



Progetto LIFE+ Climate ChangE-R

1 CALCOLO DEL CARBON FOOTPRINT DEL GRANO DURO RELATIVO ALL'ANNATA 2014/2015

1.1 Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

1.1.1 Obiettivo dello studio

Calcolare gli impatti ambientali relativi alla coltivazione del grano duro, a 3 diversi livelli di attenzione verso l'ambiente (LAA), in termini di emissioni di gas serra (kg CO₂eq – Global Warming Potential), mediante l'applicazione dell'analisi LCA (norme ISO 14040-44:2006), ai fini di individuare e quantificare quelle pratiche volte alla mitigazione delle emissioni di GHG derivanti dalla produzione agricola.

1.1.2 Campo di applicazione

1.1.2.1 Le funzioni del sistema

La funzione del sistema è la produzione di granella di frumento duro ad uso alimentare.

1.1.2.2 L'Unità funzionale

L'unità funzionale del sistema è il kg di granella tal quale di grano duro.

1.1.2.3 Il sistema studiato

Il sistema studiato è relativo alla produzione di frumento duro in tre aziende agricole (Fontana, Sandali e Zazzali) con 3 diversi livelli di attenzione ambientale:

- LAA1 (norme di Condizionalità),
- LAA2 (Produzione Integrata)
- LAA3 (Produzione Integrata + Sistemi di supporto alle decisioni)

1.1.2.4 I confini del sistema

In considerazione degli obiettivi dello studio, il sistema riguarda tutti i flussi di materiali, di energie e di trasporti relativi alla produzione di frumento duro limitatamente alla fase primaria.

1.1.2.5 La qualità dei dati

I dati si riferiscono all'annata agraria 2014/2015

Per la raccolta dei dati (fase di inventario) si sono impiegati i questionari appositamente predisposti nell'azione preparatoria A1.

Si è utilizzata la banca dati LCA Ecoinvent e per l'elaborazione dei dati il software di calcolo SimaPro.



1.1.2.6 Tipi di impatto e metodologia LCIA

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.

2. Inventario

In considerazione delle linee guida riportate nella 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", si è deciso di basare lo studio sulle seguenti assunzioni.

L'analisi del ciclo di vita inizia con le operazioni successive alla raccolta della coltura in precessione.

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

- La produzione dei mezzi tecnici impiegati (sementi, fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci) e dei loro imballaggi.
- 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)
- I consumi energetici impiegati nel processo, con particolare riguardo ai consumi di gasolio agricolo di tutte le operazioni meccaniche eseguite in azienda relativamente a: lavorazioni del terreno, semina, distribuzione di fertilizzanti, trattamenti diserbanti e fitosanitari e raccolta.
- I consumi di carburante relativi al trasporto in azienda dei mezzi tecnici dall'ultimo fornitore presso cui si serve abitualmente l'azienda agricola.
- I consumi idrici relativi alle operazioni agricole.
- Relativamente ai fertilizzanti organici (tipologia, quantità ed epoca di distribuzione) verranno raccolte anche le informazioni del biennio precedente all'anno di riferimento.
- Le emissioni dirette di N_2O verranno stimate con il modello di Bouwman.
- Le emissioni indirette di N_2O verranno stimate utilizzando la metodologia IPCC 2006, che considera le emissioni indirette di $N-N_2O$ pari a 1% delle perdite di N sotto forma di emissioni di NH_3+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 NH_3 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 CO_2 dovute all'applicazione dell'urea vengono quantificate in accordo con la metodologia IPCC 2006.



