



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

**DIPARTIMENTO DI ECONOMIA, INGEGNERIA,
SOCIETÀ E IMPRESA**

Corso di Dottorato in
Economia Management e Metodi Quantitativi XXXIV Ciclo

***“Analisi dei processi di intensificazione nelle produzioni agricole: il caso della
conversione da colture annuali a pluriennali nel nord del Lazio”***

Indirizzo:

Economia Agroalimentare (AGR/01 ECONOMIA ED ESTIMO RURALE)

Supervisors

Prof. Simone Severini

Prof. Attilio Coletta

Coordinatore

Prof. Alessandro Sorrentino

Candidato

Giorgio Monfeli

Anno accademico 2021/2022

Dubitate di tutto, ma non dubitate mai di voi stessi...

(André Gide)

Investire è semplice, ma non è facile...

(Warren Buffett)

INDICE

ABSTRACT	6
1. INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA RICERCA.....	9
2. ANALISI DELLA LETTERATURA.....	13
3. ANALISI ECONOMICA	
3.1. Il sistema Corilicolo in Italia e nel Viterbese.....	21
3.2. Scelte di investimento	29
3.3. Analisi dei prezzi	35
3.4. Analisi dei costi.....	38
3.5. Simulazioni reddituali	41
3.6. Analisi finanziaria	45
3.7. Analisi patrimoniale	47
3.8. Benefici collegati alla filiera del nocciolo nella Tuscia	50
4. ANALISI AMBIENTALE.....	
4.1. Introduzione al problema ambientale.....	52
4.2. Il Life Cycle Assessment	55
4.3. Life Cycle Impact Analysis.....	60
4.4. Risultati	64
4.5. Sviluppi futuri	75
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	80
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	85
SITOGRAFIA.....	93

Abstract

In questo lavoro vengono analizzate le implicazioni derivanti dal passaggio dai seminativi, sempre meno redditizi a causa del calo dei prezzi, al nocciolo e ad altre colture pluriennali quali vite e actinidia. Nel corso di un decennio (2008-2018) si è registrato un aumento significativo delle superfici a nocciolo, soprattutto nel Lazio e particolarmente nella provincia di Viterbo. L'incremento è stato da 18.914 a 23.966 ettari (+26,7%) (ISTAT, 2019). La crescita di noccioli è legata all'aumento della domanda di nocciole unita alla scarsa redditività delle altre colture tradizionali. L'aumento della domanda ha generato un aumento del prezzo. Tale aumento è imputabile alla forte spinta dell'industria di trasformazione verso l'incremento della produzione interna di nocciole, cercando di soddisfare la crescente domanda di prodotti dolciari e di ridurre la dipendenza storica dal mercato turco. L'espansione della domanda si è coniugata con la necessità, da parte di molti agricoltori, di ripensare alle coltivazioni tradizionali nelle aziende agricole, che di recente mostrano importanti problematiche relative alla loro redditività. Pertanto, le imprese agricole hanno avviato un processo di sostituzione da seminativi a basso reddito con colture più intensive in grado di raggiungere livelli ragionevoli di remunerazione per i fattori produttivi utilizzati. Tuttavia, questa espansione della produzione di nocciole ha creato un acceso dibattito. Il punto focale del dibattito ruota intorno alle implicazioni ambientali di questa tendenza; che genera, secondo l'opinione pubblica, un'intensificazione della produzione. Ciò è dovuto all'ipotesi che le colture pluriennali presentano un impatto maggiore di quelle annuali (a causa della necessità di input produttivi in quantità maggiore rispetto ai seminativi con rotazione) e alla semplificazione degli ecosistemi a causa della diffusione di una singola coltura.

In questo quadro, la nostra analisi si concentra sulla valutazione economica e ambientale della sostituzione di un seminativo tradizionale (grano duro) con colture arboree più intensive come actinidia e vite, che possono rappresentare una valida alternativa alla nocciola, sia da un punto di vista economico che ambientale, nell'area di studio. Nel contesto più ampio della letteratura sulla valutazione dell'impatto economico/ambientale delle produzioni agricole e dei processi di conversione da colture annuali a colture pluriennali. Questo per rispondere all'esigenza dell'opinione pubblica e dei politici di capire se il processo di conversione in atto sia sostenibile da un punto di vista economico e ambientale.

L'analisi economica è basata su dati ISTAT, ISMEA, camera di commercio e interviste a esperti del settore e agricoltori direttamente coinvolti nel processo di conversione. L'analisi ambientale

ha lo scopo di creare le basi per l'applicazione delle norme ISO 14040 e 14044 relative al Life Cycle Assessment (LCA) e nello specifico fa riferimento alle quantità di input ammessi dal disciplinare di lotta integrata della Regione Lazio. I potenziali trade-off sono ricercati utilizzando indicatori economici e ambientali. Quelli di natura economica comprendono un'analisi reddituale, con orizzonte temporale di 35 anni, in cui si analizzano i budget colturali relativi all'intero ciclo di vita degli investimenti, al fine di costruire un confronto tra colture utilizzando il break even point, VAN, l'annualità equivalente, il TIR e un'analisi patrimoniale ideata sul confronto tra i Valori Agricoli Medi (VAM). L'analisi ambientale fa riferimento alle quantità attraverso la ricerca di indicatori di misurazione e comparazione di utilizzo degli input nel processo produttivo in campo, tra le quattro colture oggetto di analisi. L'analisi di impatto dei prodotti fitosanitari è costruita con il metodo di valutazione di impatto potenziale specifico ReCiPe Midpoint E (Huijbregts et al 2016).

Questo contributo si aggiunge alle precedenti analisi sull'impatto dell'intensificazione sostenibile della produzione agricola scoprendo potenziali trade-off tra obiettivi economici e ambientali. In generale, a livello reddituale, le colture arboree considerate, ad eccezione della vite, consentono il raggiungimento di un livello di reddito più elevato rispetto al seminativo annuale (grano duro). Il nocciolo resta la coltura più interessante al riguardo anche perché richiede costi di investimento inferiori rispetto alle altre colture perenni considerate. I risultati suggeriscono che l'aumento del nocciolo è pienamente giustificato da un punto di vista economico e mostrano che il passaggio alle colture perenni provoca un moderato aumento della potenziale pressione sull'ambiente. Questo soprattutto per la vite per quanto riguarda l'utilizzo di prodotti fitosanitari e, meno, per l'actinidia e il nocciolo rispetto al grano duro. Dal punto di vista dell'utilizzo di acqua l'actinidia risulta essere la coltura più impattante, seguita dal nocciolo. Dato il processo di cambiamento climatico, che mediamente ha esacerbato i periodi di siccità, nella vite si riscontra un utilizzo moderato di acqua, volto soltanto al fabbisogno irriguo di soccorso durante i periodi di forte siccità, mentre il grano duro non utilizza acqua per irrigazione nel processo produttivo. Per quanto riguarda l'utilizzo di gasolio agricolo agevolato, il nocciolo risulta essere la coltura a maggior impatto seguita da actinidia, vite e grano duro, a cui vengono assegnati meno litri dato il ciclo colturale limitato durante l'annata agraria. Riguardo l'utilizzo di fertilizzanti (unità di azoto) i risultati ci suggeriscono che nel processo produttivo il grano duro impiega più unità di azoto, seguito da actinidia. Il nocciolo e la vite impiegano mediamente meno unità di azoto ettaro per la produzione.

Infine, possiamo affermare che il nocciolo, genera un potenziale aumento della pressione sull'ambiente se confrontato con il grano duro, per alcuni aspetti, come l'uso di acqua e di prodotti fitosanitari. Tuttavia, la pressione esercitata sull'ambiente non appare superiore rispetto alle altre colture arboree considerate, almeno per quanto riguarda l'uso degli input analizzati nel presente studio.

Parole chiave: Nocciolo, Sostenibilità, Intensificazione, Analisi economica, Analisi ambientale, Lazio.

1. Introduzione e obiettivi della ricerca

L'elaborato pone l'obiettivo di valutare il processo di conversione da seminativo a nocciolo in atto nella Tuscia e in molte altre realtà italiane. Da questo nasce la necessità di introdurre il termine intensificazione sostenibile, data la forte propensione dell'agricoltura moderna a protendere verso una sempre più forte intensificazione delle produzioni, in particolare la rapida espansione delle superfici coltivate a nocciolo in tutte le aree vocate italiane, ma soprattutto nel viterbese, guidata dalla sostenuta domanda dell'industria dolciaria (Agronotizie, 2018), accompagnata dal declino dei prezzi di molti prodotti agricoli tipici, pone dei dubbi sulla sostenibilità di questa evoluzione. Ciò sia dal punto di vista economico (ritorno degli investimenti), sia da quello ambientale e sociale. Infatti, il passaggio da seminativo a nocciolo o altra coltura pluriennale comporta un aumento del reddito dopo il settimo anno, ma un'intensificazione dovuta dall'impianto di colture pluriennali potrebbe generare conseguenze negative dal punto di vista ambientale e quindi sociale. Pertanto, l'analisi di questo fenomeno deve tenere in considerazione tutte le dimensioni. L'elaborato pone l'obiettivo di analizzare la sostenibilità economica e ambientale di quattro diverse colture (Actinidia, Grano duro, Nocciolo e Vite) e nello specifico di verificare quale tra queste colture risulta essere più sostenibile nella Tuscia Viterbese. Le superfici destinate alla coltivazione delle quattro colture presenti sul territorio laziale sono: cereali per complessivi 84.096 ettari (ISTAT, 2018), vite per 21.031 ettari (ISTAT, 2018), frutta in guscio (nocciolo) 24.012 ettari (ISTAT, 2018) di cui il Lazio è primo produttore in Italia e actinidia 9.493 ettari (ARSIAL, 2020) di cui il Lazio è primo produttore in Italia. La Tuscia viterbese è situata in provincia di Viterbo nell'alto Lazio, è una provincia dell'Italia centrale di 309.795 abitanti (ISTAT, 2019) con capoluogo Viterbo. Confina a nord-ovest con la Toscana (provincia di Grosseto e provincia di Siena), a nord-est con l'Umbria (provincia di Terni), a est con la provincia di Rieti, a sud con la città metropolitana di Roma Capitale, a ovest con il mar Tirreno. Pertanto, la scelta di quale traiettoria prendere, riguardo il processo di conversione, dovrebbe essere valutata sul confronto di opzioni economiche e ambientali. Purtroppo, l'agricoltura della Tuscia e in generale tutta l'agricoltura italiana, nella sua grande varietà di ambienti, di specie e di sistemi produttivi deve inesorabilmente affrontare una serie di sfide importanti legate al miglioramento della redditività delle aziende, della qualità dei prodotti e della sostenibilità ecologica delle produzioni, data la crescente attenzione della popolazione circa la qualità delle produzioni agrarie, della salubrità del cibo e la sostenibilità ecologica del processo produttivo in campo. Ciò avviene in un contesto in cui il reddito di molti imprenditori, soprattutto in zone marginali, è messo a rischio

dall'aumento dei costi di produzione a cui non corrisponde un aumento dei prezzi di vendita dei prodotti. Si registra una crescita della richiesta di prodotti italiani ritenuti più sicuri sia dai consumatori italiani che da quelli esteri, nonostante ciò, l'Italia importa molte delle materie prime di interesse agrario di cui ha bisogno. Per ridurre la dipendenza dell'Italia da paesi terzi e aumentare la redditività delle aziende agricole italiane, una delle strade da percorrere è quella dell'incremento dell'intensificazione sostenibile (SI). La SI deve essere intesa come "più conoscenza per ettaro", cioè un livello tecnologico superiore. Il tema centrale della sostenibilità viene affrontato attraverso l'esame degli indicatori che permettono di contestualizzarla dal punto di vista economico e ambientale. Per ogni filiera produttiva considerata, vengono poi analizzate le criticità e proposte le strategie e gli interventi atti a migliorare il livello di sostenibilità. Questa analisi è un approccio alla previsione di un'analisi di base del territorio e degli ordinamenti culturali esistenti, per distinguere dove si può pensare ad intensificare ulteriormente, e dove, invece, la coltura estensiva rimane la miglior forma possibile. Se l'aumento delle rese è un obiettivo da ricercare, alla luce della grande diversità di situazioni culturali e di mercati, per la singola azienda agricola o per un singolo comparto agricolo non è sempre necessariamente vera l'equazione "aumento delle rese" uguale "aumento del reddito", dato che i parametri di qualità sono sempre più importanti per le industrie di trasformazione. Non esiste una sola via o interpretazione della sostenibilità, ma le diverse forme di agricoltura dovrebbero tendere verso la stessa direzione e produrre secondo pratiche più sostenibili (AISSA, 2019).

La domanda centrale del lavoro di tesi è capire se è sostenibile il processo di intensificazione verso le colture permanenti e, in particolare, il nocciolo. La seconda domanda è se le altre due colture permanenti considerate siano una valida alternativa al passaggio a nocciolo, secondo le due dimensioni di sostenibilità.

L'analisi economica, contenuta nel terzo capitolo, si avvale di un insieme di indicatori:

- Analisi dei costi.
- Reddito netto.
- Margine lordo.
- Valore fondiario.
- Valore attuale netto.
- Annualità equivalente.

- Tasso interno di rendimento.

Questi indicatori sono volti alla misurazione in vari aspetti dei risultati economici globali delle quattro diverse colture. Quindi l'elaborato, dal punto di vista economico, ha l'obiettivo di analizzare un confronto della redditività di diverse opzioni di intensificazione colturale. In particolare, confronto tra colture arabili (grano duro) e tre diverse colture arboree (Nocciolo, Vite, Actinidia) che chiaramente, sono più intensive delle colture arabili di cui sopra. Il tutto per capire se esiste un trade-off tra redditività dei produttori e ambiente. L'elaborato prosegue con delle simulazioni dei prezzi per le colture analizzate, cercando di capire l'impatto di un calo dei prezzi o delle rese e quindi di conseguenza quale coltura risulta essere più resiliente, fornendo così una panoramica di insieme dei possibili scenari economici legati alle quattro colture. Il tutto si unisce a una valutazione sulla convenienza legata ad un ipotetico investimento nelle quattro colture. L'analisi sarà condotta utilizzando dati dell'Agenzia delle Entrate, ISTAT, ISMEA, camera di commercio e interviste agli stakeholders coinvolti nel processo di conversione.

L'analisi ambientale, contenuta nel quarto capitolo, fa riferimento alla valutazione dell'impatto ambientale delle quattro colture considerate, attraverso una metodologia volta alla misurazione degli output ambientali sotto diversi aspetti. L'analisi si svilupperà prendendo come punto di riferimento altre analisi in areali tipici. Considerando che la rilevanza del tema ambientale si focalizza sull'intensificazione, sulla specializzazione produttiva e sulla ricostruzione delle tecniche produttive, attraverso l'uso degli input e alla fine sul confronto tra i risultati (Cellura, et al. 2012). Ciò è fatto con l'ausilio del software OPENLCA (<https://www.openlca.org/>), disciplinare di lotta integrata della Regione Lazio, ARPA Lazio e Unità Motori Agricoli. Il metodo preposto per l'analisi ambientale è una valutazione degli input che serve da base ad un'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment o LCA). Come noto il LCA è uno strumento per valutare la sostenibilità ambientale di un sistema, poiché generalmente fornisce una completa quantificazione degli impatti ambientali e pertanto può fornire alternative ai decisori privati e pubblici, nonché informazioni utili per i ricercatori (Chatzisyneon et al., 2013; Foteinis et al., 2011; Kalogerakis et al., 2013). L'analisi si sviluppa attraverso la ricerca di indicatori di sostenibilità ambientale relativi a molteplici dimensioni ambientali. Al fine di poter raggiungere una situazione di comparazione tra le colture analizzate.

Gli indicatori sono:

- Utilizzo di prodotti chimici a scopo fitosanitario.
- Livello di utilizzo fertilizzanti.
- Livello utilizzo acqua per irrigazione.
- Livello di utilizzo di prodotti fossili.

L'analisi ambientale si basa sui valori di utilizzo medio degli input agricoli disciplinati nel regolamento di lotta integrata della regione Lazio. I dati dell'analisi sono presi dai database Ecoinvent 3.2, U.M.A., ARPA Lazio e Analisi chimica e biologica di un terreno dell'area.

2. Analisi della letteratura

In passato la definizione di sviluppo rurale era intesa come il complessivo incremento del benessere dei residenti delle aree rurali e, più in generale, nel contributo che le risorse rurali davano al benessere dell'intera popolazione (Hodge, 1986). Con questa definizione si riconosce un interesse generale per lo sviluppo delle aree rurali, in quanto capace di incidere sul benessere, tanto delle popolazioni locali quanto di quelle non residenti. Tuttavia, questa definizione trascurava in maniera totale la nozione di sostenibilità. Si pensava solo allo sviluppo economico senza pensare all'impatto ambientale dei sistemi produttivi. L'evoluzione del concetto di sviluppo risponde ai profondi mutamenti nei bisogni della collettività. Questo ha acceso il dibattito scientifico e progressivamente il concetto di sviluppo rurale inteso solo come incremento del profitto, ha iniziato a tenere conto di valutazioni legate alle esternalità ambientali nel raggiungimento di esso. Se in passato lo sviluppo veniva identificato con la crescita economica, per cui l'obiettivo era quello di accrescere il profitto senza prestare attenzione a tutta una serie di elementi che concorrono a definire la qualità della vita. Attualmente, la gravità di alcuni costi sociali, l'eccessiva utilizzazione delle risorse naturali e la generalizzata diffusione di fenomeni di inquinamento hanno portato a una ridefinizione delle preferenze e delle esigenze della collettività. Nonostante ciò, l'aumento dei consumi, della popolazione e il calo degli impiegati in agricoltura ha progressivamente guidato lo sviluppo rurale verso una progressiva intensificazione delle produzioni agricole.

L'agricoltura intensiva può essere definita come l'obiettivo di raggiungere rese più elevate per unità di input o mantenere la stessa produzione con meno unità di input (FAO 2004). L'intensificazione in agricoltura è raggiunta quando è presente un elevato numero di piante o animali per ettaro e/o si presentano elevate concentrazioni di una stessa coltura in un certo comprensorio o un elevato numero di unità prodotte per ettaro (Pretty et al. 2010). I processi di intensificazione in agricoltura sono intesi da molti con un'accezione spesso negativa nei paesi sviluppati. Se la tecnologia e l'innovazione in altri settori suscitano grande fascino, come ad esempio nel settore informatico, quando si parla di agricoltura, e di alimentazione, molti consumatori vedono la tecnologia con diffidenza e ritengono che la produzione agricola debba corrispondere a dei canoni che spesso equivocano l'origine naturale con il livello di "input" tecnologici e produttivi necessari alla produzione di beni agricoli o alimentari (AISSA, 2019). Tuttavia, i processi di intensificazione non vanno in un'unica direzione, in quanto l'intensificazione non è un concetto univoco, ma caratterizza situazioni in cui vi è un elevato impiego nel processo produttivo sotto forma di input esterni, esempio acqua irrigua, concimi,

prodotti fitosanitari, energia, etc.; che in genere consentono di ottenere output per ettaro elevati. Tuttavia, c'è un problema tecnico con tale definizione generale. Un aumento dell'apporto di input aumenterà la produzione per ettaro e quindi l'intensificazione della produzione agricola. In quanto aumenterà la produzione per unità di terreno e probabilmente anche per unità di lavoro; allo stesso tempo secondo la Legge dei Rendimenti decrescenti, ridurrà la produzione per unità di fertilizzante e per unità di capitale (Keating et al. 2010). Da questo nasce l'esigenza di coniugare le scelte economiche di investimento con minori impatti su risorse pubbliche o semi pubbliche, su cui convergono gli interessi di numerosi soggetti non implicati nelle produzioni agricole e di scelte relative alla sostenibilità. Con l'avvento del Green Deal (Legge europea sul clima Regolamento 2021/1119/UE) e dell'Agenda 2030 relativa alla PAC, in fase di approvazione in Europa, si stanno fissando degli obiettivi di salvaguardia minimi in materia di ambiente e di sostenibilità. Tra i tanti target contenuti nelle direttive di Bruxelles in materia ambientale troviamo la transizione verso sistemi agro-alimentari sostenibili e resilienti. Essa è volta a garantire la sicurezza alimentare e a contribuire sia alla mitigazione dei cambiamenti climatici ed ai relativi impatti, che alla prevenzione del degrado del suolo e della perdita di biodiversità. Il perseguimento di tali obiettivi richiede il contributo della ricerca per orientare i processi decisionali evidence-based verso l'adozione di strategie che garantiscano la protezione ambientale, senza ridurre la produttività, la competitività, la redditività del settore e che evitino lo spostamento degli impatti da una fase all'altra del ciclo di vita dei prodotti agricoli o da un prodotto agroalimentare a prodotti sostituti (Van Tongeren, 2008); nell'ottica di una crescente ricerca da parte sia del mercato che dei governi Europei di prodotti via via più sostenibili. Detto ciò, l'agricoltura è chiamata ad una sfida inquadrata sotto il termine di sostenibilità. Esistono molte definizioni di sostenibilità, ma in agricoltura il termine si riassume nel semplice concetto di "garantire la disponibilità di prodotti primari in quantità sufficiente alla generazione presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare le proprie" (WCED, 1986; Komiyama e Takeuchi 2006). Ad esempio, in passato Pezzey (1992) disse che la gran parte delle definizioni di sostenibilità sono caratterizzate da confusione, incoerenza e mancanza di rigore. Infatti, la sostenibilità riguardando necessariamente il futuro, non può essere sempre facilmente dimostrata e solo l'applicazione delle conoscenze scientifiche può permettere di asserire con elevata probabilità se una pratica agricola o una forma di agricoltura sia o meno sostenibile. Il bisogno di raggiungere la sostenibilità sorge dall'apparizione conclamata sul pianeta terra di problemi urgenti e complessi, che mettono a dura prova i sistemi terrestri e l'umanità, e l'insorgenza di tali problematiche sono la conseguenza diretta della natura umana. Nello specifico una serie di problemi quali: aumento delle precipitazioni intense (pioggia

intensa e grandine), aumento della percentuale di cicloni tropicali violenti, aumento dell'aridità e della siccità, declino del ghiaccio marino artico e della copertura nevosa; stanno causando ingenti danni alle coltivazioni, anche rispetto alla crescente gravosità di tali fenomeni. Vi è una crescente preoccupazione, per quanto riguarda la capacità di singole branche della ricerca scientifica di affrontare e fornire ragionevoli soluzioni affidabili. L'unico modo per affrontare la sfida è costruire modelli multidisciplinari basati su indicatori di confronto in materia economica, ambientale e sociale in agricoltura. Da questo nasce la necessità di valutare gli effetti delle esternalità negative prodotte dall'agricoltura. La valutazione delle esternalità negative è molto importante, ma è anche un passaggio fondamentale nella costruzione di un sistema di contabilità nazionale che tenga conto dell'ambiente. Al fine di correggere gli squilibri settoriali legati al degrado ambientale e stimando gli effetti negativi dell'agricoltura (Tiezzi, 1999). La complessità e le sfaccettature multidimensionali dello sviluppo sostenibile stanno spingendo la comunità scientifica a generare e validare nuovi modelli di sviluppo e paradigmi, portando, negli ultimi tempi, al campo emergente della scienza della sostenibilità e dalla concettualizzazione di Komiyama e Takeuchi (2006) che hanno costruito un framework transdisciplinare, in cui le singole discipline possono fornire quantificabili criteri e indicatori relativi alla sostenibilità. Dall'integrazione di questi criteri possiamo strutturare la nostra conoscenza, i nostri metodi e la nostra comprensione dei problemi e renderli confrontabili. Questo è il primo passo che dobbiamo fare per l'identificazione dei problemi verso la loro risoluzione in questo ambito. Nonostante la sostenibilità possa anche essere conseguita verso una de intensificazione delle produzioni agricole la sfida continua per le imprese agricole va in direzione opposta, cioè essere più efficienti in mercati più ampi con la presenza di shock sia dal lato dei prezzi dei prodotti agroalimentari sia dei prezzi dei fattori produttivi. Questo problema non può ricadere sulle scelte del singolo imprenditore, che giustamente mira al profitto, ma deve ricadere sui decisori politici. Una soluzione può essere adottare un quadro normativo chiaro sugli impatti ambientali in agricoltura, con obiettivi lungimiranti ma al contempo raggiungibili e stratificare le produzioni sempre di più verso accordi di filiera. Ma è anche vero che gli imprenditori agricoli sono obbligati a incrementare il loro livello di intensificazione, in alcuni casi abbandonando colture estensive annuali per inserire colture specifiche annuali, spinti dalla crescente competitività dei sistemi esteri, da un aumento generalizzato delle materie prime e da prezzi dei prodotti finiti che non aumentano o in alcuni casi diminuiscono (AISSA, 2019). L'agricoltura Europea deve approcciarsi a un nuovo termine di intensificazione definita come intensificazione sostenibile (Sustainable Intensification o SI). La SI è definita come un processo o sistema in cui i profitti dell'imprenditore agricolo/coltivatore diretto vengono

