

Uitgangspunten OS-balans.nl

Beschrijving uitgangspunten rekentool voor het berekenen van de organische stofbalans

Sven Verweij & Romke Postma

Aanleiding en historie

Sinds 2015 maakt de organische stofbalans (OS-balans) onderdeel uit van het keurmerk 'On the way to PlanetProof' (in de eerste jaren nog onder het keurmerk 'Milieukeur'). Dit houdt in dat boeren en tuinders die telen onder dat keurmerk een OS-balans op moeten stellen waarmee ze aan dienen te tonen dat ze voldoende organische stof aanvoeren om het organische stofgehalte in de bodem op peil te houden. Het concept van een organische stofbalans wordt internationaal erkend als methode om er voor te zorgen dat voldoende organische stof naar landbouwgronden wordt aangevoerd om de afbraak te compenseren. Organische stofbalansen worden o.a. gebruikt in Duitsland, België, Frankrijk en Italië (o.a. Brock et al., 2013; Gobin et al., 2011; Henin & Depuis, 1945; Sofo et al., 2005; VDLUFA, 2014). Een tool voor het berekenen van de OS-balans op perceels- en bedrijfsniveau voor de open en bedekte teelten in Nederland is beschikbaar via OS-balans.nl en ontwikkeld door NMI in opdracht van SMK. De uitgangspunten van de tool zijn echter niet gedetailleerd beschreven, alhoewel er in de loop van de tijd wel een aantal interne notities voor SMK zijn opgesteld (zie verder). SMK heeft NMI in de zomer van 2022 gevraagd een notitie met de uitgangspunten op te stellen. De notitie is in 2025 aangepast naar aanleiding van veranderingen die in 2024 zijn doorgevoerd in de OS-balans.

Een eerste versie van een tool voor het berekenen van de organische stof (OS)-balans is door NMI ontwikkeld in 2014. Het betrof een Excel-bestand, dat in nauw overleg tussen SMK en NMI is ontwikkeld en waarbij rekening is gehouden met de wensen van SMK en waarop diverse externen (o.a. van Delphy en Agrifirm) vanaf begin 2015 commentaar hebben gegeven. Voor het rekenhart van de tool is zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande tools om te voorkomen dat er verschillen zouden ontstaan in de uitkomsten van de tools. Ten tijde van het ontwikkelen van de NMI-tool is er vooral gekeken naar een Excel-tool die ontwikkeld is door een consortium van WUR, Louis Bolk Instituut en HLB (Zwart et al., 2013), maar ook naar tools van Agrifirm en Eurofins-agro. De tool was in eerste instantie beschikbaar voor de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en boomkwekerij. In de loop van de tijd zijn o.a. de volgende wijzigingen / uitbreidingen aangebracht:

- Vervanging Excel-bestand door online-applicatie in 2017 (later is de online-applicatie nog eens vervangen door een andere versie);
- Uitbreidingen van de tool naar de fruitteelt (in 2018/2019) en glastuinbouw (**bijlage 1**);
- Uitbreiding van de tool naar Zuid Europa in 2019 (**bijlage 2**);
- Uitbreiding van de tool met flexibele bouwvoordiepte (2024);
- Uitbreiding van de lijst met organische meststoffen (2024);
- Verbetering van de lijst van EOS-aanvoer met gewasresten (2024);

- EOS-aanvoer groenbemesters afhankelijk van zaaitijdstip (2024);
- Verbetering selectiefuncties tabellen organische meststoffen en gewasresten (2024).

Inmiddels is OS-balans.nl een veelgebruikte tool in Nederland om een organische stofbalans op te stellen. Daarnaast is de aandacht voor koolstof in de bodem de laatste jaren sterk toegenomen, vanwege koolstofvastlegging als maatregel om het versterkte broeikaseffect tegen te gaan (klimaatmitigatie). Vanuit verschillende kanten zijn er vragen gekomen over de OS-Balans. Daarom is in deze notitie beschreven hoe de OS-Balans rekent en welke uitgangspunten daarvoor zijn gebruikt.

Globale opzet

De OS-Balans gebruikt de balansmethode om te bepalen of er een positieve of negatieve organische stofbalans is. Hierbij wordt de aanvoer van effectieve organische stof met gewasresten, groenbemesters, perspotjes (indien van toepassing) en organische meststoffen vergeleken met de afbraak van organische stof in de bodem. De gebruiker dient aan te geven welke gewassen zijn geteeld, hoe wordt omgegaan met gewasresten (of ze op het land achterblijven of worden afgevoerd), welke organische meststoffen worden aangevoerd en wat de hoogte van de gift is. Er worden ook enkele kenmerken van het bedrijf en/of het perceel opgevraagd, waaronder het organische stofgehalte van de bodem. Vervolgens wordt er op basis van databestanden met kengetallen over de EOS-aanvoer met gewasresten en organische meststoffen gerekend. Als de aanvoer groter is dan de afbraak is er sprake van een positieve organische stof balans. Wanneer de afbraak groter of gelijk is aan de aanvoer is er een negatieve organische stofbalans. Naast de OS-aanvoer wordt ook de P-aanvoer met organische meststoffen berekend en vergeleken met de (wettelijke) P-gebruiksnorm die van toepassing is voor telers in Nederland.

Aanvoer

De aanvoer wordt bepaald aan de hand van verschillende aanvoerposten: via gewassen, gewasresten, perspotjes, groenbemesters en organische mest. De EOS-waardes voor de verschillende akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen en organische meststoffen zijn overgenomen vanuit Handboek Bodem en Bemesting en van de gewaslijst die is gepubliceerd door Zwart et al. (2013). Gewassen en meststoffen die niet beschikbaar zijn via het Handboek Bodem en Bemesting zijn toegevoegd op basis van quickscans van literatuur en/of het raadplegen van experts. In het algemeen is dit beschreven in notities, met verantwoording en verwijzing naar de geraadpleegde bronnen, voor zover van toepassing. Zo zijn in de loop van de tijd notities opgesteld voor de fruitteelt (waarbij op basis van een quickscan van literatuur en experts schattingen voor de EOS-aanvoer zijn afgeleid uit eventueel aanwezige grasstroken en hoeveelheden bladval en snoeiafval; bijlage 1) en voor teelten in Zuid Europa (citrus, perzik, nectarine, abrikoos, meloen en watermeloen; bijlage 2), waarbij zowel gewasspecifieke informatie is verzameld uit de literatuur als dat berekeningen zijn uitgevoerd, rekening houdend met de afwijkende weersomstandigheden). Daarnaast zijn nog een aantal keer aanvullende vragen van gebruikers van de os-balans.nl gewassen en/of producten toegevoegd. Daarbij moet o.a. worden gedacht aan de biologische glasgroenten aubergine, chilipepers, courgette en komkommer (hiervoor zijn schattingen gemaakt op basis van informatie van een teeltadviseur), paksoi (o.a. op basis van een teelthandleiding en informatie over perspotjes), chrysanten (eveneens vnl gebaseerd op perspotjes, zie verder), bramen (daarvan is aangenomen dat het gelijk is aan frambozen), aspergeloof (daarvoor is informatie gebruikt uit een onderzoeksrapport, waarin de hoeveelheid loof van meerdere praktijkpercelen is gemeten; Postma et al., 2014) en organische producten, zoals houtsnippers (Tits & Lammens, 2017), veen en digestaat (Postma et al., 2013). Daarbij is steeds ofwel informatie verzameld in quick scans van literatuur en/of informatie opgevraagd bij teeltadviseurs of experts die de teelt goed kennen en een schatting hebben gemaakt van de hoeveelheid gewasresten die tijdens en na de teelt op de bodem achterblijft. Voor tomaat en paprika in de biologische kasteelten is de hoeveelheid EOS geschat op basis van Cuijpers et al. (2007).

Informatie over de EOS-aanvoer met perspotjes is afgeleid uit de plantdichtheid van de betreffende gewassen, de grootte van perspotjes en aannames over de eigenschappen van het veen dat is gebruikt als basis voor de perspotjes, zoals het soortelijk gewicht, organische stofgehalte en stabiliteit van de organische stof (zie bijlage).

Het is gewenst om de procedure voor het opnemen van nieuwe gewassen en/of meststoffen waarvoor geen gegevens bekend zijn te beschrijven in een protocol, waarbij ook duidelijk wordt gemaakt welke eisen aan deze data worden gesteld.

Afvoer (= afbraak bodem organische stof + afvoer met kluit)

De afvoer wordt bepaald door de som van de afbraak van organische stof en de eventuele kluitafvoer.

