



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

CURRICULUM PRODUZIONE E PROTEZIONE DELLE COLTURE

*Titolo*

***“Sostenibilità della produzione di olio extravergine di  
oliva”***

***“Sustainability of extra virgin olive oil production”***

Studente:  
NICOLE STRAPPA

Relatore:  
PROF.SSA ESTER FOPPA PEDRETTI

Correlatore:  
DOTT. ALESSIO ILARI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Il frutto di questo percorso lo dedico al mio angelo custode,  
a colui che era il pilastro della famiglia,  
a colui che mi ha spinto indirettamente a scegliere questa strada,  
a colui che mi ha dato sempre la forza di andare avanti  
e che mi ha spinto sempre a dare il massimo,  
a colui che è volato via troppo presto  
e non è riuscito a godersi i momenti che più desiderava.  
A colui che è sempre nei miei pensieri  
e manca ogni giorno sempre di più.  
Ma sono convinta che le cose non succedono mai per caso  
e che probabilmente dovevano andare così  
perché sono sicura che ha in mente un progetto.  
Grazie NONNO per tutto quello che mi hai dato  
e per tutto quello che riuscirai a darmi in futuro.  
Nonostante tu non sia qui fisicamente  
ti tengo nel cuore:  
ed è lì che sei e sarai presenza eterna.

# INDICE

ELENCO DELLE TABELLE.....	1
ELENCO DELLE FIGURE .....	2
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI .....	4
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI .....	5
CAPITOLO 1 L'AGRICOLTURA BIOLOGICA .....	6
1.1 I numeri del biologico in Italia.....	7
1.2 Mercato e consumi.....	11
1.2.1 Canali di vendita .....	11
1.2.2 Comparti .....	12
1.2.3 Le importazioni da paesi terzi.....	12
CAPITOLO 2 AGROECOSISTEMI E VALUTAZIONE DELLA QUALITA' AMBIENTALE .....	15
2.1 La qualità dell'agroecosistema e lo studio dei paesaggi vegetali .....	16
CAPITOLO 3 COS'È LA SOSTENIBILITA'?'.....	18
3.1 Le sfide dell'agricoltura moderna.....	19
3.1.1 La crescita demografica .....	20
3.1.2 Il cambiamento della dieta alimentare .....	21
3.1.3 Gli impieghi energetici .....	21
3.1.4 Cambiamenti climatici.....	22
3.1.5 La disponibilità dei fattori produttivi.....	22
3.1.6 Le perdite e gli sprechi.....	24
3.1.7 La sottonutrizione .....	25
CAPITOLO 4 COME MISURARE LA SOSTENIBILITA' .....	26
4.1 Life cycle assesment .....	27
4.2 Struttura e componenti LCA.....	28
CAPITOLO 5 ANALISI E TENDENZE LCA NELLA PRODUZIONE DI OLIO DI OLIVA .....	30
5.1 L'olivo e la produzione nel mondo.....	30

5.2 La panoramica degli studi LCA sulla produzione di olio di oliva .....	32
5.3 I "punti caldi" della produzione di olio di oliva .....	34
CAPITOLO 6 SCOPO DEL LAVORO .....	37
CAPITOLO 7 MATERIALI E METODI .....	38
7.1 Materiali .....	38
7.1.1 Appezzamento .....	38
7.2 Metodi .....	38
7.2.1 Raccolta dati ed elaborazione .....	39
CAPITOLO 8 DESCRIZIONE DEL LAVORO DI TESI.....	41
8.1 Breve descrizione dell'azienda.....	41
8.2 Itinerari colturali eseguiti.....	43
8.3 Consumi e caratteristiche di lavoro delle diverse operazioni colturali e in frantoio...	51
8.4 Rilievo fitosociologico.....	53
8.5 Analisi della sostenibilità .....	57
CONCLUSIONI .....	62
BIBLIOGRAFIA .....	65
SITOGRAFIA .....	71
RINGRAZIAMENTI.....	72

## ELENCO DELLE TABELLE

<b>Tabella 1:</b> Campionamento residui di potatura .....	44
<b>Tabella 2:</b> Stima della quantità dei residui di potatura ad ettaro .....	44
<b>Tabella 3:</b> Trattamenti fitosanitari: data e dosi applicate e riferimento all'ettaro .....	47
<b>Tabella 4:</b> Produzione di riferimento e conversione all'ettaro .....	51
<b>Tabella 5:</b> Operazioni colturali: numero medio degli interventi e consumi di gasolio e lubrificante .....	51
<b>Tabella 6:</b> Operazioni colturali: numero medio degli interventi e consumi di gasolio e lubrificante rapportati all'ettaro .....	51
<b>Tabella 7:</b> Elenco delle specie rilevate e relativi indici di maturità .....	55
<b>Tabella 8:</b> Elenco delle specie raggruppate per condizione ecologica e indice di maturità ..	56
<b>Tabella 9:</b> Analisi quantitativa delle categorie di impatto.....	57
<b>Tabella 10:</b> Analisi quantitativa delle categorie di impatto riferite a casi studio effettuati in Italia (1-3-4-5) e Iran (2).....	58
<b>Tabella 11:</b> Analisi quantitativa Global Warming per tonnellata di olive e litro di olio evo prodotti.....	58
<b>Tabella 12:</b> Analisi quantitativa delle categorie di impatto: confronto con un caso studio...	59
<b>Tabella 13:</b> Analisi quantitativa delle categorie di impatto di tossicità ed ecotossicità: confronto con due casi studio.....	60
<b>Tabella 14:</b> Materiale, capacità e peso dei contenitori .....	60
<b>Tabella 15:</b> Analisi quantitativa delle categorie di impatto: packaging a confronto .....	61

## ELENCO DELLE FIGURE

<b>Figura 1:</b> Superfici e colture biologiche in Italia, anni 2017 e 2018.....	8
<b>Figura 2:</b> Distribuzione regionale delle superfici biologiche in Italia, anni 2017 e 2018.....	9
<b>Figura 3:</b> Distribuzione regionale degli operatori biologici per categoria in Italia, anni 2017 e 2018.....	10
<b>Figura 4:</b> Canali di vendita: variazione del fatturato a confronto, anno 2019”.....	11
<b>Figura 5:</b> Quantità di prodotto biologico importata in Italia da paesi terzi, anni 2017 e 2018.....	12
<b>Figura 6:</b> Quantità di oli e grassi vegetali biologici importata in Italia da paesi terzi, anni 2017 e 2018.....	14
<b>Figura 7:</b> Sviluppo economico ed evoluzione nella domanda di alimenti.....	21
<b>Figura 8:</b> Evoluzione del prezzo medio mensile dei principali fertilizzanti e del mais 2007-2012.....	24
<b>Figura 9:</b> Rappresentazione schematica di un generale ciclo di vita di un prodotto.....	27
<b>Figura 10:</b> Fasi LCA (basate sulla normativa ISO 14040: 2006).....	28
<b>Figura 11:</b> Produzioni e consumi dell’olio di oliva.....	31
<b>Figura 12:</b> Proporzione e dispersione geografica degli studi: a) nel mondo, b) in Europa...	33
<b>Figura 13:</b> Appezamento di riferimento, Falerone (FM).....	38
<b>Figura 14:</b> Valori dell’indice di maturità.....	40
<b>Figura 15:</b> Panoramica dell’azienda agricola Senzacqua.....	41
<b>Figura 16:</b> Frantoio aziendale con sistema continuo a due fasi.....	42
<b>Figura 17:</b> Oliveto aziendale cv Piantone di Falerone.....	43
<b>Figura 18:</b> Trappola Attract and Kill.....	45
<b>Figura 19:</b> Installazione delle trappole.....	46
<b>Figura 20:</b> Trattamento a base di rame e caolino.....	47
<b>Figura 21:</b> Distribuzione della sansa.....	48
<b>Figura 22:</b> Raccolta dell’oliva con agevolatori ad aria compressa.....	49
<b>Figura 23:</b> Compressore con attacco a tre punti e azionato dalla presa di potenza della trattrice.....	49

<b>Figura 24:</b> Caricamento dell'oliva raccolta sul rimorchio .....	50
<b>Figura 25:</b> Piantone di Falerone .....	50
<b>Figura 26:</b> Oliveto abbandonato confinante .....	53
<b>Figura 27:</b> Oliveto abbandonato confinante .....	54

## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

LCA	<i>Life cycle assessment</i>
OGM	<i>Organismo geneticamente modificato</i>
GDO	<i>Grande distribuzione organizzata</i>
PAC	<i>Politica agricola comune</i>
UE	<i>Unione Europea</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
ONU	<i>Organizzazione delle Nazioni Unite</i>
AISSA	<i>Associazione italiana delle Società Scientifiche Agrarie</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
UNICEF	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i>
IFAD	<i>International Fund for Agricultural Development</i>
WFP	<i>World food programme</i>
OMS	<i>Organizzazione Mondiale della Sanità</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCI	<i>Life cycle inventory</i>
EVO	<i>Extra virgin oil</i>
DOP	<i>Denominazione di origine protetta</i>
PET	<i>Polietilene tereftalato</i>



## INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

L'idea del lavoro di tesi nasce dalla constatazione delle accuse che vengono mosse al metodo di agricoltura biologica in termini di sostenibilità ambientale. Nello specifico, il protocollo biologico è stato dimostrato in diversi studi essere più impattante rispetto a quello "convenzionale" e ai protocolli di agricoltura integrata.

Tale verifica dei risultati di letteratura è in aperto contrasto con la definizione di agricoltura biologica. Sulla base delle premesse riportate, si è deciso di realizzare la tesi presso una "piccola" realtà locale, ovvero un'azienda agricola biologica il cui prodotto di punta è l'olio extravergine di oliva; in particolar modo è stata realizzata un'analisi LCA (*Life Cycle Assesment*), meglio conosciuta come "Analisi del ciclo di vita" considerando diversi indici al fine di valutare e quantificare esaustivamente i potenziali impatti sull'ambiente.

# Capitolo 1

## L'AGRICOLTURA BIOLOGICA

L'agricoltura biologica è un sistema di produzione agricola definito e disciplinato dai regolamenti CEE n. 834/2007 e n. 889/2008 come: *“un sistema globale di gestione dell'azienda agricola e di produzione agroalimentare basato sull'interazione tra le migliori pratiche ambientali, un alto livello di biodiversità, la salvaguardia delle risorse naturali, l'applicazione di criteri rigorosi in materia di benessere degli animali e una produzione confacente alle preferenze di taluni consumatori per prodotti ottenuti con sostanze e procedimenti naturali.*

*Il metodo di produzione biologico esplica pertanto una duplice funzione sociale, provvedendo da un lato a un mercato specifico che risponde alla domanda di prodotti biologici dei consumatori e, dall'altro, fornendo beni pubblici che contribuiscono alla tutela dell'ambiente, al benessere degli animali e allo sviluppo rurale” (FederBio).*

In sostanza, il protocollo biologico, non permette l'utilizzo di prodotti chimici di sintesi (siano essi concimi e prodotti fitosanitari) per la difesa e la nutrizione delle piante ed inoltre, vieta l'uso di OGM, ovvero organismi geneticamente modificati.

Per quanto riguarda la nutrizione delle piante sono ammessi concimi di origine naturale quali il letame, altre sostanze organiche compostate (sfalci, ecc.) e il sovescio, tecnica che consiste nell'interramento di una coltura appositamente seminata (solitamente un'azotofissatrice) al fine di incrementare la fertilità del terreno. Mentre per la difesa delle piante è molto importante applicare mezzi agronomici al fine di prevenire o limitare l'insorgenza di fitopatie e questi mezzi possono essere sintetizzati in:

- Scelta appropriata dell'ambiente di coltivazione, considerando le esigenze pedoclimatiche della coltura ma anche di quelle biologiche ed epidemiologiche dei patogeni;
- Adottare sesti di impianto non troppo fitti, al fine di migliorare la ventilazione ed evitare ristagni di umidità, oltre a migliorare la qualità dei trattamenti;
- Corretta gestione del terreno;
- Concimazioni equilibrate;

- Razionale gestione della pianta, soprattutto nelle colture arboree dove è importante assicurare una opportuna strutturazione della chioma per favorire la ventilazione, in modo tale da migliorare anche la qualità dei trattamenti;
- Avvicendamenti colturali adeguati (rotazione colturale);
- Adottare la consociazione quando possibile, ovvero la coltivazione di specie diverse sullo stesso appezzamento di terreno.

Gli interventi diretti sono un caso eccezionale e sono ammessi solo in presenza di un reale rischio e possono essere utilizzati esclusivamente prodotti di origine naturale o minerale espressamente riportati nel regolamento europeo: sostanzialmente si tratta di estratti di piante, farina di roccia o minerali naturali, usate per correggere struttura e caratteristiche chimiche del terreno o per difendere le coltivazioni dalle crittogame, ma anche di insetti utili che predano i parassiti (*FederBio*).

### 1.1 I numeri del biologico in Italia

L'agricoltura biologica è stata inizialmente condotta secondo il principio di filiera corta da agricoltori che volevano coltivare in modo sostenibile, e quindi, i prodotti erano destinati ad una nicchia di consumatori. Tuttavia, a partire dagli anni 2000 il biologico ha avuto un vero e proprio boom di richieste da parte dei consumatori, con un incremento di vendite di alimenti e bevande biologiche in Italia. Questo trend positivo, negli ultimi 15 anni, ha consentito al biologico di interfacciarsi con la Grande Distribuzione organizzata (GDO), diventando un vero e proprio stile di vita ampiamente diffuso e consolidato nelle abitudini alimentari delle famiglie italiane. Tutto ciò, è stato reso possibile grazie all'importanza sempre maggiore delle GDO, le quali hanno un ampio assortimento di prodotti biologici a prezzi competitivi, avvicinando il biologico a nuove e ampie fasce di consumatori (*Ismea*).

Dalla situazione si può riconoscere nel biologico una rilevante opportunità di mercato e grazie agli incentivi finanziari messi a disposizione dalla PAC, sono sempre di più gli operatori che hanno deciso di intraprendere questo percorso. Infatti, a fine 2018, la superficie coltivata ad agricoltura biologica in Italia sfiora i 2 milioni di ettari, con un numero di operatori prossimo alle 80.000 unità (*dati Sinab*). Rispetto all'anno 2017 le Superfici biologiche sono aumentate del 3% con 49 mila ettari in più. Nel 2018, come per l'agricoltura convenzionale italiana, anche per l'agricoltura biologica i 3 principali orientamenti produttivi sono i prati-pascolo (540.012 ha), le colture foraggere (392.218 ha) ed i cereali (326.083 ha). A queste categorie seguono, per estensione, le superfici biologiche investite ad olivo (239.096 ha) e a vite (106.447 ha).

Dal confronto con l'anno 2017, la variazione di superficie dei singoli orientamenti produttivi considerati risulta in crescita per i Cereali (7%), le Colture foraggere (4%), è tendenzialmente stabile per la Vite e l'Olivo (entrambe aumentano dell'1%), mentre è in diminuzione per i Prati pascolo nel complesso, a causa del calo della superficie di pascolo magro (-8%) (Fig. 1, dati Ismea e Sinab).

**SUPERFICI E COLTURE BIOLOGICHE IN ITALIA**  
ANNI 2017 E 2018  
VALORI IN ETTARI

	Superficie Italia	Superficie Italia		Superficie Italia	Variazione
	2017	In conversione	Convertita	2018	2018/2017
	Biologica totale			Biologica totale	%
<b>TOTALE</b>	<b>1.908.653</b>	<b>467.192</b>	<b>1.490.852</b>	<b>1.958.045</b>	<b>2,6</b>
Cereali	305.871	80.156	245.926	326.083	6,6
Colture proteiche, leguminose, da granella	49.730	9.959	40.518	50.477	1,5
Piante da radice	1.80	902	1.794	2.696	49,2
Colture industriali	29.186	8.799	24.370	33.169	13,6
Colture foraggere	376.573	88.518	303.701	392.218	4,2
Altre colture da seminativi	21.185	5.531	15.799	21.330	0,7
Ortaggi*	55.056	15.748	45.407	61.155	11,1
Frutta**	33.761	11.777	25.139	36.917	9,3
Frutta in guscio	47.452	14.145	36.098	50.244	5,9
Agrumi	39.656	6.461	29.198	35.660	-10,1
Vite	105.384	32.049	74.399	106.447	1,0
Olivo	235.741	56.742	182.354	239.096	1,4
Altre colture permanenti	4.902	1.085	1.894	2.979	-39,2
Prati e pascoli (escluso il pascolo magro)	390.883	79.038	319.412	398.450	1,9
Pascolo magro	153.166	37.868	103.693	141.562	-7,6
Terreno a riposo	58.301	18.414	41.148	59.562	2,2
Altre categorie da non includere nel totale***	259.878	93.478	202.252	295.730	13,8

\* Agli ortaggi sono accorpate le voci "fragole" e "funghi coltivati"

\*\* La frutta comprende "frutta da zona temperata", "frutta da zona subtropicale", "piccoli frutti"

\*\*\* Superfici forestali e/o superfici di raccolta spontanea (funghi selvatici, tartufi, bacche selvatiche) non pascolate e notificate dall'operatore; altro

Fonte: Elaborazione SINAB su dati Organismi di Controllo

Figura 1- "Superfici e colture biologiche in Italia, anni 2017 e 2018" (Fonte Ismea).

L'analisi della distribuzione regionale delle superfici biologiche, nel 2018, indica che le estensioni maggiori si trovano in Sicilia (385.356 ha), Puglia (263.653 ha), Calabria (200.904 ha) ed Emilia-Romagna (155.331); in queste 4 Regioni è presente il 51% dell'intera superficie biologica nazionale. Dal confronto con l'anno 2017 si osserva che le quattro Regioni, con maggiore estensione di superficie biologica, presentano una dinamica differente. In Sicilia e

Calabria si è verificata una diminuzione della superficie dedicata, rispettivamente del 10% e dell'1%; in Puglia un aumento del 4%, mentre in Emilia-Romagna l'incremento raggiunge il 15%. Tale valore è superato ampiamente dalle prime 4 aree del Paese che, nel 2018, crescono maggiormente, si tratta di Campania (44%), Veneto (38%), Provincia Autonoma di Bolzano (26%) e Lombardia (19%) (Fig. 2, dati Ismea e Sinab).