aumentati senza ulteriori impatti ambientali negativi e senza la conversione di ulteriori terreni non agricoli (Pretty et al, 2014). Secondo Petersen e Snapp (2015), la SI è un termine la cui definizione esatta rimane sfuggente, anche se il consenso emergente indica che incorpora cinque domini: produttività, sostenibilità economica, benessere umano, sostenibilità ambientale e sostenibilità sociale (Petersen e Snapp, 2015; Smith et al., 2017). D'altro canto, secondo Tiftonnell (2014), l'intensificazione sostenibile, come concetto e come guida di principio, è stata ampiamente adottata da organizzazioni internazionali di ricerca e politiche come il Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the World Economic Forum (Davos, 2012), the Sustainable Development Solutions Network (SDSN, 2013) e da politiche nazionali come il programma "Feed the Future" del governo degli Stati Uniti. Tuttavia, ogni organizzazione ha coniato la propria definizione di intensificazione sostenibile in base al proprio campo di azione e alle proprie esigenze di sviluppo. La necessità di prodotti a bassi input produttivi in Europa è in contrasto agli obiettivi FAO di aumentare le rese produttive nei paesi del terzo mondo. Un altro termine che si associa alla SI è l'eco-efficienza, o la produzione con più valore a meno impatto. Tale termine è stato coniato per la prima volta nel periodo dell'Earth Summit di Rio nel 1992 dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). L'eco-efficienza si sovrappone alla SI, perché rappresenta uno dei modi per raggiungerla. Più recentemente, Keating et al. (2010) ha reintrodotto il concetto nell'analisi dell'elasticità dell'output rispetto all'input in agricoltura in un documento presentato al Forum della Scienza 2009 del CGIAR. Molti altri autori hanno definito il concetto di SI. Per Pretty (2014), il concetto di SI non articola né privilegia alcuna visione o metodo di produzione agricola particolare. Piuttosto, enfatizza i fini piuttosto che i mezzi e non predetermina le tecnologie, il mix di specie o particolari componenti di progettazione. La combinazione dei termini "intensificazione" e "sostenibile" è un tentativo di indicare i risultati desiderabili sia per quanto riguarda più valore agricolo, inteso in senso lato, che per il miglioramento dei beni e servizi ambientali connessi. La definizione è molto controversa e delinea una definizione di SI legata agli aspetti tecnici produttivi. Poiché, il processo di intensificazione potrebbe realizzarsi in modi diversi. Per quanto riguarda il fattore lavoro, in agricoltura, si assiste in termini generali ad una specializzazione colturale dei vari settori. Dalla parte dell'impresa da un lato c'è una ristrutturazione del settore con la continua riduzione della SAU e del numero di aziende agricole, con l'intensificazione della produzione nelle aree più produttive e l'abbandono delle terre in quelle meno produttive. Dall'altro si assiste ad una progressiva diversificazione delle zone rurali per filiere produttive e in attività economiche nel settore secondario e terziario in ambito rurale (industrie di trasformazione,

consulenza specifica) (Saraceno E., 1999). Secondo Grabowski et al. 2018, non esiste alcuna revisione sistematica e globale della letteratura che valuti le tecnologie di SI sulla base delle prestazioni degli indicatori per molteplici dimensioni della sostenibilità. La SI delle pratiche agricole viene studiata come mezzo per garantire la produzione di cibo, mitigando le conseguenze negative per l'ambiente e promuovendo la sostenibilità più in generale (Meier et al. 2015). La tendenza generale di questa branca della scienza è quella di non mettere in comparazione diversi sistemi di intensificazione possibili, ma di valutare il singolo caso senza mettere insieme più modelli. Questo è un quadro intrinsecamente olistico, tuttavia le poche revisioni sistematiche che riportano il termine SI si concentrano quasi interamente sul dominio della produttività come indicatore di prestazione sia economica che ambientale (Smith et al., 2017). I servizi ambientali come la biodiversità e la qualità dell'acqua sono riportati, ma sono spesso limitati a valutazioni e studi di casi specifici (Clough et al., 2011; Koberl et al., 2015; Rocha et al., 2019). Ci sono altri termini che si interfacciano con la SI, a cui i decisori politici e i ricercatori possono ispirare le proprie analisi di sostenibilità (IAASTD, 2009). Anche se, tra i vari termini, spesso ci possono essere sinergie, tensioni e si possono presentare anche priorità concorrenti. Qui evidenziamo cinque aree che si interfacciano con la SI e quindi ci possono aiutare ad esplorare i modi in cui i programmi volti al suo raggiungimento potrebbero essere perseguiti al meglio.

- Biodiversità e uso del suolo: utilizzando terra e acqua, l'agricoltura è una delle minacce alla biodiversità, tra le tante attività antropiche.
- Benessere animale: per benessere animale generalmente si fa riferimento alla “qualità di vita di un animale così come viene percepita da ogni singolo individuo”.
- Nutrizione umana: la sicurezza alimentare comprende la necessità di nutrienti, come un adeguato apporto di calorie e proteine. Oltre a garantire derrate alimentari a tutti e quindi a sfamare le popolazioni mondiali. Inoltre, una buona alimentazione umana richiede una dieta variegata.
- Sviluppo sostenibile: nelle regioni meno sviluppate, troviamo produzioni agricole a basso reddito, l'obiettivo prioritario è migliorare le rese e il reddito degli agricoltori, ma tali obiettivi sono spesso ostacolati da insufficienti apporti di lavoro con competenze e capitale, a loro volta trattenuto da istituzioni pubbliche in fallimento. Mirare agli investimenti in competenze in agricoltura può essere la soluzione per risolvere i problemi di mancata crescita economica di una nazione.

- Economia rurale: in molti paesi le politiche sono indissolubilmente legate al sostegno economico alle economie rurali. Tuttavia, attraverso l'intensificazione sostenibile si potrebbero raggiungere obiettivi di redditività che renderebbero queste politiche meno necessarie.

Ne deriva l'emergere di una nozione di sostenibilità sempre più complessa, che travalica i confini della sfera economica e richiede l'adozione di approcci multidisciplinari sul piano sia della misurazione del grado di sviluppo di un paese, di una regione, che delle politiche volte alla sua incentivazione. Il significato attuale da assegnare allo sviluppo rurale, collegato alla SI, deve tener conto dei mutamenti nel ruolo dell'agricoltura nell'economia di un paese o di singole aree e del cambiamento dei modelli di consumo. Da un lato vi è la necessità di rivitalizzare le zone rurali più marginali o di ridurre la pressione esercitata sull'ambiente a causa dell'utilizzazione di tecniche produttive troppo intensive; dall'altro di rispondere alle esigenze della domanda, sempre più orientata verso le produzioni di qualità e la fruizione di servizi ambientali soprattutto a scopi ricreativi. In altre parole, viene riconosciuto all'agricoltura un ruolo multifunzionale, per cui alla produzione di beni, alimentari e altro, si affianca la produzione di servizi di tutela e salvaguardia del territorio, ricettivi e ricreativi, tramite la valorizzazione delle risorse locali. Benché spesso l'agricoltura contribuisca in misura ridotta alla formazione del valore aggiunto e all'impiego della forza lavoro, la stessa ricopre un ruolo fondamentale per lo sviluppo delle aree rurali, perché gestisce la maggior parte della superficie di un paese e, per certi aspetti, può esercitare un effetto trainante sulle altre attività. Il concetto di sviluppo rurale, pertanto, ha una natura composita poiché diversi sono gli elementi che concorrono a definirlo. Estremamente articolate, quindi, sono anche le politiche necessarie per definire un modello di sviluppo con le caratteristiche fin qui descritte. Un modo per accrescere lo sviluppo rurale, attraverso la SI, potrebbe essere quello di sostituire colture annuali a bassa redditività con colture pluriannuali con rendite potenzialmente più alte. Introduciamo un settore importante e spesso poco studiato, la conversione da colture annuali a colture pluriennali dal punto di vista gestionale. Questo quadro identifica gli indicatori chiave dei cinque domini di SI, al fine della conversione, (produttività, benessere, economia, ambiente e società) che possono essere misurati per aiutare a valutare le prestazioni delle pratiche agricole. Esempi di indicatori inclusi in questo quadro includono unità di misura per: rendimento, redditività, qualità del suolo e dell'acqua, stoccaggio del carbonio, biodiversità, resilienza, sicurezza alimentare e lavoro. Una delle attività principali per l'agricoltura è la lotta agli agenti patogeni che in molti casi genera esternalità ambientali negative significativi. Gli agenti patogeni, le erbe

infestanti e la fauna selvatica causano significative perdite di raccolto in tutto il mondo e, così facendo, sono un ostacolo al raggiungimento della corretta disponibilità alimentare globale e alla riduzione della fame e della povertà. L'ammontare delle perdite varia a seconda del contesto e della portata di tali fenomeni. Visto in termini di sicurezza alimentare, le perdite dei raccolti per i parassiti possono rappresentare l'equivalente del cibo necessario per sfamare oltre 1 miliardo di persone (Birch et al, 2011). La riduzione dell'uso di pesticidi sintetici, fertilizzanti ed emissioni di Co₂ è la sfida principale per il settore agricolo se non si vogliono intaccare i livelli di output raggiunti in futuro. Anche se la diminuzione deve essere attuata senza diminuire gli output attuali. Tra i vari metodi per ridurre i danni dei parassiti minimizzando i costi e le esternalità negative associate ai fitosanitari sintetici c'è l'Integrated Pest Management (IPM) (Prokopy, 2019). L'IPM consiste nell'implementazione di una varietà di metodi di controllo dei parassiti progettati per integrare, ridurre o sostituire l'applicazione di pesticidi sintetici e in generale di tutti gli input che generano esternalità negative. Per il legislatore l'IPM è delineato dalla Direttiva CE n.128 del 21 ottobre 2009 e dai successivi regolamenti regionali in recepimento di essa. L'IPM o lotta integrata incorpora in sé in maniera simultanea la gestione e l'integrazione delle tattiche, il monitoraggio regolare di parassiti e nemici naturali, l'uso della soglia di intervento per le decisioni e abbraccia i metodi di gestione/sostituzione dei prodotti fitosanitari/fertilizzanti all'intero di una riprogettazione dell'agroecosistema. Riuscire a ridurre l'uso di input in agricoltura migliora all'interno e all'esterno dell'azienda agricola la sostenibilità, oltre a ridurre i costi per l'agricoltore. Per rendere vera questa nozione è giusto precisare che la riduzione seppur giusta non deve andare ad intaccare i risultati delle aziende; quindi, possiamo correttamente enunciare che è giusta qualsiasi riduzione che non comporti cali di resa e qualità dei prodotti nelle aziende agricole. I sistemi IPM possono anche fornire una serie di beni e servizi ecosistemici al di là della riduzione degli input (controllo dei parassiti, uso fertilizzanti, carburante agricolo) aumentando la resilienza generale nell'azienda agricola e del paesaggio. Pertanto, l'IPM è un esempio di intensificazione sostenibile, definita come "produrre più output nella stessa area di coltivazione, riducendo gli impatti ambientali negativi e allo stesso tempo preservando il capitale naturale e i servizi ambientali". Troviamo numerosi articoli che recensiscono recenti prove degli impatti della difesa integrata in Asia e in Africa, essi descrivono il suo potenziale per contribuire alla SI dell'agricoltura tra i piccoli proprietari terrieri in questi contesti (Pretty et al., 2015). L'opinione pubblica italiana ed europea è convinta che la maggiore causa di impatto ambientale della attività agricole sia connessa all'utilizzo dei prodotti fitosanitari. (Swissinfo.ch, 2018). Il mondo scientifico ha risposto alla sfida dell'intensificazione sostenibile attraverso diversi approcci di misurazione delle prestazioni

ambientali. Tra le tante metodologie di valutazione degli impatti ambientali troviamo la valutazione del ciclo di vita o Life Cycle Assessment (LCA). Gli investimenti pubblici nell'analisi del ciclo di vita hanno contribuito a costruire la base di conoscenze per l'elaborazione evidence-based di politiche ambientali (Sonneman et al., 2018). Tra gli strumenti di analisi a disposizione della ricerca e dei decisori, il LCA è la tecnica più completa per tracciare e generare informazioni quantitative sugli impatti ambientali che derivano dalle attività e dalle strutture coinvolte nella produzione, fornitura, consumo e trattamento di fine vita dei prodotti agricoli (Sala et al., 2015). L'approccio al LCA è ampiamente utilizzato per valutare impatti ambientali dei prodotti alimentari e il suo utilizzo nei sistemi agricoli è chiaramente aumentato negli ultimi anni (PréSustainability, 2014). La letteratura sul LCA dei sistemi di produzione nelle colture pluriennali frutticole, è caratterizzata da diversi autori che evidenziano le sfide metodologiche relative sia all'inventario dei dati, sia alla valutazione d'impatto (Bessou et al., 2013), la conclusione di tali analisi è che la maggior parte degli studi sul LCA si concentrano solo su energia e gas serra, quindi trascurando altre categorie di impatto potenzialmente rilevanti come l'eutrofizzazione, l'acidificazione e l'inquinamento delle attività primarie. Inoltre, molti studi LCA in agricoltura tendono a concentrarsi solo sugli anni di piena produttività dei frutteti, trascurando in tal modo impatti che si verificano negli anni meno produttivi. Nella loro revisione sul LCA e sui sistemi di coltivazione perenni, Bessou et al. (2013) hanno rilevato che nel 70% degli studi esaminati si basa su un anno produttivo (con questa percentuale che sale all'88% se si escludono gli studi sull'olio di palma). Bessou et al. (2013) e Cerutti et al. (2011b, 2014) sottolineano quindi l'importanza di prendere in considerazione l'intera vita del frutteto. Cerutti et al. (2014) hanno esaminato l'applicazione del LCA nel settore della frutticoltura e hanno esaminato approcci basati su modelli di sistema.

3. Analisi economica

3.1 Il sistema Corilicolo in Italia e nel Viterbese

Per definire il contesto di analisi introduciamo una panoramica di insieme della produzione di nocciole in Italia e nella Tuscia Viterbese. La nocciola dal latino “*Corylus Avellana*” prende il nome da Avella comune situato nella provincia di Avellino in Campania, dove al tempo dei Romani già esistevano coltivazioni di nocciole. Tuttavia, la sua diffusione come coltura parte in maniera consistente nel medioevo e in modo più marcato nell’età moderna. Infatti, nel XVII secolo all’epoca dei Borboni si presentano i primi esempi di commercio di nocciole nel Sud Italia. I segni più evidenti di tale commercio si hanno nei pressi di Salerno nella zona di Giffoni e in Sicilia alle pendici dell’Etna.

Le principali varietà di nocciole coltivate in Italia sono:

- La “Tonda Gentile Romana” che si trova nel Lazio e prevalentemente nella provincia di Viterbo.
- La “Tonda Gentile di Giffoni” che si trova in Campania e prende il nome dal comune di Giffoni (SA).
- La “Tonda Gentile delle Langhe” che si trova in Piemonte nelle province di Cuneo/Asti.
- La “Tonda Avellinese” presente nella provincia di Avellino.
- Il “Nocciolone” che deriva dalle pendici dell’Etna in Sicilia, ma è stato largamente usato nel Viterbese come impollinatore per la “Tonda Gentile Romana”.
- La “San Giovanni” detta la nocciola lunga per la sua forma allungata, si trova prevalentemente nella provincia di Napoli e precisamente prende il nome dal comune di San Giovanni (NA).

Sono presenti sul territorio moltissime altre varietà di nocciole, con un peso sulla produzione totale italiana minore a quelle riportate sopra.

3.1.1 La produzione italiana

La situazione attuale della produzione di nocciole in Italia vede come leader al livello di quantità prodotta la provincia di Viterbo, che detiene anche il primato sulla meccanizzazione della coltura, date le innovazioni tecniche apportate da molti imprenditori locali per la raccolta e la lavorazione. La Tuscia Viterbese ha superato la provincia di Napoli, che in questi ultimi anni ha visto ridurre drasticamente la quantità prodotta per un insieme di fattori sociali e territoriali; al terzo posto, abbiamo la provincia di Cuneo, in cui viene coltivata la varietà

“Tonda Gentile delle Langhe”, tale cultivar risulta avere caratteristiche fenologiche e proprietà che facilitano il processo industriale di tostatura (perdita completa della sua pellicina), rendendola di fatto più adatta per l'utilizzo in prodotti finiti di pregio. Altre produzioni si trovano in Sicilia e Basilicata ma ormai rappresentano una percentuale poco rilevante al livello italiano. Nelle altre regioni di Italia abbiamo produzioni di scarsa importanza, salvo dei nuovi piani di sviluppo agricolo che prevedono finanziamenti per l'impianto di nocciole sia in Toscana che in Umbria, facendo di fatto arrivare questo tipo di coltura anche in queste regioni. Qui sotto riportiamo i dati di variazione della produzione di nocciole, per le principali province dagli anni '70 al 2001. Abbiamo deciso di riportare l'andamento storico della produzione per evidenziare l'aumento progressivo di produzione nella Tuscia viterbese.

Tab. 3.1: Andamento della produzione di nocciole nelle maggiori province italiane (2000/2001)

	1970-71		1980-81		1990-91		2001	
	Val.ass. (Q.li)	Val.%	Val.ass. (Q.li)	Val.%	Val.ass. (Q.li)	Val.%	Val.ass. (Q.li)	Val.%
Avellino	299500	37,00	446800	39,00	326750	29,70	234650	20,10
Cuneo	40650	5,00	74700	6,60	81550	7,40	126600	10,80
Messina	84450	10,40	69800	6,10	94300	8,60	125000	10,70
Napoli	125000	15,50	186250	16,40	103100	9,40	104118	8,90
Roma	7400	0,90	10600	0,90	15750	1,40	12086	1,00
Viterbo	93850	11,60	195700	17,20	335100	30,40	371241	31,20
TOT.ITALIA	810500	100,00	1138500	100,00	1101750	100,00	1167399	100,00

FONTE: ISTAT, 2002.

La tabella successiva evidenzia la produzione nelle regioni Italiane dal 2016 al 2020, nelle stagioni 2017 e 2019 si evidenzia un calo di produzione dovuto a gelate tardive e siccità su tutto il territorio italiano.

Tab. 3.2: Andamento della produzione di nocciole nelle maggiori province italiane (2016/2020)

	2016	2017	2018	2019	2020
	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Campania	35621	24837	40235	28134	37820
Lazio	48534	23328	38453	27440	42321
Piemonte	15476	9530	17567	11340	13923
Sicilia	9635	8820	10945	10456	8635
Altre regioni	1638	923	2134	934	1625
Italia	110904	67438	109334	78304	104324

FONTE: ISMEA E NOSTRE ELABORAZIONI 2023.

3.1.2 La produzione nella provincia di Viterbo

Come sopra accennato la Tuscia Viterbese risulta essere leader a livello italiano per quantità, per livello di specializzazione della coltura e per meccanizzazione nelle fasi di lavorazione. Nella figura 1 riportiamo una raccoglitrice meccanica di ultima generazione costruita e ideata in provincia di Viterbo.

Fig. 3.1: Raccoglitrice di nocciole semovente

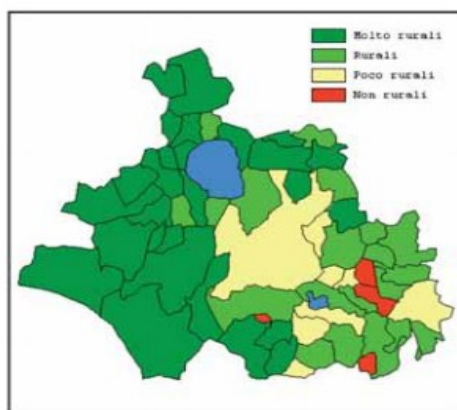


FONTE: FACMA S.R.L. ,2022.

Dal 1970, anno in cui la produzione della Tuscia rappresentava soltanto l'11,6% di quella nazionale, si è arrivati al 2014 ad una quota pari al 45% circa, con un incremento medio ogni dieci anni pari a quasi il 55%. Attualmente fonti non certe danno la provincia di Viterbo quasi al 50% della produzione italiana. Nessuna provincia italiana ha fatto registrare un tasso di crescita così alto. La sola zona di Cuneo/Asti ha aumentato la produzione, mentre le altre province più importanti hanno ridotto progressivamente la quota sul totale.

La figura 2 rappresenta una cartina dettagliata dei comuni produttori di nocciole nella provincia di Viterbo, con riferimento alla predisposizione rurale o non dei vari comuni. Per predisposizione rurale intendiamo la prevalenza del reddito nei vari comuni da attività agricole. Questo ci fa capire che la produzione di nocciole nella Tuscia è scollegata dalla percentuale di ruralità dei redditi nei vari comuni.

Fig. 3.2: Presenza di corilicoltura (a) e livello di ruralità (b) nei comuni del viterbese



FONTE: PALOMBELLA, 2020.

La tabella 3 indica la percentuale di superficie agraria utilizzata (%SAU) a nocciolo nei vari comuni della Tuscia. I comuni con la maggiore percentuale di superficie coltivata a nocciole, come prima accennato, sono Carbognano, Capranica, Vignanello e Caprarola.

Tab. 3.3: Superficie agricola utilizzata a nocciolo per comune nel viterbese.

Comuni della provincia di Viterbo	% SAU
Bassano Romano	28,1
Calcata	58,0
Canepina	31,5
Capranica	77,5
Caprarola	71,0
Carbognano	78,0
Corchiano	55,2
Fabbrica di Roma	49,5
Faleria	64,1
Ronciglione	51,5
Soriano nel Cimino	40,1
Sutri	26,2
Vallerano	63,0
Vasanello	53,6
Vignanello	74,2

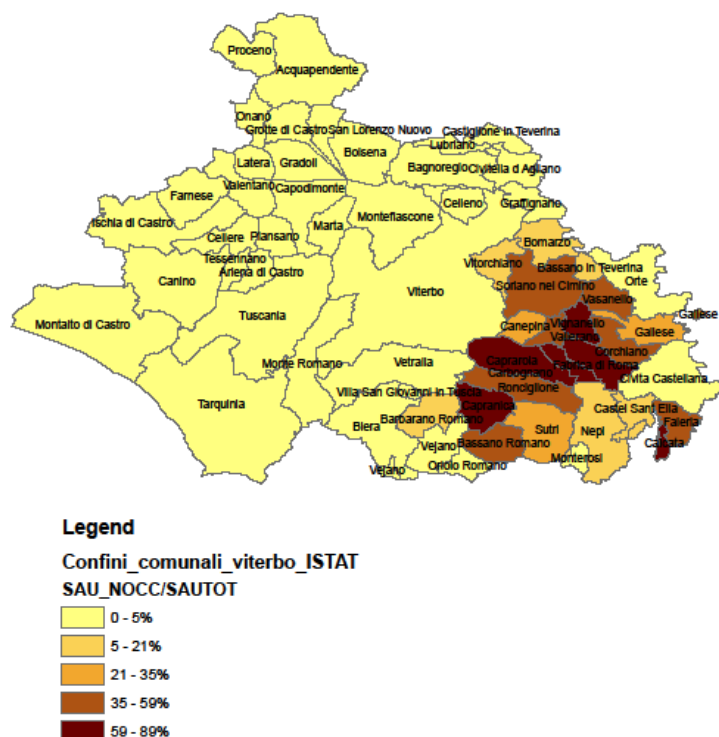
FONTE: BILANCIERI, 2018.

Gli altri comuni della provincia hanno percentuali irrisorie o assenti; quindi, è possibile notare come la coltivazione del nocciolo, sia in termini di numero di aziende che in termini di SAU non sia diffusa equamente in tutti i comuni del viterbese. Infatti, in alcuni rappresenta quasi la totalità, in altri quasi niente. Questo è dovuto da una particolare posizione geografica dei comuni a sud-est del Monte Cimino e da una qualità del prodotto finito, unite alla tradizionale esperienza maturata in questo mercato nel corso degli anni che rendono la bassa Tuscia il centro di produzione più importante d'Italia sia in termini di quantità che di estensione agraria dedicata alla coltura.

Nella figura 4 è possibile osservare come la coltura del nocciolo sia radicata maggiormente nella porzione sud-est del territorio, corrispondente al complesso dei Monti Cimini. Proprio in questa area troviamo i comuni con il maggior rapporto nocciolo/SAU.