Afbraak

Het Handboek Bodem en Bemesting hanteert voor de afbraak van organische stof in de bodem van akkerbouwpercelen in Nederland voorsnag een hoeveelheid van 2000 kg EOS / ha per jaar . In de praktijk is de afbraak niet op alle percelen gelijk en afhankelijk van verschillende parameters. Wadman & De Haan (1997) hebben in een lange termijn experiment met een groot aantal grondmonsters afkomstig van bouwland een relatie afgeleid tussen het organische stofgehalte en de relatieve afbraaksnelheid van organische stof in de bodem. Deze relatie is door Zwart et al. (2013) gebruikt voor een tool die is ontwikkeld in opdracht van BO Akkerbouw. Voor de berekening van de afbraak van bodem organische stof in de tool os-balans.nl is dezelfde formule gebruikt als van Zwart et al (2013). Hierbij wordt de afbraak van organische stof (uitgedrukt in kg OS per ha per jaar) berekend op basis van het organische stofgehalte (%), de bouwvoordikte (cm), de bulkdichtheid (kg / m³) en de temperatuurcorrectie volgens de formule:

$$afbraak = organisch\ stofgehalte * bulkdichtheid * diepte\ bouwvoor * (a \ln organisch\ stofgehalte + b) * temperatuurcorrectie$$

De waarden voor a is -0.008934 en b is 0.038228 en zijn afgeleid van Zwart et al. (2013).

Voor de bouwvoordikte is in eerste instantie uitgegaan van een vaste dikte van 20 cm, die na de laatste aanpassing in 2024 inmiddels door de gebruiker ingesteld kan worden.

De bulkdichtheid wordt geschat met het organisch stofgehalte, waarbij voor kleigronden een andere formule wordt gehanteerd dan voor andere gronden:

$$bulkdichtheid = \begin{cases} \frac{1000}{0.02525 * os + 0.6541}, & \text{kleibodem} \\ \frac{1000}{c * os - d * os^3 - e * os^2 - f * os + g}, & \text{geen kleibodem} \end{cases}$$

Met os als organisch stofgehalte en c 0.00000067, d 0.00007792, e 0.00314712, f 0.06039523 en g 1.33932206.

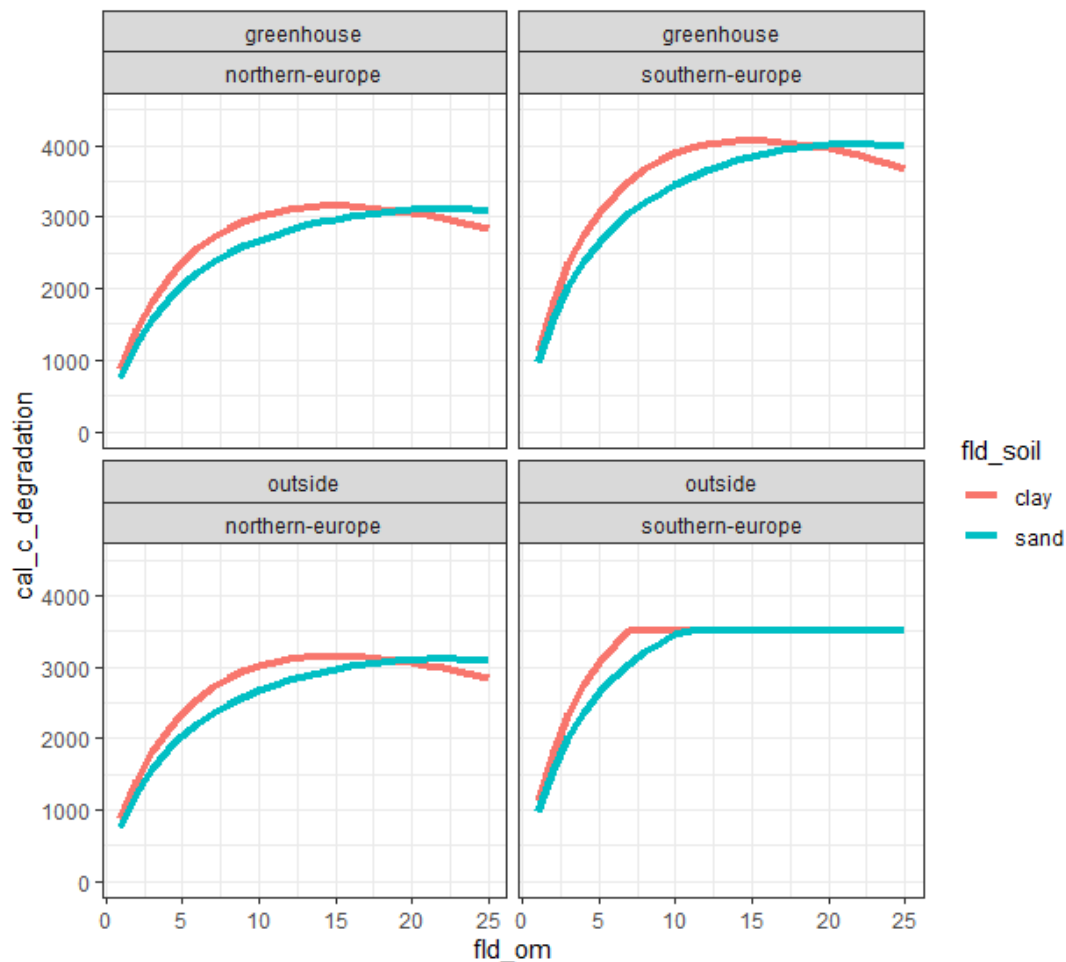
Voor balansen in Noord-Europa is een temperatuurcorrectie van toepassing. Deze correctie is evenals bij Zwart et al. (2013) gebaseerd op de Arrhenius vergelijking:

$$temperatuurcorrectie = 2^{\frac{gemiddelde\ jaartemperatuur - 13}{10}}$$

Voor Noord Europa staat de gemiddelde jaartemperatuur (°C) standaard op 9.3, maar is door de gebruiker in te stellen. Voor Zuid-Europa is de temperatuurcorrectie altijd 1.

Op basis van deze uitgangspunten is er sprake van een relatie tussen het organische stofgehalte en de afbraak van organische stof in de bodem. Door verschillende correcties voor temperatuur verschillen deze tussen Noord- en Zuid-Europa en tussen buitenteelten en kasteelten (figuur 1). Voor

de afbraak zijn maximale hoeveelheden ingesteld. De maximale afbraak voor kasteelten is begrensd op 4700 kg OS/ha/jaar en voor buitenteelten op 3500 kg OS/ha/jaar.



Figuur 1. Relatie tussen het organische stofgehalte (horizontale as) en de afbraak in kg OS/ha/jaar voor kasteelten (boven) en vollegrondsteelten (beneden) in Noord (links) en Zuid Europa, uitgaande van een bouwvoordikte van 20 cm.

Kluitafvoer

Van kluitafvoer is alleen sprake bij boomkwekerijgewassen. Bij deze gewassen is het de praktijk dat de bomen geoogst worden inclusief de kluit. Dat betekent dat grond, inclusief de organische stof, wordt afgevoerd. Bij de inschatting van de hoeveelheid organische stof die met kluiten wordt afgevoerd is een studie van Van Reuler & Pronk (2010) gebruikt als basis. De specifieke omstandigheden op een bedrijf kunnen leiden tot afwijkende hoeveelheden afvoer met kluiten. Daarom wordt aan gebruikers met een boomkwekerijgewas gevraagd om de dichtheid van het aantal bomen per hectare in te vullen. De hoeveelheid organische stof die met kluiten wordt afgevoerd wordt berekend aan de hand van een standaardkluit. Deze standaardkluit is een cilinder met een diameter van 30 cm en een diepte van 30 cm (de bouwvoor). De afvoer via de kluit kan dan berekend worden door de inhoud van de standaardkluit te vermenigvuldigen met de bulkdichtheid, het gehalte aan organische stof en het aantal bomen per hectare.

Literatuur

Brock C, Franko U, Oberholzer HR, Kuka K, Leithold G, Kolbe H & Reinhold J (2013) Humus balancing in Central-Europe – concepts, state of the art, and further challenges. *Journal of Plant Nutrition and Soils Science* 176, 3-11.

Cuijpers W, Van der Burgt GJ, Voogt W & Van Winkel A (2007) Bodem en bemesting; verslag Biokas 2005; LBI publicatienummer LB 16, Louis Bolk Instituut, Driebergen, 79 p.

Gobin A, Campling P, Janssen L, Desmet N, Van Delden H, Hurkens J, Lavell P & Berman S (2011). Soil organic matter management across the EU – best practices, constraints and trade-offs. Final report for the European Commission's DG Environment, September 2011.

Hénin S, Dupuis M (1945) Essai de bilan de la matière organique du sol. *Ann Agron* 15:17–19

Postma R, Van Rotterdam-Los D, Schils R, Zwart K, & Van Erp P (2013) Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI-rapport 1473.11, NMI, Wageningen, 88 p.
https://www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2020/03/Rapport_producten_mest-1473.pdf.

Postma R, Van Schöll L & Doppenberg GJ (2014) Naar een duurzame bemesting van asperge met minimale emissies. NMI-rapport 1515.N.13, Wageningen, 54 p.

