

Οπωρώνας, μια αποθήκη C

Γιώργος Νάνος

Κλιματική αλλαγή

Θα προκαλέσει άνοδο της θερμοκρασίας αέρα και μείωση του υετού. Και αυτό με τη σειρά του θα προκαλέσει:

- αλλαγές στην ποιότητα και παραγωγικότητα (θετικές ή αρνητικές;)
- αύξηση της εξατμισοδιαπνοής και των αναγκών σε άρδευση
- πρωίμιση φαινολογικών σταδίων
- υψηλότερος κίνδυνος ανοιξιάτικων παγετών/ περισσότερο ακραίες κλιματικές συνθήκες
- μείωση του διαθέσιμου χειμερινού ψύχους που απαιτούν τα φυλλοβόλα

Κλιματική αλλαγή

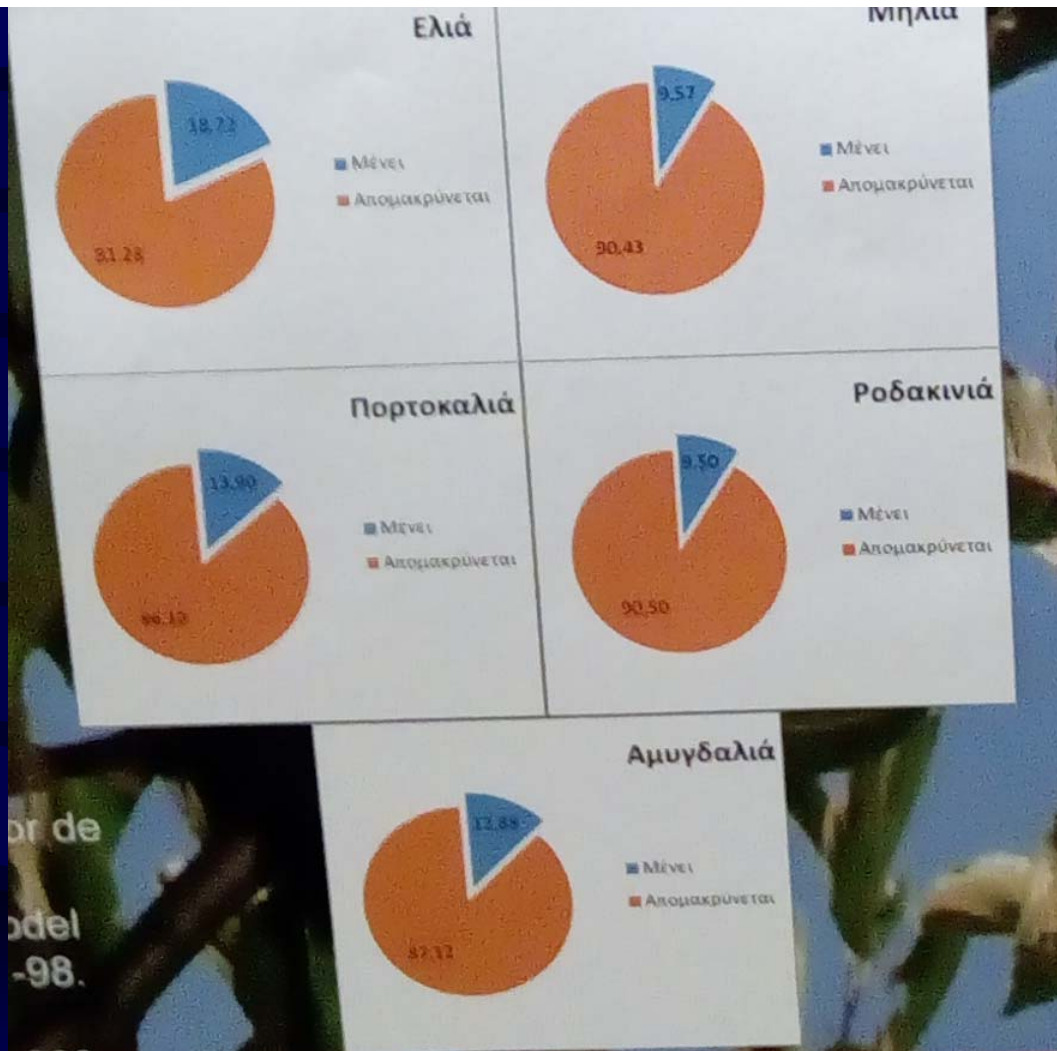
Πως την αντιμετωπίζω; (παραδείγματα δράσεων;)

