



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS), strumento per la gestione sostenibile degli agro-ecosistemi



Prof. Andrea Sciarretta

Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise



Dott. Diletta Zangheri

Consorzio Italbiotec

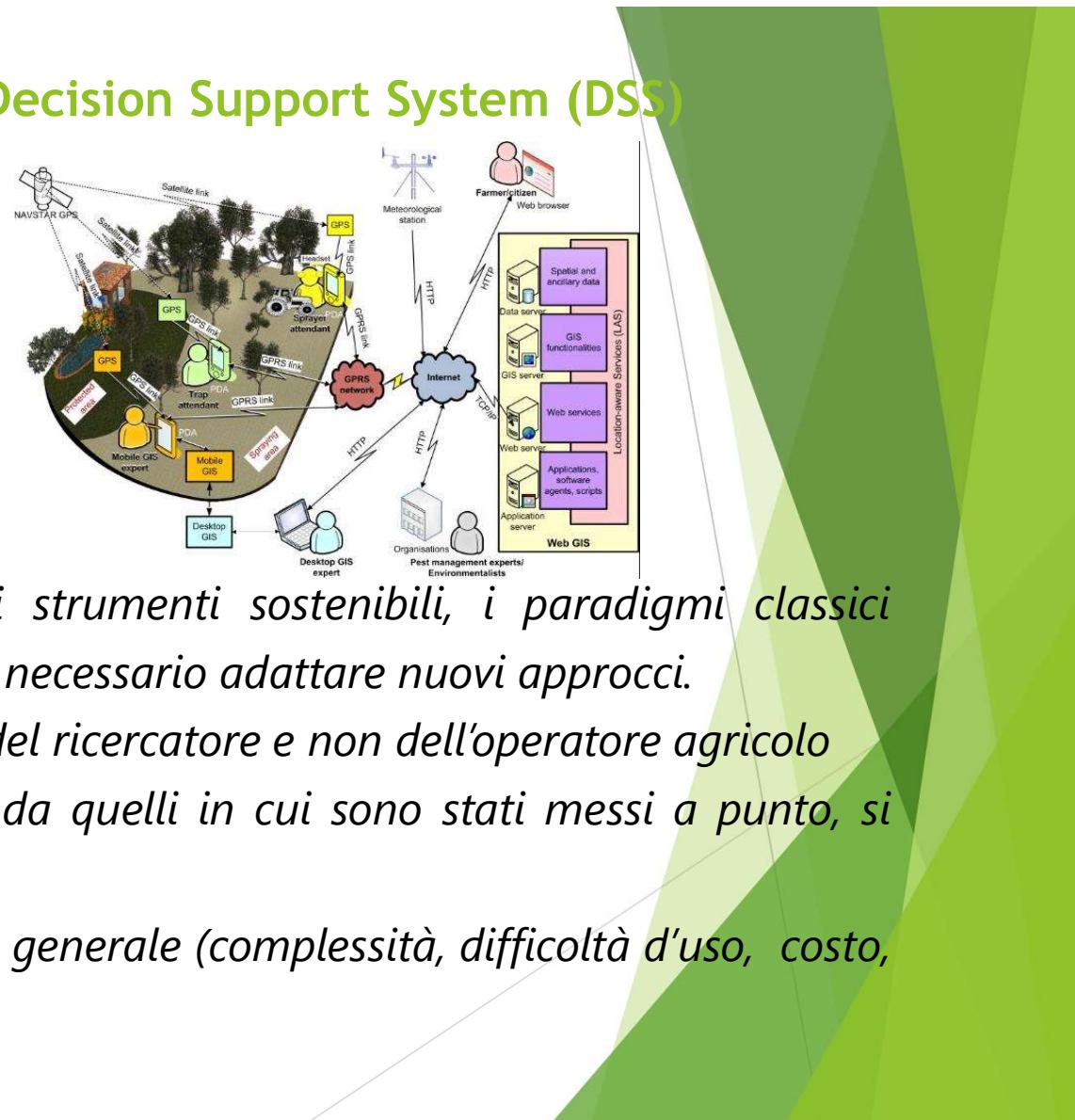
*Convegno «Valorizzare la biodiversità in vigneto e oliveto per produzioni più sostenibili»
- Ospitaletto, 21 novembre 2025*

Supporto Decisionale alle decisioni: Decision Support System (DSS)

È un sistema informatico che aiuta gli utenti a prendere decisioni analizzando dati, usando modelli e conoscenze.