Sofo A, Nuzzo V, Palese AM, Xiloyannis C, Celano G, Zukowskyj P & Dichio B (2005) Net CO₂ storage in mediterranean olive and peach orchards. In *Scientia Horticulturae* 107 (1), pp. 17–24. DOI: 10.1016/j.scienta.2005.06.001.

Tits M & Lammens B (2017) Koester de koolstof en verbeter de bodemkwaliteit met houtsnippers. Boerenbond, Management & Techniek 20, november 2017.

Van Reuler H & Pronk A (2010) Stikstof- en fosfaatafvoer met de kluit van boomkwekerijgewassen; PPO nr 32 36048100 / PT 12873. Lisse, 25 p.

VDLUFA (2014) Humusbilanzierung; eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt VDLUFA, Speyer, 21 pp.
<https://www.vdlufa.de/Dokumente/Veroeffentlichungen/Standpunkte/11-Humusbilanzierung.pdf>

Wadman WP & De Haan S (1997) Decomposition of organic matter from 36 soils in a long-term pot experiment; *Plant and Soil* 189, 289-301.

Zwart K, Kikkert A, Wolfs A, Termorshuizen A & Burgt GJ van den (2013) De organische stofbalans met de te verwachten stikstoflevering per teeltrotatie. Opzet en gebruikswijze van een rekenmodule. HLB, Wijster, 19 pp. <http://edepot.wur.nl/272649>.

Bijlage 1. Organische stofbalans fruitteelt

Aanleiding

NMI heeft een organische stofbalans ontwikkeld voor Planetproof-telers in open teelten die beschikbaar is via os-balans.nl. De balans dient te worden ingevuld door akkerbouwers, boomtelers en vollegrondsgroentetelers, maar voor de fruitteelt waren er onvoldoende gegevens beschikbaar. Daarom zijn fruittelers hiervan tot en met 2018 vrijgesteld. In de organische stofbalans wordt een vergelijking gemaakt tussen

- de afbraak van bodem organische stof. Deze hoeveelheid wordt berekend op basis van het organische stofgehalte en een relatie tussen het OS-gehalte en de afbraaksnelheid (Wadman & De Haan, 1997).
 - de aanvoer van effectieve organische stof met gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen. Veel van de gegevens over effectieve organische stof zijn afkomstig van <https://www.handboekbodembemesting.nl/nl/handboekbodembemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stof/Aanvoerbronnen-effectieve-organische-stof.htm>.
- ➔ De eis voor Milieukeur is dat de organische stofbalans positief is. Dit is het geval als de aanvoer van effectieve organische stof hoger is dan de afbraak van bodemorganische stof.

Aangezien er onvoldoende gegevens bekend zijn van de aanvoer van organische stof in de fruitteelt, zijn er op dit moment geen aanvoergegevens opgenomen en is er bij de fruitteelt altijd sprake van een negatieve organische stofbalans. Dit komt niet overeen met ervaringen en waarnemingen in de praktijk. Daarom wordt geprobeerd om gegevens over de aanvoer van effectieve organische stofbalans in de fruitteelt op basis van kennis en ervaring bij adviseurs te verzamelen. Dit dient te leiden tot een uitbreiding van de organische stofbalans naar de fruitteelt.

Hoe wordt de hoeveelheid effectieve organische stof bepaald?

De hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) is de hoeveelheid organische stof die 1 jaar na toediening nog resteert. Het is dus het relatief stabiele deel van de organische stof, die wordt afgeleid van de verse input van organische stof (voor plantaardig materiaal komt die voor 90-100 procent overeen met de hoeveelheid drogestof) vermenigvuldigd met de humificatie-coëfficiënt. De humificatie-coëfficiënt (HC) is de fractie (tussen 0 en 1) van organische stof die na 1 jaar nog resteert. De afbreekbaarheid, en dus ook de HC, kan behoorlijk verschillen tussen organische producten. Er zijn kengetallen beschikbaar voor verschillende typen materiaal. Voor vers blad en gras is die relatief laag (ca. 0,20; na 1 jaar resteert nog 20%) en voor houtig materiaal hoog (ca. 0,80; na 1 jaar resteert nog ca. 80 %). Als we informatie hebben over de hoeveelheid verse biomassa (uitgedrukt in kg drogestof per hectare) die in de fruitteelt jaarlijks op de bodem terecht komt, kunnen we m.b.v. de (zo nodig geschatte) HC's de hoeveelheid EOS-aanvoer berekenen.

Gegevens over aanvoer organische stof fruitteelt uit beschikbare literatuur

De informatie over de aanvoer van organische stof in de fruitteelt die beschikbaar is uit de literatuur is beperkt. We hebben het volgende gevonden, waarbij een aantal bronnen van aanvoer van vers organisch materiaal naar de bodem kunnen worden onderscheiden:

- Via bladval: de hoeveelheid zal afhangen van de leeftijd van de boomgaard en verschilt wellicht ook tussen fruitsoorten (hard- of zachtfruit, etc.). In een volgroeide boomgaard zou de hoeveelheid droge stof in blad 2000 kg per hectare bedragen (Blokma, 2003). Door dit te vermenigvuldigen met de HC kan de hoeveelheid EOS worden berekend.
- Via snoeiafval: ook deze hoeveelheid zal afhangen van de leeftijd van de boomgaard en de fruitsoort. Blokma (2003) schat deze hoeveelheid op 500 kg per hectare.
- Via grasbanen: inzaai van gras leidt tot een flinke organische stofopbouw in de bodem en daarom kunnen grasbanen in de fruitteelt een belangrijke bijdrage leveren aan de organische stofopbouw. Als het maaisel in de boomgaard achterblijft kan dit worden verhoogd. Blokma (2003) gaat uit van een 50% bedekking van het oppervlak in een boomgaard met grasbanen. In dat geval wordt zo'n 5000 kg drogestof aangevoerd.
- Organische mest en/of bodemverbeteraars: gebeurt slechts incidenteel (wordt opgevraagd aan gebruiker)
- Hout van stammen. Uit mail van Fruitconsult: 'Lastig punt is de overweging hoe je omgaat met het hout van de stammen. Dit wordt na 15-20 jaar (appels) of na 35-40 jaar (peren), vrij vaak afgevoerd als brandstof voor kassen etc. Echter, de totale houtproductie bestaat uit scheuten, meerjarige takken en de stammen. Deel van de droge stof die dmv stammen wordt afgevoerd, is dus relatief klein. Al met al lijkt de veronderstelling dat er jaarlijks 6-8 ton droge stof achter blijft, een hele redelijke. Hoe dit zich verhoudt tot effectieve organische stof is mij niet bekend.'

Vragen die aan experts zijn voorgelegd:

- Bovenstaande cijfers of aanvoer van droge stof met bladval, snoeiafval en grasbanen svp checken en zo nodig aanvullen / corrigeren.
- Welke situaties moeten we onderscheiden? (b.v. hard- en zachtfruit, wel of geen grasbanen, jonge aanplant en/of volgroeide boomgaard). Liefst zo weinig mogelijk, maar het moet recht doen aan de variatie die in de praktijk voorkomt. Telers moeten zich erin herkennen.

Informatie van experts:

Op 5 december 2018 heeft een overleg plaatsgehad met experts en adviseurs uit de fruitteelt van Fruitconsult, CAF en de Greenery, waarbij de hiervoor beschreven informatie is besproken. Een van de adviseurs gaf aan dat hij een aantal bomen heeft laten snoeien, waar de volgende resultaten uit naar voren zijn gekomen:

- 10 jaar oude perenboom: 3 kg vers materiaal per boom, ofwel 3×3000 (aantal bomen per hectare) = 9000 kg snoeiafval per hectare.
- 6 jaar oude appelboom (Golden): 1,5 kg vers materiaal per boom, ofwel $1,5 \times 3500$ (aantal bomen per hectare) = 5250 kg snoeiafval per hectare.

Het drogestofgehalte van het snoeiafval is naar verwachting ca. 70%.

De bomen worden jaarlijks gesnoeid en al het snoeiafval blijft in de boomgaard achter.

Steenfruit:

Voor pruimen zijn de gegevens vergelijkbaar aan die van peren.

Voor kersen is de hoeveelheid snoeiafval ca. 1,5 x die van peren.

Zachtfruit:

Rode bes: vergelijkbaar aan peren

Blauwe bes: 50% van niveau appels

De hoeveelheid hout bedraagt bij het opruimen van de boomgaard (eind levenscyclus) circa 40 ton vers hout per hectare. Bij 70% drogestof is dat ca. 28 ton drogestof per ha.

Literatuur

Bloksma J (2003; red.) Biologische appels en peren. Teeltmaatregelen voor kwaliteitsfruit. Louis Bolk Instituut publicatie nr. LF75, 220 pagina's + bijlagen.

