



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2016 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

FOCUS AREA 4A, 5C, 5D e 5E DGR N. 2376 DEL 21 DICEMBRE 2016

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO **5015187**

DOMANDA DI PAGAMENTO **5215966**

FOCUS AREA: **5D**

| | |
|--|---|
| Titolo Piano | Acronimo: RIASSORBI (Riduzione gAS Serra agricOltuRa Biologica) Tecniche agronomiche per la riduzione delle emissioni di gas serra in aziende agricole a conduzione biologica |
| Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario) | C.R.P.V. - Centro Ricerche Produzioni Vegetali - società cooperativa Via dell'Arrigoni 120 – 47023 Cesena (FC) |
| Gruppo Operativo | Centro Ricerche Produzioni Animali - C.R.P.A. S.P.A. Cooperativa Agricola Braccianti Massari s.c. Azienda Agricola Mattioli Stefano Agrintesa s.c.a. |

| | |
|---|------------|
| Durata originariamente prevista del progetto (in mesi) | 36 |
| Data inizio attività | 01/04/2017 |
| Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse) | 31/12/2020 |

| | | |
|---|------------|---------------|
| Relazione relativa al periodo di attività dal | 01/08/2018 | Al 31/12/2020 |
| Data rilascio relazione | 18/02/2021 | |

| | | | |
|------------------------|---------------|-------|--|
| Autore della relazione | Claudio Selmi | | |
| telefono | 054647039 | email | cselmi@crpv.it |

1 Descrizione del quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano

Lo sviluppo delle attività del Piano è iniziato come previsto nell'aprile 2017 e si è concluso nel dicembre 2020. In sintesi, le attività svolte sono state le seguenti:

- l'azione 1 è stata realizzata come previsto seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel piano.
- Nell'ambito dell'azione 3.1 (Stima delle emissioni di gas serra GHG nei frutteti biologici) si è proceduto alla stima delle emissioni di gas serra con metodica LCA su 3 casi per ognuna delle 3 specie prese a riferimento (melo, pero e pesco) nel corso del triennio 2017-2019.
- L'azione 3.2 (Stima delle emissioni di gas serra GHG nell'allevamento da latte fresco biologico) ha previsto la stima delle emissioni di gas serra del latte fresco (dati 2017 e 2018) prodotto presso l'allevamento di vacche da latte della CAB Massari a Conselice (RA).
- L'azione 3.3 (Stima del sequestro di carbonio nel terreno) ha previsto la quantificazione, tramite il modello DNDC (DeNitrification-DeComposition) del sequestro del carbonio nel suolo per ogni specie arborea (pesco, melo e pero) monitorata nel progetto.
- Nell'ambito dell'azione 3.4 (Valutazione dei risultati per l'individuazione delle buone pratiche di mitigazione delle emissioni) sono state fornite le buone pratiche per la mitigazione delle emissioni in agricoltura biologica.
- L'azione 4 (Divulgazione) ha previsto la preparazione di un poster, divulgato nell'ambito della Rete Rurale Nazionale, l'approntamento delle pagine web dedicate sul sito di CRPV e sull'app android CRPV PEI, la realizzazione di quattro visite guidate, 3 incontri tecnici, un audiovisivo e verranno preparati due articoli tecnici inerenti i risultati del Piano.
- Nell'ambito dell'azione 5 sulla formazione sono state svolti i coaching previsti presso i tre partner agricoli del GOI.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

| Azione | Unità aziendale responsabile (altre Unità aziendali) | Tipologia attività | Mese inizio attività previsto | Mese inizio attività reale | Mese termine attività previsto | Mese termine attività reale |
|--|---|--|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 - Cooperazione | CRPV | Esercizio della cooperazione | 1 | 1 | 36 | 45 |
| 3.1 - Stima delle emissioni di gas serra (GHG) nei frutteti biologici | CRPV (CAB Massari) (Az.agr.Mattioli) | Azioni dirette Alla realizzazione del piano | 3 | 6 | 33 | 43 |
| 3.2 - Stima delle emissioni di gas serra (GHG) nell'allevamento da latte fresco biologico | CRPA (CAB Massari) | Azioni dirette Alla realizzazione del piano | 3 | 8 | 27 | 43 |
| 3.3 - Stima del sequestro di carbonio nel terreno | CRPA (CRPV) | Azioni dirette Alla realizzazione del piano | 3 | 12 | 33 | 43 |
| 3.4 - Valutazione dei risultati per l'individuazione delle buone pratiche di mitigazione delle emissioni | CRPV (CRPA) | Azioni dirette Alla realizzazione del piano | 25 | - | 36 | 45 |
| 4 - Divulgazione | CRPV | Divulgazione | 13 | 13 | 36 | 45 |
| 5 - Formazione | CRPV | Coaching | 7 | 13 | 33 | 35 |

2 Descrizione per singola azione

2.1.1 Attività e risultati

AZIONE 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV

Descrizione attività

CRPV, nel suo ruolo di capo-mandatario ha svolto funzione di coordinatore dell'attività di funzionamento e gestione del Gruppo Operativo (GO) in accordo con gli altri Partner.

In questo primo periodo il CRPV, tramite proprio personale (fra cui Renato Canestrone come Responsabile Organizzativo del Piano, RP), ha seguito regolarmente e gestito con le necessarie e opportune documentazioni, tutte le fasi di sviluppo, dall'attivazione anche formale, all'attuale rendicontazione intermedia, del GO e del relativo Piano per assicurarne il corretto funzionamento e svolgimento.

In particolare sono di seguito descritte in sintesi le diverse attività svolte dal CRPV.

A seguito dell'approvazione del Piano (Determina Reg. Emilia Romagna n° 13491 del 24/08/2017) è stata gestita la fase di costituzione dell'ATS con tutti i partner del Gruppo Operativo (GO) fino alla sua completa formalizzazione avvenuta l'11 ottobre 2017 come da comunicazione inoltrata all'Ente regionale di competenza. Nell'ATS sono anche descritti i ruoli di ciascun partner nell'ambito del GO.

In fase preliminare di avvio, i partner sono stati informati dell'approvazione della domanda e della conseguente attivazione del piano per mezzo di e-mail.

In data 22 novembre 2017 si è tenuto un incontro con tutto il GO dove sono state illustrate le varie fasi del Piano e si è proceduto alla pianificazione delle diverse attività per il 2017/18. L'incontro ha rappresentato anche il momento di costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO. Il CP è quindi composto:

- dal Responsabile Organizzativo del Piano (RP), anche detto Responsabile del Piano: Renato Canestrone (CRPV);
- dal Responsabile Scientifico (RS), Claudio Selmi (consulente CRPV; dal 2020, a seguito del pensionamento di R. Canestrone, ha assunto anche il ruolo di RP);
- da Maria Teresa Pacchioli e Laura Valli, di CRPA;
- da Andrea Dalmonte e Fabio Zannoni della CAB Massari;
- da Stefano Vergnani di Orogel (consulente CRPV);
- da Stefano Mattioli;
- da un rappresentante di Agrintesa;
- da un rappresentante di Apofruit.

In data 29/07/19 si è tenuto un incontro per la verifica dello stato di avanzamento dei lavori e di coordinamento tra il RS C. Selmi e L. Valli volto in particolare alla configurazione del modello di simulazione del sequestro di carbonio nel terreno.

Il 10 dicembre 2019 si è tenuto un incontro con i rappresentanti del CP per la verifica dello stato di avanzamento dei lavori e per la presentazione dei risultati parziali sulle emissioni di gas a effetto serra di melo, pero e pesco biologici e relativo sequestro di carbonio nei terreni.

Il RP si è quindi occupato di coordinare nel complesso tutte le attività, animando il GO, seguendone il percorso e verificandone la coerenza e buon sviluppo (attraverso contatti telefonici ed e-mail). Il RP e il RS hanno inoltre favorito lo scambio di informazioni e il necessario supporto sia informativo che logistico per il buon sviluppo delle sinergie e attività previste dal piano.

Al termine del progetto il RS e la rappresentante di CRPA hanno completato l'analisi dei risultati intermedi ottenuti e predisposto la relazione tecnica oltre alle altre documentazioni necessarie per la rendicontazione amministrativo-economica. Il CRPV si è occupato della gestione e predisposizione della documentazione e format e ha opportunamente informato e supportato i partner nella fase di rendicontazione tecnica ed economica.

Autocontrollo e Qualità

Attraverso le Procedure e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, il CRPV ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia al progetto, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il progetto;
- Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il progetto;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi.

La definizione delle procedure, attraverso le quali il Responsabile di Progetto ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa del CRPV. In particolare sono state espletate le attività di seguito riassunte.

Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento dell'intero progetto si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

Attività di controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti.

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto;
- Visite ai campi monitorati per la raccolta dei dati di inventario per il calcolo delle LCA.

Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto.

Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità del CRPV.

Il Sistema Qualità CRPV, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, é monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi del piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.2.1 Personale (CRPV)

Funzionamento GO

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|-----------------------|--------------------------------|--|---------------|-----------------|
| Serra Sabrina | impiegato | amministrazione | 49 | 1.193,57 |
| Vincenzi Roberto | impiegato | amministrazione | 54 | 2.027,16 |
| | | | Totale | 3.220,73 |

Animazione

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|-----------------------|--------------------------------|--|---------------|------------------|
| Altamura Valeria | tecnico | animazione GO | 55 | 1.294,70 |
| Crociani Alvaro | direttore | supervisione attività | 178 | 9.736,90 |
| Guidi Claudia | impiegata | segreteria | 20 | 541,24 |
| Missere Daniele | tecnico | responsabile qualità | 4 | 122,56 |
| | | | Totale | 11.695,40 |

1.2 Attività e risultati

AZIONE 3.1 - STIMA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA (GHG) NEI FRUTTETI BIOLOGICI

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV

Partecipano all'attività: CAB Massari, Az.Agr. Mattioli Stefano

Descrizione attività

Obiettivi e metodologia

L'obiettivo dell'azione era quello di individuare gli impatti ambientali relativi alla coltivazione delle specie frutticole prese a riferimento, in termini di emissioni di gas serra (kg CO₂eq- Global Warming Potential), mediante l'applicazione dell'analisi LCA (Life Cycle Assessment, norme ISO 14040-44:2006), ai fini di individuare e quantificare quelle pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di GHG (Greenhouse gases) derivanti dalla produzione agricola (dalla culla al cancello aziendale).

A tal scopo, CRPV, tramite personale proprio ed incaricato, ha svolto, in collaborazione con le aziende agricole, l'attività di raccolta dati (fase di inventario), preliminare al calcolo delle emissioni di GHG, relativa alla campagna 2017, 2018 e 2019, dei 9 casi di studio previsti dal progetto (3 di pesco, 3 di pero e 3 di melo, coltivati con metodica biologica). In particolare sono stati monitorati:

- tre diverse varietà di pesco (Big Top, Big Bang, e Royal Glory) presso la CAB Massari a Conselice (RA);
- tre diversi appezzamenti di pero Abate Fetel, due dei quali gestiti dalla CAB Massari (uno a Conselice e l'altro a Massalombarda - RA) e uno dell'Az. Agr. Mattioli a Modena;
- tre diverse varietà di melo presso: Soc. S. Francesco a Stuffione-MO (cv. Primiera), Ferriani Vittorio a Crevalcore-BO (cv. Modì) e Benati Roberto a Dosso-FE (cv. Golden).

L'analisi di inventario costituisce il nucleo centrale e più impegnativo, in termini di tempo e di risorse necessarie, di uno studio di LCA. I dati sono stati raccolti attraverso degli specifici questionari che comprendono: informazioni aziendali e sulla produzione complessiva; caratteristiche terreno; caratteristiche impianto irrigazione e consumo d'acqua; consumi energetici per l'impianto e per le operazioni colturali nell'anno di riferimento; materiali in input per l'impianto e la coltivazione; rifiuti; coprodotti.

La fase di inventario ha previsto anche la validazione dei dati primari, cioè quelli raccolti direttamente in azienda e la stima di quelli secondari, che non è stato possibile ricavare direttamente (ad es. i consumi di combustibili).

Il sistema studiato è relativo alla produzione dei diversi frutti considerati (pere, pesche e mele) analizzando la sola fase agricola (*from cradle to farm gate*), mentre l'unità funzionale del sistema (l'unità alla quale sono riferiti i calcoli) è il kg di frutta tal quale.

Per l'elaborazione dei dati si è utilizzato il software di calcolo SimaPro (versione 8.5) e la banca dati LCA Ecoinvent v.3. Per il calcolo dell'indicatore GWP-Global Warming Potential, nella fase di Analisi degli impatti -LCIA (Life Cycle Impact Assessment), sono stati utilizzati i fattori di caratterizzazione IPCC 2007 vers.1.02.

Per la fase di inventario, in considerazione delle linee guida riportate nella PCR 2012:07, Version 1.0 del 23-08-2012 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006), riferita alla categoria di prodotto "Fruits and Nuts", si è deciso di basare lo studio sulle seguenti assunzioni.

L'analisi del ciclo di vita inizia con le lavorazioni preparatorie del terreno per l'impianto e si conclude con la raccolta della frutta nell'anno di riferimento.

Sono inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e sono state osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati nella fase di impianto del frutteto, quali: strutture di sostegno e protezione (pali, cavi, ancore, reti antigrandine, ecc.), impianto irrigazione (ali gocciolanti, condotte principali), fertilizzanti e agrofarmaci.
- I consumi energetici impiegati nel processo di impianto, con particolare riguardo ai consumi di gasolio agricolo e di elettricità di tutte le operazioni eseguite in azienda durante il primo anno relativamente a: lavorazioni del terreno, messa a dimora delle piante, posa delle strutture di sostegno e di protezione e dell'impianto di irrigazione, distribuzione di fertilizzanti, trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione.
- La produzione dei mezzi tecnici impiegati nella fase di coltivazione (fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci, dispenser feromoni, legacci, sementi, ecc.).
- I consumi energetici impiegati nel processo di coltivazione, con particolare riguardo ai consumi di gasolio agricolo e di elettricità di tutte le operazioni eseguite in azienda durante la piena produzione (lavorazioni del terreno, semina, trinciatura, operazioni di potatura, distribuzione di fertilizzanti, trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione, operazioni di raccolta, ecc.).
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica per inerti e incenerimento per materie plastiche, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo).
- I consumi idrici relativi all'irrigazione.
- Le emissioni dirette di N₂O sono stimate con il modello statistico di Stehfest e Bouwman (2006) (vedi dopo).
- Le emissioni indirette di N₂O sono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N₂O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH₃+NO, dovute ai fertilizzanti azotati applicati (sia minerali che organici), e pari a 0,75% delle perdite di N sotto forma di rilasci azotati come percolazione + ruscellamento. Le emissioni di NH₃ dalla applicazione dei fertilizzanti vengono stimate in base ai fattori di emissione EMEP/EEA 2013 (3.D Crop production and agricultural soils). Per le emissioni di NO dalla applicazione dei fertilizzanti si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1. Le emissioni di N sotto forma di nitrati per percolazione + ruscellamento vengono stimate utilizzando il fattore di emissione IPCC 2006, pari al 30% di N applicato.
- Le emissioni di CO₂ dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.

Non sono inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output:

- Il lavoro umano.
- La produzione dei trattori e delle altre macchine agricole, degli edifici e delle strutture di rimessaggio di cui si avvale l'azienda agricola.
- La produzione degli astoni per l'impianto (non presenti in banca dati).
- Le emissioni di CO₂ biogenica e il sequestro di CO₂.

Più in particolare, le emissioni dirette di N₂O sono state stimate utilizzando la seguente formula:

$$E_{N_2O_DIR} = \exp(-1.5160 + q * N + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6)$$

dove:

- $E_{N_2O_DIR}$ = Emissioni dirette di N₂O espresse in kg N₂O-N*ha⁻¹*anno⁻¹;
- q = fattore per dose fertilizzante;
- N = quantità di N apportato espresso in kg N*ha⁻¹*anno⁻¹;
- f1 = fattore relativo al tipo di coltura (colture erbacee, cereali, leguminose, riso, altre colture, terreno nudo);
- f2 = fattore relativo alla tessitura del terreno (grossolana, media, fine);
- f3 = fattore relativo al C organico presente nel suolo
- f4 = fattore relativo al pH del suolo
- f5 = fattore relativo al clima
- f6 = fattore per lunghezza esperimento

Si ricorda che il fattore di caratterizzazione IPCC 2007 del protossido di azoto è pari a 298, ovvero 1 kg di N₂O ha lo stesso potere climalterante nel lungo periodo di 298 kg di CO₂. Il 70% delle emissioni di N₂O in Italia vengono prodotte dai suoli agrari e dipendono principalmente dalla gestione delle fertilizzazioni azotate, ma anche dalle caratteristiche pedoclimatiche. La formazione del protossido di azoto nel suolo deriva dall'attività microbica legata al processo sia di nitrificazione che di denitrificazione.

Nelle **tabelle 1-9** vengono riassunte le caratteristiche dei casi di studio:

Tab. 1 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PESCO (2017)

| Caratteristiche appezzamenti | CAB Massari - Conselice (RA) | | |
|--|--|--|--|
| Varietà | Big Bang (nettarina polpa gialla, maturazione 20-25 Giugno) | Royal Glory (pesca polpa gialla, maturazione 5-10 Luglio) | Big Top (nettarina polpa gialla, maturazione 8-13 Luglio) |
| Superficie (ha) | 1,55 | 0,75 | 1,28 |
| Sesto di impianto (m) | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 |
| Resa 2017 (t/ha) | 18,5 | 24,3 | 10,8 |
| Forma allevamento | Asse colonnare | | |
| Durata stimata frutteto (anni) | 15 (anno impianto 2009) | | |
| Materiale strutture di sostegno | Pali cemento | | |
| Impianto antigrandine | no | | |
| Impianto irrigazione | Fertirrigazione a goccia | | |
| Caratteristiche suolo | | | |
| Tessitura | Franco-argilloso | | |
| S.O. (%) | 2,92 | | |
| pH | 8,51 | | |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 399 | 439 | 403 |
| Irrigazione (kWh), acqua in pressione | 950 | 1.000 | 1.000 |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | 3.800 | 4.000 | 4.000 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 118, da digestato (equiparato a compost DB Ecoinvent) | | |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 88 | 105 | 105 |
| Confusione sessuale | Si | | |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 3,28 | | |

Tab. 2 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PESCO (2018)

| Caratteristiche appezzamenti | CAB Massari - Conselice (RA) | | |
|--|---|-------------|-----------|
| | Big Bang | Royal Glory | Big Top |
| Varietà | Big Bang | Royal Glory | Big Top |
| Superficie (ha) | 1,55 | 0,75 | 1,28 |
| Sesto di impianto (m) | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 |
| Resa 2018 (t/ha) | 10 | 14 | 11 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 399 | 399 | 399 |
| Irrigazione (kWh), acqua in pressione | 625 | 658 | 658 |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | 2.500 | 2.630 | 2.630 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 47, da organico a base cuoio idrolizzato (equiparato a cornunghia DB Ecoinvent) | | |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 172 | 172 | 172 |
| Confusione sessuale | Si | | |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 2,62 | | |

Tab. 3 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PESCO (2019)

| Caratteristiche appezzamenti | CAB Massari - Conselice (RA) | | |
|--|------------------------------|-------------|-----------|
| | Big Bang | Royal Glory | Big Top |
| Varietà | Big Bang | Royal Glory | Big Top |
| Superficie (ha) | 1,55 | 0,75 | 1,28 |
| Sesto di impianto (m) | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 | 1,5 X 4,5 |
| Resa 2019 (t/ha) | 16,2 | 14,1 | 7,2 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 339 | 339 | 339 |
| Irrigazione (kWh), acqua in pressione | 600 | 625 | 625 |
| Volume irriguo | 2.400 | 2.500 | 2.500 |

| | | | |
|--|---|----|----|
| (m ³ /ha) | | | |
| Unità fertilizzanti azotate N | 118, da digestato (equiparato a compost DB Ecoinvent) | | |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 89 | 89 | 89 |
| Confusione sessuale | Si | | |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 3,44 | | |

Tab. 4 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PERO (2017)

| Caratteristiche appezzamenti | Conselice (RA) | Massalombarda (RA) | Modena |
|--|---|---|--|
| Superficie (ha) | 1,38 | 0,82 | 1,30 |
| Varietà | Abate Fétel | | |
| Sesto di impianto (m) | 4 x 1 | 4,5 x 2,5 | 3,8 x 1,5 |
| Resa 2017 (t/ha) | 32 | 41 | 24 |
| Forma allevamento | Fusetto | Palmetta | Fusetto (2 file palmetta) |
| Durata stimata frutteto (anni) | 25 (anno impianto 2001) | 35 (anno impianto 1992) | 20 (anni di impianto 2006 e 2011) |
| Materiale strutture di sostegno | Pali cemento | Pali legno | Pali legno |
| Impianto antigrandine | no | si | no |
| Impianto irrigazione | Fertirrigazione a goccia | Fertirrigazione a goccia | Microjet |
| Caratteristiche suolo | | | |
| Tessitura | Franco-argilloso | Franco | Franco-limoso |
| S.O. (%) | 2,92 | 1,5 | 3,85 |
| pH | 8,51 | 8,19 | 7,86 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 748 | 840 | 710 + 56 kWh carro elettrico |
| Irrigazione (kWh) | 1.600 acqua in pressione | 2.793 | 780 |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | 6.400 | 3.900 | 2.600 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 128 digestato (108) + fertirrigazione | 130 digestato (114) + fertirrigazione | 50 concime organico (equiparato pollina) |

| | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | essiccata Ecoinvent) |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 190 | 149 | 83 |
| Confusione sessuale | Si (Checkmate puffer) | Si (Checkmate puffer) | Si |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 3,56 | 3,97 | 3,07 |

Tab. 5 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PERO (2018)

| Caratteristiche appezzamenti | Conselice (RA) | Massalombarda (RA) | Modena |
|--|-----------------------------------|---------------------------|---|
| Superficie (ha) | 1,38 | 0,82 | 1,30 |
| Varietà | Abate Fétel | | |
| Sesto di impianto (m) | 4 x 1 | 4,5 x 2,5 | 3,8 x 1,5 |
| Resa 2018 (t/ha) | 22 | 33 | 16 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 582 | 688 | 684 + 55 kWh carro elettrico |
| Irrigazione (kWh) | 548 acqua in pressione | 2.000 | 780 |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | 2.190 | 2.200 | 2.600 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 11 da fertirrigazione | 13 da fertirrigazione | 50 concime organico (equiparato pollina essiccata Ecoinvent) |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 144 | 146 | 43 |
| Confusione sessuale | Si (Checkmate puffer)+ Isomate | Si (Checkmate puffer) | Si |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 2,28 | 2,54 | 3,07 |

Tab. 6 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a PERO (2019)

| Caratteristiche appezzamenti | Conselice (RA) | Massalombarda (RA) | Modena |
|--|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Superficie (ha) | 1,38 | 0,82 | 1,30 |
| Varietà | Abate Fétel | | |
| Sesto di impianto (m) | 4 x 1 | 4,5 x 2,5 | 3,8 x 1,5 |
| Resa 2019 (t/ha) | 10,9 | 23,9 | 16 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 439 | 629 | 874 + 56 kWh carro elettrico |
| Irrigazione (kWh) | 1.375 acqua in pressione | 3.350 | 550 |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | 5.500 | 8.000 | 2.000 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 9 da fertirrigazione | 12 da fertirrigazione | Apporti trascurabili |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 190 | 150 | 76 |
| Confusione sessuale | Si (Checkmate puffer) | Si (Checkmate puffer) | Si |
| Emissioni N₂O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 2,27 | 2,48 | 2,56 |

Tab. 7 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a MELO (2017)

| Caratteristiche appezzamenti | Crevalcore (BO) | Terre del Reno (FE) | Ravarino (MO) |
|-------------------------------------|---|----------------------------|---|
| Superficie (ha) | 0,62 | 0,19 | 0,43 |
| Varietà | Modì (-7gg. Golden), resistente ticchiolatura | Golden (15 settembre) | Primiera (+5gg. Golden), resistente ticchiolatura |
| Sesto di impianto (m) | 4 X 0,7 | 4,2 X 1 | 3,8 X 0,8 |
| Forma allevamento | Fusetto | Fusetto | Fusetto |
| Resa 2017 (t/ha) | 15,6 | 28,0 | 49,0 |
| Durata stimata frutteto (anni) | 20 (anno impianto 2010) | 30 (anno impianto 2007) | 30 (anno impianto 1990) |
| Materiale strutture di sostegno | Cemento precompresso | Cemento precompresso | Legno |
| Impianto antigrandine | No | No | No |
| Impianto irrigazione | Microirrigazione | Fertirrigazione a goccia | Fertirrigazione a goccia |

| Caratteristiche suolo | | | |
|--|--|------------------------------------|----------------|
| <i>Tessitura</i> | Franco | Franco | Franco-limoso |
| <i>S.O. (%)</i> | - | 1,5 | 1,41 |
| <i>pH</i> | 7,5 | 8,1 | 8,19 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 624 | 790 | 425 |
| Irrigazione (consumo energetico) | - | 420 kWh | 16 kg gasolio |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | - | 480 | 800 |
| Unità fertilizzanti azotate N | 68, da organici (equiparati a pollina essiccata Ecoinvent) | 48, da compost distribuito ottobre | Nessun apporto |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 149 | 214 | 48 |
| Confusione sessuale | si | si | si |
| Emissioni N ₂ O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 3,63 | 2,60 | 2,42 |

Tab. 8 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a MELO (2018)

| Caratteristiche appezzamenti | Crevalcore (BO) | Terre del Reno (FE) | Ravarino (MO) |
|--|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| Superficie (ha) | 0,62 | 0,19 | 0,43 |
| Varietà | Modì (-7gg. Golden) | Golden (15 settembre) | Primiera (+5gg. Golden) |
| Sesto di impianto (m) | 4 X 0,7 | 4,2 X 1 | 3,8 X 0,8 |
| Forma allevamento | Fusetto | Fusetto | Fusetto |
| Resa 2017 (t/ha) | 16,3 | 28,0 | 49,0 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 598 | 790 | 425 |
| Irrigazione (consumo energetico) | - | 420 kWh | - |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | - | 480 | - |

| | | | |
|---|--|--|------|
| Unità fertilizzanti azotate N | 80 primavera+100 autunno, da organici (equiparati a pollina essiccata Ecoinvent) | 18, da organico (equiparati a pollina essiccata Ecoinvent) | - |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 316 | 240 | 239 |
| Confusione sessuale | si | si | si |
| Emissioni N ₂ O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 4,18 | 2,91 | 2,42 |

Tab. 9 - Le principali caratteristiche dei 3 casi studiati a MELO (2019)

| Caratteristiche appezzamenti | Crevalcore (BO) | Terre del Reno (FE) | Ravarino (MO) |
|--|--|----------------------------|--|
| Superficie (ha) | 0,62 | 0,19 | 0,43 |
| Varietà | Modì (-7gg. Golden) | Golden (15 settembre) | Primiera (+5gg. Golden) |
| Sesto di impianto (m) | 4 X 0,7 | 4,2 X 1 | 3,8 X 0,8 |
| Forma allevamento | Fusetto | Fusetto | Fusetto |
| Resa 2017 (t/ha) | 16,3 | 20,5 | 36,7 |
| Input (principali) | | | |
| Consumi per operazioni colturali (kg/ha gasolio) | 544 | 620 | 187 |
| Irrigazione (consumo energetico) | - | 420 kWh | - |
| Volume irriguo (m ³ /ha) | - | 480 | - |
| Unità fertilizzanti azotate N | 53 in primavera da organici (equiparati a pollina essiccata Ecoinvent) | Solo fogliari | 40 in primavera da organici (equiparati a pollina essiccata Ecoinvent) |
| Quantità fitofarmaci (kg/ha) | 228 | 265 | 120 |
| Confusione sessuale | si | si | si |
| Emissioni N ₂ O da fertilizzanti | | | |
| N ₂ O diretto (kg/ha) | 3,88 | 2,43 | 2,82 |

Come si può notare anche dalle tabelle di sintesi, va evidenziato che, stante la scarsità di fertilizzanti organici presenti nella banca dati Ecoinvent, a cui si rifà il codice di calcolo SimaPro, i prodotti realmente distribuiti sono stati frequentemente equiparati a quelli disponibili (in Ecoinvent v.3.4, gli unici fertilizzanti organici disponibili sono compost, horn meal e poultry manure dried, contro i 44 prodotti fertilizzanti inorganici).