Problemi sull'accettazione dei DSS

- *Passando alla lotta basata su nuovi strumenti sostenibili, i paradigmi classici dell'IPM si sono rivelati inefficienti ed è necessario adattare nuovi approcci.*
- *Spesso rappresentano il punto di vista del ricercatore e non dell'operatore agricolo*
- *Se vengono applicati in areali diversi da quelli in cui sono stati messi a punto, si reduce la loro performance*
- + *altre problematiche legate ai DSS più in generale (complessità, difficoltà d'uso, costo, efficacia, ecc.)*



PESTOnFARM

PESTOnFARM è un DSS sviluppato per simulare il comportamento degli insetti in un insieme di paesaggi agricoli a mosaico che cambiano stagionalmente, prendendo in considerazione anche le azioni di gestione integrata (IPM).

INPUT

AZIENDA AGRICOLA

Dati climatici
Disposizione spaziale dei frutteti
Composizione e fenologia delle specie frutticole
Risorse per lo svernamento
Pratiche di gestione correnti, inclusi costi
Mercato di destinazione e valore della frutta

GESTIONE IPM

Per esempio: trattamenti insetticidi, mass-trapping, attract&kill, sanitation, pratiche agrobiologiche

INSETTO TARGET

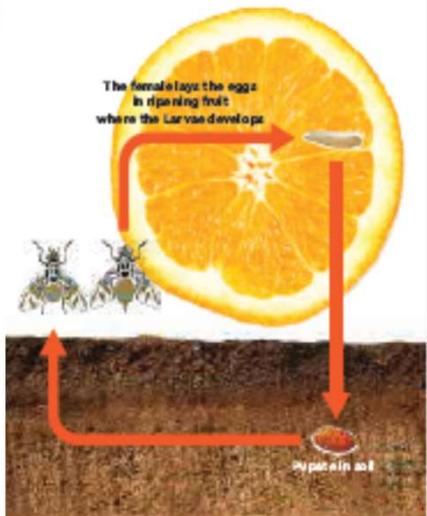
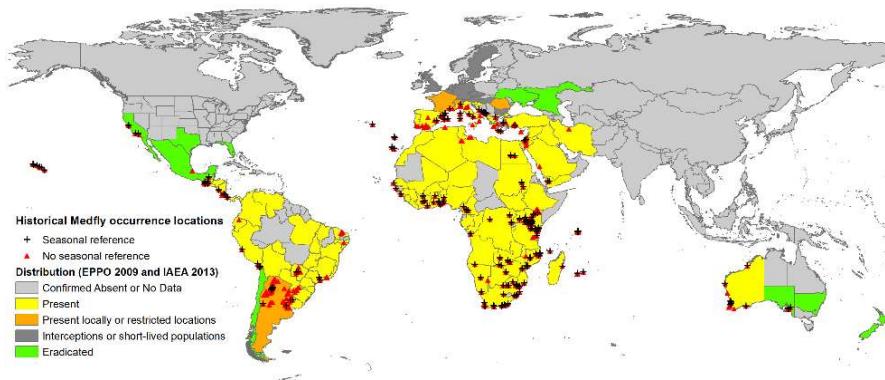
Biologia
Comportamento
Dispersione

PESTOnFARM

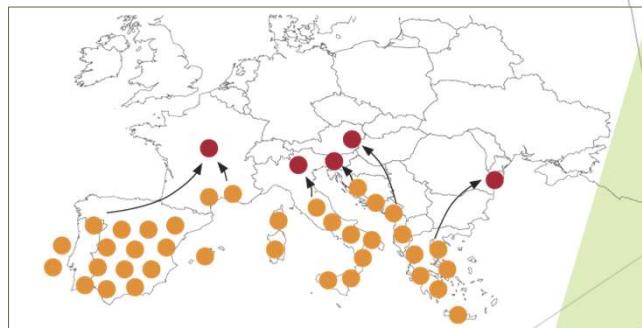
IPM Scenario

OUTPUT

Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae)



- Elevato potenziale biotico
- (500 uova per femmina e alto numero di generazioni annue)
- Estremamente polifaga
- Alta capacità di dispersione
- Capacità di insediarsi in nuove aree geografiche



DSS PestonFarm

Simulazione dello sviluppo, del comportamento e della dispersione delle femmine di *Ceratitis capitata* in un'azienda agricola, in un paesaggio eterogeneo a mosaico, nell'ambito di vari scenari IPM