- μείωση των αρνητικών συνεπειών
- προσαρμογή
- αποφυγή



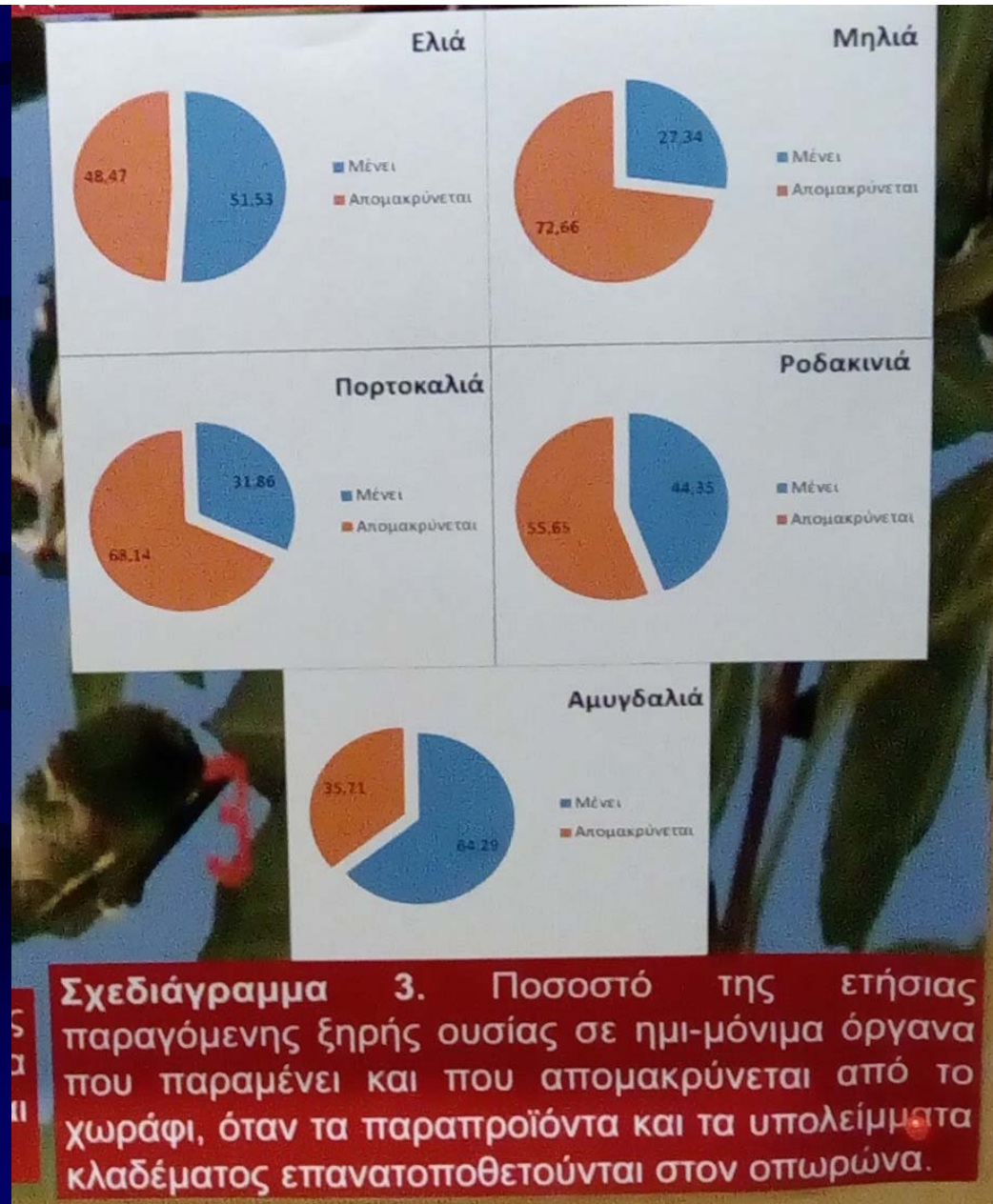
Σχεδιάγραμμα 1. Μάζα ξηρής ουσίας και CO₂ που παράγεται και απορροφάται αντίστοιχα από ένα εκτάριο ανά καλλιέργεια καρποφόρου δένδρου.