Fig. 3.4: Rappresentazione grafica superficie agricola utilizzata a nocciolo per comune nel viterbese

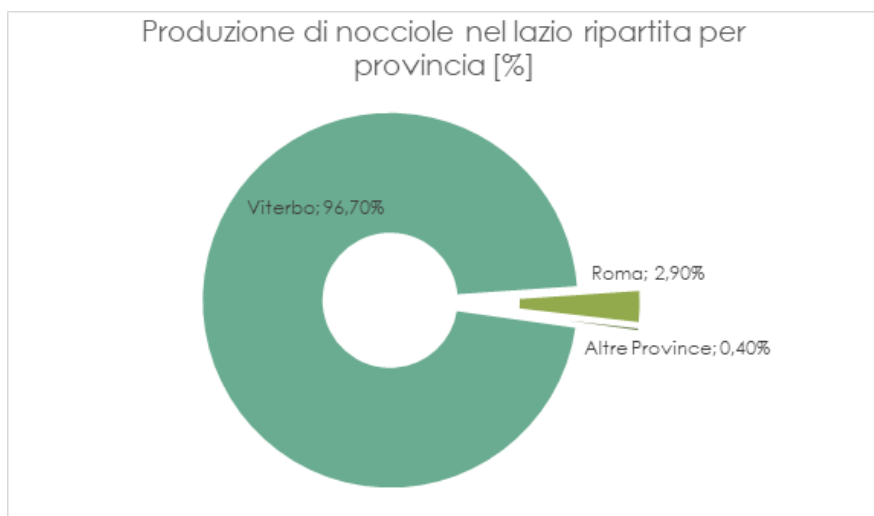
Comuni di Viterbo: SAU Nocciolo/SAU Totale (%)



FONTE: PAOLINI ET AL. 2018.

La coltivazione della nocciola seppur interessa solo una piccola parte della provincia di Viterbo rappresenta oltre il 60% del reddito agrario della provincia, essendo a tutti gli effetti una parte molto importante del tessuto economico Viterbese. Come possiamo vedere l'offerta della regione Lazio di nocciole in guscio è quasi interamente costituita dalla provincia di Viterbo. Infatti, in media, il 96,7% delle nocciole che sono state prodotte nel Lazio tra il 2010 ed il 2018 provengono da Viterbo. Al secondo posto, per quantità di nocciole prodotte, è presente la provincia di Roma con appena il 3% della produzione regionale, ed infine le altre province ricoprono appena lo 0,4%.

Fig. 3.5: Areogramma produzione di nocciole nel Lazio



FONTE: PAOLINI ET AL., 2018

Ciò è avvenuto principalmente, come anticipato in precedenza, grazie alla presenza di un territorio vocato (condizioni climatiche, altitudine, caratteristiche pedologiche), e all'esistenza di uno sviluppo socioeconomico che integra la tecnica, il commercio e le relazioni sociali. (Piacentini et al. 2015).

Nel complesso, al 2018, nella provincia di Viterbo erano presenti 5627 aziende investite a nocciolo di cui il 58% al disotto dei 3 ettari, ed il 74% al disotto dei 5 ettari. Il 14% delle aziende possiede una SAU tra i 5 e i 10ha, il 6% tra i 10 e i 20ha e il 5% da 20ha in su (Paolini et al. 2018). Possiamo definire un'azienda corilicola piccola quando coltiva una superficie inferiore a 5ha, media con superficie compresa tra 5 e 15ha e grande maggiore di 15 ha. La provincia di Viterbo, al 2012 era caratterizzata per la maggior parte da piccole e medie aziende. (Ministero delle politiche agricole, 2012). Ad oggi, da interviste effettuate con esperti del settore è emerso che la situazione sta cambiando; infatti, le piccole aziende tendono a scomparire e a divenire medie.

Tab. 3.4: Aziende agricole a nocciolo per dimensione

Superficie agricola utilizzata (SAU)	Numero di Aziende a nocciolo	Percentuale per Classe di SAU
0,01-0,99 ettari	1082	19%
1-1,99 ettari	1372	24%
2-2,99 ettari	813	14%
3-4,99 ettari	920	16%
5-9,99 ettari	802	14%
10-19,99 ettari	358	6%
20-29,99 ettari	116	2%
30-49,99 ettari	102	2%
50-99,99 ettari	41	1%
>100 ettari	21	0%
Totale	5627	100%

FONTE: PAOLINI ET AL. 2018.

3.2 Scelte di investimento

Begg et al. (1991) definiscono investimento “l’acquisto di nuovi beni capitali (durevoli) da parte dell’azienda”. L’investimento rappresenta una variazione positiva del capitale nel tempo. Quando però l’investimento è destinato a rimpiazzare un capitale già esistente, ciò non comporta variazioni nel capitale aziendale. A sua volta, una sostituzione può essere adottata o per rimpiazzare semplicemente un vecchio investimento con uno nuovo uguale, per portare una nuova tipologia di investimento con una tecnologia diversa o una nuova coltura probabilmente più profittevole. Per Chavas (1994), quando il capitale aziendale si riduce verso zero o da zero incrementa verso una quantità positiva, il comportamento riguardo all’investimento può anche includere l’entrata o l’abbandono del mercato. Assunto che per capitale pari a zero si implica una produzione pari a zero. L’investimento non è però limitato al semplice acquisto di capitali. L’azienda può infatti investire in capitali che aiutano a generare un aumento della produttività futura (es. impianti arborei). Nell’utilizzare il termine ‘scelte di investimento’ (investment behaviour), si intende l’insieme dei comportamenti dell’imprenditore agricolo riguardo alle decisioni inerenti agli investimenti, che includono: quale investimento intraprendere, quando (tempo, velocità di crescita nel tempo), con quale intensità (quante aziende interessa, che percentuale dell’azienda è interessata), dove (differenti regioni e paesi) e come è finanziato l’investimento (aiuti pubblici o comunitari, capitale proprio o di terzi) (Ronchi et al., 2011). La classificazione degli investimenti si preoccupa sia della fonte che della destinazione del capitale rivolto all’investimento. La connessione tra fonte e destinazione rispecchia il fatto che le possibilità di investire sono vincolate ai cash flow correnti, ovvero il denaro posseduto in un determinato momento. Quindi può esistere una correlazione stretta tra una fonte di liquidità propria o di terzi e la possibilità di investire. Nella letteratura, gli investimenti sono frequentemente trattati come un’indifferenziata variazione del capitale in termini monetari. Questa definizione è controversa. Gli investimenti agricoli sono classificabili in materiali e immateriali, che in base al settore di appartenenza sono più o meno importanti. Nel settore agricolo gli investimenti materiali risultavano essere molto importanti in passato, con l’avvento della tecnologia e della crescente attenzione verso l’ambiente gli investimenti immateriali stanno via via acquisendo importanza (es. corsi per l’agricoltore, acquisizione di diritti, ecc.). Infine, una classificazione dettagliata degli investimenti li distingue in terra, fabbricati e miglioramenti fondiari, macchinari, colture arboree permanenti, quote di produzione e altri diritti. La terra è uno degli investimenti più peculiari per le aziende agricole; il tema del mercato fondiario è uno degli argomenti maggiormente trattati nella letteratura economico agraria. La decisione di investire in terreno dipende ed è influenzata da numerosi

fattori, quali la disponibilità di terreno nelle vicinanze o meno dell'azienda, il valore del terreno, l'edificabilità attuale e la possibile vicinanza ad aree di espansione urbana, l'esistenza del diritto di prelazione dei vicini, la diretta connessione all'andamento del mercato finanziario e la vocazione colturale. Tra i tanti tipi di investimento troviamo gli investimenti in arboreti permanenti. La tematica principale dell'analisi economica ruoterà interamente intorno a questa tematica. La questione delle determinanti nelle scelte di investimento è una delle più complesse in letteratura. Esistono infatti numerosi fattori che possono incidere sulle decisioni imprenditoriali. In Gallerani et al. (2008) sono riportati i principali studi sull'argomento, in cui vengono mostrati i fattori che influenzano maggiormente le scelte degli imprenditori, sia in termini di variabili dipendenti, sia esplicative. Innanzi tutto, la letteratura sottolinea la grande molteplicità di variabili dipendenti, che vanno dalla composizione del capitale fino all'investimento vero e proprio e la sua composizione. Le determinanti trovate in letteratura possono essere qualificate come fattori tecnici (caratteristiche dell'investimento, caratteristiche dell'azienda, variazioni tecniche) o economici (mercato dei prodotti, fattori di mercato, policy) che influenzano in modo dinamico il risultato dell'investimento. Nel concreto il mercato dei prodotti è una delle determinanti fondamentali per le scelte di investimento dell'imprenditore agricolo. In aggiunta, un importante insieme di variabili riguarda le caratteristiche e le attitudini dell'agricoltore. Le caratteristiche degli investimenti possono essere considerate in diversi modi, come anticipato nel precedente paragrafo, ma la letteratura solitamente distingue solamente in base alla loro natura tecnica (terra, fabbricati e macchinari). Le caratteristiche dell'azienda possono comprendere la dimensione, la posizione (es. zona altimetrica, regione agraria, ecc.), fertilità del suolo, tipo di azienda e indirizzo produttivo, disponibilità di lavoro e dalla disponibilità di capitali.

La letteratura sugli investimenti focalizza anche l'attenzione sulle caratteristiche finanziarie dell'azienda, come il rapporto patrimonio/debiti. Tutte queste caratteristiche appaiono essere solitamente significative, anche se a volte con segni contraddittori. La posizione dell'azienda può influenzare gli investimenti in diversi modi, come effetti indiretti sulle determinanti (es. produzione lorda vendibile, specializzazione). Il lavoro e la terra confermano la loro caratteristica complementarità con il capitale, come sono positivamente correlate con gli investimenti. Generalmente l'ampia disponibilità di beni capitali tende a incoraggiare futuri investimenti in altre tipologie di beni capitali (es. un'azienda con grande disponibilità di terra investe in fabbricati e macchinari piuttosto che in terra). La specializzazione, il rapporto patrimonio/debiti e la produzione lorda vendibile possono invece spingere l'investimento in diverse direzioni. Come prevedibile, la redditività generalmente tende a incoraggiare gli

investimenti. Riguardo ad altri temi, la tecnologia gioca un ruolo rilevante: con alti tassi di progresso tecnico si hanno effetti positivi sugli investimenti. Comunque, molti studi non considerano questo tema in quanto richiede estese serie storiche che generalmente non sono disponibili. Il mercato dei prodotti, rappresentato dal livello dei prezzi, ha un costante effetto positivo sull'investimento.

I fattori di mercato includono il capitale, il lavoro e il mercato fondiario. Le variabili rilevanti sono il livello dei prezzi dei fattori e la loro disponibilità. Per fattori che possono essere o forniti dall'imprenditore o da fonti esterne (es. capitale, lavoro), sono rilevanti anche i differenti costi opportunità. Anche il mercato dei capitali è un tema chiave in letteratura, che include i costi dei servizi che essi producono, i tassi d'interesse, le quote di produzione, il deprezzamento, il costo di sostituzione del capitale. La letteratura focalizza l'attenzione principalmente sui costi per il capitale e i tassi d'interesse, il prezzo del capitale fondiario, il prezzo d'affitto dei fabbricati e noleggio macchinari, il prezzo degli input (es. materie prime). In questo caso, i segni sono tutti negativi, anche se con qualche eccezione che può dipendere da una serie di caratteristiche non considerate nel modello (Thijssen, 1996).

La politica agricola comune influenza il mercato dei prodotti e dei fattori tramite misure che possono essere più (sostegno dei prezzi) o meno (pagamento unico aziendale) accoppiate. Può inoltre fornire supporti diretti all'investimento (es. misure 4,6 e 19 PSR del secondo pilastro della PAC), tuttavia tra le diverse opzioni colturali non ci sono differenze sostanziali nell'accesso a esse. La letteratura riportata in Gallerani et al. (2008) non attribuisce una importanza predominante alle variabili di politica sulle scelte d'investimento. Infine, le attitudini dell'agricoltore, riassunte quasi esclusivamente nella propensione o meno al rischio, sono considerate importanti in qualche studio nella letteratura sugli investimenti, sono invece considerate come variabile nella maggior parte della letteratura contenente studi ex-ante sull'investimento in agricoltura. Nelle scelte di investimento relative al cambio di coltivazione e nello specifico relative al cambio da coltura a ciclo annuale a coltura a ciclo pluriennale bisogna guardare all'investimento a livello settoriale (Hay and Morris, 1991). Solo una limitata parte della letteratura ha però affrontato il tema a livello di teoria microeconomica e a livello della singola azienda. Negli anni '60 è stata sviluppata la teoria neoclassica sul comportamento a livello aziendale, in particolare da parte di Jorgenson (1963, 1967). La letteratura si è poi notevolmente sviluppata durante gli anni '60 e '70, fino ad arrivare agli anni '90 in cui sono stati prodotti numerosi lavori riguardanti l'azienda agricola (Chavas, 1994; Abel and Eberly, 1994). Esistono almeno due dimensioni interconnesse che descrivono l'uso del capitale: lo stock di capitale e la variazione dello stock nel tempo (flusso). Queste due dimensioni sono

connesse tra loro attraverso la seguente formula:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t \quad (1)$$

Dove:

δ = tasso di deprezzamento; I = investimento; K = stock di capitale; t e $t-1$ sono riferiti al tempo t e al tempo $t-1$. (Forma più corretta)

Comunemente per tasso di deprezzamento si intende il tasso di deprezzamento utilizzato per la contabilità finanziaria. In un quadro statico, il problema della propensione all'investimento può essere identificato per definire lo stock di capitale ottimale. Lo stock ottimale dipende dalla funzione di produzione dello stock di capitale, dai prezzi dei prodotti e dal costo del capitale (Jorgenson, 1963, 1967; Hay and Morris, 1991):

$$cdK = pdQ \text{ o } dK = p \quad (2)$$

Dove:

c = costo del capitale/investimento; dK = variazione dello stock di capitale; p = prezzo dei prodotti; dQ = variazione nella produzione derivante dall'aumento di stock di capitale.

Questa formula indica che il livello ottimale di capitale si ottiene quando la produttività marginale del capitale è uguale al rapporto tra prezzi dei prodotti e costo del capitale. È frequente che il capitale effettivo riscontrabile in un'azienda sia differente dal livello ottimale. L'investimento può essere quindi interpretato come il modo per colmare il differenziale tra lo stock effettivo e quello ottimale, variando lo stock effettivo verso quello ottimale. Un investimento è stato fin qui generalmente definito come un incremento del capitale. Quando è richiesto un investimento, è solitamente necessario comprare dei beni o servizi che servono al processo produttivo per un determinato spazio temporale. Questo è riferito all'idea che l'investimento consista in un'anticipazione di un costo necessario ad ottenere un ritorno costituito da un beneficio futuro. Questa caratteristica è alla base dell'espressione della decisione riguardo ad un investimento da parte di un'azienda in termini di discounted cash flow e da questo nasce il modello del valore attuale netto (VAN). L'approccio del flusso di cassa permette di calcolare il valore attuale netto, il tasso di rendimento interno, il tempo di ritorno del capitale ed altri indicatori (break even point, annualità equivalente). Il valore attuale netto rappresenta il valore dell'investimento per l'azienda. Nelle scelte di investimento in agricoltura

intensiva l'approccio preferito per le previsioni future consiste nell'utilizzare il valore attuale netto (VAN). Definiamo il VAN come un investimento di T periodi che si scrive come: $VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}$. Dove la somma è da t=1 a n, in cui n rappresenta i periodi di tempo, CF_t è il flusso di cassa netto per il periodo t, r è il tasso di sconto e I è il periodo di investimento iniziale 0. Secondo Wang et al 2010, i passaggi per calcolare il VAN sono i seguenti: Il primo passo è calcolare i flussi di cassa disponibili attesi che risultano dall'investimento; Il secondo passo è quello di scontare il costo del capitale; Il passo finale è sottrarre gli investimenti iniziali, così da ottenere il risultato finale. Se il VAN di un potenziale progetto è positivo, dovrebbe essere accettato e iniziato. In altro modo, se il VAN è negativo, il progetto dovrebbe probabilmente essere rifiutato. Nei processi di intensificazione in agricoltura l'ammontare degli investimenti è generalmente superiore, l'extra redditività si traduce nel maggior reddito della terra considerato fattore scarso.

I limiti del VAN nelle valutazioni in agricoltura sono molteplici, uno dei limiti principali del VAN è l'utilizzo per il suo calcolo delle sole informazioni iniziali al momento della decisione. Un metodo per aggirare questa problematica è l'analisi delle opzioni reali, esse sono definite come il diritto (senza alcun obbligo) di conseguire un vantaggio derivante da un'opportunità in un ambiente caratterizzato da incertezza. Altro limite del VAN è l'ipotesi di reversibilità e di mancata posticipazione di un investimento. Ma in realtà, la maggior parte dei progetti di investimento in agricoltura sono irreversibili senza perdite. Nonostante tali difetti teorici, il VAN rimane la migliore opzione di valutazione di un investimento comparativo tra colture pluriennali e annuali. Dato che, ad esempio, gli investimenti in colture pluriennali in media non generano immediatamente un profitto e flussi di cassa, il VAN ci può fornire un'indicazione su un periodo lungo della convenienza di tali investimenti.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Dove:

VAN = valore attuale netto; n = orizzonte temporale dell'investimento; t = tempo; CF = flusso di cassa netto al tempo t, calcolato come la differenza tra ricavi e costi per ogni anno; qt = fattore di sconto, 1+i, dove i è il tasso d'interesse. La convenienza di un investimento dipende dal tasso di sconto. La convenienza di un investimento è maggiore con tassi di sconto bassi (a parità di flussi di cassa).

Il tasso interno di rendimento (T.I.R.) invece consiste nel saggio di sconto che uguaglia a zero

il VAN. Rappresenta il ritorno economico sul costo del capitale generato dall'investimento.

$$\text{T.I.R.} = (1 + i)^t \text{ per } \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (4)$$

Si considera quindi una prospettiva diversa rispetto a quella del VAN, ovvero la convenienza è valutata attraverso il confronto dei valori dei parametri e i costi medi del capitale. I due criteri non sono quindi equivalenti. Uno dei limiti principali del V.A.N. e del T.I.R. è la mancata valutazione in essi dell'incertezza, intesa come previsioni e aspettative, questo tipo di variabile viene sviluppata sempre di più in economia agraria. Nella letteratura economica, il tema del processo decisionale circa gli investimenti viene trattato sotto differenti aspetti. Tuttavia, nelle scelte di investimento relative alla conversione da colture annuali a colture pluriennali la scelta di investimento e quindi di conversione è dettata proprio dall'incertezza generata dalla mancanza di redditività delle colture annuali, costringendo di fatto gli imprenditori agricoli o a convertire o ad abbandonare i fondi. Possiamo suddividere le motivazioni di scelta di investimento degli agricoltori nei processi di conversione in due punti:

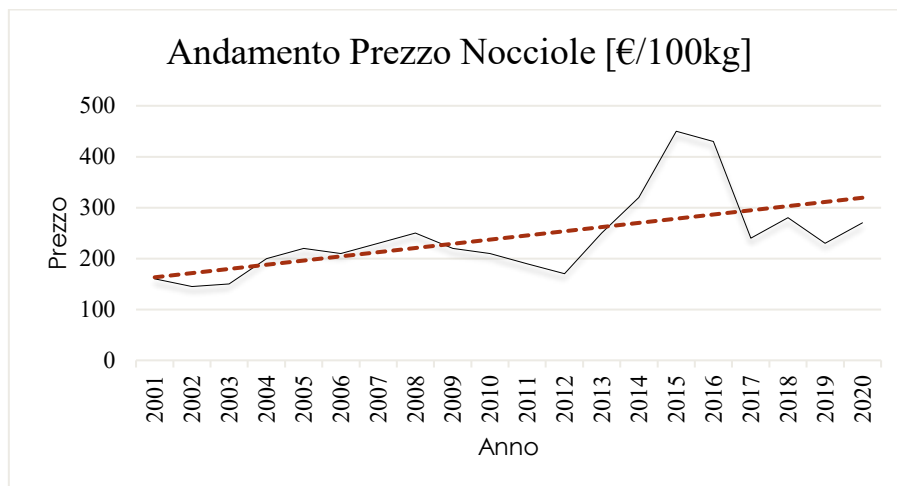
- Mancanza di redditività.
- Spinta dell'industria dolciaria alla conversione.

Tra gli obiettivi diversi della massimizzazione del profitto, in letteratura è trattato con particolare attenzione quello della riduzione del rischio.

3.3 Analisi dei prezzi

Il primo passo dell'analisi economica si incentra sulla ricerca dei prezzi correnti di vendita alla fonte dei prodotti oggetto dell'analisi.

Fig. 3.6: Andamento prezzo delle nocciole (2001/2020)

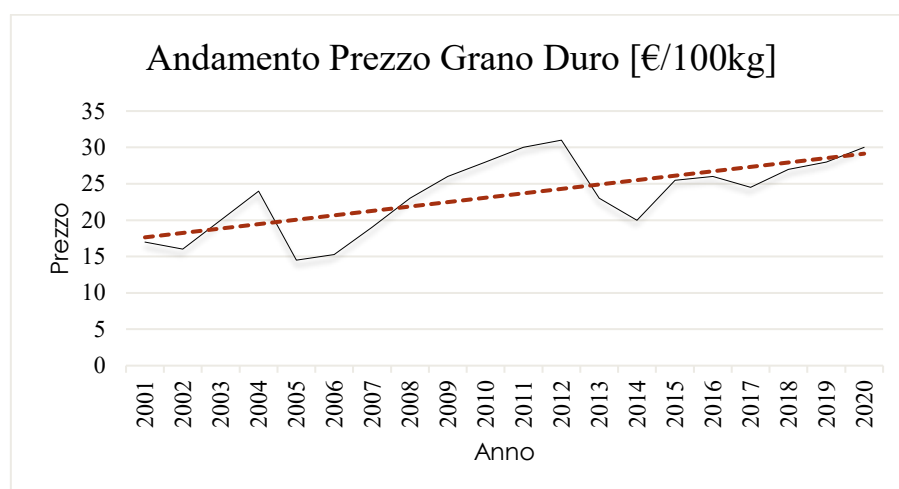


Fonte: DATABASE ISTAT, 2021.

Nella figura 6 è riportato l'andamento del prezzo delle nocciole dal 2001 al 2020. Possiamo notare un aumento costante del prezzo, dovuto in primis dalla forte spinta della domanda dell'industria dolciaria e in secondo luogo da pressioni legate al cambiamento climatico sul settore (gelate primaverili, siccità).

Nella figura 7 invece è rappresentato l'andamento per lo stesso arco temporale del prezzo del Grano Duro. Il prezzo segue grosso modo l'andamento del prezzo del petrolio. Tuttavia, per il metodo colturale, le condizioni climatiche e la conformazione territoriale il prezzo risulta essere scarsamente remunerativo per le imprese agricole italiane.

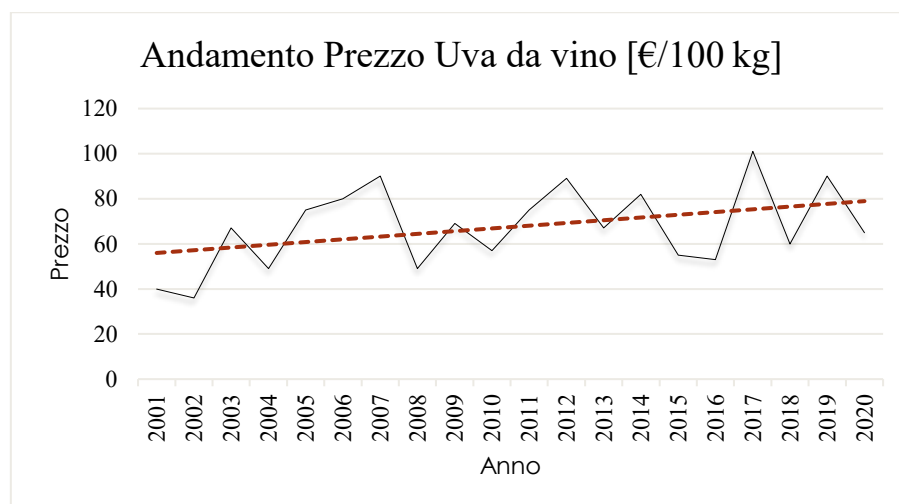
Fig. 3.7: Andamento prezzo del grano duro (2001/2020)



FONTE: DATABASE ISTAT, 2021.

Nella figura 8 è evidenziato l'andamento del prezzo dell'uva laziale. Durante gli anni si è osservata una tendenza in aumento del prezzo; tuttavia, esso risulta essere scarsamente remunerativo per aziende di piccole/medie dimensioni e risulta essere molto basso se comparato a prezzi di altre zone a maggiore vocazione italiane. Abbiamo preso in considerazione il prezzo di uva da vino per la produzione di vino bianco sul territorio.

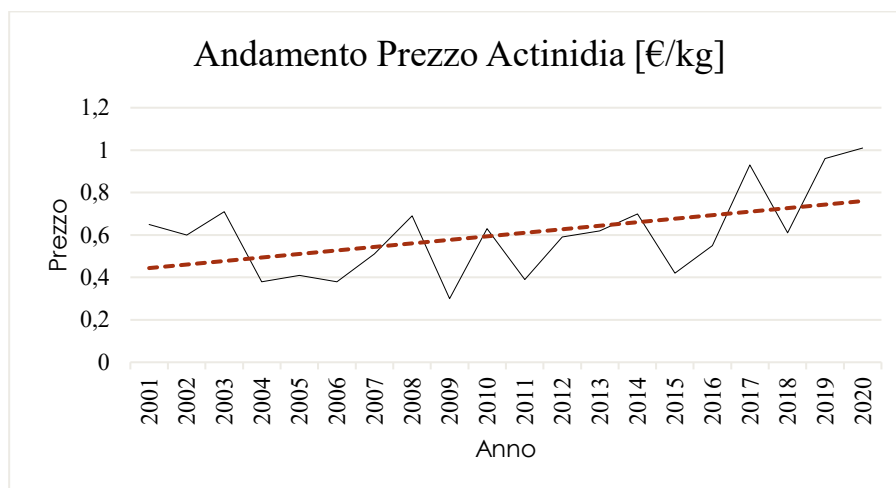
Fig. 3.8: Andamento prezzo dell'Uva Laziale (2001/2020)



FONTE: ISMEA, 2020.

