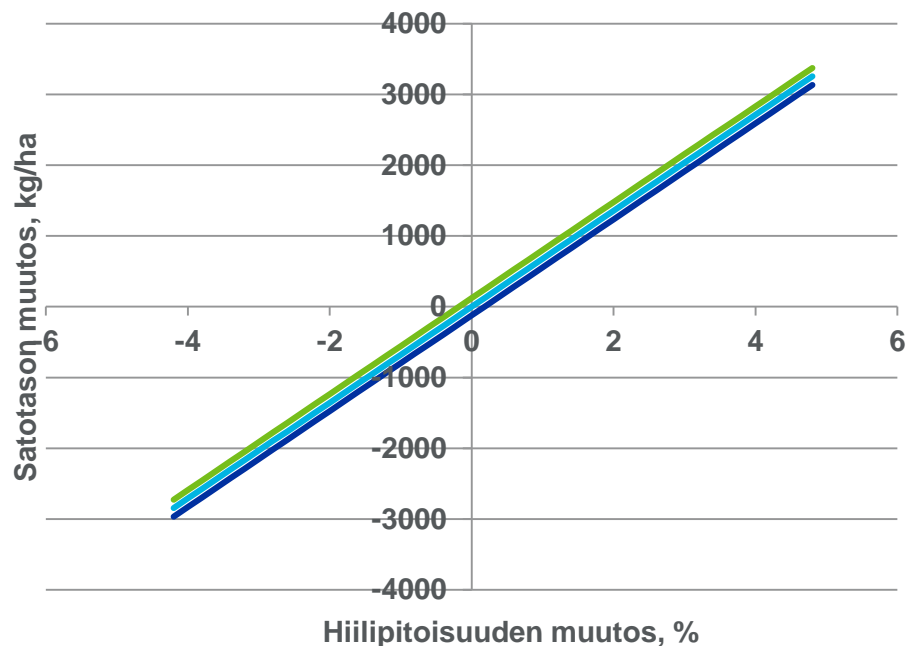


Satotasoon vaikuttaneet tekijät Oranki-aineistossa, koelohkot 2016-2017,

Mallin avulla kiinnitetään muut tekijät, ja arvioidaan halutun tekijän vaikutus.

Typpilannoitus, maan viljavuus-Ca (-1.8) ja -Mg (3.1), viljavuus-P 30-60% savesluokassa (343) selittivät osaltaan sadonmuodostusta

Hiilipitoisuuden muutos, sadon muutos 400-675 kg / % C
Eli 230-390 kg/ha / 1 % orgaanista ainesta

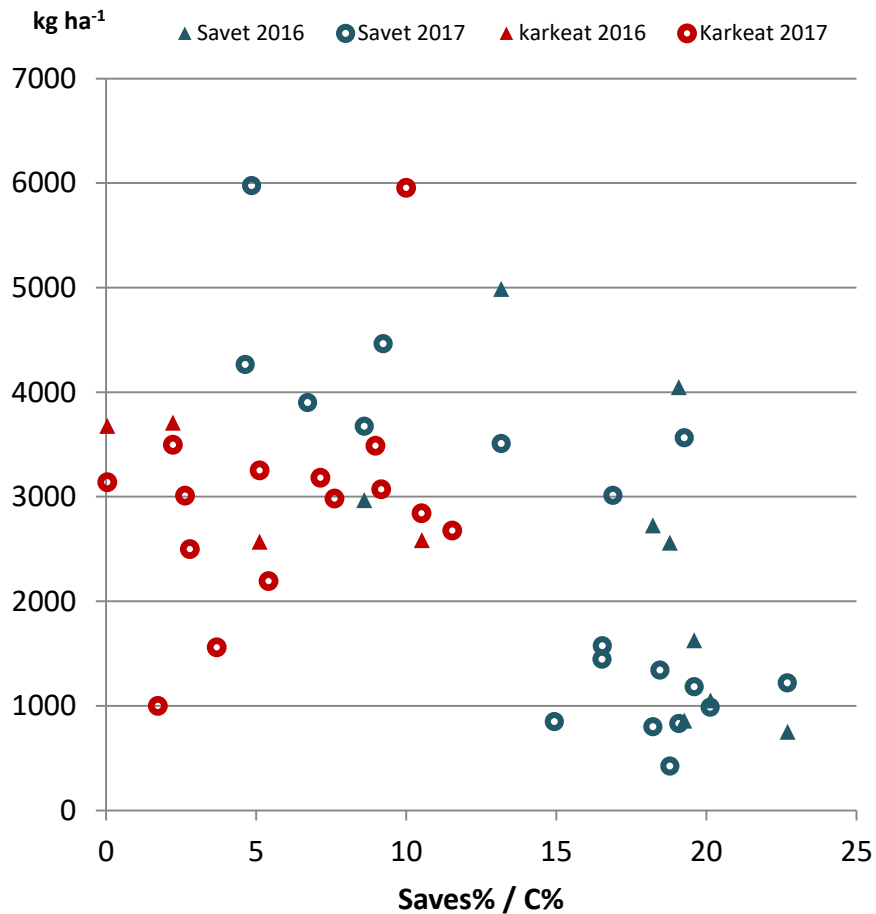


Orgaaninen aines ja sadot

Mitä multavampi maa sitä paremmat sadot?