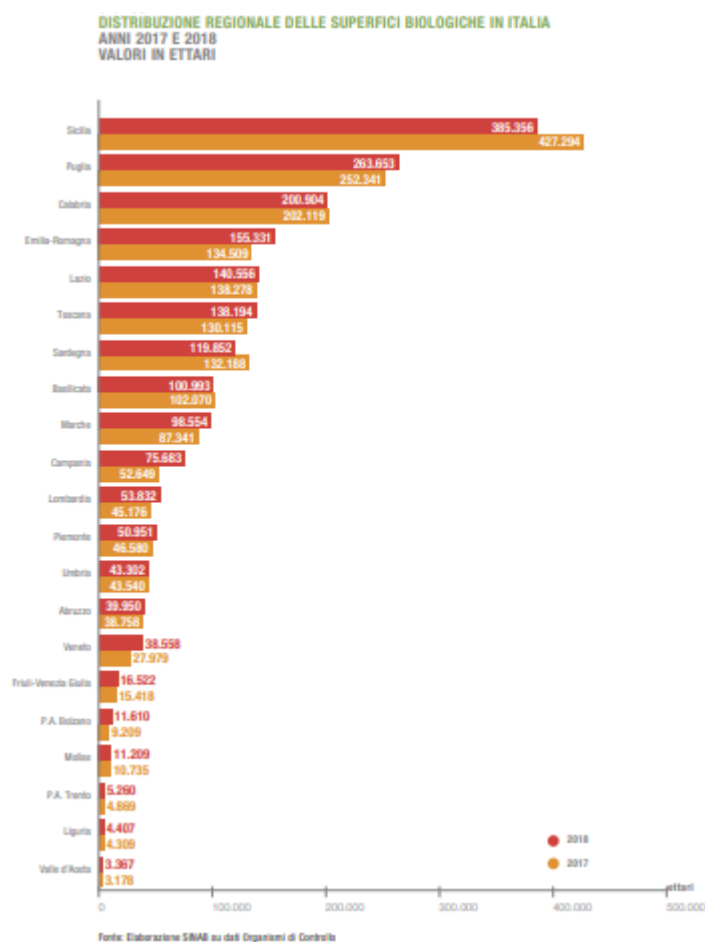


Figura 2- “Distribuzione regionale delle superfici biologiche in Italia, anni 2017 e 2018” (Fonte Ismea).

L'elaborazione dei dati nazionali relativi agli Operatori biologici evidenzia, rispetto all'anno 2017, un incremento del 4%, con oltre 3 mila operatori in più, per un numero totale di 79.046 unità, inseriti nel sistema di certificazione per l'agricoltura biologica. L'analisi della distribuzione a livello regionale degli operatori biologici conferma il primato di Calabria (11.030 unità), Sicilia (10.736 unità) e Puglia (9.275 unità). Considerando le singole regioni, nel 2018 si registrano incrementi a doppia cifra, rispetto all'anno precedente, in Campania

(43%), Emilia-Romagna (20%), Lombardia (18%), Provincia Autonoma di Bolzano (15%), Friuli-Venezia Giulia (13%) e Abruzzo (11%) (Fig. 3, dati Ismea e Sinab).

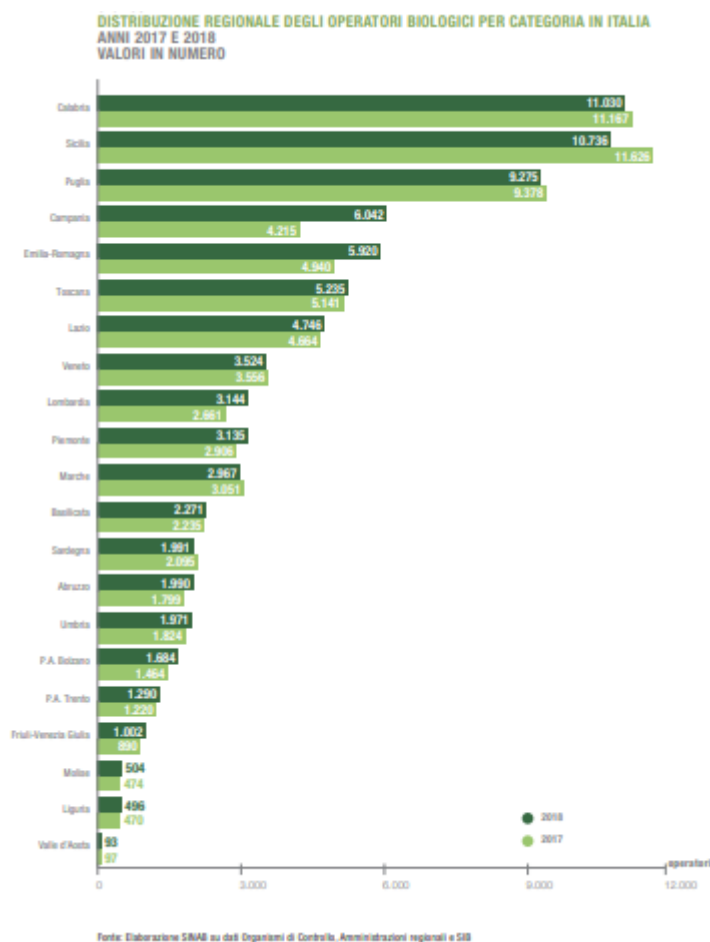


Figura 3- “Distribuzione regionale degli operatori biologici per categoria in Italia, anni 2017 e 2018” (Fonte Ismea).

L’incidenza dell’agricoltura biologica rispetto ai dati nazionali (ISTAT SPA 2016) indica che, sul totale della superficie coltivata in Italia, il biologico arriva ad interessare il 15,5% della SAU nazionale. L’elaborazione dei dati di superficie per aree geografiche mostra che, in Italia, ogni 100 ettari di SAU sono biologici: 5,6 ettari nel Nord-Ovest; 9,3 ettari nel Nord-Est; 20,1 ettari nel Centro e nel Sud e 19,2 ettari nelle Isole. Le aziende agricole biologiche in Italia rappresentano il 6,1% delle aziende agricole totali; tale incidenza è abbastanza uniforme per le cinque aree principali del paese; e si registra una variazione massima dell’1,3% in positivo e negativo rispettivamente nel Centro e nel Nord-Ovest.

I dati relativi alla dimensione media aziendale in Italia, nell’anno 2018, indicano che la dimensione media di un’azienda biologica in Italia raggiunge quota 28,2 ettari, a fronte del

dato nazionale di 11,0 ettari. Anche per l'anno 2018 il valore resta elevato, a causa della differenza tra le incidenze nazionali delle superfici (15,5%) e delle aziende agricole (6,1%) biologiche.

## 1.2 Mercato e consumi

Nel 2018 la spesa per i prodotti alimentari biologici ha sfiorato i 2,5 miliardi di euro, raggiungendo una quota del 3% sul valore complessivo dell'agroalimentare. La crescita nel primo semestre del 2019 si è limitata a un +1,5% rispetto all'analogo periodo del 2018, in rallentamento rispetto ai tassi di crescita del settore negli anni precedenti. La ragione di questa decelerazione va cercata nella dimensione ormai importante del giro d'affari del settore, che rende fisiologico un aumento più contenuto anno su anno.

### 1.2.1 Canali di vendita

A trainare le vendite è la GDO registra un aumento del 5,5% in valore rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, anche se con una tendenziale flessione dei prezzi. Un incremento consistente si è registrato anche per i Discount che nei primi mesi del 2019 crescono del 20,7% pur esprimendo fatturati ancora marginali se confrontati agli altri canali di distribuzione del biologico (7,1% della spesa biologica totale). Le prime elaborazioni per l'anno corrente confermano, inoltre, la tendenza dei Negozi Tradizionali che continuano a perdere terreno registrando un calo del fatturato del -7,2% (Fig. 4, dati Ismea).

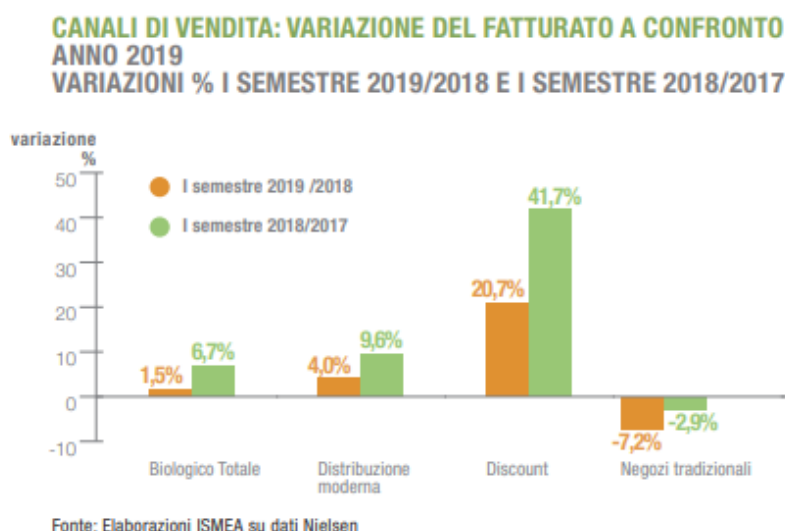


Figura 4- “Canali di vendita: variazione del fatturato a confronto, anno 2019” (Fonte Ismea).

### 1.2.2 Comparti

In linea generale si può affermare che si è di fronte ad un quadro positivo per quanto riguarda il mercato del biologico e questo evidenzia la sua importanza; tuttavia si possono notare delle flessioni nei confronti di alcune referenze merceologiche dovute ad eventi calamitosi che ne hanno ridotto o addirittura compromesso l'offerta sul mercato, come ad esempio il settore dell'ortofrutta, il quale, nei primi mesi dell'anno, ha risentito dell'andamento climatico sfavorevole (*Ismea*). Realizzando un focus sul comparto degli oli e grassi vegetali è possibile osservare un incremento della spesa al consumo del +2,7%: nel caso dell'olio extravergine di oliva, che rappresenta l'88% del comparto, si registra un calo dei prezzi (-2,3%) ed un aumento dei volumi (+2,9%) rispetto al primo semestre del 2018.

### 1.2.3 Le importazioni da paesi terzi

Dall'analisi dei dati sulle importazioni di prodotto biologico proveniente da Paesi terzi, nel 2018 si evidenzia una sostanziale diminuzione delle quantità scambiate, pari a circa il 10,8% rispetto al 2017. Ad incidere fortemente su tale tendenza negativa è soprattutto la categoria dei prodotti industriali, con un ridimensionamento del 50,3% rispetto al 2017. Le altre categorie di prodotto che mostrano sostanziali variazioni negative rispetto al 2017 sono i prodotti trasformati con un -13,1% e gli **oli e grassi vegetali** con un -4,2% (*Fig. 5, dati Ismea*).

#### QUANTITÀ DI PRODOTTO BIOLOGICO IMPORTATA IN ITALIA DA PAESI TERZI, PER CATEGORIA DI PRODOTTO E PER AREA GEOGRAFICA ANNI 2017 E 2018 VALORI IN TONNELLATE

Categoria di prodotto	Area di provenienza	Quantità 2017 t	Quantità 2018 t	Variazione 2018/2017 %
<b>Oli e grassi vegetali</b>	Africa	16.891,16	16.198,77	-4,10
	America Centrale	-	33,69	-
	America del Nord	60,25	30,98	-48,58
	America del Sud	65,53	24,89	-62,01
	Asia	74,79	6,62	29,19
	Europa non UE	20,38	2,54	-87,53
	Oceania	-	-	-
	<b>Total</b>		<b>17.112,11</b>	<b>16.387,50</b>



Prodotti trasformati	2017	2018	%
Africa	1.139,18	887,52	-22,09
America Centrale	3,15	7,11	125,56
America del Nord	366,30	977,78	166,94
America del Sud	1.275,56	1.551,44	21,63
Asia	2.442,61	2.547,04	4,28
Europa non UE	7.189,41	4.820,25	-32,95
Oceania	0,51	0,35	-30,38
<b>Totale</b>	<b>12.416,71</b>	<b>10.791,49</b>	<b>-13,09</b>

Figura 5- “Quantità di prodotto biologico importata in Italia da paesi terzi, anni 2017 e 2018” (Fonte Ismea).

Il forte calo delle importazioni dei prodotti industriali è principalmente dovuto a un grande calo nelle importazioni di semi di girasole e di pannelli di soia, conseguenza di una attività rallentata di alcuni grandi importatori degli anni precedenti e anche al fatto che molti importatori italiani si sono orientati verso i prodotti già disponibili sul mercato italiano o UE. Le categorie dei cereali così come quella degli ortaggi e legumi mostrano invece un incremento considerevole dei volumi importati, con un aumento rispetto al 2017 del 13,40%, e del 10,66% rispettivamente. La categoria del caffè/cacao/zuccheri ha registrato nel 2018 un lieve aumento delle quantità importate da Paesi terzi (+8,02%). Nel complesso, invece, i volumi di frutta rimangono sostanzialmente invariati rispetto al 2017 (+2,84%) (Dati Ismea).

Dal punto di vista geografico mondiale i volumi provenienti da macroaree di approvvigionamento per il 2018 è rimasta pressoché la stessa del 2017, con una forte preminenza delle forniture provenienti dell'Asia (30,60%) e dai Paesi dell'Europa non UE (26,07%). Nell'ambito di questi Paesi la situazione risulta tuttavia molto diversificata, con un ruolo particolarmente significativo della Cina per quanto riguarda l'importazione di colture industriali, in modo particolare fave e pannello di soia; mentre, per quanto riguarda il riso si hanno in ordine di importanza per i volumi importati, il Pakistan, l'India e la Thailandia. Tra i Paesi dell'Europa non UE, la Turchia si caratterizza invece per l'importazione di grano duro e riso, mentre l'Ucraina per il granoturco. L'America latina continua ad essere un'area geografica molto importante per l'import biologico italiano dalla quale vengono importati soprattutto frutta fresca (specialmente banane, mele e pere), zucchero di canna e caffè (Dati Ismea).

Tra i Paesi del continente Africano, Tunisia, Togo ed Egitto sono senz'altro i Paesi dai quali si importano i maggiori quantitativi di prodotti biologici: dalla Tunisia **olio di oliva** (Fig. 6,

dati Ismea), dal Togo fave di soia e dall'Egitto patate. Le attività di importazione dall'America del Nord riguardano principalmente il frumento dal Canada e i legumi dagli USA.

**QUANTITÀ DI OLI E GRASSI VEGETALI BIOLOGICI IMPORTATA IN ITALIA  
DA PAESI TERZI, PER TIPOLOGIA DI PRODOTTO E PAESE DI PROVENIENZA  
ANNI 2017 E 2018  
VALORI IN TONNELLATE**

Area geografica	Nazione	Olio di oliva	Altri oli	Totale oli e grassi vegetali
<b>Africa</b>	Marocco	91,28	8,15	99,43
	Tunisia	16.071,25	28,10	16.099,35
<b>America Centrale</b>	Repubblica Dominicana	-	33,69	33,69
<b>America del Nord</b>	USA	-	30,98	30,98
<b>America del Sud</b>	Brasile	-	20,98	20,98
	Cile	-	3,06	3,06
	Perù	-	0,85	0,85
<b>Asia</b>	Cina	-	1,02	1,02
	Israele	1,10	-	1,10
	Sri Lanka	-	94,49	94,49
	Tailandia	-	0,01	0,01
<b>Europa non UE</b>	Svizzera	-	2,17	2,17
	Turchia	-	0,37	0,37

Fonte: Elaborazione SINAB su dati SIB

Figura 6- “Quantità di oli e grassi vegetali biologici importata in Italia da paesi terzi, anni 2017 e 2018” (Fonte Ismea).

## Capitolo 2

### AGROECOSISTEMI E VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE

Come descritto nel capitolo precedente ed espresso nel regolamento del Consiglio n. 834/2007 relativo alla produzione biologica e alla modalità di etichettatura dei prodotti biologici, l'agricoltura biologica viene definita come un sistema globale di gestione dell'azienda agricola e di produzione basato su diversi criteri, tra cui un elevato livello di biodiversità.

La crescente specializzazione e intensificazione dell'agricoltura ha portato ad una perdita di biodiversità in quelli definiti come agroecosistemi.

Gli agroecosistemi sono dei sistemi aperti dove è necessario l'intervento continuo dell'uomo per mantenere un equilibrio creato da lui stesso, con lo scopo di massimizzare le produzioni, le quali vengono fornite da poche specie vegetali e animali domestiche (*Taffetani et al., 2011*). Tuttavia, in alcuni sistemi agricoli dove l'attività dell'uomo non ha grandi impatti, gli agroecosistemi possono essere piuttosto eterogenei e sono in grado di fornire e mantenere un grande patrimonio di biodiversità. Ad esempio, considerando i sistemi agricoli estensivi tipici della media-alta collina e della bassa montagna si può affermare che l'attività dell'uomo ha un basso impatto poiché è presente una variabilità delle specie coltivate e la presenza di elementi semi naturali, i quali possono fornire una determinata varietà di habitat e diverse aree di contatto tra ambienti con differenti caratteristiche ecologiche. Il mantenimento della biodiversità in questi ambienti è strettamente legato alla gestione delle pratiche agricole realizzate dall'uomo (*Taffetani et al., 2011*).

Dal lato opposto, i sistemi agricoli intensivi, rappresentativi delle zone di pianura e bassa collina, sono generalmente meno ricchi di elementi che possano tutelare e salvaguardare la sopravvivenza degli animali selvatici e delle specie vegetali (*Taffetani et al., 2011*).

Per identificare la qualità di un agroecosistema è possibile realizzare un'analisi del paesaggio vegetale attraverso il rilievo fitosociologico; questo perché la presenza o meno di una specifica tipologia di vegetazione è legata sia alle condizioni pedoclimatiche e morfologiche del territorio, sia alle diverse pratiche agricole adottate dagli agricoltori stessi.

## 2.1 La qualità dell'agroecosistema e lo studio dei paesaggi vegetali

La fitosociologia, fondata da Braun-Blanquet, botanico svizzero, si occupa dello studio delle comunità vegetali, o fitocenosi, e le loro trasformazioni nel tempo in funzione dell'ambiente in cui vivono. Grazie allo studio della vegetazione, si riesce a definire un modello di interpretazione del paesaggio vegetale basato sulle comunità di piante, o associazioni, che rappresentano l'unità di base della fitosociologia.

L'associazione vegetale viene definita da Blanquet come:

«un aggruppamento vegetale più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzata da una composizione floristica determinata, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare e autonoma (Braun-Blanquet, 1915).»

Chiaramente queste fitocenosi rientrano in un sistema gerarchico dove è possibile individuare i livelli gerarchici superiori, ovvero l'alleanza, l'ordine e la classe. Per definire le associazioni è necessario effettuare il rilievo fitosociologico, considerando un'unità di territorio ecologicamente omogenea e sufficientemente rappresentativa delle specie vegetali presenti. Una volta scelta l'area di saggio si procede con l'elenco delle specie che si rinvencono e, ad ognuna di esse, viene assegnato un valore di copertura, con la scala Braun-Blanquet che va dal simbolo + (specie con copertura inferiore all'1%) al numero 5 (specie con copertura variante tra il 75% e il 100%) e di sociabilità, con la scala Braun-Blanquet che va dal numero 1 (individui isolati) al numero 5 (specie che formano popolamenti puri o quasi).

Queste associazioni possono essere legate da rapporti dinamici, regressivi o evolutivi, che si rinvencono in uno spazio ecologicamente omogeneo e con la stessa potenzialità di vegetazione (*sigmetum*), andando a costituire le serie di vegetazione; queste, a loro volta, rappresentano l'unità ambientale del mosaico che costituisce il paesaggio vegetale.