Initialisation

Entity: Medfly females

Eggs
Larvae
Pupae
Adult females

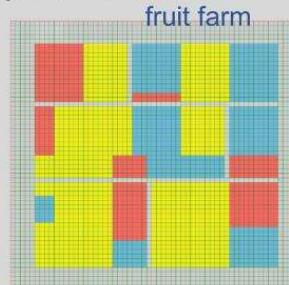
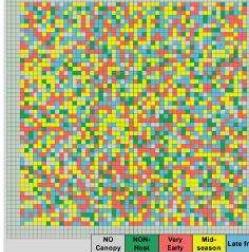


Spatial extent & resolution

spatial unit (sector) = 10x10 m,
Landscape = 10-100 hectares
(2,500 – 10,000 sectors)

Site landscape scenarios

random



Submodels

Natural mortality

- Intrinsic (age dependent)
- Natural enemies
- Adverse weather

Behaviour

- Exploration
- Oviposition
- Dispersal
- Migration

Medfly development

Fruit development

IPM-induced mortality

- Monitoring traps
- Pesticide sprays
- Attract & Kill panels
- Mass trapping, etc.

Temporal resolution
1 day

Fruit infestation

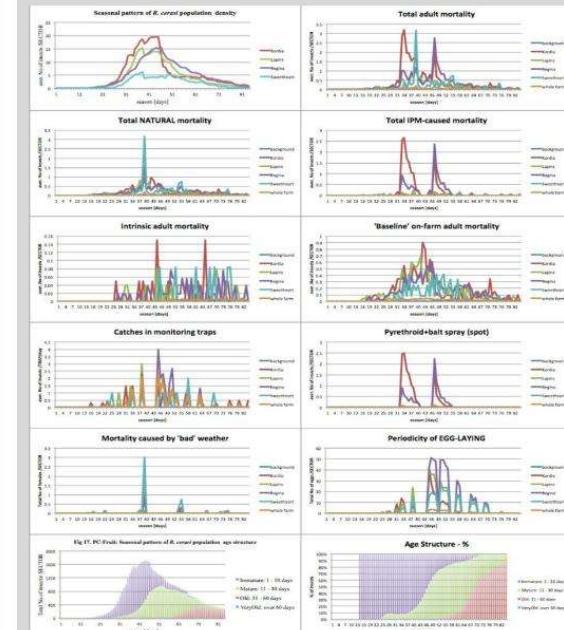
Harves

Cost/benefit

temporal extent / stop condition

used defined, usually **365 days** (max. 1095 days)

Observations (outputs)



SCENARIO PestonFarm

Analisi comparativa a partire dalla simulazione di 3 opzioni:

ZERO PEST: per stimare la resa potenziale (massima) e il valore dei frutti in assenza di infestazioni

ZERO IPM: stimare le perdite massime (valore minimo dei frutti) nelle condizioni specifiche dell'azienda agricola

IPM CORRENTE: emulando le attuali pratiche agricole

IPM SCENARIOS	FARM				
	Fruit value	IPM cost	Net profit	Pesticide use	Medfly peak
ZERO PEST					
ZERO IPM					
CURRENT					
IPM 1					
IPM 2					
IPM 3					
.....					

Ogni scenario simulato è caratterizzato da:

- **Perdita di valore dei frutti:** correlata allo scenario ZERO PEST
- **Costo vari strumenti IPM applicati**
- **Utile netto:** correlato allo scenario ZERO IPM
- **Variazione nell'uso di pesticidi:** correlata alla pratica ATTUALE
- **Variazione nel picco del fitofago:** correlata allo scenario ZERO IPM

Convegno «Valorizzare la biodiversità in vigneto e oliveto per produzioni più sostenibili - Ospitaletto, 21 novembre 2025

SCENARIO PestonFarm

IPM SCENARIOS	FARM 1					FARM 2					FARM 3				
	Fruit value	IPM cost	Net profit	Pesticide used	Medfly peak	Fruit value	IPM cost	Net profit	Pesticide used	Medfly peak	Fruit value	IPM cost	Net profit	Pesticide used	Medfly peak
1. ZERO IPM	14 962	-	-	-	100%	6 422	-	-	-	100%	10 028	-	-	-	100%
2. CURRENT	15 418	237	219	100%	37%	9 722	958	2 342	100%	5%	14 553	711	3 813	100%	41%
3. 1 cover spray	18 959	259	3 738	109%	19%	8 474	126	1 926	13%	23%	11 212	189	995	27%	46%
4. MT100 VE&E + 1 cover spray	17 519	1 139	1 418	64%	24%	8 226	474	1 330	6%	27%	10 707	1 383	-704	4%	48%
5. MT100	17 077	2 758	-643	0%	42%	7 659	903	334	0%	44%	10 167	1 354	-1 215	0%	72%
6. MT200 VE&E + MT100						8 519	1 315	782	0%	31%					
7. A&K VE&E + 1 bait spray	17 955	846	2 147	4%	40%										
8. Solo A&K100	19 634	1 320	3 352	0%	12%	9 627	648	2 557	0%	11%	12 148	972	1 150	0%	52%