Συμβατική



Σχεδιάγραμμα 2. Ποσοστό της ετήσιας παραγόμενης ξηρής ουσίας σε ημι-μόνιμα όργανα που παραμένει και που απομακρύνεται από τον οπωρώνα.

Αειφόρος

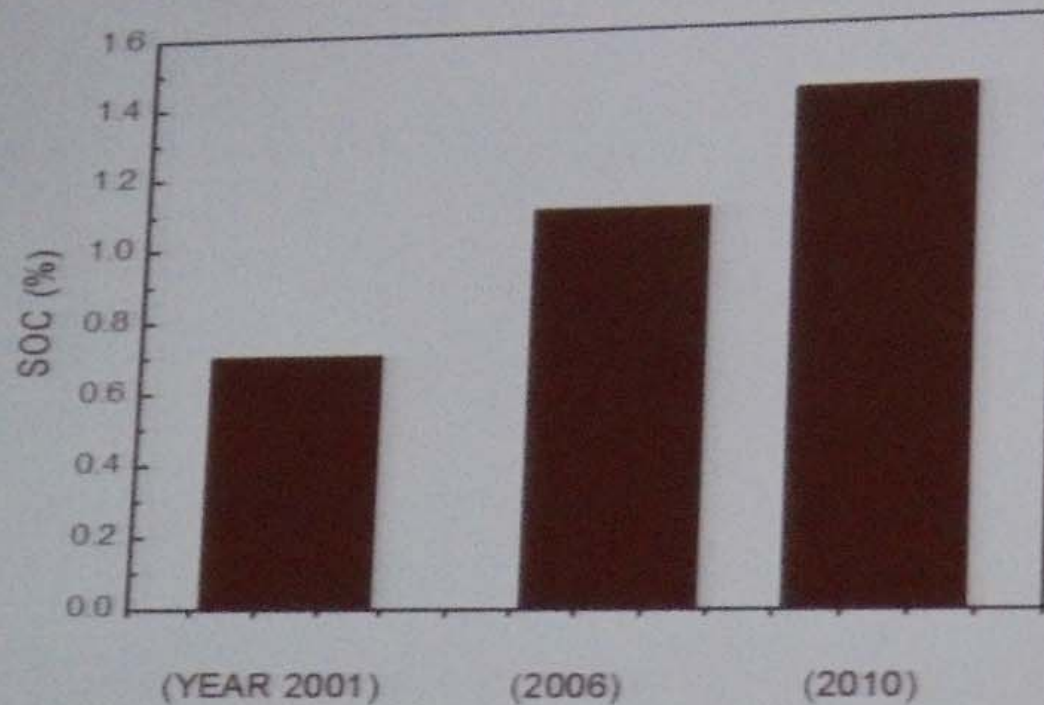


C στο έδαφος

- Για κάθε 1% αύξηση του οργανικού άνθρακα στο έδαφος (ποσοστό % οργανικής ουσίας στην εδαφοανάλυση), αποθηκεύονται 26 τόνοι CO₂ στο έδαφος. (στα πάνω 50 cm βάθος εδάφους με 1,4 πυκνότητα εδάφους)

Στους ελαιώνες της Κρήτης και Μεσσηνίας

SOC changes in olive orchard (approx. 5 t/ha/yr C input)



31,5 t/ha C
(30 cm depth, 1,46 t/m³ BD)

3,5 t/ha/yr C



oLIVE CLIMA - Pruned carbon footprint


-Pruned wood is on low average -2500 Kg d.w./Ha/year,
i.e. equivalent to -1000 Kg of heating oil, or...

-if most of it is shredded & spread on the olive grove floor-
it will provide 14Kg N, 2Kg P and 7Kg K/Ha (IOTSP)

The permanent structure of mature trees (root included)
may remove permanently from the air -15Kg CO₂/tree/year*.

SOM stores an unknown amount of C for unknown length of time

Can any of these provisions serve as carbon credit for olive oil?



oLIVE CLIMA - Results

Effect of oLIVE CLIMA on Environmental Performance

Olive trees and Environment - **Ecosystem Services** directly provided:

- Contribution to human nutrition - and to local economy (mills, etc.)
- Energy from pruned wood (primary wood, so far) as fuel replacement
- Nutrient's cycling (olive oil contains no N, P or K) so nothing goes out!
- Uptake of CO₂ and C storage, temporary and permanent in trunk and SOM.
- Erosion control.