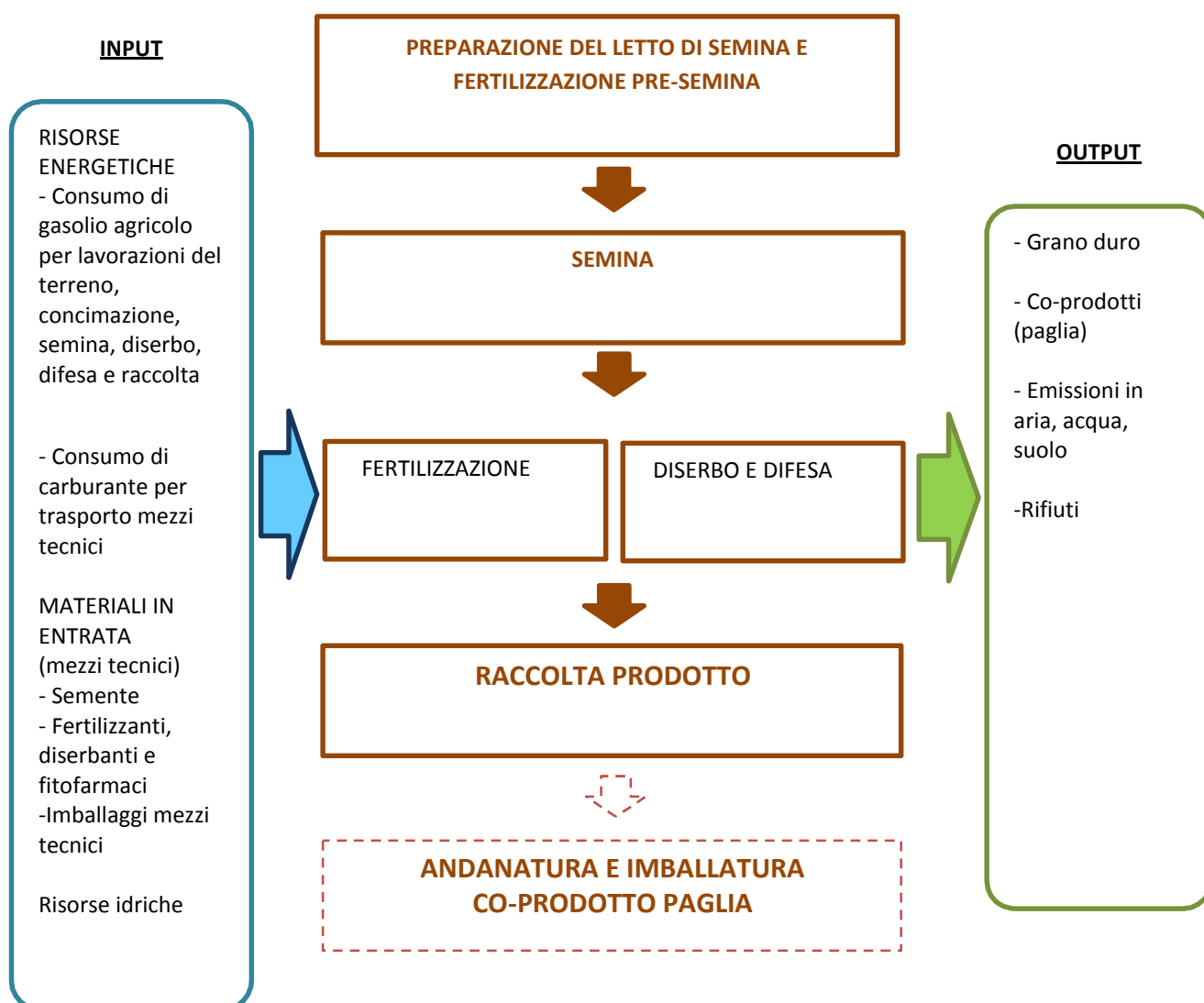
- Se la paglia viene raccolta e venduta, l’allocazione tra prodotto principale e co-prodotto verrà eseguita con il metodo economico utilizzando i fattori di allocazione indicati in par. 7.3 di PCR 2013:05. Se la paglia è lasciata in campo tutti gli impatti saranno allocati al grano.

Non verranno inclusi nei confini del sistema, in accordo con la PCR citata, 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 figura 1 si riporta il diagramma di flusso dei processi che hanno formato il sistema considerato.

Fig. 1 - Flow chart del processo produttivo relativo al grano duro





Nelle tabelle 1, 2 e 3 vengono riassunte le caratteristiche delle prove e il livello dei principali input relativamente alle aziende Fontana, Sandali e Zazzali.

Tab. 1. Le caratteristiche delle prove effettuate presso l'azienda agricola Fontana (2015)

Caratteristiche prove	LAA1	LAA1 bis	LAA2	LAA3
Resa 2015 (t/ha)	5,5	6,6	7,2	7,6
Consumo mezzi tecnici				
Semente (kg/ha)	210	210	210	210
Consumi operazioni colturali (kg/ha gasolio)	102	106	112	113
Unità fertilizzanti N				
<i>nitrato ammonico (kg)</i>	-	-	168	177
<i>concime organo minerale (kg)</i>	150	150	-	-
Quantità diserbanti (kg)	0,75	0,75	0,75	0,75
Quantità fungicidi (kg)	2	2	3,25	1
Quantità insetticidi (kg)	0,8	0,5	0,25	0,8
Emissioni da fertilizzanti				
CO ₂ (kg)	236	236	-	-
N ₂ O (kg)	3,2	3,2	2,5	2,7

Nell'azienda agricola Fontana la resa ottenuta nei LAA 2 e 3 è stata superiore a quella ottenuta nel LAA 1. L'utilizzo di granoduro.net ha inoltre permesso nel LAA3 di eseguire un trattamento fitosanitario in meno.