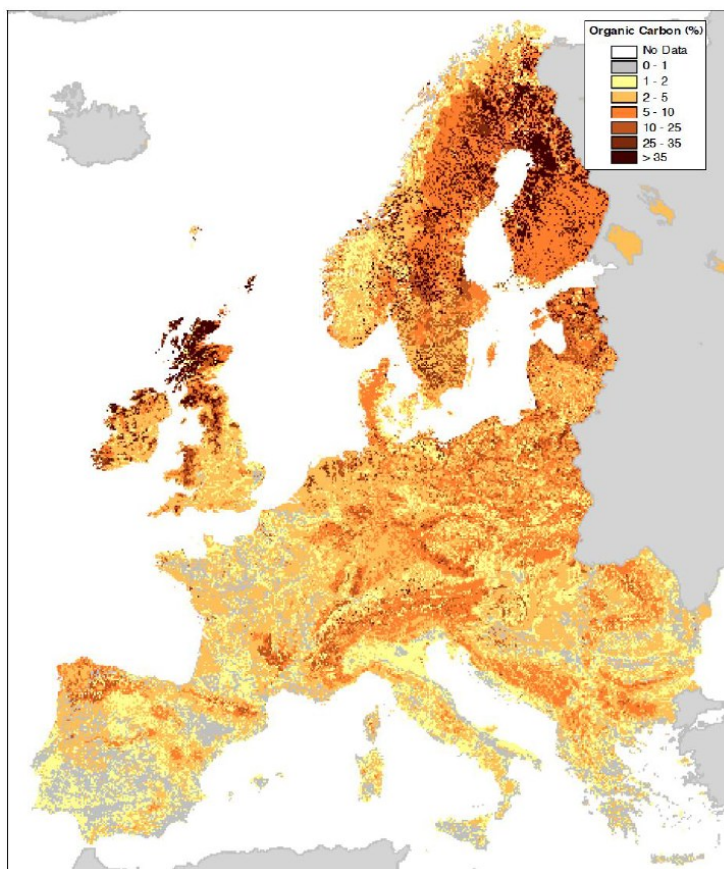
Lakso AN (2010) Estimating the environmental footprint of New York apple orchards. New York Fruit Quarterly 18, 1, 26-18

Bijlage 2. Uitbreiding OS-balans naar Zuid-Europa

Aanleiding

De organische stofbalans (OS-balans) is een hulpmiddel voor duurzaam bodembeheer, omdat het in beeld brengt wat de benodigde aanvoer van organische stof is om de afbraak van bodem organische stof te compenseren. Dit is de reden dat het sinds enkele jaren onderdeel is van het keurmerk 'On the way to PlanetProof' (voorheen Milieukeur). Dit houdt in dat boeren en tuinders die telen onder dat keurmerk een OS-balans op moeten stellen. Een tool voor het berekenen van de OS-balans op perceels- en bedrijfsniveau voor de open en bedekte teelten in Nederland is beschikbaar via OS-balans.nl en ontwikkeld door NMI in opdracht van SMK.

Voor de herziening van het PlanetProof schema Zuid-Europa wil SMK nagaan of de OS-tool geschikt gemaakt kan worden voor die regio. Aangezien de organische stofgehalten in Zuid Europa in het algemeen op een lager niveau liggen dan in Noord en Midden Europa (figuur 1) en op basis van een rapport van de EIP-Agri Focus group 'Soil organic matter in Mediterranean regions' (EIP, 2015), is aandacht voor het organische stofbeheer in Zuid Europa belangrijk.



Figuur 1. Overzicht van organische C-gehalten in landbouwgronden in Europa (bron: Jones et al., 2003).

SMK heeft aan NMI gevraagd welke mogelijkheden er zijn om de os-balans.nl ook beschikbaar te maken voor Zuid Europa. Aangezien de OS-balans is ontwikkeld voor Nederlandse omstandigheden en afgeleid is van data die in Nederland beschikbaar zijn gekomen, vraagt dat wel de nodige aandacht.

Vragen hebben met name betrekking op de volgende punten:

1. Kan de benadering van de organische stofbalans worden gebruikt voor een evaluatie van het organische stofbeheer buiten de Nederlandse landbouw (o.a. in Zuid Europa) of ligt een andere benadering meer voor de hand?
2. Zo ja, op welke punten moet de OS-balans worden aangepast aan de andere omstandigheden?
3. Welke waarden moeten worden gehanteerd voor de EOS-aanvoer bij de teelt van citrus, perzik, nectarine, abrikoos, meloen en watermeloen?

Ad 1. Bruikbaarheid van de OS-balans voor evaluatie van OS-beheer in Zuid Europa

Het concept van de organische stofbalans is ook buiten de Nederlandse landbouw bekend en wordt ook elders in Europa (en wellicht daarbuiten) gebruikt om het organische stofbeheer te evalueren. De organische stofbalans is een bekende tool in België (<https://www.bdb.be/begeleidendenota/GLB.pdf>) en Duitsland (zie o.a. VDLUFA, 2014) en ook in Frankrijk en Italië gebruikt men vergelijkbare benaderingen (b.v. Henin & Depuis, 1945; Sofo et al., 2005).

Brock et al. (2013) hebben een review-artikel geschreven over de achtergrond, de stand van zaken en verdere uitdagingen van verschillende vormen van de organische stofbalans in Midden Europa. Ze maakten onderscheid tussen tools die bedoeld zijn i) om de benodigde organische stofaanvoer te bepalen voor het op peil houden van het OS-gehalte en het productievermogen van de bodem en ii) om veranderingen in het C- of organische stofgehalte in de bodem in afhankelijkheid van het bodembeheer in uiteenlopende situaties kwantitatief te berekenen. De OS-balans die wordt gebruikt in 'on the way to planet proof', valt in de eerste categorie. Verder wordt in het genoemde artikel gewezen op het belang van validatie van de berekeningen in uiteenlopende situaties. Dat is in het bijzonder van belang als de tool wordt uitgebreid naar toepassingen buiten Nederland en naar nieuwe teelten die er nog niet in zitten, wat bijvoorbeeld het geval is voor de teelten van citrus, perzik, nectarine, abrikoos, meloen en watermeloen, die nu worden toegevoegd aan de OS-balans.

In een uitgebreide studie voor heel Europa, is de organische stofbalans gebruikt als tool om veranderingen in landgebruik op de organische stofhuishouding te kwantificeren (Gobin et al., 2011).

Een alternatieve methode voor de zeer eenvoudige OS-balans is het gebruik van rekenmodellen die het verloop van de organische stof over een langere periode kunnen berekenen (b.v. de Demetertool, <https://eloket.vlm.be/Demeter/>; die valt in de tweede categorie die Brock et al. (2013) bedoelde), maar daar is vaak meer invoer voor nodig, wat ten koste gaat van het gebruiksgemak.

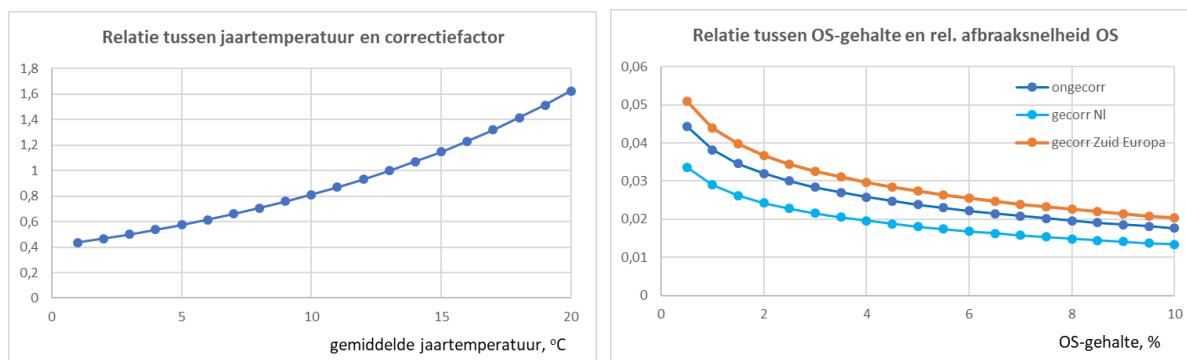
Conclusie

Op basis van de bekendheid van de OS-balans in andere Europese landen concluderen we dat de OS-balans ook voor Zuid Europa kan worden gebruikt om het organische stofbeheer te evalueren. Het zou goed zijn om in de toekomst aandacht te besteden aan de validatie van de adviezen onder uiteenlopende omstandigheden, waarbij de belangrijkste vraag is of negatieve OS-balansen (volgens de berekening) leiden tot een afname van OS-gehalten en positieve OS-balansen leiden tot een toename van OS-gehalten.