And indirectly - via SOM increase: Water and nutrients retention, biodiversity in and on soil etc.

Βιολογικός οπωρώνας και εμπόριο C (HortSci 46 324, 2011)

- Βιολογικοί: ακτινιδεώνας, ημιεντατικός μηλεώνας, εντατικός μηλεώνας στη Ν. Ζηλανδία
- Τι εισροές και εκροές άνθρακα; Δεν μετρήθηκαν οι καρποί εδώ!
- Στους βιολογικούς οπωρώνες ‘αποθηκεύθηκαν’ 2,4 έως 5 τόνοι CO₂e / εκτάριο / έτος
- Πρέπει να πιστωθούν carbon credits?

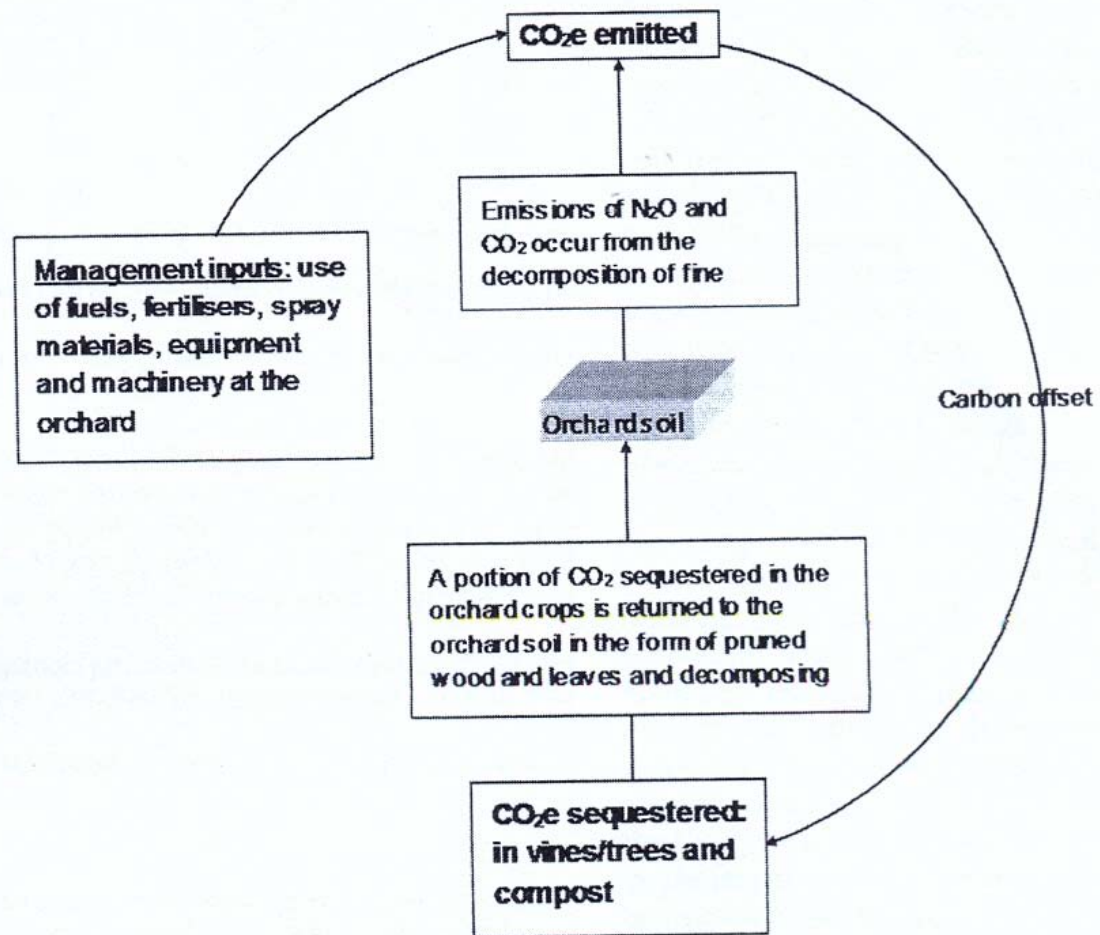


Fig. 1. Carbon cycle of an orchard system for carbon footprinting.

Table 1. Key description of model organic orchard systems for a typical production year.