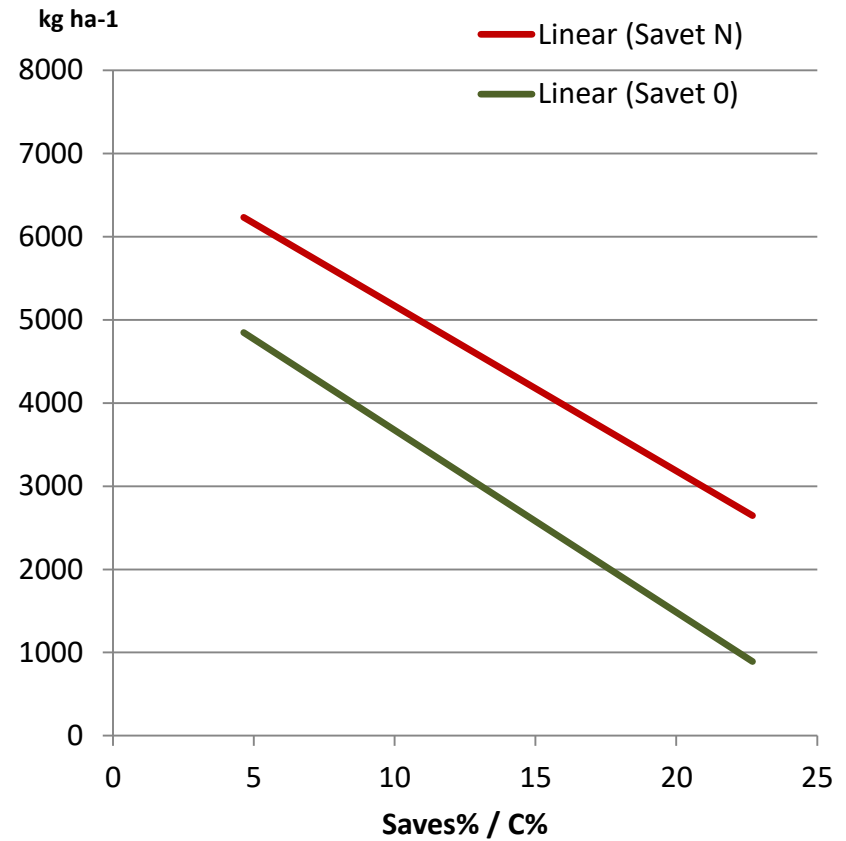
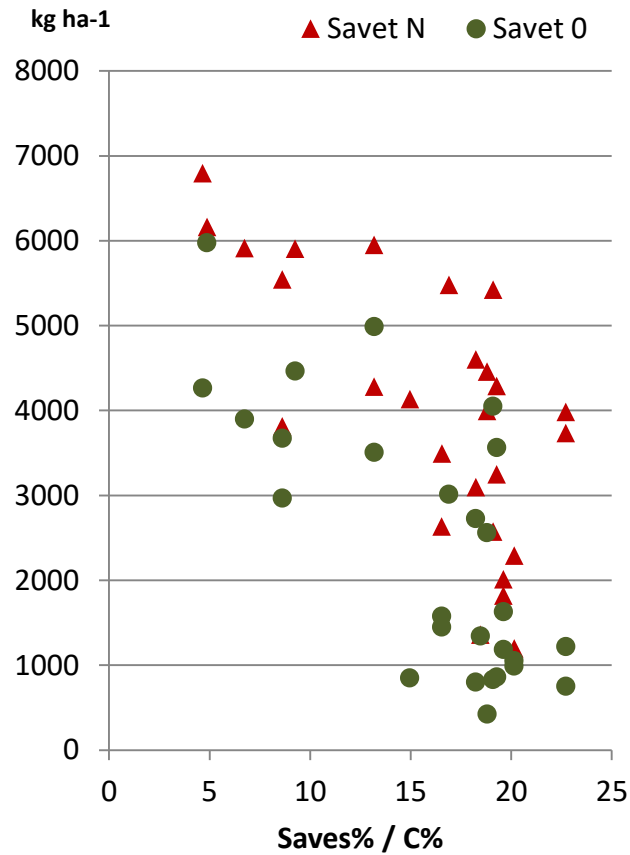
- **Savimailla** pienimpiä satoja saatiin lohkoilla, joissa saves/hiili –suhde oli korkein
 - Typen mineralisaatio ja maan rakenne!
- **Karkeilla mailla** ei vastaavaa trendiä