In particolare il digestato, prodotto nell'impianto della CAB Massari, è stato equiparato al compost, alcuni organici, come quelli a base di cuoio idrolizzato, sono stati sostituiti con la cornunghia del database; altri organici ancora sono stati equiparati alla pollina essiccata.

Tale pratica di sostituzione è peraltro molto comune tutte quelle volte in cui si ritenga di non poter trascurare un certo mezzo tecnico come nel caso dei fertilizzanti. Va altresì specificato che, come si legge nella descrizione dei concimi organici citati presente in Ecoinvent, mentre per il compost sono state considerate le emissioni prodotte in fase di compostaggio, per la cornunghia e per la pollina essiccata non si è tenuto conto delle emissioni a monte del processo di preparazione del fertilizzante, in altre parole non si considera la quota parte delle emissioni in fase di allevamento dei bovini o degli avicoli.

Certamente la sostituzione che può generare le maggiori approssimazioni è quella del digestato, ma va altresì ricordato che l'impatto ambientale della digestione anaerobica (DA) nel settore agricolo dipende fortemente dal tipo di substrato, dalla tecnologia utilizzata e dalle pratiche operative di gestione della filiera; una corretta valutazione della sostenibilità ambientale del biogas è pertanto molto complessa, a causa del notevole numero di variabili in gioco quali i diversi tipi di substrato, di digestori, di gestione colturale. La tipologia di biomassa impiegata determina le differenze più consistenti nella valutazione dell'impatto ambientale, in termini di GHG, con le deiezioni animali che producono maggiori risparmi di CO₂ equivalente emessa e le colture dedicate, con valori di GHG emessi in alcuni casi confrontabili con quelli della produzione media del parco elettrico italiano/europeo. Anche all'interno di quest'ultima tipologia di substrato, le diverse rese e tecniche culturali (coltivazione intensiva o estensiva, irrigazione, richiesta di azoto) determinano grosse variabilità. In ogni caso i dati relativi alle emissioni di GHG presentano, anche a parità di substrato considerato, una forte variabilità. Le emissioni di CO₂eq in impianti di biogas agricoli per la generazione di energia elettrica, valutate attraverso studi LCA dell'intero ciclo di vita, si collocano tra -0,4 e + 0,4 kg CO₂eq/kWh, range che include le emissioni evitate sostituendo le normali pratiche di gestione dei reflui zootecnici [(1) (2) (3) (4) (5)]. I maggiori valori di emissione sono relativi ad impianti con colture dedicate e includono le emissioni connesse alla coltivazione e all'insilamento. Quindi, in definitiva, considerato che l'impianto di DA della CAB Massari utilizza anche colture dedicate e che la frazione solida del digestato rappresenta un sottoprodotto del processo, si è ritenuto di non considerare nullo l'impatto del digestato ma equipararlo con il compost.

(1) Giuntoli J., Agostini A., Edwards R., Marelli L., (2015). *Solid and gaseous bio energy pathways: input values and GHG emissions, JRC Science and policy reports.*

(2) Agostini A., Battini F., Giuntoli J., Tabaglio V., Padella M., Baxter D., Marelli L., Amaducci S., (2015) *Environmentally Sustainable Biogas? The Key Role of Manure Co-Digestion with Energy Crops*, *Energies*, 8, 5234-5265.

(3) Fusi A., Bacenetti J., Fiala M., Azapagic A. (2016). *Life Cycle Environmental Impacts of Electricity from Biogas Produced by Anaerobic Digestion*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 4: 26.

(4) Bacenetti, J., Fiala, M. (2015), 'Carbon Footprint of Electricity from Anaerobic Digestion Plants in Italy', *Environmental Engineering and Management Journal* 14(7), 1495–1502.

(5) Ingraio C., Rana R., Tricase C., Lombardi M. (2015) *Application of Carbon Footprint to an agro-biogas supply chain in Southern Italy*. *Applied Energy* 149: 75–88.

Nella **tabella 10** viene riportata la descrizione delle voci inputate alle diverse categorie d'impatto considerate.

Tab. 10. Descrizione delle categorie di impatto considerate

| Classificazione | descrizione |
|-----------------------------------|---|
| Impianto | Consumi energetici per operazioni di impianto, produzione materiali per infrastrutture e mezzi tecnici (pali, cavi, reti antigrandine, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti). Emissioni da uso fertilizzanti applicati all'impianto. Irrigazione (impianto irrigazione fisso, consumo energetico e idrico all'impianto). Rifiuti (infrastrutture, reti antigrandine, impianti irrigazione fissi). |
| Operazioni colturali | Consumi energetici per operazioni di coltivazione (lavorazioni terreno, semine, trinciature, potature, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, operazioni di raccolta, ecc.) |
| Irrigazione | Consumi energetici e consumo idrico per l'irrigazione |
| Fertilizzanti | Produzione fertilizzanti |
| Agrofarmaci | Produzione principi attivi e dispenser feromoni |
| Emissioni da uso di fertilizzanti | Emissioni dirette e indirette di N ₂ O, NO, NH ₃ nella coltivazione |
| Trasporti | Le emissioni derivanti dai trasporti dei mezzi tecnici in azienda dal proprio fornitore |
| Rifiuti | Smaltimento rifiuti fase coltivazione (imballaggi, legacci, dispenser feromoni) |

RISULTATI PESCO

Nelle **tabelle 11-13** e nei **grafici 1-6** sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per unità funzionale (kg prodotto), espressi sia in termini di kg CO₂eq che di peso percentuale delle categorie di impatto.

I tre appezzamenti, essendo adiacenti l'uno all'altro, sono condotti con tecniche agronomiche ovviamente molto simili, pur tuttavia, nel corso del triennio, emergono alcuni aspetti interessanti legati soprattutto alla pratica della fertilizzazione, che risulta molto spesso, soprattutto qualora si utilizzino prodotti azotati di sintesi, la pratica più impattante in termini di impronta di carbonio.

Come già riportato, il digestato, distribuito nel 2017 e 2019, è stato equiparato al compost, mentre l'organico a base di cuoio idrolizzato impiegato nel 2018 è stato sostituito con la cornunghia del database.

Ciò premesso, i valori degli impatti espressi in termini di kg CO₂eq/kg di pesche vanno dal valore minimo di 0,34 fatto segnare da Royal Glory nel 2017, in virtù della maggior resa ottenuta (24,3 t/ha) fino a 0,89 raggiunto da Big Top nel 2019, a causa del minimo di resa (7,2 t/ha a causa di una grandinata).

In termini di importanza percentuale delle varie categorie di impatto, l'andamento del 2017 e 2019 sono molto simili in quanto in entrambe le annate sono state distribuite 118 unità di azoto da digestato, mentre differisce il 2018 quando sono state distribuite 47 unità da idrolizzato di cuoio e pelli. Nel 2017 e 2019, assommando la voce fertilizzanti ed emissioni da fertilizzanti si arriva al 46-50% delle intere emissioni, seguite dalle operazioni colturali (ca. 20%) e dall'impianto (17-21%). Nel 2018, la somma di fertilizzanti e relative emissioni dal loro impiego in campo non arrivano al 20%, quindi assumono più importanza le voci relative alle operazioni colturali e all'impianto, che viaggiano nell'intorno del 30%; nello stesso anno si segnala l'11% di importanza raggiunta dagli agrofarmaci che effettivamente sono stati impiegati molto di più che negli altri due anni (ca. 170 kg contro i 90-100 kg) quando il loro peso si aggirava sul 4%.

Pur considerate le premesse sulle matrici organiche impiegate e pur avendo distribuito nel 2018 meno della metà delle unità di azoto del 2017, certamente il compost utilizzato da Ecoinvent ha un impatto molto maggiore della cornunghia; ad es. Big Top, che nel 2017 e 2018 ha una resa molto simile, ha fatto segnare 0,75 kg CO₂eq/kg il primo anno e solo 0,46 il secondo anno (pur con 70 kg di agrofarmaci in più).

Tab. 11. IPCC GWP 100a del PESCO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2017)

| Varietà | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|--------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Big Bang | 0,075 | 0,082 | 0,033 | 0,16 | 0,061 | 0,016 | 0,0028 | 0,0025 | 0,43 |
| % | 17,3 | 18,9 | 7,6 | 37,2 | 14,2 | 3,6 | 0,6 | 0,6 | 100 |
| Royal Glory | 0,057 | 0,068 | 0,026 | 0,12 | 0,047 | 0,014 | 0,0022 | 0,0019 | 0,34 |
| % | 16,8 | 20,2 | 7,8 | 36,1 | 13,8 | 4,1 | 0,6 | 0,6 | 100 |
| Big Top | 0,128 | 0,141 | 0,059 | 0,27 | 0,105 | 0,031 | 0,005 | 0,004 | 0,75 |
| % | 17,1 | 18,8 | 7,9 | 36,7 | 14,0 | 4,2 | 0,6 | 0,6 | 100 |

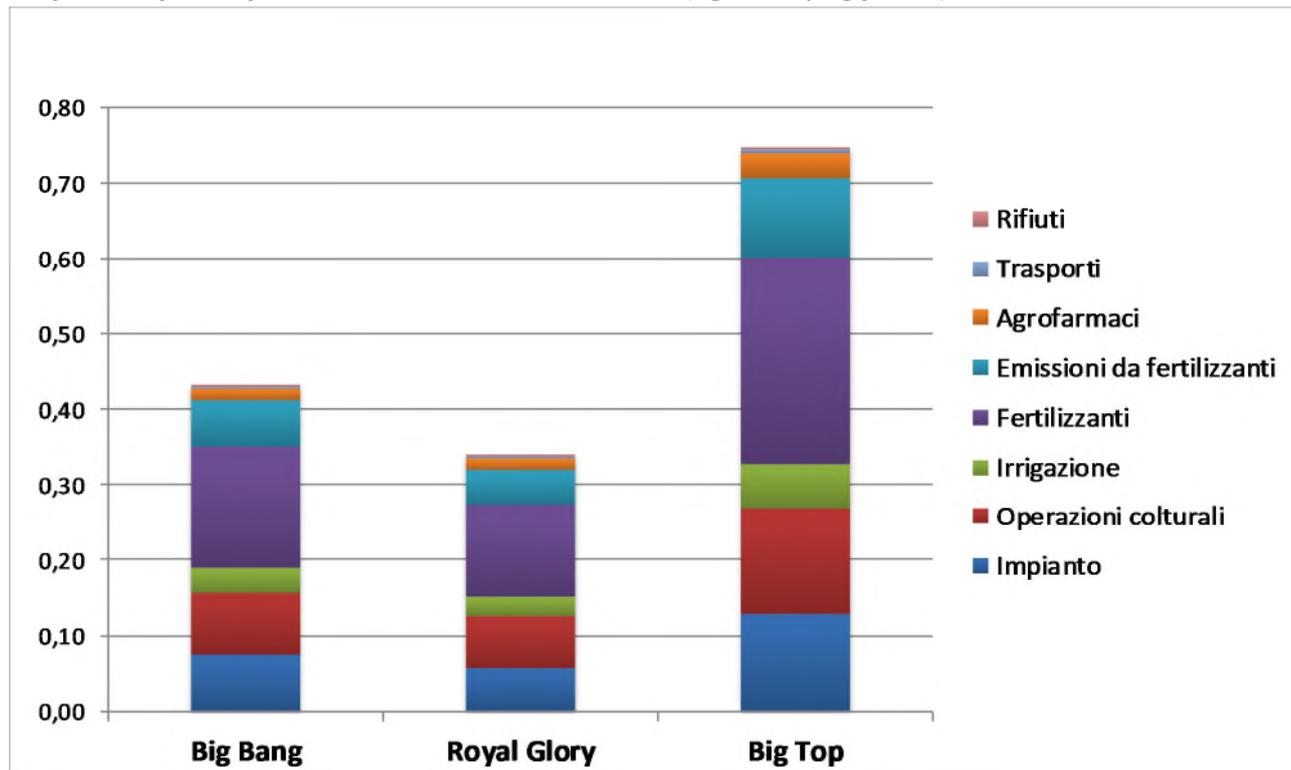
Tab. 12. IPCC GWP 100a del PESCO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2018)

| Varietà | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|--------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Big Bang | 0,14 | 0,16 | 0,040 | 0,011 | 0,085 | 0,058 | 0,0015 | 0,0056 | 0,50 |
| % | 27,5 | 32,5 | 7,9 | 2,3 | 16,9 | 11,5 | 0,3 | 1,1 | 100 |
| Royal Glory | 0,10 | 0,12 | 0,030 | 0,0081 | 0,061 | 0,041 | 0,0011 | 0,0040 | 0,36 |
| % | 27,4 | 32,4 | 8,3 | 2,3 | 16,8 | 11,4 | 0,3 | 1,1 | 100 |
| Big Top | 0,13 | 0,15 | 0,038 | 0,010 | 0,077 | 0,053 | 0,0013 | 0,0051 | 0,46 |
| % | 27,4 | 32,4 | 8,3 | 2,3 | 16,8 | 11,4 | 0,3 | 1,1 | 100 |

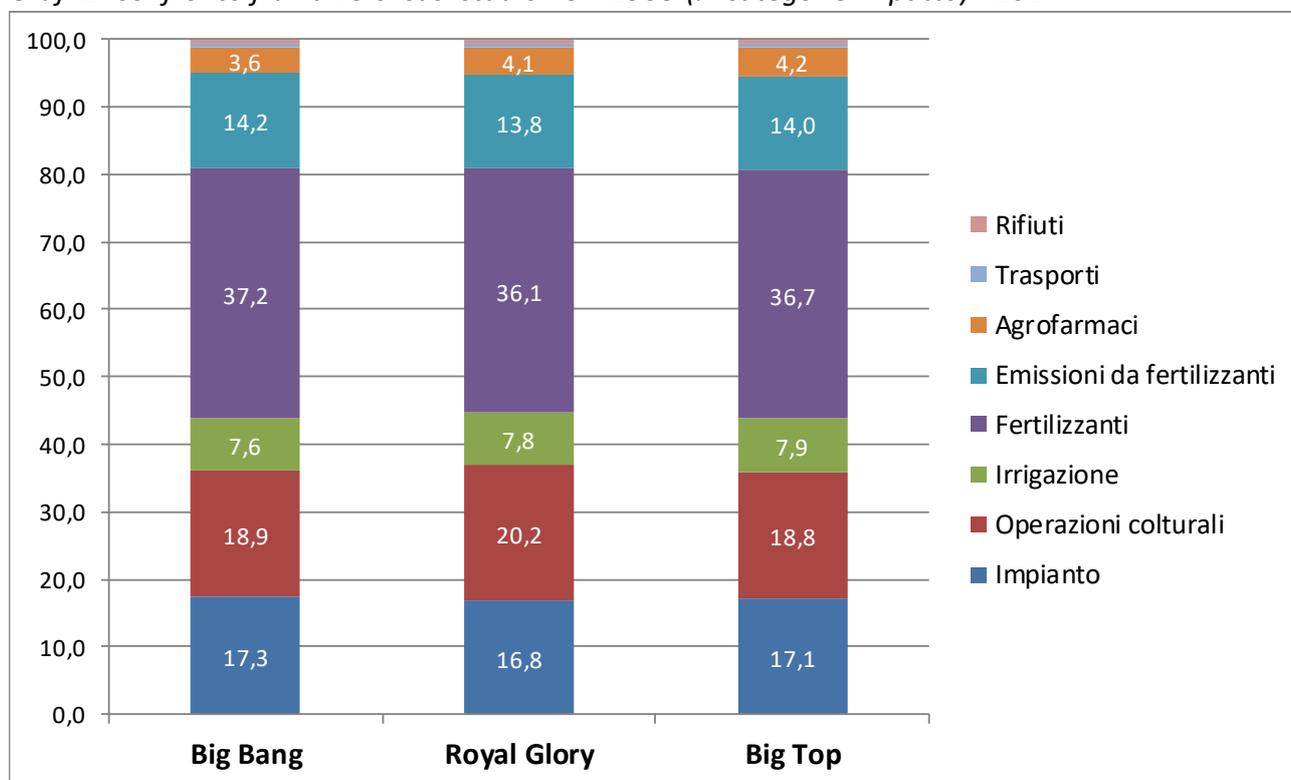
Tab. 13. IPCC GWP 100a del PESCO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2019)

| Varietà | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|--------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Big Bang | 0,086 | 0,079 | 0,024 | 0,11 | 0,074 | 0,017 | 0,0022 | 0,0035 | 0,40 |
| % | 21,6 | 20,0 | 6,0 | 28,0 | 18,8 | 4,2 | 0,6 | 0,9 | 100 |
| Royal Glory | 0,098 | 0,091 | 0,028 | 0,13 | 0,086 | 0,019 | 0,0025 | 0,0040 | 0,46 |
| % | 21,5 | 20,0 | 6,2 | 28,0 | 18,7 | 4,2 | 0,6 | 0,9 | 100 |
| Big Top | 0,19 | 0,18 | 0,056 | 0,25 | 0,17 | 0,037 | 0,0049 | 0,0078 | 0,89 |
| % | 21,5 | 20,0 | 6,2 | 28,0 | 18,7 | 4,2 | 0,6 | 0,9 | 100 |

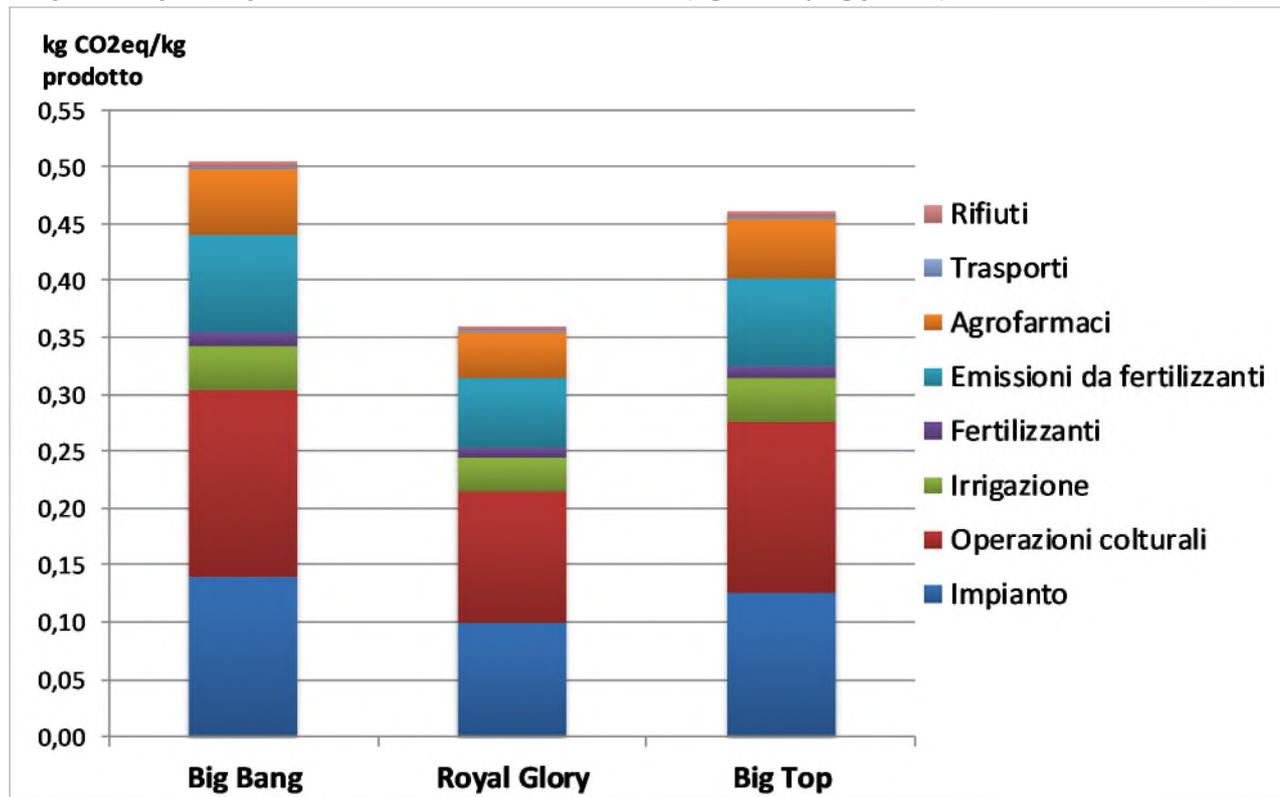
Graf. 1. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2017



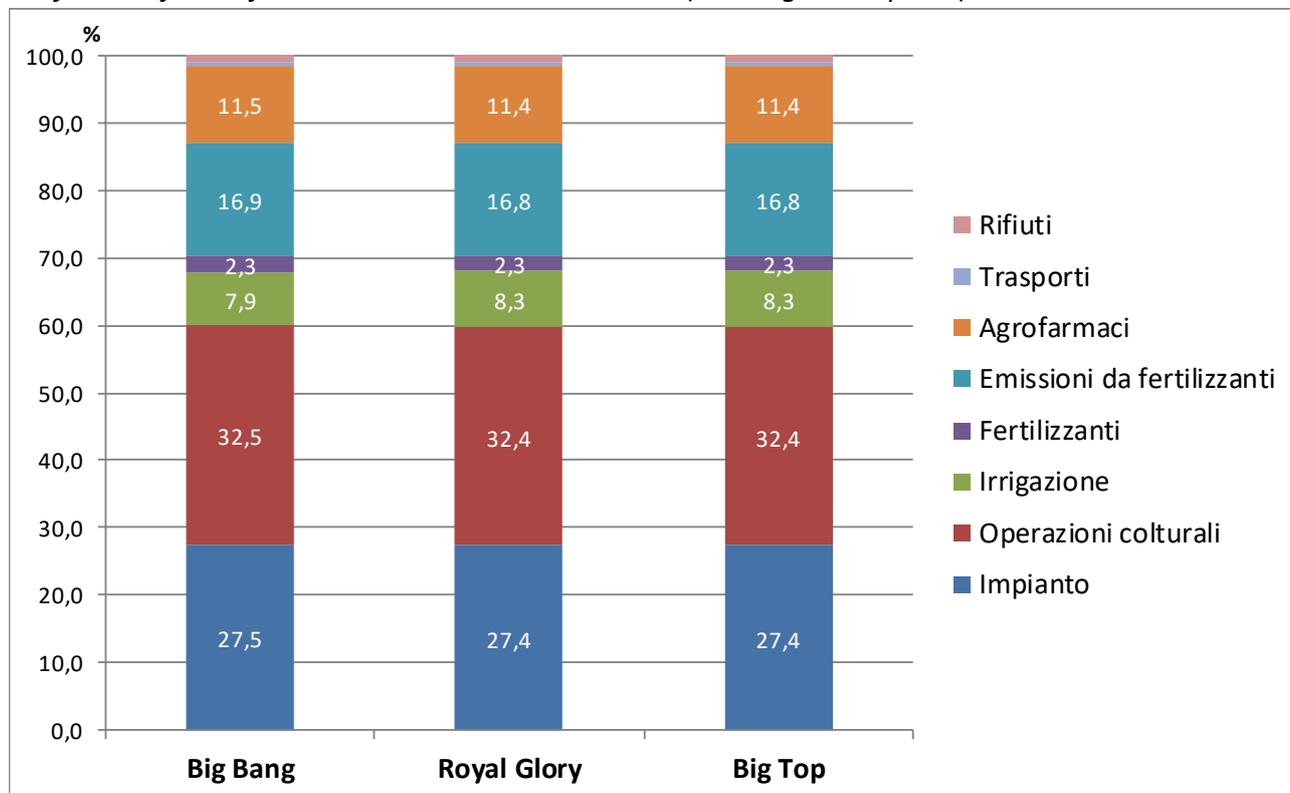
Graf. 2. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (% categorie impatto) - 2017