Ad 2a. Afbraaksnelheid bodem organische stof en temperatuurcorrectie

De relatieve afbraaksnelheid en de temperatuurcorrectiefactor voor het beschrijven van de afbraaksnelheid van bodem organische stof in de OS-balans die in eerste instantie alleen voor Nederlandse omstandigheden is ontwikkeld, zijn gebaseerd op een versie van de OS-balans die voorheen is ontwikkeld in opdracht van het toenmalige Productschap Akkerbouw (Zwart et al., 2013).

De relatieve afbraaksnelheid die daarin is gehanteerd is afgeleid van lange termijn onderzoek dat in het verleden op het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid is verricht (Wadman & De Haan, 1997). Daarin was sprake van een omgekeerd evenredig verband tussen het organische stofgehalte en de relatieve afbraaksnelheid: hoe hoger het OS-gehalte, hoe lager de rel. afbraaksnelheid (figuur 2b). Voor de omstandigheden in Nederlandse landbouwgronden is er een correctiefactor toegepast voor de gemiddelde jaartemperatuur op basis van de Arrhenius-vergelijking (9 °C; figuur 2a). Voor Zuid Europa zou een correctiefactor moeten worden toegepast op basis van de gemiddelde jaartemperatuur aldaar (13-16 °C voor laagland).



Figuur 2. Relatie tussen de gemiddelde jaartemperatuur en correctiefactor voor de afbraaksnelheid voor bodem organische stof (links; Arrhenius-vergelijking) en relatie tussen het OS-gehalte en de relatieve afbraaksnelheid (rechts), zoals die wordt gehanteerd in de huidige OS-balans, die ontwikkeld is voor Nederlandse omstandigheden.

In Frankrijk wordt voor organische stofbalansen een relatieve afbraaksnelheid van bodem organische stof gebruikt (K2) die afhankelijk is van pH, kalkgehalte en lutumgehalte van de bodem. Daarnaast wordt ook onderscheid gemaakt naar klimaatzones, waarbij de regio ten noorden van de Loire (ca. 2% per jaar) wordt onderscheiden van het zuiden (ca. 3% per jaar voor buitenteelten). De waarden voor K2 variëren tussen <1 en >4% (tabel 1).

Tabel 1. Waarden voor de relatieve afbraaksnelheid (K2) van bodem organische stof, in afhankelijkheid van bodemkenmerken (textuur, pH en kalkgehalte) en regio in Frankrijk.

Appréciation de la teneur en matière organique en fonction de la texture :

Appréciation de la teneur en matière organique	teneur en matière organique en %		
	texture grossière	texture moyenne	texture fine
Pauvre	< 1	< 2	< 2,5
Moyennement pourvue	1 à 1,5	2 à 2,5	2,5 à 3
Bien pourvue	> 1,5	> 2,5	> 3

Source Mémento fertilisation des cultures légumières, CTIFL, 1989

Valeurs de K2 en fonction des sols :

Types de sol	Argile, en ‰	Calcaire, en ‰	pH	K2, en % par an
Sableux neutre	50	2	7,0	2,0
Sableux acide	50	0	5,0	1,0
Sableux calcaire	50	100	8,0	1,7
Limon moyen	150	2	7,5	1,6
Limon argileux	220	2	7,5	1,3
Argile	380	2	7,5	1,0
Argilo-calcaire	300	150	8,0	0,7

Source Mémento fertilisation des cultures légumières, CTIFL, 1989, d'après J.C. REMY et A.MARIN-LAFLECHE, 1976

✓ le système de culture

Le système de culture va influencer sur le taux de minéralisation (K2) de la matière organique du sol et donc sur la perte annuelle.

ANSTETT donne les valeurs de K2 suivantes :

- 2 % en maraîchage de plein champ au nord de la Loire,
- 3 % en maraîchage de plein champ dans le Midi,
- 4 % en maraîchage sous abris (voir plus en sol léger).

Conclusie:

Voor de relatieve afbraaksnelheden van de organische stof in de bodem worden in Frankrijk waarden van 0,7-4% aangehouden, waarbij de afbraaksnelheid van 2% van toepassing is voor buitenteelten in Noord Frankrijk, 3% voor buitenteelten in Zuid Frankrijk en 4% voor kasteelten. In de huidige OS-balans is de afbraaksnelheid bij een OS-gehalte van 2% gelijk aan 3% (niet gecorrigeerd voor temperatuur) en bij lagere OS-gehalten hoger en bij hogere OS-gehalten lager dan 3%. Dit is dus vergelijkbaar met de vermelde, gemiddelde afbraaksnelheid in Zuid Frankrijk. Het lijkt daarom verantwoord de afbraaksnelheid voor bodem organische stof in het bestaande model, zonder toepassing van de temperatuurcorrectiefactor, te hanteren voor de berekeningen voor Zuid Europa.

Ad 2b. Afbraaksnelheid gewasresten en organische meststoffen

Het concept van de effectieve organische stof (berekend uit organische stof x humificatiecoëfficiënt), dat wordt gebruikt om de aanvoer van organische stof met gewasresten en organische meststoffen te kwantificeren, wordt ook toegepast in landen in andere landen, waaronder Zuid Europa (o.a. Kwiatkowska-Malina, 2018).

Zo wordt in Frankrijk gewerkt met de coëfficiënt (K1) voor de afbraaksnelheid van verse materialen. Hiervoor worden waarden van 0,08-0,2 gebruikt voor ondergrondse en bovengrondse plantendelen (tabel 2). Dit betekent dat na 1 jaar nog 8-20% van het oorspronkelijke hoeveelheid organische stof resteert. Dit is lager dan de waarde van 0,20-0,30 die voor plantaardige materialen in Nederland wordt gehanteerd.

Tabel 2. Humificatiecoëfficiënten (K1) die in Frankrijk worden gehanteerd voor uiteenlopende gewasresten.

Cultures	RESTITUTIONS OBLIGATOIRES (RACINES)							RESTITUTIONS FACULTATIVES (PARTIES AERIENNES)						
	k1 ³	Rendement moyen		Rendement bon		Rendement très bon		k1	Rendement moyen		Rendement bon		Rendement très bon	
		Tonne M.S/ha	kg humus	Tonne M.S/ha	kg humus	Tonne M.S/ha	kg humus		Tonne M.S/ha	kg humus	Tonne M.S/ha	kg humus	Tonne M.S/ha	kg humus
Bettrave sucrière	0.15	0.8	120	1.0	150	1.20	180	0.08	4.0	320	5.0	400	6.0	480
Pomme de terre	0.15	0.8	120	1.0	150	1.20	180	-	-	-	-	-	-	-
Maïs grain	0.15	2.0	300	3.0	450	4.00	600	0.1	4.0	480	6.0	720	7.0	840
Colza grain	0.15	2.0	300	2.5	375	3.00	450	0.15	5.0	750	6.0	900	7.0	1050
Luzerne (par an)	0.2	2.0	400	3.0	600	4.00	800	0.12	1.0	120	2.0	240	3.0	360
Pois conserve	0.15	1.5	225	2.0	300	2.50	375	0.08	2.5	200	3.5	280	4.0	320
Lin graine	0.15	1.2	180	1.6	240	2.00	300	0.2	1.5	300	2.0	400	2.5	500
Lin fibre	0.15	0.6	90	0.8	120	1.00	150	-	-	-	-	-	-	-
Blé	0.15	2.0	300	2.5	375	3.00	450	0.15	4.0	600	5.0	750	6.0	900
Orge	0.15	1.0	150	1.5	225	2.00	300	0.15	2.5	375	3.5	525	4.0	600
Escourgeon	0.15	2.0	300	2.5	375	3.00	450	0.15	3.0	450	4.0	600	4.5	675

Ook in Italië wordt gewerkt met het begrip humificatiecoëfficiënt, maar noemt men het isohumic coefficient (Celano et al., 2002; geciteerd in Sofo et al., 2005). Voor bladmateriaal wordt een waarde van 0,2 gebruikt en voor snoeiafval van 0,35.

Conclusies

Het concept waarbij de aanvoerposten op de organische stofbalans worden uitgedrukt in effectieve (gestabiliseerde) organische stof, wordt ook toegepast in andere landen, alleen worden daar soms andere humificatiecoëfficiënten gehanteerd. Zo lijken deze HC's in Frankrijk (8-20%) wat lager te zijn dan die wij in Nederland gebruiken. De Italiaanse waarden (20-35% voor respectievelijk bladeren en snoeiafval) liggen op een vergelijkbaar niveau dan de waarden die wij hanteren. Op basis hiervan, kunnen de waarden in de huidige OS-balans ook worden gebruikt voor Zuid Europa.

Ad. 3. EOS-aanvoer met nieuwe gewassen

De benodigde aanpassingen van de OS-tool voor de uitbreiding naar Zuid Europa hebben o.a. betrekking op het opnemen van gewassen die wel in Zuid Europa, maar niet in Nederland voorkomen. Dit extra gewassen die worden opgenomen in de versie voor Zuid Europa zijn citrus, perzik, nectarine, abrikoos, meloen en watermeloen.