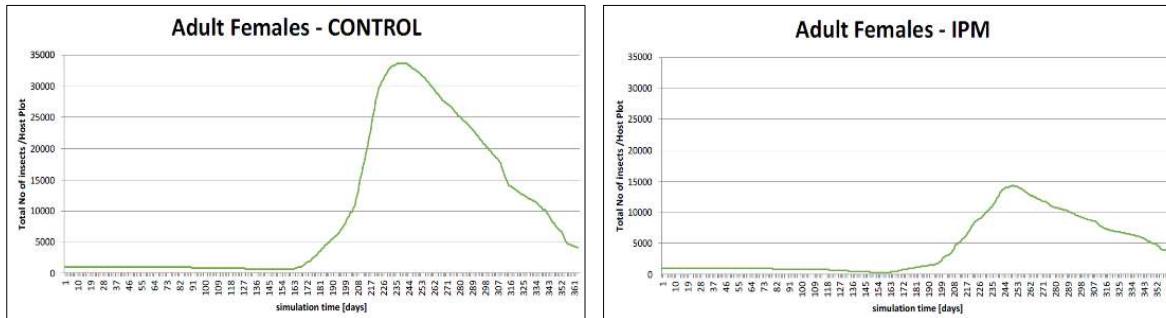
La sfida nello sviluppo dell'IPM: rispettare differenti prospettive...

Il punto di vista del ricercatore

IPM
(es. cattura
massale)

CONTROLLO

MONITORAGGIO



Resulti
Forte riduzione della
popolazione

IPM funziona!!!

La maggior parte degli scenari IPM simulati ha ridotto il picco della popolazione di mosca mediterranea...
Ma...

Il punto di vista dell'agricoltore

Item	Apricot			Peach				Apple	Plum
	V_Early	Late	V_Late	V_Early	Early	Medium	Late		
Fruit infestat. [%]	1.2%	0 %	4.6%	14.0%	16.3%	11.9%	17.4%	25.0%	24.2%
IPM scenario	Increased harvest value			IPM cost			NET profit		
1. MT100 only	2 115			2 758			-643		
							Pesticide use		
							Medfly peak		
							0%		
							42%		

Convegno «Valorizzare la biodiversità in vigneto e oliveto per produzioni più sostenibili»
- Ospitaletto, 21 novembre 2025

Risultati applicando SCENARI PestonFarm in campo

Azienda agricola	Pianta	Danno %				N. Trattamenti chimici			
		2022	2023	2024	2025	2022	2023	2024	2025
DSS A&K	Albicocco	0	0	4	8	0	0	2	3
	Pesco medio	0	0	8	1	0	0	3	5
	Susino	0	0	25	-	0	0	1	-
	Pesco tardivo	1	20	17	17	0	3	5	7
treatments	Albicocco	0	0	2	3	2	3	3	4
	Pesco medio	0	0	69	4	2	3	3	6
	Susino	0	0	-	-	2	3	3	3
	Pesco tardivo	3	20	29	29	7	9	9	9

Convegno «Valorizzare la biodiversità in vigneto e oliveto per produzioni più sostenibili»
- Ospitaletto, 21 novembre 2025

Life-Cycle-Assessment per supporto DSS

Cos'è un LCA?

Metodo per quantificare gli impatti ambientali di un processo, considerando **input** (energia, pesticidi, materiali) ed **emissioni** (aria, suolo, acqua) entro un set definito di **confini di sistema (System Boundaries)**.

Unità funzionale analizzata (FU):

1 ettaro di pesco a Campomarino (PA)
trattato per un'intera stagione agronomica.

Research Question

Come varia l'impatto ambientale passando dalla gestione tradizionale (noPOF) a un sistema basato su trappole attract-and-kill e riduzione dei trattamenti (POF) negli anni 2022-2025?