Infine, la figura 9 riporta il prezzo medio nazionale dell'actinidia. Il prezzo risente di una tendenza stagionale dovuta alle importazioni dalla Nuova Zelanda e dalle condizioni climatiche.

Fig. 3.9: Andamento prezzo dell'actinidia (2001/2020)



FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI BOLOGNA, 2021.

3.4 Analisi dei costi

Il passo successivo dell'analisi economica è stato definire i costi di impianto delle quattro colture. L'indagine sui costi di produzione è stata svolta utilizzando dati ISMEA e avvalendosi di interviste dirette ad esperti e agricoltori sul territorio. La stima dei costi di impianto si concentra solo sulle tre colture arboree, dato che il grano duro, essendo una coltura a rotazione annuale, mediamente è caratterizzato da costi di impianto e di conduzione stabili ogni anno. I costi di impianto e conduzione risultano essere ricavati dal costo delle singole lavorazioni da contoterzismo.

Nella tabella 5 troviamo la stima dei costi di impianto.

Tab. 3.5: Stima costi di impianto delle colture arboree

Costi di impianto €/Ha	Nocciolo	Actinidia	Vite
Preparazione terreno	400,00	400,00	400,00
Scasso	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Lavorazione su scasso	250,00	250,00	250,00
Piantine Certificate	2.400,00	7.000,00	3.600,00
Zappatura manuale	150,00	150,00	150,00
Irrigazione di soccorso	-	150,00	150,00
Posa pali e fili	1.000,00	9.000,00	6.000,00
Impianto di irrigazione (Tubi)	2.000,00	3.000,00	2.000,00
Altre lavorazioni meccaniche	150,00	150,00	150,00
Manodopera extra	140,00	600,00	500,00
Trasporto materiali	150,00	500,00	300,00
<i>Costo lavorazioni/ha</i>	<i>9.640,00</i>	<i>24.200,00</i>	<i>16.500,00</i>
Fattori produttivi variabili:			
Concime granulare	200,00	600,00	300,00
Concime in fertirrigazione	50,00	150,00	-
Diserbante post-emergenza	70,00	70,00	70,00
Carburante	300,00	300,00	300,00
Recensione elettrificata	400,00	-	400,00
<i>Costo fattori produttivi €/ha</i>	<i>1020,00</i>	<i>1120,00</i>	<i>1070,00</i>
Totale costi euro ettaro	10660,00	25320,00	17570,00

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU INTERVISTE A ESPERTI DEL SETTORE, DATI ISMEA.

L'actinidia presenta costi di impianto molto elevati, dovuti dall'onerosità della struttura di sostegno e dalle piantine certificate (necessarie per abbattere il rischio di *Pseudomonas Syringae*). Stesso discorso vale anche per la vite, considerando però minori costi per la struttura

di sostegno. Nel computo dei costi di impianto della vite abbiamo escluso il costo delle quote di autorizzazione all'impianto obbligatorie. Che risultano essere prorogate fino al 2045 (Di Mambro, 2021). Senza dubbio nelle scelte di investimento legate ai vigneti esse devono essere prese in considerazione, data l'incertezza legata al loro rilascio. Nonostante ciò, ai fini della nostra analisi esse sono caratterizzate da una scarsa importanza e quindi sono state escluse. Successivamente, nella tabella 6, abbiamo provveduto alla stima dei costi di conduzione delle quattro colture, includendo anche il grano duro.

Tab. 3.6: Stima costi di conduzione.

Costi di conduzione	Nocciolo	Actinidia	Grano Duro	Vite
Lavorazioni				
Preparazione terreno/trinciatura	400,00	300,00	150,00	350,00
Diserbo interfilare	70,00	70,00	-	70,00
Potatura	400,00	3.250,00	-	500,00
Distribuzione diserbo interfilare	50,00	50,00	-	50,00
Riparazioni	100,00	100,00	50,00	50,00
Distribuzione fungicida/insetticida	150,00	150,00	100,00	250,00
Sarchiatura	-	-	-	150,00
Irrigazione	400,00	800	-	-
Raccolta	150,00	600,00	200,00	200,00
Manodopera extra	140,00	600,00	50,00	100,00
Gestione pali impianto	-	300,00	-	100,00
Riduzione frutti in eccesso	-	300,00	-	100,00
Assicurazione	100,00	100,00	50,00	100,00
Trasporto	150,00	150,00	100,00	80,00
Costi fattori produttivi fissi	2.110,00	6.770,00	700,00	2.100,00
Fattori produttivi variabili:				
Concime granulare	300,00	800	214,00	250,00
Diserbo interfilare	70,00	250,00	-	-
Diserbante post-emergenza	70,00	70,00	50,00	70,00
Insetticida	100,00	140,00	-	80,00
Fungicida	50,00	100,00	50,00	300,00
Carburante	150,00	150,00	100,00	150,00
Recinzione elettrificata	400,00	-	-	200,00
Costo fattori produttivi variabili	1140,00	1510,00	414,00	1050,00
Totale costi €/ha	3.250,00	8.280,00	1.114,00	3.150,00

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI DA INTERVISTE A ESPERTI DEL SETTORE, DATI ISMEA.

L'actinidia come per i costi di impianto presenta costi di conduzione maggiori, tale maggior costo è imputabile soprattutto al maggior utilizzo di manodopera nel processo produttivo. La vite ha costi minori dell'actinidia, ma comunque alti, anche in questo caso tale maggior costo è da imputare alle necessità di molta manodopera durante l'anno. Il nocciolo ha costi minori, dovuti principalmente alla recente meccanizzazione di parte dei processi produttivi in sesti di impianto uniformi. Tale sviluppo ha permesso la riduzione sensibile dell'impiego di manodopera per ettaro. Inoltre, il nocciolo si presenta come una coltivazione rustica rispetto ad actinidia e vite, quindi necessità di minori attenzioni durante il processo fenologico. Infine, troviamo il grano duro che presenta costi ridotti data la totale meccanizzazione del processo produttivo e la durata parziale durante l'annata agraria.

3.5 Simulazioni reddituali

Il passo successivo all'analisi dei costi è stato ipotizzare una simulazione di reddito e quindi di flusso di cassa delle colture oggetto di analisi. La simulazione prende spunto da dati di prezzo ISMEA e da tre livelli di quantità media. Le quantità sono stimate da interviste a stakeholders del settore sulla base delle rese medie da loro ottenute e da dati ISMEA. La simulazione utilizza due livelli di prezzo e tre livelli di quantità. Le analisi presuppongono l'assenza di politiche di intervento pubblico legate alla PAC (Politica Agricola Comune).

Tab. 3.7: Simulazione reddituale grano duro

Reddito netto simulato (Grano duro)					
Produzione		Prezzo	P L V	Costi Medi	Reddito netto
Tons	Ha				simulato
3	1	180	540	1.114,00	-574
4,5	1	180	810	1.114,00	-304
6	1	180	1080	1.114,00	-34
3	1	240	720	1.114,00	-394
4,5	1	240	1080	1.114,00	-34
6	1	240	1440	1.114,00	326

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT E INTERVISTE

Possiamo notare come a prezzi correnti la produzione di Grano Duro sia totalmente non conveniente da un punto di vista reddituale in assenza di politiche di intervento pubblico.

Degna di nota è l'inversione di tendenza nel 2021, che ha portato i prezzi del grano duro ad aumenti del 50% arrivando a picchi 570€/Ton. (ISMEA, 2021). Tale aumento generalizzato è imputabile all'annata nera per l'offerta mondiale. Tuttavia, questa situazione, unitamente ad altri fattori esogeni, ha generato un conseguente aumento delle materie prime necessarie alle produzioni primarie.

Tab. 3.8: Simulazione reddituale nocciolo

Reddito netto simulato (Nocciolo)					
Produzione		Prezzo	P L V	Costi Medi	Reddito netto simulato
Tons	Ha				
1	1	2300	2300	3.250,00	-950
2	1	2300	4600	3.250,00	1350
3	1	2300	6900	3.250,00	3650
1	1	3200	3200	3.250,00	-50
2	1	3200	6400	3.250,00	3150
3	1	3200	9600	3.250,00	6350

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT E INTERVISTE

In riferimento alla tabella 8, la produzione di nocciole risulta avere una distribuzione del reddito altamente fluttuante in base soprattutto alla quantità prodotta. Il problema connesso alla redditività dei noccioli è stato in passato, e tutt'ora lo è, connesso quasi esclusivamente all'aumento delle rese per ettaro. Considerata la stabilità di prezzo garantita dalla forte domanda. Situazioni di reddito interessanti si raggiungono per tre tonnellate ettaro e raggiungere tali rese non risulta essere per niente semplice. Ad esempio, in zone vocate raggiungere tale target è moderatamente semplice, ma in aree meno vocate molto meno.

Negli ultimi anni con l'avvento del cambiamento climatico uno dei rischi maggiori correlati alla mancanza di rese per ettaro è stato l'avvicinarsi di gelate primaverili tardive e di lunghi periodi di siccità. Nell'annata agraria 2017 sono stati rilevati danni per il 70% del raccolto corilicolo, nel 2019 del 30% e nel 2021 del 90% nella Tuscia viterbese, ma anche in tutti gli altri areali produttivi italiani con percentuali diverse. Oltre alle calamità naturali c'è da segnalare la scarsa adesione delle aziende agricole a polizze assicurative contro le calamità, comprese le gelate tardive. Questo ritardo è imputabile ad una scarsa attenzione da parte dei partecipanti alla filiera, da scarsa pubblicità di prodotti assicurativi agevolati (Income Stabilization Tool – IST) e da un'avversione radicata nei conduttori di aziende agricole nei confronti di strumenti assicurativi di prevenzione del rischio in genere nel centro/sud d'Italia. Questa situazione desta preoccupazione sia sotto il profilo della redditività degli agricoltori che della stabilità del settore agricolo.

Tab. 3.8: Simulazione reddituale actinidia

Reddito netto simulato (Actinidia)					
Produzione		Prezzo	P L V	Costi Medi	Reddito netto simulato
Tons	Ha				
10	1	500,00	5000,00	8280,00	-3280,00
20	1	500,00	10000,00	8280,00	1720,00
25	1	500,00	12500,00	8280,00	4220,00
10	1	1000,00	10000,00	8280,00	1720,00
20	1	1000,00	20000,00	8280,00	11720,00
25	1	1000,00	25000,00	8280,00	16720,00

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT E INTERVISTE.

Per quanto concerne la produzione di actinidia dalle simulazioni di quantità e prezzo si deduce una elevata redditività a fronte di costi di impianto e di produzione alti.

Da un'intervista a produttori locali è emerso un grosso problema legato alla presenza del patogeno batterico *Pseudomonas Syringae* patovar *actinidiae*. Il primo caso di batterio (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*) che causa il cancro batterico dell'actinidia è stato segnalato proprio in Italia centrale nel 1992. Il batterio è a forma d'asta, gram negativo, strettamente aerobico e movibile, può essere trasmesso con la pioggia, il vento, da insetti, da altri animali e dall'uomo. Il batterio ottiene il suo optimum vitale tra 10 e 20 °C, ma non più di 25 °C. L'umidità sulle piante favorisce la sopravvivenza e la moltiplicazione, sia sulla superficie, sia all'interno della pianta. Condizioni tipiche nelle zone interne della Toscana viterbese. I sintomi dell'insorgenza di tale fitopatologia appaiono già in inverno e inizio primavera, sul tronco e sui germogli si manifestano cancri da cui fuoriescono essudati prima di colore biancastro e dopo rosso ruggine. Il legno giovane riceve una colorazione bruna, spesso si osservano anche disseccamenti dei rami e dei giovani germogli. Nel seguito si manifesta l'imbrunimento dei fiori e dei boccioli. Sulle foglie si formano necrosi di forma irregolare di color marrone scuro fino al giallo. I frutti delle piante malate iniziano ad avvizzire. (Provincia autonoma di Bolzano, 2021). Il risultato è stata la distruzione sostanziale e completa delle coltivazioni di Actinidia nelle zone interne della Toscana, e non solo, sotto i 400/450 metri s.l.m. (sul livello del mare). Ci sono numerosi studi a riguardo, ma nessuno di essi è riuscito a risolvere il problema, fermo restando che in Italia non è consentito l'utilizzo di antibiotici in Agricoltura. Detto ciò, a fronte di un investimento importante e di costi di gestione annuali alti la coltivazione

di actinidia può essere una buona fonte reddituale nelle aree costiere della Toscana. Altresì, l'intensificazione risulta essere molto difficile dato l'elevato numero di ore necessario per la potatura manuale e per l'allestimento delle pergolate.

Tab. 3.8: Simulazione reddituale vite

Reddito netto simulato (Vite)					
Produzione		Prezzo	P L V	Costi medi	Reddito netto simulato
Tons	Ha				
10	1	60	600	3150,00	-2550
15	1	60	900	3150,00	-2250
20	1	60	1200	3150,00	-1950
10	1	100	1000	3150,00	-2150
15	1	100	1500	3150,00	-1650
20	1	100	2000	3150,00	-1150

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISMEA E INTERVISTE.

Nella tabella 8, la simulazione reddituale per la coltivazione della vite denota una scarsa redditività della coltura. Raggiungere rese alte a prezzi alti è scarsamente probabile nella Toscana. Questa scarsa redditività si collega a un terreno poco vocato e a scelte varietali molto produttive e livelli di qualità del prodotto finito scarsi.

Come è ormai noto la produzione di uva e la sua conseguente trasformazione sono collegati a una politica di qualità e di marketing che nella Toscana sono venuti a mancare per scelte imprenditoriali poco lungimiranti e poco attente alle evoluzioni del mercato. In conclusione, la redditività da produzioni vitivinicole potrebbe essere buona, ma a fronte di investimenti molto elevati in reimpianto di varietà autoctone e a politiche di marketing molto onerose e incerte.

3.6 Analisi finanziaria

L'analisi attinge dai dati scaturiti dalle analisi precedenti e principalmente si divide in cinque indicatori:

- Break even point o punto di pareggio
- Valore attuale netto (V.A.N.) = $\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}$
- Annualità equivalente = $V.A.N. \times \frac{rq^n}{q^n - 1}$
- Tasso Interno di Rendimento (T.I.R.) = $(1+i)^t$ per $\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} = 0$

Tab. 3.9: Indicatori finanziari

Indicatori finanziari	Grano duro	Actinidia	Vite	Nocciolo
Break even year	1	24	25	16
V.A.N.	124.993 €	717.090 €	287.944 €	1.035.059 €
Annualità equivalente/Ha	250 €	1.434 €	576 €	2.070 €
T.I.R.	N.D.	3%	2%	10%

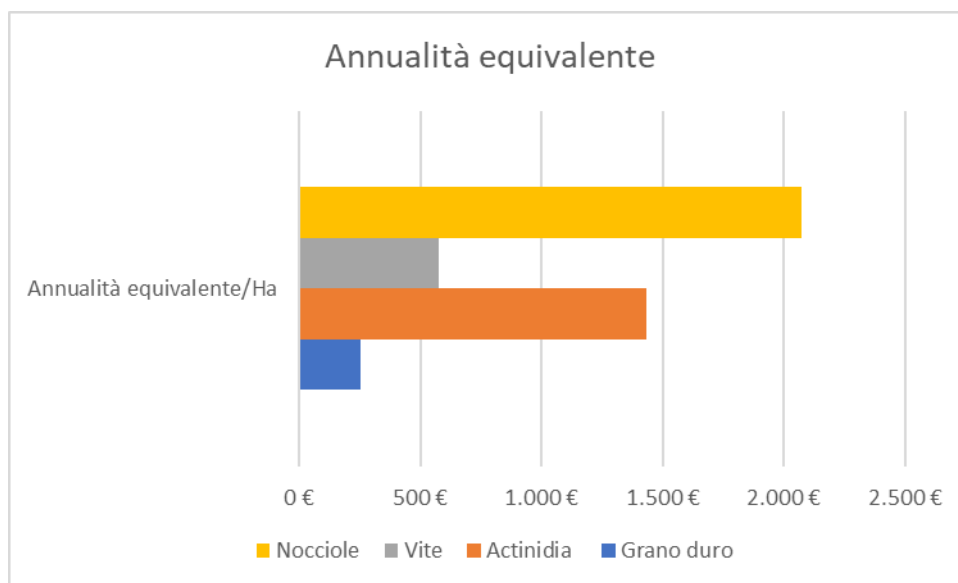
FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISMEA E INTERVISTE A ESPERTI.

L'analisi si basa sui costi di impianto stimati all'inizio della nostra analisi economica. Il periodo di investimento considerato è 35 anni. La scelta del periodo temporale di riferimento è legata alla media storica di sostituzione delle colture pluriannuali, in modo da poter rappresentare un ciclo completo di vita. La simulazione, contenuta nella tabella 9, presuppone un investimento su 20 ettari di proprietà, escludendo il costo per l'acquisto del terreno dal calcolo. Allo stesso modo dell'analisi reddituale abbiamo escluso le politiche di sostegno pubblico (PAC), data la loro scarsa importanza ai fini delle nostre domande di ricerca. Il break even point o punto di pareggio risulta essere di 16/17 anni per il nocciolo. Soprattutto per il minor ammontare dei costi di impianto. Di 24/25 anni per actinidia e vite, tale periodo di pareggio superiore è da imputare prevalentemente all'onerosità dei costi di impianto. Tuttavia, in questa analisi, bisogna tenere presenti le considerazioni già fatte sulla presenza del batterio fitofago *Pseudomonas Syringae* Patovar actinidiae, per quanto riguarda l'actinidia, e sulle scelte imprenditoriali e di marketing relative alla vite. Ed è proprio per queste due cause che la corilicoltura ha avuto un grande sviluppo nell'area.

L'annualità equivalente (o EAA) è un metodo per valutare progetti con durate di vita diverse e deriva principalmente dal VAN. I valori dell'indicatore confermano sostanzialmente quanto sopra descritto.

$$\text{L'Annualità equivalente} = V.A.N. \times \frac{rq^n}{q^n - 1}.$$

Fig. 3.12: Rappresentazione grafica annualità equivalente



FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISMEA E INTERVISTE A ESPERTI.

L'ultimo indicatore è il TIR, per il nocciolo il suo valore è 10%. Per actinidia e vite il suo valore è 2/3% per le stesse motivazioni enunciate sopra. Per il Grano duro non è calcolabile alla stregua del TIR.

3.7 Analisi patrimoniale

Di seguito all'analisi finanziaria, abbiamo implementato un'analisi di confronto dei valori fondiari. Il mercato dei terreni agricoli è caratterizzato da una scarsa trasparenza. Mentre per gli immobili urbani sono stati fatti numerosi sforzi per migliorare la conoscenza dell'andamento del mercato e dei fattori che agiscono su di esso, nel caso dei beni fondiari il quadro conoscitivo è ancora scarso e notevolmente frammentario (Turra, 2016). Degli indicatori utili al confronto dei valori fondiari sono i Valori Agricoli Medi (VAM). I VAM sono stati introdotti dall'art. 16 della Legge n. 865/1971 essenzialmente per l'utilizzo nell'ambito delle procedure di espropriazione per pubblica utilità delle aree non edificabili di cui al DPR. 327/2001, e in particolare per la determinazione delle indennità aggiuntive di espropriazione previste per i proprietari coltivatori diretti/imprenditori agricoli a titolo professionale e per i fittavoli/coloni dei fondi oggetto di esproprio (Agenzia delle Entrate). Nonostante questi limiti i VAM rimangono uno strumento idoneo alla valutazione anche per la loro facile reperibilità (Turra, 2016). I dati alla base dell'analisi sono estrapolati dal database dell'Agenzia delle Entrate anno 2019.

Tab. 3.10: Elaborazione Valori agrari medi

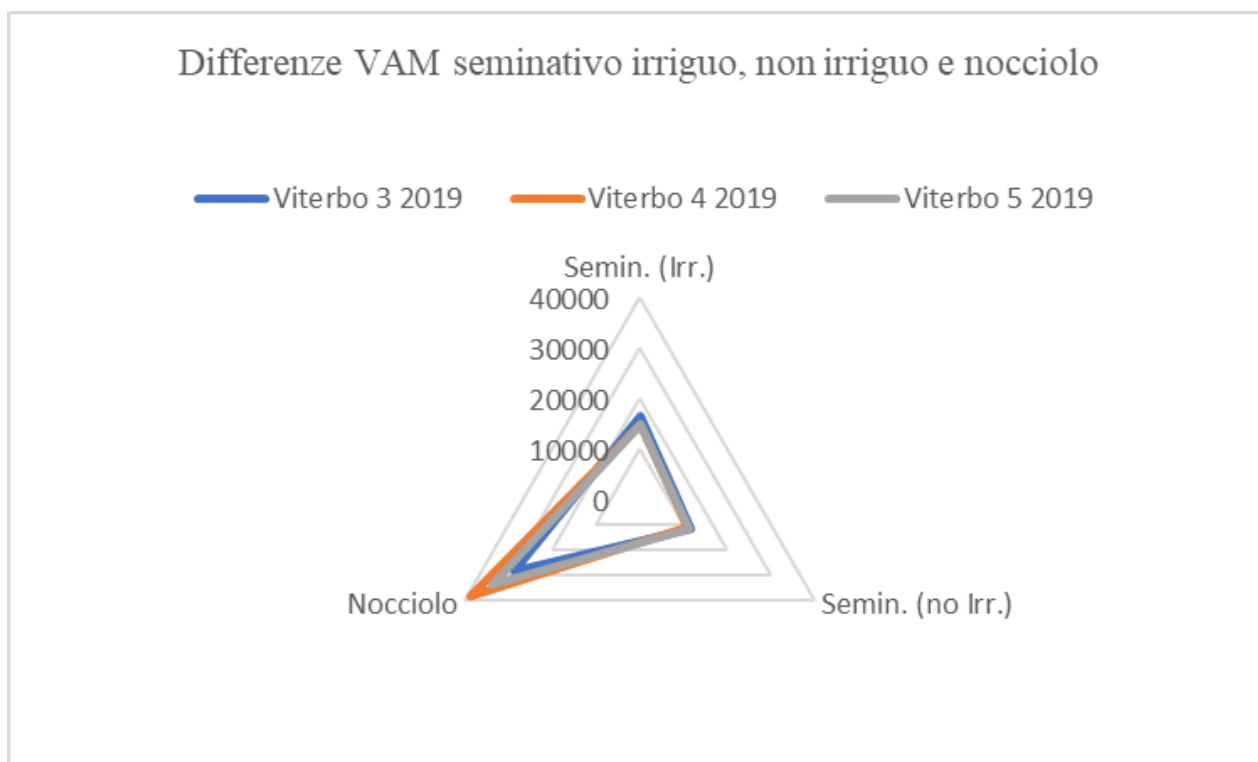
Valori agricoli medi							
Distretto	Seminativo (Irr.) (Euro/ha)	Seminativo (no Irr.) (Euro/ha)	Nocciolo (Euro/ha)	Differenza (Irr.) (Euro/ha)	Perc. (Irr.) (%)	Differenza (no irr.) (Euro/ha)	Perc. (no Irr.) (%)
3	16500	11700	28500	12000	73%	16800	144%
4	15000	11000	38500	23500	157%	27500	250%
5	15000	11500	33500	18500	123%	22000	191%
<i>Differenza tra actinidia, nocciolo e vite</i>							
Distretto	Vite (Euro/ha)	Actinidia (Euro/ha)	Nocciolo (Euro/ha)	Diff. (Vite) (Euro/ha)	Perc. (Vite) (%)	Diff. (Actinidia) (Euro/ha)	Perc. (Actinidia) (%)
3	13800	17900	28500	14700	107%	10600	59%
4	15900	18600	38500	22600	142%	19900	107%
5	13800	14650	33500	19700	143%	18850	129%

FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI AGENZIA DELLE ENTRATE.