Lannoittamattomien ruutujen tähkäsadot suhteessa maan saves/hiili –suhteeseen



Orgaaninen aines ja sadot, savimaat

Lannoittamattomien ja lannoitettujen savimaiden tähkäsadot suhteessa maan saves/hiili -suhteeseen

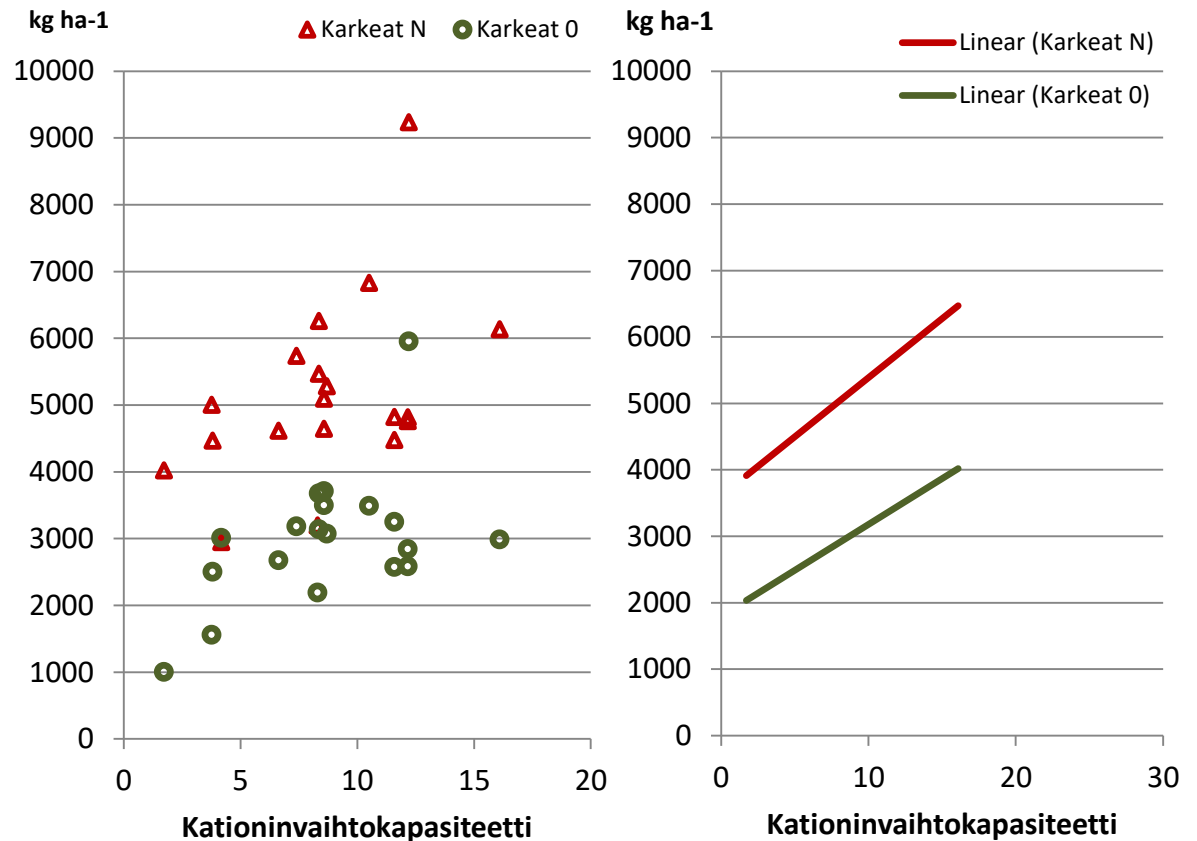


Orgaaninen aines ja sadot, karkeat kivennäismaat

Karkeat maat

- Mitä suurempi kationinvaihtokapasiteetti sitä paremmat sadot?
- Saves% ja C% vaikuttavat kationinvaihtokapasiteetin suuruuteen
 - Karkeilla mailla saveksesta on hyötyä

Lannoittamattomien ja lannoitettujen karkeiden kivennäismaiden tähkäsadot suhteessa maan kationinvaihtokapasiteettiin