Confini del sistema (System boundaries)

Gate-to-gate, includono solo la fase di trattamento fitosanitario:

- trasporto pesticidi/trappole in campo
- preparazione miscela
- applicazione manuale o meccanica
- produzione e smaltimento packaging come rifiuti pericolosi

Esclusi: produzione pesticidi/trappole, coltivazione, irrigazione, raccolta, post-raccolta.

Metodi di analisi dell'impatto ambientale

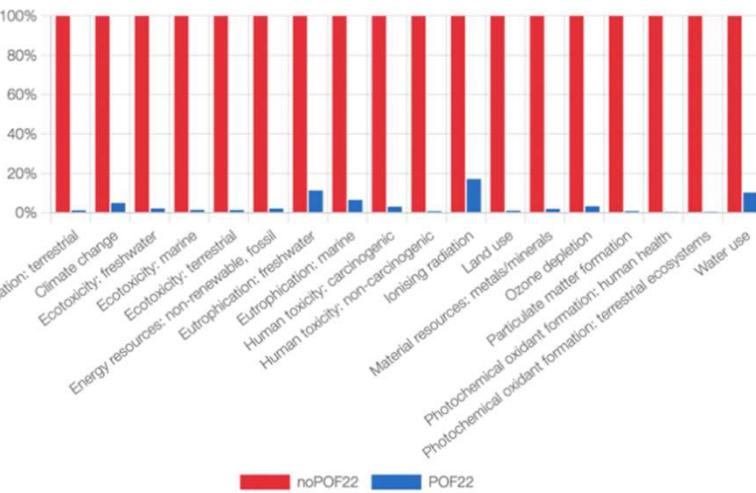
- **IPCC GWP100** → quantifica l'impatto climatico (Carbon footprint).
- **ReCiPe Midpoint H** → valuta l'impatto ambientale globale (16 categorie: tossicità, salute umana, risorse, ecosistemi). Insieme forniscono un quadro completo, robusto e multidimensionale.

LCA ANNO 2022

► NO PEST ON FARM 2022

- 7 Trattamenti chimici effettuati con PA: *Etofenprox (300g), Deltamethrin (72.6g), Affirm (57g)*

► Efficacia di trattamento: 98%



Risultati ReCipe Midpoint anno 2022 per 16 categorie di impatto ambientale (blu= POF, rosso= noPOF)
100% = massimo valore osservato

► PEST ON FARM 2022

- 100 trappole Attrack-and-kill (AK) with *Deltamethrin (0.015g)* e 0 trattamenti chimici

► Efficacia trattamento 98%

Riduzione impatti 2022 Δ POF vs noPOF:

- ReCipe Midpoint: ~ - 95-99%
- Carbon footprint (GWP100): ~ -95%

Fattori discriminanti:

- Nessuna irrorazione → quasi zero uso di gasolio
- Nessun trattamenti spray in POF → quasi zero emissioni di pesticidi
- Meno rifiuti pericolosi (solo trappole, niente contenitori pesticidi)

2022

► CLIMATE CHANGE (kgCO₂ eq)

Result contributions

noPOF22	POF22
1.07E2 kg CO2-Eq diesel, burned in agricultural machinery diesel, burned in agricult	6.07 kg CO2-Eq treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration hazard
1.67E1 kg CO2-Eq natural gas venting from petroleum/natural gas production natura	1.78 kg CO2-Eq heat production, light fuel oil, at boiler 100kW, non-modulating hea
5.18 kg CO2-Eq pig iron production pig iron Cutoff, U - RoW	0.33 kg CO2-Eq natural gas venting from petroleum/natural gas production natural
5.10 kg CO2-Eq diesel production, petroleum refinery operation diesel Cutoff, U -	0.21 kg CO2-Eq electricity production, lignite electricity, high voltage Cutoff, U - D
4.80 kg CO2-Eq clinker production clinker Cutoff, U - RoW	0.20 kg CO2-Eq clinker production clinker Cutoff, U - Europe without Switzerland
4.38 kg CO2-Eq heat production, anthracite, at stove 5-15kW heat, central or small	0.12 kg CO2-Eq heat production, at hard coal industrial furnace 1-10MW heat, distri
4.13 kg CO2-Eq sweet gas, burned in gas turbine sweet gas, burned in gas turbine	0.11 kg CO2-Eq light fuel oil production, petroleum refinery operation light fuel oil
3.18 kg CO2-Eq heat production, at hard coal industrial furnace 1-10MW heat, distri	0.11 kg CO2-Eq quicklime production, in pieces, loose quicklime, in pieces, loose C
2.32 kg CO2-Eq treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration hazar	8.01E-2 kg CO2-Eq sweet gas, burned in gas turbine sweet gas, burned in gas turbi
2.30 kg CO2-Eq treatment of waste natural gas, sweet, burned in production flare w	7.81E-2 kg CO2-Eq heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW heat,
2.11 kg CO2-Eq hard coal mine operation and hard coal preparation hard coal Cuto	7.73E-2 kg CO2-Eq heat and power co-generation, hard coal electricity, high voltag
1.59 kg CO2-Eq iron sinter production iron sinter Cutoff, U - RoW	6.36E-2 kg CO2-Eq electricity production, hard coal electricity, high voltage Cuto
1.56 kg CO2-Eq electricity production, hard coal electricity, high voltage Cutoff, U	5.01E-2 kg CO2-Eq treatment of waste natural gas, sweet, burned in production flare