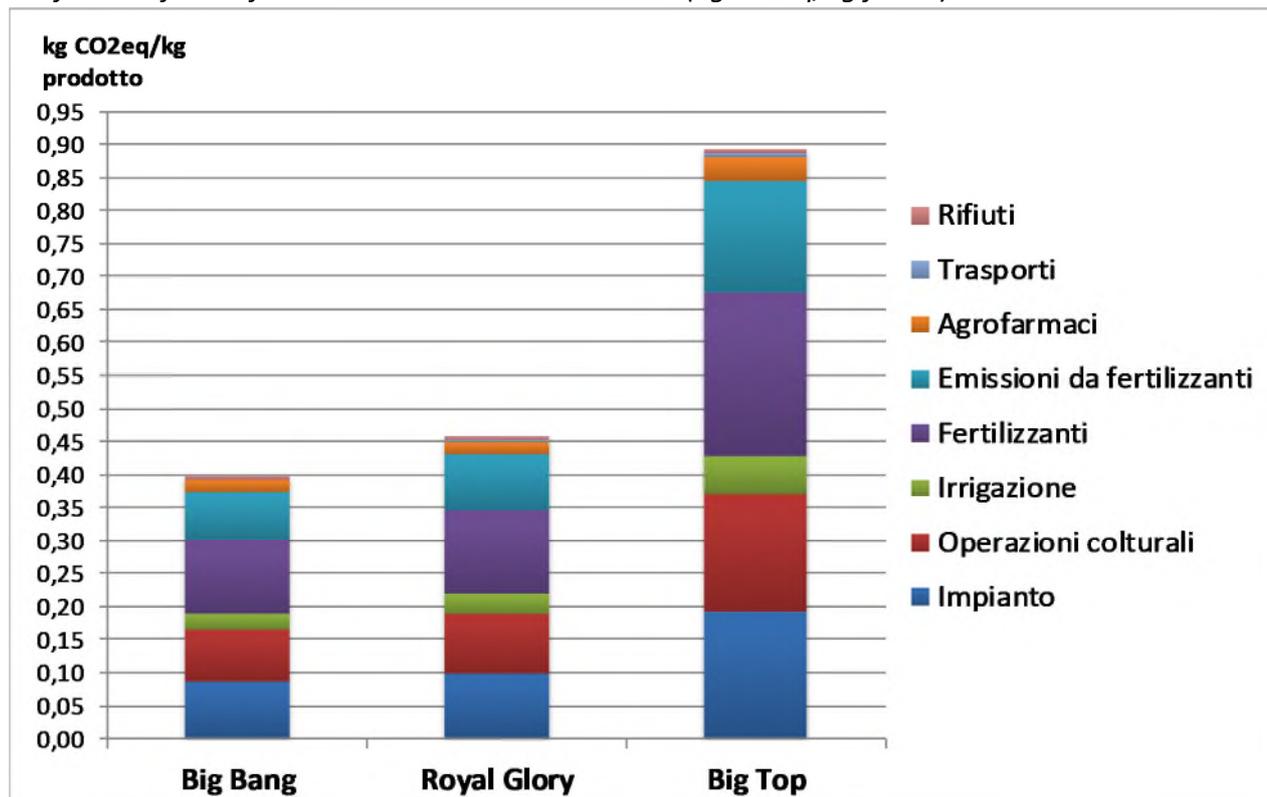
Graf. 3. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2018



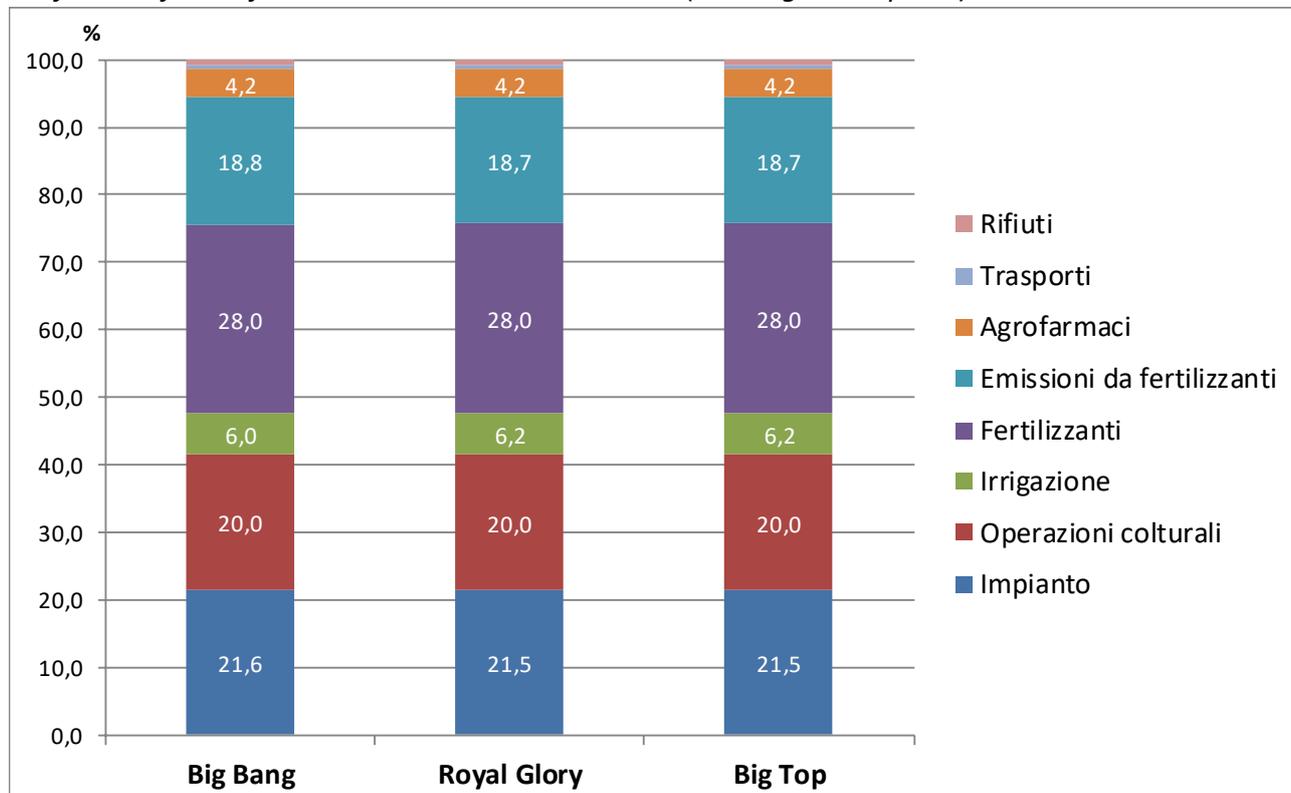
Graf. 4. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (% categorie impatto) - 2018



Graf. 5. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2019



Graf. 6. Confronto fra i diversi casi studio nel PESCO (% categorie impatto) - 2019



RISULTATI PERO

Nelle **tabelle 14-16** e nei **grafici 7-12** sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per unità funzionale (kg prodotto), espressi sia in termini di kg CO₂eq che di peso percentuale delle categorie di impatto.

In questo caso, sono stati monitorati due appezzamenti di Abate Fétel gestiti dalla CAB Massari a Conselice (RA) e Massalombarda (RA) e un altro a Modena dell'Az. Agr. Mattioli, quindi con delle situazioni e delle gestioni agronomiche piuttosto variegata. Anche stavolta, per i motivi già riportati, sono stati sostituiti i fertilizzanti organici distribuiti in funzione della disponibilità nel database Ecoinvent; in particolare, come già nel pesco, il digestato solido è stato equiparato al compost, gli organici distribuiti a Modena (Phenix Italtollina) sono stati sostituiti con la pollina essiccata mentre i prodotti azotati da fertirrigazione, tipo il Vitafert (carniccio fluido), sono stati sostituiti dalla cornunghia. Anche per la pollina essiccata presente nel database Ecoinvent, vale lo stesso discorso della Cornunghia, ovvero, lo studio sulle sue emissioni comprende solo la fase produttiva (essiccazione e confezionamento), escludendo quella a monte relativa all'allevamento avicolo.

I valori degli impatti espressi in termini di kg CO₂eq/kg di pere vanno dal valore minimo di 0,17 fatto segnare a Massalombarda nel 2018 (buona la resa di 33 t/ha e distribuzione di poche unità di azoto), fino a 0,45 raggiunto a Conselice nel 2019, in quest'ultimo caso in conseguenza del minimo di resa (10,9 t/ha, a causa di un'annata complessivamente peggiore delle altre). Anche qui si nota il maggior peso assunto dal compost rispetto agli altri due organici da database, infatti l'impatto è minimo nel 2018 quando non si è usato il digestato (compost) nonostante la resa produttiva maggiore sia stata raggiunta a Massalombarda nel 2017 (41 t/ha), quando invece erano stati apportati 250 q.li/ha di digestato.

In termini di importanza percentuale delle varie categorie di impatto, l'andamento è molto variabile da un anno e da una località all'altra. Nel 2017, quando a Conselice e a Massalombarda è stato distribuito il digestato, la somma delle emissioni derivanti da fertilizzanti e loro uso in campo ha raggiunto il 47-48% delle intere emissioni, mentre a Modena, dove è stata usata la pollina, la somma delle due voci si ferma al 23%. Sempre nel 2017, nei campi gestiti dalla CAB, seguono per importanza le operazioni colturali, col 26-27% di peso, mentre a Modena assumono l'importanza principale (53%); a Massalombarda, probabilmente come conseguenza di un sovradimensionamento della pompa impiegata, l'irrigazione viene ad assumere, tra il 2017 e 2018, un peso del 15-18%.

La situazione nei campi della CAB cambia diametralmente nel biennio successivo quando non viene più distribuito digestato, ma vengono apportati solo prodotti da fertirrigazione; in questo caso la somma fertilizzanti-emissioni vanno dal 12 al 17% ed assumono maggior peso le operazioni colturali, l'irrigazione e l'impianto. L'importanza delle operazioni colturali arriva fino al 65% a Modena nel 2019, dove non vengono apportati quantitativi significativi di fertilizzanti. Nel 2019, a Massalombarda, sia per gli 8.000 mc che per il motivo già ricordato, l'irrigazione raggiunge il 46%. Interessante inoltre il 21% raggiunto dalla voce impianto nel campo di Conselice dove la paleria di sostegno è costituita da cemento precompresso, mentre negli altri due campi, dove ci si ferma al 10%, si sono usati pali di legno.

Tab. 14. IPCC GWP 100a del PERO (cv. Abate F.). (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2017)

| Località | Impianto | Operazioni culturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|---------------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Conselice (RA) | 0,032 | 0,087 | 0,032 | 0,12 | 0,039 | 0,015 | 0,00078 | 0,0035 | 0,33 |
| % | 9,7 | 26,2 | 9,6 | 37,0 | 11,8 | 4,4 | 0,2 | 1,1 | 100 |
| Massalombarda (RA) | 0,014 | 0,077 | 0,044 | 0,10 | 0,034 | 0,0086 | 0,0029 | 0,0023 | 0,28 |
| % | 5,0 | 26,9 | 15,3 | 36,0 | 11,8 | 3,0 | 1,0 | 0,8 | 100 |
| Modena | 0,017 | 0,11 | 0,026 | 0,0054 | 0,041 | 0,0072 | 0,00036 | 0,0029 | 0,21 |
| % | 8,1 | 53,0 | 12,1 | 2,6 | 19,4 | 3,4 | 0,2 | 1,4 | 100 |

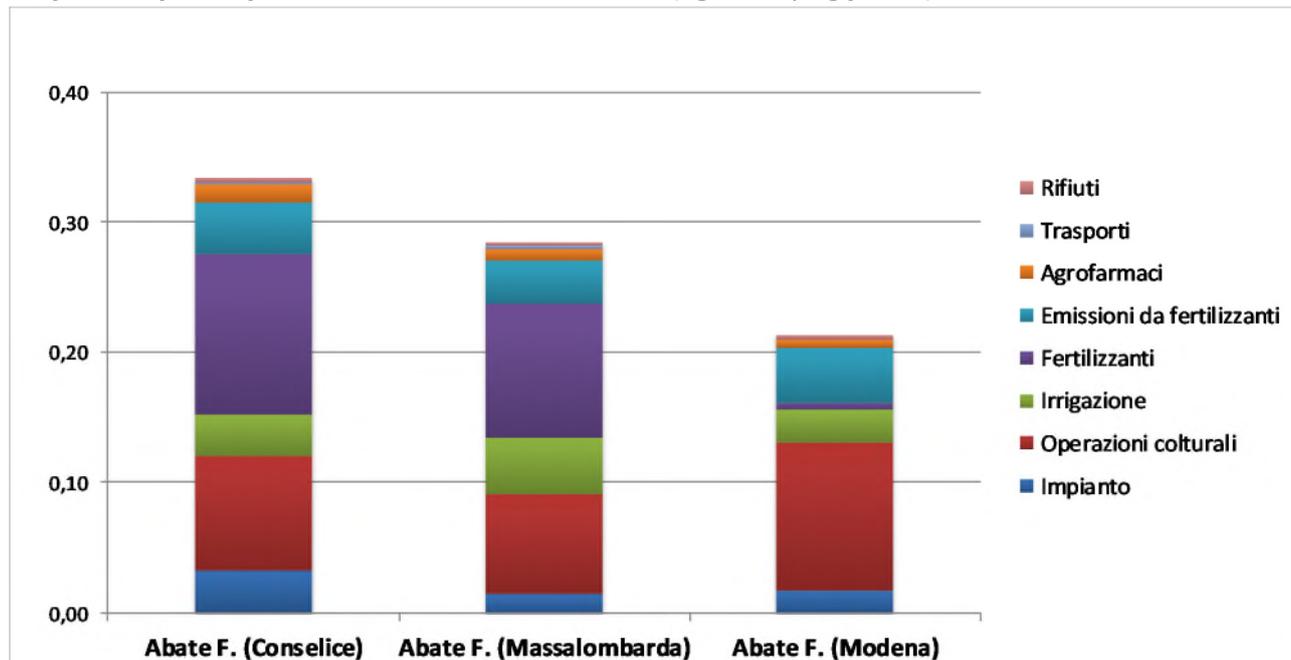
Tab. 15. IPCC GWP 100a del PERO (cv. Abate F.). (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2018)

| Località | Impianto | Operazioni culturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|---------------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Conselice (RA) | 0,047 | 0,10 | 0,016 | 0,0030 | 0,032 | 0,017 | 0,00011 | 0,0043 | 0,22 |
| % | 21,5 | 45,4 | 7,3 | 1,4 | 14,5 | 7,9 | 0,05 | 2,0 | 100 |
| Massalombarda (RA) | 0,018 | 0,078 | 0,031 | 0,0027 | 0,024 | 0,012 | 0,000084 | 0,0029 | 0,17 |
| % | 10,5 | 46,6 | 18,3 | 1,6 | 14,1 | 7,1 | 0,05 | 1,7 | 100 |
| Modena | 0,026 | 0,16 | 0,031 | 0,0082 | 0,062 | 0,0067 | 0,00051 | 0,0039 | 0,30 |
| % | 8,6 | 54,1 | 10,4 | 2,7 | 20,5 | 2,2 | 0,2 | 1,3 | 100 |

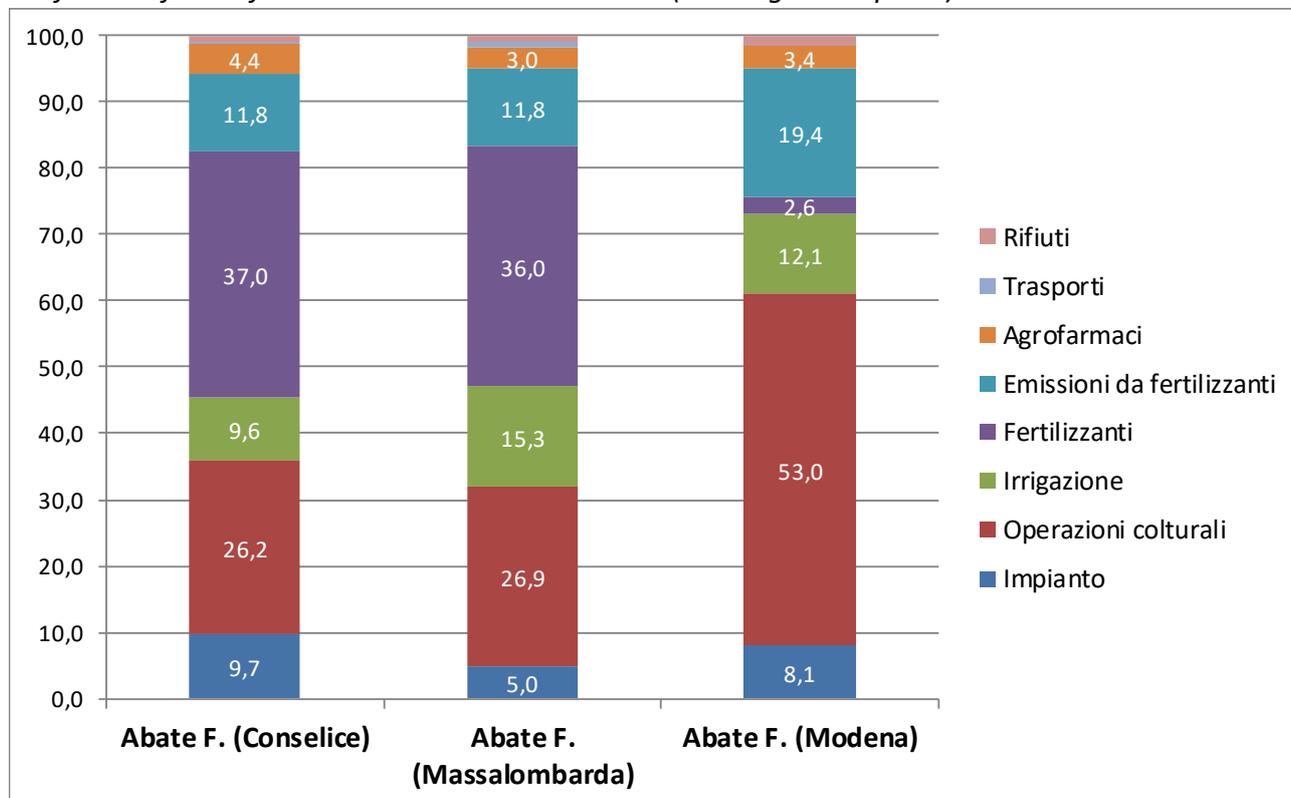
Tab. 16. IPCC GWP 100a del PERO (cv. Abate F.). (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2019)

| Località | Impianto | Operazioni culturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|---------------------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|-------------|
| Conselice (RA) | 0,095 | 0,15 | 0,081 | 0,015 | 0,063 | 0,033 | 0,00019 | 0,0081 | 0,45 |
| % | 21,2 | 33,9 | 18,2 | 3,3 | 14,2 | 7,4 | 0,04 | 1,8 | 100 |
| Massalombarda (RA) | 0,024 | 0,099 | 0,16 | 0,0063 | 0,032 | 0,013 | 0,000094 | 0,0037 | 0,33 |
| % | 7,3 | 29,5 | 46,7 | 1,9 | 9,7 | 3,8 | 0,03 | 1,1 | 100 |
| Modena | 0,026 | 0,21 | 0,022 | 0,00041 | 0,048 | 0,0097 | 0,000083 | 0,0035 | 0,32 |
| % | 8,2 | 65,5 | 7,0 | 0,1 | 15,1 | 3,1 | 0,03 | 1,1 | 100 |

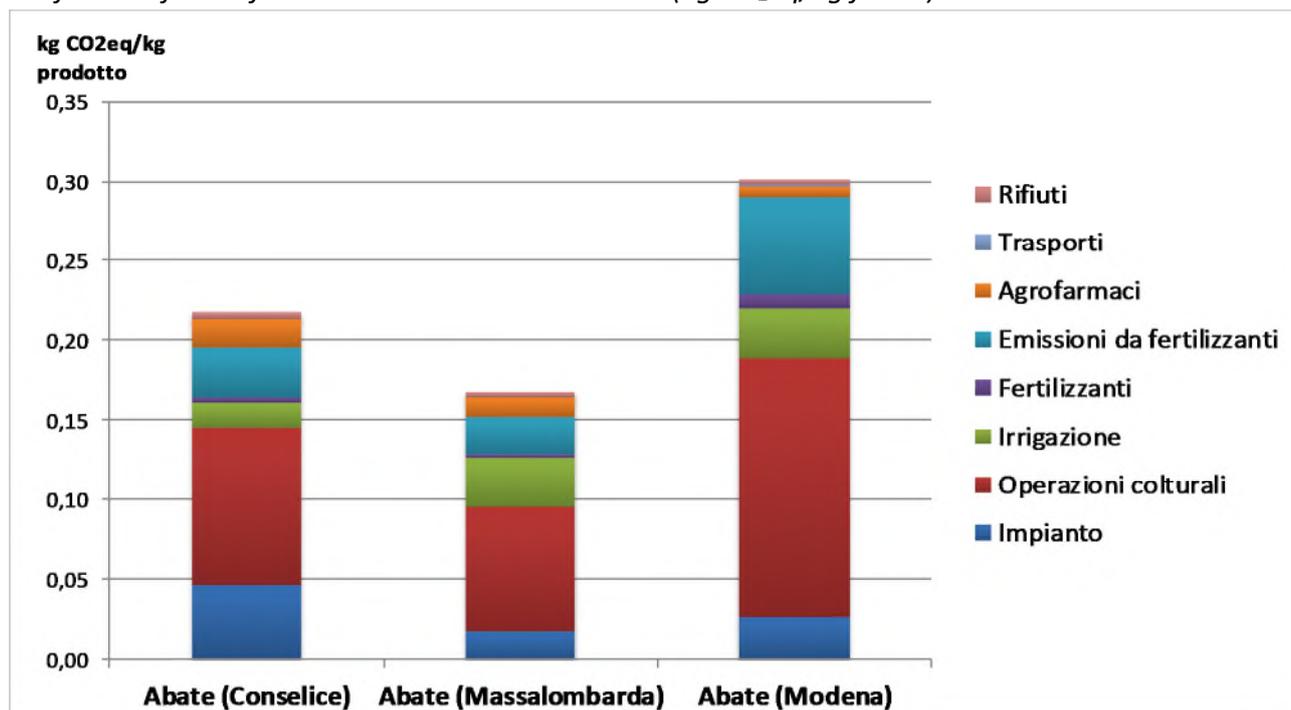
Graf. 7. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2017



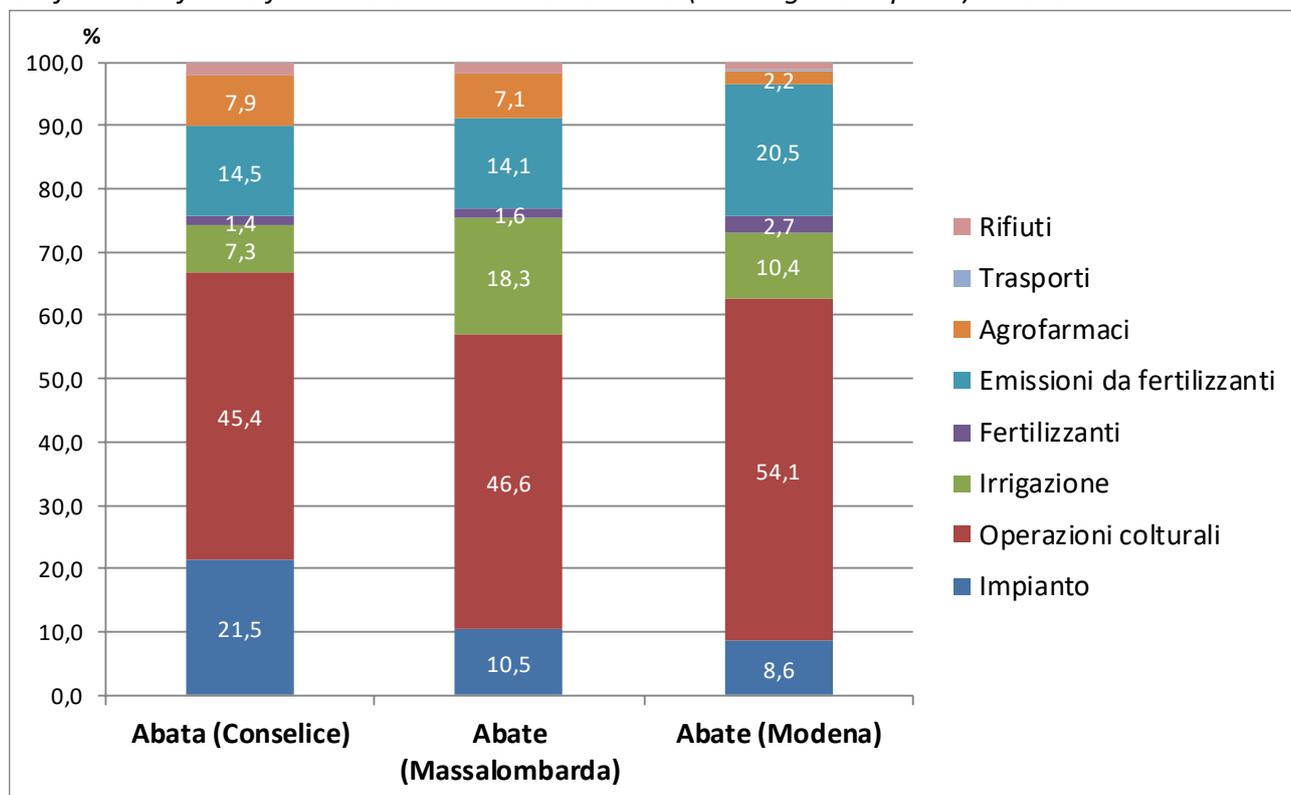
Graf. 8. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (% categorie impatto) - 2017