Tarkastellaan saves/hiili –suhteen vaikutusta satoon

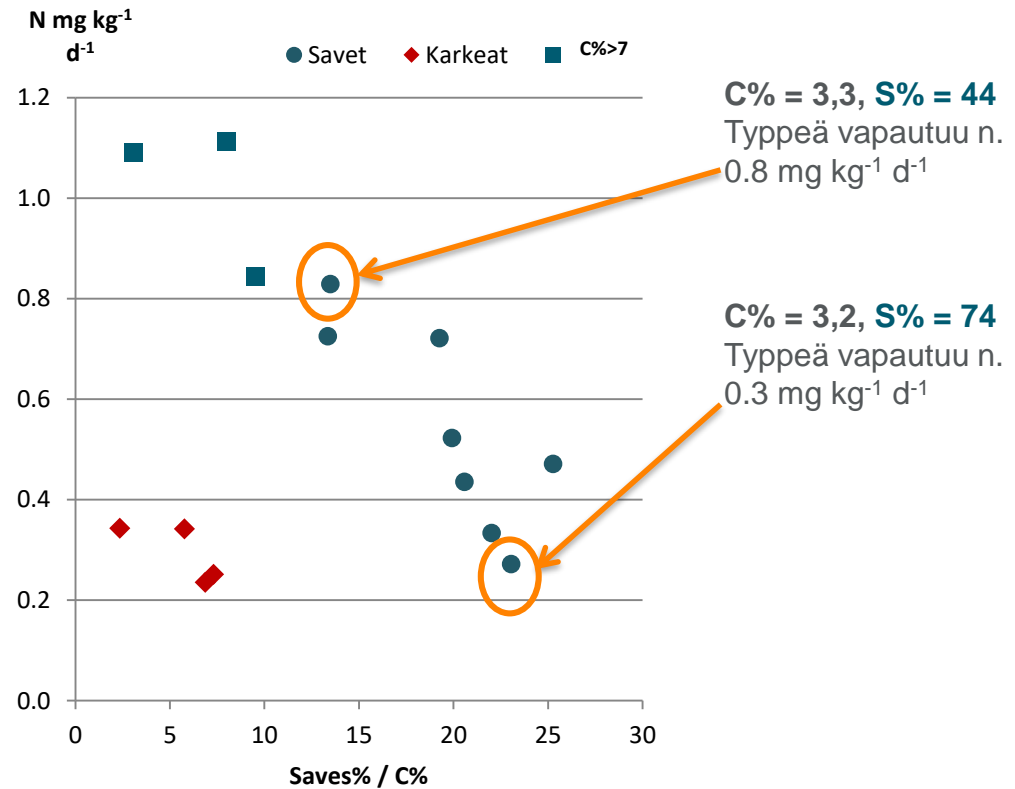
-Tilastollinen mallinnus (hiilipitoisuus pois, saves/hiili käyttöön)

- Viljelyvyöhyke Etelä-Suomi +2200, Häme +1795
- Viljalajit: Ohra +1040
- Kalkituksella ja saveksen määrällä ei vaikutusta
- Huono vesitalous -2400
- Viljavuus Ca -1.3, Viljavuus-Mg +3.4,
- Typpilannoitus 60 kg /kg
- Viljavuus fosfori 30-60% savesluokassa +284
- Saves/hiili >60% savesluokassa -207
- Saves/hiili 30-60% savesluokassa -227
- Saves/hiili <30% savesluokassa ei vaikutusta

Orgaaninen aines ja typen vapautuminen

- Savimailla typpeä vapautui mikrobitoiminnan seurauksena vähemmän maista, joiden Saves/C -suhde oli korkea
- Typpeä vapautui $0.6 - 2.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$
 - Kenttäolosuhteissa 50%?

Typen vapautuminen



Maalajikohtaiset vaikutukset

Savesta < 30%

Typpilannoitus lisää satoa (35 kg/kg N)

Kauran sato heikompi kuin vehnän ja ohran

Orgaanisten lannoitteiden käyttö vähentää satoa

50 % liukoisesta typestä lannasta

Kalkitus (<10 v) parantaa satoa

Savesta 30-60%

Typpilannoitus lisää satoa

Korkea saves/hiili alentaa satoa (250 kg/ha / 1)

Savesta > 60%

Juurten määrä lisää satoa

Suuri tilavuuspaino vähentää

Yhteenveto

- Orgaaniselle ainekselle estimoitu satovaikutus
- Ojituksen, toimivan vesitalouden ja kalkituksen hyödyt
- Korkea sato tarvitsee typpeä
- Lisätiedon tarvetta:
 - Kriittiset pitoisuudet maan orgaanisen aineksen määrälle
 - Saves/hiili
 - Riippuvuus maalajista
 - Tarkempi arvio multavuudelle
 - hehkutuskevennys

Kiitos!

Oranki-hanke:

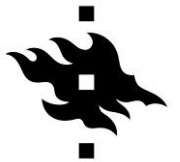
Luke: Tapio Salo, Riikka Keskinen, Visa Nuutinen, Mari Rätty, Eila Turtola, Janne Kaseva, Helena Soinne

Syke: Katri Rankinen, José Cano Bernal, Pirkko Kortelainen,

HY: Matti Sihvonen, Sampo Pihlainen, Kari Hyytiäinen, Sanna Kanerva



S Y K E



HELSINGIN YLIOPISTO