► TERRESTRIAL ECOTOXICITY

Result contributions

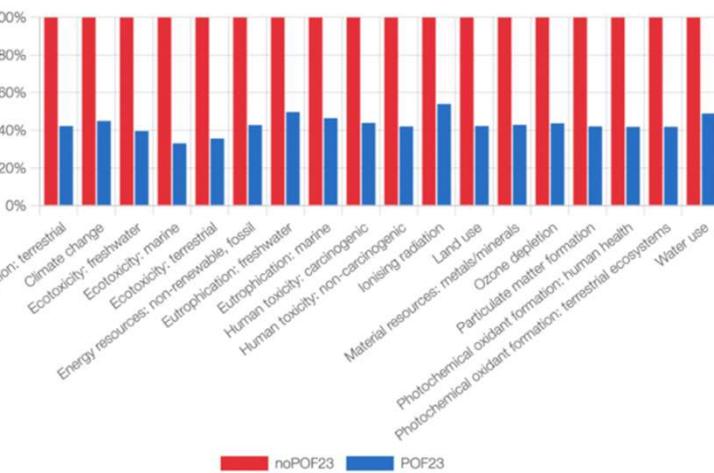
noPOF22	POF22
1.78E2 kg 1,4-DCB-Eq pesticide application 2022	1.89 kg 1,4-DCB-Eq treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration ha
1.09E2 kg 1,4-DCB-Eq diesel, burned in agricultural machinery diesel, burned in agr	1.13 kg 1,4-DCB-Eq treatment of brake wear emissions, lorry brake wear emissions,
4.66E1 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode C	0.70 kg 1,4-DCB-Eq light fuel oil production, petroleum refinery operation light fuel
4.58E1 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode C	0.58 kg 1,4-DCB-Eq ferronickel production ferronickel Cutoff, U - GLO
4.37E1 kg 1,4-DCB-Eq treatment of brake wear emissions, lorry brake wear emissio	0.54 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode Cu
3.24E1 kg 1,4-DCB-Eq diesel production, petroleum refinery operation diesel Cuto	0.53 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode Cu
2.56E1 kg 1,4-DCB-Eq ferronickel production ferronickel Cutoff, U - GLO	0.46 kg 1,4-DCB-Eq treatment of brake wear emissions, lorry brake wear emissions
1.78E1 kg 1,4-DCB-Eq treatment of brake wear emissions, lorry brake wear emissio	0.26 kg 1,4-DCB-Eq ferrochromium production, high-carbon, 68% Cr ferrochromium
1.23E1 kg 1,4-DCB-Eq ferrochromium production, high-carbon, 68% Cr ferrochromi	0.23 kg 1,4-DCB-Eq treatment of uranium tailing, non-radioactive emission uranium
9.15 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode Cut	0.18 kg 1,4-DCB-Eq heat production, heavy fuel oil, at industrial furnace 1MW heat,
6.89 kg 1,4-DCB-Eq zinc mine operation zinc concentrate Cutoff, U - GLO	0.11 kg 1,4-DCB-Eq transport, freight, light commercial vehicle, fleet average transp
6.68 kg 1,4-DCB-Eq diesel production, petroleum refinery operation diesel Cutoff,	0.11 kg 1,4-DCB-Eq heat production, light fuel oil, at industrial furnace 1MW heat, di
5.49 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode Cu	0.11 kg 1,4-DCB-Eq smelting of copper concentrate, sulfide ore copper, anode Cut