Er is niet heel veel informatie in de literatuur beschikbaar over de hoeveelheid organische stof die deze gewassen op de bodem achterlaten. Voor zover het boomgewassen betreft (dat geldt voor citrus, perzik, nectarine en abrikoos) wordt er vooral organische stof achtergelaten door bladval, snoeiafval en eventueel ondergroei van gras of een groenbemester. In het kader van klimaatstudies is de laatste jaren vrij veel aandacht besteed aan de C-vastlegging in bomen, zoals in boomgaarden met citrus, etc. (b.v. Mota et al., 2010). Daarin wordt echter vaak geen onderscheid gemaakt naar de bodem- en de gewascomponent.

Citrus

Voor citrusboomgaarden, wordt daar in het algemeen onderscheid gemaakt naar sinaasappel (orange), citroen (lemon) en mandarijn (mandarin). De biomassaproductie bij citroen is in het algemeen veel hoger dan van sinaasappel en mandarijn. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de plantdichtheid bij sinaasappels en mandarijn in het algemeen hoger is dan bij citroen, zodat de verschillen op hectare-basis kleiner zijn dan op het niveau van boom. In onderstaande tabellen 3-5 zijn de vers- en drooggewichten van drie onderscheiden citrussoorten in bomen van 15 jaar oud weergegeven, waarbij een verdeling is gemaakt naar wortels, takken, stam, bladeren en fruit. Daaruit is de totale en jaarlijkse C-vastlegging afgeleid. Het betreft gegevens die zijn verzameld in de Spaanse regio Murcia (Mota et al., 2010).

Tabel 3. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 15 jaar oude citroen-boomgaard (Mota et al., 2010).

	Fresh weight	Dry weight	Humidity	% C	Carbon total	Carbon total	TREE TOTAL	
LEMON	(g Tree ⁻¹)	(g Tree ⁻¹)	%	(% Dry weight)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	26,833	13,953	48.00	43.87	174.9	1.7	6,121	22,446
Branches	17,000	8,898	47.66	44.23	112.4	1.1	3,935	14,430
Leaves+stalk	36,667	15,576	57.52	43.30	192.7	1.9	6,744	24,729
Fruit	200,000	26,540	86.73	42.51	322.3	3.2	11,282	41,368
Trunk	4,330	2,266	47.66	44.23	28.6	0.3	1,080	3,960
Total	284,830	67,233			831	8.3	29,163	106,933

Plantation density: 0.028 trees m²

Tabel 4. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 15 jaar oude sinaasappel-boomgaard (Mota et al., 2010).

	Fresh weight	Dry weight	Humidity	% C	Carbon total	Carbon total	TREE TOTAL	
ORANGE	(g Tree ⁻¹)	(g Tree ⁻¹)	%	(% Dry weight)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	7,555	2,420	67.97	44.13	44.8	0.4	1,068	3,916
Branches	6,217	3,362	45.93	44.13	62.3	0.6	1,483	5,439
Leaves+stalk	8,893	3,945	55.64	40.80	67.6	0.7	1,610	5,902
Fruit	100,000	20,568	82.86	41.90	362.0	3.6	8,618	31,599
Trunk	2,845	1,538	45.93	44.13	28.5	0.3	679	2,489
Total	133,510	31,833			565.2	5.6	13,458	49,345

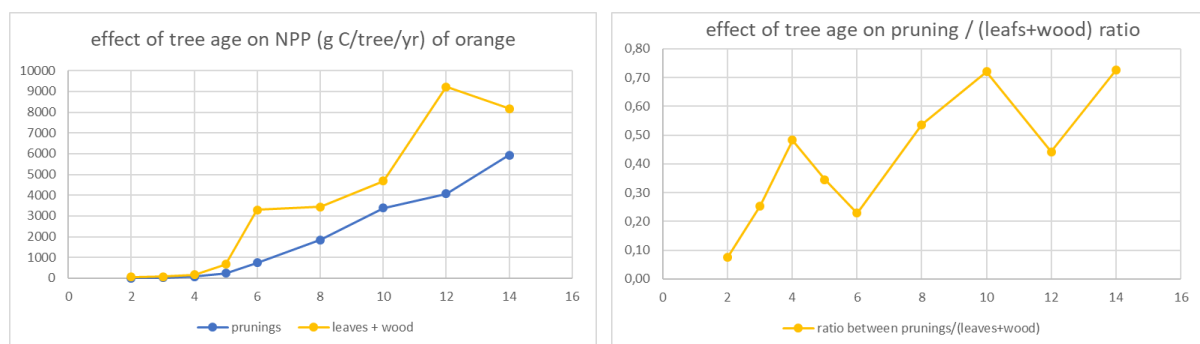
Plantation density: 0.042 trees m²

Tabel 5. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 15 jaar oude mandarijn-boomgaard (Mota et al., 2010).

MANDARIN	Fresh weight (g Tree ⁻¹)	Dry weight (g Tree ⁻¹)	Humidity %	% C (% Dry weight)	Carbon total (g m ⁻² year ⁻¹)	Carbon total (T he ⁻¹ year ⁻¹)	TREE TOTAL	
							g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	2,858	957	66.52	44.98	17.9	0.2	430.5	1578.5
Branches	1,050	632	39.78	44.98	11.8	0.1	284.4	1042.8
Leaves+stalk	4,667	2,239	52.02	40.57	37.8	0.4	908.4	3330.8
Fruit	80,000	15,496	80.63	43.50	280.8	2.8	6740.8	24716.3
Trunk	435	262	39.78	44.98	5	0.05	118	432
Total	89,010	19,587			353	3.5	8,482	31,101

Plantation density: 0.042 trees m²

In een andere studie is gekeken naar de netto productie van verschillende plantendelen van sinaasappelbomen van verschillende leeftijden (2-14 jaar), waarbij tevens de hoeveelheid snoeiafval in beeld is gebracht (Quinones et al., 2013). Uit een vergelijking van de hoeveelheid blad en hout (aan de boom) met de hoeveelheid snoeiafval en strooisel (het materiaal dat jaarlijks op de bodem terecht komt) blijkt dat beide hoeveelheden toenamen met een toename van de leeftijd van de boomgaard (figuur 3). De verhouding tussen de hoeveelheid blad en hout en de hoeveelheid snoeiafval stabiliseert min of meer op een niveau van 70% (figuur 3). Deze verhouding is gebruikt om op basis van de gegevens van Mota et al. (2010) ook de hoeveelheid biomassa af te leiden die jaarlijks op de bodem terecht komt.



Figuur 3. De jaarlijks geproduceerde hoeveelheid snoeiafval (prunings) en blad + hout (leaves+wood) met toenemende leeftijd van sinaasappelbomen (links) en de verhouding tussen de hoeveelheid snoeiafval enerzijds en blad+hout anderzijds (rechts). Afgeleid van data van Quinones et al., 2013.

Tabel 6. Berekende EOS-aanvoer met snoeiafval en bladval voor citrusfruit. De EOS-waarden zijn gebruikt voor de aanvoerposten op de OS-balans. HC= humificatiecoëfficiënt.

Gewas	Blad + hout kg DS/ha/yr	Snoeiafval kg DS/ha/yr	HC	EOS Kg EOS/ha/jr
Citroen	10833	7583	0,30	2275
Sinaasappel	5304	3713	0,30	1114
Mandarijn	1803	1262	0,30	380

In aanvulling op het snoeiafval, kan er ook nog organisch materiaal achterblijven in de vorm van een groenbemester of grasondergroei. Uit Montanaro et al. (2010) blijkt dat de hoeveelheid EOS die hiermee wordt aangevoerd ongeveer gelijk is aan 1120 kg EOS per ha.

Er wordt de laatste tijd veel aandacht besteed aan het bodembeheer in boomgaarden. Traditioneel worden gewasresten (zoals snoeiafval) vaak verwijderd en verbrand en wordt de grond kaal gehouden door middel van grondbewerking. In situaties waar meer aandacht wordt besteed aan het bodembeheer (b.v. bij de biologische teelt), wordt gras of een groenbemester geteeld tussen de rijen

en wordt snoeiafval op de bodem achtergelaten. In aanvulling daarop wordt soms ook nog compost of een organische meststof toegediend. Dit resulteert bij de biologische teelt van citrus in het algemeen in een hogere C-vastlegging dan bij de gangbare teelt (b.v. Novara et al., 2019; Vicente-Vicente, 2016; Gattinger et al., 2012).

Voor de citrusboomgaarden, hebben we daarom steeds drie scenario's onderscheiden (tabel 7):

- Een situatie waarbij de grond kaal wordt gehouden en snoeiafval wordt verwijderd;
- Een situatie waarbij de grond kaal wordt gehouden, maar snoeiafval achterblijft;
- Een situatie waarbij de bodem is begroeid met gras of een groenbemester en snoeiafval achterblijft.