L'analisi ha in prima istanza l'intento di confrontare i seminativi irrigui e non irrigui e i nocciuleti, traendo così la differenza imputabile a plusvalenza tra le due colture. Come possiamo vedere nella prima parte le differenze percentuali vanno da un minimo del 73% tra i seminativi irrigui e i nocciuleti nel distretto 3 ad un massimo del 250% per la differenza tra seminativi irrigui e nocciuleti nel distretto 4. La seconda parte di analisi si concentra sul confronto tra nocciolo, actinidia e vite. Allo stesso modo le percentuali di differenza vanno dal

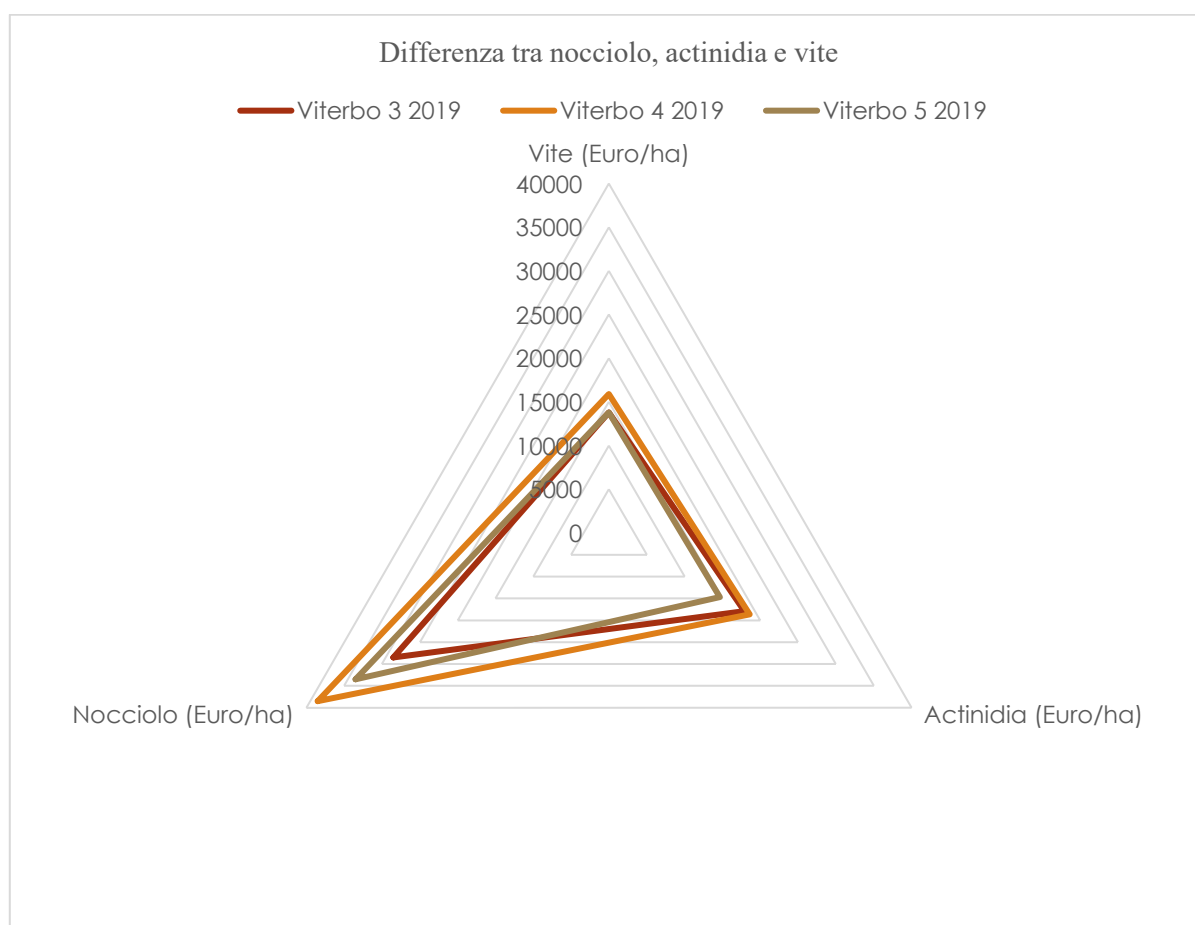
minimo del 59% tra actinidia e nocciolo nel distretto 3, ad un massimo del 143% come differenza tra nocciolo e vite nel distretto 5. Seppur le sentenze della Corte costituzionale nn. 348 e 349 del 2007 hanno giudicato i valori agricoli medi (VAM) incostituzionali (<https://www.exeo.it/>). Si evidenzia, una similitudine tra detti valori e i prezzi di compravendita nell'area in esame.

Fig. 3.13: Rappresentazione grafica VAM



FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI AGENZIA DELLE ENTRATE.

Fig. 3.12: Rappresentazione grafica VAM



FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI AGENZIA DELLE ENTRATE.

I limiti di questa tipologia di analisi sono evidenti e imputabili da una parte alla scarsa ampiezza temporale dell'analisi e dall'altra dalla scarsa veridicità dei dati dell'Agenzia delle Entrate. Nonostante ciò, questa analisi ci permette di capire la differenza di valore in maniera marcata tra i noccioleti e le tre altre colture oggetto di analisi sul territorio.

Inoltre, i VAM sono uno strumento utile alla valutazione dei terreni agricoli al fine di un investimento, l'utilità concreta scaturisce da un ipotetico confronto, in modo tale da fornirci una misura del capital gain potenziale.

3.8 Benefici collegati alla filiera del nocciolo nella Tuscia

Il termine filière ha origine nel corso degli anni '70 nell'ambito della letteratura economica francese. Esso nasce dal bisogno di individuare un nuovo approccio di analisi che consenta di superare i limiti dell'indagine di settore focalizzando l'attenzione su una unità di indagine intermedia tra il processo produttivo e il sistema economico (Fanfani et al., 1994). Da allora la sua applicazione ha interessato progressivamente un numero sempre più ampio di campi di studio. In generale, il termine filiera è collegabile ai concetti di catena e di circuito economico, di successione ordinata di fasi di produzioni che conducono alla realizzazione di ciascun bene (Scarano, 1989). Secondo alcuni (Arena, Rainelli, Torre, 1985), da un punto di vista teorico generale, la filiera può quindi essere definita come "l'insieme degli stadi che separano una materia prima o un prodotto semilavorato da un prodotto finito, potendo quest'ultimo essere oggetto di consumo intermedio o finale". Introduciamo il concetto di filiera per cercare di spiegare le implicazioni positive dell'ormai consolidata filiera corilicola nella Tuscia viterbese e quale vantaggio competitivo porta agli imprenditori agricoli che già producono nocciole e a quelli che si affacciano al settore attraverso il processo di conversione da altre colture. Il beneficio principale portato dalla costruzione della filiera corilicola viterbese è stato quello connesso alla creazione di numerose cooperative di produttori sul territorio. Le cooperative raccolgono il prodotto dagli agricoltori e in alcuni casi effettuano le prime fasi di lavorazione, quali la pulitura e l'essiccazione. Esse grazie ai fondi OCM (Organizzazione comune di mercato) riescono a captare fondi Europei PAC per facilitare l'acquisto di attrezzature specifiche, ricerca e sviluppo sulle fitopatie e sulla meccanizzazione, coordinamento di manifestazioni territoriali e rapporti con l'industria. Proprio i rapporti con l'industria dolciaria intrapresi dalle cooperative hanno attirato numerosi investimenti nella zona. Gruppi industriali quali Ferrero Hazelnut Company, Loacker e altri hanno stretto partnership e investito su impianti dediti alla trasformazione sul territorio della Tuscia. I benefici per gli imprenditori agricoli sono stati stabilità dei prezzi e richiesta di prodotto sempre elevata. Le industrie dolciarie, principali utilizzatori di nocciole, hanno premiato la bassa Tuscia per i risultati in termini di quantità e qualità prodotti negli anni. La forte spinta alla meccanizzazione e alla riduzione dei costi per ettaro degli imprenditori della zona ha creato una situazione di vantaggio competitivo verso le altre regioni produttive italiane, ma soprattutto verso competitor esteri (Turchia, Georgia e Azerbaijan) in cui lo sviluppo tecnologico e tecnico stenta ad arrivare per condizioni sociali e morfologiche dei territori. Nonostante questo grande sviluppo, ancora oggi la produzione della Tuscia non riesce a soddisfare la richiesta di nocciole da parte dell'industria

dolciaria, dato che rappresenta poco meno della metà della produzione italiana (9% della produzione italiana, FAO, 2018). L'industria dolciaria italiana assorbe circa il 40% della produzione mondiale e sopperisce alla mancata produzione di nocciole interna, con importazioni prevalentemente dalla Turchia (primo produttore al mondo). Le importazioni dalla Turchia risultano essere sempre più difficili data l'instabilità politica del paese e dalle pressioni politiche di Cina e Russia sul paese. Proprio per questo incrementare la coltivazione di nocciolo in Italia aiuterebbe sia il settore agricolo in difficoltà (mancanza di redditività), sia l'industria dolciaria riducendo la dipendenza dal mercato turco. Un ulteriore beneficio apportato dalla filiera e dalla presenza di cooperative sul territorio è dato dalla collaborazione in sinergia tra l'Università della Tuscia e le cooperative/industrie di trasformazione, in numerosi progetti. Sostanzialmente tutti i progetti sono volti all'aumento della sostenibilità del settore e in particolare si focalizzano su riduzione utilizzo acqua per l'irrigazione e lotta alle fitopatie.

4. Analisi ambientale

4.1 Introduzione al problema ambientale

Nonostante il forte interesse creato intorno alla problematica ambientale, non tutti condividono la necessità di cambiare le proprie abitudini e di impegnarsi in comportamenti a favore dell'ambiente (O'Brien, 2015). Per questo motivo il mondo scientifico si è recentemente interessato ad approfondire quali fattori spingano le persone ad intraprendere condotte meno impattanti sulle componenti ambientali. Anche se le nuove generazioni sembrano aver recepito in maniera più consona il problema, i leader mondiali stentano a trovare soluzioni. Da una parte perché le soluzioni richiedono uno sforzo notevole e investimenti in tecnologie incerte e molto rischiose, dall'altra a causa di una scarsa attenzione della classe dirigente attuale alle problematiche ambientali che spesso implicano un orizzonte temporale particolarmente lungo per manifestare i risultati di decisioni prese oggi. La ricerca ha chiaramente dimostrato che i problemi ambientali sono il risultato del comportamento dell'uomo (Cook, et al., 2013; 2016; Trenberth, 2018), e che situazioni quali l'inquinamento dell'aria, l'aumento dei gas serra, la deforestazione, e la contaminazione delle acque sono conseguenze dirette dell'impatto degli esseri umani sulla natura (IPCC, 2014). Se in passato c'era meno consapevolezza della problematica ambientale, oggi sempre più persone decidono di apportare cambiamenti al proprio stile di vita assumendo comportamenti in linea con le richieste ambientali (Ballew, et al., 2019). Alcuni studi basati sulla Self-Determination Theory (Ryan and Deci, 2017), hanno iniziato ad indagare i fattori motivazionali che portano alla decisione di avere uno stile di vita a basso impatto ambientale. In una rassegna di studi, Pelletier, Baxter, e Huta (2011) hanno osservato che quando si è intrinsecamente motivati verso comportamenti a favore dell'ambiente si tende ad intraprendere con maggiore frequenza, continuità ed impegno attività quali: riciclo, riutilizzo prodotti, risparmio energetico e di risorse. Da queste considerazioni psicologiche potrebbero nascere politiche di sensibilizzazione nei vari sistemi produttivi e in particolare nel mondo agricolo, oltre a quelle esistenti. La motivazione intrinseca, infatti, fa riferimento alla tendenza a svolgere una determinata azione per l'esclusivo piacere e la soddisfazione nel compierla (es. ridurre gli input produttivi per il piacere di migliorare la qualità dell'ambiente) e si contrappone alla motivazione estrinseca che invece è caratterizzata dalla tendenza a fare qualcosa non per la condivisione o l'interesse dell'attività, ma per ottenere una conseguenza positiva o evitarne una negativa (es. ridurre l'utilizzo di prodotti fitosanitari per evitare sanzioni). Anche la motivazione estrinseca può promuovere l'uso di stili di vita eco-sostenibili, ma generalmente questa tipologia di motivazione è efficace solo nel breve periodo e tende a

mantenere i comportamenti contingenti alla presenza dei fattori esterni (Ryan and Deci, 2017). Riprendendo l'esempio precedente, se la motivazione è prettamente estrinseca, si potrebbe osservare una riduzione delle attività di contenimento degli input appena le sanzioni non vengono più erogate. Naturalmente, queste due tipologie di motivazione non sono categorie auto-escludenti, ma descrivono maggiormente un continuum, in cui ciascuna azione può essere guidata da una serie di motivi di natura più o meno intrinseca o estrinseca (Ryan and Deci, 2017). Tuttavia, in generale, gli studi hanno messo in evidenza che, specialmente nei comportamenti a supporto dell'ambiente che risultano più difficili e quindi meno frequenti, è la motivazione intrinseca che riesce ad innescare il desiderio di intraprendere una determinata attività e che riesce a mantenerla stabile nel lungo termine, nonostante le avversità (Osbaldiston, & Sheldon, 2003). Considerata l'importanza della motivazione intrinseca, risulta quindi cruciale identificare i fattori che possono promuovere questa forma di spinta verso produzioni a basso impatto ambientale (Pelletier, 2002). Infatti, come è prevedibile, non tutti considerano la questione ambientale così fondamentale da apprezzare l'importanza di svolgere attività produttive a basso impatto ambientale. Tuttavia, in accordo con la teoria generale della SDT, i comportamenti eco-sostenibili che inizialmente sono motivati da fattori estrinseci hanno la possibilità di essere internalizzati ed integrati con i propri valori diventando gradualmente più intrinsecamente motivati (Ryan and Deci, 2017). Questo processo di internalizzazione ed integrazione è facilitato dalla presenza di contesti sociali che siano in grado di supportare la soddisfazione dei tre bisogni psicologici degli esseri umani (autonomia, competenza e relazione). Tra i contesti sociali che possono favorire o ostacolare l'internalizzazione dei comportamenti rispetto all'ambiente, risultano esserci le scelte del legislatore e della comunità di un paese che hanno la responsabilità di definire e predisporre programmi di eco-sostenibilità a livello locale e nazionale (Pelletier, 2002). Diversi studi (Lavergne, et al. 2010; Marshall, Hine, et al. 2017) hanno mostrato che la percezione che i cittadini hanno delle politiche sull'ambiente del proprio governo è in relazione alla propria motivazione e ai comportamenti pro-ambiente riferiti. Nello specifico, se il cittadino o l'imprenditore percepisce che i programmi governativi per l'ambiente sono a sostegno dell'autonomia della comunità e degli individui, tende anche ad avere maggiore motivazione intrinseca ed anche un conseguente incremento di comportamenti eco-sostenibili. Al contrario, i governi percepiti come coercitivi nell'applicare i propri programmi a ridotto impatto ambientale sono associati a maggiore motivazione estrinseca da parte dei cittadini con una minore ricaduta sulla frequenza di azioni ecologiche. Oltre al supporto all'autonomia, diversi studi (Pelletier et al., 2008; Nielsen et al., 2014) suggeriscono che, per facilitare lo svolgimento di comportamenti pro-ambiente, i governi dovrebbero iniziare un percorso di

sensibilizzazione centrato sull'impatto che il comportamento dei singoli individui possa avere sull'intera comunità. L'educazione ambientale dovrebbe quindi mettere in risalto le modalità che portano i singoli gesti ecosostenibili ad essere effettivamente d'aiuto per sé stessi, ma anche per le future generazioni. Inoltre, per facilitare l'interiorizzazione di questi comportamenti eco-sostenibili, risulta indispensabile favorire la comprensione dei processi per cui un comportamento specifico possa effettivamente funzionare e spiegare le ragioni per cui sia importante implementarlo. Allo stesso modo, fornire un quadro ampio e completo di comportamenti eco-sostenibili da poter mettere in atto per salvare il pianeta può facilitare nelle imprese la volontà di trovare la forma più adatta per iniziare il cambiamento del proprio metodo di produzione. La sostenibilità ambientale è stata definita la sfida da vincere a tutti i costi per la sopravvivenza dell'umanità (Guterres, 2019). Uno dei metodi più utilizzati negli ultimi anni nei settori più disparati, compreso quello agricolo, è il Life Cycle Assessment.

4.2 Il Life Cycle Assessment

Gli studi sul LCA (Life Cycle Assessment) in agricoltura, negli ultimi anni, sono sempre più diffusi grazie alla cresciuta esigenza delle aziende di tenere sotto controllo, dal punto di vista ambientale, i processi legati ai propri prodotti. Le aziende mirano al raggiungimento degli obiettivi derivanti dalle politiche europee di sostenibilità ambientale, che prevedono strategie volte al miglioramento dei risultati nel campo della protezione e gestione ambientale nonché l'uso di fonti di energia rinnovabile. In seguito alle problematiche di carattere ambientale che contribuiscono al progressivo deterioramento degli ecosistemi, oggi si sta rafforzando in Europa la domanda di una migliore qualità ambientale e di una maggiore efficienza dei servizi e degli impianti tecnologici permettendo di valorizzare, anche da un punto di vista economico e imprenditoriale, i prodotti, le imprese e i territori gestiti con criteri rigorosi di sostenibilità ambientale. L'analisi ambientale si basa sulla metodologia di valutazione legata all'analisi del ciclo di vita o Life Cycle Assessment (LCA). Con precisione la definizione sulla metodologia LCA, proposta dalla SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e formalizzata nella ISO 14040 (UNI EN ISO 14040, 1998), è la seguente: “è un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici e ambientali relativi a un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale”.

Fig. 4.1: Ciclo di vita dei prodotti



FONTE: [HTTP://WWW.GREENPLANNER.IT/](http://www.greenplanner.it/)

Come illustrato nella figura 4.1 il LCA include l'intero ciclo di vita del processo o attività. Le fasi di valutazione degli impatti relativi al LCA sono:

- l'estrazione e il trattamento delle materie prime.
- la fabbricazione o la produzione.
- il trasporto.
- la distribuzione.
- l'uso, il riuso e il riciclo.
- lo smaltimento finale.

Il riferimento normativo internazionale per l'esecuzione degli studi relativi al LCA è rappresentato dalle norme ISO nello specifico:

- UNI EN ISO 14040: Gestione ambientale, Valutazione del ciclo di vita, Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044: Valutazione del ciclo di vita, Requisiti e Linee guida.
- ISO 14072: Requisiti e linee guida per la valutazione del ciclo di vita delle organizzazioni.

La struttura del LCA è suddivisa in quattro momenti principali all'interno della normativa ISO 14040 in cui sono contenuti degli aspetti fondamentali da sottolineare e spiegare, come ad esempio (Rallo, 2011):

- l'oggettività del procedimento: LCA è una metodologia che si basa su diversi step ed è assolutamente volontaria. È importante che siano seguiti accuratamente tutti le singole fasi del ciclo di vita e che la valutazione derivi dall'analisi di dati scientificamente verificabili e confrontabili;
- carichi energetici e ambientali: l'oggetto della valutazione sono i carichi energetici ed ambientali imputabili ai processi o attività che portano alla produzione di un prodotto o di un servizio;
- l'intero ciclo di vita: in uno studio LCA è preso in considerazione l'intero ciclo di vita del processo o attività, ovvero gli stadi consecutivi e collegati del sistema produttivo, dall'acquisizione della materia prima, al ciclo produttivo, all'uso e allo smaltimento finale.

Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione dello studio: quali prodotti si studiano, l'unità funzionale, i confini del sistema, le assunzioni e i limiti, l'applicazione prevista e le motivazioni, a chi è indirizzato lo studio.

- Analisi d'inventario (LCI): consiste nella raccolta di dati e nelle procedure di calcolo volte a quantificare i flussi in entrata e in uscita rilevanti di un sistema di prodotto, in accordo all'obiettivo e al campo di applicazione.
- Valutazione degli impatti (LCIA): La valutazione dell'impatto del ciclo di vita ha lo scopo di valutare la portata dei potenziali impatti ambientali utilizzando i risultati dell'analisi di inventario del ciclo di vita.
- Interpretazione: è un procedimento sistematico volto all'identificazione, qualifica, verifica e valutazione dei risultati delle fasi di inventario e di valutazione degli impatti, al fine di presentarli in forma tale da soddisfare i requisiti dell'applicazione descritti nell'obiettivo e nel campo di applicazione, nonché di trarre conclusioni e raccomandazioni.

Il LCA è una metodologia di valutazione ambientale applicabile in ogni settore che fornisce una visione globale e dettagliata del sistema in osservazione, al fine di:

- evidenziare e localizzare le opportunità di riduzione degli impatti ambientali collegati alla vita dei prodotti;
- supporta decisioni interne in merito a interventi su processi, prodotti e attività;

- il LCA costituisce lo step iniziale per un'eventuale Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD);
- supportare il marketing e la comunicazione ambientale;
- approfondire la valutazione ambientale del sistema di prodotto nel contesto di un'analisi ambientale per il Sistema di Gestione Ambientale - EMAS o ISO 14001;
- identificare linee strategiche per lo sviluppo di nuovi prodotti o servizi;
- valutare e confrontare gli effetti legati a diverse politiche ambientali e di gestione delle risorse.

Nel caso oggetto di studio abbiamo deciso di focalizzare la nostra analisi solo su indicatori specifici e quindi mettere dei confini (boundaries) al campo di applicazione molto ampio del LCA, tali confini vengono posti per rendere possibile e concreta l'analisi. Nello specifico l'analisi si basa su diversi indicatori tra cui, la conversione in 1,4 DCB-EQ (1,4 diclorobenzene-equivalente) dei principali composti utilizzati nella difesa dalle avversità legate alle malattie e ai parassiti delle colture oggetto dell'analisi, l'utilizzo di acqua per l'irrigazione, utilizzo di gasolio da trazione agricolo e l'utilizzo di fertilizzanti, in particolare delle unità di azoto.

La conversione in 1,4 DCB-EQ è stata effettuata con l'ausilio del software OPENLCA (www.openlca.org).

Fig. 4.2: Software Open LCA

Impact assessment method	Impact category	Impact factor	Unit
	ecosystem quality - total	0.003560656111	points / kg
	human health - human toxicity	1.0205583445E-5	points / kg
	human health - total	1.0205583445E-5	points / kg
	total - total	0.0035708616944	points / kg
ReCiPe Endpoint (I,A)	ecosystem quality - freshwater ecotoxicity	1.6358081905E-5	points / kg
	ecosystem quality - marine ecotoxicity	1.8726216816E-8	points / kg
	ecosystem quality - terrestrial ecotoxicity	0.0034485627408	points / kg
	ecosystem quality - total	0.0034648395489	points / kg
	human health - human toxicity	9.8167993136E-6	points / kg
	human health - total	9.8167993136E-6	points / kg
	total - total	0.0034747563482	points / kg
ReCiPe Midpoint (E)	freshwater ecotoxicity	0.0088360755087	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	human toxicity	7.3625994852E-4	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	marine ecotoxicity	4.9445729944E-5	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	terrestrial ecotoxicity	0.010648875676	kg 1,4-DCB-Eq / kg
ReCiPe Midpoint (E) w/o LT	freshwater ecotoxicity	0.0088360755087	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	human toxicity	7.3625994852E-4	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	marine ecotoxicity	4.9445729944E-5	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	terrestrial ecotoxicity	0.010648875676	kg 1,4-DCB-Eq / kg
ReCiPe Midpoint (H)	freshwater ecotoxicity	0.0088360755087	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	human toxicity	7.3625994852E-4	kg 1,4-DCB-Eq / kg
	marine ecotoxicity	4.9445729944E-5	kg 1,4-DCB-Eq / kg

Fonte: Open LCA Software (www.openlca.org).

Per svolgere l'analisi abbiamo utilizzato il database Ecoinvent 3.2 in cui sono elencati i fattori di conversione in 1,4 DCB-EQ delle molecole impiegate in agricoltura e i relativi impatti potenziali su quattro diverse dimensioni ambientali:

- **Potential Freshwater Ecotoxicity:** l'ecotossicità delle acque dolci è una misura quantitativa di equivalenza tossica introdotta in passato per esprimere il potenziale danno di un'unità di sostanza chimica rilasciata nell'ambiente nei confronti dell'ecosistema d'acqua dolce.
- **Potential Marine Aquatic Ecotoxicity:** l'ecotossicità delle acque marine è una misura quantitativa di equivalenza tossica introdotta in passato per esprimere il potenziale danno di un'unità di sostanza chimica rilasciata nell'ambiente nei confronti dell'ecosistema marino.
- **Human Toxicity Potential (HTP):** la tossicità umana potenziale è una misura quantitativa di equivalenza tossica introdotta in passato per esprimere il potenziale danno di un'unità di sostanza chimica rilasciata nell'ambiente nei confronti dell'uomo. L'HTP include sia la tossicità intrinseca che le relazioni generiche da fonte a dose per le emissioni inquinanti.
- **Potential Terrestrial Toxicity:** la tossicità del suolo potenziale è una misura quantitativa di equivalenza tossica introdotta in passato per esprimere il potenziale danno di un'unità di sostanza chimica rilasciata nell'ambiente nei confronti dell'ecosistema terrestre.