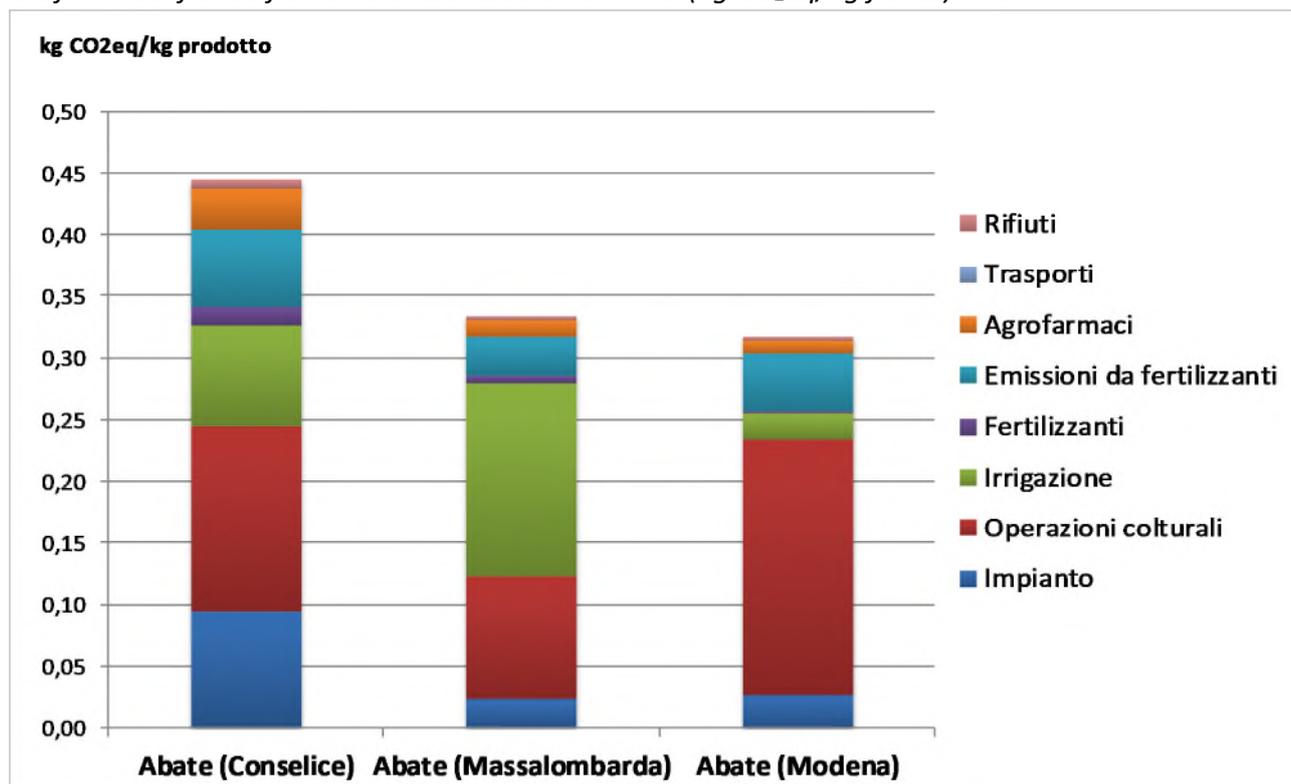
Graf. 9. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2018



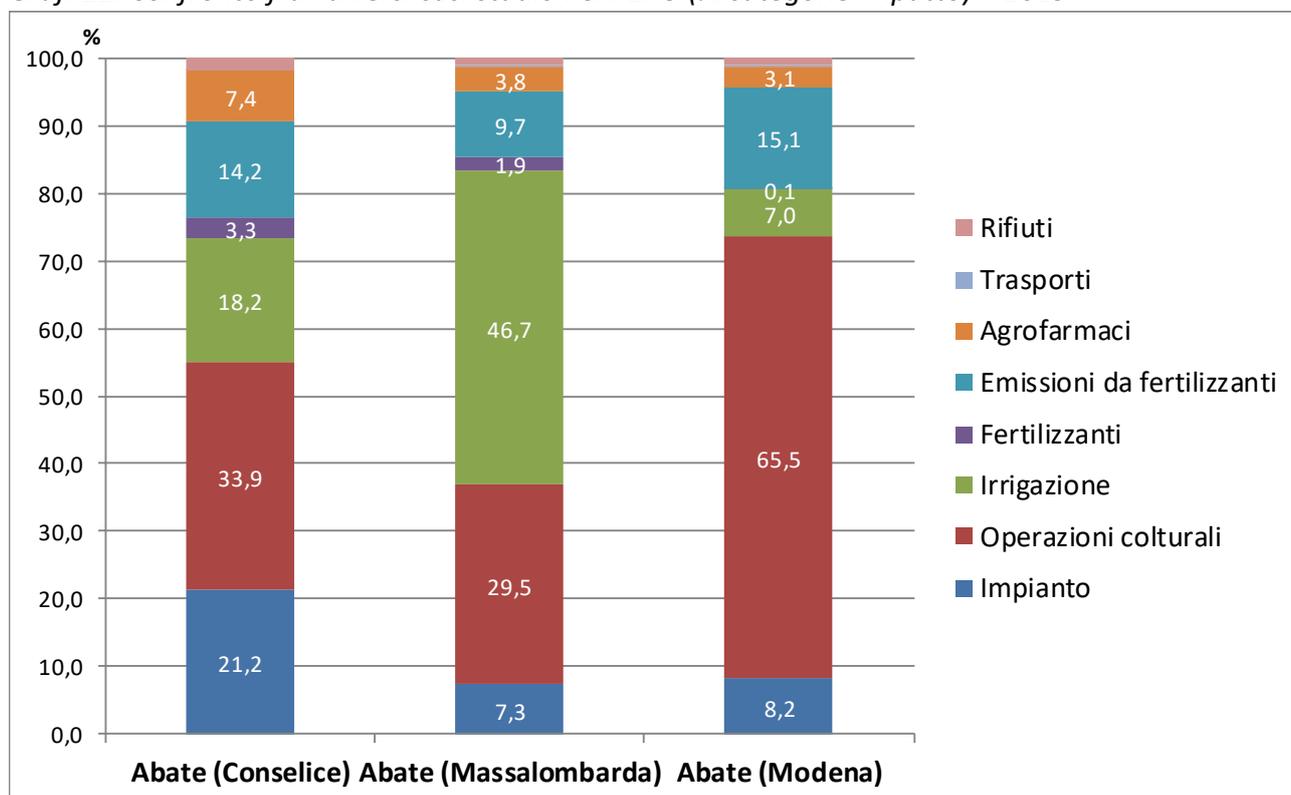
Graf. 10. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (% categorie impatto) – 2018



Graf. 11. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2019



Graf. 12. Confronto fra i diversi casi studio nel PERO (% categorie impatto) – 2019



RISULTATI MELO

Nelle **tabelle 17-19** e nei **grafici 13-18** sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per unità funzionale (kg prodotto), espressi sia in termini di kg CO₂eq che di peso percentuale delle categorie di impatto.

Anche per il melo i casi monitorati sono stati molto eterogenei avendo raccolto le informazioni di tre diverse varietà (Modì, Golden e Primiera) in tre diverse aziende agricole nell'area a cavallo tra le provincie di Bologna, Modena e Ferrara.

Per quanto riguarda la fertilizzazione, i maggiori apporti di organici (equiparati alla pollina essiccata di Ecoinvent) sono stati distribuiti su Modì, in particolare nel 2018. Su Golden sono stati apportati 22 q.li/ha di compost Aimag nel 2017 e pochi organici nel 2018. Primiera è stata fertilizzata solo nel 2019 con degli organici per 40 unità di azoto.

In tutti e tre gli anni, Primiera ha fatto segnare valori di emissioni decisamente inferiori rispetto agli altri due casi, attestandosi intorno a 0,06 kg CO₂eq per kg di mele contro circa 0,3 di media tra Modì e Golden (-80%); ciò in conseguenza delle rese sempre molto migliori (almeno il doppio rispetto alla media di Modì e Golden, ma anche oltre nel primio biennio) e grazie al minor impiego di mezzi tecnici e di fonti energetiche (nel 2017 e 2018 non sono stati apportati fertilizzanti, sono stati utilizzati minori quantitativi di carburanti e agrofarmaci e le infrastrutture di impianto sono meno impattanti).

Dal punto di vista del peso percentuale, la categoria di impatto preponderante è quella relativa alle operazioni colturali che va da un minimo del 32% nel 2019 fino al 59% nel 2017, sempre su Primiera.

La categoria fertilizzanti e relative emissioni in campo è molto variabile, andando dal 14% di Golden nel 2019 (quando sono stati somministrati solo dei prodotti fogliari) al 46% di Primiera nel 2019 (41,5% emissioni e 5% fertilizzanti organici); a proposito di quest'ultima va specificato che le emissioni dei primi due anni, calcolate con il modello statistico di Stehfest e Bowman, sono da imputare alla mineralizzazione della sostanza organica del suolo non essendo stati apportati fertilizzanti in quel periodo.

Come già si era visto su pero, la voce relativa all'impianto per Modì e Golden, dove è stata usata della paleria in cemento precompresso, si colloca intorno al 20%, mentre per Primiera, dove ci sono dei pali in legno, oscilla tra il 7 e il 9%.

Per quanto riguarda la voce degli agrofarmaci, nonostante Primiera e Modì siano resistenti alla ticchiolatura, non emerge un chiaro andamento degli impatti, né in termini assoluti né in termini percentuali, tuttavia, considerando la media dei quantitativi distribuiti nel triennio, si può osservare che su Golden sono stati apportati 240 kg di agrofarmaci, su Modì 228 e su Primiera 136.

Tab. 17. IPCC GWP 100a del MELO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2017)

| Località | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|-----------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|--------------|
| Modi | 0,074 | 0,15 | - | 0,012 | 0,078 | 0,023 | 0,0032 | 0,0021 | 0,34 |
| % | 21,7 | 43,8 | | 3,4 | 22,9 | 6,7 | 0,9 | 0,6 | 100 |
| Golden | 0,043 | 0,11 | 0,010 | 0,026 | 0,029 | 0,020 | 0,0015 | 0,00036 | 0,24 |
| % | 18,2 | 44,9 | 4,4 | 11,1 | 12,2 | 8,5 | 0,6 | 0,2 | 100 |
| Primiera | 0,0040 | 0,032 | 0,0012 | - | 0,015 | 0,0025 | 0,000021 | 0,00031 | 0,055 |
| % | 7,3 | 58,7 | 2,2 | - | 26,6 | 4,6 | 0,04 | 0,6 | 100 |

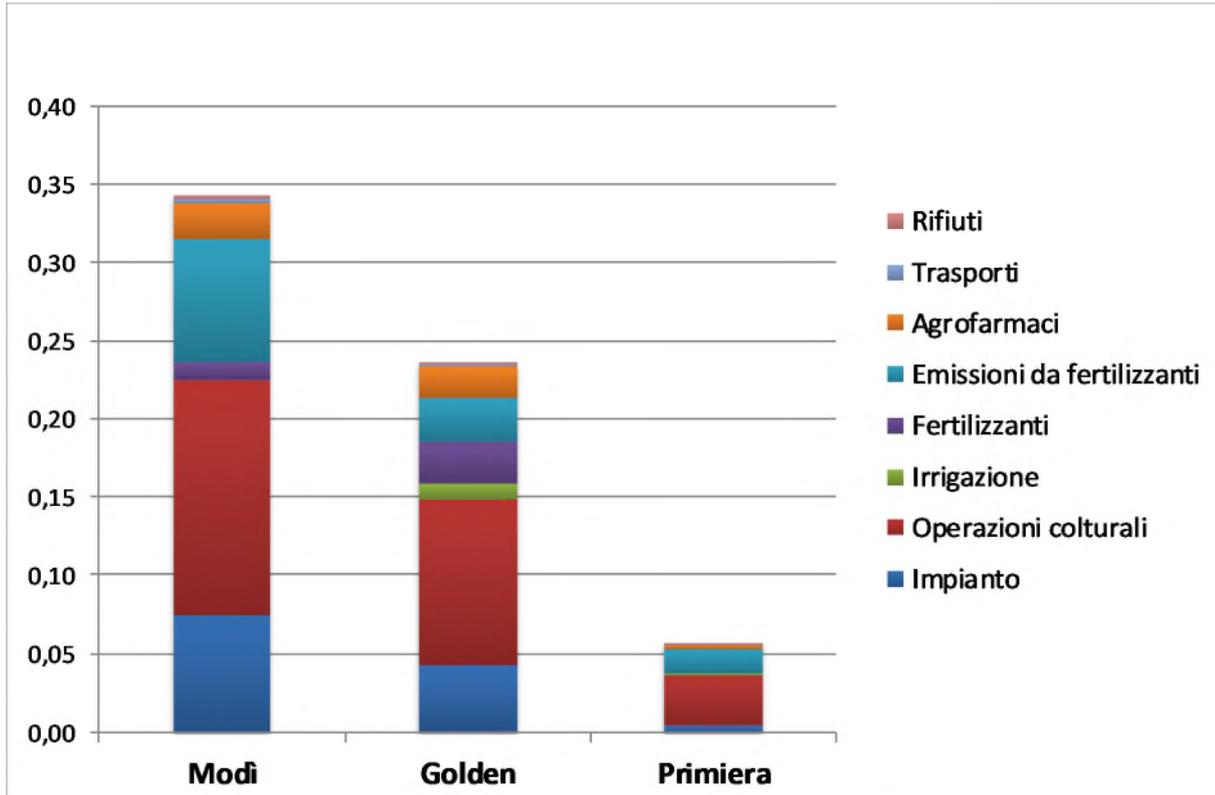
Tab. 18. IPCC GWP 100a del MELO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2018)

| Località | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|-----------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|--------------|
| Modi | 0,071 | 0,14 | - | 0,030 | 0,089 | 0,046 | 0,0060 | 0,0048 | 0,38 |
| % | 18,5 | 35,8 | - | 7,7 | 23,0 | 12,1 | 1,6 | 1,2 | 100 |
| Golden | 0,043 | 0,11 | 0,010 | 0,002 | 0,034 | 0,019 | 0,000040 | 0,00047 | 0,22 |
| % | 19,7 | 50,3 | 4,7 | 0,8 | 15,4 | 8,8 | 0,02 | 0,2 | 100 |
| Primiera | 0,0040 | 0,032 | - | - | 0,015 | 0,010 | 0,000095 | 0,00036 | 0,062 |
| % | 6,5 | 52,3 | - | - | 23,7 | 16,8 | 0,2 | 0,6 | 100 |

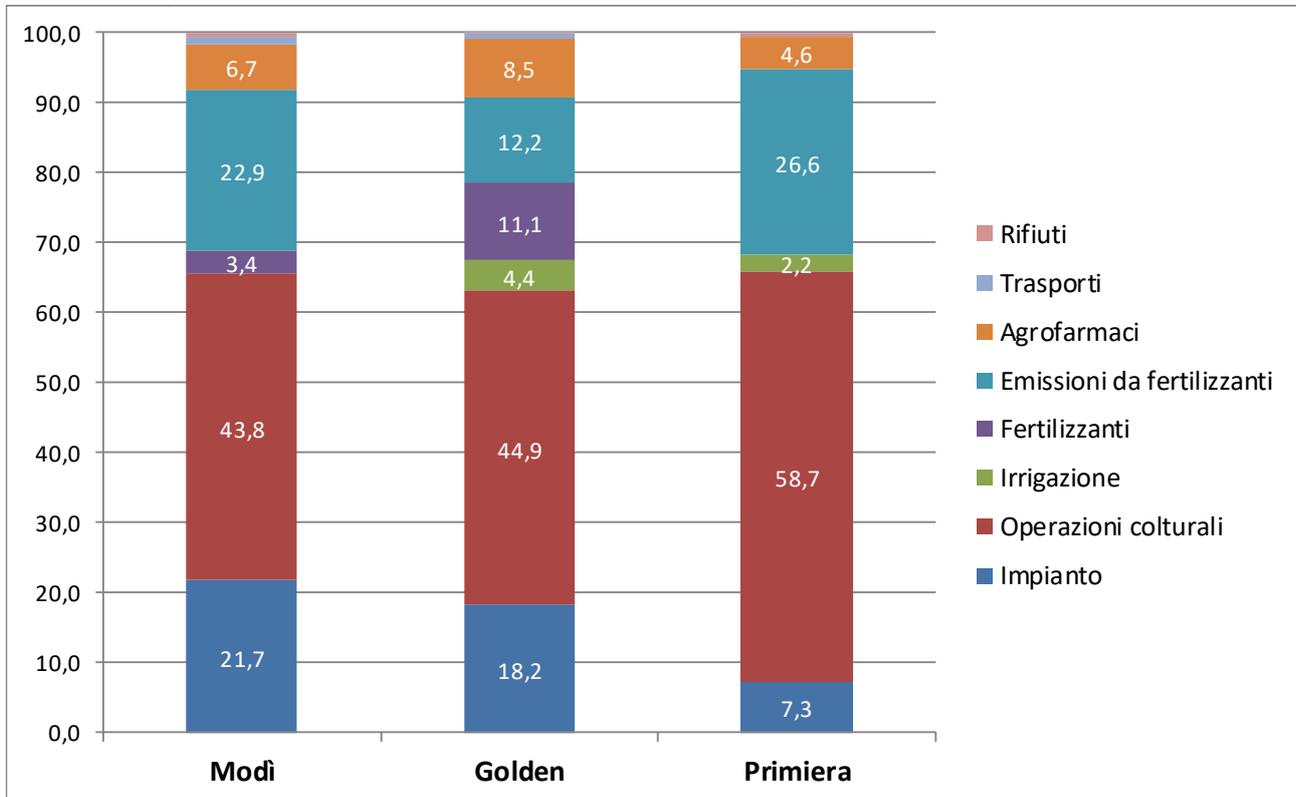
Tab. 19. IPCC GWP 100a del MELO. (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2019)

| Località | Impianto | Operazioni colturali | Irrigazione | Fertilizzanti | Emissioni da fertilizzanti | Agrofarmaci | Trasporti | Rifiuti | Totale |
|-----------------|----------|----------------------|-------------|---------------|----------------------------|-------------|-----------|---------|--------------|
| Modi | 0,071 | 0,13 | - | 0,0087 | 0,081 | 0,016 | 0,0022 | 0,0018 | 0,31 |
| % | 23,3 | 40,9 | - | 2,9 | 26,5 | 5,1 | 0,7 | 0,6 | 100 |
| Golden | 0,058 | 0,11 | 0,014 | 0,00013 | 0,035 | 0,024 | 0,000046 | 0,0014 | 0,25 |
| % | 23,7 | 45,9 | 5,7 | 0,1 | 14,3 | 9,7 | 0,02 | 0,6 | 100 |
| Primiera | 0,0054 | 0,019 | - | 0,0029 | 0,025 | 0,0065 | 0,00023 | 0,00048 | 0,059 |
| % | 9,1 | 32,2 | - | 5,0 | 41,5 | 11,0 | 0,4 | 0,8 | 100 |

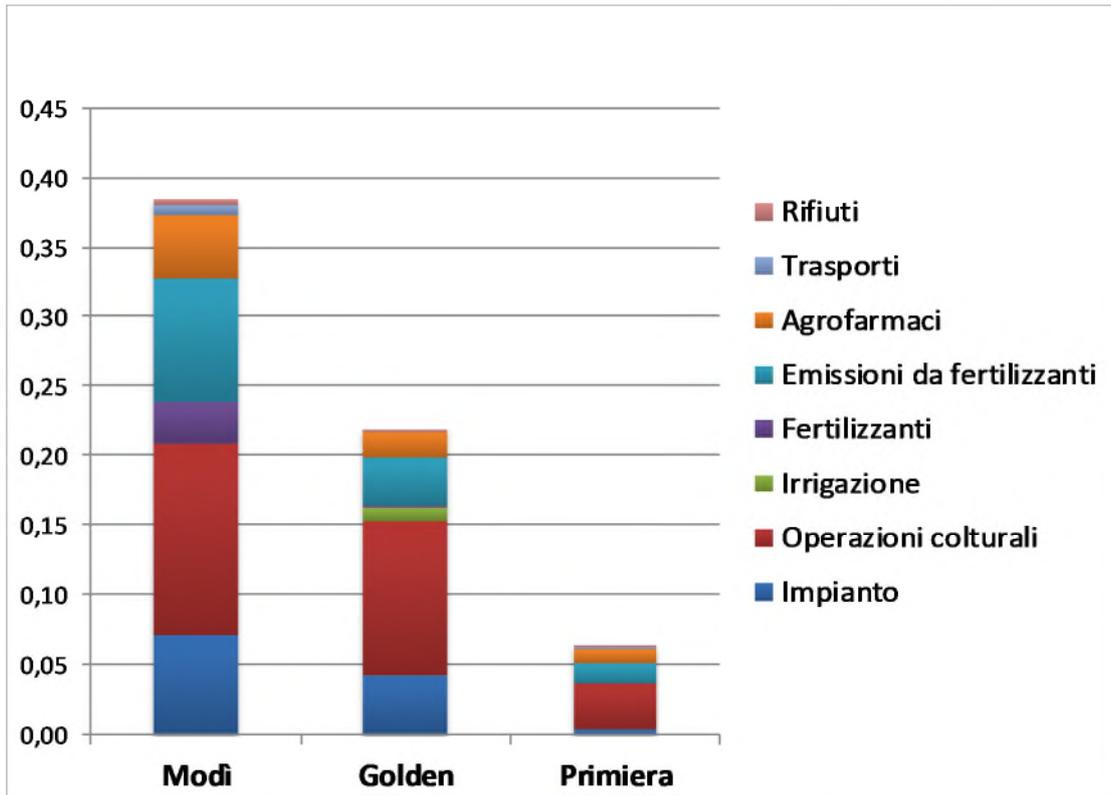
Graf. 13. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2017



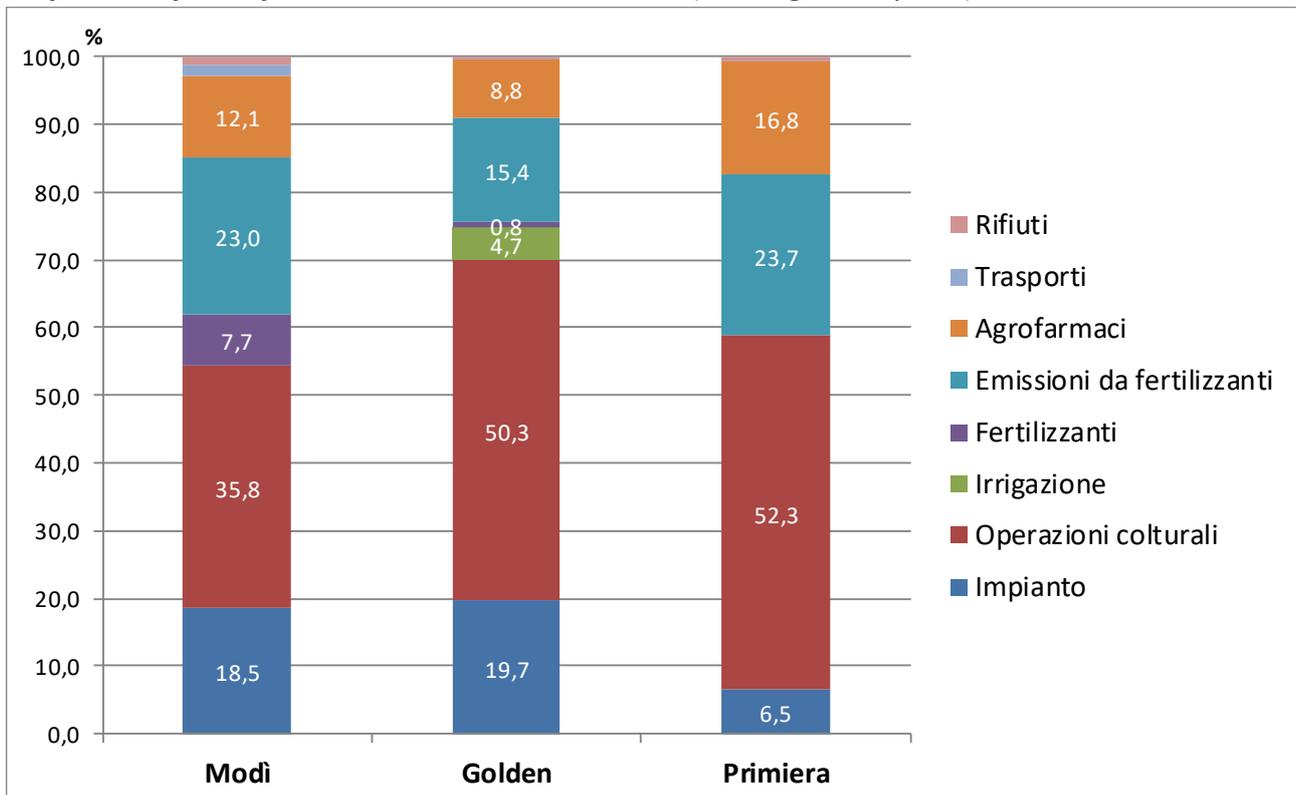
Graf. 14. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (% categorie impatto) - 2017