Pertanto, attraverso il rilievo fitosociologico, si ottiene una valutazione qualitativa della biodiversità; tuttavia, per ottenere una valutazione quantitativa della biodiversità floristica e dello stato di conservazione degli habitat all'interno di ambienti rurali, è possibile applicare degli indici che forniscono una sintesi numerica delle informazioni relative ad ogni singola comunità vegetale (Taffetani et al., 2011).

Per ogni classe viene attribuito un valore o coefficiente di maturità ( $m$ ), con una scala da 1 a 9, sulla base di una logica che possa descrivere la dinamica evolutiva; infatti per "maturità" si intende il grado di evoluzione dinamica di ogni cenosi, considerando un intervallo di valori con una condizione iniziale di nessuna copertura, fino ad arrivare ad uno stato di equilibrio (Taffetani et al., 2009). Come già detto in precedenza, la presenza o meno di un determinato tipo di vegetazione è legata alle condizioni pedoclimatiche, ad esempio la presenza di acqua,

suoli rocciosi o elevate concentrazioni saline. A queste condizioni pedoclimatiche differenti sono stati attribuiti dei coefficienti edafici ( $s$ ) che differenziano i tre fattori limitanti (*Taffetani et al., 2009*):

- $w$ = igrofila;
- $x$ = xerofila;
- $a$ =alofila.

Una volta determinati questi coefficienti è possibile procedere al calcolo dei diversi indici, come:

1. Indice di maturità, che fornisce informazioni relative allo stato di maturità di una determinata comunità in relazione alla sua distribuzione e alla copertura di suolo di tutte le specie vegetali presenti;
2. Indici edafici, che forniscono informazioni della presenza di specie adattate ad ambienti condizionati da fattori limitanti ( $w, x, a$ );
3. Indici delle forme biologiche, che forniscono informazioni relative all'andamento della strutturazione delle fitocenosi in relazione ai fattori di disturbo;
4. Indici fitogeografici, che forniscono informazioni sulla presenza e sul grado di copertura delle specie endemiche, cosmopolite ed esotiche utili al fine di comprendere la pressione antropica sul territorio;
5. Indice di biodiversità, che esprime l'abbondanza relativa di una specie all'interno delle differenti cenosi vegetali (*Taffetani et al., 2009*).

## Capitolo 3

### COS'È LA SOSTENIBILITÀ?

Oggi si parla molto di “Sostenibilità”, per via delle diverse problematiche che il mondo deve affrontare, soprattutto nel settore dell’agricoltura. Questa parola viene spesso abusata decontestualizzandone il significato specifico... ma che cosa si intende per “sostenibilità”?

Il concetto è stato introdotto nel 1972 durante la prima conferenza ONU sull’ambiente, tuttavia solo nel 1987, con la pubblicazione del rapporto Bruntland (conosciuto anche come “Our Common Future”) da parte della Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo (World Commission on Environment and Development, WCED) è stata data una definizione di sviluppo sostenibile:

«Lo sviluppo sostenibile, lungi dall’essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l’orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con gli attuali (WCED, 1987).»

Da questa prima definizione, centrata soprattutto sull’ecologia e su una dimensione comunitaria, il termine ha subito una graduale evoluzione ed oggi viene utilizzato con un significato più ampio che abbraccia l’ambiente e che lo mette in relazione con l’economia e la società. Infatti, il modello di sviluppo tradizionale ha mostrato i primi segni di crisi intorno alla metà del secolo scorso, quando la scarsità delle risorse e l’inquinamento sono entrati nella nostra vita quotidiana: si è cominciato a parlare di gas serra, effetto serra e buco dell’ozono come conseguenza dello sfruttamento intensivo delle risorse naturali e questo ha implicato lo studio di modelli di sviluppo che ripensassero il rapporto tra l’uomo e l’ambiente. Di conseguenza, a partire dal vertice di Rio del 1992 si è introdotta una definizione di sviluppo sostenibile, appoggiato su tre pilastri quali l’efficienza economica, l’equità sociale e la sostenibilità ambientale e, con l’adozione dell’Agenda 21, i paesi firmatari si sono impegnati a sviluppare informazioni quantitative sulle loro azioni e realizzazioni lungo questi tre pilastri (*Inea 2013*). Riassumendo, il significato più profondo della sostenibilità è costruire un equilibrio globale tra l’uomo e l’ecosistema, dando vita a una forma di sviluppo che salvaguarda l’ambiente e garantisce i bisogni attuali e futuri. Non solo, la sostenibilità può

essere definita come la caratteristica di un sistema o prodotto di sostenere uno sviluppo sostenibile, che può essere attuato solo se si adottano pratiche e scelte sostenibili, le quali tengono in considerazione i seguenti aspetti:

- La sostenibilità ambientale, attraverso la responsabilità nell'utilizzo delle risorse;
- La sostenibilità economica, attraverso la capacità di generare reddito e lavoro;
- La sostenibilità sociale, garantendo sicurezza, salute, giustizia e ricchezza.

### 3.1 Le sfide dell'agricoltura moderna

Oggi l'agricoltura deve farsi carico di numerose sfide che deve prontamente affrontare e come spiega Pisante nel suo volume "Agricoltura Sostenibile":

«Anche se l'agricoltura non ha bisogno di aggettivi, sostenibile è il termine con cui il modello di produzione agricola si è evoluto nel tempo per rispondere ai nuovi bisogni della società, accresciuti nonostante la crisi economica degli ultimi anni, e per fronteggiare le conseguenze degli impatti negativi dei fattori produttivi sulla qualità delle risorse naturali e più in generale sull'ambiente rurale, sottoposto ad una crescente pressione antropica. ("Agricoltura sostenibile", Edagricole, M. Pisante, 2013).»

A livello globale, il fabbisogno di alimenti sta aumentando in maniera significativa; i motivi principali sono l'aumento demografico e il cambiamento della dieta, quest'ultimo è avvenuto soprattutto in alcuni paesi asiatici dove il consumo di prodotti di origine animale sta incrementando, a discapito della tradizionale dieta vegetariana (AISSA).

Inoltre, l'utilizzo di terreni agrari per la produzione di colture da energia rende più difficile la situazione in alcune zone del pianeta. Si stima che, in assenza di una significativa riduzione dei consumi e degli sprechi degli alimenti prodotti, per far fronte all'aumento del fabbisogno alimentare, è necessario che le superfici coltivate fossero in grado di raddoppiare la produzione di proteine e calorie entro la metà del secolo (stime effettuate prendendo il 2015 come anno di riferimento, fonte AISSA).

Chiaramente per raggiungere questo obiettivo sono possibili tre vie alternative:

1. Aumentare la superficie coltivata;
2. Aumentare il numero di colture per anno sullo stesso appezzamento;
3. Aumentare le rese, ovvero la quantità di prodotto per unità di superficie.

Bisogna considerare che la superficie agraria a livello mondiale è cresciuta negli ultimi anni, ma questo è avvenuto soprattutto in zone tropicali e a spese di ambienti naturali in zone fragili, con costi ecologici elevati; non sono pertanto auspicabili un'ulteriore deforestazione e un

aumento della superficie agraria. Sicuramente sono possibili forme alternative di agricoltura urbana che potrebbero, in qualche modo, fornire un contributo per la produzione di frutta e ortaggi (fonti di vitamine e fibre) direttamente nelle città. Come è possibile produrre più colture nello stesso anno e nello stesso terreno in pieno campo in molte zone della terra, dove non sussistono limitazioni di temperatura ed acqua; inoltre, le colture protette (serre, tunnel etc.) consentono più cicli colturali anche in aree meno produttive delle precedenti. È chiaro che aumentare il numero di colture per anno e aumentare le rese, al fine di soddisfare il crescente fabbisogno alimentare del pianeta, significa intensificare. Pertanto, una delle principali sfide in agricoltura è coniugare l'intensificazione e la sostenibilità (AISSA). A queste, si aggiungono altre problematiche da affrontare quali i cambiamenti climatici che minacciano sempre di più le coltivazioni, la disponibilità dei fattori produttivi (acqua, fertilizzanti, superfici coltivate), le perdite e gli sprechi e, infine, la sottanutrizione (Frisio, *Accademia dei Georgofili*, 2013).

### 3.1.1 La crescita demografica

A livello globale, la prima sfida per l'agricoltura è rappresentata dall'attesa crescita demografica che dovrebbe portare la popolazione mondiale a circa 9 miliardi di individui nel 2050, secondo le stime più affidabili, anche se con una flessione del tasso di incremento, osservato negli ultimi decenni. Se la stima venisse confermata, significherebbe che in 100 anni, tra il 1950 e il 2050, la popolazione mondiale risulterebbe più che triplicata, avendo già superato la soglia dei 3 miliardi all'inizio degli anni sessanta dello scorso secolo e quella dei 6 miliardi nei primi anni del nuovo millennio (Frisio, *Accademia dei Georgofili*, 2013).

Secondo gli studi realizzati dalla FAO (FAO, 2011b e 2012b), considerando la tendenza dell'arco temporale che va dal 1960 al 2050, sarebbe necessario incrementare la produzione agricola di 1 miliardo di tonnellate di cereali e di oltre 150 milioni di tonnellate di carne per soddisfare la richiesta di derrate alimentari.

È chiaro che l'incremento demografico atteso è più che rilevante. Anche se il tasso di incremento delle produzioni agricole tra il 1960 e il 2005 è risultato maggiore (139% per i cereali e 165% per la carne) e ha superato quello della popolazione (103%) rischia di non essere sufficiente.

Apparentemente, la crescita demografica potrebbe rappresentare una sfida gestibile, a meno che non venissero a mancare i fattori di produzione; tuttavia presenta un altro aspetto che, insieme allo sviluppo economico dei paesi emergenti, comporta un'altra sfida ovvero il cambiamento nella domanda globale di alimenti (Frisio, *Accademia dei Georgofili*, 2013).



Dal 2007, infatti, la popolazione urbana ha superato quella rurale e già nel 2030 dovrebbe decisamente prevalere come conseguenza di una crescita costante, tale da portare a cinque miliardi il numero di abitanti dei centri urbani, mentre la popolazione rurale dovrebbe iniziare a diminuire (FAO, 2011b e 2012b).

### 3.1.2 Il cambiamento della dieta alimentare

Come descritto nel precedente sottocapitolo, lo spostamento della popolazione dalle aree rurali alle città comporta un cambiamento nelle abitudini alimentari, con un conseguente aumento di prodotti trasformati e conservati. Tale cambiamento segue delle dinamiche già conosciute nell'evoluzione storica dello sviluppo economico-sociale e che porta progressivamente a introdurre nuovi alimenti nella dieta, in relazione a percezioni diverse del cibo stesso (Fig. 7).

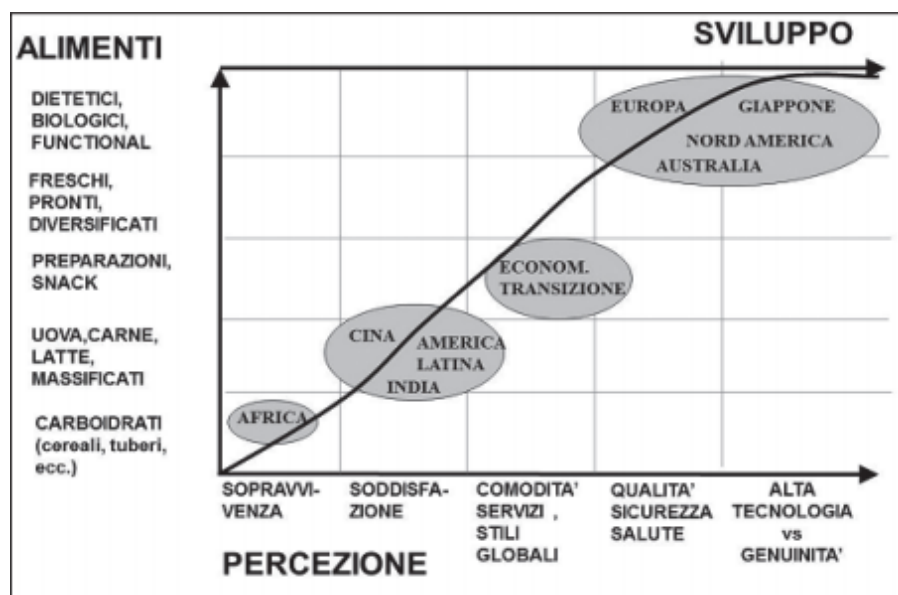


Figura 7- “Sviluppo economico ed evoluzione nella domanda di alimenti” (Fonte: Rabobank 2004 “Changes in The Global Food System”).

Più precisamente, il passaggio da un'alimentazione che è finalizzata alla sopravvivenza e basata principalmente sul consumo di carboidrati (cereali, tuberi, ecc.), al bisogno di soddisfazione, implica l'aumento del consumo di alimenti di origine animale (carne, latte, ecc.), di grassi e di prodotti di massa, nella maggior parte dei casi, ovvero dove non esistono barriere culturali e/o religiose, (Frisio, Accademia dei Georgofili, 2013).

### 3.1.3 Gli impieghi energetici

Negli ultimi anni ha assunto sempre più importanza la coltivazione delle superfici agricole a scopo energetico e per la produzione di biocarburanti, grazie alla Dir. Cee RED n. 28/2009

“sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE” con l’obiettivo di ridurre la dipendenza da risorse non rinnovabili e portare la quota della produzione rinnovabile al 17% sul consumo totale di energia, per quanto riguarda l’Italia.

Secondo la normativa, i biocarburanti e i bioliquidi non possono essere prodotti a partire da materie prime ottenute in aree particolari, quali:

- terreni ad elevata biodiversità come foreste indisturbate, aree protette, terreni erbosi ad alta biodiversità;
- terreni ad elevato stock di carbonio come zone umide e ampie aree forestali;
- torbiere.

Chiaramente la sfida è rappresentata dall’utilizzo di materie prime, altrimenti destinate all’alimentazione umana e zootecnica, per la produzione di bioetanolo, biodiesel e biogas.

Infatti, l’espansione delle coltivazioni a scopo energetico, destinata a sottrarre risorse alimentari, ha suscitato diffuse preoccupazioni nella prospettiva di dover far fronte contemporaneamente alla crescita demografica e al cambiamento dei consumi alimentari precedentemente descritti.

### 3.1.4 Cambiamenti climatici

Un’altra importantissima sfida che l’agricoltura deve affrontare sono proprio i cambiamenti climatici e, come è stato sottolineato da *Pisante*, è ormai dimostrato da più fonti scientifiche che nel medio periodo la forma più efficiente di adattamento al cambiamento climatico in atto è rappresentata dalla razionale gestione della biosfera in generale e del comparto agricolo in particolare (*Pisante, 2011*). Il settore agricolo, attraverso l’adozione di pratiche agronomiche opportune (un esempio ne è l’agricoltura conservativa), è potenzialmente in grado di ridurre le proprie emissioni di gas ad effetto serra con costi minori rispetto agli altri settori e contemporaneamente di aumentare il sequestro del carbonio, sempre a vantaggio della mitigazione delle emissioni di gas serra. Il suolo, infatti, rientra nella dinamica del ciclo dei gas ad effetto serra, quali CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, che coinvolgono direttamente il sistema produttivo agricolo.

### 3.1.5 La disponibilità dei fattori produttivi

In particolare, i cambiamenti climatici potrebbero marcare il problema della disponibilità dei fattori produttivi come l'acqua, i fertilizzanti, le superfici coltivate.

Dobbiamo ricordare che l'agricoltura è tra le attività di origine antropica che comporta un maggior consumo di acqua, oltre ad essere responsabile per buona parte dell'inquinamento delle acque superficiali e delle falde, dovuto soprattutto all'azoto sotto forma di nitrato, anione molto mobile (*Quine e Walling, 1993*). Non solo, sulla disponibilità di acqua per l'agricoltura, per altro, incombe anche la minaccia della competizione per altri usi. Il presupposto è che l'esigenza di aumentare la produzione di cibo dovrà essere soddisfatta con meno acqua, perché con l'incremento della popolazione aumenterà la richiesta di acqua sia per usi domestici che industriali (*Hatfield, 2015*).

Gli idrologi hanno esaminato il bilancio idrico complessivo di bacini idrografici e altri corpi idrici e la FAO (2012) ha riferito che l'uso totale di acqua a livello globale è attribuito per un 70% all'agricoltura, per un 11% agli usi municipali e per un 19% ai sistemi industriali. L'ampio uso dell'acqua in agricoltura ai fini produttivi solleva la questione nell'efficienza d'uso dell'acqua e nella riduzione dell'impatto ambientale (*OECD, 2012, Young, 2010*).

Per quanto riguarda i fertilizzanti, anch'essi fattore determinante per la crescita produttiva degli ultimi decenni, lo scenario sta subendo dei cambiamenti: le riserve mondiali di gas naturale e dei diversi giacimenti fosfatici e potassici sono sufficienti a coprire la crescita dei consumi che, nel complesso, dovrebbe arrivare a superare la quota di 250 milioni di tonnellate di elementi nutritivi, considerando principalmente azoto, fosforo e potassio. Rispetto agli impieghi odierni, si avrà un incremento netto pari a circa 90 milioni di tonnellate e questo incremento sarà concentrato, per la maggior parte, in Brasile, Russia, India, Indonesia, Cina e Sud Africa (*FAO, 2012b*); tuttavia, non significa che il loro utilizzo avvenga nelle stesse condizioni attuali, questo perché ci saranno sempre maggiori difficoltà di accesso alle risorse e una crescita degli impieghi domestici e, soprattutto, industriali. Di conseguenza è giusto attendersi un incremento dei relativi prezzi reali, con variazioni anche molto veloci, in grado di impedire l'accesso per i paesi importatori netti e per quelli che non dispongono di porti e/o adeguate infrastrutture di trasporto.

La dinamica dei prezzi dei principali fertilizzanti (*Fig. 8*), dopo molti anni di sostanziale stabilità, riflette quanto è stato già detto precedentemente riguardo la crescita repentina dei prezzi, evidenziando un'ulteriore sfida per gli agricoltori del pianeta, ovvero la volatilità dei prezzi. Questa problematica si riflette su due versanti, ovvero quello dei fattori di produzione impiegati e quello dei prodotti realizzati che, chiaramente, possono determinare delle

fluttuazioni nei redditi, in relazione alle variazioni dei prezzi di vendita e acquisto (Frisio, Accademia dei Georgofili, 2013).