Tab. 2. Le caratteristiche delle prove effettuate presso l'azienda agricola Sandali (2015)

Caratteristiche prove	LAA1	LAA2	LAA3
Resa 2015 (t/ha)	7,1	7,1	7,1
Consumo mezzi tecnici			
Semente (kg/ha)	220	220	220
Consumi operazioni colturali (kg/ha gasolio)	103	103	106
Unità fertilizzanti N			
urea (kg)	184	161	161
Quantità diserbanti (kg)	1	1	1
Quantità fungicidi (kg)	2	2	2
Quantità insetticidi (kg)	-	-	-
Emissioni da fertilizzanti			
CO ₂ (kg)	289	253	253
N ₂ O (kg)	3,9	3,4	3,4

Nell'azienda Sandali non ci sono state differenze tra i tre LAA per quanto riguarda i trattamenti fitosanitari eseguiti, mentre ci sono differenze tra il LAA1 e i LAA2 e 3 per quanto riguarda la fertilizzazione azotata.

Tab. 3. Le caratteristiche delle prove effettuate presso l'azienda agricola Zazzali (2015)

Caratteristiche prove	LAA1	LAA2	LAA3
Resa 2015 (t/ha)	7,01	7,31	7,44
Consumo mezzi tecnici			
Semente (kg/ha)	250	220	180
Consumi operazioni colturali (kg/ha gasolio)	109	110	110
Unità fertilizzanti N			
nitrato ammonico (kg)	-	179	25
urea (kg)	180	-	163
Quantità diserbanti (kg)	0,26	0,26	0,26
Quantità fungicidi (kg)	0,8	0,8	0,8



Quantità insetticidi (kg)	0,4	0,4	0,4
Emissioni da fertilizzanti			
CO ₂ (kg)	282	-	256
N ₂ O (kg)	3,8	2,7	3,6

Nell'azienda Zazzali si è registrata la resa superiore nel LAA3, dove, grazie all'utilizzo di granoduro.net, è stato anche possibile utilizzare una quantità minore di semente (180 kg/ha contro i 220 del LAA2 e i 250 del LAA1).

La categorizzazione dei risultati (GWP) per fasi emissive rilevanti nel grano duro è la seguente:

Tab. 4. Descrizione delle diverse componenti analizzate per il grano duro

Classificazione	Descrizione
Operazioni colturali	Consumi energetici per operazioni di coltivazione (lavorazioni terreno, semina, fertilizzazioni, diserbi, trattamenti fitosanitari, operazioni di raccolta)
Sementi	Produzione semente e relativi imballaggi e trasporti
Fertilizzanti	Produzione fertilizzanti e relativi imballaggi e trasporti
Prodotti fitosanitari	Produzione principi attivi fitofarmaci e relativi imballaggi e trasporti
Emissioni da fertilizzazione	Emissioni dirette e indirette di GHG

3.1 Risultati dell'analisi degli impatti (Carbon footprint)

Nelle tabelle 5, 6, 7 e 8 sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per i diversi livelli di attenzione ambientale nell'azienda agricola Fontana.

Tab. 5. IPCC GWP 100a per il LAA1 nell'azienda agricola Fontana (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,36	0,06	0,02	0,08	0,004	0,20
%	100%	16%	5%	22%	1%	56%



Tab. 6. IPCC GWP 100a per il LAA1 bis nell'azienda agricola Fontana (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,30	0,05	0,02	0,06	0,006	0,17
%	100%	16%	5%	22%	2%	55%

Tab. 7. IPCC GWP 100a per il LAA2 nell'azienda agricola Fontana (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,34	0,05	0,01	0,18	0,01	0,10
%	100%	14%	4%	52%	2%	28%

Tab. 8. IPCC GWP 100a per il LAA3 nell'azienda agricola Fontana (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,33	0,04	0,01	0,18	0,003	0,10
%	100%	12%	3%	54%	1%	30%

Dai risultati emerge come il contributo maggiore per quanto riguarda le emissioni di GHG sia quello dei fertilizzanti, sia in fase di produzione (da 22% a 54%), sia in fase di utilizzo (da 28% a 56%). Una certa importanza ha anche l'utilizzo di energia per le operazioni colturali (da 12% a 16%).