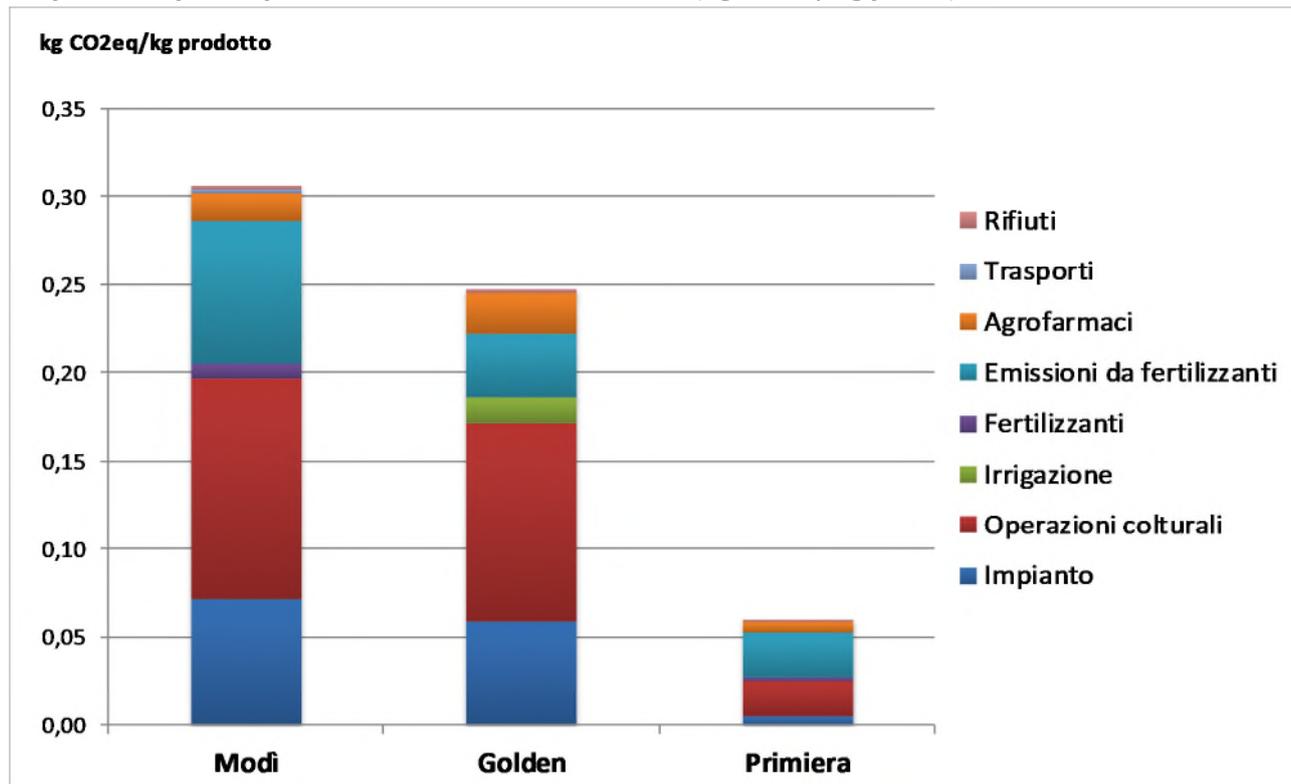
Graf. 15. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2018



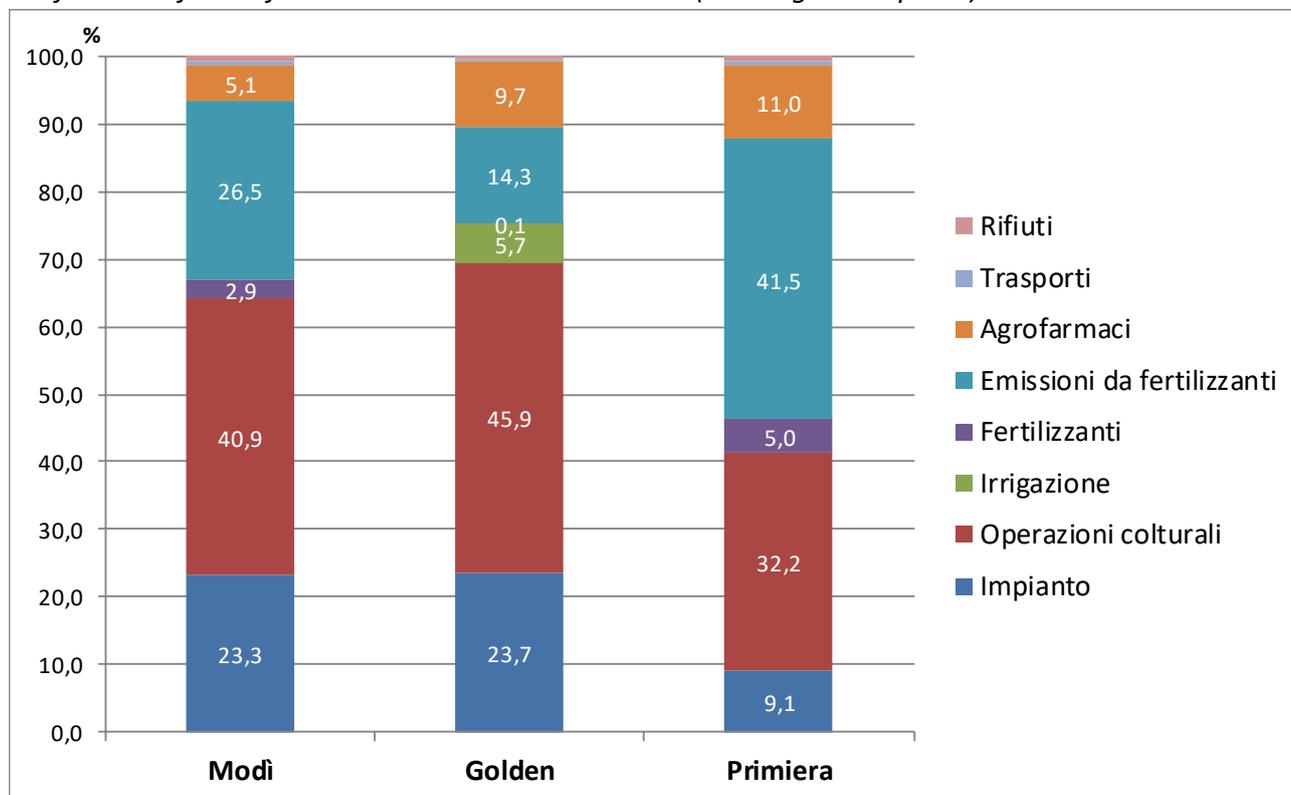
Graf. 16. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (% categorie impatto) - 2018



Graf. 17. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (kg CO₂eq/kg frutta) - 2019



Graf. 18. Confronto fra i diversi casi studio nel MELO (% categorie impatto) - 2019



Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Non si sono riscontrate criticità e il piano di lavoro si è sviluppato come previsto.

Attività ancora da realizzare

Le attività sono concluse.

AZIONE 3.2 - STIMA DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA (GHG) NELL'ALLEVAMENTO DA LATTE FRESCO BIOLOGICO

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPA

Partecipa all'attività: CAB Massari

Descrizione attività

Definizione dei confini del sistema LCA per il calcolo del Carbon Footprint

Per gli studi sull'impronta carbonica è necessario definire i confini del sistema, cioè bisogna stabilire quale segmento del ciclo produttivo viene incluso nell'analisi.

Nel presente studio il sistema riguarda tutti i flussi di materiali, di energie e di trasporti relativi alla produzione di latte in una azienda di bovine da latte per la produzione latte fresco biologico, sita a Conselice (RA).

Il sistema include le emissioni di gas serra (GHG) che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche delle bovine, le emissioni dalla fase di gestione delle deiezioni, le emissioni derivanti dall'uso delle fonti energetiche, e quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei terreni aziendali, quali le emissioni di protossido di azoto dovute alle fertilizzazioni azotate e le emissioni derivanti dall'uso dei combustibili per le macchine agricole.

Il sistema include, inoltre, le emissioni di GHG indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda.

Il sistema analizzato non include la fase di trasformazione del prodotto a valle della azienda zootecnica (*from cradle to farm gate*) in considerazione del fatto che l'allevatore-agricoltore non ha possibilità di incidere su di essi.

Unità funzionale

L'impronta carbonica è stata calcolata con riferimento all'unità che rappresenta la funzione produttiva delle aziende, ossia il kg di latte. Tale unità, per tenere conto della variabilità del contenuto di grasso e proteina del latte, viene standardizzata sulla base di definiti valori di contenuto di grasso e di proteina del latte (FPCM = Fat and Protein Corrected Milk), sulla base della formula:

$$1 \text{ kg FPCM} = 1 \text{ kg latte} * (0.337 + 0.116 * \% \text{ Grasso} + 0.06 * \% \text{ Proteina})$$

Riferendosi alla unità funzionale *1 kg latte FPCM* il sistema include la sola fase di coltivazione dei terreni su cui vengono prodotti gli alimenti destinati alla alimentazione del bestiame.

Allocazione

L'azienda di bovine da latte produce, oltre al latte, la carne delle vacche a fine carriera e dei vitelli maschi venduti, oltre ad altre possibili vendite di bovini di altre categorie di peso. Occorre quindi

ripartire gli impatti tra i diversi prodotti commercializzabili. Questa ripartizione, che viene detta allocazione, può essere effettuata secondo diversi criteri.

I criteri di allocazione possono essere stabiliti sulla base di relazioni fra parametri che individuino alcune delle proprietà caratteristiche (fisiche, biologiche) dei prodotti. Ad esempio, nel caso di prodotti alimentari, può essere utilizzata la quantità di proteine o il contenuto energetico. Una ulteriore possibilità, utilizzata quando non sia facilmente individuabile un indice comune fra i prodotti, è l'allocazione economica. Questo ultimo criterio ha il difetto di essere influenzato da aspetti congiunturali variabili nel tempo, ma ha il pregio di consentire il trattamento di prodotti che non hanno intrinseci parametri comuni di confronto.

Nel presente studio, per la allocazione fra latte e carne, è stato impiegato l'approccio proposto dall'International Dairy Federation (IDF, 2015), previsto anche dagli standard internazionali per il latte (PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 RAW MILK), volto ad armonizzare le metodologie nella valutazione della impronta del carbonio della produzione di latte. Viene qui considerato preferibile un criterio di allocazione fisica fra carne e latte (ossia basato sul peso dei prodotti), che permette di ripartire gli impatti fra le due produzioni. La percentuale di impatto da attribuire al latte viene calcolata utilizzando la equazione:

$$AF = 1 - 6,04 \times R$$

dove:

AF= fattore di allocazione per il latte, ovvero percentuale dell'impatto complessivo da attribuire al latte

$$R = M_{\text{carne}}/M_{\text{latte}},$$

dove M_{carne} = somma del peso vivo di tutti gli animali venduti (kg) e M_{latte} = latte venduto (kg), corretto al 4% di grasso e al 3.3% di proteina.

Raccolta dei dati tecnici

I dati aziendali si riferiscono alle produzioni del 2017 e del 2018.

Per la raccolta dei dati aziendali (fase di inventario) sono stati utilizzati questionari appositamente predisposti, con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo.

La struttura generale del questionario prevede i seguenti punti fondamentali:

- informazioni generali sull'azienda (denominazione, localizzazione, zona altimetrica);
- informazioni sulla produzione zootecnica: consistenza della mandria, indici produttivi, alimentazione, modalità di stabulazione e di gestione degli effluenti, grado di autosufficienza alimentare, consumi energetici, consumi idrici, materie in ingresso, produzione di rifiuti, etc.

- informazioni sulla fase di coltivazione: colture praticate, dati produttivi, input e output di energia e materiali relativi alla coltura in esame.

Il questionario è stato utilizzato per la raccolta dei dati primari relativi ai due anni di monitoraggio.

Per i dati secondari è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 8.0).

Dal momento che una azienda zootecnica è costituita da una componente essenzialmente zootecnica (la stalla) e da una agronomica (le colture) completamente interconnesse fra loro, per l'approccio metodologico da utilizzare nel calcolo della Carbon Footprint, si sono prese a riferimento due linee guida, una relativa alla produzione di latte fresco e l'altra relativa alla produzione di colture foraggere, che vengono utilizzate nella redazione delle dichiarazioni ambientali di prodotto EPD:

- PCR 2013:16, Version 2.02 del 29-05-2017 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Raw milk",
- PCR 2013:05, Version 1.01 del 21-02-2014 (Product Category Rules, in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Arable Crops".

Sulla base delle indicazioni delle citate linee guida sono stati inclusi nei confini del sistema i seguenti input/output e osservate le seguenti metodologie operative:

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in stalla (mangimi e integratori alimentari, foraggi acquistati, lettiere, carburanti e lubrificanti, detergenti, sanificanti, farmaci) e degli animali acquistati.
- La produzione dei mezzi tecnici impiegati in campagna (sementi, fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci, carburanti e lubrificanti).
- I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.
- La coltivazione dei foraggi e delle materie prime autoprodotti in azienda, includendo gli impatti dovuti alla produzione e applicazione dei fertilizzanti, alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e dei digestati, alla produzione e consumo di carburanti per le operazioni meccaniche eseguite in azienda relativamente a: lavorazioni del terreno, semina, distribuzione di fertilizzanti ed effluenti di allevamento, eventuali trattamenti diserbanti e fitosanitari, irrigazione, eventuali operazioni di fienagione, raccolta, trasporto del prodotto al centro aziendale,
- Le emissioni enteriche di CH₄, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006
- Le emissioni di CH₄ dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione IPCC 2006

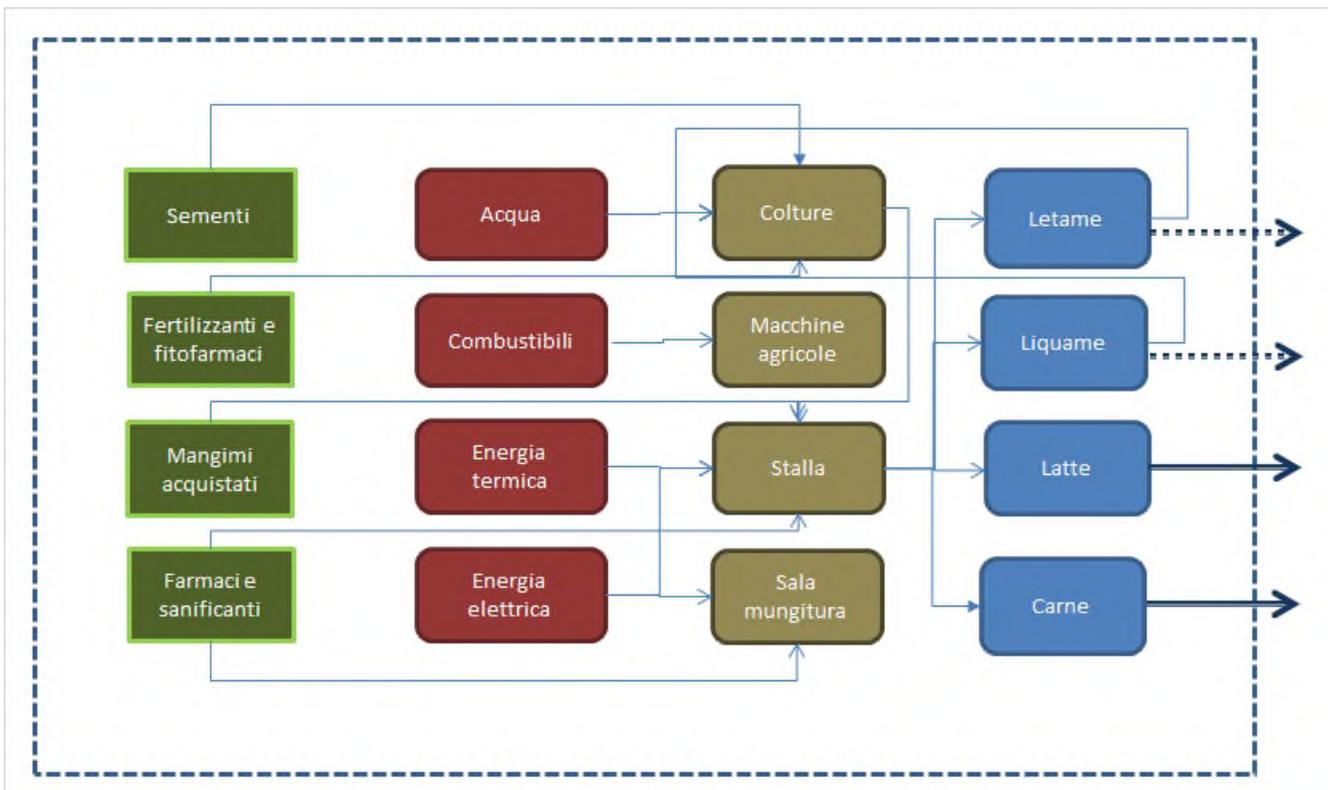
- Le emissioni dirette di N₂O dalla gestione delle deiezioni, stimate secondo la metodologia e i fattori di emissione di IPCC 2006. Per il valore di produzione di effluenti e di N escreto si sono adottati i fattori di escrezione riportati nel Regolamento regionale 15 dicembre 2017, N.3 della Regione Emilia-Romagna.
- Le emissioni indirette di N₂O dalla gestione delle deiezioni vengono stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N₂O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di N-NH₃+N-NO, che si hanno nella fase di ricovero degli animali e di stoccaggio degli effluenti. Le emissioni di NH₃ delle fasi di ricovero+stoccaggio vengono stimate pari al 28% dell'azoto escreto, in accordo con quanto proposto come valore di default nella normativa nazionale relativa alla utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Per le emissioni di NO dalla gestione degli effluenti in fase ricovero+stoccaggio si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1.
- I consumi di energia relativi alle operazioni di stalla,
- I consumi idrici relativi alle operazioni di stalla e alle operazioni agricole.
- Le emissioni dirette di N₂O dalle fertilizzazioni sono state stimate con la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni dirette di N-N₂O pari a 1% dell'azoto distribuito con i fertilizzanti organici e minerali e riportato al suolo dai residui colturali.
- Le emissioni indirette di N₂O dalle fertilizzazioni sono state stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di N-N₂O pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH₃+NO, dovute ai fertilizzanti azotati applicati (sia minerali che organici), e pari a 0.75% delle perdite di N sotto forma di rilasci azotati come percolazione + ruscellamento. Le emissioni di NH₃ dalla applicazione dei fertilizzanti vengono stimate in base ai fattori di emissione EMEP/EEA 2013 (3.D Crop production and agricultural soils). Per le emissioni di NO dalla applicazione dei fertilizzanti si utilizzano i fattori di emissione EMEP/EEA 2013 Tier 1. Le emissioni di N sotto forma di nitrati per percolazione + ruscellamento vengono stimate utilizzando il fattore di emissione IPCC 2006, pari al 30% di N applicato.
- Le emissioni di CO₂ dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.
- I rifiuti e il loro scenario di smaltimento (discarica o incenerimento, assumendo per i rifiuti destinati a riciclo solo il trasporto allo smaltitore senza assegnare impatto al processo di riciclo). Gli animali morti in stalla vengono assimilati a rifiuti, per i quali è necessario lo smaltimento,
- Gli effluenti di allevamento utilizzati su terreni extra-aziendali vengono considerati alla stregua di residui destinati al riciclo, assegnando ad essi il solo impatto dovuto al trasporto all'utilizzatore, ma non un impatto di smaltimento.

Non sono stati inclusi nei confini del sistema, in accordo con le PCR citate, i seguenti input/output:

- Il lavoro umano.
- La produzione dei trattori e delle altre macchine agricole, degli edifici e delle strutture di rimessaggio di cui si avvale l'azienda agricola.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

Figura 1 - Diagramma di flusso dei processi inclusi nella stima della impronta carbonica del latte



Calcolo dell'impronta del carbonio mediante metodologia LCA

L'azienda CAB Massari è caratterizzata da una dimensione aziendale media (circa 180 capi produttivi), con una quota di rimonta del 46% (

Tabella 1). In **Tabella 2** vengono mostrati, per i due anni di monitoraggio, gli indici tecnici e produttivi, in

Tabella 3 le superfici aziendali, in **Tabella 4** la entità della razione, in **Tabella 5** la produzione di effluenti, in

Tabella 6 gli assetti colturali e le relative rese.

Tabella 1 - Caratteristiche produttive dell'azienda nei due anni di monitoraggio

| Consistenza zootecnica | 2 017 | 2 018 | Media |
|--|--------------|--------------|--------------|
| n° vacche produttive | 185 | 180 | 183 |
| <i>di cui in lattazione</i> | <i>170</i> | <i>170</i> | <i>170</i> |
| n° altri capi | 161 | 166 | 164 |
| n° capi totali | 346 | 346 | 346 |
| quota di rimonta (esclusi vitelloni)/capi totali | 46% | 46% | 46% |

È questo un parametro che ha grande influenza sulla impronta del carbonio del latte, in quanto gli animali da rimonta contribuiscono alle emissioni, in particolare quelle enteriche, mentre non contribuiscono alla produzione di latte. Una bassa quota di rimonta è uno dei fattori che riduce l'impronta carbonica del latte. Va rimarcato, comunque, che una bassa quota di rimonta dovrebbe essere connessa a una più lunga carriera produttiva delle bovine, ma, se rilevata su un singolo anno, può essere dovuta a situazioni contingenti, che possono non ripresentarsi negli anni successivi. Una elevata quota di rimonta è, in genere, associata ad allevamenti molto produttivi, che hanno un più rapido turnover delle bovine rispetto ad allevamenti meno intensivi.

Tabella 2 – Indici tecnici e produttivi

| Indici produttivi | 2 017 | 2 018 | Media |
|--|--------------|--------------|--------------|
| latte prodotto (kg/anno) | 1 136 000 | 1 076 435 | 1 106 218 |
| latte prodotto (kg/vacca produttiva/anno) | 6 141 | 5 980 | 6 060 |
| latte standard prodotto (kg/vacca produttiva/anno) | 6 628 | 6 441 | 6 534 |
| latte prodotto (kg/vacca lattazione/305 giorni) | 21.9 | 20.8 | 21.3 |
| % grasso nel latte | 4.30 | 4.25 | 4.28 |

| | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| % proteina nel latte | 3.85 | 3.90 | 3.88 |
| carne venduta (kg/a) | 41 000 | 41 000 | 41 000 |
| carne venduta (kg/t latte standard) | 33.4 | 33.4 | 33.4 |
| % allocazione su latte (IDF) | 79.8% | 78.6% | 79% |

La produzione di latte è risultata pari mediamente a 6500 kg/a di latte standard per vacca produttiva, con elevato tenore di grasso, pari al 4.3%.

Tabella 3 – Superfici aziendali totali e superfici destinate all'alimentazione delle bovine

| Superfici aziendali | 2 017 | 2 018 | Media |
|---|-------|-------|-------|
| superficie aziendale totale (ha) | 110 | 101 | 106 |
| n° vacche produttive/superficie aziendale (vacche/ha) | 1.68 | 1.78 | 1.73 |
| sup. aziendale per alimentazione (ha) | 63 | 45 | 54 |
| quota della superficie per alimentazione (%) | 57% | 44% | 51% |
| superficie per alimentazione / t latte (ha/t latte) | 0.05 | 0.04 | 0 |

La superficie aziendale è di 110 ha, che sono destinati in modo parziale alla alimentazione degli animali, per una quota, calcolata sulla base della composizione e consumo della razione, prossima al 50%. L'azienda, infatti, produce colture che hanno anche un destino diverso dall'alimentazione zootecnica (frumento tenero, frumento duro e orzo).

Tabella 4 - Razioni

| Razione | 2 017 | 2 018 | Media |
|--|-------|-------|-------|
| SS ingerita vacche lattazione (kg/capo/d) | 21.1 | 21.1 | 21 |
| SS ingerita vacche asciutta (kg/capo/d) | 14.8 | 14.8 | 15 |
| SS ingerita vacche produttive (kg/capo/d) | 20.6 | 20.4 | 20 |
| SS ingerita rimonta (kg/capo/d) | 4.5 | 3.8 | 4.1 |
| quota della razione autoprodotta (sulla ss ingerita) | 65% | 64% | 64% |

La sostanza secca ingerita dalle bovine in produzione mostra un valore medio di 21 kg/d per vacca in lattazione, con poca variabilità nelle due annate. Si tratta di un valore in linea con la produzione media aziendale di latte.

Tabella 5 - Produzione effluenti

| Effluenti | 2 017 | 2 018 | Media |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Liquame prodotto (t/a) | 1857 | 1784 | 1 820 |
| Letame prodotto (t/a) | 2966 | 2690 | 2 828 |
| % liquame su totale effluenti | 38% | 40% | 39% |

Le modalità di stabulazione delle stalle analizzate portano a quantificare una produzione prevalente di letame (61% del totale effluenti) rispetto al liquame.

Tabella 6 - Coltivazioni e rese

| Azienda CAB Massari | coltura | superficie [ha] | resa in tal quale [t tq/ha] | tenore umidità [%] | resa in ss [t ss/ha] | uso in alimentazione | uso in alimentazione [%] |
|----------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 2017 | Insilato di mais | 17 | 50 | 65% | 18 | sì | 222% |
| | medica | 70 | 13 | 15% | 11 | sì | 52% |
| | insilato di sorgo | 23 | 35 | 65% | 12 | sì | 3% |
| 2018 | Insilato di mais | 33 | 57 | 65% | 20 | sì | 93% |
| | medica | 60 | 11 | 15% | 9 | sì | 65% |
| | insilato di sorgo | 8 | 31 | 65% | 11 | sì | 5% |

I foraggi aziendali impiegati per la alimentazione delle bovine sono insilato di mais, medica e insilato di sorgo.

L'uso dei foraggi aziendali in alimentazione nel caso dell'insilato di mais nell'annata 2017 supera apparentemente la produzione. Questo può derivare dal fatto, che raccogliendo i dati aziendali relativi a una sola annata, i foraggi consumati nell'anno non coincidono necessariamente con quelli prodotti nella stessa annata in quanto nella prima parte dell'anno si consumano quelli prodotti nell'annata precedente.

Risultati

La categorizzazione dei risultati per fasi emissive rilevanti nelle aziende bovine da latte è schematizzata in

Tabella 7.

