



PSR 2014-2020

Il contributo dell'agricoltura biologica per lo sviluppo sostenibile delle aree rurali

AGRICOLTURA BIOLOGICA & TERRITORIO

(risultati preliminari dicembre 2016)

RETERURALE
NAZIONALE
20142020

**Documento realizzato nell'ambito del
Programma Rete Rurale Nazionale**

Scheda attività CREA 5.2

Agricoltura biologica WP2

Autorità di gestione: Ministero delle
politiche agricole alimentari e forestali
Ufficio DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

CREA

Politiche e Bioeconomia (PB)

Agricoltura e Ambiente (AA)

Orticoltura e Florovivaismo (OF)

Colture arboree (CA)

Autori

Carla Abitabile (PB), par.1.1 e 1.2

Andrea Arzeni (PB), par.1.5, 3,4 e 5

Gabriele Campanelli (OF), par.2.2

Stefano Canali (AA), par.1.3

Mariangela Diacono (AA), par.2.1

Fabrizio Leteo (OF), par.2.2

Francesco Montemurro (AA), par.2.1

Giancarlo Rocuzzo (CA), par.2.3

Laura Viganò (PB), par.1.4

Collaboratori

Antonella Bodini (PB)

Giovanni Dara Guccione (PB)

Tommaso Potenza (PB)

Impaginazione e grafica

Anna Lapoli

Progettazione grafica

Roberta Ruberto

INDICE

Introduzione	2
1. L'agricoltura biologica e il contesto territoriale	3
1.1 La valutazione della sostenibilità delle attività agricole	3
1.2 Metodologie per la misurazione della sostenibilità	7
1.3 Indicatori della sostenibilità ambientale dell'agricoltura biologica	10
1.4 Le relazioni tra agricoltura biologica e società	18
1.5 Misurare la sostenibilità: limiti operativi	29
2. La sperimentazione nei dispositivi aziendali	32
2.1 Metaponto (Basilicata)	33
2.2 Monsampolo del Tronto (Marche)	43
2.3 Lentini (Sicilia)	54
3. Dall'azienda al territorio	56
3.1 Le fonti informative	56
3.2 La spazializzazione dei dati	57
3.3 Gli strumenti di analisi spaziale	60
4. I risultati preliminari	63
4.1 La diffusione territoriale dell'AB	63
4.2 I fattori associati alla sostenibilità	76
4.3 I risultati di sintesi	80
5. Considerazioni finali	85

Introduzione

Lo sviluppo territoriale dell'agricoltura biologica (AB) è influenzato da numerosi fattori tra i quali giocano un ruolo rilevante gli incentivi comunitari erogati tramite i PSR sotto forma di pagamenti agro ambientali.

Come noto, questi incentivi hanno l'obiettivo di compensare gli agricoltori biologici per i maggiori costi e il mancato guadagno del metodo biologico rispetto al convenzionale, tuttavia, da più parti si sostiene che i pagamenti dovrebbero essere finalizzati a remunerare i beni e servizi di interesse collettivo che l'agricoltura biologica produce e che il mercato non è in grado di riconoscere. D'altra parte, l'attuale metodo di calcolo dei pagamenti non è in grado di valorizzare i benefici collettivi prodotti dalle attività biologiche per una serie di motivi, tra i quali:

- è riferito alla scala regionale ed è pertanto una media di tipologie produttive aziendali e territoriali molto differenti;
- molti dei benefici prodotti dal biologico non sono presi in considerazione, come, ad esempio, gli effetti positivi sulla fertilità dei terreni o sulla biodiversità agraria.

La conseguenza di queste ed altre limitazioni è che i pagamenti agro-ambientali non sono da soli in grado di stimolare uno sviluppo dell'AB coerente con le caratteristiche territoriali. Infatti può accadere che in aree in cui il metodo biologico può contribuire a mitigare un problema ambientale, gli agricoltori non sono propensi a convertire le aziende in quanto il finanziamento non è sufficiente a compensare la prevista perdita di reddito rispetto alle coltivazioni convenzionali.

Sulla base di queste considerazioni è stata avviata, all'interno della Rete rurale nazionale, una attività che ha l'obiettivo di evidenziare queste discrepanze sul territorio, in maniera tale che il programmatore del PSR ne sia consapevole e valuti eventuali interventi correttivi. Questi aggiustamenti, che possono riguardare i pagamenti associati alle attività agricole e/o alle caratteristiche territoriali, non servono solo per aumentare la coerenza delle politiche ma soprattutto sono funzionali al miglioramento della loro capacità di produrre risultati misurabili in termini di sostenibilità e quindi della loro efficacia.

Per evidenziare le eventuali incoerenze nella diffusione territoriale del metodo biologico, le attività sono state articolate in due fasi: nella prima si è valutato, attraverso la letteratura scientifica e le attività dei dispositivi sperimentali del CREA, quali possono essere gli effetti misurabili del metodo biologico in direzione di una maggiore sostenibilità ambientale e sociale; una selezione degli indicatori individuati in questa prima fase sono stati analizzati nella seconda fase a livello territoriale su tre aree studio (Basilicata, Marche e Sicilia).

I risultati preliminari di queste attività sono stati raccolti e analizzati in questo documento che costituisce un primo prodotto delle attività programmate che verranno completate nel 2017.

Il risultato finale atteso non è solo quello della valutazione della coerenza territoriale ma si intende anche esplicitare, e per quanto possibile oggettivare, il ruolo dell'agricoltura biologica per la mitigazione di alcune pressioni ambientali (es. biodiversità, qualità delle acque superficiali e profonde, erosione dei suoli, uso efficiente dell'acqua, riduzione dei gas a effetto serra e dell'ammoniaca, sequestro del carbonio, conservazione del paesaggio rurale).

Questo risultato può infatti, da un lato, favorire la comprensione, da parte della collettività, delle molteplici finalità dell'AB e delle motivazioni che giustificano l'azione pubblica e, dall'altro, sollecitare gli agricoltori, a volte non adeguatamente informati, a compiere il passo della conversione al biologico.

1. L'agricoltura biologica e il contesto territoriale

1.1 La valutazione della sostenibilità delle attività agricole

Il percorso per la valutazione della sostenibilità dell'agricoltura biologica richiede la quantificazione delle molteplici relazioni che essa ha con l'ambiente e la società, così come esaminato nei successivi paragrafi. Riferimenti utili in tal senso possono essere trovati nella letteratura relativa al settore agro-alimentare, dove tuttavia molto numerosi risultano gli approcci e gli strumenti utilizzati, varietà che riflette la molteplicità di finalità, situazioni e soggetti interessati (amministrazioni pubbliche e private, mondo della ricerca, imprese, ecc.). Per quanto riguarda ad esempio le metodiche, in relazione alla prospettiva valutativa e al tipo di misurazione, possono riferirsi a tre ampie categorie di strumenti (Gasparatos e Scolobig, 2012). Gli strumenti monetari hanno carattere antropocentrico¹ e si propongono di stimare il valore economico dei beni e servizi (ambientali) attraverso una valutazione indiretta (ad esempio tramite prezzi di mercato) o diretta (come nella valutazione contingente) ed eventuale successiva aggregazione (ad esempio, mediante analisi costi-benefici). Gli strumenti biofisici agiscono invece in una prospettiva ecocentrica e misurano la quantità di risorse necessarie alla produzione di un dato bene/servizio. L'indicatore che ne deriva può essere espresso in termini di terra bio-produttiva (impronta ecologica), di energia assorbita (*emergy synthesis*) o di energia resa disponibile (*exergy analysis*). Infine, negli strumenti basati su indicatori (es. indicatori compositi, analisi multi-criterio), la prospettiva e il tipo di misurazione non sono ben definiti, dipendendo dallo strumento specifico adottato e, anche laddove la scelta degli indicatori e le successive fasi di elaborazione (normalizzazione, ponderazione e aggregazione) richiedono attribuzioni di valore, l'aggregazione produce indici adimensionali.

Circa le modalità di scelta dello strumento da utilizzare, non sono ad oggi disponibili indicazioni univoche, lasciando così l'iniziativa ai singoli analisti le cui scelte fanno spesso riferimento a variabili, pur rilevanti, ma esterne al processo di valutazione (disponibilità dei dati, budget, ecc.). Alcuni studiosi tuttavia hanno affrontato la questione cercando di individuare possibili criteri di scelta. Nel lavoro precedentemente citato, ad esempio, si suggerisce che lo strumento scelto debba:

- riuscire a cogliere le esigenze degli stakeholders e le relative aspettative su risultati e implicazioni operative, nonché essere coerente con i loro valori (sociali-altruistici, biosferici, egoistici);
- considerare inoltre:
 - le questioni più rilevanti delle tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, sociale, economica) e le relative interrelazioni,
 - l'impatto futuro del progetto o della politica sotto osservazione,
 - l'equità inter- e intra-generazionale,
 - l'esistenza di incertezza e la conseguente necessità di agire su basi precauzionali;
- rispondere al criterio di accettabilità predefinito, ovvero: non peggiorare o migliorare la sostenibilità; predefinire direzione e misura della sostenibilità.

Riguardo ai criteri elencati, lo studio inoltre dimostra come la scelta di un dato strumento di valutazione non sia sempre la più adatta e che il soddisfacimento di più criteri contemporaneamente richiederebbe

¹ Si tratta di una prospettiva che vede l'essere umano e i relativi bisogni come centrali, avendo la sola specie umana valore intrinseco e ogni vivente non-umano valore strumentale. Si contrappone alla prospettiva bio-centrica secondo la quale è la natura ad avere valore intrinseco. L'eco-centrismo considera l'uomo come facente parte della natura (Pagano, 2004).

un'opportuna integrazione dei metodi monetari e biofisici oppure l'utilizzo di un sistema di indicatori ben bilanciato, strumento che ha mostrato una migliore adattabilità dei primi in diversi contesti e situazioni.

La scelta dello strumento costituisce solo parte degli elementi di un più ampio quadro concettuale e metodologico che è necessario definire per assicurare il corretto collegamento tra principi e obiettivi della valutazione con gli strumenti operativi scelti e i risultati che si vogliono ottenere. Preliminare alla scelta del metodo è quindi la definizione del *framework* o quadro di valutazione (dove si indica cosa si valuta e per quale finalità) e dell'approccio di valutazione (come strutturare e condurre la valutazione) (TEEB, 2015).

Va precisato tuttavia che, nonostante i diversi tentativi, la ricerca di un percorso metodologico di valutazione della sostenibilità universalmente condiviso è tuttora in corso, sollecitata anche dai numerosi richiami alla necessità di misurare la sostenibilità in un quadro analitico coerente e confrontabile (tra gli altri, Singh *et al.*, 2012; Schader *et al.*, 2014; Padel *et al.*, 2015; TEEB, 2015).

Al riguardo, Schader *et al.* (2014) rilevano come negli ultimi quindici anni siano stati sviluppati numerosi approcci allo studio della sostenibilità nell'agro-alimentare e come questi possano produrre risultati valutativi diversi in relazione alle loro caratteristiche. Con riferimento ai soli approcci utilizzati per valutare le aziende, i sistemi o i prodotti dell'agricoltura e facendo anche riferimento ai vari esercizi di classificazione disponibili in letteratura (tra cui: De Ridder *et al.*, 2007; Binder *et al.*, 2010)², gli Autori individuano gli elementi funzionali alla caratterizzazione e al confronto degli approcci di valutazione (tab. 1), analizzandone 35 sulla base di due parametri (campo di applicazione e precisione) che possono contribuire a spiegare le differenze riscontrate. I risultati dell'analisi sono in linea con altri lavori e dimostrano, tra l'altro, l'esistenza di una relazione diretta tra strumento e contesto di analisi. Si evidenzia inoltre la necessità di una maggiore chiarezza sugli obiettivi della valutazione e sull'accezione stessa di sostenibilità poiché spesso si considera la sola componente ambientale. Inoltre, è facile che nella pratica siano utilizzati i medesimi indicatori per le diverse prospettive *business oriented* e *social oriented*, con un possibile disorientamento negli *stakeholders* (utilizzatori). Ciò, insieme alla grande eterogeneità degli approcci metodologici, richiede in definitiva trasparenza nella definizione del percorso di analisi e armonizzazione dei modelli e delle procedure di selezione degli indicatori per evitare di ottenere risultati contraddittori nella valutazione.

Relativamente alla definizione del *framework* valutativo, gli elementi della Tabella 1 costituiscono un schema di riferimento utile, soprattutto se considerati insieme agli obiettivi di questo lavoro presentati in precedenza che indicano come questi si identifichino sostanzialmente nei due obiettivi primari riportati in tabella come 'Indicazioni di policy' e 'Pianificazione del territorio'.

Per quanto riguarda l'accezione della sostenibilità, è opportuno ricordare come, nel caso dell'agricoltura, la sostenibilità possa essere considerata come un *approccio* o come una *proprietà* (Hansen, 1996), il primo caso avendo carattere ideologico, con l'agricoltura sostenibile intesa come utile contrapposizione all'agricoltura convenzionale nociva, mentre nel secondo caso la sostenibilità viene intesa come la capacità dell'agricoltura di soddisfare una serie di obiettivi (fornitura di cibo, tutela ambientale, sostenibilità economica e accettazione sociale) e di conservare tale capacità nel tempo. E' evidente, ai fini valutativi, l'utilità di questa seconda accezione i cui obiettivi corrispondono al carattere multidimensionale della sostenibilità e richiamano quindi la necessità di considerare congiuntamente le tre classiche dimensioni ambientale, economica e sociale³ e le relative interconnessioni. Si consideri inoltre che, nel caso dell'azienda agricola come unità di osservazione, un quarto pilastro è stato individuato per definirne la sostenibilità. È la *good governance*, considerata insieme a integrità ambientale, resilienza economica e benessere sociale (Fao, 2014).

² Citati in Schader *et al.*, 2014.