LCA ANNO 2023

► NO PEST ON FARM 2023

- 9 Trattamenti chimici effettuati con PA: *Deltamethrin* (72.6g), *Emamectin Benzoate* (57g)

► Efficacia di trattamento: 90%



Risultati ReCipe Midpoint anno 2023 per 16 categorie di impatto ambientale (blu= POF, rosso= noPOF)
100% = massimo valore osservato

► PEST ON FARM 2023

- 100 trappole Attrack-and-kill (AK) with *Deltamethrin* (0.015g) e 4 trattamenti chimici con PA: *Deltamethrin* (43.5g), *Emamectin Benzoate* (28.5g)

► Efficacia trattamento 64%

Riduzione impatti 2023 Δ POF vs noPOF:

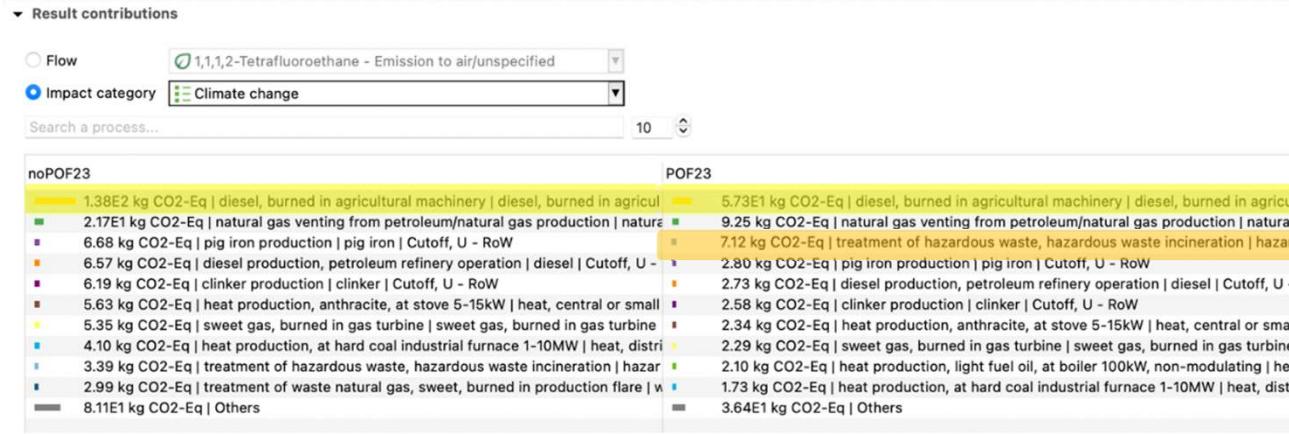
- ReCiPe Midpoint: ~ -57%
- Carbon footprint (IPCC GWP100): ~ -56.5%

Fattori discriminanti:

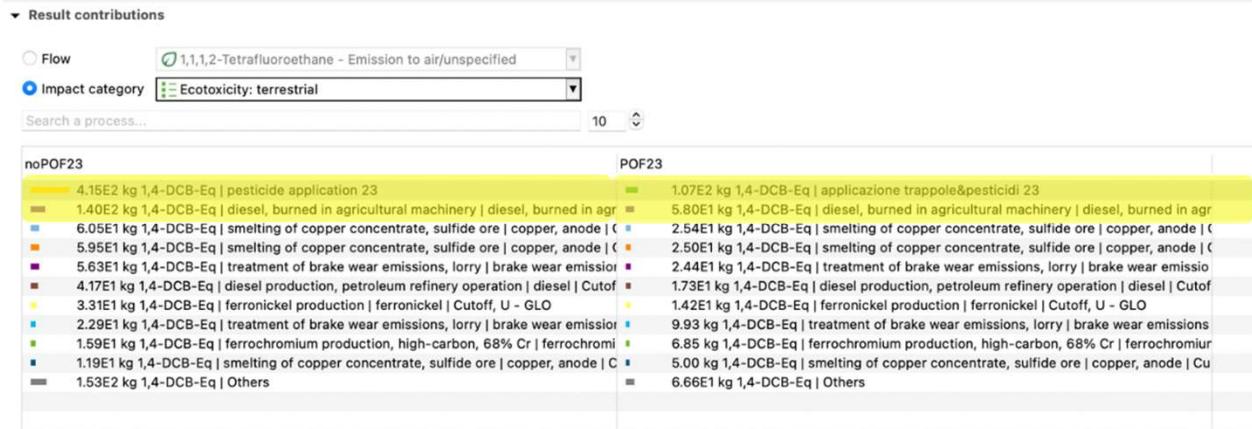
- Meno trattamenti chimici → **meno gasolio e meno passaggi in campo**
- Quantità totali di PA ridotte → **impatti più bassi, ma non azzerati**
- Presenza di spray anche in POF → **permangono emissioni dirette di pesticidi**
- Efficacia POF più bassa (64%) → **trade-off resa / impatto**