Tabella 7 - Descrizione delle fonti di impatto considerate nel calcolo della impronta del carbonio del latte vaccino

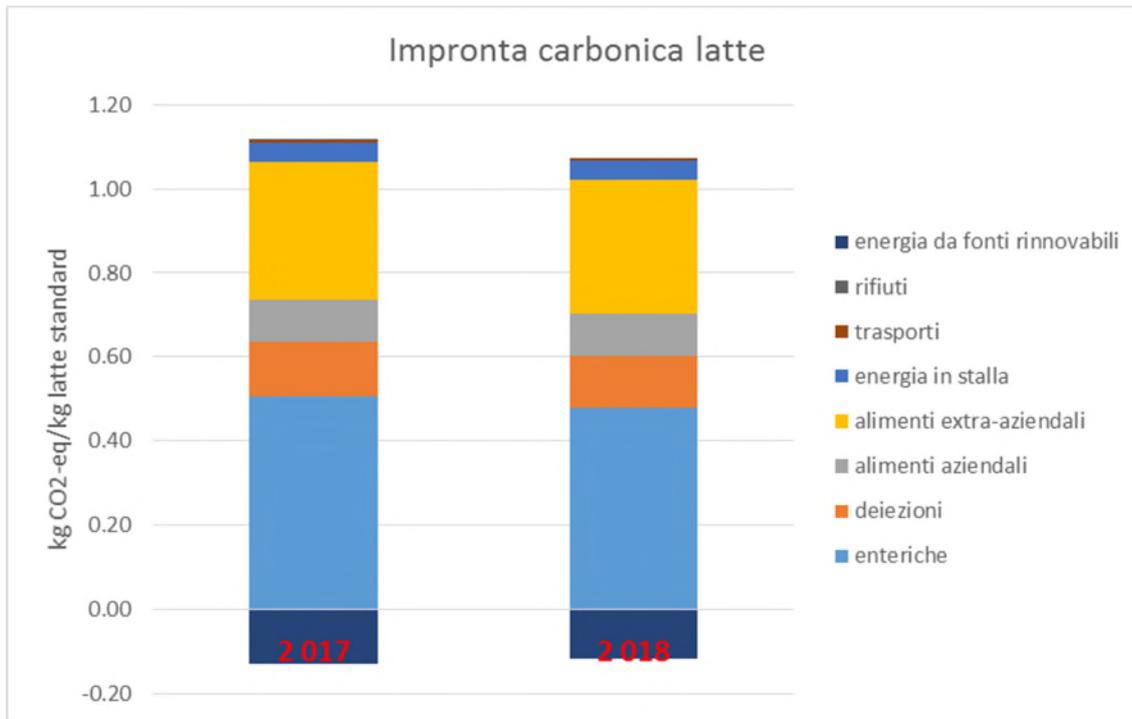
| | |
|--|---|
| Emissioni enteriche di CH ₄ | Emissioni di CH ₄ dalla fermentazione ruminale dei bovini presenti in allevamento |
| Emissioni di CH ₄ da gestione effluenti | Emissioni di CH ₄ dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame |
| Emissioni di N ₂ O da gestione effluenti | Emissioni di N ₂ O dai sistemi di gestione degli effluenti in azienda, suddivisi fra liquame e letame |
| Emissioni di N ₂ O da fertilizzazione azotata | Emissioni di N ₂ O a seguito della fertilizzazione azotata delle colture, sia con i fertilizzanti sintetici che con quelli organici (effluenti di allevamento) |
| Consumi energetici operazioni colturali | Emissioni di CO ₂ per l'utilizzo dei combustibili delle macchine agricole per le operazioni colturali (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, irrigazione, sfalci, raccolta prodotto, raccolta co-prodotto, eventuale essiccazione aziendale del prodotto, eventuale insilamento del prodotto) |
| Produzione alimenti extra-aziendali | Emissioni di CO ₂ per la produzione e il trasporto all'azienda degli alimenti e dei mangimi acquistati (da banca dati) |
| Produzione e trasporto mezzi tecnici | Emissioni di CO ₂ eq per la produzione e il trasporto all'azienda dei mezzi tecnici: sementi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari e diserbanti, combustibili, lettiere, energia elettrica, acqua, farmaci, detergenti e sanificanti, etc. |

I risultati della elaborazione della impronta carbonica del latte prodotto dalle aziende sono presentati in **Tabella 8** e illustrati in **Figura 2**.

Tabella 8 - Impronta del carbonio del latte per le due annate di studio

| Emissioni GHG | 2 017 | 2 018 | 2 017 | 2 018 |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | [kgCO ₂ eq/kg FPCM] | | [%] | |
| enteriche | 0.51 | 0.48 | 45% | 44% |
| deiezioni | 0.13 | 0.12 | 12% | 12% |
| alimenti aziendali | 0.10 | 0.10 | 9% | 9% |
| alimenti extra-aziendali | 0.33 | 0.32 | 29% | 30% |
| energia in stalla | 0.05 | 0.05 | 4% | 4% |
| trasporti | 0.01 | 0.01 | 1% | 1% |
| rifiuti | 0.00 | 0.00 | 0% | 0% |
| energia da fonti rinnovabili | -0.13 | -0.12 | -11% | -11% |
| TOTALE | 0.99 | 0.96 | 100% | 100% |
| TOTALE senza RINNOVABILI | 1.12 | 1.08 | 100% | 100% |

Figura 2 – Impronta del carbonio del latte per le due annate di studio



È risultato un valore della IC del latte medio pari a 1.1 kgCO₂eq/kg FPCM se non si considera il contributo delle energie rinnovabili (biogas) e di 1.0 kgCO₂eq/kg FPCM, considerando tale contributo.

I risultati ottenuti sono in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.4 kgCO₂eq/kg latte (non standardizzato).

La voce che ha un peso nettamente preponderante sulle emissioni complessive è costituita dalle emissioni enteriche, che mediamente sommano il 46% del totale. La seconda quota per importanza sono le emissioni associate alla produzione degli alimenti acquistati che mediamente incidono per il 30%. In terza posizione per importanza stanno le emissioni di metano e protossido di azoto dalla gestione degli effluenti (12%). Minori responsabilità, con valori attorno al 10%, sono associate alla produzione delle colture aziendali, dovute sia alle emissioni di protossido di azoto dalle fertilizzazioni azotate che ai consumi di gasolio per le lavorazioni. L'energia utilizzata in stalla incide in misura modesta, per circa il 4% e ancora più trascurabile è l'impatto dei trasporti (circa 1%).

Un elemento che ha grande influenza, non solo sulle emissioni enteriche, ma anche sull'impatto complessivo, è la quota di rimonta presente in azienda. Gli animali da rimonta, infatti, sono animali che non contribuiscono ancora alla produzione di latte, ma che invece contribuiscono alle emissioni di GHG. Un allungamento della carriera produttiva delle bovine consentirebbe una riduzione del tasso di sostituzione degli animali con conseguenze positive sulla impronta carbonica.

Dalla analisi condotta emerge anche la grande responsabilità sull'impatto complessivo attribuibile agli alimenti extra-aziendali. Un aumento della quota di alimenti prodotti localmente può essere una misura in grado di mitigare in modo significativo l'impronta carbonica.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Non si sono riscontrate criticità e il piano di lavoro si è sviluppato come previsto.

Attività ancora da realizzare

Le attività sono concluse.

AZIONE 3.3 - STIMA DEL SEQUESTRO DI CARBONIO NEL TERRENO

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPA

Partecipa all'attività: CRPV

Descrizione attività

L'azione ha previsto la quantificazione della entità del sequestro del carbonio per le colture frutticole delle aziende partecipanti al GO.

Le stime sono state effettuate con riferimento alle condizioni climatiche e pedologiche delle aziende e tenendo conto delle pratiche agricole da esse attuate.

Il calcolo del sequestro del carbonio nel suolo integra quello della impronta carbonica delle aziende, per valutare quanto esso sia in grado di mitigare il bilancio delle emissioni di GHG associate alla produzione della frutta.

Modelli per la stima della dinamica del carbonio nel suolo

La dinamica della sostanza organica nel suolo è un processo lento e complesso che difficilmente può essere evidenziato da misurazioni di breve durata. Per valutare scenari di variazione su scale temporali prolungate è necessario fare ricorso a modelli di calcolo in grado di simulare la dinamica di accumulo/depauperamento del carbonio organico del suolo per differenti tipi di suolo, differenti pratiche colturali (lavorazioni, rotazioni, apporto di residui colturali, fertilizzazioni azotate) e differenti condizioni climatiche.

Per la stima del potenziale sequestro del carbonio sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra fra quelli più utilizzati e testati a livello internazionale (Roth-C, DNDC). Si tratta di strumenti di calcolo caratterizzati da differente complessità per quanto riguarda i dati di input e per quanto riguarda il dettaglio dei processi simulati.

Fra questi modelli è stato selezionato il DNDC perché è quello che consente una modellizzazione anche delle colture da frutto, oltre che delle foraggere.

I dati meteo sono stati ricavati dal sito di Arpae (<https://simc.arpae.it/dext3r/>), riferiti ai siti di Lavezzola (aziende CAB Massari) Castelfranco Emilia (azienda Mattioli), Bondeno (azienda Benati), Albareto (azienda Madre Terra), Sant'Agata Bolognese (azienda Ferriani) per gli anni 2017 e 2018.

Modello DNDC

DNDC (DeNitrification-DeComposition) è un modello di simulazione della biogeochimica del carbonio e dell'azoto negli agroecosistemi (**Figura 11**). Il modello può essere utilizzato per prevedere la crescita delle colture, i regimi di temperatura e di umidità del suolo, la dinamica del carbonio del suolo, la percolazione dell'azoto e le emissioni di gas, incluso il protossido di azoto (N₂O), l'ossido di azoto (NO), l'azoto molecolare (N₂), l'ammoniaca (NH₃), il metano (CH₄) e il biossido di carbonio (CO₂).

Il modello DNDC è stato originariamente sviluppato come strumento per predire le emissioni di protossido di azoto dai sistemi colturali in USA. Da allora il modello è stato ampliato da molti gruppi di ricerca per includere altri ecosistemi, come le risaie, i pascoli, le foreste e le zone umide, e il modello tiene conto dell'uso del suolo e dei cambiamenti di uso del suolo.

Come modello “process-based”, DNDC è in grado di prevedere i flussi dal suolo di tutti e tre i gas a effetto serra: protossido di azoto (N_2O), anidride carbonica (CO_2) e metano (CH_4), così come altri importanti indicatori ambientali ed economici quali la produzione delle colture, la volatilizzazione dell'ammoniaca (NH_3) e la lisciviazione dei nitrati (NO_3^-), oltre che della dinamica di C nel suolo. Il modello DNDC è stato ampiamente utilizzato a livello internazionale e in progetti europei relativi alla biogeochimica dell'azoto (es. Nofretete e NitroEurope).

DNDC tratta il suolo come una serie di strati discreti orizzontali (fino a una profondità di 50 cm). All'interno di ciascun strato tutte le proprietà del suolo sono assunte uniformi. Alcune delle proprietà fisiche del suolo quali la densità, la porosità e altri parametri idraulici sono assunti costanti attraverso tutti gli strati; tuttavia molte delle proprietà del suolo (ad esempio l'umidità, la temperatura, il pH, i pool di carbonio e di azoto) possono variare fra gli strati. I calcoli vengono effettuati per ciascuno strato di suolo e per ciascun intervallo di tempo. DNDC utilizza di default parametri basati su valori medi per i suoli US, modificabili qualora siano disponibili dati locali. Il modello lavora su scala temporale giornaliera, per cui richiede dati di input più dettagliati rispetto a Roth-C.

Figura 1 – Struttura logica del modello DNDC

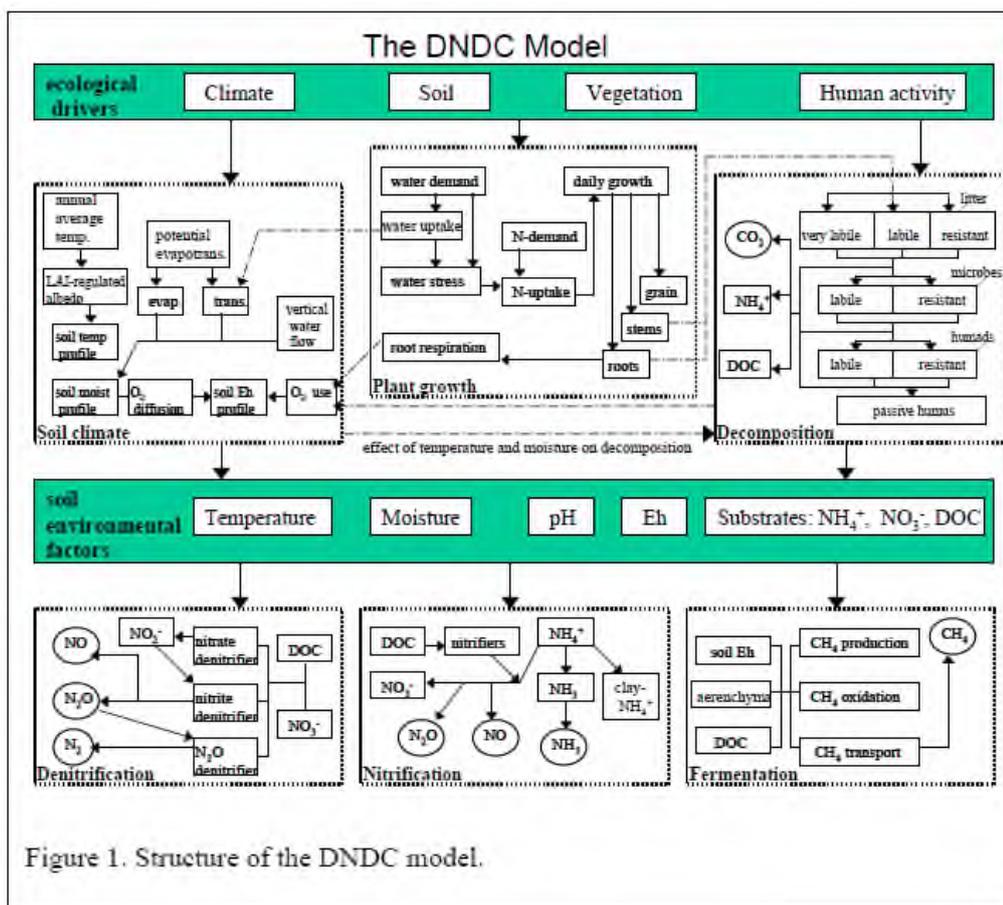


Figure 1. Structure of the DNDC model.

Nelle diverse sezioni dei dati di input vengono richiesti dati relativi al Clima, dati relativi alle caratteristiche del Suolo, dati relativi alle Pratiche colturali:

dati relativi al **Clima**: vengono richiesti dati giornalieri con almeno temperatura media e precipitazioni,

dati relativi al **Suolo** (vedi maschera di input sottostante):

The screenshot shows a software window titled "Input Information" with tabs for "Climate", "Soil", "Cropping", and "Save". The "Soil" tab is active. The interface is organized into several sections:

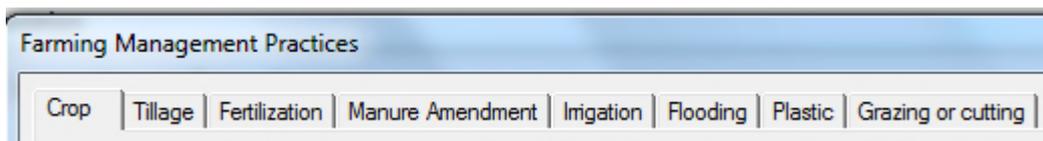
- Land-use:** A dropdown menu is set to "(3) Moist grassland/pas".
- Define soil texture profile by specifying:** A dropdown menu is set to "(7) Silty clay loam 0.34".
- Soil texture parameters:** Fields for Bulk density (1.4), Field capacity (wfps) (0.55), Soil pH (7), Wilting point (wfps) (0.26), Clay fraction (0-1) (0.3), Conductivity (m/hr) (0.015), and Porosity (0-1) (0.477).
- Soil structure:** Fields for Bypass flow rate (0-1) (0), Depth of water-retention layer(m) (9.99), and Drainage efficiency (0-1) (1).
- Initial soil organic C (SOC) content, partitioning and profile:** SOC at surface soil (0-10cm) (kg C/kg soil) is 0.026. SOC profile is set to "Re-define". Depth of top soil with uniform SOC content (m) is 0.08. SOC decrease rate below top soil (0.5 - 5.0) is 1.4.
- SOC partitioning:** A table with columns: Re-define, V.I. litter, Labile litter, Resistant litter, Humads, Humus, Char C. Values: Fraction (0, 0, 0.01, 0.0257, 0.9642, 0), C/N (5, 25, 100, 10, 10, 500).
- Modify decomposition rates by multiplying a factor for SOC pools:** Checkboxes for Litter (checked), Humads (checked), and Humus (checked).
- Initial N concentration at surface soil (mg N/kg):** nitrate (0.5), ammonium (0.05).
- Microbial activity index (0-1):** 1
- Slope (0-90 degree):** 0
- Soil salinity index (0-100):** 0
- Rain water collection index:** 1
- Use SCS and MUSLE functions:** A checkbox with a "Define hydro-parameters" button.

Buttons at the bottom include "Accept", "OK", "Annulla", "Applica", and "?".

Alcuni parametri sono indispensabili, per altri viene comunque fornito un default. I parametri per i quali nelle elaborazioni del progetto è stato fornito il dato specifico aziendale, perché disponibile sulla base dei dati analitici ottenuti da CRPA, sono stati:

- uso del suolo, selezionabile fra: upland crop field, rice paddy field, moist grassland/pasture, dry grassland/Pasture, wetland, and tree plantation,
- tessitura
- % argilla
- densità apparente, in t/m^3
- pH,
- SOC nello strato più superficiale del suolo, in kgC/kg di suolo.

Dati relativi alle **Pratiche colturali**. Fra queste possono essere forniti dati di dettaglio per le seguenti sezioni:



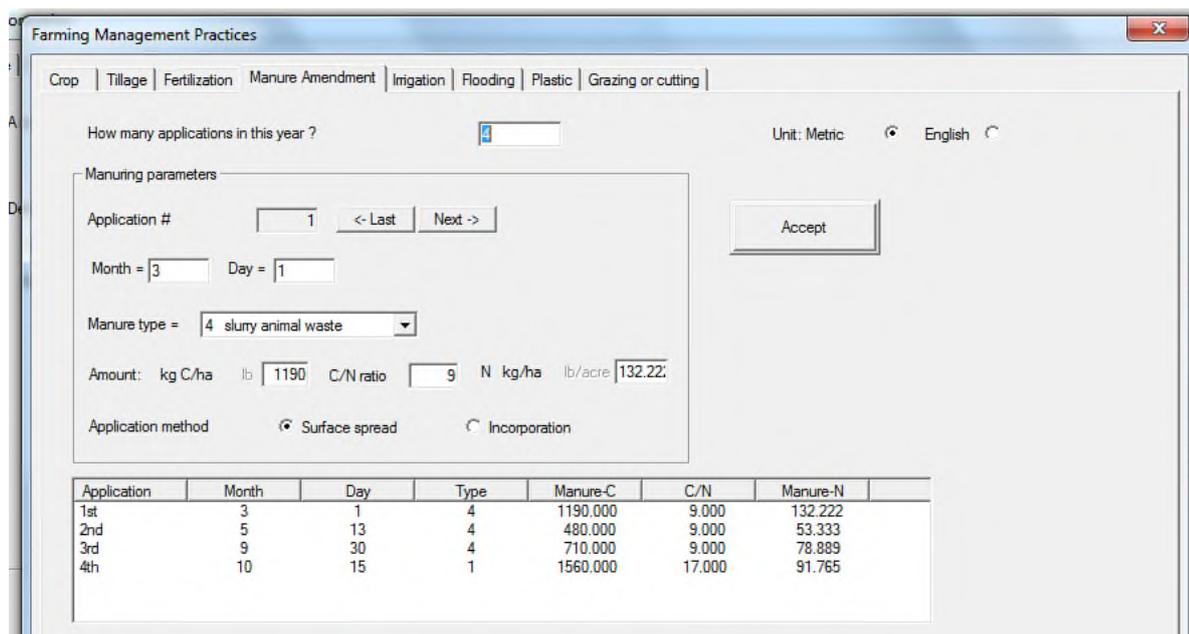
Nella sezione **Crop** vengono chiesti dati relativamente a:

- tipo di coltura (selezionabile fra 62 tipi previsti da DNDC),
- resa produttiva (ripartita fra grain, leaf, stem e root; viene proposto un default una volta fornito il dato per grain)
- data di semina e di raccolta

Nella sezione **Tillage** vengono richiesti dati sulla tipologia di lavorazioni e sulla data di effettuazione

Nella sezione **Fertilization** vengono richiesti dati sulle fertilizzazioni minerali

Nella sezione **Manure Amendment** vengono richiesti dati relativamente agli apporti di ammendanti organici, indicando: n° di applicazioni, tipo, data di distribuzione, dose (kgC/ha), rapporto C/N, metodo di distribuzione. Per il rapporto C/N viene proposto un valore default, che è stato modificato quando era disponibile un dato aziendale.



Nella sezione **Irrigation** vengono richiesti dati sulla irrigazione con metodi di distribuzione con irrigatore o a manichetta

Nella sezione **Flooding** vengono richiesti dati relativamente alla irrigazione per sommersione/scorrimento, con dettaglio del numero di irrigazioni e della data di inizio e fine

La sezione **Plastic** si riferisce alle colture protette (non utilizzata)

Nella sezione **Grazing or cutting**, per il cutting vengono richiesti dati relativamente al n° di tagli, alle date di effettuazione, alla parte che viene sfalciata (grain, leaf, stem, root) e alla frazione % sfalciata (default = 80%).

Plastic | Grazing or cutting

Biomass cutting

Number of cuttings =

Cutting # = <- Last Next ->

Month = day =

Cut part Grain Leaf Stem Root

Cut fraction (0-1)

Parametri aziendali

L'azione ha previsto la quantificazione della entità del sequestro del carbonio per le colture da frutta biologiche analizzate nell'Azione 3.1:

- 3 diverse varietà di pesco (Big Top, Big Bang, e Royal Glory) presso la CAB Massari a Conselice (RA);
- 3 diversi appezzamenti di pero Abate Fetel, 2 dei quali gestiti dalla CAB Massari (uno a Conselice e l'altro a Massalombarda - RA) e 1 dell'Az. Agr. Mattioli a Modena;
- 3 diverse varietà di melo presso: Soc. S.Francesco a Stuffione-MO (cv. Primiera), Ferriani Vittorio a Crevalcore-BO (cv. Modì) e Benati Roberto a Dosso-FE (cv. Golden).

I dati di input più rilevanti sono quelli relativi alle caratteristiche del suolo, alle rese produttive e agli apporti di carbonio organico, sia attraverso gli effluenti di allevamento o digestati che attraverso i residui colturali, questi ultimi condizionati a loro volta dalle rese produttive.

Le caratteristiche del suolo sono state ricavate dai risultati analitici dei campioni di terreno raccolti da CRPV presso le aziende frutticole monitorate nella Azione 3.1. I campioni sono stati prelevati ad una profondità di 25-30 cm, raccogliendone almeno 5 per ettaro e successivamente mescolati per ottenere un campione di circa 1 kg per ettaro. Complessivamente sono stati raccolti 18 sottocampioni su pesco, 25 su pero e 11 su melo. I campioni sono poi stati analizzati da CRPA con tecnica NIR per la determinazione del contenuto di carbonio organico e di altri parametri e il valore analitico è stato utilizzato come input per il modello di simulazione della dinamica del C nel suolo (

Tabella 9).

Tabella 9 – Caratteristiche del suolo per le aziende del GO, utilizzate nelle simulazioni della dinamica di C nel suolo (modello DNDC)

| Azienda | Località | Stazione meteo | Coltura | Varietà | cod. camp. suolo | C | SO | pH | Limo | Argilla | Sabbia |
|-------------------|---------------------|----------------------|---------|-------------|------------------|---------|-----|------|------|---------|--------|
| | | | | | | g/kg ST | % | [-] | % | % | % |
| C.A.B. Massari | Conselice (RA) | Lavezzola | pesco | Big Top | 1A | 18.02 | 3.1 | 7.56 | 53% | 22% | 25% |
| | Conselice (RA) | Lavezzola | pesco | Royal Glory | 1B | 19.5 | 3.4 | 7.58 | 51% | 20% | 29% |
| | Conselice (RA) | Lavezzola | pesco | Big Bang | 1C | 17.81 | 3.1 | 7.69 | 51% | 21% | 28% |
| | Conselice (RA) | Lavezzola | pero | Abate Fetel | 2 | 25.53 | 4.4 | 7.66 | 48% | 19% | 32% |
| | Massalombarda (RA) | Lavezzola | pero | Abate Fetel | 3 | 21.65 | 3.7 | 7.23 | 54% | 17% | 29% |
| Mattioli Stefano | Modena | Castelfranco | pero | Abate Fetel | 4 | 20.36 | 3.5 | 7.34 | 47% | 17% | 35% |
| Benati Roberto | Terre del Reno (FE) | Bondeno | melo | Golden | 5 | 20.86 | 3.6 | 7.69 | 55% | 16% | 29% |
| Madre Terra | Ravarino (MO) | Albareto | melo | Primiera | 6 | 22.52 | 3.9 | 7.44 | 54% | 17% | 30% |
| Ferriani Vittorio | Crevalcore (BO) | Sant'Agata Bolognese | melo | Modi | 7 | 16.89 | 2.9 | 7.45 | 56% | 20% | 24% |

Apporti di residui colturali

Gli apporti di residui colturali sono stati stimati considerando gli apporti dovuti agli sfalci nelle interfile del frutteto e ai residui di potatura, quando questi sono stati lasciati in campo.

Il modello poi stima gli apporti dovuti ai residui di foglie e radici sulla base di valori assegnati per default, parametrati sulla resa produttiva della coltura.

Il modello stima la seguente ripartizione nella produzione di biomassa:

- frutti: 45%
- foglie: 15%
- steli: 15%
- radici: 25%

Gli input annui di carbonio in tC/ha sono calcolati come $0,45 * ss$ dei residui (ossia carbonio organico = 45% della sostanza secca dei residui vegetali) per tutti i diversi tipi di raccolto (Farina et al., 2018).