³ Al riguardo, e più in generale, va ricordato come alcuni autori prevedano una quarta dimensione, quella istituzionale, rimarcando il ruolo primario delle istituzioni per lo sviluppo sostenibile (Lehtonen, 2004).

Tabella 1 - Criteri e classi per caratterizzare e confrontare gli approcci di valutazione della sostenibilità

-
- Obiettivo primario
 - Ricerca
 - Monitoraggio
 - Indicazioni di policy
 - Certificazione
 - Assistenza alle aziende
 - Auto-valutazione
 - Informazione ai consumatori
 - Pianificazione del territorio
 - Livello di valutazione
 - Settore agricolo
 - Territorio / regione
 - Campo / azienda
 - Prodotto / filiera
 - Standard di produzione
 - Obiettivo geografico
 - Globale
 - Specifici paesi o regioni
 - Settore interessato
 - Generale (es. agricoltura / alimentazione)
 - Specifici prodotti o tipologie aziendali
 - Obiettivo tematico
 - Ambientale
 - Sociale
 - Economico
 - Prospettive di sostenibilità
 - L'azienda/attività è economicamente vitale e si sviluppa lungo un percorso di resilienza?
 - L'azienda/attività contribuisce allo sviluppo sostenibile della società?
 - Prospettive miste (private / pubbliche)
-

Fonte: Schader et al. (2014)

Questo binomio tra azienda e quarta dimensione della sostenibilità introduce un altro degli elementi basilari della valutazione, il livello spaziale o *scala* di riferimento per l'analisi. Al riguardo, è stato evidenziato come sia possibile abbinare componenti specifiche delle sostenibilità ai livelli gerarchici definiti per gli agroecosistemi⁴ (Smith e McDonald, 1998)⁵, venendosi così a definire ambiti di riferimento per temi specifici e relativi indicatori - così come individuati nello schema seguente -, anche se numerosi indicatori utilizzati nella pratica risultano indipendenti dalla scala (Rao e Rogers, 2006).

Livelli gerarchici	Componenti sostenibilità
parcella di produzione	agronomica
azienda agraria	microeconomica
sistema agrario/bacino idrografico	ecologica
regione/nazione/mondo	macroeconomica

⁴ Un agroecosistema è un sistema ecologico e socio-economico che comprende piante coltivate, animali allevati e risorse umane aventi come scopo la produzione di alimenti, fibra o altri prodotti agricoli (Conway, 1997, citato in Rao e Rogers, 2006).

⁵ Altri autori definiscono ulteriori livelli intermedi. Così, Rao e Rogers (2006), richiamando Conway (1997), antepongono all'azienda il sistema di colture vegetali e l'allevamento. Inoltre individuano nello stile di vita un ulteriore livello post azienda.

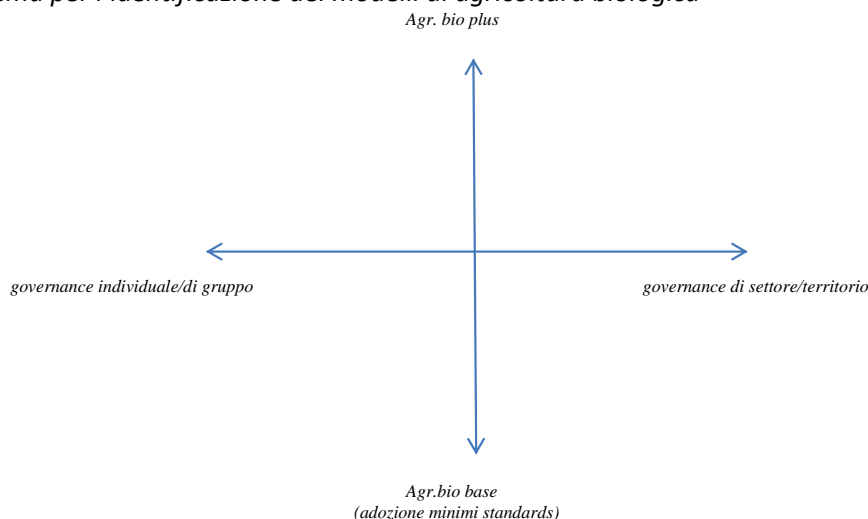
Al riguardo, Bockstaller et al. (2015) fanno notare come il binomio indicatore-scala debba essere coerente con le finalità dell'analisi. Gli indicatori di qualità delle acque, ad esempio, dovrebbero essere usati a livello del bacino idrografico o di territorio. Le emissioni – quantificabili a livello di sistemi di coltivazione e di allevamento – possono essere valutate ad un livello di scala maggiore aggregando i risultati ottenuti. Mentre tale operazione risulta utile nei casi di valutazione dell'impatto globale (es. gas serra), può non esserlo in altri casi, come quando si voglia misurare l'impatto a livello locale (qualità delle acque, erosione del suolo).

Insieme alla scala spaziale, anche quella temporale è da considerare per la definizione del *framework* valutativo, in relazione sia all'ottica longitudinale della sostenibilità (garantire l'equità intergenerazionale), presente in tutte le sue numerose definizioni, sia alla necessità di misurarne i progressi nel tempo.

Sulla maggiore sostenibilità comparata dell'agricoltura biologica gli studiosi si sono espressi a più riprese, dimostrando in particolare la superiorità ambientale del biologico in diversi contesti e situazioni (tra cui: Lampkin *et al.*, 2015 e nel contesto italiano: Pacini *et al.*, 2002), anche se in altri casi (ad esempio, in Meier *et al.*, 2015) è stato sottolineato come non sia ancora possibile generalizzare. Da più parti sono inoltre stati espressi dubbi sulla capacità degli attuali standard del biologico di orientare il settore verso una sostenibilità 'globale', ovvero lungo tutte le sue dimensioni, e di soddisfare i principi dell'agricoltura biologica⁶ – che costituirebbero il suo tratto distintivo (identità) rispetto al restante mondo agricolo – e che si identificano con quelli dei sistemi sostenibili (Padel *et al.*, 2015). Sono anche da considerare le forze interne ed esterne al settore che spingono verso l'omologazione, contribuendo a definire più modelli di agricoltura biologica a diverso grado di sostenibilità.

Per l'identificazione dei modelli di agricoltura biologica, Sylvander et al. (2006)⁷, suggeriscono lo schema di Figura 1, dove i diversi modelli sono individuati sul piano cartesiano definito da due assi: modalità di gestione/governance, il primo, e contesto socio-tecnico dell'agricoltura biologica, il secondo.

Figura 1 – schema per l'identificazione dei modelli di agricoltura biologica



Fonte: Sylvander et al. (2006)

⁶ Integrità ecologica, giustizia sociale, vitalità economica, da considerare nel loro insieme, in stato di equilibrio e armonia anche rispetto ai bisogni delle generazioni presenti e future (IFOAM, 2005).

⁷ Si veda anche: Desclaux D., Chiffolleau Y., Nolot J-M., 2008. Pluralité des Agricultures Biologiques : Enjeux pour la Construction des Marchés, les variétés et les schémas d'Amélioration des Plantes.

Il piano così definito individua 4 modelli di agricoltura biologica, in relazione alla dimensione organizzativa esterna (contesto sociale e istituzionale) o interna all'azienda (gestione tecnica). Tenuto conto degli obiettivi di questo lavoro, il percorso di valutazione della sostenibilità dell'agricoltura biologica che adotteremo di seguito farà riferimento alla procedura SAFA, messa a punto dalla FAO nel 2012 in prima versione e rivista e sviluppata successivamente anche grazie ad un ampio confronto con studiosi e utenti, che nel *"providing a transparent and aggregated framework for assessing sustainability, SAFA seeks to harmonize sustainability approaches within the food value chain, as well as furthering good practices"* (FAO, 2014: v).

Di seguito, pertanto, si riporta una breve disamina dell'utilizzo degli indicatori per lo studio della sostenibilità in ambito agricolo al fine di inquadrare il lavoro svolto e presentato più avanti.

1.2 Metodologie per la misurazione della sostenibilità

La letteratura sull'utilizzo dell'approccio basato su indicatori per misurare la sostenibilità del settore agricolo è molto ampia. A partire dagli anni '90 del secolo scorso, in risposta alle crescenti preoccupazioni per l'impatto ambientale delle attività agricole, sono stati infatti prodotti numerosi studi e indagini fondate su tecniche diverse, temi specifici e scale differenziate, dando luogo ad una molteplicità di indicatori e metodologie che ha contribuito certo alla conoscenza in materia ma che ha anche generato disorientamento e dubbi sulla coerenza dei risultati (Bockstaller *et al.*, 2009).

La costruzione degli indicatori avviene secondo una consolidata modalità piramidale, il cui apice corrisponde alla massima sintesi informativa: dalle informazioni primarie, opportunamente elaborate, una prima sintesi produce *indicatori* semplici che possono essere ulteriormente aggregati, previa normalizzazione e ponderazione, in indicatori compositi o *indici*. L'utilizzo di indicatori semplici o compositi dipende dagli obiettivi dell'analisi. In ogni caso, è opportuno sottolineare che l'uso di indici aggregati, mentre presenta diversi vantaggi connessi alla semplicità di presentazione e di comparazione, richiede un elevato rigore scientifico nella costruzione per evitare di compromettere i risultati dell'analisi a causa di errori che possono essere immessi nei vari stadi del processo. Particolare cautela va posta durante la ponderazione, fase in cui si assumono decisioni circa la rilevanza relativa delle componenti della sostenibilità: il rischio di introdurre elementi di soggettività è elevato e può essere ridotto con la partecipazione attiva degli *stakeholders*. I pesi attribuiti agli indicatori possono infatti essere uguali, dando così a tutte le componenti la stessa importanza a livello di indice, oppure differire sulla base delle priorità politiche. In ogni caso, i pesi possono essere corretti per tener conto delle eventuali interazioni (sinergie e *trade-offs*) tra indicatori e limitare così la distorsione dell'indice dovuta alla presenza di elementi ridondanti. Allo scopo, un'analisi *ad hoc* (ad esempio, mediante componenti principali o *cluster analysis*) può accertare esistenza e grado della correlazione nella fase iniziale della selezione degli indicatori (OECD e JRC, 2008).

La selezione degli indicatori è strettamente connessa agli obiettivi delle analisi e alle dimensioni e ai temi di interesse, tuttavia diversi sono i criteri indicati in letteratura per l'identificazione di una lista di indicatori funzionale e coerente con il *framework* valutativo. Recentemente Reyta et al. (2014), sulla base degli studi disponibili, propongono una procedura articolata in tre fasi per la selezione di indicatori ambientali nel contesto agricolo che, a nostro parere, può essere estesa anche alle altre dimensioni della sostenibilità:

- individuazione delle aree tematiche di interesse, quelle cioè più significative in termini di impatto dell'agricoltura e coerenti naturalmente con gli obiettivi dell'analisi;
- identificazione delle attività specifiche su cui gli indicatori possono avere un'influenza attraverso la catena causale *policy-pratica-performance*. Gli indicatori infatti, comunicando stato e/o evoluzione

- di un'attività (pratica), possono indurre interventi di *policy* volti a migliorarne le *performance*⁸ (pertanto, gli indicatori dovrebbero riflettere tutt'e tre le componenti della catena causale);
- selezione dei criteri rispetto ai quali valutare l'ammissibilità degli indicatori candidati. Coerentemente all'ampia letteratura in tema, gli Autori sottolineano che un indicatore dovrebbe essere: disponibile nei dati di riferimento, sia al livello spaziale che temporale dell'analisi; accurato (affidabile); coerente, nel metodo di costruzione e rispetto al termine di paragone; riflettere adeguatamente la realtà; rilevante in termini di *policy*; sufficientemente specifico.

Nel caso di un approccio multidimensionale alla sostenibilità - che valuti cioè anche le dimensioni sociale ed economica oltre a quella ambientale -, sono inoltre da considerare le interazioni tra le dimensioni e la capacità di rappresentare il sistema nel suo complesso. Al riguardo, Binder et al. (2010) fanno notare come gli studi condotti sulla valutazione della sostenibilità in agricoltura presentino alcune carenze relative: alla capacità rappresentativa del settore, con particolare riguardo alla multifunzionalità; allo squilibrio tra le analisi dimensionali, con un netto vantaggio per la dimensione ambientale; alla limitata applicazione dei risultati delle analisi; all'insufficiente considerazione delle interazioni tra gli indicatori (che rende più difficile l'implementazione dei risultati).

Numerosi strumenti di valutazione della sostenibilità fondati su indicatori sono stati sviluppati nel tempo in ambito agricolo e i molteplici elementi di differenziazione (finalità e obiettivi, livello di applicazione ad azienda, settore produttivo, filiera, territorio, ecc.) giustificano i diversi lavori di classificazione e confronto disponibili in letteratura (tra gli altri: Rao e Rogers, 2006; Geniaux et al., 2009; Binder et al., 2010; Singh et al., 2012; Gasparatos e Scolobig, 2012; Schader et al., 2014; Padel et al., 2015).

Non è funzionale ai nostri scopi fare una rassegna di tali strumenti. Per gli approfondimenti si rimanda pertanto alla nutrita letteratura in materia, tra cui quella citata.