Description	Kiwifruit (800 vines/ha)	Semi-intensive apple (800 trees/ha)	Intensive apple (1250 trees/ha)
Area	5 ha	10 ha	65 ha
Soil type	Volcanic loams	Alluvial loams	Alluvial loams
Irrigation	No	Yes	Yes
Lime sulfur	NA	127 kg/ha/year	406 kg/ha/year
Mineral oil	30 L/ha/year	20 L/ha/year	40 L/ha/year
Compost	8 t/ha/year	NA	NA
No. of mulchings	6/year	3/year	3/year
Yield	21 t/ha/year	36 t/ha/year	54 t/ha/year
No. of sprays	7/year	29/year	36/year
Diesel	198 L/ha/year	450 L/ha/year	619 L/ha/year
Tractor power	45 kW	50 kW	50 kW

NA = not applied.

Table 2. Key coefficients taken from the published literature.

Carbon emissions from inputs (kg CO ₂ /MJ)			
Diesel/mineral oil		0.08	
Rock phosphate		0.06	
Agricultural lime		0.43	
Electricity		0.06	
Machinery/equipment		0.08	
Agrichemicals		0.08	
Carbon flows of an orchard plant			
	Kiwifruit	Apple	Apple
	(500 vines/ha)	(800 trees/ha)	(1250 trees/ha)
Kilograms CO ₂ sequestered in individual plant (other than fruits)	27.46	29.47	21.05
Percent CO ₂ returned to the soil in the form of stem, leaves and decomposing roots ^z	83	76	76

^zThe remaining CO₂ constitutes a gain in the plant framework.

Source: Cornell University, 2007; Greer et al., 2003, 2004; Kroodsma and Field, 2006; Lakso et al., 2001; Tustin, 2007; Wells, 2001.

Table 3. Estimates of carbon fluxes associated with various processes in the model organic orchard systems.

Carbon-related processes	Organic orchard systems		
	Kiwifruit (500 vines/ha)	Apple (800 trees/ha)	Apple (1250 trees/ha)
Total CO ₂ sequestration ^z t/ha/year	19.6	23.6	26.3
CO ₂ sequestration in the biomass ^y t/ha/year	13.7	23.6	26.3
CO ₂ temporarily stored in the compost ^x t/ha/year	5.9	NA	NA
Total CO ₂ e emissions ^w t/ha/year	17.2	18.9	21.3
CO ₂ e emissions from the orchard soil ^v t/ha/year	14.4	15.1	16.5
CO ₂ e emissions from energy use ^u t/ha/year	2.8	3.8	4.8
CO ₂ ratio ^t	1.1	1.2	1.2
Net CO ₂ sequestration ^s t/ha/year	2.4	4.7	5.0

^zy + x.

^yCarbon acquired in photosynthesis minus carbon released in respiration, expressed as carbon dioxide by multiplying with a factor of 3.67.

^xThe temporary nature of this stored carbon is considered in carbon emissions, which takes place during decomposition of the applied compost.

^wv + u.

^vNitrous oxide emissions from orchard soil (from soil organic matter already present plus prunings and compost when applied) and carbon dioxide emissions from decomposed prunings and roots. In the kiwifruit system, 249 kg CO₂e/ha/year is in the form of nitrous oxide, 4 t CO₂ e/ha/year is from decomposing compost and the balance is from prunings and roots. In apples, 394 kg CO₂e/ha/year (800 trees/ha) and 122 kg CO₂e/ha/year (1200 trees/ha) is in the form of nitrous oxide. The balance is respectively emitted from the prunings and roots.

^uCarbon dioxide emissions from fossil energy use in management practices (direct and indirect). The direct energy is 21% for kiwifruit, 36% for semi-intensive apple, and 39% for intensive apple systems. The balance is the indirect energy for the respective systems.