Le rese produttive per le aziende del GO vengono riassunte in

Tabella 10.

Tabella 10 – Rese produttive (2017)

| Azienda | Coltura | Varietà | resa | ss dei frutti | resa in ss |
|---------------------------|---------|-------------|------|---------------|------------|
| | | | t/ha | % tq | t/ha |
| C.A.B. Massari s.c. | pesco | Big Top | 10.8 | 0.11 | 1.2 |
| | pesco | Royal Glory | 24.3 | 0.11 | 2.7 |
| | pesco | Big Bang | 18.5 | 0.11 | 2.0 |
| | pero | Abate Fetel | 32.0 | 0.13 | 4.2 |
| | pero | Abate Fetel | 41.0 | 0.13 | 5.3 |
| Az. Agr. Mattioli Stefano | pero | Abate Fetel | 40.6 | 0.13 | 5.3 |
| Benati Roberto | melo | Golden | 28.0 | 0.13 | 3.6 |
| Soc agr Madre Terra | melo | Primiera | 49.0 | 0.13 | 6.4 |
| Ferriani Vittorio | melo | Modi | 15.6 | 0.13 | 2.0 |

Per gli sfalci, sulla base delle indicazioni delle aziende, è stata ipotizzata una produzione annuale di 3 t ss/ha/a, suddivisa nei tagli, con %TOC=45%, che corrisponde a un apporto di 1.35 tC/ha/a.

Gli apporti di sostanza organica con le fertilizzazioni sono stati stimati sulla base delle indicazioni delle aziende, trasformando le dosi dichiarate di apporti da effluenti (digestato, stallatico, compost) distribuite sulle colture in corrispondenti dosi di azoto, sulla base di un tenore medio azotato delle matrici, ricavato dalla banca dati CRPA o dal cartellino del fertilizzante, e del relativo rapporto C/N.

In **Tabella 11** vengono mostrati in dettaglio i dati inseriti per le diverse aziende e le diverse colture considerate, con le date degli interventi effettuati mentre in **Tabella 12** vengono mostrati i dati accorpatis per singola coltura.

Tabella 11 – Apporti annuali di C per le diverse aziende e colture

| Azienda | Località | Coltura | Varietà | data distribuzione | Matrice organica | Apporto kg/ha | Titolo N % | Apporto N kgN/ha | C/N | Titolo C % | Apporto C kgC/ha |
|---------------------|----------------|---------|-------------|--------------------|-------------------|---------------|------------|------------------|-----|------------|------------------|
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pesco | Big Top | 15/03/2017 | digestato solido | 26000 | 0.46% | 118.56 | 20 | | 2371 |
| | | | | 02/05/2017 | organico fogliare | 4.2 | | | | 2% | 0.08 |
| | | | | 09/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 18/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 25/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 21/03/2017 | trinciatura erba | | | | 15 | | 450 |
| | | | | 19/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 06/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 15/02/2017 | potature | | | | 25 | 50 | |
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pesco | Royal Glory | 15/03/2017 | digestato solido | 26000 | 0.46% | 118.56 | 20 | | 2371 |
| | | | | 02/05/2017 | organico fogliare | 4.2 | | | | 2% | 0.08 |
| | | | | 09/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 18/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 25/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 21/03/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 19/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 06/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 15/02/2017 | potature | | | | 25 | 50 | |
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pesco | Big Bang | 15/03/2017 | digestato solido | 26000 | 0.46% | 118.56 | 20 | | 2371 |
| | | | | 02/05/2017 | organico fogliare | 4.2 | | | | 2% | 0.08 |
| | | | | 09/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 18/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 25/05/2017 | organico fogliare | 5.78 | | | | 2% | 0.12 |
| | | | | 21/03/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 19/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 06/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 15/02/2017 | potature | | | | 25 | 50 | |

| Azienda | Località | Coltura | Varietà | data distribuzione | Matrice organica | Apporto kg/ha | Titolo N % | Apporto N kgN/ha | C/N | Titolo C % | Apporto C kgC/ha |
|------------------------------|-----------------------|---------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------|---------------------|-----|---------------|---------------------|
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pero | Abate Fetel A2 | 04/04/2017 | digestato solido | 22800 | 0.5% | 103.968 | 20 | | 2079 |
| | | | | 21/04/2017 | organico fogliare | 79.5 | 6.5% | 5.1675 | | 24% | 19 |
| | | | | 10/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 17/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 24/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 27/08/2017 | organico fogliare | 29 | 6.5% | 1.885 | | 24% | 7 |
| | | | | 27/03/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 25/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 10/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 01/07/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 02/02/2017 | potature | | | 25 | 50 | | 1250 |
| C.A.B. Massari s.c. | Massalombarda (RA) | pero | Abate Fetel A3 | 05/04/2017 | digestato solido | 25000 | 0.5% | 114 | 20 | | 2280 |
| | | | | 02/05/2017 | organico fogliare | 68 | 6.5% | 4.42 | | 24% | 16 |
| | | | | 10/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 17/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 24/07/2017 | organico fogliare | 50 | 6.5% | 3.25 | | 24% | 12 |
| | | | | 30/03/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 28/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 13/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 06/07/2017 | trinciatura erba | | | | | | 338 |
| | | | | 15/02/2017 | potature | | | 25 | 50 | | 1250 |
| Az. Agr. Mattioli Stefano | Modena | pero | Abate Fetel | 08/06/2017 | organico pellettato | 810 | 6.0% | 48.6 | 30 | | 1458 |
| | | | | 15/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 270 |
| | | | | 15/05/2017 | trinciatura erba | | | | | | 270 |
| | | | | 15/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 270 |
| | | | | 15/07/2017 | trinciatura erba | | | | | | 270 |
| | | | | 15/08/2017 | trinciatura erba | | | | | | 270 |
| | | | | 15/02/2017 | potature | | | 25 | 50 | | 1250 |

| Azienda | Località | Coltura | Varietà | data distribuzione | Matrice organica | Apporto kg/ha | Titolo N % | Apporto N kgN/ha | C/N | Titolo C % | Apporto C kgC/ha |
|---------------------|---------------------|---------|----------|--------------------|------------------------|---------------|------------|------------------|-----|------------|------------------|
| Benati Roberto | Terre del Reno (FE) | melo | Golden | 31/10/2017 | compost Aimag | 2190 | 2.2% | 48.18 | 14 | | 675 |
| | | | | 14/05/2017 | trinciatura erba | | | | 15 | | 450 |
| | | | | 09/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 14/07/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 27/03/2019 | potature | | | | | | |
| Soc agr Madre Terra | Ravarino (MO) | melo | Primiera | 29/04/2017 | trinciatura erba | | | | | | 675 |
| | | | | 16/08/2017 | trinciatura erba | | | | | | 675 |
| | | | | 17/03/2019 | potature | | | 25 | 50 | | 1250 |
| Ferriani Vittorio | Crevalcore (BO) | melo | Modi | 15/04/2017 | organico pellettato | 360 | 12.5% | 45 | 3.2 | | 144 |
| | | | | 30/08/2017 | stallatico disidratato | 800 | 2.8% | 22.4 | 13 | | 291 |
| | | | | 12/05/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 13/06/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 17/08/2017 | trinciatura erba | | | | | | 450 |
| | | | | 01/04/2019 | potature | | | 25 | 50 | | 1250 |

Tabella 12 – Apporti annuali di C per le diverse aziende e colture

| Azienda | Località | Coltura | Varietà | Resa in tal quale | Resa in ss | Resa in C | Apporti C da effluenti/compost | Apporti C da sfalci | Apporti C da fertilizzanti |
|---------------------------|---------------------|---------|-------------|-------------------|------------|-----------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|
| | | | | t/ha | t/ha | kgC/ha | kgC/ha | kgC/ha | kgC/ha |
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pesco | Big Top | 10.8 | 0.11 | 1.2 | 2371 | 1350 | 0.43 |
| | Conselice (RA) | pesco | Royal Glory | 24.3 | 0.11 | 2.7 | 2371 | 1350 | 0.43 |
| | Conselice (RA) | pesco | Big Bang | 18.5 | 0.11 | 2.0 | 2371 | 1350 | 0.43 |
| | Conselice (RA) | pero | Abate Fetel | 32.0 | 0.13 | 4.2 | 2079 | 1350 | 60.75 |
| | Massalombarda (RA) | pero | Abate Fetel | 41.0 | 0.13 | 5.3 | 2280 | 1350 | 51.23 |
| Az. Agr. Mattioli Stefano | Modena | pero | Abate Fetel | 40.6 | 0.13 | 5.3 | 1458 | 1350 | |
| Benati Roberto | Terre del Reno (FE) | melo | Golden | 28.0 | 0.13 | 3.6 | 675 | 1350 | |
| Soc agr Madre Terra | Ravarino (MO) | melo | Primiera | 49.0 | 0.13 | 6.4 | 0 | 1350 | |
| Ferriani Vittorio | Crevalcore (BO) | melo | Modi | 15.6 | 0.13 | 2.0 | 144 | 1350 | |

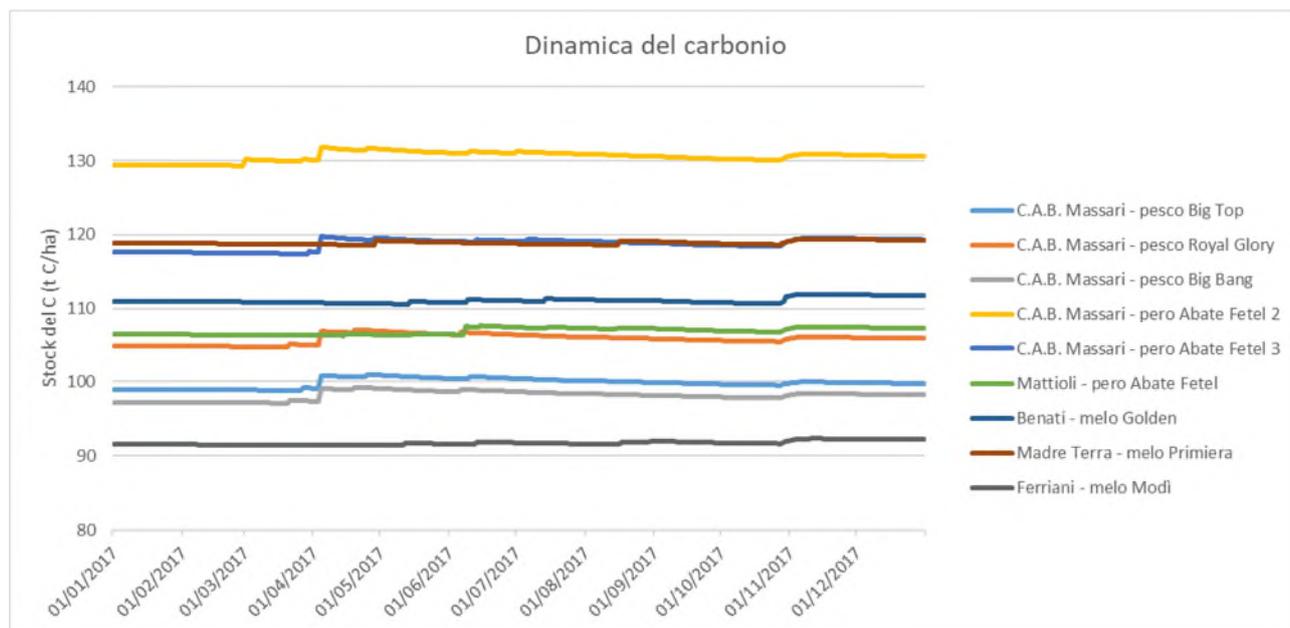
Risultati

I risultati delle simulazioni relative alla variazione dello stock di carbonio nel suolo nel corso di un anno sulla base del modello DNDC vengono riassunti in **Tabella 13** e mostrati in **Figura 3**.

Tabella 13 – Variazione annua dello stock di Carbonio Organico per le aziende Riassorbi secondo il modello DNDC

| Azienda | Località | Coltura | Varietà | Variazione stock C | Delta_C |
|---------------------------|---------------------|---------|-----------------|--------------------|---------|
| | | | | kgC/ha/a | % |
| C.A.B. Massari s.c. | Conselice (RA) | pesco | Big Top | 1069 | 0.8% |
| | Conselice (RA) | pesco | Royal Glory | 1274 | 0.9% |
| | Conselice (RA) | pesco | Big Bang | 1349 | 1.0% |
| | Conselice (RA) | pero | Abate Fetel (2) | 1346 | 0.9% |
| | Massalombarda (RA) | pero | Abate Fetel | 1825 | 1.4% |
| Az. Agr. Mattioli Stefano | Modena | pero | Abate Fetel | 1116 | 0.8% |
| Benati Roberto | Terre del Reno (FE) | melo | Golden | 1660 | 1.2% |
| Soc. agr. Madre Terra | Ravarino (MO) | melo | Primiera | 483 | 0.3% |
| Ferriani Vittorio | Crevalcore (BO) | melo | Modi | 943 | 0.7% |

Figura 3 – Risultati della simulazione della dinamica di C nel suolo secondo il modello DNDC



Si osserva un progressivo aumento dell'accumulo di carbonio nel suolo, con entità diverse a seconda soprattutto dell'apporto di matrici organiche in fertilizzazione.

Interessante evidenziare che anche dove non ci sono stati apporti di fertilizzanti organici, come sul melo Primera, il modello stima comunque un lieve aumento dello stock di carbonio derivante dalla gestione del suolo (completamente inerbito) e delle potature (trinciate in campo).

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Non si sono riscontrate criticità e il piano di lavoro si è sviluppato come previsto.

Attività ancora da realizzare

Le attività sono concluse.

AZIONE 3.4 - VALUTAZIONE DEI RISULTATI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE BUONE PRATICHE DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV e CRPA

Partecipano: tutti i partner e i consulenti

Descrizione attività

Azioni di mitigazione dell'impronta carbonica (produzioni frutticole)

Nell'ambito del Progetto sono stati individuati gli impatti ambientali relativi alla coltivazione di alcune specie frutticole in coltivazione biologica, alcune delle quali situate presso le aziende agricole partner del GOI (pesco, pero, melo), in termini di emissioni di gas serra (kg CO₂eq), mediante l'applicazione dell'analisi LCA (Life Cycle Assessment), ai fini di individuare e quantificare quelle pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di GHG (Greenhouse gases) derivanti dalla produzione agricola (dalla culla al cancello aziendale). Nelle stesse aziende è stato inoltre simulato l'andamento dello stock di carbonio nel suolo.

A seguito dell'elaborazione LCA dei dati primari raccolti presso le aziende campionate e delle simulazioni svolte sul sequestro di carbonio nel suolo, si possono ricavare alcune considerazioni complessive:

- I valori più bassi di impatto, in termini di kg CO₂eq/kg di frutta, sono stati raggiunti grazie soprattutto all'elevata resa produttiva che ha così consentito una migliore efficienza produttiva in termini di utilizzo degli input (lavorazioni, fertilizzanti, agrofarmaci, ecc.).
- La somma delle categorie di impatto rappresentate dai "Fertilizzanti" (le emissioni derivanti nella loro fase produttiva) e dalle "emissioni da uso di fertilizzanti" (le emissioni dal suolo) arrivano a rappresentare percentuali importanti solo nel caso di impiego (simulato) di compost.
- Il peso degli altri fertilizzanti organici utilizzati da banca dati (pollina essiccata e cornunghia) è decisamente meno importante (<10%).
- Quando la somma di fertilizzanti ed emissioni diventa secondaria, assumono generalmente maggiore importanza le operazioni colturali e l'impianto (pali, cavi, impianto irrigazione, reti, ecc.).
- A proposito dell'impianto, si nota una sostanziale differenza a favore delle infrastrutture di sostegno in legno rispetto a quelle in cemento.
- Gli agrofarmaci, nonostante alcuni prodotti impiegati in biologico prevedano da etichetta dosi ad ettaro importanti (olio minerale, polisolfuro di calcio), difficilmente superano il 10% delle emissioni complessive.
- Stessa cosa per l'irrigazione, con l'eccezione, per motivi contingenti, del pero a Massalombarda.
- L'aumento dell'accumulo di carbonio nel suolo è funzione soprattutto dell'apporto di matrici organiche in fertilizzazione.
- Anche dove non ci sono stati apporti di fertilizzanti organici, lo stock di carbonio viene mantenuto dalla gestione del suolo (inerbimento) e dall'apporto del legno di potatura.

Sulla base di tali considerazioni e tenendo conto anche di esperienze analoghe condotte in diverse condizioni aziendali, si possono dedurre le seguenti buone pratiche.

Le buone pratiche per la riduzione delle emissioni di gas serra nelle produzioni vegetali

A livello generale, come ridurre l'impronta di carbonio:

- **Aumentare l'efficienza produttiva:** intensificazione sostenibile che migliori le produzioni tramite un più efficiente impiego degli input.
- **Ridurre le emissioni:** ottimizzare in primis la fertilizzazione azotata (dosi, epoche, tipologie di fertilizzanti, tecnologie di precisione, modalità di distribuzione soprattutto per gli effluenti di allevamento) e l'impiego degli altri mezzi tecnici (acqua, mezzi per la difesa).
- **Produrre e risparmiare energia:** possono contribuire tutti gli interventi di risparmio energetico e di aumento della efficienza energetica delle macchine impiegate, oltre all'installazione di impianti di produzione energetica da fonte rinnovabile (es. fotovoltaico).
- **Sequestro del carbonio dall'atmosfera nel suolo:** le tecniche di sequestro del carbonio sono tutte quelle pratiche agricole che tendono alla conservazione della fertilità del suolo perché aumentano il suo contenuto di sostanza organica (il principale serbatoio di C mondiale).

Più in particolare, per le produzioni frutticole le seguenti pratiche contribuiscono, in ordine di importanza, alla riduzione delle emissioni di gas serra (GHG):

- Tecniche di **ottimizzazione nell'impiego dei fertilizzanti** per la riduzione sia delle emissioni derivanti dalla loro produzione industriale, in particolare degli azotati di sintesi, ma anche di alcuni ammendanti organici come il compost che il loro uso in campo (emissioni di N₂O):
 - adozione di bilanci nutritivi, opportunamente supportati da sistemi decisionali e analisi sulla fertilità del suolo, per il contenimento della dose di azoto, il frazionamento e la scelta del fertilizzante;
 - adozione di tecniche più efficienti come la fertirrigazione;
 - adozione di pratiche per ridurre le perdite di N₂O in atmosfera (evitare il compattamento del suolo, assicurare il drenaggio superficiale e più in generale, rispettare le buone pratiche agronomiche nella gestione del suolo che favoriscono la funzionalità microbica del suolo).
- Il **sequestro di carbonio nel terreno** può assumere, soprattutto in agricoltura biologica, valori molto importanti ed è favorito da:
 - apporti di ammendanti organici;
 - gestione del suolo con inerbimenti;
 - se non sussistono particolari problematiche fitosanitarie, lasciare in campo i residui di potatura e trinciarli.
- Impiego di **fonti energetiche rinnovabili** (es. solare fotovoltaico) alternative ai combustibili fossili per il funzionamento degli impianti di irrigazione e delle macchine per lo svolgimento di operazioni colturali (carro raccolta elettrico).

- Corretto dimensionamento dell'impiantistica, impiego di sensoristica locale e sistemi informativi a supporto delle decisioni per **l'ottimizzazione dell'irrigazione**.
- Utilizzo di **materiali rinnovabili nelle infrastrutture di sostegno del frutteto**, come ad es. la paleria in legno, anziché in cemento precompresso.
- **Impiego più efficiente dei prodotti agrochimici** (fitofarmaci) e loro sostituzione, qualora possibile, con tecniche alternative (es. confusione sessuale, ausiliari, corroboranti).

Azioni di mitigazione dell'impronta carbonica (produzione latte)

Nell'azienda zootecnica partecipante al progetto si sono individuate alcune possibili azioni di mitigazione degli impatti ambientali, volte soprattutto a ricercare una maggiore efficienza nell'uso dei fattori di produzione, realizzabile introducendo pratiche agronomiche e di allevamento per: aumentare la produzione di latte e la longevità delle vacche; diminuire la dipendenza dall'esterno di alimenti per gli animali; attuare strategie di risparmio di energia di origine fossile.

Alimentazione delle bovine: aumento dell'autoapprovvigionamento di alimenti per le bovine, in termini di quantità prodotta e stoccata, così come la qualità dei foraggi.

Benessere animale per una migliore efficienza di produzione: ricoveri (stalla, infermerie, recinti, ecc.) ed attrezzature (raffrescatori, spazzole, robot, ecc.) per le vacche e gli animali giovani che vadano nel senso del maggiore benessere e del miglioramento della produttività e della sanità animale.

Controllo dei rilasci in atmosfera e nelle acque superficiali: adozione di buone pratiche di gestione dei reflui anche grazie alla disponibilità di stoccaggi dei liquami e attrezzature di spandimento maggiormente efficienti.

Fonti energetiche e idriche: l'introduzione del fotovoltaico, del solare termico e di recupero di acqua costituiscono un elemento di riduzione degli impatti sostanziale.

Una valutazione di massima dell'efficacia, costo e applicabilità di una serie di interventi agro-ambientali è stata, ad esempio, effettuata a livello europeo (

Tabella 1), con l'indicazione di:

- **potenziale di riduzione** dell'emissione di gas a effetto serra (GHG) in Mt di CO₂ equivalenti per anno,
- **costo di implementazione** (da nullo o migliorativo a medio/alto)
- grado di **difficoltà per l'applicazione** da parte degli agricoltori (facile, medio e alto)

Tabella 1 - Misure di mitigazione del cambiamento climatico con ricadute sul degrado e /o di ripristino del suolo (Fonte "Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from EU agriculture" documento del Parlamento dell'UE, modificato).

| Tipo di misure | Buona Pratica | Potenziale riduzione (GHGE) Mt CO ₂ eq/anno | Costo | Grado di difficoltà per l'applicazione | | |
|-----------------|--|--|------------|--|-------|------|
| | | | | Facile | Medio | Alto |
| Agronomiche | Bilancio dell'Azoto | Alto (21,5) | Nessuno | X | | |
| | Introduzione di Leguminose | Medio (4,1) | Basso | | X | |
| | Agricoltura conservativa | Alto (16,00) | Alto | | | X |
| | Cover crop | Alto (22,8) | Medio | | X | |
| Allevamento | Stoccaggio dei reflui | Basso (0,1) | Medio/Alto | X | | |
| | Distribuzione dei reflui | Basso (1,8) | Basso | X | | |
| Agro-ambientali | Applicare la valutazione delle emissioni di GHG in azienda | Alto (30,00) | Basso | X | | |

Per valutare l'efficacia e applicabilità di alcune strategie di mitigazione degli impatti, si sono individuate quelle che risultano meglio implementabili nel contesto produttivo delle aziende da latte. Per ciascuna di queste si sono calcolati i potenziali di riduzione della impronta carbonica. Anche se le strategie di mitigazione sono state implementate diversamente e a un diverso livello di penetrazione nelle diverse aziende, in molti casi in combinazione, per valutare la potenzialità di ciascuna, le riduzioni sono state calcolate singolarmente per ciascuna misura, su una azienda rappresentativa, in modo da poterne confrontarne la relativa efficacia. E' stato, infine, effettuato anche un calcolo della riduzione della impronta carbonica a seguito della applicazione di tutte le misure in combinazione. I risultati di questa elaborazione vengono mostrati in

Tabella 2 e in tabella 3 e figura 1.