Bibliografia

- Binder C. R., Feola G., Steinberger J.K. (2010), Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicatorbased sustainability assessments in agriculture, *Environmental Impact Assessment Review*, 30(2):71-81, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2009.06.002>
- Bockstaller C., Guichard L., Keichinger O., Girardin P., Galan M.B., Gaillard G. (2009), Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review, *Agron. Sustain. Dev.* 29, 223–235.
- Bockstaller C., Feschet P., Angevin F. (2015), Issues in evaluating sustainability of farming systems with indicators, *OCL*, 22 (1).
- Conway G. (1997), *The Doubly Green Revolution*, Cornell University Press, New York.
- De Ridder W., Turnpenny J., Nilsson M., Von Raggamby A. (2007), A framework for tool selection and use in integrated assessment for sustainable development, *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 9(4):423-441.
- FAO (2014), *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA), Guidelines. Version 3.0*, FAO - Natural Resources Management and Environment Department, Rome.
- Gasparatos A., Scolobig A. (2012), Choosing the most appropriate sustainability assessment tool, *Ecological Economics*, 80:1-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.05.005>

⁸ Ad esempio, se si richiede (*policy*) alle aziende di misurare i prelievi di acqua irrigua, si produce informazione per creare eventuali incentivi per l'adozione di tecniche di irrigazione conservative (pratica). Ciò, a sua volta, può migliorare l'efficienza di utilizzo dell'acqua producendo una maggiore resa delle colture per unità di risorsa utilizzata (*performance*).

- Geniaux G., Bellon S., Deverre C., Powell B. (2009), Sustainable Development Indicator Frameworks and Initiatives, Report No.49, SEAMLESS integrated project, EU 6th Framework Programme, contract no. 010036-2, www.SEAMLESS-IP.org.
- Hansen J.W. (1996), Is agricultural sustainability a useful concept?, *Agricultural Systems*, 50(2): 117-143.
- Lampkin N.H., Pearce B.D., Leake A.R., Creissen H., Gerrard C.L., Girling R., Lloyd S., Padel S., Smith J., Smith L.G., Vieweger A., Wolfe M.S. (2015), The role of agroecology in sustainable intensification, Report for the Land Use Policy Group, Organic Research Centre, Elm Farm and Game & Wildlife Conservation Trust.
- Lehtonen M. (2004), The environmental social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions, *Ecological Economics*, 49(2): 199-214.
- Meier M.S., Stoessel F., Jungbluth N., Juraske R., Schader C., Stolze M. (2015), Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - Are the differences captured by life cycle assessment?, *Journal of Environmental Management*, 149, 193-208.
- OECD, JRC (2008), Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide, OECD.
- Pacini C., Giesen G., Vazzana C., Wossink A. (2002), Sustainability of organic, integrated and conventional farming systems in Tuscany, Proceedings 13th IFMA congress of farm management. Feed the world – please the consumer – maintain the environment, July 7-12, Papendal conference center, Arnhem, The Netherlands.
- Padel S., Gerrard C., Smith L., Schader C., Baumgart L., Stolze M., Pearce B. (2015), Further Development of Methodologies for Sustainability Assessment and Monitoring in Organic/Ecological Agriculture, The Organic Research Center, Report 1/2015.
- Pagano P. (2004), Antropocentrismo, biocentrismo, ecocentrismo: una panoramica di filosofia ambientale, *Energia, ambiente e innovazione*, 2/04, ENEA.
- Rao N.H., Rogers P.P. (2006), Assessment of agricultural sustainability, *Current Science*, 91(4): 439-448.
- Reytar K., Hanson C., Henninger H. (2014), Indicators of Sustainable Agriculture: A Scoping Analysis, Working Paper, Installment 6 of Creating a Sustainable Food Future, Washington, DC: World Resources Institut, <http://www.worldresourcesreport.org>.
- Schader C., Grenz J., Meier M.S., Stolze M. (2014), Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems, *Ecology and Society* 19(3): 42, <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06866-190342>.
- Sylvander B., Bellon S., Benoit M., 2006. Facing the organic reality: the diversity of development models and their consequences on research policies. Paper presented at Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.
- Singh R.K., Murty H.R., Gupta S.K., Dikshit A.K. (2012), An overview of sustainability assessment methodologies, *Ecological Indicators* 15, 281–299.
- Smith C.S., McDonald G.T. (1998), Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage, *Journal of Environmental Management*, 52(1): 15-37.
- TEEB (2015), TEEB for Agriculture & Food: an interim report, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.

1.3 Indicatori della sostenibilità ambientale dell'agricoltura biologica

La dimensione ambientale rappresenta lo spazio all'interno del quale l'AB è chiamata a produrre gli effetti positivi più evidenti, ma la misurazione di questi benefici è complessa in quanto le relazioni tra i processi produttivi e l'ecosistema sono molteplici e spesso concatenate. In letteratura le principali pressioni ambientali esercitate dalle attività agricole vengono solitamente ricondotte agli ambiti dove gli effetti si manifestano quali il suolo, l'aria, la biodiversità, il clima e l'energia. In questo paragrafo viene discusso quale sia il ruolo dell'agricoltura biologica nel mitigare le pressioni ambientali, prendendo quindi in rassegna alcuni indicatori capaci di misurare i fenomeni associati alle *performances* ambientali delle attività agricole. Questi indicatori possono quindi evidenziare i benefici addizionali prodotti con il metodo biologico.

Come è noto, la sostanza organica ha un effetto positivo su molti aspetti di qualità del suolo di lungo termine, quali ad esempio la formazione e la conservazione della struttura, il controllo dell'erosione e la ritenzione idrica, il valore di questo parametro può essere considerato un indicatore sufficiente informativo (*proxy*) per descrivere il livello generale di qualità del suolo (Shepherd et al., 2002). Inoltre, ad un elevato contenuto di sostanza organica, si possono associare suoli con elevata produttività e tale valore, peraltro, indica l'attitudine dei sistemi a sequestrare C dall'atmosfera (King et al., 2014).

I risultati di una meta-analisi condotta su oltre 250 pubblicazioni scientifiche, hanno messo in evidenza un valore della mediana del contenuto di sostanza organica dei suoli condotti con il metodo biologico maggiore del 7% rispetto ai suoli convenzionali. (Tuomisto et al., 2012). Tali differenze sono state spiegate considerando il maggior *input* di sostanza organica che i suoli ricevono quando i sistemi sono condotti secondo il metodo bio, principalmente determinato dal maggiore impiego di letami e di compost.

Tuttavia, il maggiore *input* di sostanza organica non sembra essere l'unico fattore influente, in quanto sono stati osservati maggiori contenuti di carbonio organico dei suoli condotti in biologico anche quando i sistemi avevano livelli di *input* simili. In molti casi, è stato osservato come la presenza di colture foraggere e/o l'inserimento di colture di servizio agro ecologico (*cover crops*) negli avvicendamenti e le lavorazioni meno frequenti e più superficiali, tipiche di molti sistemi colturali condotti in biologico, abbiano determinato maggiori contenuti di sostanza organica nel suolo (Quintern et al., 2006).

L'effetto dell'avvicendamento e delle colture di servizio agro ecologico nel determinare il contenuto di sostanza organica dei suoli appare evidente nel caso dei sistemi colturali *stockless*, ovvero caratterizzati dal fatto che le attività di produzione vegetale (sia di colture arative, ortive e/o frutticole) non sono collegate alle attività di produzione animale e, pertanto, la chiusura dei cicli della sostanza organica non può avvenire compiutamente. In tali scenari, anche in biologico, l'uso di letame o altri materiali di origine animale è nullo o limitato. Tali evidenze sono state sperimentalmente verificate nelle realtà colturali nazionali grazie ai risultati ottenuti dagli studi condotti nei dispositivi sperimentali di lungo termine presenti in Italia (Campanelli & Canali, 2012; Canali et al., 2009; Mazzoncini et al., 2010; Migliorini et al., 2014).

In molti dei Paesi più sviluppati, compreso il nostro, si deve registrare la diffusione di modelli produttivi zootecnici caratterizzati da elevata densità animale (allevamenti intensivi o, cosiddetti, industriali), caratterizzati dal disaccoppiamento della produzione zootecnica rispetto a quella di produzione vegetale. I sistemi colturali, conseguentemente, divengono dipendenti da elevate dosi di fertilizzanti e non vengono progettati per conservare gli elementi nutritivi come azoto e fosforo, che vengono persi verso comparti ambientali differenti dal suolo (Bleken et al. 2005). Come è noto, le perdite di azoto e fosforo contribuiscono a una serie di effetti negativi, come l'eutrofizzazione, l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, i cambiamenti climatici e l'esaurimento dell'ozono stratosferico (Erisman et al. 2013).

Le perdite per dilavamento dell'azoto (nitrato) dai sistemi colturali si generano quando il nitrato disponibile nel suolo eccede quello che le piante possono utilizzare e, simultaneamente, avviene il movimento delle acque di pioggia o di irrigazioni dagli strati superficiali del terreno verso i suoi strati più profondi, fino anche alla falda idrica sotto superficiale. La perdita di nitrato per dilavamento sono influenzate da molti fattori, quali le caratteristiche del suolo, le condizioni climatiche, il tipo di gestione, come - ad esempio - la scelta della rotazione. Naturalmente, la dose di concimazione azotata, la tipologia di concime, i tempi e le modalità con cui questi vengono distribuiti hanno un grande effetto sulle perdite per dilavamento (Shepherd et al., 2003). Per tale motivo, il saldo del cosiddetto bilancio di apparente dell'azoto, derivante dalle differenze tra *input* (es. fertilizzanti sovesci, per la quota relativa all'azoto derivato dalla fissazione biologica) ed *output* (elemento asportato ed allontanato dal sistema con le produzioni) e riferito all'unità di superficie, può essere un semplice ed utile, seppur grossolano, indicatore di efficienza di utilizzazione dell'azoto e, pertanto, connesso anche con il rischio di perdita dell'elemento dall'agroecosistema (Benincasa et al., 2016). Le perdite di azoto per dilavamento dei nitrati sono mediamente minori (30%) in biologico di quelle che si osservano nei sistemi convenzionali quando i valori sono riferiti all'unità di superficie. Questi risultati devono essere messi in relazione ai minori *input* di N che contraddistinguono i sistemi colturali biologici rispetto a quelli convenzionali. Tuttavia, a causa della minore produzione media che si osserva, in genere, nei sistemi biologici, le perdite del biologico divengono più alte (fino anche a quasi il doppio) del convenzionale, quando vengono riferiti all'unità di prodotto (Tuomisto et al., 2012).

In alcuni casi, anche con riferimento all'unità di superficie, sono stati riportati valori di dilavamento di nitrato più alti in biologico rispetto al convenzionale. Tali circostanze si verificano quando manca la sincronizzazione tra il momento in cui l'azoto del suolo si rende disponibile (in forma di ammonio e nitrato) e la coltura non è in grado di utilizzarlo. Di per se, nonostante l'uso dei concimi azotati di sintesi a rapido effetto, assicurare una adeguata sincronizzazione tra disponibilità di azoto nel suolo e assorbimento di questo da parte della coltura è già piuttosto difficile nei sistemi convenzionali. E tale difficoltà risulta amplificata nei sistemi colturali condotti con il metodo biologico, dove la disponibilità dell'azoto per le piante deve essere assicurata attraverso l'impiego di fonti organiche di N (es. concimi organici, ammendanti, colture di servizio agro ecologico con funzione di *nitrogen fertility building*) e mediata dai processi biologici dei suoli, che come è noto sono dipendenti da molti fattori di natura agronomica ed ambientale (Canali et al., 2012).

L'azoto può essere perso dal sistema suolo pianta anche per emissione degli ossidi di azoto e/o volatilizzazione dell'ammoniaca. Gli ossidi di azoto hanno un elevato potenziale effetto serra e contribuiscono a determinare quindi i cambiamenti climatici. Durante il processo di produzione agro-zootecnico, la loro emissione si origina dall'applicazione al suolo dei fertilizzanti azotati, dei letami e degli effluenti zootecnici. Anche l'uso delle colture leguminose, capaci di fissare l'azoto atmosferico via fissazione biologica, possono contribuire all'emissione di ossidi di azoto (Sanz-Cobena et al., 2014). L'emissione di ossidi di azoto dai sistemi biologici non è stata estensivamente misurata, ma gli studi disponibili dimostrerebbero il minore potenziale emissivo del biologico rispetto a quelli convenzionali quando i dati sono riferiti all'unità di superficie. Tale differenza sarebbero principalmente dovute ai minori input di azoto nei suoli e/o al minore carico di bestiame che generalmente si osserva nei sistemi produttivi biologici.

L'ammoniaca, considerata principalmente un inquinante in relazione al suo potenziale acidificante, si forma a partire dall'urea dei fertilizzanti di sintesi e da quella contenuta nelle urine e nei letame quando questa viene in contatto con l'enzima ureasi, un enzima prodotto da funghi e batteri e presente quasi ubiquitariamente negli ambienti naturali ed agricoli. Per questo, i ricoveri degli animali, gli stoccaggi degli effluenti di allevamento e la loro distribuzione al suolo rappresentano importanti fonti di emissione di ammoniaca. Anche nel caso dell'ammoniaca, le minori emissioni osservate nei sistemi biologici rispetto a quelli convenzionali sembrano dipendere da una minore intensità dell'impiego di fonti azotate nel suolo e dal minor carico animale per unità di superficie. Tuttavia, è stato dimostrato che le emissioni di ammoniaca dipendano strettamente anche dalle diete degli animali (in particolare per i ruminanti) e Cederberg e

Matsson (2000) hanno spiegato, per gli allevamenti di bovine da latte, il minore potenziale emittivo di ammoniaca del biologico con il differente regime dietetico, caratterizzato dall'assunzione di un minore contenuto di proteine, ai cui sono generalmente sottoposti gli animali in bio.

Anche il fosforo può essere perso per dilavamento e, questo elemento, è stato indicato essere il maggiore responsabile dei processi di eutrofizzazione delle acque superficiali. I suoli, specialmente quelli italiani e delle aree mediterranee, sono in genere molto ricchi di fosforo, di cui però solo una quota molto contenuta (intorno all'1%; Shenoy & Kalagudi, 2005) è in genere disponibile per le piante. Il fosforo viene apportato ai sistemi colturali in forma di concime minerale, prodotto a partire dalle materie prime estratte dai giacimenti naturali dell'elemento presenti in diverse parti del globo, oppure a seguito del riutilizzo di prodotti di rifiuto o di scarto di altre attività umane (produzione agricola, agroindustriale, industriale e/o ambiti civili). È stato stimato che gli stock di fosforo esistenti, di natura non rinnovabile, potranno essere ancora sufficienti per meno di un secolo e, pertanto, il miglioramento delle tecniche di riutilizzazione delle fonti fosfatiche, da un lato, e la riduzione delle perdite dall'altro, appaiono obiettivi imprescindibili per la realizzazione di processi di produzione sostenibile, sia in agricoltura biologica che convenzionale.