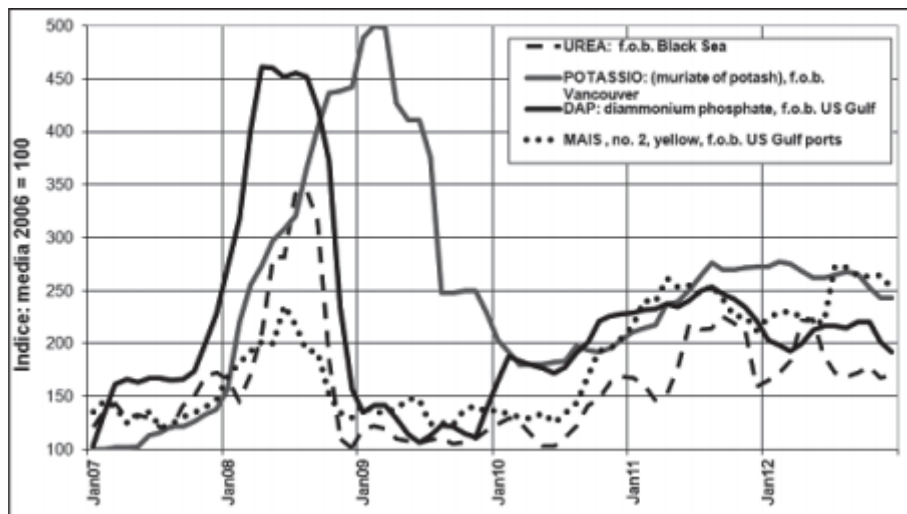


Figura 8- “Evoluzione del prezzo medio mensile dei principali fertilizzanti e del mais 2007-2012” (Fonte: elaborazioni OECV-DEM-UNIMI su dati WorldBank).

Si può affermare che, fino alla metà del secolo scorso, l’aumento della produttività agricola è stato reso possibile grazie alla coltivazione dei terreni nei paesi in via di sviluppo, spesso a discapito delle foreste, per tale ragione oggi si parla di incremento di produttività del fattore terra. Attualmente la superficie agricola mondiale destinata all’agricoltura è intorno ai 4,4 miliardi di ettari, di cui però solo 1,6 miliardi è destinato alla coltivazione di seminativi e piante da frutto (di cui il 20% su terre marginalmente adattate all’agricoltura) mentre la restante parte è occupata da prati e pascoli permanenti (dati FAO). Non solo, è doveroso ricordare altri fenomeni che stanno assumendo sempre più importanza e che mettono a rischio la produttività dei terreni: la degradazione del suolo, la desertificazione e la salinizzazione.

### 3.1.6 Le perdite e gli sprechi

La FAO nel suo studio “Global Food Losses and Food Waste” (FAO, 2011a), stima una perdita (dal campo alla tavola e sprechi al momento del consumo) complessiva pari a quasi 300 kg pro-capite annuo di derrate alimentari nei paesi occidentali sviluppati, a quasi 250 kg in quelli asiatici, a oltre 200 kg in America Latina e superiori ai 100 kg nei paesi africani e asiatici in via di sviluppo (Frisio, Accademia dei Georgofili, 2013). La tipologia di perdita è differente in relazione al grado di sviluppo dei paesi: in quelli occidentali si verificano a livello di consumo con sprechi che superano i 150 kg, mentre in quelli meno sviluppati le perdite si verificano a livello di pieno campo, durante la raccolta e soprattutto nel post-raccolta. Pertanto,

è necessario educare il così detto consumatore “ricco” ad evitare sprechi ed aiutare il produttore “povero” a ridurre le perdite con mezzi opportuni, quali la protezione delle piante, delle derrate, lo stoccaggio nei magazzini, ecc (*Frisio, Accademia dei Georgofili, 2013*).

### 3.1.7 La sottonutrizione

La sfida più difficile, purtroppo, rimane la sottonutrizione e secondo l'ultimo rapporto sulla sicurezza alimentare globale “*The state of food security and nutrition in the world*”, nel 2019 quasi 690 milioni di abitanti del pianeta hanno sofferto la fame e sono alle prese con molteplici forme di malnutrizione, soprattutto in Asia, Africa e America Latina (*FAO, UNICEF, IFAD, WPF, OMS, 2020*). L'Asia rimane la regione con il più elevato numero di persone denutrite (381 milioni), seguita dall'Africa (250 milioni), e dall'America Latina (48 milioni).

Se il tasso percentuale della denutrizione a livello globale non ha subito grandi cambiamenti, attestandosi allo 8,9%, a causa dell'incremento demografico il numero assoluto delle persone denutrite continua a crescere da 5 anni ad oggi.

Questi dati celano enormi disparità a livello geografico: in termini percentuali, l'Africa è la regione più colpita e maggiormente destinata ad esserlo anche in futuro, con il 19,1% della popolazione colpita dalla denutrizione. Il dato africano è più che doppio rispetto a quello dell'Asia (8,3%) e dell'America Latina e Caraibi (7,4%). In base alle tendenze attuali, si calcola che nel 2030 oltre metà degli affamati cronici del pianeta sarà concentrato nel continente africano (*FAO, UNICEF, IFAD, WPF, OMS, 2020*).

## Capitolo 4

### COME MISURARE LA SOSTENIBILITÀ

Come descritto nel precedente capitolo, la sfida della sostenibilità in agricoltura consiste nel conciliare obiettivi apparentemente diversi tra loro in un'ottica di lungo periodo: reddito aziendale, uso corretto delle risorse, tutela dell'ambiente e soddisfacimento del fabbisogno nutrizionale di una popolazione in continua crescita.

Misurare la sostenibilità è molto complesso e richiede la disposizione di metodi e modelli che siano in grado di valutare non solo gli aspetti ambientali, ma anche quelli economici e sociali. Nell'ambito della sostenibilità dei sistemi agricoli, i risultati dei diversi studi risultano raramente integrabili ed armonizzabili, generando una sorta di competizione tra i differenti strumenti di misura (*Russillo, Pintér, 2009*); ovvero il quadro generale che si viene a delineare spesso rischia di confondere piuttosto che orientare.

Questo avviene per due ragioni principali: in primo luogo la valutazione della sostenibilità in agricoltura è un'operazione complicata, poiché dipende dalle complesse interazioni tra tecnologia, economia, società e ambiente, le cui componenti d'interesse tendono a variare a seconda della dimensione spaziale di riferimento (internazionale, nazionale, regionale, locale, aziendale o di campo) e dell'orizzonte temporale considerato (*Rao, Rogers, 2006*); in secondo luogo, le diverse proposte di misurazione della sostenibilità agro-ambientale sono nate su iniziativa di singoli ricercatori o gruppi di ricerca, e solo di rado nell'ambito di programmi coordinati a livello internazionale e, di conseguenza, molti studi risultano legati al contesto agli obiettivi e agli interlocutori specifici del progetto entro cui si sono sviluppati e sono difficilmente generalizzabili (*Dillon et al., 2007*).

Tra i diversi metodi, quello basato sui flussi di materia ed energia, ovvero il *Life Cycle Assessment* (LCA) è potenzialmente in grado di descrivere meglio quanto accade nella sfera ambientale.

#### 4.1 Life cycle assesment

L’LCA è un metodo di valutazione dell’impatto ambientale della produzione di un determinato bene o servizio, ormai formalizzato secondo l’International Organization for Standardization (ISO) e largamente applicato nel settore agroalimentare per la valutazione degli impatti ambientali di una grande varietà di prodotti (Notarnicola et al., 2012). Attraverso questo metodo, si analizza la filiera produttiva di un bene con tutte le operazioni unitarie eseguite, raccogliendo le informazioni che provocano un rilevante impatto sull’ambiente.

Ogni prodotto ha una sua “vita” (Fig. 9) a partire dalla progettazione o dallo sviluppo del prodotto stesso, seguita dall'estrazione delle risorse, dalla produzione (produzione di materiali, fabbricazione di prodotti), dall'uso o consumo e infine dalle attività a fine vita (raccolta/smistamento, riutilizzo, riciclaggio, smaltimento dei rifiuti) (Rebitzer et al. 2004). Tutte le attività nella vita di un prodotto hanno come risultato alle emissioni di sostanze nell'ambiente naturale, e altri scambi ambientali.

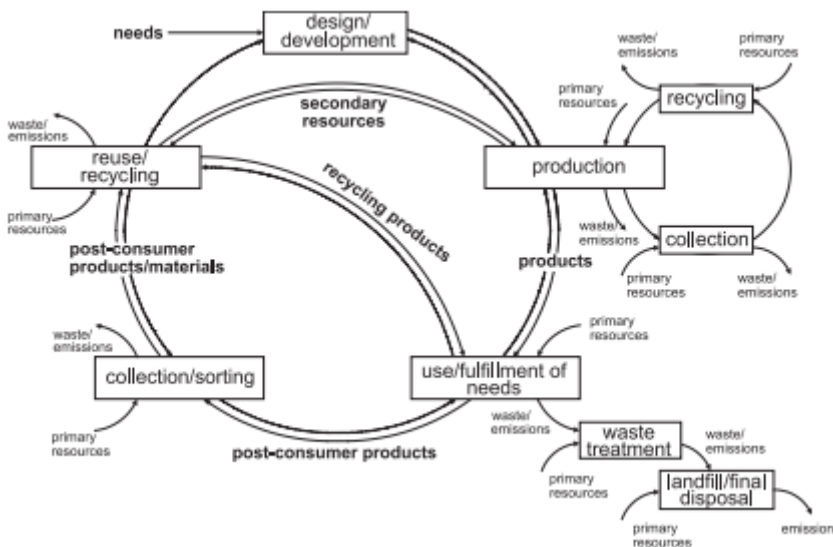


Figura 9- “Rappresentazione schematica di un generale ciclo di vita di un prodotto” (Fonte: Rebitzer et al. 2004).

Riassumendo, La valutazione del ciclo di vita (LCA) è un quadro metodologico per la stima e la valutazione degli impatti ambientali attribuibile al ciclo di vita di un prodotto dalla “culla alla tomba” come il cambiamento climatico, la riduzione dell’ozono stratosferico, la creazione di ozono troposferico (smog), l'eutrofizzazione, l'acidificazione, lo stress tossicologico sulla salute umana e sugli ecosistemi, l'esaurimento delle risorse (l'uso dell'acqua, del suolo ecc...) (Rebitzer et al. 2004).

## 4.2 Struttura e componenti LCA

LCA è divisa in quattro fasi (sulla base della *normativa ISO 14040*, fig. 10), ovvero:

1. Obiettivo e scopo;
2. Analisi di inventario;
3. Analisi degli impatti;
4. Interpretazione.

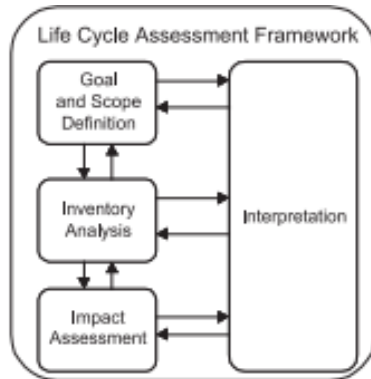


Figura 10- “Fasi LCA (basate sulla normativa ISO 14040: 2006)” (Fonte: Rebitzer et al. 2004, rivisto alla luce della nuova normativa vigente).

Per prima cosa è necessario definire l’obiettivo e lo scopo, al fine di fornire una descrizione di un sistema produttivo in termini di confini del sistema, determinando quali processi devono essere inclusi nella LCA e quindi fino a dove si approfondisce un’analisi. Un altro elemento essenziale è la definizione dell’unità funzionale, ovvero la quantità di prodotto o servizio su cui normalizzare ogni dato e permettere il confronto con le possibili alternative (kg di prodotto, t di rifiuto trattato ecc.).

Dopodiché si procede con l’elaborazione dell’inventario del ciclo di vita (*Life Cycle Inventory, LCI*) che consiste nella descrizione quantitativa di tutti i flussi di materiali ed energia che attraversano i confini del sistema sia in ingresso che in uscita, elaborando una tabella di inventario che mostra risorse ed emissioni associate all’unità funzionale. Si ottiene quindi un diagramma di flusso che è un modello, seppur approssimato, della realtà e che rappresenta, nel modo più fedele possibile, gli scambi tra i singoli processi all’interno del confine del sistema. Si prosegue poi con la terza fase, ovvero la valutazione di impatto del ciclo di vita (*Life Cycle Impact Assessment, LCIA*), nella quale viene calcolato l’impatto considerando uno o più indicatori e a diversi livelli della catena causa-effetto.

Sempre secondo la normativa ISO 14044 la valutazione degli impatti è costituita da tre fasi obbligatorie, definite come “Selezione del metodo”, “Classificazione” e “Caratterizzazione”:



la classificazione prevede l'assegnazione di ciascun flusso elementare (risultato dell'analisi di inventario) alla o alle rispettive categorie di impatto, in funzione degli effetti che può provocare sull'ambiente (es. l'anidride carbonica, metano e protossido di azoto hanno un effetto sul cambiamento climatico). Le principali categorie di impatto per il settore agroalimentare sono: Global Warming Potential (Effetto Serra), Acidification Potential (Acidificazione), Eutrophication Potential (Eutrofizzazione), Photochemical Oxidation Potential (Smog).

La fase di caratterizzazione ha lo scopo di quantificare gli impatti ambientali della tabella d'inventario all'interno delle categorie d'impatto ambientale: il calcolo dei risultati degli indicatori comporta la conversione dei risultati LCI, attraverso l'uso di fattori di caratterizzazione, in unità comuni e l'aggregazione dei risultati convertiti all'interno della stessa categoria di impatto (es. anidride carbonica, metano e protossido di azoto contribuiscono al cambiamento climatico in maniera differente, pertanto, grazie ad opportuni fattori di caratterizzazione che esprimono i potenziali di riscaldamento globale, si calcola il contributo dei tre gas in termini di CO<sub>2</sub> equivalente) (*normativa ISO 14044, 2006*). Inoltre, la valutazione degli impatti è costituita anche da tre fasi opzionali, definite come "Normalizzazione", "Raggruppamento" e "Ponderazione": la normalizzazione prevede che i potenziali impatti, ottenuti dalla precedente fase di caratterizzazione, relativi alle categorie prese in considerazione, vengono rapportati a fattori di normalizzazione, in modo tale da essere espressi con la stessa unità di riferimento; il raggruppamento consiste nel riordinare e classificare le categorie di impatto sulla base dell'obiettivo e del campo di applicazione dello studio, mentre la ponderazione prevede la trasformazione dei risultati degli indicatori attraverso dei fattori numerici o di ponderazione, scelti tramite un procedimento di assegnazione di valori (*normativa ISO 14044, 2006*).

Infine, si conclude con l'interpretazione dei dati, fase nella quale sono valutate e selezionate le opzioni per ridurre gli impatti e i carichi ambientali dell'unità funzionale in studio per consentirne, ove possibile, una riduzione dell'impatto ambientale

## Capitolo 5

### ANALISI E TENDENZE LCA NELLA PRODUZIONE DI OLIO DI OLIVA

L'analisi LCA è stata applicata all'olio di oliva per più di dieci anni al fine di identificare i così detti “punti critici” e proporre raccomandazioni per limitare gli impatti ambientali (*Aldana et al. 2019*). Nel 2010, durante la “settimana conferenza internazionale sulla valutazione del ciclo di vita nel settore agroalimentare”, è stata pubblicata una rassegna italiana dove è stato individuato un numero elevato di casi studio sull'olio di oliva, con la limitazione dell'esclusiva attenzione alla produzione di olio di oliva italiano (*Salomone et al., 2010*). Cinque anni dopo, è stato pubblicato un libro, sempre con lo stesso nome (*Salomone et al., 2015*), dove è stata condotta un'analisi più approfondita e ampia, che comprende casi di studio internazionali, strumenti di Life Cycle Thinking e casi di studio dell'industria olearia. Successivamente, *Banias et al. (2017)* hanno realizzato e pubblicato una revisione della letteratura delle pubblicazioni scientifiche sull'uso degli strumenti ambientali nel ciclo di vita dell'olio d'oliva, tenendo conto della fase di campo, della produzione, dell'imballaggio, stoccaggio, trasporto e della logistica di ritorno.

#### 5.1 L'olivo e la produzione di olio nel mondo

Grazie alle sue proprietà organolettiche, il consumo di olio è in aumento in tutto il mondo: si è passati da  $2.590 \times 10^6$  tonnellate nella campagna 2000/2001 (periodo compreso tra il primo ottobre e il 30 settembre) a  $2.726 \times 10^6$  tonnellate nel 2016/2017, con un incremento del 5,2% negli ultimi diciassette anni (*Aldana et al. 2019*). Mentre in Europa, come è possibile osservare nella figura 11, i consumi sono diminuiti nel corso degli anni.

Nel frattempo, la produzione mondiale di olio è costantemente aumentata (*Fig. 11*), nonostante le continue fluttuazioni annuali legate principalmente ai cambiamenti climatici e all'alternanza

di

produzione.

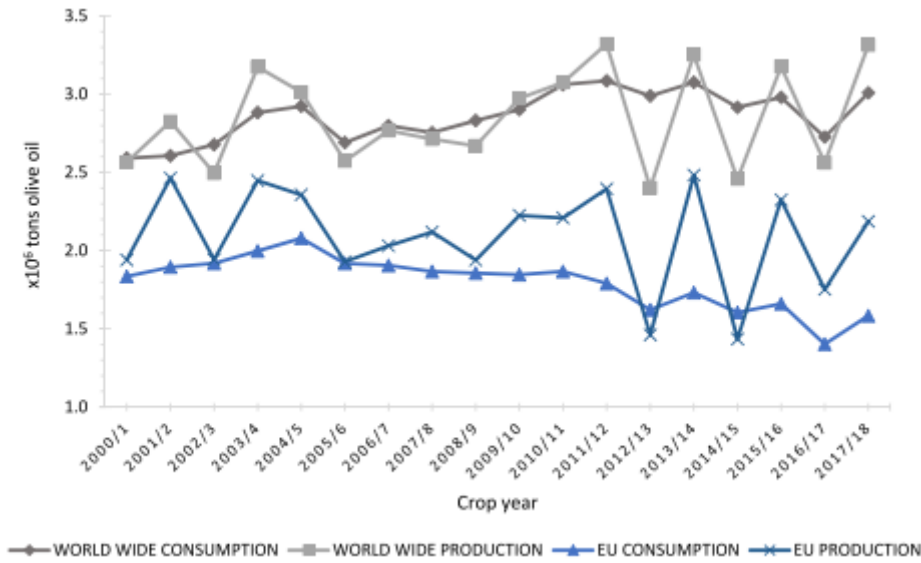


Figura 11- “Produzioni e consumi dell’olio di oliva” (Fonte: Aldana et al. 2019).

L'Unione Europea (UE) rappresenta oltre il 93% di tutta la produzione di olio d'oliva nel mondo e i tre quarti della produzione mondiale è concentrata in soli tre paesi del Mediterraneo, ovvero Spagna con il 41%, Italia con il 18% e Grecia con il 12% (IOC, 2018a).

La produzione di olio d'oliva rappresenta un settore strategico per i paesi dell'UE, i quali si trovano di fronte alla concorrenza emergente di nuovi paesi produttori al di fuori dell'UE: i principali comprendono Argentina, Australia, Messico, Cile, Nuova Zelanda, Sud Africa e Stati Uniti d'America (Salomone e Ioppolo, 2012). Questi nuovi produttori utilizzano metodi di coltivazione intensivi e altamente meccanizzati in modo tale da aumentare le rese e ridurre i costi operativi.