4.2 Life Cycle Impact Analysis

La metodologia di impact assessment analysis utilizzata per la conversione in 1,4 DCB-EQ è ReCiPe Midpoint (E). L'obiettivo dell'impact assessment analysis è quello di normalizzare un indicatore e di porlo in un contesto ambientale adeguato (Wegener Sleeswijk et al. 2008; Laurent et al. 2011). Inoltre, la normalizzazione viene utilizzata per verificare l'incoerenza, per fornire e comunicare informazioni sulle relazioni e i significati dei risultati dell'indicatore e per prepararsi a procedure aggiuntive, come il raggruppamento, la ponderazione/durata e all'interpretazione dell'impatto (Heijungs et al. 2007; Seppälä 2007; Wegener Sleeswijk et al. 2008). Esistono due tecniche di normalizzazione separate:

- Esterna normalizzata o ricavata dal relativo contributo che essa apporta;
- Normalizzazione specifica caso per caso o interna.

La seguente equazione è adeguata a entrambi gli approcci (Finnveden et al. 2002):

$$N_i = \frac{S_i}{R_i} \quad (1)$$

dove i è la categoria di impatto, N è il risultato normalizzato, S è il risultato del sistema prodotto e R è il valore di riferimento.

L'obiettivo della normalizzazione LCIA esterna è di porre casi specifici in un contesto più ampio. Quindi, richiede informazioni dei contributori all'interno della regione di riferimento. Nella normalizzazione interna invece, dati provenienti da due diverse opzioni all'interno dello stesso studio LCA sono referenziati tra loro. La normalizzazione interna è vista principalmente come un'operazione di prerequisito per la ponderazione (Finnveden et al. 2002). Un sistema di riferimento per la normalizzazione esterna può essere scelto in base a varie dimensioni: un sistema (es. una regione, un settore economico), pezzo di sistema (es. attività in regione), ambito più esteso (es. nazione, continente), scala temporale (ad es. per anno) o scala di riferimento (es. pro capite). Valore di riferimento definito a livello regionale, basati su aree geograficamente ristrette come il caso della Toscana, sono più comunemente utilizzate (Laurent et al. 2011; Lautier et al. 2010; Wegener Sleeswijk et al. 2008). Tuttavia, i valori di riferimento possono essere definiti anche per il consumo regionale (Breedveld et al. 1999) e tali valori si basano sugli impatti generati dai materiali e dai composti utilizzati in una regione. Per i sistemi di prodotto non definiti a livello regionale, l'uso di valori di riferimento globali sono raccomandati da Huijbregts et al. 2003.

Il metodo ReCiPe, per la valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA), è stato sviluppato per la prima volta nel 2008 attraverso la cooperazione tra RIVM, Radboud University Nijmegen, Leiden University e PRé Sustainability. L'obiettivo principale del metodo ReCiPe è trasformare la lunga lista dei risultati dell'inventario del ciclo di vita in un numero limitato di punteggi legati a degli indicatori. Questi punteggi degli indicatori esprimono la gravità relativa su una categoria di impatto ambientale. In ReCiPe determiniamo indicatori a due livelli: 18 indicatori di midpoint e 3 indicatori di endpoint, ogni metodo (punto medio, punto finale) contiene fattori secondo le tre prospettive culturali. Queste prospettive rappresentano un insieme di scelte su questioni come il tempo o le aspettative che una corretta gestione o lo sviluppo tecnologico futuro possano evitare danni futuri.

- Individualista: prospettiva di breve termine, ottimismo sul fatto che la tecnologia possa evitare molti problemi in futuro.
- Gerarchico: modello di consenso, come spesso si incontra nei modelli scientifici, questo è spesso considerato il modello predefinito.
- Egualitario: prospettiva di lungo termine basato sul pensiero del principio di precauzione.

Alcuni dei vantaggi del framework ReCiPe rispetto ad altri approcci includono: L'insieme più ampio di categorie di impatto del punto medio. Ove possibile, utilizza meccanismi di impatto che hanno portata globale. A differenza di altri approcci (Eco-Indicator 99, Metodo EPS, LIME e Impact 2002+) non include i potenziali impatti derivanti da estrazioni future nella valutazione dell'impatto, ma presuppone che tali impatti siano stati inclusi nell'analisi dell'inventario. ReCiPe 2016 è un miglioramento di ReCiPe 2008 e dei suoi predecessori CML 2000 ed Eco-indicator 99. Il metodo viene aggiornato regolarmente, per incorporare nuovi dati e nuove ricerche. L'ultimo aggiornamento è ora guidato dalla Radboud University ed è stato sviluppato in collaborazione tra l'Istituto nazionale olandese per la salute pubblica e l'ambiente (RIVM), Radboud University Nijmegen e Norwegian University of Science and Technology.

4.2.1 Rassegna storica utilizzo dei fitosanitari in agricoltura

I Prodotti fitosanitari sono stati a lungo utilizzati per controllare i parassiti e le malattie in agricoltura (Carson, R., 1962). Nel 2500 a.C., i Sumeri usavano composti di zolfo per il controllo degli insetti. Successivamente a tale periodo storico, gli agricoltori cinesi trattavano le produzioni cerealicole con sostanze organiche naturali per proteggerle da insetti, topi e

uccelli, mentre composti a base di mercurio inorganico e arsenico erano usati per controllare i pidocchi e altri parassiti del corpo. Nei suoi scritti, Plinio il vecchio, raccontava dell'utilizzo di vari tipi di fumiganti, spray oleosi e unguenti allo zolfo in Grecia e nell'Impero Romano, Plinio raccomandava l'uso dell'arsenico come insetticida. L'uso diffuso di fitosanitari iniziò nei secoli XVII-XVIII in Europa: dapprima si utilizzò la nicotina e l'ossido mercurico, poi solfato di rame come fungicida all'inizio del 1800. Entro la metà del XIX secolo, ci fu la scoperta del rotenone da derris e del piretro da crisantemo, questo accompagnato da una rapida crescita nell'uso di composti inorganici e in particolare di arsenico. Il Verde di Parigi, a base di arsenito di rame, era usato per la prima volta nel 1867; la poltiglia bordolese, a base di solfato di rame e calce, è risultata efficace contro l'oidio nel 1882. La prima parte del XX secolo è stata caratterizzata dall'aumento dell'uso di composti pericolosi di arsenico, cianuro e mercurio. La maggior parte aveva un effetto ad ampio spettro di azione su parassiti e malattie. Alcuni invece, come il solfato di ferro, sono risultati avere proprietà erbicide selettive contro le infestanti. L'arseniato di calcio sostituì il Verde di Parigi negli anni '20 e gli insetticidi all'arsenico furono ampiamente usati sulle coltivazioni. Gli anni '30 videro l'inizio dell'era dei composti organici sintetici, con l'introduzione di insetticidi a base di Acile tiocianato e poi nel 1939 ci fu la scoperta delle notevoli proprietà insetticide del diclorodifeniltricloroetano (DDT). Successivamente al DDT è seguita la produzione di altri insetticidi da idrocarburi clorurati, tra i composti organoclorurati furono impiegati in agricoltura l'Aldrina, la Dieldrina, l'Eptacloro e l'Endrin tutti composti prodotti da note aziende petrolchimiche statunitensi e nello stesso periodo ci fu la scoperta degli erbicidi derivati da acidi fenossiacetici MCPA e 2,4-D. Questi prodotti sintetici sono stati molto apprezzati per la loro veloce degradazione nell'ambiente. Allo stesso tempo, i primi organofosfati (OP), come il paration e il malathion dopo l'ingresso in commercio sono risultati tossici per i mammiferi, ma allo stesso tempo si degradavano rapidamente nell'ambiente a composti secondari non tossici. Le generazioni successive di composti includevano i carbammati e i piretroidi sintetici (Lambda-cialotrina), entrambi a bassa tossicità per l'uomo, sono inclusi in essi moderni erbicidi e fungicidi, e ancora più recentemente i neonicotinoidi che sono estratti dal tabacco come la nicotina. Sebbene i dati sull'uso dei pesticidi e del mercato collegato sia frammentaria e irregolare, è generalmente chiaro che l'uso di fitosanitari sintetici in agricoltura è cresciuto costantemente, e ora ammonta a 3,5 miliardi di kg di principio attivo all'anno. I più alti tassi di crescita del mercato mondiale si sono verificati negli anni '60, per il 12% all'anno, per poi tornare a valori prossimi o al di sotto del 2% durante gli anni '80-'90, per poi salire al 3% all'anno fino al 2014. Il valore del mercato globale nel 2013 era di 45 miliardi di dollari all'anno (OECD, 2013). Gli erbicidi rappresentano il 42% di vendite, gli insetticidi

27%, i fungicidi 22% e i disinfettanti e altri prodotti agrochimici 9%. I più grandi mercati nel 2012 sono in Europa e Asia (12 miliardi di dollari ciascuno), America Latina (10 miliardi di dollari) e Nord America (9 miliardi di dollari); il mercato in Medio Oriente e Africa è di 1,5 miliardi di dollari. I costi di sviluppo dei fitosanitari sintetici sono enormi; è stato stimato che i costi per portare un singolo principio attivo sul mercato sono di 250 milioni di dollari, dopo aver sintetizzato 140.000 composti per trovare una singola molecola di successo (Lamberth C., 2013). Attualmente, la situazione riguardante l'utilizzo di prodotti fitosanitari in Cina, USA e Argentina rappresenta circa il 70% dell'uso mondiale di pesticidi in agricoltura (2,44 miliardi di kg ogni anno), con la sola Cina che utilizza la metà dei pesticidi di tutto il mondo. Sei paesi consumano ciascuno tra le 50-100 migliaia di kg (Thailandia, Brasile, Italia, Francia, Canada e Giappone) e tredici tra le 10-50 migliaia di kg (India, Spagna, Germania, Bangladesh, Turchia, Sud Africa, Russia, Cile, Vietnam, Regno Unito, Ghana, Camerun e Pakistan). Negli ultimi 20 anni, ci sono stati aumenti sostanziali di consumo di fitosanitari, con il consumo cinese che denota un trend di crescita quattro volte superiore, in Argentina di otto volte, in Brasile di tre volte, in Bangladesh cinque volte e in Thailandia quattro volte. I paesi che non avevano consumi di prodotti fitosanitari considerevoli e successivamente hanno avuto incrementi maggiori sono: Il Burkina Faso di 50 volte, l'Etiopia di 13 volte, il Ghana di 17 volte e il Camerun di otto volte. Dopo il 2015, l'uso aggregato dei prodotti fitosanitari è stabile in Germania e negli USA; ci sono state invece, notevoli riduzioni nell'uso nel Regno Unito (-44%) Francia (-38%), Giappone (-32%), Italia (-26%), Vietnam (-24%) e Danimarca (-21%). Alcuni di questi cali sono stati provocati da cambiamenti politici, in particolare nell'UE (Libro verde).

4.3 Risultati

L'analisi ambientale si articola in tre fasi:

- Analisi di impatto potenziale dei prodotti fitosanitari in agricoltura.
- Analisi di utilizzo degli idrocarburi per autotrazione.
- Analisi utilizzo acqua a scopo irriguo.
- Analisi di utilizzo dei fertilizzanti.

4.3.1 Analisi di impatto potenziale dei prodotti fitosanitari in agricoltura.

L'analisi di impatto dei prodotti fitosanitari si basa sulla metodologia di impact assessment LCIA ReCiPe Midpoint (E), l'analisi si occupa di implementare una valutazione su quattro livelli di impatto potenziale:

- Freshwater Ecotoxicity potential (Ecotossicità potenziale delle acque dolci).
- Marine Aquatic Ecotoxicity potential (Ecotossicità potenziale delle acque salate).
- Human Toxicity potential (Ecotossicità potenziale della salute umana).
- Terrestrial Toxicity potential (Ecotossicità potenziale del suolo).

I percorsi di impatto per l'ecotossicità si basano sulla combinazione di un fattore di destino ambientale, un fattore di esposizione ecologica, un fattore di effetto di ecotossicità e un fattore di danno da effetto di ecotossicità. Il fattore destino indica la distribuzione e la trasformazione delle sostanze chimiche nell'ambiente, il fattore di esposizione si riferisce alla massa chimica disciolta nell'ambiente, il fattore dell'effetto di ecotossicità indica i potenziali effetti di ecotossicità per unità di massa chimica disciolta nell'ambiente e infine il fattore di danno mette in relazione i potenziali effetti ai danni sulla qualità dell'ecosistema. Questa metodologia è comunemente utilizzata in letteratura per valutazioni ambientali di questo tipo. Per ogni coltura oggetto di analisi abbiamo estratto le molecole e i quantitativi di utilizzo medi stabiliti dal disciplinare di lotta integrata della Regione Lazio.

L'impact Analysis relativa al nocciolo ha evidenziato l'utilizzo di fitosanitari contro numerose avversità tra cui:

- Mal dello stacco ed altre.
- Marciume nero dei frutticini.
- Balanino.
- Cimice nostrana e Halyomorpha halys (Cimice Asiatica).

Le molecole utilizzate contro queste avversità sono:

- Copper Oxychloride (0,635107 kg 1,4 DCB. eq/kg).
- Thiophanate-methyl (0,0917 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- Deltamethrin (0,534120 kg 1,4 DCB. eq/kg).

Per ogni indicatore di sostenibilità abbiamo estratto i fattori di conversione in 1,4 DCB Potential e attraverso l'uso del software abbiamo provveduto alla conversione per il quantitativo utilizzato.

Il processo è stato ripetuto per le altre tre colture oggetto di analisi in base alle avversità contenute nel disciplinare di lotta integrata della Regione Lazio.

Avversità Actinidia:

- Marciume.
- Cancro Batterico.
- Halyomorpha halys (Cimice Asiatica).

Principi attivi utilizzati:

- Fosetyl Al (0,0845 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- Copper Oxychloride (0,635107 kg 1,4 DCB. eq/kg).
- Deltamethrin (0,534120 kg 1,4 DCB. eq/kg).

Avversità Vite:

- Peronospora.
- Escoriosi.
- Oidio.
- Black-root.
- Marciume del colletto.

Principi attivi utilizzati:

- Copper Oxychloride (0,635107 kg 1,4 DCB. eq/kg).
- Mancozeb (0,01372 kg 1,4 DCB. eq/kg).
- Fosetyl Al (0,0845 kg 1,4 DCB- eq/kg).

Avversità Grano Duro

- Marciume.

- Diserbo post emergenza monocotiledoni.
- Diserbo presemina.
- Diserbo post emergenza dicotiledoni.

Principi attivi utilizzati:

- Prochloraz (0,66824 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- Tebuconazole (0,41411 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- 2,4 - D (0,02929 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- Glyphosate (0,00883607 kg 1,4 DCB- eq/kg).
- MCPA (0,03631 kg 1,4 DCB- eq/kg).

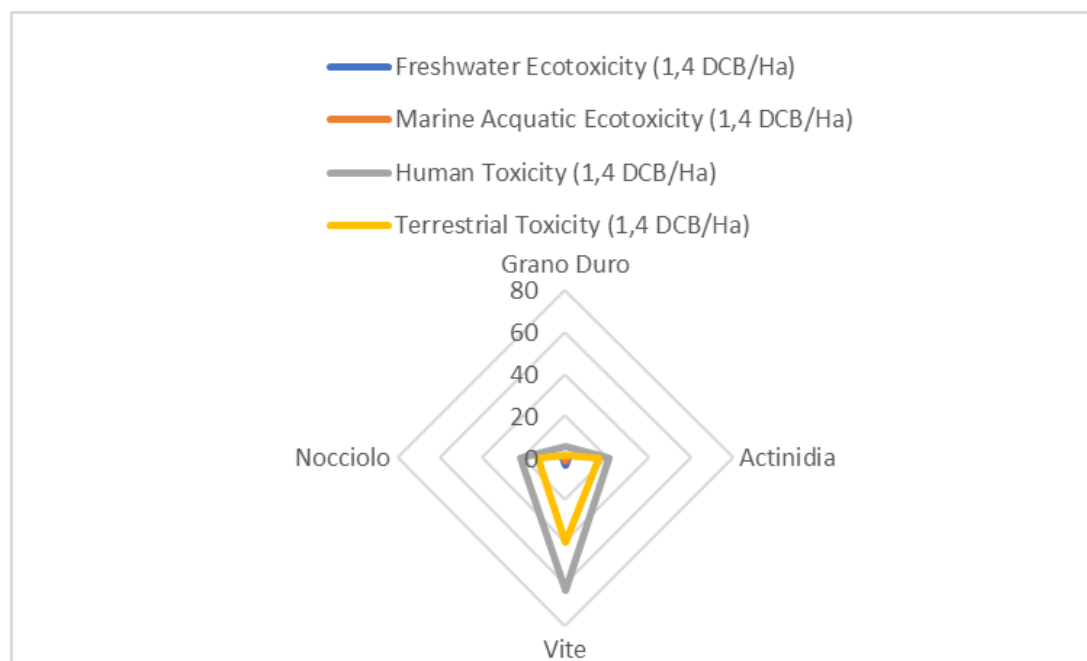
Tab. 4.1: Indicatori ambientali di impatto potenziale dei prodotti fitosanitari

Coltivazioni (inputs)	Grano Duro	Actinidia	Vite	Nocciolo
Freshwater Ecotoxicity (1,4 DCB/Ha)	0,6	1,44	3,98	1,36
Marine Aquatic Ecotoxicity (1,4 DCB/Ha)	0,002	0,64	1,9	0,65
Human Toxicity (1,4 DCB/Ha)	5,48	21,02	62,91	21,02
Terrestrial Toxicity (1,4 DCB/Ha)	1,21	16,05	40,15	13,1

Fonte. Nostre elaborazioni su dati Ecoinvent 3.2 e disciplinare lotta integrata Regione Lazio.

I risultati mostrano un impatto ridotto dei processi produttivi di Grano duro per tutte e quattro le dimensioni ambientali. Questo è dovuto anche dalla durata ridotta di questa coltura durante un'annata agraria. La pressione sull'ambiente è moderata per l'actinidia e la nocciola, dove i valori dell'impact assessment analysis si attestano su livelli simili. Per quanto riguarda la coltivazione della vite, la pressione sull'ambiente è superiore a tutte le altre, e questo maggiore impatto è dovuto principalmente dalla difficoltà di contrasto a oidio e peronospora che necessita di un numero elevato di trattamenti durante l'annata agraria.

Fig. 4.3: Rappresentazione grafica indicatori di impatto potenziale



Fonte. Nostre elaborazioni su dati Ecoinvent 3.2 e disciplinare lotta integrata Regione Lazio.

4.3.2 Indicatore di utilizzo di gasolio agricolo

Lo step successivo dell'analisi ambientale si basa su una comparazione di utilizzo degli idrocarburi nel processo produttivo della quattro colture analizzate. L'inserimento di tale indicatore è necessario all'analisi dato il forte impatto ambientale registrato dal gasolio e dagli idrocarburi in genere sull'ambiente. L'analisi utilizza i dati estrapolati dalle tabelle Utenti motori agricoli (UMA.). UMA è il nome tradizionale attribuito agli agricoltori destinatari dell'assegnazione di carburante a prezzo agevolato. L'agevolazione consistente dalla decurtazione di parte delle accise dal prezzo finale dei carburanti prezzo dei carburanti. Le accise nel tempo hanno preso il posto delle imposte di fabbricazione. L'assegnazione riflette le operazioni colturali meccanizzabili richieste dalle varie coltivazioni. Nella figura 4.4 troviamo un esempio di tabella per l'assegnazione di prodotti petroliferi agevolati in base alle lavorazioni per singola coltura. In essa son presenti i parametri utilizzati per effettuare l'assegnazione.

Fig. 4.4: Tabella dimostrativa assegnazione gasolio agricolo

Tabella "A"
Tabella con quantitativi di gasolio in l/ha salvo diversa indicazione

	Coltura	Terreni piani sciolti*		Essiccazione	Zone declivi* 20%	Terreni M. Imp.*	Terreni Tenaci*	Az. framm. e conto terzi*	Irrigazione
		T	MTS						
1	Riso	180	48	210	-----	+ 58	+ 93	+ 3,5	-----
2	Pioppeto	84	-----	-----	-----	+ 24	+ 39	+ 3,5	192
3	Frutteti, vigneti, nocciuleti, ecc.	448	-----	240**	+ 90	+ 60	+ 96	+ 3,5	400
4	Cereali Autunno, vernini se. As.	133	36	132	+ 27	+ 42	+ 67	+ 3,5	(96) soccorso
5	Seminativi irrigui, mais, mais foraggero, soia, girasole, colza	140	40	mais 280 soia 120 V	+ 28	+ 42	+ 67	+ 3,5	132
6	Barbabietole, patate	162	53	-----	+ 32	+ 50	+ 80	+ 3,5	200
7	Prati irrigabili								
	- con imp. macchine agricole	220	-----	163	+ 44	-----	-----	+ 3,5	132
	- senza impiego m. agricole	220	-----	163	+ 44	-----	-----	+ 3,5	-----
8	Prato asciutto	130	-----	81	+ 23	-----	-----	+ 3,5	-----
9	Erbai	96	-----	-----	+ 19	-----	-----	+ 3,5	66
10	Orto pieno campo generico	191	-----	-----	+ 38	-----	-----	+ 3,5	300
11	Peperone	243	-----	-----	+ 49	-----	-----	+ 3,5	300
12	Tabacco, pomodoro industriale	258	-----	-----	+ 52	-----	-----	+ 3,5	300
13	Altre ortive, e fagioli, piselli, spinaci cipolle	191	-----	-----	+ 38	-----	-----	+ 3,5	132 f I°, sp.cip. 287 f II°, pis.
14	Cavolfiore	222	-----	-----	+ 44	-----	-----	+ 3,5	148
15	Cocomero, melone	256	-----	-----	+ 51	-----	-----	+ 3,5	300
16	Lattuga, insalata	276	-----	-----	+ 55	-----	-----	+ 3,5	300
17	Menta e piante officinali	191	-----	2.200/1.300***	+ 38	-----	-----	+ 3,5	300
18	Vivai	280	-----	-----	+ 56	-----	-----	+ 3,5	300
19	Piante arboree Reg. CEE 2080/92 e misura H, PSR 2000-2006	60			+ 12	+ 30	+ 48	+ 3,5	-----
	Colture protette (floricole e orticole)	2,11/m ³ /mese	Calcolare cubatura tener conto del calendario ⁽¹⁾		-----	-----	-----	-----	-----

** solo nocciuleto
*** distillazione

⁽¹⁾ quantitativo massimo con riscaldamento superiore alle 2000 ore

Fonte. Regione Piemonte.

La normativa di riferimento è contenuta nelle seguenti leggi vigenti:

- d. leg. 504/95, 173/98.
- legge 662/96.
- d. m. 6/8/63, 12/3/92, 24/2/00.

E vengono considerati "utenti di motori agricoli" i seguenti soggetti esercenti attività agricola iscritti nel registro imprese Camera commercio, aziende agricole di istituzioni pubbliche, Consorzi di bonifica ed irrigazione che intendono acquistare benzina, petrolio, gasolio da impiegare nei motori delle macchine agricole o destinate a "generare, mediante impianti fissi, energia elettrica per gli usi delle aziende agricole" compresi:

- allevamento bestiame, compreso pollame, attuato con o senza terreno agrario;
- essiccatoi agricoli;
- sgusciatura frutta secca (nocciole, castagne, mandorle, pinoli), separazione vinaccioli, segatura legname;

- trivellazione pozzi a scopi irriguo; costruzione, manutenzione e pulizia serbatoi idrici e canali di irrigazione e di scolo, smaltimento relativi materiali di rifiuto;
- sollevamento acqua per irrigazione anche fuori azienda;
- manutenzione strade poderali ed interpoderali e di altre opere al servizio azienda;
- riscaldamento serre, uso mezzi di difesa contro gelo e brina, bruciatori di sterpaglia;
- spremitura olive aziendali, anche se effettuata in frantoi esterni;
- sfruttamento agricolo campi di aviazione e sportivi.

I mezzi che possono utilizzare i prodotti petroliferi agevolati sono: macchine agricole, isolate o con rimorchio oppure i prodotti possono essere utilizzati per il traino di macchine ed attrezzature agricole nonché per il trasporto di macchine, utensili ed attrezzature agricole, accessori funzionali per lavorazioni meccanico-agrarie, di prodotti agricoli e sostanze di uso agrario, purché trasporto di tali mezzi e prodotti avvenga:

- da azienda ad altra azienda agricola o stazione ferroviaria, o mercato, o luogo di consumo, o magazzino di raccolta, vendita o smistamento;
- da aziende agricole ad industria trasformazione e viceversa;
- da casa colonica ad azienda agricola o da podere a podere e viceversa;
- da un centro macchine conto terzi ad azienda agricola;
- da azienda agricola ad officina riparazione o prove e verifiche Ufficio motorizzazione;
- trasporto bestiame al pascolo stagionale, fiere, mercati, stazioni di riproduzione;
- trasporto di materiali per manutenzione strade poderali, casa colonica, stalle, fienile;
- trasporto masserizie lavoratori agricoli che si trasferiscono da aziende agricole ed altre;
- liquame da distribuire su terreni agricoli;
- acque destinate esclusivamente ad azienda agricola;
- prodotti dell'azienda agricola da essiccare in impianti esterni ad azienda;
- lavori di bonifica e manutenzione eseguiti da Consorzi di bonifica;
- lavori eseguiti da "imprese agro-meccaniche che effettuano a favore impresa agricola iscritta nel registro, prestazioni risultanti da documentazione attestante lavorazioni eseguite, pubblicate dalla stessa impresa agricola.