In tutto il mondo tra il 1880 e il 2012, la temperatura a terra e delle superfici degli oceani è aumentata in media di 0,85 ° C. È ormai largamente condiviso dalla comunità scientifica che l'aumento dei gas serra (GHG) emessi in atmosfera dalle attività umane è la causa del riscaldamento globale (IPCC 2014). Negli ultimi 50 anni, le attività umane hanno determinato un'emissione di gas serra in atmosfera che non si era verificata per oltre 800.000 anni. Le emissioni di gas serra sono misurate e riportate in termini di equivalenti di CO₂ e, solo nel 2010, sono stati emessi in tutto il mondo 49 Gt di CO₂ equivalente di gas serra (IPCC 2014).

Come è ben noto, tra i gas serra, oltre alla CO₂, si devono annoverare gli ossidi di azoto (pocanzi discussi) ed il metano. Le fonti agricole di metano sono ascritte alle fermentazioni batteriche dei ruminanti, allo stoccaggio degli effluenti di allevamento, incluso il letame, alla coltivazione del riso per sommersione e alla combustione delle biomasse causate dalla deforestazione. Le prime due voci, legate ai processi di produzione zootecnica, peserebbero congiuntamente per almeno 2/3 delle emissioni totali di metano a livello globale (US-EPA, 2006). L'agricoltura deve essere considerata sia una fonte (*source*) sia un *sink* di CO₂ (Smith et al., 2008). Le fonti sono costituite dall'impiego dei combustibili fossili per il funzionamento delle macchine trattatrici ed operatrici, per la produzione dei pesticidi e dei fertilizzanti di sintesi. Le biomasse prodotte nei sistemi colturali e la sostanza organica del suolo possono immagazzinare, anche se solo temporaneamente, la CO₂ dell'atmosfera.

In ogni caso, secondo alcuni autori, il sequestro di carbonio da parte dei suoli dei sistemi condotti secondo il metodo di agricoltura biologica avrebbe un rilevante potenziale e risulta essere attualmente l'unico modo realistico per rimuovere rapidamente CO₂ dall'atmosfera (Gattinger et al. 2012). Niggli et al. (2009) hanno stimato che il potenziale di sequestro di carbonio dei suoli su scale globale sarebbe pari a di 2,4 Gt CO₂ equivalenti per anno nell'ipotesi di una conversione stabile nel tempo da convenzionale a biologico.

Il potenziale di sequestro del carbonio dovuto al miglioramento delle pratiche di gestione dei pascoli è stato globalmente stimato essere pari 0,22 t C per ettaro e per anno a livello globale e il biologico, più che il convenzionale, risulta essere un modello agricolo che rispetta le superfici utilizzate a prato e a pascolo (Watson et al. 2000). Deve essere tuttavia, ben chiaro che il livello di sostanza organica dei suoli può essere soggetto a rapidi processi di ri-mineralizzazione ed inoltre, esso non può aumentare indefinitamente, ma piuttosto raggiungere un certo equilibrio (Jonston et al. 2009). Così, l'aumento del sequestro del carbonio nel suolo deve essere considerata solo una strategia di breve periodo e non una soluzione definitiva, non consentendo di per se di disegnare un'agricoltura neutrale in termini di impatto climatico. Tuttavia, la promozione di tecniche che determinano l'aumento di sostanza organica del suolo può essere una soluzione vantaggiosa fino a quando sistemi di produzione agricola e modelli di sviluppo delle nostre società più rispettosi del clima non si siano stabilmente affermati (Scialabba e Müller-Lindenlauf 2010).

In generale, in agricoltura biologica, l'uso di input esterni è più bassa e di conseguenza le emissioni di gas ad effetto serra per unità di terreno sono ridotte rispetto ai sistemi convenzionali ad alto input. Tuttavia, tali emissioni avrebbero una maggiore variabilità quando riferiti all'unità di prodotto invece che alla superficie e gli studi in questo ambito hanno messo in evidenza valori sia più elevati che più bassi in comparazione ai corrispondenti valori ottenuti nei sistemi convenzionali, non consentendo, pertanto di trarre conclusioni univoche (Tuomisto et al. 2012).

La gestione integrata degli allevamenti ed il suo collegamento alla terra e alle produzioni vegetali consente di ridurre significativamente l'emissione di ossidi di azoto. Gli allevamenti biologici, che in Europa non possono eccedere nel carico di bestiame oltre un certo numero di animali per unità di superficie (equivalenti a 170 kg N per ha e per anno), contribuiscono a determinare emissioni più ridotte. Inoltre, Scialabba and Müller-Lindenlauf (2010) hanno dimostrato, analizzando alcuni casi studio relativi sia alle produzioni bovine sia da latte che da carne, come la scelta di razze a duplice attitudine possa contribuire a determinare delle riduzioni nelle emissioni di metano.

In questi termini, l'agricoltura biologica è vista come il più promettente modello agricolo in termini di capacità di mitigare i cambiamenti climatici ed adattarsi ad essi, assicurando così una adeguata sicurezza alimentare (Scialabba and Müller-Lindenlauf, 2010). Tale capacità gli deriverebbe da una maggiore flessibilità nell'organizzare strutturalmente e funzionalmente i sistemi produttivi, sia che questi siano rivolti alle produzioni vegetale che animali (Huelsbergen and Rahmann, 2013).

La capacità di adattamento ai futuri scenari climatici sarebbe ottenibile grazie ad una ampio numero di strategie combinate tra di loro quali uso sostenibile dell'acqua, la gestione della sostanza organica del suolo e la diversificazione dei sistemi colturali (Mijatovic et al. 2013). Ad esempio, Diacono et al. (2016) hanno recentemente riportato come una serie di strategie tra le quali la gestione del suolo, le rotazioni delle colture, l'uso delle colture di copertura, del *living mulch* e degli ammendanti organici possano essere complementari tra di loro e opportunamente combinate per la progettazione di sistemi colturali per le produzioni ortive condotti con il metodo di agricoltura biologica e capaci di adattarsi ai cambiamento climatici.

In Europa e in Italia, negli ultimi decenni, si è assistito ad un modificazione talvolta radicale dei paesaggi degli ambienti agricoli, con conseguente perdita di biodiversità. I paesaggi eterogenei e diversificati tipici di molti dei nostri ambienti rurali e caratterizzati dalla presenza di un mix di campi destinati alla coltivazione delle colture arative o orticole, di colture arboree in consociazione con esse, prati, pascoli, siepi e zone boschive naturali o seminaturali, sono stati sovente sostituiti da aree agricole fortemente omogenee, con sistemi produttivi altamente specializzati ed intensivi. Questo fenomeno ha determinato il declino di popolazioni di piante ed di animali e la perdita di molte specie (Benton et al., 2003).

L'agricoltura biologica non necessariamente e non sempre è in grado di arginare od invertire questo fenomeno, soprattutto quando la conversione segue la logica della specializzazione colturale al fine di produrre i grandi volumi richiesti per l'export o per soddisfare le necessità della distribuzione organizzata.

In una meta-analisi condotta nel 2005, Bengtsson et al., hanno riportato che le aziende biologiche presentavano in media valori di *richness* maggiori del 30% e una abbondanza di organismi superiore del 50% rispetto alle aziende convenzionali. Le differenze tra convenzionale e biologico, si mostravano più evidenti quando la scala di analisi era riferita al campo o all'azienda, piuttosto che al territorio, e quando le osservazioni riguardavano areali nel complesso caratterizzati da una rilevante specializzazione colturale. Diversi autori hanno riportato come in assenza di specifici interventi di gestione, l'introduzione del biologico, di per se, non comporta vantaggi ai fini della conservazione della biodiversità di specie di uccelli e di farfalle (Ekroos et al., 2008; Kragten e Snoo, 2007; Piha et al., 2007).

Il dibattito relativo all'effetto positivo dell'agricoltura biologica sulla biodiversità si è recentemente incentrando sui costi che, nel complesso, sarebbe necessario sopportare per sostenere un vantaggio riconoscibile. Gabriel et al. (2013) hanno osservato che l'incremento della biodiversità sarebbe correlato quasi proporzionalmente alla riduzione delle rese per unità di superficie. Ad esempio, in agricoltura biologica l'utilizzo di infrastrutture agro-ecologiche e/o di colture di servizio agro ecologico come i *living mulches* o le colture intercalari, che hanno un rilevante effetto positivo sulla biodiversità a differenti scale, determinano la riduzione della densità nello spazio e nel tempo delle colture produttive (Canali et al., 2016). Pertanto, risulterebbe necessario coltivare una maggiore superficie di suolo per mantenere (o aumentare) la produzione di alimenti necessaria a soddisfare le esigenze della popolazione del pianeta. Tale superfici, da destinare all'agricoltura, sarebbe così sottratta alle aree naturali. Tuttavia, queste considerazioni trovano differente validità nelle diverse aree del mondo. Ad esempio, in Europa, e più specificatamente in Italia, nel corso dell'ultimo decennio la Superficie agricola utilizzata (SAU) è diminuita di 1,8 milioni di ettari (-12,2%). La riduzione percentuale della SAU ha riguardato in misura pressoché equivalente i seminativi, i prati e i pascoli e le coltivazioni permanenti (ISPRA, 2016).

Questa riduzione (in larga parte reversibile) delle superfici agricole segnala un fenomeno molto complesso, di notevole rilevanza territoriale, con risvolti socio-economici e ambientali molto forti. Negli ultimi 40 anni, centinaia di migliaia di ettari sono stati attraversati da fenomeni di evoluzione: superfici agricole convertite ad altre forme d'uso (edilizia, infrastrutture, ecc.); superfici agricole abbandonate divenute prima improduttive e successivamente invase dalla vegetazione spontanea, quindi devastate da incendi, interessate da trasformazioni fondiari oppure recuperate all'agricoltura. Questa forma di "non" gestione dei terreni, con carattere di transitorietà, ha seguito e segue diversi percorsi, che da un punto di vista ambientale può avere segni opposti. L'abbandono, infatti, può essere seguito da processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione arborea, arbustiva o erbacea (rivegetazione); oppure da processi di degrado dei suoli, legati alla perdita di sostanza organica o ai processi di erosione (devegetazione e desertificazione).

In tale contesto, la riduzione della intensità di produzione determinata da una riduzione della densità nello spazio e nel tempo delle colture produttive a favore di colture di servizio agro-ecologico e/o di infrastrutture ecologiche per consentire un proporzionale aumento della agro-biodiversità dovrebbe essere positivamente valutata e opportunamente promossa.

Recentemente è stato introdotto, il concetto di agro-biodiversità funzionale, utile al fine di legare la biodiversità alle funzioni agro-ecosistemiche. In letteratura sono disponibili diverse definizioni di biodiversità funzionale (ad esempio, Pearce and Moran 1994; Gurr et al. 2003; Clergue et al. 2005), ma la più centrata appare quella che la considera biodiversità funzionale come una componente della biodiversità totale, determinata da specifici gruppi o componenti del sistema - e dalle loro interazioni - che sono capaci di fornire un servizio all'agroecosistema (Moonen and Bàrberi 2008). Costanzo e Bàrberi (2014) hanno suggerito di legare specifici caratteri delle colture (o delle flora naturale presente nei sistemi agricoli) ad altrettanti servizi agro-ecologici. Questo approccio, legando la funzionalità a specifici "tratti" degli individui o delle loro popolazioni, dovrebbe evidenziare i benefici che i sistemi agricoli condotti secondo i principi dell'agricoltura biologica possono ottenere od offrire da e per la biodiversità (Bàrberi 2015).

Nei processi produttivi agricoli, l'energia viene utilizzata in forma diretta, come elettrica e combustibili fossili, o in forma indiretta, come per la produzione ed il trasporto di fertilizzanti e pesticidi di sintesi, mangimi e per la costruzione ed il mantenimento delle macchine agricole. In agricoltura convenzionale, la maggiore voce di consumo di energia è sovente legata all'uso dei fertilizzanti di sintesi che può raggiungere anche il 40% dei consumi totali (Deike et al., 2008).

Molti studi riportano consumi energetici più bassi nei sistemi biologici rispetto a quelli convenzionali, con valori che raggiungono - nei casi più eclatanti - differenze del 60%. In particolare, consumi energetici più

vantaggiosi per il biologico sono messi in evidenza quando gli indici di *performance* si basano sul calcolo dei consumi per unità di superficie, oppure quando si considera l'efficienza energetica in termini di rapporto *input/output*. Quando si considerano indici che riportano i consumi energetici all'unità di prodotto, i vantaggi del biologico rispetto al convenzionale, seppur ancora largamente evidenti, generalmente si attenuano. In una meta analisi, Tuomisto et al., (2012) hanno riportato valori mediani di differenze a vantaggio delle produzioni biologiche dell'ordine del 20% con riferimento all'unità di prodotto.