Nonostante l'importanza economica di questo prodotto alimentare nei paesi mediterranei citati, la produzione di olio di oliva è associata a diversi effetti negativi sull'ambiente che causano l'esaurimento delle risorse, la degradazione del suolo, le emissioni nell'aria e la produzione di rifiuti (Salomone et al., 2015). Inoltre, il settore della produzione di olio di oliva si trova ad affrontare questioni cruciali per quanto riguarda la gestione dei rifiuti. Bisogna considerare che l'80% della massa di olive è composta da polpa di olive e noccioli, pertanto, la composizione dei prodotti di scarto dipende dalle tecnologie di estrazione, distinte in sistemi di estrazione per pressione, dove si ottiene l'olio per pressione grazie all'azione di una pressa idraulica o per centrifugazione, attraverso l'azione di un decanter a 2 o 3 fasi (Cinar e Alma, 2008).

Nei paesi produttori di olio di oliva (tipicamente quelli del bacino del Mediterraneo), il clima è soleggiato, caldo e secco; il sovrasfruttamento dello strato relativamente sottile e fragile del suolo organico potrebbe portare all'erosione del suolo stesso. Questo problema è aggravato dall'irrigazione, dall'uso di fitofarmaci e fertilizzanti minerali. Inoltre, questo problema, può essere anche attribuito alla gestione dei rifiuti, poiché gran parte dei rifiuti organici dei frantoi (la sansa e l'acqua di vegetazione) sono applicati direttamente sugli stessi terreni. Secondo *Roig et al.* (2006) gli effetti negativi di questi rifiuti sono associati al loro elevato contenuto di sali minerali, ma d'altra parte, il contenuto di carbonio e la fertilità del suolo potrebbero essere migliorati con questa applicazione di materia organica grazie alla sua elevata concentrazione di nutrienti (come il potassio).

Dato che la regione mediterranea è soggetta a particolari livelli di siccità, l'acqua è scarsa e rappresenta una questione di notevole importanza. In tali aree, l'irrigazione rimane un tema delicato e controverso dal punto di vista ambientale e sociale e le valutazioni ambientali effettuate per i sistemi che consumano acqua in queste regioni aride devono tenere conto dei processi di irrigazione (*Aldana et al.* 2019). Gli impatti possono variare notevolmente a causa della variabilità delle pratiche di coltivazione (sesto di impianto, fertilizzazione, irrigazione, gestione delle fitopatie, potatura e raccolta), delle tecnologie di estrazione utilizzate nella produzione di olio d'oliva, della gestione dei rifiuti (sottoprodotti) e del fine vita degli imballaggi (discarica, incenerimento, riciclaggio). Il settore dell'olio di oliva, come qualsiasi altro settore economico, deve ora garantire la sua sostenibilità. Per raggiungere questo stato, è importante valutare le criticità durante tutto il ciclo di vita dell'olio di oliva.

## **5.2 La panoramica degli studi LCA sulla produzione di olio di oliva**

Diversi sono i paesi che hanno contribuito con lo studio sull'olio di oliva e sugli oliveti, ognuno in proporzioni diverse, come è possibile osservare nella *fig. 12*.

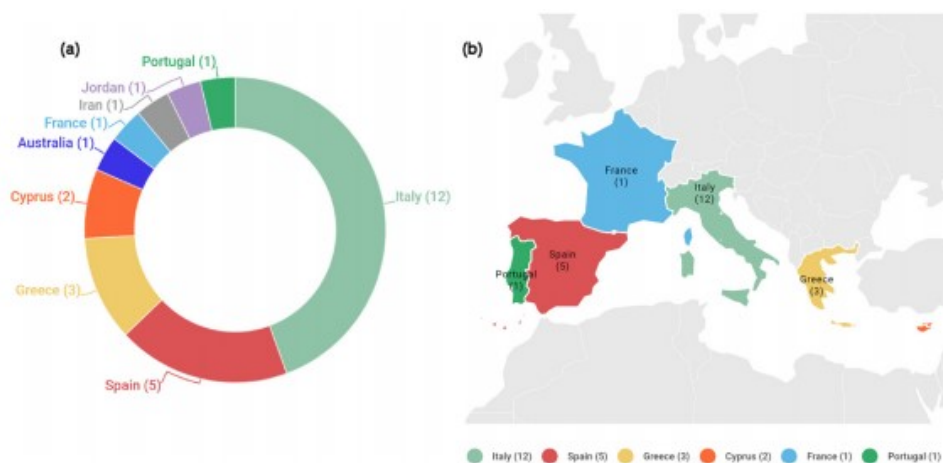


Figura 12- “Proporzione e dispersione geografica degli studi: a) nel mondo, b) in Europa” (Fonte: Aldana et al. 2019).

La nazione leader, a livello di pubblicazioni, è sicuramente l'Italia con 12 studi pubblicati, seguita dalla Spagna (5), Grecia (3), Cipro (2), Australia (1), Iran (1), Giordania (1), Francia (1) e Portogallo (1). Come è possibile osservare nella *fig. 13* Italia, Spagna e la Grecia sono stati i paesi più attivi su questo argomento, e questo riflette la loro leadership sulla produzione mondiale di olio di oliva. Tuttavia, l'Italia è molto più attiva della Spagna, nonostante il fatto che il suo volume di produzione sia da due a tre volte inferiore alla produzione spagnola (IOC, 2018b). Attualmente, sono stati realizzati sei progetti europei legati all'olio di oliva e basati sul metodo LCA:

1. ECOIL, che copre tutto il ciclo di produzione di olio di oliva in Spagna, Cipro e Grecia (ECOIL, 2004);
2. INFOIL, focalizzato sulla promozione di modelli di produzione e consumo sostenibile di olio di oliva nelle due regioni Grecia con produzioni elevate, ovvero Creta e Peloponneso (INFOIL, 2010);
3. oLIVECLIMA, concentrato sulle zone di produzione di olive, sempre in Grecia, con lo scopo di introdurre nuove pratiche di coltivazione per le colture arboree al fine di trovare mezzi economici per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico (oLIVECLIMA, 2012), oltre ad incrementare il contenuto di anidride carbonica assorbita dagli olivi dall'atmosfera e conservarla nel suolo come materia organica;
4. OLIVE4CLIMATE, progetto che ha realizzato l'analisi LCA con un approccio olistico dei processi e dei prodotti associati alla produzione di olio extra vergine di oliva, insieme alla quantificazione del potenziale di sequestro del carbonio negli

oliveti in tre paesi del bacino del mediterraneo con condizioni ambientali eterogenee, ovvero Italia, Grecia e Israele (*OLIVE4CLIMATE, 2016*);

5. OLIVERO, che ha intrapreso una ricerca fisica e socio-economica sui sistemi di produzione olivicola in zone declive e montane (SMOPS) in cinque aree target dell'Europa meridionale (Portogallo, Spagna, Italia e Grecia), dove sono stati distinti 24 SMOPS diverse e sono state raggruppate in cinque tipologie principali, cioè sistemi di produzione tradizionali, semi-intensivo a basso e alto input, intensivi e biologici (*Graaff et al., 2010*);
6. OILCA, progetto che ha come obiettivo quello di migliorare la competitività del settore olivicolo nella regione dell'Europa sud-occidentale, che comprende Spagna, Portogallo e il sud della Francia.

### 5.3 I “punti caldi” della produzione di olio di oliva

Quando si parla dell'analisi del ciclo di vita della produzione di olio di oliva è necessario considerare una fase di campo (gestione agronomica), una di produzione (al frantoio), una di gestione dei rifiuti (acque di vegetazione e sansa), una di confezionamento (packaging) e una di distribuzione; ognuna di queste fasi presenta degli “hotspots” o “punti caldi”.

Tutti gli studi LCA che hanno analizzato la fase di campo e quella di produzione in frantoio hanno dimostrato che gli impatti durante la fase di gestione agronomica sono i più importanti (*Avraamides and Fatta, 2008; Espi et al., 2013; Pattara et al., 2016; Tsarouhas et al., 2015*) e sono causati dalla fertilizzazione, irrigazione e trattamenti fitosanitari. Anche la potatura genera una grande quantità di residui legnosi che generalmente vengono bruciati direttamente negli oliveti senza alcun recupero di calore o qualsiasi forma di valorizzazione. Pertanto, la fase agricola è molto complessa e incide su numerosi parametri collegati e risulta difficile identificare l'influenza di alcuni aspetti specifici di questa fase a causa della vasta gamma di possibili scenari (*Aldana et al., 2019*). Dall'analisi della letteratura LCA, sembra che gli effetti positivi della gestione del suolo meritino ulteriori studi. L'impatto sul suolo è la questione più difficile a causa della varietà, della temporalità e delle proprietà locali del suolo (*Aldana et al., 2019*).

Anche la fase di distribuzione del prodotto è importante, tuttavia c'è un'estrema variabilità di scenari in quanto le bottiglie di olio possono essere acquistate direttamente nei frantoi oppure distribuite tramite camion, auto, furgoni, barche, treni o aerei; per questi motivi, la fase di distribuzione, spesso, viene esclusa dagli studi e per ragioni simili, la fase di imbottigliamento

(compresa la produzione della bottiglia e il trasporto verso gli impianti di imbottigliamento) è raramente considerata (Aldana et al., 2019).

Per quanto riguarda la fase di estrazione dell'olio, questa risulta essere la meno variabile rispetto a tutte le altre fasi per due aspetti principali:

- la produzione di olio d'oliva vergine può essere realizzata con due tipi di sistemi (discontinuo o continuo), che limitano la differenza della catena di estrazione;
- la fase di estrazione rimane una fase a basso impatto, rispetto a quella agricola.

Il modo principale per ridurre l'impatto ambientale a questa fase sarebbe la scelta del sistema che produce rifiuti più facili da trattare, cioè il sistema a 2 fasi. Gli studi che hanno confrontato le tecnologie di estrazione, sono giunti alla stessa conclusione: il sistema trifase è il sistema peggiore, seguito dalla pressa. (Salomone e Ioppolo, 2012).

Per quanto riguarda il packaging, l'olio di oliva può presentarsi in diversi formati e materiali ed è molto importante tenerne conto nell'analisi dell'inventario: Guiso et al. (2016) hanno fornito una valutazione d'impatto comparativa per le lattine in banda stagnata, le bottiglie di vetro oscurato e le bottiglie in acciaio inossidabile di EVOO (Olio extra vergine di oliva) e hanno sottolineato che l'impatto dell'imballaggio diminuisce per le dimensioni più grandi.

Navarro et al. (2018) hanno studiato il contributo del vetro, del polietilene tereftalato (PET) e degli imballaggi in latta all'interno dell'intero ciclo di vita dell'olio d'oliva vergine: il vetro, che è legato alla percezione di qualità superiore da parte dei consumatori, è in realtà il materiale più impattante a causa del suo peso; tuttavia, questo impatto può essere abbastanza ridotto applicando strategie di eco progettazione, come la riduzione del peso e l'aumento percentuale di vetro riciclato. Nello studio condotto da Espi et al. (2013), il contenitore più frequente è stato il PET (69,41%), seguito dal vetro (24,12%) e dallo stagno (5,29%).

In conclusione, l'imballaggio ha un importante contributo sull'impatto ambientale del prodotto finito, e tale impatto viene non solo per le esigenze di estrazione delle materie prime e di successiva lavorazione per la fabbricazione del contenitore ma anche per il trasporto (Aldana et al., 2019).

Infine, per quanto riguarda le tecniche di gestione dei rifiuti, c'è una estrema variabilità degli impatti da uno studio all'altro, poiché ci sono molteplici scenari sulla gestione dei rifiuti: ad esempio se il materiale venisse recuperato e distribuito in campo, gli impatti potrebbero essere considerati come "evitati" a causa del recupero di energia o di nutrienti (Salomone e Ioppolo, 2012). Solitamente, i rifiuti sono suddivisi nelle seguenti tre categorie:

1. residui di potatura, che sono generalmente bruciati (con o senza recupero di calore), anche se attualmente molte aziende effettuano la trinciatura in campo dei residui in modo da apportare anche una quota di sostanza organica al terreno;
2. la sansa proveniente da impianti a bifase o presse, che vengono inviati all'estrazione dell'olio d'oliva di sansa o sparsi nei campi o nel compostaggio;
3. acque reflue provenienti da sistemi trifase, che vengono generalmente essiccate, distribuite o filtrate (*Aldana et al., 2019*).

Quattro studi, utilizzando sempre il metodo LCA, si sono concentrati sul trattamento dei rifiuti (*Chatzisymeon et al., 2013; Christoforou and Fokaides, 2016; Parascanu et al., 2018a,b*) e hanno proposto differenti approcci giungendo ad una conclusione: il compostaggio è l'opzione più impattante a causa dell'utilizzo delle trattrici per la trasformazione dei rifiuti.

Tuttavia, la gestione dei rifiuti rimane una questione molto complessa del settore perché rappresenta una grande quantità di materia organica (*OiLCA, 2011*).

In conclusione, si può affermare che le pratiche più importanti riguardano la fase agricola e il trattamento dei rifiuti: è consigliabile l'ottimizzazione delle tecniche di gestione del suolo, come le "cover crops" o colture di copertura e l'incorporazione di materiale organico nel suolo come i residui di potatura trinciati, residui dello sfalcio (se l'oliveto è inerbito), foglie e residui del processo di estrazione dell'olio di oliva (*EPD, 2012a,b*).



## Capitolo 6

### SCOPO DEL LAVORO

Nel panorama agricolo mondiale c'è la necessità e lo stimolo di individuare sistemi alternativi di produzione al fine di garantire una determinata produttività in sintonia con l'ambiente rurale, e di conseguenza, rendere più sostenibile l'attività agricola in generale.

Interessante il caso studio che riguarda la produzione di olio extra vergine di oliva in quanto la coltivazione dell'olivo ha sempre rappresentato una tradizione per la Regione Marche, e caratterizza da secoli il paesaggio marchigiano da Nord a Sud, dalle colline pedemontane fino alla costa, nonostante sia una regione al limite nord dell'area vocata alla coltivazione dell'olivo, a causa dei danni dovuti a possibili gelate e/o neviccate. La ricchezza dell'olivicoltura marchigiana è legata a un patrimonio genetico estremamente variegato; le numerose varietà autoctone caratterizzano fortemente il prodotto marchigiano e lo arricchiscono di storia, cultura, tradizione e paesaggio: sono 12.000 gli ettari investiti ad oliveti con una superficie media di 0,5 ha, ben 30 varietà locali e due DOP (Cartoceto e Oliva tenera Ascolana del Piceno).

Attraverso la tesi è stato possibile osservare la realtà locale di una piccola azienda a conduzione biologica dell'entroterra fermano, dotata di frantoio aziendale, dove è stata analizzata l'intera filiera olivicola-olearia: dalla fase di coltivazione in pieno campo, a quella di produzione in frantoio fino ad arrivare alla fase di confezionamento e vendita dell'olio, effettuata per lo più nel punto vendita aziendale, essendo una filiera "corta".

Lo scopo del lavoro di tesi è valutare la sostenibilità della produzione di olio extra vergine di oliva, utilizzando il metodo LCA, ed individuare le pratiche agricole migliori al fine di ridurre gli impatti negativi sull'ambiente.

In questo lavoro sono stati analizzati i consumi delle diverse operazioni di pieno campo e in frantoio, la quantità di prodotto ottenuto e la valutazione degli impatti ambientali.

## Capitolo 7

### MATERIALI E METODI

#### 7.1 Materiali

I materiali utilizzati durante il lavoro di tesi vengono di seguito descritti ed analizzati.

##### 7.1.1 Appezzamento

Le osservazioni qualitative e i dati sono stati raccolti in un appezzamento (*Fig. 13*), adiacente al frantoio, di superficie pari a 0,5 ha circa a Falerone (FM), coltivato a oliveto, cv Piantone di Falerone. Il sesto di impianto è tradizionale (8x8 m), ha un orientamento Nord-Sud con un numero di piante pari circa a 60 e con un'età media di 70 anni.

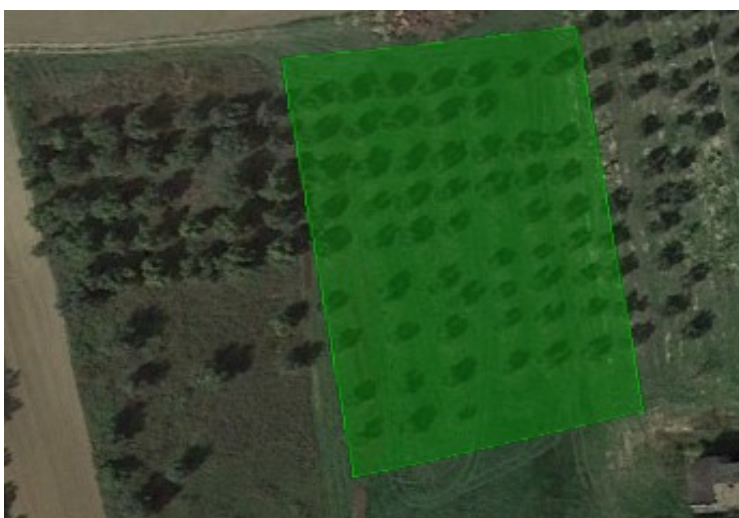


Figura 13- “*Appezzamento di riferimento, Falerone (FM)*”

#### 7.2 Metodi

I metodi con i quali sono stati raccolti i dati e, successivamente elaborati, vengono descritti in seguito.

### 7.2.1 Raccolta dati ed elaborazione

Le verifiche qualitative sono state effettuate in pieno campo seguendo lo sviluppo dell'olivo dal 16 aprile 2020 (periodo della potatura) fino al 23 ottobre 2020 (raccolta delle olive).

Invece, per quanto riguarda i dati quantitativi, essi sono stati raccolti tramite registro aziendale dove sono riportati i consumi delle diverse operazioni colturali, attraverso campionamento per quanto riguarda la quantificazione dei residui di potatura e attraverso i quaderni di campagna aziendali, dove sono state rilevate le diverse operazioni colturali.

L'inventario grezzo è stato fornito dall'azienda agricola Senzacqua Giacomo e le informazioni provengono da registri aziendali. L'impatto è stato calcolato utilizzando il software SimaPro® e considerando diversi indici, riconosciuti a livello globale quali Global Warming Potential (Effetto Serra), Acidification Potential (Acidificazione), Eutrophication Potential (Eutrofizzazione), Photochemical Oxidation Potential (Smog). Nel software sono state compilate delle schede relative al processo di coltivazione e sono state modificate le schede relative alle operazioni colturali, inserendo i consumi di gasolio registrati in campo. Per il calcolo delle emissioni derivanti dalla combustione di gasolio sono stati presi i dataset Ecoinvent, una delle banche dati per LCA più fornite e aggiornate, per le lavorazioni agricole. I valori di emissione sono stati proporzionalmente calcolati in relazione al consumo di gasolio, espresso in litri ad ettaro nel caso studio. Inoltre, sono stati tenuti in considerazione altri elementi come la determinazione del destino dei fitofarmaci ottenuta utilizzando il "metodo Margin", il quale stabilisce la quantità di principio attivo mediamente disperso in aria, acqua e suolo (i fattori di emissione sono rispettivamente 10%, 5% e 85%). Non è stato preso in considerazione il destino dei fertilizzanti in quanto, nel caso studio, non sono state effettuate concimazioni. Per quanto riguarda l'analisi qualitativa dell'agroecosistema oggetto di studio è stato realizzato il rilievo fitosociologico, elencando tutte le specie presenti nell'area sufficientemente rappresentativa della vegetazione che si intende rilevare.