2023

► CLIMATE CHANGE (kgCO₂ eq)



► TERRESTRIAL ECOTOXICITY (kg 1,4-DCB eq)

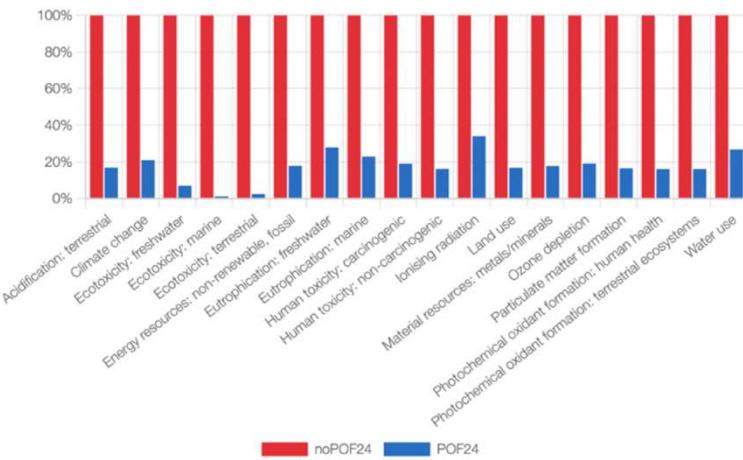


LCA ANNO 2024

► NO PEST ON FARM 2024

- 6 Trattamenti chimici effettuati con PA: *Deltamethrin* (96.4 g), *Etofenprox* (750 g), *Lambda-cyhalothrin* (750 g)

► Efficacia di trattamento: 90%



Risultati ReCipe Midpoint anno 2024 per 16 categorie di impatto ambientale (blu= POF, rosso= noPOF)
100% = massimo valore osservato

► PEST ON FARM 2024

- 100 trappole Attrack-and-kill (AK) with *Deltamethrin* (0.015g) e 1 trattamento chimico con PA: *Deltamethrin* (24.2g)

► Efficacia trattamento 64%

Riduzione impatti 2024 Δ POF vs noPOF:

- ReCiPe Midpoint: ~ -82%
- Carbon footprint (IPCC GWP100): ~ -80%

Fattori discriminanti:

- Da 6 trattamenti a 1 → **forte riduzione uso di gasolio**
- Taglio drastico dei PA: **-75%**
Deltamethrin, eliminati **Etofenprox e Lambda-cyhalothrin**
- Molti meno rifiuti pericolosi (contenitori) → **peso principale solo su trappole**
- Profilo tossicologico più leggero → **crollo di eco- e human-toxicity**

LCA ANNO 2025

► NO PEST ON FARM 2024

- 6 Trattamenti chimici effettuati con PA: *Deltamethrin* (96.4 g), *Natural Pyrethrum* (32g), *Acetamiprid* (750g), *Emamectin Benzoate* (28,5g)

► Efficacia di trattamento: 71%

► PEST ON FARM 2024

- 100 trappole Attrack-and-kill (AK) with *Deltamethrin* (0.015g) e 6 trattamenti chimici con PA: *Deltamethrin* (24.2g), *Etofenprox* (300g), *Natural Pyrethrum* (32g), *Emamectin Benzoate* (28,5g)

► Efficacia trattamento 83%

Novità 2025:

- Per la prima volta il modello LCA integra **misurazioni sperimentali dei residui di pesticidi** nel suolo (campionamento pre & post-trattamento).
- Il confronto POF vs noPOF non si basa più solo su quantità applicate, ma su **accumulo, persistenza e degradazione** reali dei PA.

Stato attuale e prossimi passi (novembre 2025)

- ➡ Analisi PRE-trattamento disponibili
- ➡ Analisi POST-trattamento in corso

L'LCA 2025 sarà completato non appena disponibili i valori di residuo post-trattamento.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIFRESA E RESILIENZA



Grazie per l'attenzione

Convegno «Valorizzare la biodiversità in vigneto e oliveto per produzioni più sostenibili»
- Ospitaletto, 21 novembre 2025