Interessante notare come la voce di consumo energetico più rappresentata nei sistemi biologici è talvolta determinata dai consumi diretti ed indiretti dovuti alle lavorazioni meccaniche del suolo. Tale condizione si osserva principalmente nei sistemi orticoli più specializzati, dove sono necessarie lavorazioni più frequenti per il controllo delle infestanti. Secondo Raviv (2010), tali maggiori consumi energetici possono essere comparabili con il risparmio energetico dovuto al mancato impiego dei fertilizzanti azotati di sintesi. Oltre alle lavorazioni principali del solo, il sovescio delle colture di copertura, operazione soventemente praticata nei sistemi agricoli biologici per i suoi numerosi vantaggi di breve e lungo periodo, risulta essere una delle operazioni a maggior costo energetico. Con riferimenti ai sistemi di orticoli, Canali et al. (2013) hanno dimostrato che la sostituzione della lavorazione tradizionale ed il sovescio delle colture di copertura con una lavorazione minima associata alla terminazione delle *cover crops* con un *roller crimper*, può determinare significativi risparmi energetici diretti, che possono raggiungere anche il 50% dei consumi registrati dalla preparazione del letto di semina della coltura di copertura fino al trapianto della successiva orticola da reddito.

Bibliografia

- Bàrberi P. (2015), Functional biodiversity in organic systems: the way forward? Sustainable Agriculture Research 4, 26-31.
- Bengtsson J., Ahnstrom J., Weibull A.C. (2005), The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. Journal of Applied Ecology 42, 261 - 269.
- Benincasa, P., Farneselli, M., Tosti, G., Bonciarelli, U., Lorenzetti, M.C., Guiducci, M. (2016), Eleven-year results on soft and durum wheat crops grown in an organic and in a conventional low input cropping system, Italian Journal of Agronomy, 11 (2), art. no. 726, pp. 77-84.
- Benton T.G., Vickery J.A., Wilson J.D. (2003), Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology & Evolution 18, 182 - 188.
- Bleken MA, Steinshamn H, Hansen S (2015) High nitrogen costs of dairy production in Europe: Worsened by intensification. Ambio 34, 598-606
- Campanelli G., Canali S. (2012), Crop production and environmental effects in conventional and organic vegetable farming systems: the case of a long-term experiment in Mediterranean conditions (Central Italy). Journal of Sustainable Agriculture 36, 599–619.
- Canali S., Campanelli G., Ciaccia C., Leteo F., Testani E., Montemurro F. (2013), Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. European Journal of Agronomy 50, 11–18.
- Canali S., Di Bartolomeo E., Trinchera A., Nisini L., Tittarelli F., Intrigliolo F., Rocuzzo G., Calabretta M.L. (2009), Effect of different management strategies on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. Soil use and management 25, 34–42.
- Canali S., Ortolani L., Campanelli G., Robačar M., von Fragstein P., D'Oppido D., Kristensen H.L. (2016), Yield, product quality and energy use in organic vegetable living mulch cropping systems: research evidence and farmers' perception. Renewable Agriculture and Food Systems, pp. 1-14.
- Cederberg, C., Mattsson, B., 2000. Life cycle assessment of milk production - a comparison of conventional and organic farming. Journal of Cleaner Production 8, 49 - 60.
- Clergue B, Amiaud B, Pervanchon F, Lasserre-Joulin F and Plantureux S (2005) Biodiversity: function and assessment in agricultural areas - a review. Agronomy for Sustainable Development 25: 1-15.

- Costanzo A and Bàrberi P (2014), Functional agri-biodiversity and agri-ecosystem services in sustainable wheat production. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 327-348.
- Deike S., Pallutt B., Christen O. (2008), Investigations on the energy efficiency of organic and integrated farming with specific emphasis on pesticide use intensity. *European Journal of Agronomy* 28, 461 - 470.
- Diacono M, Fiore A, Farina R, Canali S, di Bene D, Testani E, Montemurro F (2016), Combined agri-ecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy* 11, 85–91.
- Ekroos J., Piha M., Tiainen J. (2008), Role of organic and conventional field boundaries on boreal bumblebees and butterflies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 124, 155 - 159.
- Erisman JW, Galloway JN, Seitzinger S, Bleeker A, Dise NB, Petrescu AMR, Leach AM and de Vries W (2013) Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 368(1621).
- Gabriel D., Sait S.M., Kunin W.E. and Benton T.G. (2013), Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture. *Journal of Applied Ecology* 50(2), 355-364.
- Gattinger A, Muller A, Haeni M, Skinner C, Fließbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba NE-H and Niggli U (2012), Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(44), 18226-18231
- Gurr G.M., Wratten S.D. and Luna J.M. (2003), Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4, 107-116.
- Hülsbergen K.J., Rahmann G. (eds) (2013), *Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben*. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 412 p, Thünen Rep 8, DOI: 10.3220/REP_8_2013
- 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 (eds.)]. Geneva, Switzerland, IPCC.
- Jonston A.E., Poulton P.R. and Coleman K. (2009), Soil organic matter: Its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in Agronomy* 101, 1-57.
- King J.A., Bradley R.I., Harrison R., Carter A.D. (2004), Carbon sequestration and saving potential associated with changes to the management of agricultural soils in England. *Soil Use and Management* 20, 394 - 402.
- Kragten S., Snoo G.R.D. (2007), Nest success of Lapwings *Vanellus vanellus* on organic and conventional arable farms in the Netherlands. *Ibis* 149, 742 – 749
- Mazzoncini M., Canali S., Giovannetti M., Castagnoli M., Tittarelli F., Antichi D., Nannelli R., Cristani C., Bàrberi P. (2010). Comparison of organic and conventional stockless arable systems: A multidisciplinary approach to soil quality evaluation. *Applied soil ecology* 44, 124–132.
- Migliorini P., Moschini V., Tittarelli F., Ciaccia C., Benedettelli S., Vazzana C., Canali S. (2014), Agronomic performance, carbon storage and nitrogen utilisation of long-term organic and conventional stockless arable systems in Mediterranean area. *European Journal of Agronomy* 52, 138–145.
- Mijatovic D, Van Oudenhoven F, Eyzaguirre P, Hodgkins T (2013), The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework. *Int J Agric Sustain* 11(2), 95-107.
- Moonen A.C. and Bàrberi P. (2008), Functional biodiversity: an agri-ecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 127, 7-21.
- Niggli U, Fließbach A, Hepperly P and Scialabba N (2009), *Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems*. FAO, April 2009, Rev. 2 - 2009.
- Pearce D. and Moran D. (1994), *The Economic Value of Biodiversity*. London, UK, IUCN - The World Conservation Union, Earthscan Publications Ltd, 172pp

- Piha M., Tiainen J., Holopainen J., Vepsäläinen V. (2007), Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Biological Conservation* 140, 50 - 61.
- Quintern M., Joergensen R.G., Wildhagen H. (2006), Permanent-soil monitoring sites for documentation of soil-fertility development after changing from conventional to organic farming. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169, 564 -572.
- Raviv M. (2010), Sustainability of organic farming. In: Janick, J. (Ed.), *Horticultural 589 Reviews*, vol. 36, pp. 289–333.
- Sanz-Cobena, A., García-Marco, S., Quemada, M., Gabriel, J.L., Almendros, P., Vallejo, A. Do cover crops enhance N₂O, CO₂ or CH₄ emissions from soil in Mediterranean arable systems?(2014) *Science of the Total Environment*, 466-467, pp. 164-174.
- Scialabba NE-H and Müller-Lindenlauf M (2010), Organic Agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems* 25(2), 158-169.
- Shenoy V.V., Kalagudi G.M. (2005), Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. *Biotechnology Advances* 23, 501 - 513.
- Shepherd M., Pearce B., Cormack B., Philipps L., Cuttle S., Bhogal A., Costigan P., Unwin R. (2003), *An Assessment of the Environmental Impacts of Organic Farming*, p. 80.
- Shepherd M.A., Harrison R., Webb J. (2002), Managing soil organic matter - implications for soil structure on organic farms. *Soil Use and Management* 18, 284 - 292.
- Smith P., Martino D., Cai Z., Gwary D., Janzen H., Kumar P., McCarl B., Ogle S., O'Mara F., Rice C., Scholes B., Sirotenko O., Howden M., McAllister T., Pan G., Romanenkov V., Schneider U., Towprayoon S., Wattenbach M., Smith J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 363, 789 - 813.
- Tuomisto H.L., Hodge I.D., Riordan P., Macdonalds D.W. (2012). Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112, 309 – 320.
- US-EPA (2006), *Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990 - 2020*. United States Environmental Protection Agency, Washington, p. 269
- Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verardo D.J. and D.J. Dokken (Eds) (2000), *Land Use, Land Use Change and Forestry*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

1.4 Le relazioni tra agricoltura biologica e società

Il rapporto tra agricoltura e società è piuttosto complesso, soprattutto in ragione del fatto che è sulla società e sulla qualità della vita dei suoi componenti che, in ultima analisi, si riflettono anche gli impatti ambientali ed economici, positivi e negativi, delle scelte effettuate a livello di produzione di base e lungo la filiera agroalimentare, sostanzialmente in termini di sicurezza alimentare, occupazione, salute, equità e pace sociale. Un peggioramento della qualità del suolo, determinata dall'adozione di tecniche agricole intensive, ad esempio, porta a una contrazione delle rese e/o all'ulteriore aumento di concimi e ammendanti di sintesi impiegati in azienda con un effetto immediato sull'economicità dell'attività agricola. Questa a sua volta può tradursi nel suo abbandono, con perdita di lavoro familiare e/o salariato, nell'indebolimento fino alla scomparsa delle comunità rurali, nella fine del presidio del territorio oppure nel minor contributo alla sicurezza alimentare, alla soddisfazione della crescente domanda di prodotti più salubri e alla mitigazione dei cambiamenti climatici, nella perdita di salute di agricoltori e consumatori, ecc..

Di esempi simili se ne possono citare tantissimi, andando dagli effetti dell'inquinamento delle acque superficiali e profonde causato dallo sfrenato utilizzo di input chimici di sintesi (ISPRA, 2016) alla moria delle api dovuta all'impiego di pesticidi, acaricidi e neonicotinoidi (Tapparo *et al.*, 2012)⁹, dal frequente utilizzo di antibiotici nella gestione degli allevamenti alla stabulazione fissa degli animali, i cui effetti a catena, in tutti i casi, possono essere anche devastanti sotto ogni punto di vista. In altre parole, la società, che se posta lungo una scala dimensionale va dal nucleo familiare/aziendale fino alla società globale, costituisce la cartina tornasole delle decisioni prese dai produttori agricoli a livello aziendale, locale, regionale, nazionale e internazionale.

Gli aspetti attraverso cui valutare i legami tra agricoltura biologica, in particolare, e società, quindi, sono molteplici, fortemente interrelati con quelli di natura ambientale ed economica e mutevoli nel tempo, richiedendo l'adozione di una prospettiva di medio-lungo periodo per valutare i reali effetti di questo metodo di produzione. Per una maggiore chiarezza espositiva e una certa difficoltà ad analizzare causa ed effetto di ciascun elemento considerato, dopo aver esaminato gli effetti dell'agricoltura biologica sull'ambiente (si veda par. 1.3), in base alla letteratura disponibile sui vari temi si passa ora ad esaminare tali aspetti in termini sociali e dal punto di vista economico, verificando, quando possibile, gli effetti dell'adozione del metodo di produzione biologico a livello di azienda e della società/collettività nel suo complesso, locale, regionale, nazionale e così via. Ugualmente, il confronto avviene tra agricoltura convenzionale e biologica, specificando le implicazioni dell'adozione dell'approccio agroecologico, accanto al metodo di produzione biologico, se esaminate in letteratura.

In questi ultimi anni, sono stati pubblicati numerosi studi, spesso meta-analisi, che asseriscono tendenzialmente la superiorità del metodo di produzione biologico non solo dal punto di vista ambientale, ma anche sociale, per numerosi aspetti, ed economico. È necessario specificare, quindi, come, in questa breve analisi della letteratura, si faccia ricorso sia a singoli studi che a review della letteratura esistente sui vari aspetti considerati.

Nel rispetto dei principi dell'agricoltura biologica stabiliti dall'IFOAM (2005)¹⁰, questa ha delle *mission* specifiche che vanno ben al di là degli aspetti meramente produttivi, dovendosi prendere cura non solo degli agro-eco-sistemi, ma di ciascun essere vivente, dal più piccolo fino agli esseri umani. Tra i suoi obiettivi, pertanto, vi è anche la cura delle relazioni umane intra ed extra-aziendali, che si sostanziano nell'assicurare i diritti dei lavoratori, favorire la conoscenza diretta tra produttore e consumatore, garantire

⁹ http://sito.entecra.it/portale/cra_avviso.php?id=5650&tipo=news&lingua=IT

¹⁰ Per un maggior approfondimento dei principi dell'agricoltura biologica, si veda: <http://www.labiolca.it/agricoltura-biologica/1640-i-principi-dellifoam>.

l'equità e la trasparenza lungo la filiera e tra produttori e consumatori, privilegiare l'attivazione di specifici canali commerciali, in particolare quelli alternativi, che riducono o annullano la distanza tra domanda e offerta, adattarsi alle condizioni, all'ecologia, alla cultura e alle dimensioni locali, contribuire alla vitalità delle comunità rurali, alla manutenzione del territorio e alla conservazione del paesaggio (Michieletto, 2012).

Sono numerosi gli aspetti attraverso cui si esplicano gli effetti dell'agricoltura biologica a livello sociale, aspetti che, come già visto in precedenza, possono manifestarsi su scale diverse, ovvero a livello globale fino ad arrivare a quello aziendale o delle singole persone, sia produttori, sia consumatori e non.