Per quanto riguarda la valutazione della qualità ambientale, il valore di Maturità di una specie vegetale esprime la sua collocazione all'interno delle serie dinamiche di vegetazione, fornendo da un lato un'indicazione riguardo alla stabilità ecologica della specie e dall'altro il suo grado di adattamento al disturbo. I valori possono variare da 1 (specie caratteristiche di comunità cosmopolite dinamicamente effimere) a 9 (specie caratteristiche di cenosi permanenti caratterizzate da elevata stabilità ecologica) e sono assegnati in funzione della classe fitosociologica a cui la specie viene più diffusamente ricondotta dai vari autori nella letteratura specialistica degli ultimi 70 anni. Taffetani e Rismondo (*Taffetani & Rismondo 2009; Rismondo et al. 2011*) hanno introdotto tale indice calcolando l'abbondanza della specie nei

diversi tipi di ambiente, da quelli più naturali a quelli più antropizzati. Per analisi sinecologiche si valuta la media ponderata dei singoli valori di una data fitocenosi e si ottiene l'indice di Maturità dell'associazione. Nel caso in cui l'indice venga applicato per evidenziare lo stato dinamico all'interno della medesima cenosi o addirittura a formazioni appartenenti alla stessa associazione fitosociologica, come nello specifico lavoro di tesi, il calcolo viene effettuato mediando aritmeticamente i valori di maturità delle specie presenti senza che questi siano ponderati in funzione del loro valore di copertura. Questo consente infatti di evidenziare le differenze presenti, sottolineando le dinamiche ecologiche in atto (Mei 2019; Mei et al. 2019). La figura successiva (*fig. 14*) evidenzia il valore dell'indice di maturità in relazione al variare del gradiente di disturbo che va dalle situazioni più stabili delle fitocenosi forestali assunte dinamicamente come teste di serie, fino alle vegetazioni nitrofile antropogeniche costituite da specie cosmopolite e/o invasive.

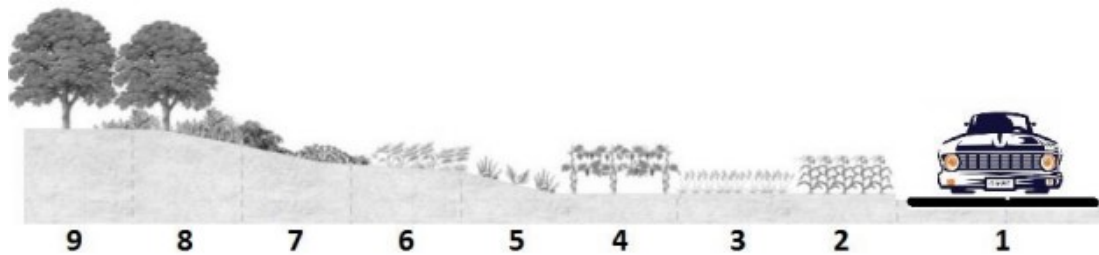


Figura 14- “Valori dell'indice di maturità”.

Nel nostro caso, il valore che ci si attende è compreso tra 4 e 6: se troppo basso significa che l'ambiente è eccessivamente disturbato mentre se troppo alto l'area di saggio è scarsamente gestita, sintomo di uno stato di pre-abbandono. L'indice di maturità è stato calcolato in due varianti: considerando la coltura come specie appartenente alla cenosi; escludendo la coltura dal rilievo.

## Capitolo 8

### DESCRIZIONE DEL LAVORO DI TESI

#### 8.1 Breve descrizione dell'azienda

L'analisi è stata realizzata presso l'azienda agricola Senzacqua Giacomo (*fig. 15*), nata nel 1993 e situata nel comune di Falerone (FM), piccolo paese nell'entroterra marchigiano in un territorio collinare. L'azienda è a conduzione biologica ed è costituita da circa 94 ha coltivati a:

- cereali, sia per il consumo umano (come farro e grano tenero) che per l'alimentazione zootecnica (sorgo, orzo e mais);
- legumi da granella, sia per il consumo umano (quali cece e lenticchia) che per l'alimentazione zootecnica (favino, pisello proteico);
- foraggiere, come l'erba medica, per l'alimentazione zootecnica;
- fragole, principalmente sotto tunnel, di cui una parte della produzione viene destinata alla produzione di confetture;
- olivo, per la produzione di olio extra vergine di oliva (EVO), distinguendo due linee di prodotti che rappresentano il fulcro dell'azienda, ovvero il monovarietale di Piantone di Falerone e il blend ottenuto da Leccino, Frantoio, Sargano di Fermo, Piantone di Falerone, Piantone di Mogliano, Moraiolo, dislocati nei vari oliveti aziendali.



Figura 15- “Panoramica dell'azienda agricola Senzacqua”

Inoltre, l'azienda è dotata di un frantoio con sistema continuo a due fasi (fig. 16) dove viene lavorata la propria materia prima e dove viene realizzata anche la molitura conto terzi.



Figura 16- “Frantoio aziendale con sistema continuo a due fasi”.

Il frantoio è costituito da un defogliatore, una tramoggia, un frangitore a martelli, un gramolatore, un decanter a due fasi e un sistema per filtrare l'olio.

Appena scaricate in frantoio le olive vengono sottoposte a defogliatura e trasferite poi in una tramoggia dotata di un elevatore a coclea che le trasporta all'interno del frangitore. La fase della frangitura consiste nel frantumare le olive fino ad ottenere una pasta grossolana, la quale viene sottoposta alla fase successiva, ovvero la gramolatura. Durante questo processo, le pale elicoidali della gramola rimescolano in maniera lenta e continua la pasta di olive al fine di

rompere l'emulsione acqua-olio, che si è creata durante la frangitura, e far confluire le micelle di olio in gocce più grandi. Successivamente avviene l'estrazione dell'olio, che in questo caso viene realizzata per centrifugazione con un decanter a due fasi, ovvero una centrifuga ad asse orizzontale. Rispetto al decanter a tre fasi, dove la pasta di olio viene diluita con l'acqua, quello a due fasi si caratterizza per un minore impiego di acqua e separa due frazioni: le sanse umide, poiché contengono anche l'acqua di vegetazione e il mosto di olio, il quale viene sottoposto all'ultima fase di filtraggio per eliminare eventuali residui.

## 8.2 Itinerari culturali eseguiti

Come descritto in precedenza, la gestione agronomica è di fondamentale importanza, soprattutto nei disciplinari di produzione integrata e di produzione biologica. L'oliveto preso come campione per la tesi si estende su una superficie di circa 0,5 ha, con un sesto di impianto tradizionale (8x8 m) e orientamento Nord-Sud. La cultivar impiantata è il Piantone di Falerone, con piante che hanno un'età media di 70 anni (*fig. 17*).



Figura 17- “Oliveto aziendale cv Piantone di Falerone”.

La prima operazione eseguita è stata la potatura, realizzata tardivamente, ovvero nella prima decade di aprile, per evitare danni da possibili ritorni di freddo. Durante l'operazione di potatura è stato realizzato un campionamento al fine di quantificare i residui di potatura: sono state campionate casualmente cinque piante, evitando di prendere quelle a bordo campo o eventuali piante ombreggiate, prelevando il materiale legnoso che successivamente è stato pesato. Nella tabella successiva sono stati riportati i risultati ottenuti (*Tabella 1*).

<b>CAMPIONAMENTO</b>	
Pianta campionata	Quantità (kg)
P. 1 *	12,5
P. 2	11,6
P. 3	5,7
P. 4	6
P. 5	9
Totale	44,8
Superficie (ha)	0,5
Numero piante	60
<b>TOTALE</b>	<b>2688</b>

*Tabella 1- "Campionamento residui di potatura".*

*Legenda:*

\* P. = Pianta

Il risultato ottenuto dal campionamento, ovvero 44,8 kg, è stato moltiplicato per il numero delle piante, ovvero 60, ottenendo così una stima quantitativa dei residui di potatura che equivale a 2.688 kg.

I risultati, poi, sono stati rapportati all'unità di riferimento (l'ettaro), come è possibile osservare nella *tabella 2*.

Sesto di impianto	8x8
Numero piante/ha	156
Residui campionati (kg)	44,8
<b>Totale residui (kg/ha)</b>	<b>6988,8</b>

*Tabella 2- "Stima della quantità dei residui di potatura ad ettaro".*

I residui sono stati trinciati e lasciati in campo. Per quanto riguarda la gestione del suolo, l'oliveto è inerbito e si eseguono in media 2-3 interventi di trinciatura, in base anche alla stagione, di cui il primo coincide con la trinciatura dei residui di potatura. Nel nostro caso specifico ne sono stati eseguiti 2.



In merito alla difesa fitosanitaria, l'azienda ha deciso di installare delle trappole "Attract and Kill", che orientativamente vengono inserite dalla 3°-4° settimana di giugno, in anticipo, ovvero il 16 maggio 2020, proprio per avere un'idea preventiva sulla densità di popolazione della mosca dell'olivo (*Bactrocera Oleae*) e ottimizzare il controllo fitosanitario.

Le trappole, di colore giallo, sono costituite da un dispositivo in plastica formato da un cono di cattura, all'interno del quale sono presenti il dispenser attrattivo, il feromone ed un coperchio trattato nella superficie interna con la deltametrina (fig. 18).



Figura 18- "Trappola Attract and Kill".

Le trappole, 50 ad ettaro circa (per cui nel nostro caso specifico 25), sono state distribuite in maniera uniforme all'interno dell'oliveto, ad un'altezza di circa 1,40-1,80 metri, esposte a sud/sudovest in aree ombreggiate al fine di garantire una maggiore frequentazione dell'insetto e hanno una capacità attrattiva fino a 180 giorni (fig. 19).



Figura 19- “Installazione delle trappole”.

Oltre alle trappole per la cattura massale, che non sono state sufficienti al contenimento della *Bactrocera Oleae*, l’azienda ha realizzato anche tre trattamenti fitosanitari:

- Il primo e il secondo a base di una miscela di rame (0,7 kg/ha) e caolino (7,3 kg/ha), rispettivamente il 9 luglio e l’11 agosto 2020 (fig. 20);
- Il terzo a base di Spinosad (1 l/ha diluito su 4 l/ha di acqua) il 3 settembre 2020.



Figura 20- “Trattamento a base di rame e caolino”.

Le dosi e la quantità di acqua utilizzata nell’appezzamento vengono riassunti nella tabella successiva e rapportati all’unità di riferimento (l’ettaro) (tabella 3).

Data	P.a.*	Dose applicata (kg)	Q. ** acqua utilizzata (l)	Dose (kg/ha)	Q. acqua (l/ha)
09/07/2020	Rame e caolino	4	175	8	350
11/08/2020	Rame e caolino	4		8	
03/09/2020	Spinosad	0,615	2	1,23	4

Tabella 3- “Trattamenti fitosanitari: data e dosi applicate e riferimento all’ettaro”.

Legenda:

P.a.\*=principio attivo

Q. \*\*= quantità

Per quanto riguarda la fertilizzazione, l’azienda effettua una concimazione organica nel periodo primaverile (solitamente marzo) con letame bovino acquistato da un allevamento nelle vicinanze, anche se quest’anno non è stata necessaria. Inoltre, un altro apporto di nutrienti proviene dalla distribuzione della sansa in pieno campo con una dose di 40 m<sup>3</sup> ad ettaro, dimezzato a 20 m<sup>3</sup> nel nostro caso specifico (fig. 21).



Figura 21- “*Distribuzione della sansa*”.

Quest’anno la raccolta e, di conseguenza, l’apertura del frantoio è avvenuta la fine di settembre, sia per organizzare la raccolta delle proprie olive e conto terzi, sia per evitare l’attacco tardivo della mosca dell’olivo. La raccolta avviene con tre agevolatori ad aria compressa (*fig. 22 e 23*), l’oliva raccolta viene poi caricata in un rimorchio (*fig. 24*), trasportata al frantoio e sottoposta a lavorazione.



Figura 22- *“Raccolta dell’oliva con agevolatori ad aria compressa”.*



Figura 23- *“Compressore con attacco a tre punti e azionato dalla presa di potenza della trattrice”.*



Figura 24- “Caricamento dell’oliva raccolta sul rimorchio”.

Nel caso specifico dell’appezzamento preso come campione, l’oliva è stata raccolta il 22 ottobre 2020 (*fig. 25*): la produzione ottenuta è di 700 kg di olive al netto delle foglie e una resa in olio che si aggira tra l’11% e il 12%, per un totale di circa 80,50 chilogrammi di olio extravergine di oliva monovarietale di Piantone di Falerone.



Figura 25- “Piantone di Falerone”.

I valori della produzione vengono riassunti nella tabella seguente (*Tabella 4*) e sono stati rapportati all'ettaro.

Produzione olive (kg)	Resa media (%)	Produzione olio (kg)
700	11,5	80,5
Produzione olive (kg/ha)	Resa media (%)	Produzione olio (kg/ha)
1400	11,5	161

*Tabella 4- "Produzione di riferimento e conversione all'ettaro".*

### 8.3 Consumi e caratteristiche di lavoro delle diverse operazioni colturali e frantoio

A livello di pieno campo, tutte le operazioni colturali, quali trinciatura, trattamenti fitosanitari, distribuzione della sansa e la raccolta, sono state eseguite con una trattrice da 37 kW; mentre per quanto riguarda il trasporto delle olive in frantoio è stata utilizzata una trattrice da 52 kW. I consumi sono stati quantificati direttamente in campo e successivamente registrati dall'azienda agricola, la quale ha fornito l'inventario "grezzo". Questi dati sono stati raccolti al fine di realizzare l'analisi della sostenibilità ambientale, descritta nel capitolo successivo, e sono stati riassunti nella tabella seguente (*Tabella 5*), dove, per ogni operazione colturale, vengono riportati il numero medio di interventi, i consumi di gasolio e di lubrificante e l'unità di misura, con riferimento alla superficie dell'appezzamento di riferimento che è pari a 0,5 ha.

Operazioni colturali	N. interventi	Consumo di gasolio	Consumo lubrificante	u.m.
Trinciatura residui potatura	1	10	1,125	L
Trinciatura tappeto erboso	1	7,5		
Concimazioni organiche	Assenti	/		
Trattamenti fitosanitari	3	3		
Distribuzione sansa	1	15		
Raccolta agevolatori ad aria compressa n. 3	1	40		

*Tabella 5- "Operazioni colturali: numero medio degli interventi e consumi di gasolio e lubrificante".*

I valori sono stati poi rapportati all'ettaro, come è possibile osservare nella tabella successiva (*Tabella 6*).

Operazioni colturali	N. interventi	Consumo di gasolio	Consumo lubrificante	u.m.
Trinciatura residui potatura	1	20	2,25	l/ha
Trinciatura tappeto erboso	1	15		
Concimazioni organiche	Assenti	/		
Trattamenti fitosanitari	3	6		
Distribuzione sansa	1	30		

Raccolta agevolatori ad aria compressa n. 3	1	80		
---	---	----	--	--

Tabella 6- “Operazioni colturali: numero medio degli interventi e consumi di gasolio e lubrificante rapportati all’ettaro”.

I prodotti fitosanitari, come il rame, sono stati acquistati dal consorzio di fiducia che si trova all’incirca a 6,8 km dall’azienda in confezioni da 1,5 kg in PET, mentre il caolino e le trappole “Attract and Kill” sono state consegnate a domicilio dall’azienda produttrice Serbios, la cui sede è sita nel comune di Badia Polesine, in provincia di Rovigo, a 369 km circa dall’azienda agricola Senzacqua. Il caolino è stato consegnato in pallet composti da 35 sacchi di carta da 12,5 kg e le trappole in scatole di cartone da 25 ognuna.

Per quanto riguarda le caratteristiche di lavoro del frantoio, l’impianto ha una potenza di 25 kW e è dotato di un sistema trifase con un voltaggio di 380 V. Il consumo medio si aggira intorno ai 17 kWh, con uno spunto massimo di 21 kWh alla partenza del frangitore e la capacità di lavoro è di 350-400 kg di olive all’ora. Come descritto nei precedenti paragrafi, il frantoio è costituito da un sistema continuo a due fasi caratterizzato da un ridotto consumo di acqua rispetto ad un sistema a tre fasi; infatti viene aggiunta a seconda della densità della pasta di olive, con consumi medi di 15-25 l/h di acqua. L’acqua utilizzata proviene dall’acquedotto e viene mantenuta a 60 °C grazie ad una caldaia e, prima di entrare nel decanter, il miscelatore la porta ad una temperatura di 27 °C. Le acque reflue, poi, vengono raccolte in una fossa Imhoff e utilizzate per la fertirrigazione nell’impianto di fragole, mentre le foglie che derivano dalla fase di defogliatura vengono distribuite in campo insieme alla sansa. Per quanto riguarda il nostro caso specifico, la produzione di foglie si aggira intorno ai 40 kg mentre la produzione di sansa è di circa 595 kg, che rapporti all’ettaro risultano rispettivamente pari a 80 kg e 1.190 kg.

Riguardo il confezionamento, questo è manuale e il materiale quali bottiglie, lattine, capsule e tappi, viene consegnato dall’azienda Bruniglass, sita nel comune di Acquasparta, in provincia di Terni, a 132 km circa dall’azienda agricola. Principalmente, l’azienda agricola Senzacqua confeziona l’olio in contenitori metallici da 3 e 5 litri, con la vendita di circa 500 lattine mentre, per quanto riguarda le bottiglie, l’azienda propone tre formati da 0,25, 0,50 e 0,75 litri, con la vendita di circa 300 bottiglie.



#### 8.4 Rilievo floristico

Il rilievo floristico è stato effettuato il 10 ottobre 2020 procedendo secondo il metodo già descritto nel capitolo 2. Pertanto, è stato scelto un minimo areale, ovvero un'area uniforme e sufficientemente rappresentativa della vegetazione, lontano dal bordo campo in quanto l'oliveto preso come campione confina con un oliveto completamente abbandonato, che potrebbe rappresentare un fattore di "disturbo" durante il rilievo, come è possibile vedere nelle *fig. 26 e 27*.



Figura 26- "*Oliveto abbandonato confinante*".



Figura 27- “Oliveto abbandonato confinante”.