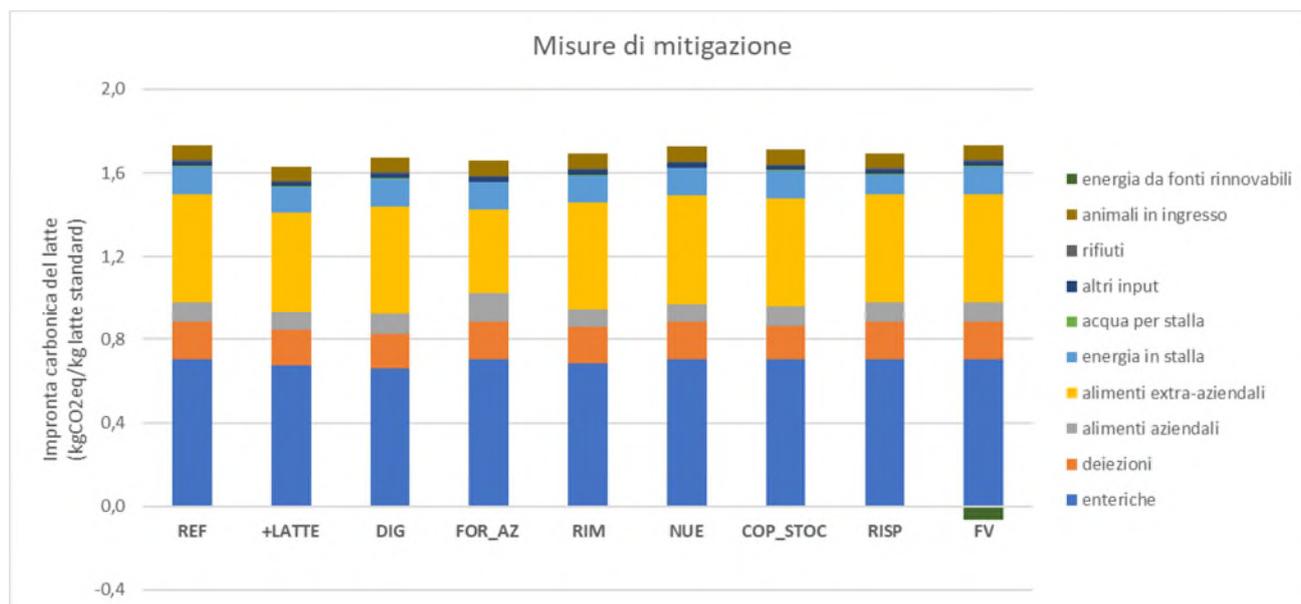
Tabella 2 – Misure di mitigazione dei GHG nella azienda zootecnica da latte

| Strategia di Mitigazione (SM) | Obiettivi e potenziali interazioni |
|---|---|
| Alimentazione e gestione della mandria | |
| FOR_AZ Aumentare la quota di foraggi autoprodotti (+30% della ss), con aumento di foraggi da leguminose | Diminuire l'uso di foraggi extra-aziendali e di soia nell'alimentazione delle bovine. Un maggiore uso di foraggi/alimenti aziendali ad elevato valore nutritivo e apporto proteico nella dieta delle vacche da latte può ridurre le emissioni di gas serra dovute alla produzione e trasporto di mangimi extra-aziendali |
| DIG Aumentare la digeribilità della razione (da 65 a 70%) | Un maggiore uso di foraggi e alimenti aziendali ad elevato valore nutritivo e di elevata qualità consente di aumentare la digeribilità della razione e di ridurre le emissioni enteriche di metano delle bovine |
| LATTE Aumentare la resa produttiva in latte (+10%) | Mantenere alta la produzione di latte evitando gli eccessi nutritivi e le escrezioni di nutrienti, grazie ad una alimentazione più calibrata (anche con tecniche di alimentazione di precisione) |
| RIM Gestione della mandria | Diminuire la quota di rimonta, cioè aumentare la fertilità, il benessere e la salute animale |
| Gestione degli effluenti di allevamento | |
| COP_STOC Stoccaggio dei liquami con copertura fissa ed ermetica alla pioggia | Sono interventi molto efficaci nel contenimento delle emissioni di NH ₃ , mentre quelle di CH ₄ restano invariate a meno che il biogas non venga recuperato a fini energetici. Il contenuto di N negli effluenti avviati allo spandimento risulta incrementato per cui le emissioni di NH ₃ e di N ₂ O in fase di applicazione al suolo dei liquami possono aumentare se non vengono utilizzati adeguati mezzi di spandimento. |
| NUE Miglioramento dell'efficienza dell'azoto zootecnico distribuito sulle colture (in media da 40 a 65%) | Migliorare l'efficienza di uso dell'azoto (NUE, Nitrogen Use Efficiency) degli effluenti mediante mezzi di distribuzione che consentono di intervenire durante la fase vegetativa e che riducono le emissioni ammoniacali (riduzione di concimi di sintesi, minori perdite di azoto in aria e in acqua). Controllare la resa dell'azoto impiegato in azienda attraverso il bilancio dell'azoto, cioè con la stima della quantità di azoto asportato con le produzioni rispetto a quello utilizzato. |
| Energia | |
| RISP Risparmio del 30% dei consumi energetici aziendali | Riduzione dei consumi elettrici e termici con interventi di efficientamento (lampade a basso consumo, inverter, pompe di calore, etc...) |
| FV Utilizzo di pannelli fotovoltaici | Sostituzione di energia fossile con energia da fonte rinnovabile |

Tabella 3 – Efficacia delle misure di mitigazione nella riduzione della impronta carbonica del latte

| Codice intervento | Intervento | Efficacia di mitigazione % |
|-------------------|---|----------------------------|
| REF | Senza nessuna misura (Riferimento) | 1,73 |
| +LATTE | Aumento del 10% della produzione di latte | 6,1% |
| DIG | Aumento digeribilità della razione (da 65 a 70%) | 3,4% |
| FOR_AZ | Aumento della quota di foraggi autoprodotti (30% della ss in alimentazione) | 4,4% |
| RIM | Riduzione capi di rimonta (-10%) | 2,5% |
| NUE | Uso di tecniche di distribuzione effluenti ad alta efficienza dell'azoto | 0,5% |
| COP_STOC | Copertura stoccaggio (alta efficienza) | 1,2% |
| RISP | Riduzione 30% consumi energetici | 2,3% |
| FV | Uso di pannelli fotovoltaici (100kW) | 3,7% |

Figura 1 - Efficacia delle misure di mitigazione nella riduzione della impronta carbonica del latte



L'intervento che consente la più significativa riduzione dell'impronta carbonica (oltre il 6%) è quello di un aumento della produzione di latte, che si è considerato conseguibile nella misura del 10% grazie a un miglioramento nella gestione del razione della mandria (separazione di gruppi produttivi), a tecniche di alimentazione di precisione, a un miglioramento della qualità dei foraggi e degli insilati.

Il secondo intervento in termini di efficacia (-4,4%) è risultato quello della sostituzione di alimenti di provenienza extra-aziendale con foraggi prodotti localmente. Gli alimenti acquistati sono di norma caratterizzati da una maggiore impronta carbonica, sia a causa dei trasporti, che dei maggiori impatti associati alla loro produzione.

Anche il miglioramento della digeribilità della razione (da 65 a 70%), ottenuto grazie a un miglioramento della qualità dei foraggi aziendali, consente una significativa riduzione dell'impatto (-3,4%). Questo tipo di intervento agisce sia nella riduzione delle emissioni enteriche (tanto più elevate quanto minore è la digeribilità), che nell'aumento della produzione di latte ed ha, quindi, una elevata potenzialità di mitigazione, per cui sarebbe importante aumentare la digeribilità della razione agendo direttamente sulla qualità dei foraggi aziendali, il che consentirebbe anche di non dover far ricorso a una maggior quota di mangimi extra-aziendali (concentrati), caratterizzati in generale da una più elevata impronta carbonica.

Un intervento gestionale che mostra buona efficacia (2,5%) è quello della riduzione della quota di rimonta, ossia della presenza in azienda di capi "improduttivi", che però pesano sulla impronta carbonica, sia per le emissioni enteriche, che per quelle dovute alla produzione degli alimenti loro necessari. Non è stato però possibile valutare, nell'ambito del presente studio, che ricaduta avrebbe questa misura sulle rese produttive. Si è solo ipotizzato che la percentuale di rimonta possa ridursi del 10% grazie a interventi in grado di migliorare la fertilità, la salute, il benessere e la longevità produttiva degli animali.

Fra gli interventi energetici, la installazione di pannelli fotovoltaici (100 kW di potenza installata) si colloca in una buona posizione nella graduatoria della efficacia (3,7%), mentre gli interventi di risparmio energetico si collocano nella zona medio-bassa della scala (2,3%).

Gli interventi relativi alla gestione degli effluenti, nel caso delle aziende da latte, si collocano nella fascia bassa della graduatoria. L'aumento della efficienza dell'azoto per i liquami al 65% comporta una riduzione dell'IC di 0,5%. Questo esito deludente è dovuto essenzialmente al fatto che questa misura è stata considerata attuabile solo per la quota di liquame, in quanto per i letami non ci si può attendere significative variazioni, e al fatto che si tratta di un intervento che ha maggiore capacità ad incidere sulle emissioni ammoniacali, che non su quelle dei gas serra, per le quali ha prevalentemente una ricaduta indiretta. Inoltre nelle aziende da Parmigiano-Reggiano l'uso di fertilizzanti di sintesi è molto limitato, quando non nullo, per cui una maggiore efficienza dell'azoto zootecnico non si traduce in una riduzione proporzionale dei fertilizzanti chimici, con i conseguenti benefici ambientali dovuti alla loro evitata produzione.

Infine l'intervento di copertura dello stoccaggio dei liquami, pur ipotizzato con tecniche ad alta efficacia, ha dato luogo a benefici piuttosto limitati sulla impronta carbonica (-1,2%). Anche in

questo caso va considerato che si tratta di un intervento che è efficace nella riduzione delle emissioni ammoniacali e che ha solo effetti indiretti sui gas serra. Inoltre l'esito non particolarmente soddisfacente è dovuto essenzialmente a un tipico esempio di *pollution swapping*, ossia di trasferimento dell'inquinamento da uno stadio al successivo: la copertura dello stoccaggio, riducendo le emissioni ammoniacali, ha come conseguenza l'aumento dell'azoto nel liquame che va alla utilizzazione agronomica. Se in questa fase non sono impiegate buone pratiche di applicazione, che evitino un incremento delle emissioni e maggior rischio di percolazione di nitrati, il beneficio conseguito a monte si vanifica a valle.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Non si sono riscontrate criticità e il piano di lavoro si è sviluppato come previsto.

Attività ancora da realizzare

Le attività sono concluse.

2.2.2 Personale

| Cognome e nome | Unità operativa | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|---|-------|-------------------|
| Canestrone Renato | CRPV | Responsabile di settore | responsabile operativo e pianificazione attività | 168 | 5.018,30 |
| Delvecchio Stefania | CRPV | Tecnico | collabora fase inventario | 27 | 571,05 |
| Donati Paolo | CRPV | Tecnico | collabora fase inventario | 16 | 466,72 |
| Buscaroli Claudio | CRPV | Tecnico | campionamento suolo e definizione buone pratiche | 322,5 | 9.297,68 |
| Totale CRPV | | | | | 15.353,75 |
| Pacchioli Maria Teresa | CRPA | Responsabile di settore | responsabile operativo e pianificazione attività | 222 | 9.890,95 |
| Dal Prà Aldo | CRPA | Ricercatore Junior | rilievi analitici e valutazione | 257 | 6.816,84 |
| Roverseti Francesco | CRPA | Tecnico | obblighi informativi configurazione e attivazione | 16 | 408,64 |
| Totale CRPA | | | | | 17.116,43 |
| Dalmonte Andrea | CAB Massari | Direttore tecnico | Recupero dati per allevamento zootecnico e frutteto | 30 | 3.058,16 |
| Pederzoli Antonio | CAB Massari | Impiegato tecnico | Recupero dati per allevamento zootecnico e frutteto | 86 | 1.183,80 |
| Totale CAB Massari | | | | | € 4.241,96 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---------------------|---------|--------------------------------------|-----|------------------|
| Chiosa Petru | Az.Agr. Mattioli | Operaio | recupero dati inventario frutteto | 352 | 3.820,56 |
| Totale Az.Agr. Mattioli | | | | | 3.820,56 |
| Totale: | | | | | 40.532,70 |

2.3.2 Trasferte

| Cognome e nome | Data | Descrizione | Costo |
|----------------|------------|---------------------------------------|---------------|
| A. Dal Prà | 20.3.2019 | sopralluogo azienda CAB Massari | 137,10 |
| M.T. Pacchioli | 16.4.2019 | incontro tecnico presso capofila CRPV | 42,12 |
| A. Dal Prà | 10.12.2019 | riunione tecnica | 142,20 |
| Totale: | | | 321,42 |

2.3.3 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE - PERSONE FISICHE

| Nominativo del consulente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|---------------------------|-------------------|--|------------------|
| Claudio Selmi | 45.000,00 | Consulenza per responsabilità scientifica, raccolta dati e campioni terreno, calcolo GHG frutteti | 30.000,00 |
| Stefano Vergnani | 15.000,00 | Consulenza frutticoltura biologica, raccolta dati e campionamento terreni, definizione buone pratiche | 9.000,00 |
| Laura Valli | 14.999,92 | Servizi di consulenza per predisposizione questionari dati inventario preliminare (GHG) e sequestro carbonio | 13.959,92 |
| Totale: | | | 52.959,92 |

2.1.3 Attività e risultati

AZIONE 4 - DIVULGAZIONE

Unità aziendale responsabile (Uar): CRPV

Descrizione attività

In accordo con i partner del GO, il personale di CRPV ha organizzato e gestito le iniziative e azioni di diffusione che sono di seguito riportate:

Pubblicazioni

È stato realizzato un poster di presentazione del GOI e delle attività previste nell'ambito del Workshop "Nuovi prodotti ed efficienza produttiva: Gruppi operativi a confronto" organizzato dalla Rete Rurale Nazionale e tenutosi a Mestre il 28 maggio 2018:

https://progetti.crpv.it/File/DownloadFile/236?name=Riassorbi_poster_2266.pdf

Nell'ambito di uno speciale sui GOI impegnati nella sostenibilità ambientale è uscito un articolo informativo sul supplemento Agricoltura de Il Resto del Carlino:

<https://progetti.crpv.it/File/DownloadFile/450?name=RiassorbiCarlinoBologna-agricoltura-luglio-2019.pdf>

Sono in programma la pubblicazione di due articoli divulgativi sui risultati emersi nel corso del Progetto per la parte delle produzioni frutticole e per la produzione di latte.

Visite guidate e Incontri tecnici

- 29 agosto 2019 – Incontro e Visita guidata: presentazione dei primi risultati sulle emissioni di gas a effetto serra di pero e pesco biologici e visita guidata ai campi di Conselice impiegati per la raccolta dei dati. CAB Massari, Conselice (RA).
- 5 settembre 2019 - Incontro e Visita guidata: presentazione dei primi risultati sulle emissioni di gas a effetto serra di melo biologico e visita guidata al campo monitorato per la raccolta dei dati. Az. Agr. Ferriani Vittorio, Crevalcore (BO).
- 10 dicembre 2019 – Incontro tecnico: Valutazione della carbon footprint delle pratiche agricole adottate in frutticoltura biologica e sequestro di carbonio nel terreno. CRPV, Faenza (RA).
- Visita on-line registrata il 25 giugno 2020 presso la CAB Massari di Conselice (RA): Valutazione dell'impronta di carbonio delle pratiche agricole adottate in frutticoltura biologica: il caso del pesco. <https://www.youtube.com/watch?v=RR78p8H363M>
- Visita on-line registrata il 4 dicembre 2020 presso la stalla della CAB Massari di Conselice (RA): Valutazione dell'impronta carbonica del latte. <https://www.youtube.com/watch?v=r5vJfN10Mhk&feature=youtu.be>

Audiovisivi

È stato prodotto un audiovisivo, di circa 7 minuti, con la descrizione delle attività svolte. Si tratta di materiale originale che troverà diffusione tramite la pagina web dedicata al progetto e sul canale Youtube di CRPV <https://www.youtube.com/watch?v=scOgUubM9GQ> .

Tutta la documentazione relativa alle locandine prodotte e diffuse ed i fogli firma registrati in occasione delle diverse iniziative sopra riportate, nonché copia degli articoli sono disponibili presso il CRPV.

Il CRPV ha inoltre messo a disposizione del Gruppo Operativo il proprio Portale Internet, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale CRPV è stata individuata una pagina dedicata al Piano (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/32>), composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del progetto. Inoltre attraverso un contatto continuo con il Responsabile di Progetto, un referente CRPV ha proceduto all'aggiornamento della pagina con il materiale divulgativo ottenuto nell'ambito del Piano. Tale materiale divulgativo è visionabile anche attraverso l'app android CRPV PEI regolarmente scaricabile dal Play Store.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate

Gli obiettivi del piano sono stati raggiunti durante questo periodo di rendicontazione; le criticità incontrate nella fase di divulgazione delle attività del GO, a causa dell'emergenza sanitaria, sono state superate con iniziative a distanza quali visite on-line.

2.2.3 Personale

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica | Attività svolta nell'azione | Ore | Costo |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------|
| Crociani Alvaro | Direttore | Responsabile divulgazione | 48 | 2.624,16 |
| Piera Foschi | Tecnico settore divulgazione | Divulgazione | 124 | 3.264,48 |
| Davide Amadori | Tecnico settore divulgazione | Divulgazione | 72 | 1.162,80 |
| Claudia Guidi | Impiegata | Segreteria | 45 | 1.228,35 |
| | | | Totale: | 8.279,79 |

2.3.4 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo contratto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo |
|--|------------------|--------------------------|---|---------------|
| Pubblisole | | 500,00 | Realizzazione di un audiovisivo | 500,00 |
| | | | Totale: | 500,00 |

2.3 Attività di formazione

Nell'ambito della formazione, sono state realizzate delle azioni di coaching (ID 5015760) rivolte a tre partecipanti afferenti alle aziende aderenti al gruppo operativo (2/3 moduli per un totale di 6 ore per ciascun partecipante), per una spesa complessiva di 1.116,00 euro.

In particolare, i partecipanti sono stati:

1. Fabio Zannoni – CAB Massari.
2. Stefano Mattioli - Az. Agr. Mattioli Stefano.
3. Stefano Vignoli – Agrintesa, sede di Castelfranco E. (MO).

L'attività di coaching, dal titolo "RIASSORBI (Riduzione gAS Serra agricOltuRa Biologica) - Tecniche agronomiche per la riduzione delle emissioni di gas serra in aziende zootecniche e frutticole a conduzione biologica", ha avuto come finalità il trasferimento agli agricoltori e ai tecnici delle buone pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di gas serra (GHG) preservando al contempo le caratteristiche di produttività e redditività delle colture e dell'allevamento.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate.

Il grado di raggiungimento degli obiettivi è completo. Non si segnalano scostamenti o particolari criticità.

3 Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

| | |
|---|--|
| Criticità tecnico- scientifiche | Non si rilevano criticità significative nello svolgimento del Piano. |
| Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.) | Non si rilevano criticità nella gestione del piano. |
| Criticità finanziarie | Non si rilevano criticità finanziarie. |

4 Altre informazioni

Nessuna altra informazione viene integrata.

5 Considerazioni finali

Le attività previste nel Piano sono state condotte regolarmente e non si segnalano particolari scostamenti da quanto previsto.

6 - Relazione tecnica (riassunto)

Azione 3.1 - Stima delle emissioni di gas serra (GHG) nei frutteti biologici

Nell'ambito di questa azione sono stati individuati gli impatti ambientali relativi alla coltivazione delle specie frutticole prese a riferimento, in termini di emissioni di gas serra (kg CO₂eq– Global Warming Potential), ai fini di individuare e quantificare quelle pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di GHG (Greenhouse gases) derivanti dalla produzione agricola (dalla culla al cancello aziendale). In particolare, si è proceduto al calcolo delle emissioni di GHG, relativamente alla campagna 2017, 2018 e 2019, dei 9 casi di studio previsti dal progetto (3 di pesco, 3 di pero e 3 di melo, coltivati con metodica biologica).

Dalle valutazioni sono emerse le seguenti risultanze:

- I valori più bassi di impatto (kg CO₂eq/kg di frutta) sono stati raggiunti grazie soprattutto all'elevata resa produttiva che ha così consentito una migliore efficienza produttiva in termini di utilizzo degli input (lavorazioni, fertilizzanti, agrofarmaci, ecc.).
- La somma delle categorie di impatto rappresentate dai "Fertilizzanti" e dalle "emissioni da uso di fertilizzanti" arrivano a rappresentare percentuali importanti solo nel caso di impiego (simulato) di compost.
- Il peso degli altri fertilizzanti organici utilizzati da banca dati (pollina essiccata e cornunghia) è decisamente meno importante (<10%).
- Quando la somma di fertilizzanti ed emissioni diventa secondaria, assumono generalmente maggiore importanza le operazioni colturali e l'impianto (pali, cavi, impianto irrigazione, reti, ecc.).
- A proposito dell'impianto, si nota una sostanziale differenza a favore delle infrastrutture di sostegno in legno rispetto a quelle in cemento.
- L'impatto da agrofarmaci difficilmente supera il 10% delle emissioni complessive.

Azione 3.2 - Stima delle emissioni di gas serra (GHG) nell'allevamento da latte fresco biologico

Obiettivo dell'azione è stato quello di individuare gli impatti ambientali relativi alla produzione del latte, nello specifico il latte fresco biologico della cooperativa CAB Massari, utilizzando la metodologia dell'analisi del ciclo di vita, con la quale si considerano non solo gli impatti ambientali che avvengono in azienda, ma anche quelli associati alla produzione degli input tecnici utilizzati nella produzione.

Il sistema include le emissioni di gas serra (GHG) che avvengono nella azienda zootecnica, quali le emissioni enteriche delle bovine, le emissioni dalla fase di gestione delle deiezioni, le emissioni derivanti dall'uso delle fonti energetiche e quelle che avvengono nella fase di coltivazione dei

terreni aziendali, quali le emissioni di protossido di azoto dovute alle fertilizzazioni azotate e le emissioni derivanti dall'uso dei combustibili per le macchine agricole. Il sistema include, inoltre, le emissioni di GHG indotte dalla produzione dei mezzi tecnici utilizzati in azienda. Il sistema non include, invece, la fase di trasformazione del prodotto a valle della azienda zootecnica (from cradle to farm gate) in considerazione del fatto che l'allevatore-agricoltore non ha possibilità di incidere su di essa. Per quanto riguarda l'analisi di inventario i dati aziendali si riferiscono alle produzioni del 2017 e del 2018. Per la raccolta dei dati aziendali sono stati utilizzati questionari appositamente predisposti, con l'obiettivo di identificare gli elementi specifici che incidono maggiormente sugli impatti ambientali del processo produttivo. Per i dati secondari è stata utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent, v.3 (2013), e per l'elaborazione dei dati il codice di calcolo SimaPro (versione 8.0). Per la metodologia di calcolo si sono seguite le linee guida IPCC 2006 e le linee guida EMEP/EEA 2016 per la redazione degli inventari delle emissioni e le indicazioni della PCR di prodotto (in accordo con le norme ISO 14025:2006) riferita alla categoria di prodotto "Raw milk".

Dalle elaborazioni è risultato un valore della CF del latte medio pari a 1.1 kgCO₂eq/kg FPCM se non si considera il contributo delle energie rinnovabili (biogas) e di 1.0 kgCO₂eq/kg FPCM, considerando tale contributo. I risultati ottenuti sono in linea con quelli di letteratura che riportano valori compresi fra 0.9 e 1.4 kgCO₂eq/kg latte (non standardizzato).

Azione 3.3 - Stima del sequestro di carbonio nel terreno

L'azione ha previsto la quantificazione dell'entità del sequestro del carbonio per le colture da frutta biologiche analizzate nell'Azione 3.1.

Per la stima del potenziale sequestro del carbonio sono stati selezionati alcuni modelli di calcolo per la stima della dinamica del carbonio nel suolo e delle emissioni di gas serra, tra questi modelli è stato selezionato il DNDC perché è quello che consente una modellizzazione anche delle colture da frutto, oltre che delle foraggere. Le stime sono state effettuate con riferimento alle condizioni climatiche e pedologiche delle aziende e tenendo conto delle pratiche agricole da esse attuate. A tal fine sono state raccolte le informazioni mediante le schede aziendali già utilizzate in relazione allo studio LCA dell'azione 3.1. I dati aziendali più rilevanti sono quelli relativi alle caratteristiche del suolo, alle rese produttive e agli apporti di carbonio organico, sia attraverso gli effluenti di allevamento o digestati che attraverso i residui colturali, questi ultimi condizionati a loro volta dalle rese produttive. Gli apporti di sostanza organica con le fertilizzazioni sono stati stimati sulla base delle indicazioni delle aziende. Gli apporti di residui colturali sono stati stimati considerando gli apporti dovuti agli sfalci nelle interfile del frutteto e ai residui di potatura, quando questi sono stati lasciati in campo. Il modello poi stima gli apporti dovuti ai residui di foglie e radici sulla base di valori assegnati per default, parametrati sulla resa produttiva della coltura. Le caratteristiche del suolo sono state ricavate da appositi campionamenti svolti presso le aziende.

Con l'applicazione del modello si è stimata la dinamica del carbonio per i suoli dei frutteti considerati nello studio. I risultati hanno dimostrato un progressivo aumento dell'accumulo di carbonio nel suolo, con entità diverse a seconda soprattutto dell'apporto di matrici organiche in fertilizzazione e con un mantenimento dei valori di stock, anche senza apporti di ammendanti, con il solo inerbimento e la trinciatura in campo delle potature.

Azione 3.4 - Valutazione dei risultati per l'individuazione delle buone pratiche di mitigazione delle emissioni

Per quanto riguarda il settore frutticolo, a livello generale, come ridurre l'impronta di carbonio:

- Aumentare l'efficienza produttiva: intensificazione sostenibile che migliori le produzioni tramite un più efficiente impiego degli input.
- Ridurre le emissioni: ottimizzare in primis la fertilizzazione azotata (dosi, epoche, tipologie di fertilizzanti, tecnologie di precisione, modalità di distribuzione soprattutto per gli effluenti di allevamento) e l'impiego degli altri mezzi tecnici (acqua, mezzi per la difesa).
- Produrre e risparmiare energia: possono contribuire tutti gli interventi di risparmio energetico e di aumento della efficienza energetica delle macchine impiegate, oltre all'installazione di impianti di produzione energetica da fonte rinnovabile (es. fotovoltaico).
- Sequestro del carbonio dall'atmosfera nel suolo: le tecniche di sequestro del carbonio sono tutte quelle pratiche agricole che tendono alla conservazione della fertilità del suolo perché aumentano il suo contenuto di sostanza organica (il principale serbatoio di C mondiale).

Per quanto riguarda il settore zootecnico, le possibili azioni di mitigazione degli impatti ambientali dell'azienda bovina da latte sono volte soprattutto a ricercare una maggiore efficienza nell'uso dei fattori di produzione, realizzabile introducendo pratiche agronomiche e di allevamento. Più specificatamente gli interventi attuabili nelle aziende da latte possono essere principalmente legati a: alimentazione delle bovine; benessere animale per una migliore efficienza di produzione, controllo dei rilasci in atmosfera e nelle acque superficiali e fonti energetiche.

L'intervento che consente la più significativa riduzione dell'impronta carbonica è quello di un aumento della produzione di latte.

Il secondo intervento in termini di efficacia è risultato quello della sostituzione di alimenti di provenienza extra-aziendale con foraggi prodotti localmente.

Anche il miglioramento della digeribilità della razione (da 65 a 70%), ottenuto grazie a un miglioramento della qualità dei foraggi aziendali, consente una significativa riduzione dell'impatto. Un intervento gestionale che mostra buona efficacia è quello della riduzione della quota di rimonta, ossia della presenza in azienda di capi "improduttivi", che però pesano sulla impronta carbonica.

Fra gli interventi energetici l'installazione di pannelli fotovoltaici si colloca in una buona posizione nella graduatoria della efficacia, mentre gli interventi di risparmio energetico si collocano nella zona medio-bassa della scala.

Data

IL LEGALE RAPPRESENTANTE