Iniziando dal livello più ampio, uno dei problemi più dibattuti riguarda la potenziale capacità dell'agricoltura biologica di sfamare la crescente popolazione mondiale che, secondo le nuove stime dell'ONU, nel 2050, dovrebbe superare i 9 miliardi di persone¹¹. Si tratta, tra l'altro, di un'opzione che va inserita in un contesto più ampio di competitività nell'uso del suolo, visto il crescente interesse a distogliere superficie agricola dalla produzione di cibo per destinarla a quella di biomasse ad uso energetico o a finalità extra-agricole (HLPE, 2013), con effetti contrastanti di breve e lungo periodo sui mercati dei prodotti agricoli (Schmidhuber, 2008). Come già anticipato, Badgley *et al.* (2007) sostengono che l'agricoltura biologica sarebbe in grado di nutrire l'attuale popolazione senza aumentare le superfici. Considerando l'aumento delle rese con la conversione all'agricoltura biologica nei paesi in via di sviluppo prima già evidenziato, grazie all'intensificazione sostenibile delle coltivazioni (Scialabba, 2007), inoltre, la disponibilità calorica media giornaliera pro capite aumenterebbe del 57% rispetto a quella rilevata dalla FAO per il 2001 (Badgley *et al.*, 2007).

Un più recente studio condotto dalla FAO in collaborazione con il FIBL (Schader *et al.*, 2013) mostra come, a fronte della prevista crescita della popolazione al 2050 e stante l'attuale trend di crescita del consumo di carne, latte e uova, la conversione degli allevamenti alla zootecnia biologica richiederebbe un aumento di 334 milioni di ettari di superficie coltivabile, qualora gli animali venissero ancora alimentati con mangimi concentrati a elevato contenuto proteico, fortemente intensivi in input energetici e molto impattanti sull'ambiente in termini di rilascio di azoto e fosforo e di emissione di gas a effetto serra¹². Tuttavia, riducendo il consumo dei prodotti di origine animale fino a un terzo o a un quarto del consumo medio riferito al quinquennio 2005-2009, accanto al solo utilizzo, per l'alimentazione degli animali, dei pascoli esistenti e dei sottoprodotti dei processi produttivi agricoli e di trasformazione, l'ampliamento della superficie agricola non sarebbe necessario¹³ e l'agricoltura biologica potrebbe rispondere alla crescente domanda alimentare mondiale (Schader *et al.*, 2013). Risultati coerenti con quelli scaturiti dalla collaborazione tra FAO e FIBL sono stati ottenuti da Erb *et al.* (2016) nel loro studio diretto a verificare se fosse possibile nutrire il pianeta senza procedere a ulteriori deforestazioni per aumentare la superficie coltivabile. Ponendo a confronto 500 differenti scenari, combinazione delle possibili rese future e dimensioni della superficie agricola e delle varie tipologie di dieta umana e alimentazione animale, infatti, l'agricoltura biologica, caratterizzata da rese mediamente più basse da quelle ottenute con altri metodi produttivi, è fattibile o probabilmente fattibile al 2050 nel 39% dei casi. Tuttavia tali casi non sono mai

¹¹ <http://www.unric.org/it/attualita/22580>.

¹² Sarebbero, invece, 70 gli ettari aggiuntivi necessari se non intervenissero variazioni circa i metodi produttivi adottati.

¹³ La terra adibita alla produzione delle materie prime dei mangimi concentrati, infatti, sarebbe destinata alle produzioni per l'alimentazione umana.

compatibili con una prevalente dieta ricca in prodotti di origine animale quale quella del Nord-America nel 2000, e non necessitano da un aumento della superficie coltivabile solo nel caso di dieta vegana. Nei restanti casi, invece, l'aumento della superficie coltivabile necessario a scapito dei pascoli ad elevata efficienza, dipende dall'utilizzo o meno di mangimi concentrati e dalla percentuale di prodotti di origine animale nella dieta umana. Rispetto allo studio di FAO-FIBL, quindi, in questo caso, per evitare una crescita della superficie coltivabile, si tratterebbe di eliminare completamente i prodotti di origine animale dalla dieta e non di ridurli sensibilmente.

Al momento, connesso al tema della sicurezza alimentare vi è quello dell'equità sociale, che si traduce nell'accessibilità in termini fisici, organizzativi ed economici, da parte sia dei produttori sia dei consumatori, alle produzioni sostenibili come quelle biologiche (Crisci e Fonte, 2014), problema riguardante i paesi sviluppati e soprattutto quelli in via di sviluppo, dove gli effetti sono amplificati (Reganold e Wachter, 2016).

Nel caso dei produttori, infatti, oltre al costo della certificazione e alla riduzione delle rese nel periodo di conversione all'agricoltura biologica, un ostacolo ancora più grande all'accesso nel regime biologico è rappresentato dalla mancanza di sistemi formativi e di assistenza tecnica e consulenza, carenza particolarmente rilevante nei paesi in via di sviluppo dove gli agricoltori hanno difficoltà, in generale, ad adeguarsi agli standard fissati a livello internazionale, nonché dai privati (Ricci, 2012), per i prodotti da esportare e, in particolare, ad adottare il metodo di produzione biologico e ottenere la relativa certificazione (FAO, 2010). Organizzazioni internazionali pubbliche (FAO, IISD, ecc.) o private, come quelle operanti, ad esempio, nell'ambito del commercio equo, pertanto, sviluppano da diversi anni programmi di formazione e assistenza tecnica per ovviare a tale problema, con esiti piuttosto positivi in termini di valore delle esportazioni (FAO, 2010; FiBL-IFOAM, annate varie), e sistemi di certificazione di gruppo.

Dal lato dei consumatori, invece, più difficoltoso è l'accesso fisico ed economico ai prodotti biologici, visti la loro non omogenea distribuzione lungo i diversi canali di vendita, la loro presenza discontinua sul territorio e l'inclusione del *premium price* nel prezzo di vendita, che ne ostacola fortemente l'acquisto indifferenziato da parte di tutti i consumatori. Per ovviare a tale situazione due sono le soluzioni adottate ai diversi livelli.

La prima si sostanzia nell'eliminazione completa o quasi integrale degli intermediari tra produttori e consumatori, sviluppando diverse modalità di vendita diretta (vendita in azienda, presso farmers market, e-commerce, gas, ecc.) o il commercio equo, praticato a livello internazionale e non. L'obiettivo, in tutti i casi, è assicurare la fissazione di un prezzo in grado di remunerare tutti i fattori della produzione e di garantire un profitto adeguato per l'imprenditore e, al contempo, sia più facilmente accessibile ai consumatori.

La seconda soluzione, invece, quasi la conseguenza logica della prima, si realizza con il potenziamento dei legami tra produttori biologici e consumatori, vantaggioso per entrambe le parti dal punto di vista non solo economico ma anche sociale, in termini di accrescimento della fiducia nei confronti degli operatori biologici da parte dei consumatori e, talvolta, di programmazione congiunta delle produzioni da realizzare (Pochettino, 2007). Per quanto lo sviluppo di tali relazioni sia più facilmente perseguibile a livello nazionale, regionale e soprattutto locale, si tratta, in realtà, di una prassi da sempre adottata nell'ambito del commercio equo con l'intento di favorire la conoscenza personale tra consumatori e produttori, tramite l'organizzazione di incontri con i secondi presso le Botteghe del Mondo dei paesi occidentali o l'organizzazione di viaggi etici direttamente nei loro paesi per visitarne anche i relativi progetti e comunità

(Costantino e Leproux, 2011). L'attivazione di sistemi di garanzia partecipata, invece, che risponde sempre all'obiettivo di stabilire relazioni più strette tra produttori e consumatori, oltre a ridurre i costi di certificazione, è una strada percorribile solo a livello locale, particolarmente adeguata nel caso dei Paesi in via di sviluppo (Reganold e Wachter, 2016).

L'importanza di sviluppare i rapporti tra produttori biologici e consumatori è stata riconosciuta anche a livello politico locale, tramite, ad esempio, l'organizzazione di farmers' market di prodotti biologici o il sostegno alla costituzione di reti tra i produttori biologici per favorire il raggiungimento di una massa critica di tali prodotti, il loro collocamento sul mercato, ecc., e comunitario, nell'ambito della politica di sviluppo rurale. Gli Stati membri o le relative Regioni, infatti, nei rispettivi Programmi di sviluppo rurale, possono attivare una specifica sottomisura della Misura Cooperazione per costituire e sviluppare filiere corte e mercati locali e dare priorità agli operatori biologici nell'accesso alla stessa.

Anche l'impatto dei diversi metodi di produzione sulla salute può essere valutato con riguardo sia ai produttori e alle loro famiglie sia ai consumatori, presumendo un minore impatto sulla loro salute con l'adozione del metodo di produzione biologico, dove negli eventuali trattamenti sulle colture vegetali sono utilizzate solo le sostanze ammesse, plausibilmente meno nocive, e il consumo di prodotti biologici, grazie all'assenza e alla minore concentrazione di pesticidi e metalli pesanti nei prodotti ingeriti (Barański *et al.*, 2014; Johansson *et al.*, 2014; Oates *et al.*, 2014; Smith-Spangler *et al.*, 2012).

Sui rischi dell'esposizione ai pesticidi, soprattutto a scapito degli agricoltori e delle loro famiglie, esiste una vasta letteratura, con studi avviati già negli anni '60 per indagare la sua possibile relazione con diverse tipologie di cancro (tra questi: Alavanja *et al.*, 2003; Alavanja *et al.*, 2013; Bassil *et al.*, 2007; Dich *et al.*, 1997; Lyons e Watterson, 2010; Zahm e Ward, 1998) e successivamente diretti a rilevare l'esistenza di legami anche con altri tipi di malattie (tra questi: Calvert *et al.*, 2004; Brown, 2006; Das *et al.*, 2013; Eskenazi *et al.*, 1999; Moses, 1989; Mostafalou e Abdollahi, 2013). I risultati sembrano ormai accertare tali relazioni, anche se non sempre è possibile stabilire un nesso causale e valutare la magnitudine del grado di rischio associato a ciascuna malattia. Con specifico riguardo ai produttori agricoli biologici, comunque, se l'esposizione ai pesticidi è inferiore rispetto a quella dei produttori convenzionali, il rischio di infortuni legato all'utilizzazione delle macchine agricole può essere più elevato, in quanto è superiore il numero di operazioni che devono essere effettuate manualmente o meccanicamente - come, ad esempio, l'estirpazione delle malerbe - per supplire all'uso degli input chimici di sintesi (Rossetto e Menguzzato, 2008).

Dal punto di vista nutrizionale, invece, alcune recenti meta-analisi hanno rilevato una maggiore concentrazione di acidi grassi polinsaturi (PUFA) totali e, in particolare, di omega3¹⁴, ferro e vitamina E nel latte bovino biologico rispetto a quello convenzionale - a differenza di iodio e selenio che sono meno concentrati nel primo rispetto al secondo (Średnicka-Tober *et al.*, 2016a). Tali differenze sono imputate alla minore intensità degli allevamenti biologici rispetto a quelli tradizionali, che si traduce anche in una diversa alimentazione, costituita integralmente o prevalentemente da erba, così come la maggiore concentrazione di iodio nel latte convenzionale dipende dai mangimi utilizzati, arricchiti con questo sale minerale. Analogamente, l'alimentazione a base di foraggio ed erba spiega la maggiore concentrazione di PUFA totali

¹⁴ Mentre le differenze tra latte bovino biologico e convenzionale in termini di PUFA totali e omega3 sono statisticamente significative, non lo sono con riguardo agli omega6 (Średnicka-Tober *et al.*, 2016a).

e PUFA n-3 (omega3), statisticamente significativa, anche nella carne, benché i risultati si caratterizzino per una forte eterogeneità, attribuita ai diversi tipi di allevamenti considerati negli studi analizzati in un'altra meta-analisi condotta da Średnicka-Tober *et al.* (2016b). Nel caso delle colture vegetali (frutta, ortaggi e cereali), Barański *et al.* (2014) rilevano differenze significative in termini di un'ampia gamma di antiossidanti e alcuni carotenoidi e vitamine tra prodotti biologici e convenzionali, differenze essenzialmente dovute alle diverse tecniche agronomiche, principalmente al divieto in agricoltura biologica dei fertilizzanti minerali azotati, fosfatici e potassici. Si tratta, in generale, di nutrienti che riducono il rischio di malattie cardiovascolari, neuro-degenerative e di alcune tipologie di cancro (Baiano e Terracone, 2010; Barański *et al.*, 2014). Per alcuni nutrienti, inoltre, tali differenze permangono anche nei prodotti trasformati. In Johansson *et al.* (2014), invece, differenze statisticamente significative tra prodotti biologici e convenzionali si limitano ai composti fenolici, maggiormente concentrati nei primi, rilevando una maggiore influenza sulla concentrazione di diverse tipologie di nutrienti (oltre ai composti fenolici, ferro, zinco, carotenoidi, tocoferoli) del genotipo, dell'area di coltivazione, del clima, dell'annata, dell'ambiente, del tempo di raccolta e della parte del raccolto utilizzata rispetto a quella del metodo di produzione adottato.

Le caratteristiche nutrizionali dei prodotti biologici così come le tecniche di produzione impiegate per il loro ottenimento ne rendono coerente il consumo con la definizione data dalla FAO al concetto di Dieta Sostenibile, ossia quella dieta a basso impatto ambientale che contribuisce alla sicurezza alimentare e nutrizionale e a una vita sana per le generazioni presenti e future. Le diete sostenibili preservano e rispettano la biodiversità e gli ecosistemi, sono culturalmente accettabili, raggiungibili, economicamente eque e con prezzi accessibili; nutrizionalmente adeguate, sane e sicure e consentono di ottimizzare le risorse naturali e umane.

Tuttavia, se la sostenibilità ambientale rappresenta una *condicio sine qua non* per assicurare la sopravvivenza degli eco-sistemi e, quindi, di tutti gli esseri viventi, le diverse *mission* dell'agricoltura biologica possono essere perseguite solo se si tratta di un metodo di produzione economicamente sostenibile, aspetto, pertanto, da verificare.