L'analisi consiste nella creazione di un indicatore di comparazione tra le quattro colture, attraverso i dati di assegnazione del gasolio per uso agricolo UMA della regione Lazio.

Tab. 4.3: Rappresentazione grafica indicatori di impatto potenziale

Coltivazioni (inputs)	Grano Duro	Actinidia	Vite	Nocciolo
Gasolio (l/Ha)	301	460	448	500

Fonte: Nostre elaborazioni dati UMA Lazio.

I risultati nella tabella 3 indicano che il nocciolo con 500 litri ad ettaro è la coltura a cui viene assegnato più gasolio, seguita da actinidia e vite a cui vengono assegnati 460 litri e 448 litri e infine troviamo il grano duro a cui vengono assegnati 301 litri ettaro.

4.3.3 Analisi di utilizzo di acqua per l'irrigazione

Altro indicatore importante per l'analisi di sostenibilità delle colture è l'utilizzo di acqua per la coltivazione nel periodo estivo. L'inserimento di tale indicatore è necessario all'analisi data la crescente attenzione dell'opinione pubblica sull'utilizzo dell'acqua, collegato a periodi di siccità sempre più rigidi dovuti dai cambiamenti climatici. L'indicatore è stato costruito utilizzando dati Arpa Lazio. L'unità di misura utilizzata è stata metri cubi di acqua ettaro. Come noto il Grano Duro non necessita di apporto di acqua irrigua per la sua coltivazione al contrario Actinidia e Nocciolo assorbono rispettivamente 2800 e 2000 metri cubi l'anno in media. Per la vite il discorso è diverso, in genere la coltivazione della vite è stata storicamente in asciutta. Tuttavia, con l'avvento del cambiamento climatico e di annate sempre più siccitose o con piogge concentrate solo in alcune parti dell'anno si è ritenuto opportuno considerare 500 metri cubi di acqua irrigua come irrigazione di soccorso. Questi valori sono raggiunti con l'utilizzo di impianti di irrigazione a goccia, che riducono al minimo l'utilizzo di acqua e ne ottimizzano i consumi.

Tab. 4.4: Rappresentazione grafica indicatori di impatto potenziale

Coltivazioni (inputs)	Grano Duro	Actinidia	Vite	Nocciolo
Acqua per irrigazione (m ³ /Ha)	0	2800	500	2000

Nostre elaborazioni su dati ARPA LAZIO

Generalmente nel viterbese, data da scarsità di corsi di acqua superficiale idonei, la fonte di attingimento irrigua prevalente sono le falde sotterranee emunte mediante pozzi ad uso irriguo.

Nella regione Lazio come nel resto dell'Italia esiste una normativa che regola la realizzazione di nuovi pozzi artesiani:

- REGIO DECRETO 11 dicembre 1933, n. 1775.
- Legge n.36 del 05/01/1994.
- LR n. 53 del 11/12/1998.
- D.Lgs n.152 del 03/04/2006.

La prima legge di regolamentazione in materia di pozzi artesiani è risalente ai tempi in cui in Italia regnavano i Savoia. Si tratta infatti di un “Decreto Regio” nel quale si stabilisce che chiunque sia la proprietà del fondo dove va realizzato il pozzo per esigenze di approvvigionamento idrico può liberamente prelevare l'acqua nelle falde sottostanti la proprietà, limitandosi a rispettare i confini catastali, e le altre imposizioni contenute nel Codice civile. Il testo continua dicendo che ovviamente l'opera da realizzare deve essere messa in atto rispettando tutti i canoni di opera ben fatta. La normativa generale è trattata nel decreto sopra citato, tuttavia in tempi più recenti allo stesso si è legiferato varie volte sia a livello statale che a livello regionale, e nella fattispecie nella regione Lazio dove si è suddiviso il tema in Grandi derivazioni e piccole derivazioni. La normativa in maniera progressiva ha introdotto procedure, permessi e vincoli (idrogeologico, oppure parchi tutelati) per la realizzazione di pozzi che hanno reso la costruzione di essi sempre più difficile. La realizzazione di un pozzo attualmente necessita di una consulenza tecnica, generalmente da parte di un geologo, che mediante una procedura di geolocalizzazione sulla planimetria precisa l'esatta posizione del pozzo, l'assenza di vincoli e da una relazione tecnica comprovante la reale necessità di approvvigionamento di acqua. Di solito la Regione Lazio entro il periodo di 60 giorni dalla presentazione della domanda risponde in materia, in mancanza della risposta vige la regola del cosiddetto silenzio assenso. Il D.Lgs 152/2006 ha stabilito l'apparato sanzionatorio sulla realizzazione di pozzi e in particolare ha stabilito all'art. 133 l'obbligo di installazione di un contatore detto “misuratore volumetrico”, la mancata installazione comporta una multa da 1500 a 6000 euro. Data l'attuale complessità alla realizzazione di un pozzo artesiano e dato l'apparato sanzionatorio stabilito dal D.Lgs 152/2006, le scelte di investimento in una coltura rispetto all'altra sono vincolate dalla possibilità di beneficiare di un pozzo e dall'autorizzazione ad utilizzarlo ai fini irrigui.

4.3.4 Analisi di utilizzo dei fertilizzanti

L'ultimo indicatore utile alla nostra analisi ambientale indica il livello di utilizzo di fertilizzanti tra le quattro colture e in particolare si concentra sull'impiego nel processo produttivo di azoto. L'inserimento di tale indicatore è necessario all'analisi dato il forte impatto ambientale registrato dall'azoto nel corso del tempo. In particolare, l'azoto reattivo crea una serie di impatti ambientali dannosi e il suo eccesso contribuisce in primo luogo al cambiamento climatico. (<https://www.sinab.it/>). L'indicatore è stato costruito con l'ausilio del software tools di Excel Fert Office v1 19. La tipologia di suolo utilizzata nell'analisi è il terreno vulcanico. Questa tipologia di suolo è la più diffusa nell'area del viterbese ed è generalmente la più adatta alla coltivazione in primis del nocciolo, ma in generale per tutte le colture a differenza della vigna che non ha risultati buoni su terreni vulcanici nella zona.

Nella tabella 5 troviamo l'analisi di terreno su cui abbiamo basato la nostra analisi. Questa analisi è stata effettuata nel rispetto del D.M. Agricoltura e Foreste del 13/09/99. L'analisi è stata effettuata attraverso il campionamento di una porzione di suolo prelevata in maniera mirata che sarà la base per definire quali materiali (sostanza organica e concimi minerali) sarà necessario somministrare al terreno stesso per poterne migliorare struttura e fertilità. L'analisi è stata effettuata nel comune di Corchiano in provincia di Viterbo. Come possiamo notare siamo in presenza di un terreno a Ph leggermente acido, con presenza elevata di microelementi e soprattutto di potassio scambiabile, che unitamente all'assenza di calcare creano le condizioni ottimali per la coltivazione del nocciolo. Tuttavia, questa tipologia di terreno per raggiungere un grado di fertilità idoneo alla coltivazione ha bisogno di un'integrazione con azoto (N).

Tab.4.5: Rappresentazione grafica analisi terreno

RISULTATI ANALITICI

<i>Parametro ricercato</i>	<i>Metodo analitico</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore ottenuto</i>	<i>U.M.</i>	<i>Valore ottenuto</i>
Sabbia	D.M. 13/09/99 II.5	g/Kg	695	/	/
Limo	D.M. 13/09/99 II.6	g/Kg	174	/	/
Argilla	D.M. 13/09/99 II.7	g/Kg	131	/	/
Tessitura	/	/	medio impasto	/	/
pH	D.M. 13/09/99 III.1	/	7,78	/	/
C.S.C.	D.M.13/09/99 XIII.2	meq/100	18,1	/	/
Calcare totale	D.M.13/09/99 V.1	g/kg	240	/	/
Calcare attivo	D.M.13/09/99 V.2	g/kg	22	/	/
Sostanza organica	D.M.13/09/99 VII.3.1	g/kg	16	/	/
Azoto totale	D.M.13/09/99 XIV.2	g/kg	1,1	/	/
Fosforo assimilabile	D.M.13/09/99 XV.1	mg/kg	9	meq/kg	0,291
Potassio scambiabile	D.M.13/09/99 XIII.3	mg/kg	117	meq/kg	2,993
Calcio scambiabile	D.M.13/09/99 XIII.3	mg/kg	3184	meq/kg	159,200
Magnesio scambiabile	D.M.13/09/99 XIII.3	mg/kg	112	meq/kg	9,333
Sodio scambiabile	D.M.13/09/99 XIII.3	mg/kg	30	meq/kg	1,305
Conducibilità elettrica	D.M.13/09/99 IV.1	us/cm	189	/	/

Fonte: Laboratorio Analisi Dr. M. Ricciarelli e Bavicchi S.p.a.

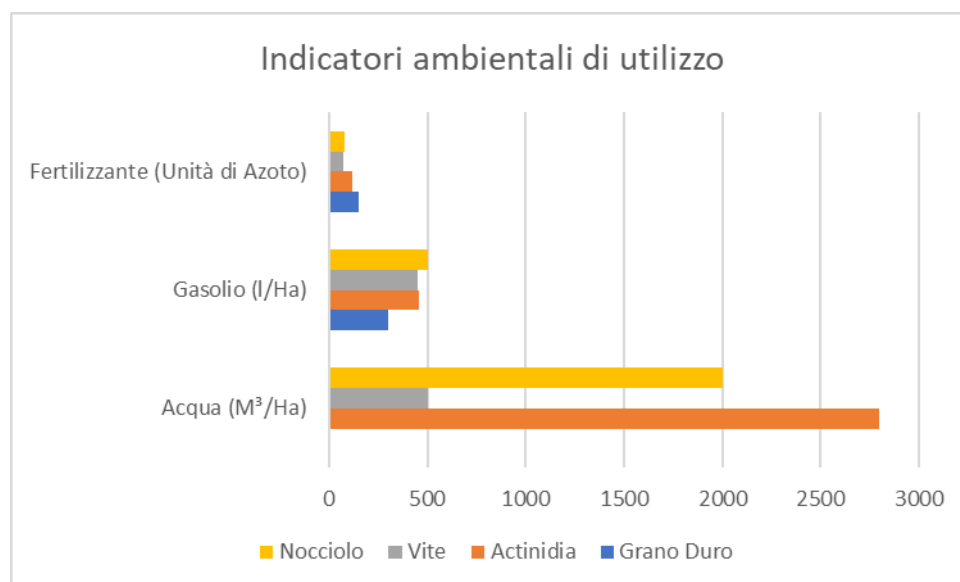
La simulazione con il software tools di Excel Fert Office (Reg. Emilia-Romagna Piano di fertilizzazione 2019) ha evidenziato la necessità di apportare 120 unità di azoto ettaro per la corretta coltivazione del Grano Duro e vite, 80 unità ettaro per le nocciole e 75 unità ettaro per l'actinidia. I valori di apporto di azoto sono correlati con le rese in kg a ettaro delle colture, maggiore sarà la resa maggiore sarà l'apporto di azoto necessario. Il software, basato su Excel, ci permette di identificare attraverso gli aspetti chimici, fisici, e biologici del terreno la quantità di fertilizzante idonea alla coltivazione. Essi vanno valutati in previsione delle operazioni da realizzare in campo e sintetizzati nel piano di fertilizzazione, che definisce quantità, tempi e modalità di impiego dei fertilizzanti per coltura e per anno. (Biolchini et al. 2019).

Tabella 4.5: Necessità di apporto di azoto per coltura

Coltivazioni (inputs)	Grano Duro	Actinidia	Vite	Nocciolo
Fertilizzante (Unità di Azoto)	150	120	70	80

Fonte: Nostre elaborazioni su dati Fert Office v1 19 Regione Emilia-Romagna

Fig. 4.6: Rappresentazione grafica indicatori di impatto potenziale



Fonte: Nostre elaborazioni.

La figura 5 riassume graficamente i tre indicatori ambientali collegati all'utilizzo di fertilizzante, gasolio agricolo e acqua. La figura ci permette di confrontare le quattro colture in modo da capire i vari livelli di utilizzo tra di esse.

4.4 Sviluppi futuri

In questa parte discuteremo delle implicazioni di un trade off tra economia e ambiente nell'ambito della nostra analisi. Scaturisce la necessità di trovare il modo migliore per affrontare la natura multiforme della sostenibilità economica e ambientale. La sostenibilità è il paradigma del nostro tempo, ma il suo utilizzo come guida alla pianificazione o al processo decisionale è offuscato dalla sua ambiguità e dalla molteplicità delle definizioni in uso. Il trade off tra economia e ambiente nella maggior parte delle ipotesi si riduce a tre concetti fondamentali: stabilità ambientale, equità intergenerazionale ed efficienza economica. Tuttavia, rimane difficile collegare questi termini ad azioni e decisioni concrete. L'unico modo di trovare un approccio decisionale per raggiungere un trade off in agricoltura è quello delle analisi basate su criteri multipli. Come abbiamo visto nel primo e nel secondo capitolo esistono diversi indicatori economici e ambientali che ci permettono di valutare la sostenibilità e di compararla tra diverse ipotesi. Tuttavia, deve essere chiaro che una definizione di agricoltura sostenibile è sfuggente, forse addirittura irraggiungibile. Si basa tutto sul raggiungimento di un bilanciamento tra economia e ambiente al fine di creare un equilibrio tra risultati economici positivi e salvaguardia dell'ambiente. Nelle colture estensive la scelta delle rotazioni colturali come sistema di diversificazione e di riduzione della biodiversità ha dato risultati notevoli. Tuttavia, nelle colture pluriennali questo non è possibile. Una soluzione possibile per il raggiungimento di un equilibrio tra economia e ambiente può essere ricercata nello sviluppo della lotta integrata (Integrated Pest Management), cioè investire in ricerca di sistemi di ottimizzazione degli input senza inficiare sulla produttività e allo stesso tempo incoraggiare le tecniche di sovescio o inerbimento nei frutteti.

Fig. 4.7: Inerbimento in noccioleto



Fonte: Noccioleto in Provincia di Viterbo.

In particolare, sul nocciolo si potrebbe accrescere la sostenibilità ambientale potenziale attraverso la tecnica della micorrizzazione delle radici. Tale scelta deve prevedere un'attenta valutazione dell'adattabilità delle varietà finora diffuse nei vari ambienti di coltura tenendo in considerazione gli aspetti di sostenibilità, inclusa quella economica. Una delle tecnologie emergenti e di maggior interesse nell'ambito dell'agro-sostenibilità è l'uso dei microorganismi simbiotici e in particolare dei funghi micorrizici. Il meccanismo d'azione di tali funghi consiste nel creare superfici di scambio nutrizionale con l'ospite, in cui la micorriza assorbe dal terreno nutrienti poco mobili per cederli alla pianta e ricevere in cambio fotosintati (zuccheri in primis). Il fungo micorrizico forma una vasta rete miceliare extra-radiale che consente di esplorare un volume di suolo notevolmente maggiore di quanto può fare la radice da sola, aumentando notevolmente la quantità di acqua e sostanze nutritive raggiungibili. Nelle micorrize arbuscolari, le ife intra-radicali producono piccole strutture ramificate di breve vita, dette arbuscoli, responsabili degli scambi nutrizionali tra i due simbiotici, mentre le ife extra-radicali hanno funzione di assorbimento dei nutrienti e del fosforo in particolare, la cui disponibilità si riduce nei suoli con pH acido ed alcalino per effetto del fenomeno della retrogradazione (Pallioti et al., 2018). I benefici ambientali sono caratterizzati dalla maggiore biodiversità

ottenuta dall'introduzione dei funghi micotici nel terreno, che si uniscono ai benefici economici legati alla possibilità di utilizzare tartufi neri come funghi micorrizici.

Fig.4.8: Esempio di micorrizzazione di nocciolo con tartufo nero

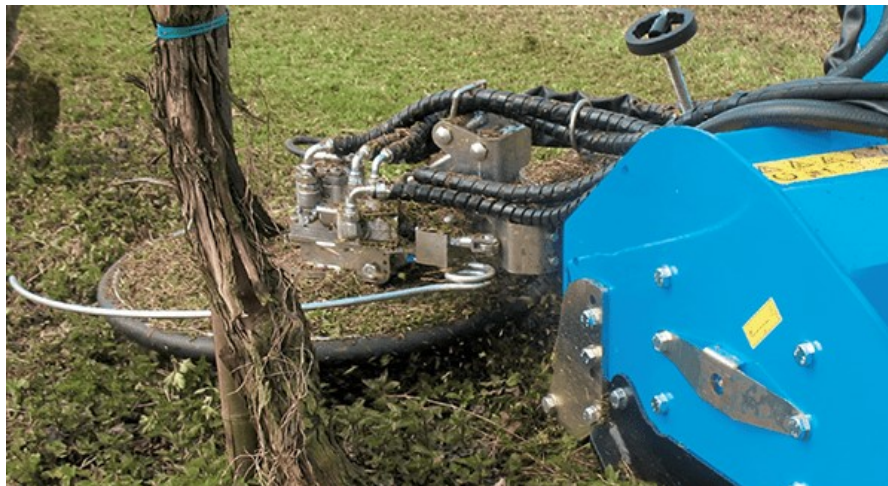


Fonte: tartufaie.it

Creando così la possibilità, generalmente per piccole medie aziende di implementare un processo di diversificazione economica delle produzioni, unitamente ai benefici di crescita e salubrità delle piante, con un probabile ingresso in produzione anticipato rispetto ai tempi normali. La sostenibilità deve essere intesa come un concetto guida al processo decisionale pratico in agricoltura, sia all'interno che all'esterno dell'azienda agricola.

Il problema delle infestanti nei frutteti è risolto attraverso l'utilizzo di trincia erba con soluzioni meccaniche interfilari, che permettono di ridurre a zero l'utilizzo di diserbanti. A differenza delle colture annuali o ortive in cui l'utilizzo è quasi sempre necessario.

Fig. 4.9: Esempio di dico interfilare per il contenimento delle infestanti



Fonte: Agronotizie.com.

Altro sistema di riduzione degli input chimici è collegato alla sostituzione intera o parziale dei fertilizzanti chimici con liquame, ammendante o stallatico di origine vegetale o animale. Nei limiti di legge stabiliti nella Regione Lazio dal Regolamento regionale 9 febbraio 2015 n. 1.

Fig. 5: Esempio di spandimento localizzato di pellettato da reflui zootecnici



Fonte: Agrinotizie.com.

I benefici ambientali ed economici di tale pratica sono evidenti sia dal punto di vista agronomico sia dal punto di vista della creazione di un'economia circolare tra aziende agricole. Da una parte il beneficio dello smaltimento dei reflui zootecnici in esubero e dall'altra la riduzione dei costi e degli input chimici. Tali tecniche possono aumentare la sostenibilità

ambientale delle produzioni arboree nel breve e nel lungo periodo senza intaccare la produzione e la qualità del prodotto finale. Al di fuori delle pratiche agronomiche i metodi per aumentare la sostenibilità economica e ambientale sono molteplici, il metodo principale è favorire la trasformazione in loco dei prodotti. Se per il vigneto tale pratica è ormai molto diffusa per prodotti come la nocciola il discorso cambia. La barriera principale alla trasformazione in loco delle nocciole è rappresentata dalle economie di scala. La locuzione economie di scala è usata in economia per indicare la relazione esistente tra aumento della scala di produzione e diminuzione del costo unitario del prodotto. Il costo unitario è dato dal costo totale diviso per la quantità prodotta e corrisponde al costo medio.

Considerazioni conclusive

Questo studio ha analizzato i processi di intensificazione nelle produzioni agricole e in particolare un'analisi empirica sulla conversione tra colture annuali e colture pluriennali nella Tuscia viterbese. A tal fine, è stata condotta un'indagine quantitativa attraverso interviste a esperti del settore e analisi di dati da numerose banche dati afferenti al tema, il tutto per verificare l'influenza di vari fattori (economici e ambientali) sull'ipotetico processo di conversione da seminativi a frutteti. Tuttavia, è importante tenere presente che questa ricerca si è concentrata esclusivamente su indicatori collegati alla produzione e trascura i processi a monte e a valle dell'attività produttiva. Una volta messi a fuoco anche i fattori economici, ambientali e sociali che possono entrare in gioco allargando l'analisi, i risultati potrebbero variare. Per questo motivo, nessuna dichiarazione generale o assolutamente oggettiva può essere fatta nelle analisi di questo tipo, dato che una singola avversità o un singolo evento potrebbero sconvolgere l'analisi sia in termini economici che ambientali, non è possibile elaborare una teoria unica valida per ogni caso possibile.

L'analisi economica si divide in analisi patrimoniale e reddituale. Per la prima si è fatto riferimento alla variazione patrimoniale come conseguenza del mutato valore dei terreni, mentre per quella reddituale i budget colturali relativi all'intero ciclo di vita degli investimenti. L'analisi ambientale si basa sull'implementazione di un'analisi degli input connessa alle norme ISO 14040 e 1044 relative al Life Cycle Assessment (LCA). Questo approccio è stato oggetto di vari contributi in letteratura, anche con applicazioni specifiche in ambito agricolo (Bessou et al. 2013), seppur non manchino contributi che ne mettono in evidenza i limiti metodologici nelle applicazioni relative alla produzione frutticola per il numero limitato di categorie di impatto valutate, e il punto di vista ristretto sulla fase di produzione di un frutteto (Goossens et al., 2017). L'analisi sviluppa un approccio di tipo relativo, cioè considera solo le differenze tra variabili nelle alternative ipotizzate. L'impatto a livello patrimoniale è stato concretizzato nell'analisi delle differenze dei Valori Agricoli Medi tra seminativi e nocciuleti nelle zone a maggiore vocazione della bassa Tuscia, e mostra come il passaggio a nocciolo determini un rilevante incremento del valore del capitale fondiario (seppur al lordo dei costi di impianto per la conversione a nocciuleto). I VAM del nocciolo sono poi stati confrontati con quelli delle altre due colture arboree in esame. Anche in questo caso il nocciolo risulta avere valori molto superiori, nonostante i minori costi di impianto rispetto all'actinidia e alla vite. Nonostante i limiti dettati dall'incostituzionalità e dal discutibile metodo di costruzione i VAM risultano ad

oggi uno dei pochi metodi di valutazione dei prezzi dei terreni agricoli per coltivazione presente.

A livello finanziario tutte le colture arboree considerate, ad eccezione della vite, permettono il raggiungimento di un livello reddituale positivo, e sicuramente più interessante della coltura erbacea annuale (grano duro). L'analisi dell'investimento relativo all'intero ciclo di produzione (35 anni), tramite il calcolo del VAN, del TIR, del periodo di ritorno dell'investimento e dell'annualità equivalente, mostra che il nocciolo risulta avere un ritorno dell'investimento migliore rispetto alle altre due colture arboree ipotizzate. I valori del VAN sono positivi per nocciolo e actinidia, tuttavia, risultano avere valori di ritorno più alti della coltura annuale, a fronte di investimenti iniziali considerevoli e sicuramente un profilo di rischio più marcato per effetto dell'immobilizzazione di capitali e il lungo orizzonte temporale dell'investimento.

A livello ambientale l'analisi si è concentrata sui fattori di produzione differenziali tra le diverse colture: prodotti fitosanitari, fertilizzanti, gasolio agricolo e acqua per l'irrigazione. Per quanto riguarda i prodotti fitosanitari, abbiamo convertito le quantità medie permesse nel disciplinare di lotta integrata della regione Lazio, in 1,4 diclorobenzene (1,4 DB) con il metodo specifico di valutazione di impatto ReCiPe Midpoint E (Huijbregts et al 2016). Data l'esigenza di valutare l'impatto di tali prodotti sui vari ecosistemi abbiamo valutato la tossicità umana, l'ecotossicità acquatica dell'acqua dolce, l'ecotossicità acquatica marina e l'ecotossicità terrestre. I risultati mostrano come la vite mediamente è la più impattante, mentre l'actinidia e il nocciolo hanno un impatto moderato. Il grano duro, tuttavia, è connotato da un impatto minore, considerata anche la sua presenza in campo parziale durante l'anno. L'assegnazione di gasolio agricolo in agricoltura vede il nocciolo al primo posto come assegnazione di litri per ettaro seguito da actinidia e vite con un valore in litri molto simile, chiude il grano duro con un beneficio di assegnazione minore alle altre colture.

Per quanto riguarda i fertilizzanti, l'actinidia e il grano duro risultano essere le colture che necessitano di maggiori quantità di input, rispetto alle altre due colture arboree. L'utilizzo di acqua per irrigazione è nullo per i seminativi mentre assume valori positivi per le tre colture arboree. Dato il processo di cambiamento climatico, che in media ha inasprito i periodi di siccità, l'esigenza dell'irrigazione di soccorso si è estesa infatti anche alla vite. Per i noccioli risulta un uso moderato di acqua mentre, al contrario, per l'actinidia vi è la costante necessità di impiegare grossi volumi di acqua per raggiungere rese accettabili.