Dopodiché si è proseguito con la lista delle specie presenti rilevate, alle quali è stato attribuito un valore di copertura in funzione della percentuale di copertura stessa, come è possibile osservare nella tabella successiva (Tabella 7). Dopo aver effettuato l’inventario delle specie presenti, si aumenta progressivamente la superficie di rilevamento fino a quando il numero delle specie che si rivengono si stabilizza.

<b>SPECIE</b>	<b>CCOD</b>	<b>CMIV</b>
Olea europaea L.	QUIL	9
Medicago sativa L.	ARVU	3
Cynodon dactylon (L.) Pers.	POPO	2
Plantago lanceolata L.	MOAR	4
Convolvulus arvensis L.	ARVU	3
Sorghum halepense (L.) Pers.	STME	1
Cichorium intybus L.	ARVU	3
Linaria vulgaris Miller	ARVU	3
Bellis perennis L.	MOAR	4
Calamintha nepeta (L.) Savi	TRGE	7
Stellaria media (L.) Vill.	STME	1
Clematis vitalba L.	RHPR	8
Sanguisorba minor Scop.	FEBR	5
Rumex crispus L.	MOAR	4

Dactylis glomerata L.	MOAR	4
Picris echioides L.	STME	1
Trifolium repens L.	MOAR	4
Silene vulgaris (Moench) Garcke	FEBR	5
Silene latifolia Poiret	NP*	
Quercus L. spp (plantula)	QUFA	9
Juglans regia L.	QUFA	9
Taraxacum officinale Weber	MOAR	4
Galium aparine L.	GAUR	6
Malva sylvestris L.	ARVU	3
Sonchus oleraceus L.	STME	1
Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.	STME	1
Reichardia picroides (L.) Roth	FEBR	5
Salvia pratensis L.	FEBR	5
Morus alba L.	ESCO	0
Inula viscosa (L.) Aiton	ARVU	3
Conyza canadensis (L.) Cronq.	STME	1
Orlaya kochii Heyw.	NP*	
Mentha spicata L.	MOAR	4
Cornus sanguinea L.	RHPR	8
Hedera helix L.	QUFA	9
Torilis arvensis (Hudson) Link	STME	1
Stima con Olea europea L.		4,118
Stima senza Olea europea L.		3,970

Tabella 7- “Elenco delle specie rilevate e relativi indici di maturità”.

Legenda:

NP\*=non presente

Come è possibile osservare nella tabella precedente, il rilievo floristico ha permesso di verificare la presenza di numerose specie, principalmente erbacee, come menta, mentuccia, tarassaco, salvia comune, piantaggine etc..., ma anche legnose come l’edera, il gelso, roverella ecc.

Per ogni specie è stato attribuito un indice di maturità (CMIV), sulla base di un codice (codice CCOD) ed è stata effettuata una media degli indici attribuiti, considerando in un caso la presenza dell’olivo e nell’altro caso escludendolo.

Come era prevedibile, il risultato ottenuto si attesta nel range atteso, o su valori leggermente più bassi, (valori compresi tra 3,97 e 4,11). I risultati dell’indice di maturità delineano una condizione prevedibilmente disturbata, essendo un agroecosistema dove l’uomo effettua degli interventi. Infatti, alcune operazioni, come ad esempio la distribuzione della sansa e la

trinciatura del cotico erboso, tendono a privilegiare le specie di ambiente aperto, piuttosto che quelle di orlo, come è possibile osservare nella tabella successiva (tabella 8), dove le specie sono state suddivise per condizione ecologica (avventizie, ambienti aperti, ecotonali e foreste).

Condizione ecologica	Specie	Coefficiente di maturità
Gruppo 1) Avventizie Coeff. Maturità=1	Sorghum halepense (L.) Pers.	1
	Stellaria media (L.) Vill.	
	Picris echioides L.	
	Sonchus oleraceus L.	
	Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.	
	Conyza canadensis (L.) Cronq.	
	Torilis arvensis (Hudson) Link	
Gruppo 2) Ambienti aperti Coeff. Maturità=2-5	Medicago sativa L.	3
	Cynodon dactylon (L.) Pers.	2
	Plantago lanceolata L.	4
	Convolvulus arvensis L.	3
	Cichorium intybus L.	3
	Linaria vulgaris Miller	3
	Bellis perennis L.	4
	Sanguisorba minor Scop.	5
	Rumex crispus L.	4
	Dactylis glomerata L.	4
	Trifolium repens L.	4
	Silene vulgaris (Moench) Garcke	5
	Taraxacum officinale Weber	4
	Malva sylvestris L.	3
	Reichardia picroides (L.) Roth	5
	Salvia pratensis L.	5
Inula viscosa (L.) Aiton	3	
Mentha spicata L.	4	
Gruppo 3) Ecotonale Coeff. Maturità=6-8	Calamintha nepeta (L.) Savi	7
	Clematis vitalba L.	8
	Galium aparine L.	6
	Cornus sanguinea L.	8
Gruppo 4) Foreste Coeff. Maturità=9	Olea europaea L.	9
	Quercus L. spp	
	Juglans regia L.	
	Hedera helix L.	

Tabella 8- "Elenco delle specie raggruppate per condizione ecologica e indice di maturità".

## 8.5 Analisi della sostenibilità

La valutazione degli impatti della filiera di produzione dell'olio è stata calcolata utilizzando il software SimaPro® v. 8.1 e tenendo in considerazione:

1. la fase di pieno campo con la produzione di olive;
2. la fase industriale con la produzione di olio extravergine di oliva;
3. la fase di confezionamento o packaging.

È stato costruito un database all'interno del sistema sulla base dell'inventario grezzo, fornito dall'azienda agricola, e delle informazioni provenienti dai registri aziendali.

Una volta inseriti tutti i dati, il SimaPro® procede con il calcolo delle diverse categorie di impatto e, tra queste, sono stati considerati gli impatti relativi al "Global Warming" o effetto serra (CO<sub>2</sub> equivalente), "Photochemical oxidation" o ossidazione fotochimica (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> equivalente), "Acidification" o acidificazione (SO<sub>2</sub> equivalente), "Eutrophication" o eutrofizzazione (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> equivalente). Oltre a queste categorie di impatto normalmente sempre considerate, sono state analizzate anche alcune relative alla tossicità per l'uomo e all'ecotossicità per gli ambienti acquatici marini, di acqua dolce e terrestri. Per quanto riguarda gli impatti relativi alla produzione di olio al frantoio è stata adottata una procedura di allocazione su base economica in modo tale da distribuire l'impatto proporzionalmente alla quantità e al valore economico del prodotto e coprodotto in uscita della fase di estrazione (per un totale di 80,50 kg di olio a 11 euro e 595 kg di sansa a 0,85 euro).

Per quanto riguarda l'effetto serra relativo alla produzione di olio extravergine, le emissioni di CO<sub>2</sub> eq relative alla produzione di 1 kg di olio sono pari a 3,92 kg di CO<sub>2</sub> eq che, moltiplicato per la densità dell'olio pari a 0,93 kg/L, equivale a 3,65 kg di CO<sub>2</sub> eq/L di olio (*Tabella 9*).

Categoria di impatto	UF: kg olio	UF: L olio
Global Warming (kg CO <sub>2</sub> eq)	3,92	3,65
Photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00133	0,00123
Acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,03226	0,03000
Eutrophication (kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq)	0,00818	0,00761

*Tabella 9- "Analisi quantitativa delle categorie di impatto".*

*UF=unità funzionale*

Sempre prendendo come riferimento il Global Warming, oltre il 90% dell'impatto è imputabile alla fase di pieno campo, con emissioni pari a 3,71 kg CO<sub>2</sub> eq/kg di olive.

Per poter essere confrontati con altri casi studio di LCA (*Tabella 10*), gli impatti sono stati poi ricalcolati, sempre con il SimaPro®, per tonnellata di olive e per litro di olio evo prodotti (*Tabella 11*).

Riferimenti bibliografici casi studio	UF*	Global Warming (kg CO2 eq)
1) Salomone e Ioppolo, 2012	1 ton di olive	489
2) Rajaeifar et al., 2014	1 ton di olive	425
3) De Luca et al., 2018	1 ton di olive	478
4) Pattara et al., 2016	1 L di olio evo	1,6
5) Proietti et al., 2017	1 L di olio evo	1,6

*Tabella 10- “Analisi quantitativa delle categorie di impatto riferite a casi studio effettuati in Italia (1-3-4-5) e Iran (2)”.*

*UF\*=unità funzionale*

Categoria di impatto	u.m. (kg CO2 eq/t olive)	u.m. (kg CO2 eq/L olio)
Global Warming	634,34	3,65

*Tabella 11- “Analisi quantitativa Global Warming per tonnellata di olive e litro di olio evo prodotti”.*

*u.m.=unità di misura*

Più in dettaglio, per quanto riguarda l'effetto serra, le emissioni di CO<sub>2</sub> eq relative alla produzione di una tonnellata di olive sono pari a 634 kg CO<sub>2</sub> eq/t di olive prodotte mentre, effettuando un confronto con altri casi studio LCA, è emerso che i risultati hanno un ordine di grandezza di circa 460 kg CO<sub>2</sub> eq/t di olive prodotte, con una differenza di 174 kg di CO<sub>2</sub> eq in meno rispetto ai risultati ottenuti nel nostro caso studio.

In merito alla produzione di olio, le emissioni di CO<sub>2</sub> eq relative alla produzione di 1 L di olio evo sono pari a 3,63 kg CO<sub>2</sub> eq/L olio evo prodotto mentre, effettuando un confronto con altri casi studio LCA, è emerso che i risultati hanno un ordine di grandezza di circa 1,6 kg CO<sub>2</sub> eq/L olio evo prodotto, con una differenza di 2,03 kg di CO<sub>2</sub> eq in meno rispetto ai risultati ottenuti nel nostro caso studio.

Per quanto riguarda tutti gli altri parametri (*Tabella 12*), come per esempio l'ossidazione fotochimica, confrontando i dati con un caso studio italiano, si può notare che le emissioni di C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq relative alla produzione di 1 kg di olio evo sono pari a 0,00133 kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio evo prodotto (ovvero 1,33 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio) mentre, nel caso studio preso come riferimento, le emissioni sono pari a 0,00067 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio evo prodotto (ovvero 0,67 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio),

con una differenza di 0,00066 kg di C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq in meno rispetto ai risultati ottenuti nel nostro caso studio (ovvero 0,66 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio).

<b>Categoria di impatto</b>	<b>1 kg olio evo caso studio aziendale</b>	<b>1 kg olio evo caso studio di riferimento *</b>
Photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00133	0,00067
Acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,03	0,02
Eutrophication (kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq)	0,008	0,04

Tabella 12- "Analisi quantitativa delle categorie di impatto: confronto con un caso studio".

\*il caso studio preso come riferimento è stato realizzato laboratorio di ricerca e consulenza ambientale (LCA-lab).

Stessa tendenza viene confermata per l'acidificazione, anche se le differenze con il caso studio di riferimento sono minime, mentre per l'eutrofizzazione nel nostro caso studio le emissioni di PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq relative alla produzione di 1 kg di olio evo sono pari a 0,008 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq/kg olio evo prodotto (ovvero 8 g PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq/kg olio), con una differenza di 0,032 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq/kg olio evo in meno rispetto ai risultati ottenuti nel caso studio (ovvero 32 g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq/kg olio).

Tuttavia, gli studi scelti per confrontare i dati ottenuti dal SimaPro® inserendo i dati raccolti, presentano dei sistemi di coltivazione piuttosto diversi dal nostro caso studio, prendendo in esame sistemi per lo più tradizionali ed intensivi, e questo, se si prendono in considerazione le categorie del Global Warming, Photochemical oxidation, Acidification ed Eutrophication, chiaramente comporta impatti più bassi (come è possibile osservare nelle tabelle precedenti), soprattutto nei sistemi intensivi dove si riesce ad ottimizzare la produzione, rendendo più svantaggioso il sistema di coltivazione studiato.

Questi impatti sono dovuti per lo più alla fase di pieno campo: infatti, come è emerso da altri studi LCA, è proprio questa fase a comportare i maggiori impatti, seguita dal packaging. La causa della predominanza di questa fase è dovuta generalmente a irrigazione, concimazione e trattamenti fitosanitari ma nel nostro caso specifico, essendo un'azienda agricola biologica, gli impatti maggiori sono legati all'uso di combustibili fossili per la raccolta delle olive (che avviene tramite degli agevolatori pneumatici, i quali necessitano di aria compressa, la cui forza è generata da compressori portati da trattrici tramite presa di potenza), la distribuzione della sansa, la trinciatura dei residui di potatura e del cotico erboso. Questo può essere giustificato in quanto il sistema aziendale è piuttosto semplificato, con sestri di impianto tradizionali (8x8 m) e una produttività dell'impianto piuttosto bassa (14 q.li/ha).

Inoltre, per quanto riguarda il recupero della sansa e il suo uso come ammendante, questa viene distribuita entrando più volte in campo, ecco perché risulta tra le attività più impattanti.

Tuttavia, se prendiamo in considerazione le categorie di impatto relative alla tossicità per l'uomo e all'ecotossicità terrestre e delle acque dolci e marine, i dati sono a favore del nostro caso studio, proprio perché essendo un'azienda agricola che opera nel settore biologico e avendo un sistema aziendale semplificato, l'impatto sulle categorie elencate precedentemente risulta più basso (*Tabella 13*), eccetto per l'ecotossicità delle acque dolci. Anche in questo caso, gli studi utilizzati per il confronto prendono in considerazione un sistema di coltivazione tradizionale (*LCA-lab*) e uno intensivo (*Michele Fiore et al., 2009*).

<b>Categoria di impatto</b>	<b>U.m.*</b>	<b>1 kg olio evo caso studio aziendale</b>	<b>1 kg olio evo casi studio di riferimento</b>
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	2,37	3,75**
Fresh water aquatic ecotox.		0,73	0,62***
Marine aquatic ecotoxicity		2010,02	2981,07***
Terrestrial ecotoxicity		0,00151	0,00441***

*Tabella 13- "Analisi quantitativa delle categorie di impatto di tossicità ed ecotossicità: confronto con due casi studio".*

*Legenda:*

\*U.m.=unità di misura

\*\**Michele Fiore et al., 2009*

\*\*\**il caso studio preso come riferimento è stato realizzato dal laboratorio di ricerca e consulenza ambientale (LCA-lab).*

Si ricorda, inoltre, che nel presente caso studio, il caolino utilizzato dall'azienda agricola è stato inserito all'interno del SimaPro® nella voce dei "pesticidi" in quanto non è presente una voce idonea alla sua classificazione ma, in realtà, non può essere considerato come tale poiché è una polvere di argilla.

Per quanto riguarda il packaging, come già descritto in precedenza, l'azienda confeziona e vende l'olio in diversi formati quali la bottiglia di vetro da 0,25, 0,50 e 0,75 litri e le lattine in metallo da 3 e 5 litri e per ognuna è stato considerato il peso (*Tabella 14*). La vendita avviene principalmente a livello del punto vendita aziendale, con prevalenza delle bottiglie di vetro da 0,75 e le lattine.

<b>Materiale</b>	<b>Capacità (L)</b>	<b>Peso (g)</b>
Vetro	0,25	190
	0,5	240
	0,75	430
Lattine di metallo	3	300
	5	390



Tabella 14- “Materiale, capacità e peso dei contenitori”.

Per ognuno di questi contenitori è stata realizzata l’analisi quantitativa delle categorie di impatto, come visibile nella tabella seguente (Tabella 15).

Categoria di impatto	Vetro 0,25 L	Vetro 0,50 L	Vetro 0,75 L	Lattina 3L	Lattina 5 L
Global Warming (kg CO <sub>2</sub> eq)	0,944	0,587	0,683	0,248	0,192
Photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq)	0,00030	0,00019	0,00022	0,00009	0,00007
Acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	0,00759	0,00475	0,00559	0,00161	0,00125
Eutrophication (kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq)	0,00101	0,00063	0,00074	0,00045	0,00035

Tabella 15- “Analisi quantitativa delle categorie di impatto: packaging a confronto (l’unità funzionale è di 1 L di olio, l’impatto è riferito al solo packaging)”.

Analizzando i dati in tabella, è possibile osservare come il packaging segua la fase di pieno campo in termini di impatto. Come è emerso in altri casi studio LCA, il materiale che ha l’impatto maggiore in termini di Global Warming è il vetro, con valori che vanno da 0,94 kg CO<sub>2</sub> eq/L di olio per il formato da 0,25 L fino a 0,683 kg CO<sub>2</sub> eq/L di olio per il formato da 0,75 L, mentre per le lattine gli impatti sono inferiori e pari a 0,248 e 0,192 kg CO<sub>2</sub> eq/L di olio rispettivamente per il formato da 3 e 5 L. Come è possibile osservare nella tabella, a parità di materiale, l’impatto diminuisce aumentando la capacità del contenitore. Tale fenomeno è prevedibile e frequentemente osservato, dipende dalla “distribuzione” dell’impatto del packaging su una quantità maggiore di prodotto. Questa distribuzione riduce chiaramente il contributo relativo dell’impatto del packaging sul prodotto stesso.

Pertanto, il packaging ha un contributo importante all’interno dell’analisi LCA e il calcolo delle diverse categorie di impatto tiene conto dell’estrazione delle materie prime e della loro successiva lavorazione per ottenere i contenitori.

## CONCLUSIONI

Come è possibile comprendere dal lavoro di tesi, l'agricoltura sarà sempre più strettamente legata alla sostenibilità e questo è fondamentale per poter far fronte alle principali sfide che l'agricoltura stessa deve sostenere, prima tra tutti i cambiamenti climatici e la tutela dell'ambiente, oltre alla disponibilità e all'uso corretto delle risorse, alla crescita demografica, al cambiamento della dieta alimentare, all'uso del suolo per scopi energetici, alle perdite e agli sprechi, alla sottanutrizione. Inoltre, le nuove sfide e la sostenibilità devono conciliarsi anche con le esigenze degli agricoltori, tenendo conto ad esempio del reddito aziendale.