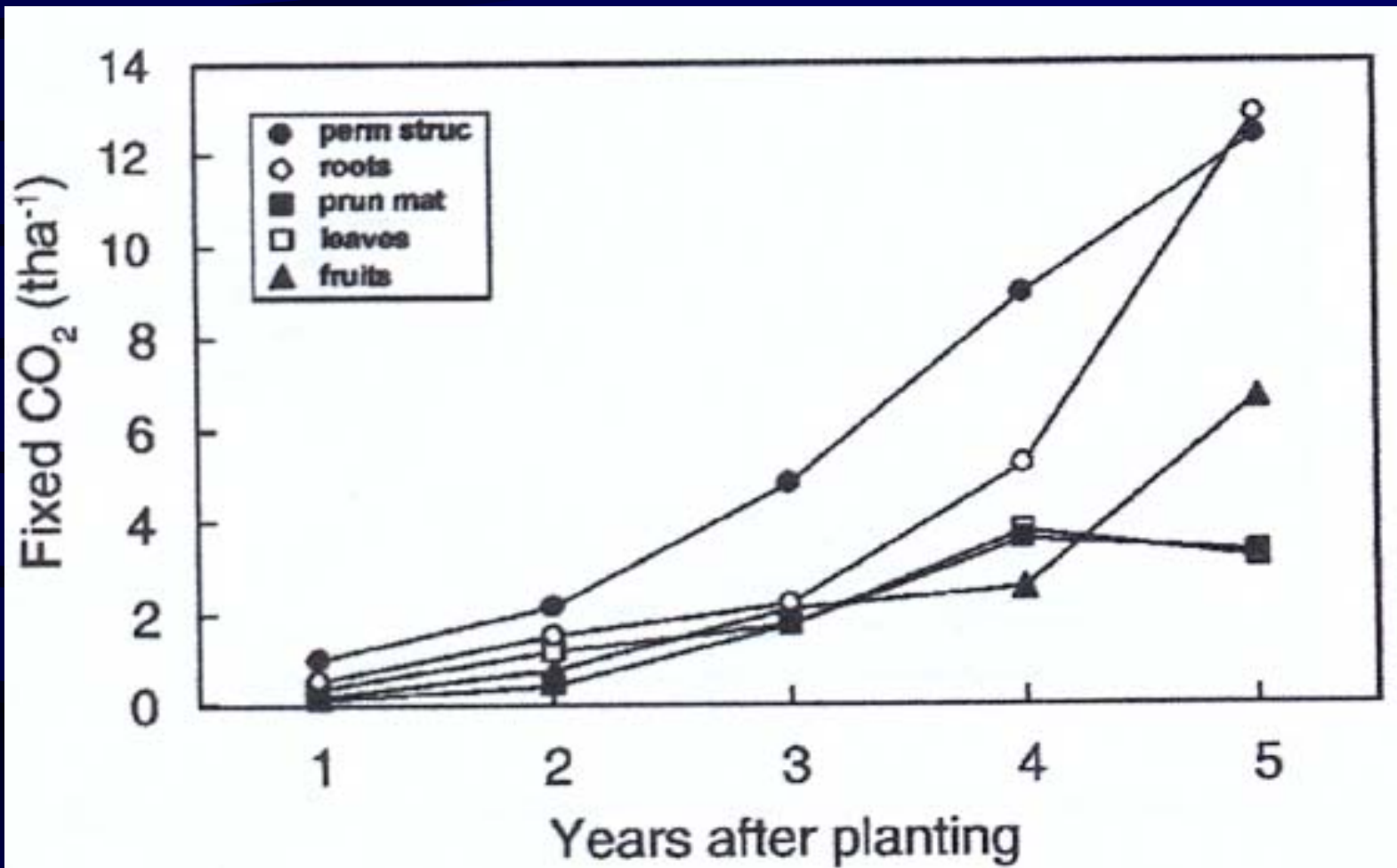
^tRatio of z and w. Indicates the carbon footprint (whether the organic orchard system is a net sink or source of carbon emissions)

^sz - w.

NA = compost not applied.

Αποθήκευση CO₂ σε ελαιώνες και ροδακινεώνες (SH 107 17 2005)

- **Νότια Ιταλία:** διάφοροι ελαιώνες και ροδακινεώνες, υπολογισμός ετήσιας δέσμευσης CO₂ και κατανομή στα φυτικά μέρη
- Στα πρώτα χρόνια του οπωρώνα το περισσότερο CO₂ στους βλαστούς και ρίζες, στους ώριμους οπωρώνες το περισσότερο CO₂ στα φύλλα, κλαδευτικά και καρπούς, άρα παραμένει λιγότερο στον οπωρώνα ετήσια
- Η ετήσια δέσμευση CO₂ και αποθήκευση C στην οργανική ουσία διέφερε ανάλογα το σύστημα διαμόρφωσης, πυκνότητα φύτευσης και καλλιεργητικές τεχνικές



Νεαρή ελιά: το 70% του C στους βλαστούς (ξύλο)