Nel complesso il presente contributo aggiunge dettagli alle precedenti analisi sull'impatto dei processi di intensificazione delle produzioni agricole. Dai risultati emerge come il passaggio alle colture arboree determini un aumento moderato della pressione sull'ambiente. Ciò soprattutto per la vite e, meno, per l'actinidia e il nocciolo rispetto al grano duro.

Nonostante esista una forte convenienza economica all'intensificazione produttiva tramite introduzione di colture arboree (in primis con il nocciolo e a seguire con l'actinidia), si riscontrano, tuttavia, minori costi di investimento per il nocciolo. Dal punto di vista ambientale i risultati mostrano un aumento moderato dell'impatto ambientale delle colture arboree rispetto alla coltura erbacea tradizionale, principalmente da ascrivere alla vite, e in misura minore all'actinidia e al nocciolo. Nel complesso possiamo evidenziare l'esistenza di un trade-off generato dalla sostituzione, data la forte convenienza economica a discapito di un aumento moderato dell'impatto ambientale.

Oltre a fornire dati preziosi alla nostra analisi, le interviste agli esperti hanno mostrato l'esistenza di un'elevata distanza sociale tra gli agricoltori e le persone al di fuori del settore nel territorio oggetto di analisi. Gli agricoltori sono propensi allo sviluppo tecnologico e a innovazioni sia sul campo della chimica che sulla meccanizzazione e invece la restante parte della comunità diffida da tali innovazioni e propende verso soluzioni più conservative e tradizionali. Questo risultato è coerente con l'aspettativa inizialmente espressa nell'elaborato, secondo la quale l'utilizzo delle nuove tecnologie in agricoltura è percepito negativamente dai non addetti al settore, ma come nel caso della conversione da seminativi a nocciuleti esiste un aumento dell'impatto ambientale, ma questo risulta essere limitato e poco significativo. Quindi questa percezione di rischio insita nella popolazione può essere giustificata solo da comportamenti al di fuori della norma. L'unico modo per prevenire comportamenti illeciti è creare una sinergia tra organi di controllo, imprese agricole e cooperative di produttori per trovare metodi sempre più efficaci e innovativi per far fronte alle fitopatie. Il risultato ottenuto da tale lavoro di ricerca rispecchia il quadro sociale dei giorni nostri in ambito agricolo nella zona di riferimento. Il presente studio integra la letteratura già esistente riguardante la valutazione della sostenibilità economica e ambientale nell'area di riferimento, poiché studi precedenti avevano già fornito una definizione del concetto di "sostenibilità delle produzioni agricole" ma nessuno aveva mai affrontato questo aspetto particolare. Una raccomandazione per ulteriori ricerche future potrebbe essere quella di realizzare studi mirati sull'incremento della sostenibilità nell'ambito della lotta integrata, valutare gli effetti degli incentivi al rispetto delle pratiche sostenibili in agricoltura, disegnare modelli di sostenibilità che abbracciano altre

parti del processo produttivo (trasporto, stoccaggio, trasformazione, distribuzione prodotti finiti) per determinare eventuali punti critici legati alla sostenibilità ambientale ed economica e cercare di trovare soluzione ad essi.

Ringraziamenti

Ringrazio il Prof. Alessandro Sorrentino, Prof. Simone Severini e il Prof. Attilio Coletta per avermi guidato e supportato durante il percorso di dottorato.

Un ringraziamento a Luigi Biagini per la sua guida e presenza. Un grazie a Chiara Grazini per i suoi continui attacchi e critiche. Un grazie a Eleonora Rapiti per il suo supporto.

Un ringraziamento a Francesca per essere sempre presente.

Un grazie a tutti quelli che hanno incrociato la loro vita con la mia lasciandomi qualcosa di buono.

Riferimenti bibliografici

Abel A. B., Eberly J. C. 1994. A Unified Model of Investment Under Uncertainty, *The American Economic Review*. 84, 1369–1384. ISBN 3030471063, 9783030471064.

Andersson H., Ramaswami B., Moss C. B., Erickson K., Hallahan C. e Nehring R. 2005. Off-farm income and risky investments: what happens to farm and non-farm, selected paper for presentation at the 2005 AAEA annual meeting Providence, RI July 24–27, 2005.

Arena R. – Rainelli M. – Torre A. (1985): Dal concetto all'analisi di filiera: un tentativo di chiarimento teorico, *L'Industria* n.3.

Ballew, M. T., Leiserowitz, A., Roser-Renouf, C., Rosenthal, S. A., Kotcher, J. E., Marlon, J. R., Lyon, E., Goldberg, M. H., & Maibach, E. W. 2019. Climate Change in the American Mind: Data, tools, and trends. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 61(3), 4-18. DOI: 10.1080/00139157.2019.1589300.

Beckerman, W. 2017. 'Sustainable development': Is it a useful concept? *Econ. Sustain.* 161–179. DOI:10.4324/9781315240084-11.

Begg D., Fischer S. and Dornbush R. 1991. *Economics*, 3rd edition, McGraw-Hill, London. ISBN-13: 978-0-07-112546-8, ISBN: 0-07-112546-9

Barry P. J. and Stanton B. F. (2003). Major ideas in the history of agricultural finance and farm management, Working paper Cornell University, WP 2003–02.

Bessou, C., Basset-Mens, C., Tran, T., Benoist, A. 2013. LCA applied to perennial cropping systems: a review focused on the farm stage. *Int. J. Life Cycle Assess.* 18:340–361.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-012-0502-z>.

Laura Biolchini, Chiara Ferronato, 2019. Regione Emilia-Romagna Agricoltura, Piano di fertilizzazione 2019.

Bilancieri F. 2008. Tuscia, patria italiana della nocciola, <https://agronotizie.imaginenetwork.com/>.

Birch A.N.E., Begg G.S., Squire, G.R. 2011. How agro-ecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems. *J. Exp. Biol.* 62, 3251–3261. <https://doi.org/10.1093/jxb/err064>.

Bjorn A., Chandrakumar C., Boulay A. M., Doka G., Fang K., Gondran N., Hauschild M. Z. 2020. "Review of Life-Cycle Based Methods for Absolute Environmental Sustainability Assessment and Their Applications." *Environmental Research Letters* 15 (8). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab89d7>.

Breedveld L. 2008. A Dutch Approach to the European Directive on Integrated Pollution Prevention and Control: Using Life-Cycle Assessment for the Integrated Assessment of Technologies. <https://doi.org/10.1162/108819800569780>.

Carson R. 1962. *Silent Spring*; Houghton Mifflin: Boston, MA, USA.

Cellura M., Longo S., Mistretta M. 2012. "Life Cycle Assessment (LCA) of Protected Crops: An Italian Case Study." *Journal of Cleaner Production* 28: 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.021>.

Cerutti A.K., Bruun S., Beccaro G.L., Bounous G., 2011. A review of studies applying environmental impact assessment methods on fruit production systems. *J. Environ. Manag.* 92:2277–2286. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.04.018>.

Cerutti A.K., Beccaro G.L., Bruun S., Bosco S., Donno D., Notarnicola B., Bounous G. 2014. Life cycle assessment application in the fruit sector: state of the art and recommendations for environmental declarations of fruit products. *J. Clean. Prod.* 73: 125–135. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.017>.

Chatzisyneon E., Foteinis, S., Mantzavinos D., Tsoutsos, T. 2013. Life Cycle Assessment of Advanced Oxidation Processes for Olive Mill Wastewater Treatment. *Journal of Cleaner Production*. 54. 229-234. [10.1016/j.jclepro.2013.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.013).

Chavas J. P. 1994. Production and Investment Decisions under Sunk Cost and Temporal Uncertainty, *American Journal of Agricultural Economics*. 76, 114–127. <https://doi.org/10.2307/1243926>.

Clough Y. Barkmann J., Juhbandt, J., Kessler M., Wanger T. C., Ansh A. 2011. Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **108**, 8311 LP – 8316. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016799108>.

Cook J., Nuccitelli D., Green S. A., Richardson M., Winkler B., Painting R. Skuce A. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental research letters*, 8(2), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>.

Cook J., Oreskes N., Doran P. T., Anderegg W. R., Verheggen B., Maibach E. W., Nuccitelli D. 2016. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, 11(4), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/048002>.

Conway G.R., Pretty, J. 1991. *Unwelcome Harvest: Agriculture and Pollution*; Earthscan: London, UK. <https://doi.org/10.4324/9781315066844>.

Di Mambro, 2021, *Informatore Agrario*, n. 8 2021, per i vigneti europei autorizzazione d'impianto per altri 25 anni. <https://www.informatoreagrario.it>.

Elhorst J. P. 1993. The estimation of investment equations at the firm level, *European review of agricultural economics*, 20, 167–182.

FAOStat. Rome, Italy, 2014. www.faostat.fao.org.

Fanfani R., Montresor E. 1994. "Gli strumenti interpretativi del sistema agroalimentare italiano", in G.P. Cesaretti, A.C. Mariani e V. Sodano, *Sistema agroalimentare e mercati agricoli*. Il Mulino, Bologna.

Finnveden G., Hofstetter P., Bare J.C., Basson L., Ciroth A., Mettier T., Seppälä J., Johanson J., Norris G., Volkwein S. 2002. Life-cycle impacts assessments: Striving towards best practice. Published by the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola FL, USA, 272 p.

Foteinis S., Kouloumpis V., Tsoutsos T. 2011. Life cycle analysis for bioethanol production from sugar beet crops in Greece, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 9, Pages 4834-4841, ISSN 0301-4215. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.036>.

Feichtinger G., Hartl R. F., Kort P. M., Veliov V. M. 2006. Capital accumulation under technological progress and learning: A vintage capital approach, *European journal of operational research*, 172, 293–310.

Gallerani V., Gomez y., Paloma S., Raggi M., Viaggi D. 2008. Investment behaviour in conventional and emerging farming systems under different policy scenarios, JRC Scientific and technical reports, EUR 23245 EN – 2008, ISBN 978-92-79-08348-8, ISSN 1018-5593. DOI 10.2791/94554.

Gimenez G. 2006. Investment in new technology: modeling the decision process, *Technovation*, 26, 345–350. DOI: 10.1016/j.technovation.2005.03.008.

Goossens Y., B Annaert J., De Tavernier E., Mathijs W., Keulemans a. 2017. “Life Cycle Assessment (LCA) for Apple Orchard Production Systems Including Low and High Productive Years in Conventional, Integrated and Organic Farms.” *Agricultural Systems* 153: 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.007>.

Grabowski P. 2018. Sustainable agricultural intensification and measuring the immeasurable: Do we have a choice?. In: *Routledge Handbook of Sustainability Indicators*. Routledge. p. 453-476. eBook ISBN 9781315561103.

Hay D. A., Morris D. L. 1991. Industrial economics and organization. Theory and evidence, Oxford University Press, Oxford. ISBN: 0-19-877223-8; 0-19-877302-1.

Heijungs R., Guinée J. B. 2007. Allocation and ‘what-if’ scenarios in life cycle assessment of waste management systems, *Waste Management*, Volume 27, Issue 8, Pages 997-1005, ISSN 0956-053X. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.02.013>.

Hertwich E.G., Mateles S.F., Pease W.S., McKone T.E. 2001. Human toxicity potentials for life-cycle assessment and toxics release inventory risk screening. *Environ Toxicol Chem*. 20(4):928-39. PMID: 11345472.

Hodges H.F., Whisler F.D., Acock B., Baker D.N., Fye R.E., Lambert H.E. 1986. Crop Simulation Models in Agronomic Systems, Editor(s): N.C. Brady, *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 40, Pages 141-208, ISSN 0065-2113, ISBN 9780120007400. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60282-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60282-5).

Huijbregts M.A.J. et al. ReCiPe 2016. A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization RIVM Report 2016-0104. This is a publication of: National Institute for Public Health and the Environment P.O. Box 1 | 3720 BA Bilthoven The Netherlands. <https://www.rivm.nl/en/IPCC> (2014). Climate change 2014:

synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. <https://www.ipcc.ch>.

Jodha N.S., Kasperson R.E., Mabogunje A., Matson P., Mooney H., Moore B., O'Riordan T., Svedin, U. 2001. Environment and development: sustainability science. *Science* 292, 641–642. DOI: 10.1126/science.1059386.

Jorgenson D. 1963. Capital theory and investment behaviour, *American Economics Review*.

Jorgenson, D. W. (1967). *The Theory of Investment Behaviour*, in *Determinants of Investment*. ISBN: 0-87014-309-3.

Kalogerakis N., Politi M., Foteinis F., Chatzisymeon E., Mantzavinos D. 2013. Recovery of antioxidants from olive mill wastewaters: A viable solution that promotes their overall sustainable management, *Journal of Environmental Management*, Volume 128, Pages 749-758, ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.027>.

Kates R.W. 2011. What kind of a science is sustainability science?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. DOI:108.49: 19449-19450.

Keating B.A., Carberry P.S., Bindraban P.S., Asseng S., Meinke H., Dixon J. 2010. Eco-efficient agriculture: concepts, challenges, and opportunities. *Crop Sci*, 50:S-S109. DOI:10.2135/cropsci2009.10.0594.

Koberl M., Dita M., Martinuz A., Staver C., Berg G. 2015. Agroforestry leads to shifts within the gammaproteobacterial microbiome of banana plants cultivated in Central America, *Frontiers in Microbiology*, 6, 9. DOI:10.3389/fmicb.2015.00091.

Komiyama, H., Takeuchi, K. 2006. Sustainability science: building a new discipline. *Sustain. Sci.* 1, 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0007-4>.

Lamberth C., Jeanmart S., Luksch T., Plant A. 2013. Current challenges and trends in the discovery of agrochemicals. *Science*, 341, 742–746. DOI: 10.1126/science.1237227.

Laurent A., Olsen S.I., Hauschild M.Z. 2011. Normalization in EDIP97 and EDIP2003: updated European inventory for 2004 and guidance to-wards a consistent use in practice. *Int J Life Cycle Assess* 16:401–409. DOI:10.1007/s11367-011-0278-6.

Lautier A., Ralph K., Rosenbaum M., Bare J., Roy P. O., Deschênes L. 2010. Development of normalization factors for Canada and the United States and comparison with European factors, *Science of The Total Environment*, Volume 409, Issue 1, Pages 33-42, ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.016>.

Lavergne K. J., Sharp E. C., Pelletier L. G., Holtby A. 2010. The role of perceived government style in the facilitation of self-determined and non-self-determined motivation for pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 169-177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.11.002>

Luigi R., 2005. Università degli Studi di Napoli Federico II, Facoltà di Agraria, Dipartimento di Economia E Politica, Valorizzazione E Gestione delle Risorse. Tesi “Sviluppo Rurale E Agricoltura”. <http://www.unina.it>.

Marshall G. R., Donald W. H., Miriam J. E. 2017. Can community-based governance strengthen citizenship in support of climate change adaptation? Testing insights from Self-Determination Theory, *Environmental Science & Policy*, Volume 72, 2017, Pages 1-9, ISSN 1462-9011. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.02.010>.

Meier M. S., Stoessel F., Jungbluth N., Juraske R., Schader R., Stolze M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment?. *Journal of Environmental Management*, Volume 149, Pages 193-208, ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006>.

Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali. Allegato tecnico “Piano del Settore Corilicolo” 2010/2012.

Nemecek T., Heil A., Huguenin O., Meier S., Erzinger S., Blaser S., Dux D., Zimmermann A. 2004. Life cycle inventories of agricultural production systems, Data v1.1. FAL Reckenholz, FAT Tänikon, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland. Ebook.

Nemecek, T. and S. Erzinger. 2005. Modelling representative life cycle inventories for Swiss arable crops. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 10, 1: 68–76. DOI:10.1065/lca2004.09.181.8.

Nera E., Paas W., Reidsma P., Paolini G., Antonioli F., Severini S. 2020. “Assessing the Resilience and Sustainability of a Hazelnut Farming System in Central Italy with a Participatory Approach.” *Sustainability (Switzerland)* 12 (1). <https://doi.org/10.3390/SU12010343>.

OECD. Dataset: 2013 Edition of the OECD Environmental Database. <https://www.oecd.org/>.

Osbaldeston R., Sheldon K. M. 2003. Promoting internalized motivation for environmentally responsible behavior: A prospective study of environmental goals. *Journal of environmental psychology*, 23(4), 349-357. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(03\)00035-5](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(03)00035-5).

O’Brien K. 2015. Political agency: the key to tackling climate change. *Science*, 350(6265), 1170-1171. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aad0267>.

Pallioti A., Luciani E., Frioni T., Tombesi S., Farinelli D. 2018. Nuova micorriza arbuscolare, gli effetti positivi su nocciolo. *Terra e Vita*, 28 febbraio 2018. <https://terraevita.edagricole.it>.

Palombella F. R., Rosselli F. 2007. Rapporto camera di commercio di Viterbo, Toscana Economica. <http://www.vt.camcom.it/it/>.

Pannell D. J., Schilizzi S. 1999. Sustainable Agriculture: A Matter of Ecology, Equity, Economic Efficiency or Expedience?, *Journal of Sustainable Agriculture*, 13:4, 57-66- DOI: 10.1300/J064v13n04_06.

Paolini G. 2018. Università degli Studi della Tuscia di Viterbo, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali Dafne. Tesi “Redditività e Rischiosità Dell 'Attività Corilicola Nel Viterbese”. <http://www.unitus.it>.

Pelletier L. G. 2002. A motivational analysis of self-determination for pro-environmental behaviors. In E. L. Deci, & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 205-232). Rochester, NY: University of Rochester Press. <https://psycnet.apa.org/record/2002-01702-010>.

Pelletier L. G., Vallerand R. J., Koestner, R. 2008. Reflections on self-determination theory. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3), 257–262. <https://doi.org/10.1037/a0012804>.

Pelletier L. G., Baxter D., Huta, V. 2011. Personal autonomy and environmental sustainability. In *Human autonomy in cross-cultural context* (pp. 257-277). Springer, Dordrecht. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-9667-8_12.

Petersen B., Snapp S., 2015. What is sustainable intensification? Views from experts, *Land Use Policy*, Volume 46, 2015, Pages 1-10, ISSN 0264-8377. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.02.002>.

Pezzey J. 1992. Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis. World Bank Environment Paper No 2: Washington, DC. DOI:10.1596/0-8213-2278-8.

Piacentini L., Colantoni A., Delfanti L. M. P., Monarca D., Cecchini M., Bedini R. 2015. The Hazelnut Sector of the Monti Cimini. Agro-industrial District: Economic Analysis and Development Perspectives. Vol. 1, 2015, no. 1, 1- 10. <http://dx.doi.org/10.12988/ref.2015.531>.

Polglase P., Reeson A., Hawkins C., Keryn I. P., Siggins A., Turner J., Crawford D. 2011. “Opportunities for Carbon Forestry in Australia.”. ISBN: 978-1-925039-17-7.

PRé Sustainability, 2014. Why Food Sustainability LCAs Make Up a Full 25% of All Published LCAs. URL: <http://www.pre-sustainability.com/why-25-of-LCAsare-agriculture-related> accessed 10.19.15.

Pretty J., Zareen P. B. 2015. "Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa" *Insects* 6, no. 1: 152-182. <https://doi.org/10.3390/insects6010152>.

Pretty J., Zareen P. B. 2014. “Sustainable Intensification in Agricultural Systems.” *Annals of Botany* 114 (8): 1571–96. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>.

Pretty J., Toulmin C., Williams S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. *Int. J. Agric. Sustain.*, 9, 5–24. DOI:10.3763/ijas.2010.0583.

Prokopy R., Kogan M., 2009. Chapter 139 - Integrated Pest Management, Editor(s): Vincent H. Resh, Ring T. Cardé, *Encyclopedia of Insects* (Second Edition), Academic Press, Pages 523-528, ISBN 9780123741448. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00148-X>.

Rallo C. 2011. “Applicazione Della Metodologia Life Cycle Assessment Al Passito Di Pantelleria.” Alma Mater Studiorum Università di Bologna. <https://www.unibo.it>.

Ryan R. M., Deci E. L. 2017. Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Publications. <https://doi.org/10.1521/978.14625/28806>.

Rocha J. C., Mazzeo N., Piaggio M., Carriquiry M. 2020. Seeking sustainable pathways for land use in Latin America. *Ecol. Soc.* 25. DOI:10.5751/ES-11824-250317.

Ronchi D., 2021. Le scelte di investimento delle aziende agricole e la PAC post-2013: valutazione di scenari mediante un modello real options. Alma mater studiorum – Università di Bologna. <https://www.unibo.it>.

Sala S., Ciuffo B., Nijkamp P. 2015. A systemic framework for sustainability assessment, *Ecological Economics*, n.119, 314-325. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015>.

Sala S., Reale F., Cristóbal-García J., Marelli L., Rana P. 2016. *Life Cycle Assessment for the Impact Assessment of Policies. Life Thinking and Assessment in the European Policies and for Evaluating Policy Options*. Joint Research Centre. Vol. 28380. <https://doi.org/10.2788/318544>.

Saraceno E. 1999. The Evaluation of Local Policy Making in Europe: Learning from the LEADER Community Initiative. *Evaluation*, 5(4):439-457. DOI:[10.1177/135638999400830101](https://doi.org/10.1177/135638999400830101).

Seppälä J. 2007. On the meaning of fuzzy approach and normalisation in life cycle impact assessment. *Int J Life Cycle Assess* 12, 464. <https://doi.org/10.1065/lca2006.12.301>.

Smith R. G., Mitchell C. H., Meagan E. S., Lesley W. A., Mortensen D. A., 2017. Agriculture in 2050: Recalibrating Targets for Sustainable Intensification, *BioScience*, Volume 67, Issue 4, Pages 386–391, <https://doi.org/10.1093/biosci/bix010>.

Sonnemann G., Gemechu E. D., Sala S., Schau E. M., Allacker K., Pant R., Valdivia S. 2021. Life Cycle Thinking and the Use of Lca in Policies Around the World. In *Life Cycle Assessment* (pp. 429-463). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01893-2>.

SWG (2019). Lotta contro i cambiamenti climatici. <https://www.swg.it>.

Tagliavini M., Ronchi B., Grignani C., Corona P., Tognetti R., Dalla Rosa M., Sambo P. 2019. Intensificazione Sostenibile. Strumento per Lo Sviluppo Dell’agricoltura italiana. <http://hdl.handle.net/2067/44665>.

Thijssen G. J. 1996. Farmers’ investment behavior; an empirical assessment of two specifications of expectations. *American journal of Agricultural Economics* 78, 147–166. Handle: RePEc:oup:ajagec:v:78:y:1996:i:1:p:166-174.

Tiezzi S. 1999. External effects of agricultural production in Italy and environmental accounting. *Environ. Resour. Econ.* 13, 459–472. DOI: 10.1023/A:1008299301169.

Tittonell P., 2014. “ScienceDirect Ecological Intensification of Agriculture — Sustainable by Nature.” *Current Opinion in Environmental Sustainability* 8: 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>.

Trenberth K. E. 2018. Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 36(4), 463-481. DOI: <https://doi.org/10.1080/02646811.2018.1450895>.

Turra F. M. 2016. “Analisi Dei Fattori Che Influenzano Il Valore Della Terra Nelle Aspettative Dei Venditori.” Università degli Studi di Padova. <https://www.unipd.it>.

Van Tongeren, F. 2008. *Agricultural Policy Design and Implementation*, Oecd, Paris. <https://doi.org/10.1787/18156797>.

Wang Z., Xin T. 2010. “Research of Investment Evaluation of Agricultural Venture Capital Project on Real Options Approach.” *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 1: 449–55. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2010.09.056>.

Wegener S. A, Oers V., Guinée J.B., Struijs J., Huijbregts M.A.J. 2008. Normalisation in product life cycle assessment: an LCA of the global and European economic systems in the year 2000. *Sci Total Environ* 390(1):227–240. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.09.040.

Zhang, W.J., Jiang F.B., Ou J.F. .Global pesticide consumption and pollution: With China as a focus. *Proc. Int. Acad. Ecol. Environ. Sci.* 2011, 1, 125–144. <http://www.iaees.org>.

Sitografia

<https://agronotizie.imaginenetwork.com>

<https://www.agenziaentrate.gov.it/>

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

<https://www.csqa.it/>

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

<http://www.pre-sustainability.com>

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

<https://www.fridaysforfutureitalia.it/>

<https://www.stateofmind.it/>

<https://www.ipcc.ch/>

<https://www.bo.camcom.gov.it/>

<https://www.regione.lazio.it/>

<https://lc-impact.eu/>

https://ec.europa.eu/fadn_en/

<http://www.arpalazio.gov.it/>

<https://www.istat.it/>

<https://www.isprambiente.gov.it/>

<https://www.fao.org/>

<https://www.oecd.org/>

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

<https://www.ismea.it/>

<https://www.facma.it/>

<https://www.provincia.bz.it/>

<https://www.regione.lazio.it/>

<https://www.swissinfo.ch/>

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

<https://www.exeo.it/>

<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/>

<https://www.regione.piemonte.it/>

<https://www.labricciarelli.it/lwp/analisi/>

<https://www.bavicchi.it/>