Come osservato nel caso studio e in generale nei diversi studi LCA utilizzati per il confronto, misurare la sostenibilità in agricoltura è piuttosto complesso poiché le variabili sono molteplici e sono presenti delle complesse interazioni tra tecnologia, economia, società e ambiente, che chiaramente tendono a variare a seconda della dimensione spaziale di riferimento, ad esempio pensiamo se si parla a livello internazionale, nazionale, regionale, locale, aziendale o di campo. Nel caso studio analizzato, è stata valutata una piccola azienda locale che opera in regime biologico, situata in una zona collinare dell'entroterra fermano e dall'analisi è emerso che la fase di pieno campo, lavorando con sesti di impianto tradizionali e avendo una bassa produttività dell'oliveto, risulta più svantaggiata se consideriamo gli indicatori più comuni come il Global Warming, la Photochemical oxidation e l'Acidification, con impatti maggiori rispetto ad altri casi studio LCA utilizzati nel raffronto dove, i sistemi riescono ad ottimizzare le produzioni. Oggettivamente, per cercare di ridurre gli impatti, l'azienda dovrebbe rendere più efficiente la fase di pieno campo provando, ad esempio, a cambiare il metodo di raccolta, dato che è l'attività che ha il maggiore impatto, utilizzando degli agevolatori elettrici a batteria. Un'altra attività sulla quale potrebbe intervenire è la distribuzione della sansa, che in termini di impatto segue la raccolta: solitamente la sansa viene distribuita più volte con più interventi in pieno campo pertanto, l'azienda potrebbe accumulare momentaneamente la sansa e distribuirla successivamente con un numero inferiore di interventi. Altre possibili strategie di mitigazione potrebbero essere quelle relative alla consociazione (pratica incoraggiata dal protocollo biologico) dell'olivo con altre colture da reddito (es asparago selvatico) che contribuirebbero alla riduzione dell'impatto attraverso l'allocazione degli input e impatti. La

consociazione, specialmente con specie autoctone da reddito, contribuirebbe ad aumentare la biodiversità e, nel caso dell'asparago, anche l'indice di maturità dell'agroecosistema (4.118-4.257). Consideriamo gli indicatori relativi alla tossicità per l'uomo e all'ecotossicità per gli ambienti terrestri, di acqua dolce e marini, confrontando i risultati ottenuti con altri studi LCA, i risultati sono a favore del presente caso studio, mostrando impatti più bassi e questo può essere spiegato in quanto l'azienda presenta un sistema agricolo piuttosto semplificato con pochi input, dove i principi attivi utilizzati sono ridotti, considerando che è stato utilizzato solo il rame e spinosad (il caolino non può essere considerato un fitofarmaco vero e proprio); non solo, analizzando anche le concimazioni, gli input sono relativamente bassi, utilizzando letame bovino maturo (nell'anno di riferimento non è stata realizzata) e reimpiegando la sansa e le foglie derivanti dal frantoio come ammendati, con un apporto di nutrienti al terreno.

Per quanto riguarda il packaging, è stato visto che il materiale più impattante è il vetro, considerato dal consumatore come materiale di qualità, e quindi preferito durante l'acquisto (il formato più comune è quello da 0,75 L), anche se l'azienda agricola presa in esame vende per lo più olio in lattine da 3 e 5 L.

In conclusione, risulta complesso poter affermare se il sistema oggetto di studio sia sostenibile o meno, in quanto se si considerano le categorie di impatto più comuni, come il Global Warming, la Photochemical oxidation e l'Acidification, i risultati ottenuti mettono in evidenza un sistema agricolo con impatti più alti, al contrario, se si considerano le categorie di impatto relative alla tossicità dell'uomo e all'ecotossicità per gli ambienti terrestri, di acqua dolce e marini, i risultati ottenuti mettono in evidenza un sistema agricolo dove gli impatti sono più bassi. Una valutazione sintetica della sostenibilità del sistema dovrebbe prevedere un set di parametri di normalizzazione delle categorie di impatto standardizzati (quindi applicabili ad ogni caso studio) e un sistema di pesatura delle diverse categorie che tenga in opportuna considerazione le stesse categorie in ragione, non solo della loro importanza/priorità, ma anche dello specifico contesto produttivo.

LCA è un metodo di valutazione dell'impatto ambientale della produzione di un determinato bene o servizio, ormai riconosciuto, normato secondo l'International Organization for Standardization (ISO) e largamente applicato nel settore agroalimentare per la valutazione degli impatti ambientali di una grande varietà di prodotti, tuttavia questo sistema presenta dei limiti, ad esempio è considerato ancora carente nel considerare aspetti ambientali come la biodiversità (sebbene molti autori abbiano approcciato il tema negli anni).

Per questo motivo, nel lavoro di tesi è stato applicato un approccio multidisciplinare, utilizzando degli indici sintetici, come l'indice di maturità calcolato sulla base del rilievo floristico, riuscendo a sopperire, almeno in parte, i limiti del metodo LCA.

In termini di biodiversità, il valore dell'indice di maturità si colloca nell'intervallo atteso per il sistema colturale considerato (con valori che tendono a collocarsi tra quelli più bassi del range di riferimento), come prevedibile, essendo un ambiente mediamente disturbato dall'attività antropica, e questo si può comprendere dalla maggiore presenza di specie tipiche di ambienti aperti. Tale valore, tuttavia, non è indicazione di una scarsa biodiversità vegetazionale. Il valore determinato nello studio andrebbe confrontato con risultati ottenibili da impianti olivicoli semi-intensivi, intensivi o super-intensivi che ad oggi non esistono (essendo l'indice di recente sviluppo).

Infine, i risultati ottenuti con questo caso studio sono rappresentativi di questa piccola realtà locale ma in linea con gli altri studi LCA realizzati a livello nazionale e, come futuri sviluppi dello studio, sarebbe auspicabile valutare il cambiamento del livello di impatto ambientale derivato dall'introduzione di sistemi più efficienti come la raccolta con abbacchiatori elettrici e l'uso di colture consociate. Altrettanto utile sarebbe estendere l'analisi ad un periodo temporale di almeno tre anni al fine di valutare l'effetto dell'alternanza di produzione (naturalmente presente nell'olivo e generata anche da fattori tecnico-ambientali).

## BIBLIOGRAFIA

- Abitabile C., Arzeni A.*, 2013. “Misurare la sostenibilità dell’agricoltura biologica”, INEA 2013.
- Accorsi R., Cascini A., Ferrari E., Manzini R., Pareschi A., Versari L.*, 2013. “Life cycle assessment of an extra-virgin olive oil supply chain”, XVIII Summer School "Francesco Turco" - Industrial Mechanical Plants.
- Avraamides, M., Fatta, D.*, 2008. Resource consumption and emissions from olive oil production: a life cycle inventory case study in Cyprus. *J. Clean. Prod.* 16, 809–821.
- Banias, G., Achilles, C., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., Stefanou, M.*, 2017. Environmental impacts in the life cycle of olive oil: a literature review. *J. Sci. Food Agric.* 97, 1686–1697.
- Chatzisymeon, E., Foteinis, S., Mantzavinos, D., Tsoutsos, T.*, 2013. Life cycle assessment of advanced oxidation processes for olive mill wastewater treatment. *J. Clean. Prod.* 54, 229–234.
- Cinar, O., Alma, M.H.*, 2008. Environmental assessment of olive oil production: Olive oil mill wastes and their disposal. In: Ozkaya, M.T., Lavee, S., Ferguson, L. (Eds.), Proceedings of the Fifth International Symposium on Olive Growing. Presented At the Fifth International Symposium on Olive Growing. International Society Horticultural Science, Leuven, Belgique, pp. 645–649. Cortes, J.M., 2006. TASK 3.3 Implementation of Life Cycle Inventory in Ribera Baja (Navarra, Spain) (No. 3.3). Fundacion LEIA Environment and energy unit, Cordoba, España.
- Dillon E. J., Hennessy T. C., Hynes S., Garnache C., Commins V.* (2007), Measuring the sustainability of agriculture, The Rural Economy Research Centre (RERC), Working Paper 07-WP-RE-01.
- Direttiva 2009/28/Cee del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

ECOIL, 2004. ECOIL: Life Cycle Assessment (LCA) as a decision support tool (DST) for the eco-production of olive oil [WWW Document].

EPD, 2012a. Environmental Product Declaration for One Pach of 0.75 Litre of Extra Virgin Olive Oil (EPD No. 1.0). EPD International.

EPD, 2012b. Dichiarazione Ambientale Di Prodotto: Olio Extra Vergine Di Oliva Denociolato (Confezione Da 1 Litro) (Environmental Product Declaration No. 1.0). EPD International, Orta Nova, Italia.

*Espadas-Aldana G., Vialle C., Belaud J.P., Vaca-Garcia C., Sablayrolles C.*, 2019. “Analysis and trends for Life Cycle Assessment of olive oil production”, *Sustainable Production and Consumption* 19 (2019) 216–230.

FAO (2011a): *Global Food Losses and Food Waste*, FAO, Roma.

FAO (2011b): *Looking Ahead in World Food and Agriculture: Perspectives to 2050*, FAO, Roma.

FAO (2012a): *The State of Food and Agriculture - Investing in agriculture for a better future*, FAO, Roma.

FAO (2012b): *World Agriculture Towards 2030-2050. The 2012 Revision*, FAO ESA Working Paper n. 12-03, Roma.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020. “The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets”, Rome, FAO.

*Fiore M., Breedveld L., Bajardi C. A., Giaimo L., Notaro A.*, 2009. “Certificazione ambientale di prodotti agroalimentari: LCA dell’olio d’oliva”, *ARS* n. 122 - luglio / settembre 2009.

*Frisio D. G.*, 2012. “Innovazione, sostenibilità e sfide per l’agricoltura del futuro”, *Accademia dei georgofili*.

*Graaff, J. de, Duarte, F., Fleskens, L., Figueiredo, T. de*, 2010. The future of olive groves on sloping land and ex-ante assessment of cross compliance for erosion control. *Land Use Policy* 27, 33–41.

*Guiso A., Parenti A., Masella P., Guerrini L., Baldi F., Spugnoli P.*, 2016. “Environmental impact assessment of three packages for high-quality extra-virgin olive oil”, *Journal of Agricultural Engineering* 2016; volume XLVII:515.

*Hatfield J. L.*, 2014. “Environmental Impact of Water Use in Agriculture”, symposium: water security task force, Published May 23, 2014.

*Hatfield J. L.*, 2015. “Environmental Impact of Water Use in Agriculture”, *Afron. J.* 107, 1554-1556.

INFOIL, 2010. INFOIL: Promoting sustainable production and consumption patterns: the example of olive oil. [WWW Document].

IOC, 2018a. IOC (International olive council) [www document]. World Olive Oil

IOC, 2018a. IOC (International olive council) [www document]. World Olive Oil

Ismea, 2019. “I numeri del biologico in Italia”, *Speciale Sana* 03/09/2019.

ISO EN 14044-2006

ISO EN 14040-2006

*Khapte P.S., Kumar P., Burman U., Kumar P.*, 2019. “Deficit irrigation in tomato: Agronomical and physio-biochemical implications”, *Scientia Horticulturae* 248 (2019) 256–264.

*Lancioni A., Taffetani F.*, 2012. “La valutazione della qualità ambientale in una azienda biologica”, V Workshop GRAB-IT, Ancona, 10-11 maggio 2012 “Agricoltura biologica: modello sostenibile per un Mediterraneo in transizione”.

LCA-lab SRL -laboratorio di ricerca e consulenza ambientale, 2018. “Analisi del ciclo di vita LCA della produzione di olio d’oliva”.

*Masoni P., Fantin V., Zamagni A.*, 2012. “Metodi e certificazioni per misurare la sostenibilità”, *Ecoscienza* Numero 5 • Anno 2012.

*Mei G., Pesaresi S., Corti G., Cocco S., Colpi C., Taffetani F.*. 2019. “Changes in vascular plant species composition top-soil and seed-bank along coppice rotation in an *Ostrya carpinifolia* forest” *Journal of the Societa Botanica Italiana*

*Navarro A., Puig R., Martí E., Bala A., Fullana-i-Palmer P.*, 2018. “Tackling the Relevance of Packaging in Life Cycle Assessment of Virgin Olive Oil and the Environmental Consequences of Regulation”, *Environmental Management* (2018) 62:277–294.

*Notarnicola B., Hayashi K., Curran M.A., Huisingh D.*, 2012. Progress in working towards a more sustainable agri-food industry, *Journal of Cleaner Production*, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.02.007.

OiLCA, 2011. Enhancing the competitiveness and reducing the carbon footprint of the olive oil sector through waste management optimisation and the establishment of an ecological label [www document]. URL <http://www.oilca.eu/>. (Accessed 11 October 2018). OiLCA, 2013. OiLCATool, [www document]. URL <http://www.oilca.eu/oilcatool/>. (Accessed 8 November 2018).

OLIVE4CLIMATE, 2016. OLIVE4CLIMATE – LIFE: a project co-funded by the European Commission that focuses on climate change mitigation through a sustainable supply chain for the olive oil sector [WWW Document]. URL <https://olive4climate.eu/en/>. (Accessed 29 March 2019).

oLIVECLIMA, 2012. Introduction of new oLIVE crop management practices focused on CLIMATE change mitigation and adaptation [WWW Document]. URL <http://www.oliveclima.eu/en/>. (Accessed 25 March 2019).

*Pisante M., Stagnari F.*, 2011, “Agricoltura BLU la via italiana dell’agricoltura conservativa”, *Manuale abbreviato, Pubblicazione speciale No. 1 dell’AIGACoS, Associazione Italiana per la Gestione Agronomica e Conservativa del Suolo.*

OECD (2012): *Environmental Outlook to 2050*, OECD, Paris.

*Pisante M.*, 2013. “Agricoltura sostenibile”, *Edagricole*, maggio 2013.

*Rismondo M., Lancioni A. & Taffetani F.*, 2011. “Integrated tools and methods for the analysis of agro-ecosystem’s functionality through vegetational investigations”, *Fitosociologia* vol. 48 (1): 41-52, 2011.

*Roig, A., Cayuela, M.L., Sanchez-Monedero, M.A.*, 2006. An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Manage* 26, 960–969

*Quine T.A., Walling D.E.*, 1993, “Use of caesium-137 measurements to investigate relationships between erosion rates and topography”, in *Landscape Sensitivity*, D.S.G. Thomas and R.J. Allison, John & Sons Ltd, Chichester, pp. 31-48.



*Rao N. H., Rogers P. P.* (2006), Assessment of Agricultural Sustainability, *Current Science*, Vol. 91, No. 4.

*Rebitzer G., Ekvallb T., Frischknecht R., Hunkeler D., Norris G. e., Rydberg T., Schmidt W.-P., Suhh S., Weidema B.P., Pennington D.W.*, 2004. "Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications", *Environment International* 30 (2004) 701 – 720.

REGOLAMENTO (CE) N. 834/2007 DEL CONSIGLIO del 28 giugno 2007 relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici e che abroga il regolamento (CEE) n. 2092/91

REGOLAMENTO (CE) N. 889/2008 DELLA COMMISSIONE del 5 settembre 2008 recante modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici, per quanto riguarda la produzione biologica, l'etichettatura e i controlli.

*Romero-Gàmez M., Castro-Rodríguez J., Suarez-Rey Elisa M.*, 2017. "Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective", *Journal of Cleaner Production* 149 (2017) 25-37.

*Russillo A., Pintér L.* (2009), *Linking Farm Level Measurement Systems to Environmental Sustainability Outcomes: Challenges and Ways Forward*, IISD - International Institute for Sustainable Development.

*Salomone, R., Cappelletti, G.M., Ioppolo, G., Mistretta, M., Nicoletti, G.M., Notarnicola, B., Olivieri, G., Pattara, C., Russo, C., Scimia, E.*, 2010. Italian experiences in life cycle assessment of olive oil: a survey and critical review. In: *Conference Proceedings of the 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector*. Presented at the 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, Bari, Italy, pp. 265–270.

*Salomone, R., Cappelletti, G.M., Malandrino, O., Mistretta, M., Neri, E., Nicoletti, G., Notarnicola, B., Pattara, C., Russo, C., Saija, G.*, 2015. Life cycle assessment in the olive oil sector. In: *Life Cycle Assessment in the AgriFood Sector*. Springer, Cham, pp. 57–121.

*Salomone R., Ioppolo G.*, 2012. "Environmental impacts of olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily)", *Journal of Cleaner Production*, 28 (2012) 88-100.

*Salvati L., Bajocco S.*, 2011. “Land sensitivity to desertification across Italy: Past, present, and future”, *Applied Geography* 31 (2011) 223-231.

*Sinab, Mipaaf, Ismea, Ciheam Bari*, 2019. “Bio in cifre 2019 anticipazioni”.

*Taffetani F., Rismondo M. and Lancioni A.*, 2011. “Environmental Evaluation and Monitoring of Agro-Ecosystems Biodiversity”.

*Taffetani F., Rismondo M.*, 2009. “Bioindicator system for the evaluation of the environmental quality of agro-ecosystems”, *Fitosociologia* vol. 46 (2): 3-22, 2009.

*Tagliavini M., Ronchi B., Grignani C., Corona P., Tognetti R., Dalla Rosa M., Sambo P., Gerbi V., Pezzotti M., Marangon F. e Marchetti M.*, 2019. “Intensificazione sostenibile: strumento per lo sviluppo dell’agricoltura italiana”, AISSA (Associazione italiana delle Società Scientifiche Agrarie)”.

## SITOGRAFIA

<http://www.fao.org/home/en/>

<https://feder.bio/>

<http://www.ismea.it/istituto-di-servizi-per-il-mercato-agricolo-alimentare>

<http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/896>

<https://www.pltpuregreen.it/sostenibilita/>

<http://www.sinab.it/>

<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wced>

## RINGRAZIAMENTI

Questi cinque anni universitari sono letteralmente volati, e non posso non ringraziare le persone che mi sono state vicine, nonostante le difficoltà, i miei sbalzi di umore, le mie fragilità...il primo ringraziamento va alle persone più importanti della mia vita: mia madre, sempre vicina con una parola di conforto, i miei zii Fabrizio e Luigi, anche loro sempre pronti a sostenermi nei momenti più difficili e non, i miei nonni, soprattutto nonno “Pippo”, al quale dedico il mio intero percorso universitario, perché indirettamente mi ha spinto a scegliere la facoltà di Agraria, le mie cugine Alessandra, Linda ed Elena, le mie zie, gli amici, quelli veri, che mi sono stati vicini proprio quando ne avevo più bisogno come Laura, Lorenzo e Davide e non smetterò mai di ringraziarli per tutto quello che hanno fatto per me, i miei compagni universitari, i professori; ringrazio le persone che si ritenevano miei “migliori amici” per poi non dimostrarlo, chi è passato nella mia vita ed ora ne è uscito, chi è rimasto e chi continua sostenermi ed infine, ringrazio me stessa, per non aver mai mollato la presa durante le difficoltà e per tutto l’impegno e il cuore che continuerò a mettere nelle cose che farò.

Un altro grande ringraziamento va all’azienda agricola Senzacqua che si è resa disponibile a collaborare con me per realizzare questo lavoro di tesi.

Il 2020 sarà ricordato senza alcun dubbio come un anno difficile in generale per tutti, ma ancor più per me, che ho perso quelle poche certezze che avevo ma, come diceva una signora con cui ho avuto modo di parlare, “vi dico una cosa a voi giovani...non mollate mai!”. Ebbene sì, ci ho riflettuto parecchio su questa frase e devo dire che anche quando la speranza sembra scomparire non dobbiamo mai mollare perché noi giovani siamo il futuro e abbiamo tutta una vita davanti, una vita da affrontare con entusiasmo, una vita per incoronare i nostri sogni e spero che la fine del mio percorso universitario sia l’inizio della strada per seguire i miei sogni.

*“Fai della tua vita un sogno e di un sogno una realtà”*

Antoine de Saint-Exupéry