Peach cv Springcrest

**Delayed vase: 416 trees/ha
5^o έτος, 13 τη/ha καρπού**

**Transverse Y: 1111 trees/ha
5^o έτος, 33 τη/ha καρπού**

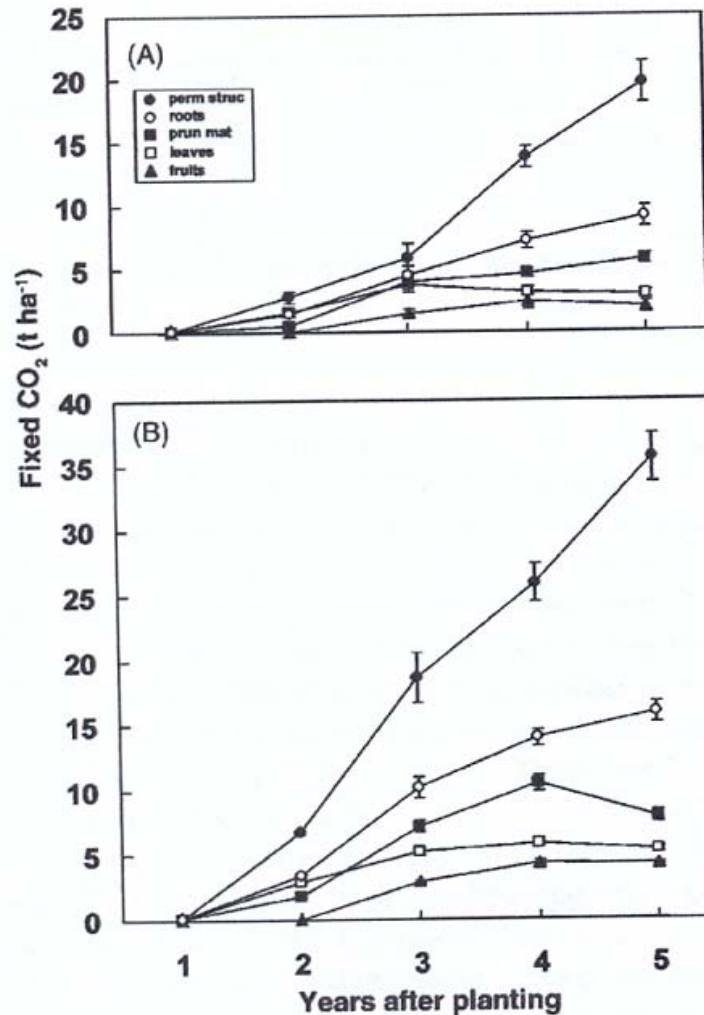
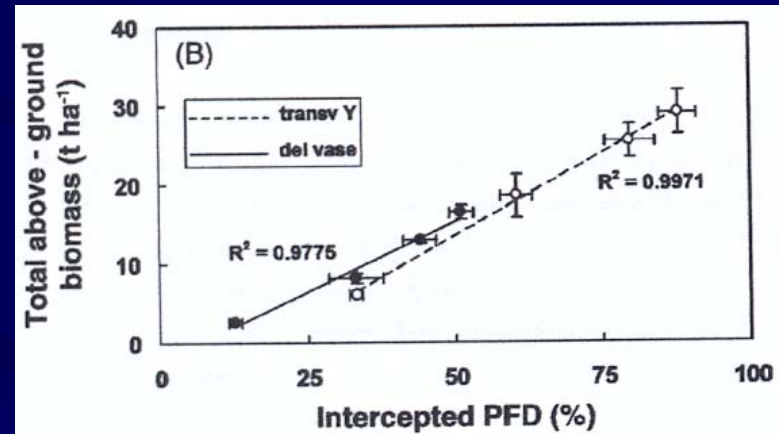
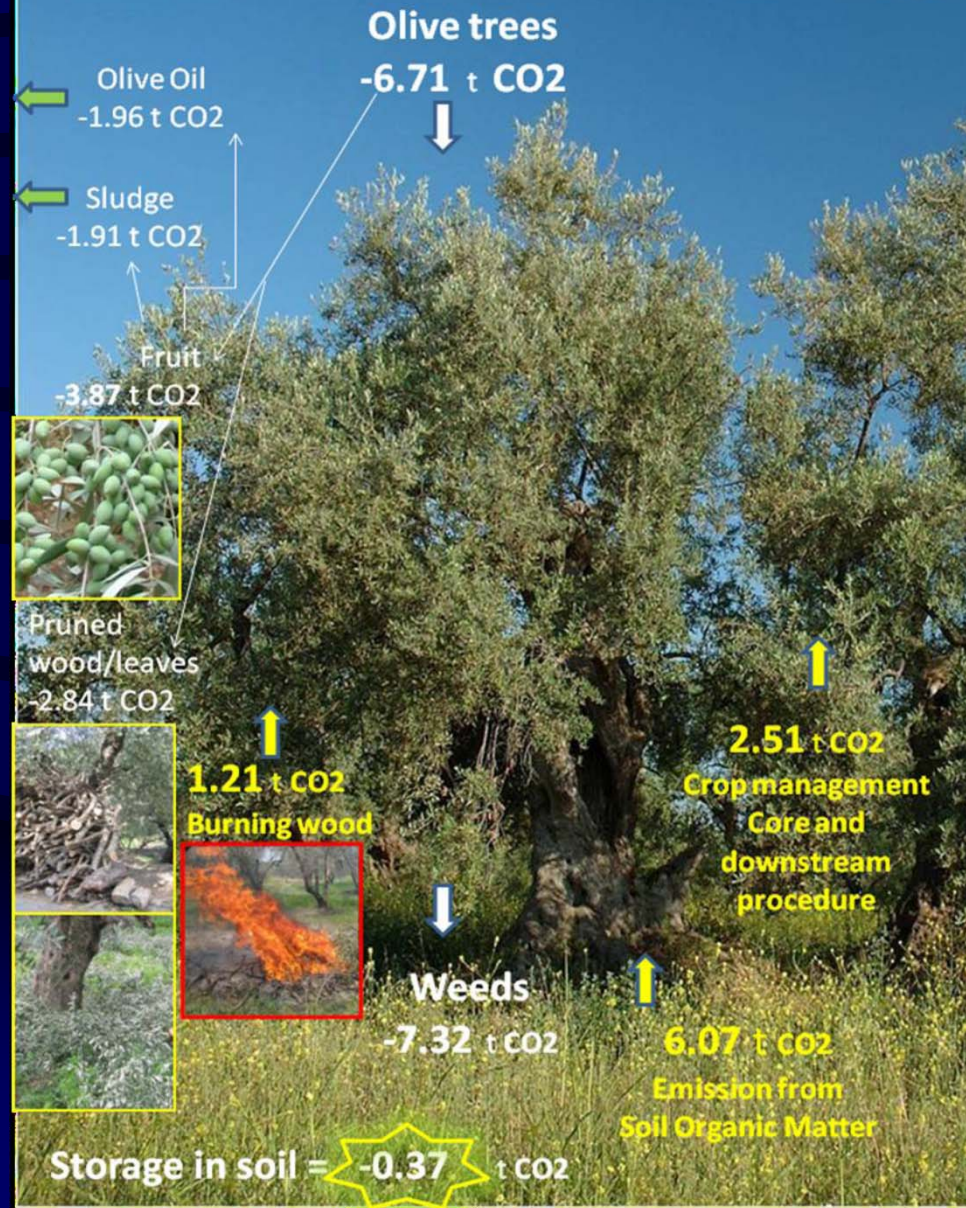


Fig. 3. CO₂ fixed in above-ground permanent structures, roots, pruning material, leaves and fruits of peach trees trained to delayed vase (A) and transverse Y (B). Each data point represents the mean of six measurements (\pm S.E.) from plants randomly selected in the orchard.



All data =/ Ha/year



Και για τα λοιπά οικοσυστήματα

- Η μείωση της αναμόχλευσης του εδάφους στις γραμμικές καλλιέργειες αυξάνει έως $8,9 \text{ g C/m}^2/\text{yr}$ στα πάνω 5 cm εδάφους.
- Στα φυσικά οικοσυστήματα επίσης αυξάνεται (ιδιαίτερα στα νεαρά successional οικοσυστήματα) έως $31,6 \text{ g C/m}^2/\text{yr}$
- Αλλά, παρότι ο C ενσωματώνεται στα συσσωματώματα του εδάφους σχετικά σταθερά (για χρόνια), με την αναμόχλευση (και καταστροφή των συσσωματωμάτων) αποδεσμεύεται πολύ γρήγορα (σε εβδομάδες)