In particolare, la fattibilità economica del metodo produttivo biologico, solitamente posto a confronto con quello convenzionale, dipende soprattutto da una serie di elementi, costituiti da: le rese, i costi di produzione, la corresponsione di un *premium price*, il sostegno delle politiche di mercato e agro-ambientali, la capacità di gestione degli imprenditori agricoli dal punto di vista delle tecniche agronomiche adottate in azienda e riguardo alla fase commerciale (Nemes, 2009; Reganold e Wachter, 2016; Seufert *et al.*, 2012; Testa *et al.*; 2015). Tutti questi elementi, pertanto, contribuiscono a determinare la maggiore o minore redditività di un metodo rispetto a un altro. Sebbene i risultati ottenuti nei diversi studi con riguardo a ciascun elemento non siano sempre univoci per cui, insieme alla loro diversa combinazione, ciò determina dei margini di incertezza, emerge nel complesso una maggiore redditività dell'agricoltura biologica se confrontata con quella dell'agricoltura convenzionale che, congiuntamente ai minori danni alla salute di persone e animali e all'ambiente, dovrebbe indurre gli agricoltori ad adottare il metodo biologico.

Per quanto riguarda le rese, in particolare, si rileva invariabilmente una loro contrazione nel periodo di conversione al metodo di produzione biologico (Badgley *et al.*, 2007; Nemes, 2009; Rodale Institute, 2015; Reganold e Wachter, 2016). Superato tale periodo, le rese cominciano a risalire, raggiungendo produzioni a ettaro inferiori (Alonso *et al.*, 2008; Badgley *et al.*, 2007; De Ponti *et al.*, 2012; Nemes, 2009; Reganold e

Wachter, 2016) o comparabili con quelle ottenute con metodo convenzionale (Rodale, 2015). A questo proposito, tuttavia, sono necessarie, alcune specifiche. Lo studio condotto dal Rodale Institute (2012), in particolare, riguarda i risultati conseguiti in campo nell'arco di 30 anni su mais e soia e, per un periodo di 12 anni, sul grano. Anche se, in termini dei risultati conseguiti, tale studio rappresenta una piccola minoranza delle ricerche effettuate (Nemes, 2009), visto che la maggior parte riportano rese più basse in agricoltura biologica, è importante prestare attenzione alla lunga durata della sperimentazione, difficilmente comparabile con quella di altri studi¹⁵. Se, infatti, il suolo, forzato con fertilizzanti chimici, riesce ad assicurare, nel breve periodo, raccolti più corposi, nel lungo periodo si caratterizza per un forte squilibrio e una sempre minore fertilità, con meno humus e carbonio disponibile (Mauri, 2008). Badgley *et al* (2007) e Nemes (2009), invece, analizzando la letteratura in materia, rilevano come, nei Paesi in via di Sviluppo, le rese in agricoltura biologica siano più elevate di quelle conseguite con metodo convenzionale, contrariamente a quanto si verifica nei paesi sviluppati. Nei PVS, infatti, di base, l'agricoltura è meno intensiva in input produttivi diversi dal lavoro e le rese dell'agricoltura biologica aumentano sensibilmente se la sua introduzione è affiancata dall'adozione di tecniche agroecologiche, come la rotazione delle colture, l'inerbimento, la fertilizzazione organica, l'agroforestazione, la gestione efficiente delle risorse idriche, che determinano un'intensificazione sostenibile delle colture (Badgley *et al.* 2007; De Schutter, 2011; Erb *et al.*, 2016; Scialabba, 2007; Ton, 2013). Come si vedrà successivamente, questo aspetto è estremamente importante dal punto di vista della sicurezza alimentare, perché potrebbe consentire di non aumentare la superficie coltivata a livello mondiale, nel caso di completa conversione all'agricoltura biologica e in vista del continuo aumento della popolazione mondiale (Badgley *et al.*, 2007). Di contro, De Ponti *et al.* (2012), nonostante che confermino le rese più alte dell'agricoltura biologica rispetto a quelle dell'agricoltura convenzionale nei PVS, verificano come tali differenze non siano statisticamente significative rispetto a quelle riportate negli studi relativi ai paesi sviluppati¹⁶.

Anche dalla meta-analisi di studi sull'agricoltura biologica realizzati negli ultimi 40 anni effettuata da Reganold e Wachter (2016), in cui le rese risultano inferiori a quelle ottenute in convenzionale per valori che vanno dall'8% al 25%, emerge come tali differenze si riducano o si annullino con l'adozione dell'approccio agroecologico e/o con il miglioramento delle tecniche di gestione e delle varietà colturali selezionate per i sistemi di produzione biologica, se poste a confronto con quelle selezionate per l'agricoltura convenzionale (Murphy *et al.*, 2007). Chiaramente, infine, l'entità della contrazione delle rese dipende dalla tipologia di colture e dalle specie di volta in volta considerate (De Ponti *et al.* 2012; Reganold e Wachter, 2016; Seufert *et al.*, 2012). In generale, le rese sono più elevate per le colture perenni rispetto a quelle annuali e per i legumi rispetto ai non legumi, colture in entrambi i casi più efficienti nella gestione dell'azoto (Seufert *et al.*, 2012). Tuttavia, al di là delle rese in agricoltura biologica più o meno elevate in condizioni di normalità, diversi studi concordano sulla capacità di questo metodo di produzione di ottenere rese più elevate che in convenzionale in presenza di condizioni avverse, come in periodi di siccità, ad

¹⁵ Ad esempio, nella meta-analisi condotta da De Ponti *et al.* (2012), solo il 18% degli studi considerati riportano i risultati dei confronti tra rese dell'agricoltura biologica e di quella convenzionale durati per periodi superiori ai 5 anni.

¹⁶ Ciò dipende dalla considerazione, nella meta-analisi di De Ponti *et al.* (2012), dei soli studi che mettono a confronto le rese in agricoltura biologica con quelle ottenute con l'agricoltura convenzionale se queste ultime sono non troppo basse rispetto alle rese medie della regione a cui ciascuno di tali studi si riferisce, nel caso dei paesi sviluppati, o a quelle ottenibili adottando il miglior sistema di gestione aziendale, in quello dei PVS. Diversamente, gli altri studi sono stati ritenuti non rappresentativi, a meno di cause specifiche, come attacchi parassitari, malattie e siccità, che giustificano le minori rese.

esempio (Badgley *et al.*, 2007; Reganold e Wachter, 2016; Rodale Institute, 2015; Seufert *et al.*, 2012) o anche di eccessiva piovosità (Seufert *et al.*, 2012). De Ponti *et al.* (2012), invece, evidenziano una maggiore difficoltà dell'agricoltura biologica nel contrastare i fattori che limitano le rese, come la scarsa concentrazione di nutrienti nel terreno e le malattie e gli attacchi parassitari.

Come già anticipato, tra gli elementi che influenzano la fattibilità economica del metodo biologico vi sono i costi, per i quali Nemes (2009) rileva come non si possano trarre delle conclusioni generali sul presunto vantaggio dell'agricoltura biologica su quella convenzionale riguardo alla loro minore dimensione. Le tipologie di costi considerate nei diversi studi, infatti, non si allineano con un modello di riferimento standard e sono numerosi gli elementi fuori dal controllo dell'agricoltore, come, ad esempio, i costi dei macchinari, che dipendono dalla loro età, dimensione e frequenza d'uso, i costi di irrigazione, funzione degli eventi atmosferici, e i costi del lavoro, risultato della retribuzione, dalle condizioni di lavoro e dell'efficienza dei lavoratori, per cui i risultati spesso non sono comparabili tra loro.

Tendenzialmente, tuttavia, i costi totali nel biologico sono minori, soprattutto con riguardo alla componente variabile, ossia legata alle quantità prodotte, perché non si utilizzano input a elevato contenuto di energia di origine fossile, mentre il contrario si verifica per i costi fissi, in quanto si richiedono maggiori investimenti rispetto al metodo convenzionale (Nemes, 2009). In particolare, i minori costi variabili in agricoltura biologica rispetto a quella convenzionale sono fortemente legati alla tipologia di coltura, rilevandosi sensibilmente più bassi (-60-50%) nel caso di cereali e legumi, mentre vanno dal -20% al -10% quelli associati a patate e prodotti orticoli e dal -25% al -20% quelli relativi agli allevamenti bovini da latte. Per quanto riguarda i costi fissi, invece, questi rappresentano una quota piuttosto contenuta dei costi totali, tranne nel caso in cui il costo del lavoro e quello delle macchine sono inclusi in tale categoria, dato che, talvolta, non sono considerati affatto. Per quanto importanti, quindi, i costi fissi non incidono particolarmente sulla redditività delle aziende biologiche. Nel caso dell'approccio agroecologico, tuttavia, Guzmán Casado e González de Molina (2009) evidenziano il costo in termini della maggiore domanda di terreno per migliorare la sostenibilità, mediante l'internalizzazione del ciclo dei nutrienti e dell'energia a livello aziendale e il mantenimento del livello ottimale di biodiversità, costituendo, ad esempio, delle aree ecologiche in azienda.

Il *premium price*¹⁷, invece, spesso è ritenuto indispensabile perché i prodotti biologici possano competere con quelli convenzionali. Dalla meta-analisi condotta da Reganold e Wachter (2016), emerge ugualmente la maggiore redditività dell'agricoltura biologica, misurata su circa 50 colture mediante il calcolo del valore attuale netto (VAN; +22-35%) e del rapporto tra benefici e costi (+20-24%), rispetto a quella dell'agricoltura convenzionale. Il *premium price*, tuttavia, è determinante perché, escludendolo, i valori del VAN vanno dal -27% al -23%, mentre il rapporto tra benefici e costi dal -8% al -7%. Benché risulti, inoltre, che il *premium price* abbia valori compresi tra il 29% e il 32%, il *break even premium* necessario perché la redditività dell'agricoltura biologica si equipari quella dell'agricoltura convenzionale va dal 5% al 7%, anche in presenza di rese più basse del 10%-18%. Il *premium price* risulta determinante anche in base ai risultati dello studio

¹⁷ Il *premium price* è il prezzo più elevato di un prodotto rispetto a quello dei suoi concorrenti che l'acquirente è disposto a pagare in ragione di un livello qualitativo superiore percepito dai consumatori o di un posizionamento distintivo attribuito dall'impresa al prodotto soprattutto attraverso politiche di marca e/o campagne di comunicazione. Il *premium price* dà luogo a un vantaggio di differenziazione quando il valore connesso con i benefici equivalenti collegati alla differenziazione supera i costi connessi, in via diretta o indiretta, alla differenziazione.

di Klonsky (2012) e a quello di Delbridge *et al.* (2011). In quest'ultimo, durato 18 anni, infatti, il premium price assicura il maggior rendimento netto medio dei sistemi biologici rispetto a quelli convenzionali - che utilizzano input chimici di sintesi - entrambi soggetti a rotazione di quattro anni o, solo nel caso dei sistemi convenzionali, di due anni. L'analisi economica effettuata dal Rodale Institute (2015), invece, che, diversamente da quella delle rese, si riferisce a un solo triennio, evidenzia come il rendimento netto per la soia coltivata con metodo biologico (558 \$/acre/anno) sia sensibilmente superiore a quella coltivata in convenzionale (190 \$/acre/anno) e comunque maggiore anche in assenza di premium price, grazie ai minori costi relativi all'acquisizione di input esterni all'azienda.

Testa *et al.* (2015), oltre al VAN, utilizzano tre differenti indici per rilevare la maggiore redditività della produzione di limoni biologici rispetto a quella convenzionale, quali il tasso interno di rendimento, il tasso benefici-costi attualizzato, il *pay-back time* attualizzato. In presenza di una variazione al ribasso o al rialzo dei prezzi alla produzione o dei costi del 10%-20% per entrambi i metodi produttivi, inoltre, la coltivazione di limoni biologici permane più vantaggiosa di quella convenzionale, grazie alla minore intensità del lavoro nei limoneti biologici e al premium price, ma non risulta sempre conveniente, potendo dipendere anche dall'accesso o meno, da parte dell'azienda, ai pagamenti agro-ambientali.

L'analisi dei dati economici della RICA nel periodo 2009-2013 conferma la maggiore redditività delle aziende agricole biologiche italiane rispetto a quelle convenzionali. Il reddito netto delle prime, infatti, è sempre più elevato di quello delle seconde e costituisce invariabilmente una percentuale della produzione lorda vendibile (PLV) superiore a quella relativa alle aziende convenzionali (De Leo, 2011, 2012, 2013; De Leo *et al.*, 2015; Mipaaf, 2016). In tre anni del periodo considerato (2009, 2010 e 2012), tuttavia, la redditività della terra (reddito netto/SAU) risulta superiore nelle aziende convenzionali (De Leo, 2011, 2012, 2013; De Leo *et al.*, 2015; Mipaaf, 2016), mentre quella del lavoro è sempre superiore in agricoltura biologica. È importante specificare che il confronto è sempre avvenuto tra il sub-campione RICA delle aziende biologiche con un più numeroso sub-campione delle aziende convenzionali, simili alle prime sul piano strutturale e per dimensione economica, appartenenza allo stesso ambito territoriale e orientamento produttivo, ma non per dimensione media della SAU aziendale, sempre sensibilmente inferiore a quella delle aziende biologiche¹⁸. Queste ultime, pertanto, potrebbero raggiungere maggiori economie di scala, riducendo l'incidenza dei costi fissi e, quindi, totali sulla PLV che, tuttavia, potrebbe anche essere già compensata dalle minori entrate dovute alla coltivazione obbligatoria di leguminose prevista dal piano di avvicendamento triennale, se non destinate all'alimentazione di persone e animali o alla vendita.