Risulta evidente come i fattori sui cui è opportuno concentrarsi per la riduzione delle emissioni di GHG siano comunque la quantità di fertilizzanti utilizzata e la resa.

La resa della prova LAA1 bis è superiore a quella della prova LAA1 soprattutto grazie alla precessione più favorevole (barbabietole invece di grano duro). Il carbon footprint risulta di conseguenza inferiore nella prova LAA1 bis. Anche nelle prove LAA2 e LAA3 la precessione è la barbabietola.



Nelle prove LAA2 e LAA3 è stato utilizzata una maggior quantità di fertilizzanti azotati per garantire un livello proteico ottimale. Per questo motivo, e per il fatto che in fase di produzione il nitrato ammonico ha un'impronta di carbonio superiore ad un concime organo-minerale, il carbon footprint in queste prove risulta più elevato rispetto al LAA1bis.

Nelle tabelle 9, 10 e 11 sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per i diversi livelli di attenzione ambientale nell'azienda agricola Sandali.

Tab. 9. IPCC GWP 100a per il LAA1 nell'azienda agricola Sandali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,33	0,04	0,02	0,08	0,003	0,19
%	100%	13%	5%	23%	1%	58%

Tab. 10. IPCC GWP 100a per il LAA 2 nell'azienda agricola Sandali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,29	0,04	0,02	0,07	0,006	0,16
%	100%	15%	5%	22%	2%	56%

Tab. 11. IPCC GWP 100a per il LAA 3 nell'azienda agricola Sandali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,29	0,04	0,02	0,07	0,006	0,16
%	100%	15%	5%	22%	2%	56%

Anche nel caso dell'azienda Sandali dai risultati emerge come il contributo maggiore per quanto riguarda le emissioni di GHG sia quello dei fertilizzanti, sia in fase di produzione (da 22% a 23%), sia in fase di utilizzo (da 56% a 58%). L'utilizzo di energia per le operazioni colturali ha un contributo che varia dal 13% al 15%.



A parità di resa nei LAA 2 e 3 sono stati utilizzati meno fertilizzanti azotati rispetto al LAA1 e di conseguenza presentano un carbon footprint minore.

Nelle tabelle 12, 13 e 14 sono riportati i risultati delle elaborazioni LCA per i diversi livelli di attenzione ambientale nell'azienda agricola Zazzali.

Tab. 12. IPCC GWP 100a per il LAA1 nell'azienda agricola Zazzali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,33	0,05	0,02	0,07	0,003	0,19
%	100%	14%	5%	22%	1%	57%

Tab. 13. IPCC GWP 100a per il LAA 2 nell'azienda agricola Zazzali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,35	0,05	0,01	0,18	0,004	0,10
%	100%	13%	4%	53%	1%	29%

Tab. 14. IPCC GWP 100a per il LAA 3 nell'azienda agricola Zazzali (kg CO₂eq/kg prodotto, dati 2015)

Unità	Totale	Gasolio per operazioni colturali	Sementi	Fertilizzanti	Prodotti fitosanitari	Emissioni da fertilizzazione
kg CO ₂ eq/kg	0,32	0,05	0,01	0,09	0,003	0,17
%	100%	16%	3%	28%	1%	52%

Il contributo maggiore all'impronta di carbonio anche per quanto riguarda l'azienda Zazzali è quello dei fertilizzanti, sia in fase di produzione (da 22% a 53%), sia in fase di utilizzo (da 29% a 57%). L'utilizzo di energia per le operazioni colturali contribuisce per una percentuale variabile dal 13% al 16%.

La quantità di fertilizzanti azotati è simile nei tre Livelli di Attenzione Ambientale ma la resa maggiore nel LAA 3 fa sì che l'impronta di carbonio sia minore in questo LAA. Nel LAA 2 risulta un



impronta di carbonio maggiore rispetto agli altri due LAA perché viene utilizzato esclusivamente nitrato ammonico, avente in fase di produzione un'impronta di carbonio maggiore rispetto all'urea utilizzata nel LAA 1 e in parte nel LAA 3.