Tabel 7. EOS-aanvoer (kg EOS/ha/jr) bij citrusboomgaarden, bij verschillende scenario's t.a.v. bodembeheer.

Gewas	Scenario t.a.v. bodembeheer		
	Kale grond, afvoer snoeiafval	Kale grond, achterlaten snoeiafval	Begroeide grond, achterlaten snoeiafval
Citroen	0	2275	3395
Sinaasappel	0	1114	2234
Mandarijn	0	380	1499

Perzik, nectarine en abrikoos

Ook voor perzik, nectarine en abrikoos zijn data verzameld door Mota et al. (2010). De gegevens zijn weergegeven in de tabellen 8, 9 en 10. Evenals bij citrus, zijn er alleen gegevens beschikbaar van de hoeveelheid biomassa in de bomen, niet van de biomassa die van de bomen op de bodem terecht komt.

Tabel 8. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 17 jaar oude perzik-boomgaard (Mota et al., 2010).

PEACH	Fresh weight	Dry weight	Humidity	% C	Carbon total	Carbon total	TREE TOTAL	
	(g Tree ⁻¹)	(g Tree ⁻¹)	%	(% Dry weight)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	15,308	9,832	35.77	48.02	268.9	2.7	4,721	17,312
Branches	4,200	2,259	46.22	45.56	58.9	0.6	1,029	3,773
Leaves	11,700	5,005	57.22	44.13	125.9	1.3	2,209	8,099
Fruit	78,000	8,182	89.51	46.84	218.5	2.2	3,833	14,053
Trunk	7,273	3,911	46.22	45.56	101.6	1.0	1,782	6,534
Total	116,481	25,122			773.8	7.7	13,574	49,771

Plantation density: 0.057 trees m²

Tabel 9. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 17 jaar oude nectarine-boomgaard (Mota et al., 2010).

NECTARINE	Fresh weight	Dry weight	Humidity	% C	Carbon total	Carbon total	TREE TOTAL	
	(g Tree ⁻¹)	(g Tree ⁻¹)	%	(% Dry weight)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	13,308	8,548	35.77	48.02	234.0	2.3	4,105	15,052
Branches	3,200	1,721	46.22	45.56	41.9	0.4	784	2,875
Leaves	9,700	4,150	57.22	44.13	52	0.5	1,831	6,714
Fruit	75,000	9,608	87.19	49.01	299.2	3	4,709	17,266
Trunk	5,273	2,836	46.22	45.56	80	0.8	1,292	4,738
Total	106,481	26,862			739.8	7	12,721	46,644

Plantation density: 0.057 trees m²

Tabel 10. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging in een 17 jaar oude abrikozen-boomgaard (Mota et al., 2010).

APRICOT	Fresh weight	Dry weight	Humidity	% C	Carbon total	Carbon total	TREE TOTAL	
	(g tree ⁻¹)	(g tree ⁻¹)	%	(% Dry weight)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	g C tree ⁻¹	g CO ₂ tree ⁻¹
Root	25,217	15,130	40.00	43.04	132.8	1.3	6,512	23,870
Branches	10,185	6,057	40.53	46.74	57.8	0.6	2,831	10,381
Leaves	12,081	5,074	58.00	45.13	46.7	0.5	2,290	8,396
Fruit	125,000	18,588	85.13	64.5	174.3	1.7	8,545	31,331
Trunk	10,297	6,134	40.53	46.74	58.5	0.6	2,867	10,512
Total	182,780	50,983			470.1	4.7	23,045	84,498

Plantation density: 0.0204 trees m²

Tabel 11. Gegevens over de hoeveelheid drogestof en effectieve organische stof (hier humus genoemd) die in een perzik-boomgaard achterblijft door bladval en snoeiafval. Er is onderscheid gemaakt naar jonge en oude boomgaarden en naar de boomvorm ('delayed vase' vs. 'transverse Y'). Bron: Sofo et al., 2005.

Carbon content and humus production from the decomposition of senescent leaves and pruning material of a young (years 1 and 2) and a mature (years 3–5) peach orchard trained to delayed vase

Orchard	Plant organ	Dry matter (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Fixed CO ₂ (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Isohumic coefficient	Humus (t ha ⁻¹ year ⁻¹)
Young	Senescent leaves	0.80	1.60	0.20	0.16
	Pruning material	0.33	0.60	0.35	0.12
	TOTAL	1.13	2.07	–	0.28
Mature	Senescent leaves	3.28	6.00	0.20	0.66
	Pruning material	4.76	8.71	0.35	1.67
	TOTAL	8.04	14.71	–	2.33

Each value represents the mean of six measurements from plants randomly selected in the orchard.

Table 3

Carbon content and humus production from the decomposition of senescent leaves and pruning material of a young (years 1 and 2) and a mature (years 3–5) peach orchard trained to transverse Y

Orchard	Plant organ	Dry matter (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Fixed CO ₂ (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Isohumic coefficient	Humus (t ha ⁻¹ year ⁻¹)
Young	Senescent leaves	1.51	2.76	0.20	0.30
	Pruning material	0.93	1.70	0.35	0.33
	Total	2.44	4.47	–	0.63
Mature	Senescent leaves	5.44	9.96	0.20	1.09
	Pruning material	8.52	15.59	0.35	2.98
	Total	13.96	25.55	–	4.07

Each value represents the mean of six measurements from plants randomly selected in the orchard.

De informatie over de verhouding tussen snoeiafval en (afgestorven) bladeren bij perzik (4760/3280 = 1,45; afkomstig uit Sofo et al., 2005) is gebruikt om op basis van de gegevens van Mota et al. (2010) ook een inschatting te maken van de hoeveelheid snoeiafval die bij nectarine en abrikoos vrijkomt. De gegevens zijn weergegeven in tabel 12.

Tabel 12. Overzicht van de hoeveelheid EOS bij abrikoos, perzik en nectarine, afkomstig van bladval en snoeiafval. Afgeleid van data van Sofo et al. (2005; alleen perzik) en Mota et al. (2010).

gewas	Gewasonderdeel	Drogestof, kg ds/ha/jaar	HC	EOS, kg EOS/ha/jaar
Abrikoos	Bladval	1035	0,2	207
	Snoeiafval	1562	0,35	547
				754
Pezik	Bladval	3280	0,2	656
	Snoeiafval	4760	0,35	1666
				2322
Nectarine	Bladval	2366	0,2	473
	Snoeiafval	3569	0,35	1249
				1722

Evenals bij citrus kan ook bij deze gewassen weer onderscheid worden gemaakt naar scenario's van bodembeheer, waarbij de bodem kaal wordt gehouden of begroeid blijft en waarbij snoeiafval achterblijft of wordt verwijderd.

Ook hier wordt gewerkt met de EOS-aanvoer van 1120 kg EOS/ha/jaar als gras of een groenbemester wordt geteeld tussen de rijen.

Meloen en watermeloen

Data van de EOS-aanvoer met meloen en watermeloen kunnen worden afgeleid van Mota et al. (2010) en informatie die beschikbaar is vanuit Frankrijk (Chambre d'agriculture Languedoc Roussillon, 2011).

Tabel 13. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging bij de teelt van meloen (Mota et al., 2010).

	Fresh weight	Dry weight	Humidity	%C	Carbon total	Carbon total	PLANT TOTAL	
MELON	(Plant g ⁻¹)	(Plant g ⁻¹)	%	(Dry weight %)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	C g plant ⁻¹	CO ₂ g plant ⁻¹
Root	23.6	5	80.53	39.69	2	0.02	2	7.3
Stalk	1071	134	87.47	33.62	45.1	0.5	45.1	165.4
Leaves	764	90	88.17	36.72	33	0.3	33.0	121.0
Fruit	2972	319	89.25	43.43	138.5	1.4	138.5	507.8
Total	4,831	549			219	2	219	802

Plantation density: 1 plant m²

Tabel 14. Vers- en drooggewicht en C-vastlegging bij de teelt van watermeloen (Mota et al., 2010).

	Fresh weight	Dry Weight	Humidity	C %	Carbon total	Carbon total	PLANT TOTAL	
WATERMELON	(Plant g ⁻¹)	(Plant g ⁻¹)	%	(Dry weight %)	(g m ⁻² year ⁻¹)	(T he ⁻¹ year ⁻¹)	C g plant ⁻¹	CO ₂ g plant ⁻¹
Root	46.8	8.5	81.87	37.83	1.3	0.01	3.2	11.73
Stalk	2,369	285	87.99	39.29	45	0.5	112	411
Leaves	2,691	322	88.05	37.54	48	0.5	121	444
Fruit	15,989	398	97.51	42.71	68	1	170	623
Total	21,096	1,013			162	1.6	406	1,489

Plantation density: 0.4 plants m²

Tabel 15. Humificatiecoëfficiënten voor enkele gewassen (Bron: Chambre d'agriculture Languedoc Roussillon, 2011).

Culture	Résidus	Rendement tonne de matière sèche/ha	Coefficient isohumique, K1 (% de la matière sèche)	Restitutions humiques attendues (kg d'humus /ha/an)	Restitutions humiques retenues (kg d'humus /ha/an)
Blé dur	Racines	2 à 3	15 %	300 à 450	375
	Pailles	2 à 4	15 %	300 à 600	450
Tournesol (CA11)	Racines + Pailles				240
Melon (ITAB, 2001 ; CEHM* 2011)	Partie aérienne	3,3	13,5 %	445	445
	Fruits*	0.2			

* communication personnelle. CA11 : Chambre d'Agriculture de l'Aude, CA66 : Chambre d'Agriculture du Roussillon, CEHM : Centre d'Expérimentation Horticole de Marsillargues.

De in tabel 15 vermelde humificatiecoëfficiënten (hier K1 en coefficient isohumique genoemd) zijn lager dan de waarden die hiervoor bij ons in omloop zijn. Zo wordt hier voor tarwestro een HC van 15% gehanteerd, terwijl bij ons wordt gewerkt met waarden van 30% (zie voor een overzicht van HC's voor gewasresten <https://www.handboekbodembemesting.nl/nl/handboekbodembemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stof/Kengetallen-organische-stof.htm>). De waarde voor meloen is met 13,5% ook vrij laag en daarom hebben wij met een iets hogere waarde van 20% gerekend, die ook voor bladmateriaal van andere gewassen wordt gehanteerd. Zo komen we tot de EOS-hoeveelheden voor meloen en watermeloen (tabel 16).

Tabel 16. Waarden voor de hoeveelheid drogestof, humificatiecoëfficiënten (HC) en effectieve organische stof (EOS) die zijn gehanteerd voor meloen en watermeloen.

Gewas	Drogestof, kg ds/ha/jaar	HC	EOS, kg EOS/ha/jaar
meloen	3300	0,2	660
watermeloen	2428	0,2	486

Literatuur

- Aguilera, Eduardo; Lassaletta, Luis; Gattinger, Andreas; Gimeno, Benjamín S. (2013): Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis. In *Agriculture, Ecosystems & Environment* 168, pp. 25–36. DOI: 10.1016/j.agee.2013.02.003.
- Arbo Bio Infos (1999).
- Baldi, E.; Cavani, L.; Margon, A.; Quartieri, M.; Sorrenti, G.; Marzadori, C.; Toselli, M. (2018): Effect of compost application on the dynamics of carbon in a nectarine orchard ecosystem. In *The Science of the total environment* 637-638, pp. 918–925. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.093.
- Brock C, Franko U, Oberholzer HR, Kuka K, Leithold G, Kolbe H & Reinhold J (2013) Humus balancing in Central-Europe – concepts, state of the art, and further challenges. *Journal of Plant Nutrition and Soils Science* 176, 3-11.
- Canali, S.; Di Bartolomeo, E.; Trinchera, A.; Nisini, L.; Tittarelli, F.; Intrigliolo, F. et al. (2009): Effect of different management strategies on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. In *Soil Use and Management* 25 (1), pp. 34–42. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2008.00191.x.
- Chambre d'agriculture Languedoc Roussillon (2011). Guide des produits organiques utilisables en Languedoc-Roussillon - Tome 1, 123 p. Zie <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/guide-des-produits-organiques-utilisables-en-languedoc-roussillon-tome-1/>.
- Domingo Martínez, X. (2010): Effects of irrigation and nitrogen application on vegetative growth, yield and fruit quality in peaches (*Prunus persica* L. Batsch cv. Andross) for processing.
- EIP (2015) Soil organic matter in Mediterranean regions; final report of the EIP-Agri Focus group, 39 pp.
- Gobin A, Campling P, Janssen L, Desmet N, Van Delden H, Hurkens J, Lavell P & Berman S (2011). Soil organic matter management across the EU – best practices, constraints and trade-offs. Final report for the European Commision's DG Environment, September 2011.
- Hondebrink, M. A.; Cammeraat, L. H.; Cerdà, A. (2017): The impact of agricultural management on selected soil properties in citrus orchards in Eastern Spain: A comparison between conventional and organic citrus orchards with drip and flood irrigation. In *The Science of the total environment* 581-582, pp. 153–160. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.087.
- Jones RA, Hiederer R, Rusco E, Loveland PJ & Montanarella L (2004) The map of organic carbon in topsoils in Europe, version 1.2, September 2003; Explanation of Special Publication Ispra 2005, no 72 (S.P.I.04.72). European Soil Bureau Research Report No. 17, Eur 21209 En, 26 pp. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.
- Kwiatkowska-Malina J (2018) Qualitative and quantitative soil organic matter estimation for sustainable soil management. *Journal of Soils and Sediments* 18, 2801-2812.
- Leclerc, Blaise: article_Echo_mo_11.
- Montanaro, Giuseppe; Dichio, Bartolomeo; Briccoli Bati, Caterina; Xiloyannis, Cristos (2012): Soil management affects carbon dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. In *Agriculture, Ecosystems & Environment* 161, pp. 46–54. DOI: 10.1016/j.agee.2012.07.020.
- Montanaro, Giuseppe; Tuzio, Angelo C.; Xylogiannis, Evangelos; Kolimenakis, Antonis; Dichio, Bartolomeo (2017a): Carbon budget in a Mediterranean peach orchard under different management practices. In *Agriculture, Ecosystems & Environment* 238, pp. 104–113. DOI: 10.1016/j.agee.2016.05.031.
- Montanaro, Giuseppe; Xiloyannis, Cristos; Nuzzo, Vitale; Dichio, Bartolomeo (2017b): Orchard management, soil organic carbon and ecosystem services in Mediterranean fruit tree crops. In *Scientia Horticulturae* 217, pp. 92–101. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.01.012.
- Mota, C.; Alcaraz-López, C.; Iglesias, M.; Martínez-Ballesta, M. C.; Carvajal, M. (2010): Investigation into CO₂ absorption of the most representative agricultural crops of the region of Murcia.
- Novara, A.; Pulido, M.; Rodrigo-Comino, J.; Di Prima, S.; Smith, P.; Gristina, L. et al. (2019): Long-term organic farming on a citrus plantation results in soil organic carbon recovery. In *CIG* 45 (1), p. 271. DOI: 10.18172/cig.3794.

- Pergola, Maria; Persiani, Alessandro; Pastore, Vittoria; Palese, Assunta Maria; Arous, Aissa; Celano, Giuseppe (2017): A comprehensive Life Cycle Assessment (LCA) of three apricot orchard systems located in Metapontino area (Southern Italy). In *Journal of Cleaner Production* 142, pp. 4059–4071. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.10.030.
- Quiñones, Ana; Martínez-Alcántara, Belén; Font, Antonio; Forner-Giner, M. Ángeles; Legaz, Francisco; Primo-Millo, Eduardo; Iglesias, Domingo José (2013): Allometric Models for Estimating Carbon Fixation in Citrus Trees. In *Agronomy Journal* 105 (5), p. 1355. DOI: 10.2134/agronj2013.0015.
- Sofo, Adriano; Nuzzo, Vitale; Palese, Assunta Maria; Xiloyannis, Cristos; Celano, Giuseppe; Zukowskyj, Paul; Dichio, Bartolomeo (2005): Net CO₂ storage in mediterranean olive and peach orchards. In *Scientia Horticulturae* 107 (1), pp. 17–24. DOI: 10.1016/j.scienta.2005.06.001.
- Toselli, Moreno; Baldi, Elena; Cavani, Luciano; Mazzon, Martina; Quartieri, Maurizio; Sorrenti, Giovambattista; Marzadori, Claudio (2019): Soil-plant nitrogen pools in nectarine orchard in response to long-term compost application. In *The Science of the total environment* 671, pp. 10–18. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.241.
- VDLUFA (2014) Humusbilanzierung; eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt VDLUFA, Speyer, 21 pp.
<https://www.vdlufa.de/Dokumente/Veroeffentlichungen/Standpunkte/11-Humusbilanzierung.pdf>
- Vicente-Vicente, José Luis; García-Ruiz, Roberto; Francaviglia, Rosa; Aguilera, Eduardo; Smith, Pete (2016): Soil carbon sequestration rates under Mediterranean woody crops using recommended management practices: A meta-analysis. In *Agriculture, Ecosystems & Environment* 235, pp. 204–214. DOI: 10.1016/j.agee.2016.10.024.
- Wadman WP & De Haan S (1997) Decomposition of organic matter from 36 soils in a long-term pot experiment; *Plant and Soil* 189, 289-301.
- Zwart K, Kikkert A, Wolfs A, Termorshuizen A & Burgt GJ van den (2013) De organische stofbalans met de te verwachten stikstoflevering per teeltrotatie. Opzet en gebruikswijze van een rekenmodule. HLB, Wijster, 19 pp.
<http://edepot.wur.nl/272649>.