Reganold e Wachter (2016) sottolineano, infine, come la redditività dell'agricoltura biologica aumenterebbe se venissero monetizzate le esternalità positive, ossia il valore dei servizi eco-sistemici forniti, e negative come, ad esempio, i costi ambientali, di entrambi i metodi di produzione, ma sono poco numerosi gli studi che si prefiggono tale obiettivo. I maggiori benefici e il minor danno arrecato all'ambiente e alla salute di persone e animali, comunque, potrebbero contribuire a giustificare sia il premium price sia il sostegno all'agricoltura biologica nell'ambito delle politiche di sviluppo rurale (Reganold e Wachter, 2016). Il pagamento di un premium price con questa motivazione da parte dei soli consumatori biologici, tuttavia, andrebbe a detrimento dell'equità sociale, visto che, pur senza pagare nulla, godrebbero dei benefici ambientali anche coloro che non li consumano. Il sostegno agro-ambientale,

¹⁸ Si tratta di una differenza che, a seconda dell'anno considerato, va dai 9 ai 20 ettari. La SAU media delle aziende biologiche del sub-campione, comunque, non supera nei diversi anni i 54,8 ettari.

pertanto, appare lo strumento più adeguato per favorire la compensazione degli agricoltori per la produzione dei benefici o la riduzione dei danni ambientali.

Riferimenti bibliografici

- Alavanja M. C. R., Ross M. K., Bonner M. R. (2013), Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure, *A Cancer Journal for Clinicians*, vol. 63, n. 2, pp. 120-142, doi:10.3322/caac.21170.
- Alavanja M. C. R., Samanic C., Dosemeci M., Lubin J., Tarone R., Lynch C.F., Knott C., Thomas K., Hoppin J.A., Barker J., Coble J., Sandler D.P., Blair A. (2003), Use of Agricultural Pesticides and Prostate Cancer Risk in the Agricultural Health Study Cohort, *American Journal of Epidemiology*, vol. 157, n. 9, pp. 800-814, DOI: 10.1093/aje/kwg040.
- Alonso A.M., González R., Foraster L. (2008), Comparación económica entre cultivos ecológicos y convencionales, Atti dell'VIII Congresso SEAE *Cambio climático, biodiversidad y desarrollo rural sostenible*, Bullas, 16-20 settembre 2008.
- Badgley C., Moghtader J., Quintero E., Zakem E., Chappell M.J., Avile's-Va'zquez K., Samulon A., Perfecto I. (2007), Organic agriculture and the global food supply, *Renewable Agriculture and Food Systems*, vol. 22, n. 2, pp. 86–108, doi:10.1017/S1742170507001640.
- Barański M., Średnicka-Tober D., Volakakis N., Seal ., Sanderson R., Stewart G. B., Benbrook C., Biavati B., Markellou E., Giotis C., Gromadzka-Ostrowska J., Rembiałkowska E., Skwarło-Sońta K., Tahvonon R., Janovská D., Niggli U., Nicot P., Leifert C. (2014), Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyse, *British Journal of Nutrition*, vol. 112, pp. 794–811, doi:10.1017/S0007114515005073.
- Bassil K.L., Vakil C., Sanborn M., Cole D.C., Kaur J.S., Kerr K.J. (2007), Cancer health effects of pesticides, Systematic review, *Canadian Family Physician*, vol. 53, pp.1704-1711.
- Brown T.P., Rumsby P.C., Capleton A.C., Rushton L., Levy L.S. (2006), Pesticides and Parkinson's Disease—Is There a Link?, *Environmental Health Perspectives*, vol. 114, n. 2, pp. 156-164.
- Calvert G.M., Plate D.K., Das R., Rosales R., Shafey O., Thomsen C., Male D., Beckman J., Arvizu E., Lackovic M. (2004), Acute Occupational Pesticide-Related Illness in the US, 1998–1999: Surveillance Findings From the SENSOR-Pesticides Program, *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 45, pp. 14–23, DOI10.1002/ajim.10309.
- Costantino M., Leproux V. (2011), *Mezzi, fini e modelli di sviluppo: Dove va il Commercio Equo e Solidale?*, Università di Economia di Forlì, AICCON, Working papers n. 89, luglio.
- Crisci G., Fonte M. (2014), L'accesso al bio nella transizione verso la sostenibilità dei sistemi agro-alimentari, *Agriregionieuropa*, anno 10, n. 37,
- Das R., Steege A., Baron S., Beckman J., Harrison R. (2001), Pesticide-related Illness among Migrant Farm Workers in the United States, *International Journal of Occupational and Environmental Health*, vol. 7, n. 4 (International Pesticide Use), pp. 303-312.
- Delbridge T.A., Coulter J.A., King R.P., Sheaffer C.C., Wyse D.L. (2011), Economic Performance of Long-Term Organic and Conventional Cropping Systems in Minnesota, *Agronomy Journal*, vol. 103, n. 5, p. 1372-1382, doi:10.2134/agronj2011.0371.
- De Leo (2011), La situazione economica delle aziende, *BioReport 2011*, Rete Rurale Nazionale 2007-2013, Roma, pp. 19-24.
- De Leo (2012), La situazione economica delle aziende, *BioReport 2012*, Rete Rurale Nazionale 2007-2013, Roma, pp. 15-20.
- De Leo (2013), La situazione economica delle aziende, *BioReport 2013*, Rete Rurale Nazionale 2007-2013, Roma, pp. 27-34.
- De Leo S., Trione S., Sturla A. (2015), La situazione economica delle aziende, *BioReport 2015*, Rete Rurale Nazionale 2007-2013, Roma, pp. 19-28.

- de Ponti T., Rijk B., van Ittersum M.K. (2012), The crop yield gap between organic and conventional agriculture, *Agricultural Systems*, vol. 108, pp. 1–9, doi:10.1016/j.agsy.2011.12.004.
- De Schutter O. (2011), *Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food*, Nazioni Unite, Assemblea generale, Consiglio dei Diritti Umani, XVI Sessione, 20 dicembre 2010.
- Dich J., Zahm S.H., Hanberg A., Adami H.O. (1997), Pesticides and cancer, *Cancer Causes Control*, vol. 8, n. 3, pp. 420-43.
- Erb K.-H., Lauk C., Kastner T., Mayer A., Theurl M.C., Haberl H. (2016), Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation, *Nature Communications*, 19 Apr 2016, DOI: 10.1038/ncomms11382.
- Eskenazi B., Bradman A., Castorina R. (1999), Exposures of Children to Organophosphate Pesticides and Their Potential Adverse Health Effects, *Environmental Health Perspectives*, vol. 107, Suppl. 3, pp. 409-419.
- FAO (2010), *Nuovo impulso alle esportazioni di prodotti biologici dall’Africa*, 9 marzo 2010, Roma, <http://www.fao.org/news/story/it/item/40571/icode/>.
- FiBL-IFOAM (2012), The World of Organic Agriculture, Statistics and emerging trends 2012, Frick and Bonn, <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1581-organic-world-2012.pdf>.
- FiBL-IFOAM (2013), The World of Organic Agriculture, Statistics and emerging trends 2013, Frick and Bonn, <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1606-organic-world-2013.pdf>.
- FiBL-IFOAM (2014), The World of Organic Agriculture, Statistics and emerging trends 2014, Frick and Bonn, <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1636-organic-world-2014.pdf>.
- FiBL-IFOAM (2015), The World of Organic Agriculture, Statistics and emerging trends 2015, Frick and Bonn, <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf>.
- FiBL-IFOAM (2016), The World of Organic Agriculture, Statistics and emerging trends 2016, Frick and Bonn, <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf>.
- Guzmán-Casado G.I., González de Molina M. (2009), Preindustrial agriculture versus organic agriculture: The land cost of sustainability, *Land Use Policy*, vol. 26, n. 2, pp. 502-510, doi:10.1016/j.landusepol.2008.07.004.
- HLPE (2013), *Biofuels and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Roma, 2013.
- IFOAM (2005), *I principi dell’agricoltura biologica*, http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_Italian.pdf.
- ISPRA (2016), *Rapporto nazionale pesticidi nelle acque, Dati 2013-2014*, Rapporto n. 244/2016, Roma, http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-244/Rapporto_244_2016.pdf.
- Johansson E., Hussain A., Kuktaite R., Andersson S.C., Olsson M.E. (2014), Contribution of Organically Grown Crops to Human Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health* vol. 11, pp. 3870-3893; doi:10.3390/ijerph110403870, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4025038/pdf/ijerph-11-03870.pdf>.
- Kaval, P., 2004. The profitability of alternative cropping systems: a review of the literature. *Journal of Sustainable Agriculture*, 23, 47–65.
- Klonsky K. (2012), Comparison of Production Costs and Resource Use for Organic and Conventional Production Systems, *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 94, n. 2, pp. 3114-321.
- Gwynne Lyons G., Watterson A. (2010), A review of the role pesticides play in some cancers: children, farmers and pesticide users at risk?, CHEMTrust, Printguy, UK.
- Mauri G. (2008), I principi del biologico, *Eurocarni*, n. 9, <http://www.pubblicitaitalia.com/cocoon/pubit/riviste/articolo.html?Testata=1&idArticolo=8436>.
- Michieletto L. (2012), I principi dell’IFOAM, Biocalenda, <http://www.labiolca.it/agricoltura-biologica/1640-i-principi-dellifoam>.
- MIPAAF (2016), *Piano Strategico Nazionale per lo sviluppo del sistema biologico*, <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/10014>.

- Moses M. (1989), Pesticide-related health problems and farmworkers, *Official Journal of the American Association of Occupational Health Nurses*, vol. 37, n. 3, pp. 115-130.
- Mostafalou S., Abdollahi M. (2013), Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives, *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 268, pp. 157–177.
- Murphy K.M., Campbell K.G., Lyon S.R., Jones S.S. (2007), Evidence of varietal adaptation to organic farming systems, *Field Crops Research*, vol. 102, pp. 172–177.
- Nemes N. (2009), *Comparative Analysis of Organic and Non-Organic Farming Systems: a Critical Assessment of Farm Profitability*, FAO, Natural Resources Management and Environment Department, Roma, Giugno 2009.
- Oates L., Cohen M., Braun L., Schembri A., Taskova R. (2014), Reduction in urinary organophosphate pesticide metabolites in adults after a week-long organic diet, *Environmental Research*, vol. 132, pp. 105-111, doi:10.1016/j.envres.2014.03.021.
- Pochettino S. (2007), Si fa presto a dire cibo, *VpS*, giugno/luglio 2007, http://ortodeiragazzi.altervista.org/rstampa/articolo_vps_giu-lug_07.pdf.
- Reganold J.P., Wachter J.M. (2016), Organic agriculture in the twenty-first century, *Nature Plants*, vol. 2, n. articolo 15221, pp. 1-8, doi:10.1038/nplants.2015.221.
- Ricci C. (2012), Contenuti normative del diritto a un cibo «adeguato» a livello internazionale, in Ricci C. (a cura di), *La tutela multilivello del diritto alla sicurezza e qualità degli alimenti*, Giuffrè Editore, Milano.
- Rodale Institute (2015), *The Farming Systems Trial Celebrating 30 years*, Kutztown, PA.
- Rossetto L., Menguzzato A. (2008) Il caso di studio, in Boatto V., Menguzzato A., Rossetto L. (a cura di), *Valutazione monetaria dei benefici esterni dell'agricoltura biologica*, pp. 97-147.
- Schader C., Muller A., Scialabba N. El-H. (2013), *Sustainability and organic livestock modelling (sol-m), Impacts of a global upscaling of low-input and organic livestock production Preliminary Results*, FAO, Natural Resources Management and Environment Department, Aprile 2013.
- Schmidhuber J. (2008), Impact of an Increased Biomass Use on Agricultural Markets, Prices and Food Security: A Longer-term Perspective, in CFE (a cura di) *Energy security in Europe*, Atti della Conferenza “Energy Security in Europe”, Lund 24-25 settembre 2007.
- Scialabba N. E-H. (2007), *Organic agriculture and food security*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, www.fao.org/organicag.
- Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A. (2012), Comparing the yields of organic and conventional agriculture, *Nature*, vol. 485, pp. 2-29, 10 Maggio 2012, doi:10.1038/nature11069.
- Smith-Spangler C., Brandeau M.L., Hunter G.E., Bavinger J.C., Pearson M., Eschbach P.J., Sundaram V., Liu H., Schirmer P., Stave C., Olkin I., Bravata D.M. (2012), Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review, *Annals of Internal Medicine*, vol. 157, pp. 348-366.
- Średnicka-Tober D., Barański M., Seal C.J., Sanderson R., Benbrook C., Steinshamn H., Gromadzka-Ostrowska J., Rembiałkowska E., Skwarło-Sońta K., Eyre M., Cozzi G., Larsen M.K., Jordon T., Niggli U., Sakowski T., Calder P.C.13, Burdge G.C., Sotiraki S., Stefanakis A., Stergiadis S., Yolcu H., Chatzidimitriou E., Butler G., Stewart G., Leifert C. (2016a), Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses, *British Journal of Nutrition*, vol. 115, pp. 1043–1060, doi:10.1017/S0007114516000349.
- Średnicka-Tober D., Barański M., Seal C.J., Sanderson R., Benbrook C., Steinshamn H., Gromadzka-Ostrowska J., Rembiałkowska E., Skwarło-Sońta K., Eyre M., Cozzi G., Larsen M.K., Jordon T., Niggli U., Sakowski T., Calder P.C.13, Burdge G.C., Sotiraki S., Stefanakis A., Yolcu H., Stergiadis S., Chatzidimitriou E., Butler G., Stewart G., Leifert C. (2016b), Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis, *British Journal of Nutrition*, vol. 115, pp. 994–1011, doi:10.1017/S0007114515005073.
- Tapparo A., Marton D., Giorio C., Zanella A., Soldà L., Marzaro M., Vivan L., Girolami V. (2012), Assessment of the Environmental Exposure of Honeybees to Particulate Matter Containing Neonicotinoid

Insecticides Coming from Corn Coated Seeds, *Environmental Science and Technology*, vol. 46, n. 5, pp. 2592–2599, doi:10.1021/es2035152.

Testa R., Foderà M., Di Trapani A.M., Tudisca S., Sgroi F. (2015), Choice between alternative investments in agriculture: The role of organic farming to avoid the abandonment of rural areas, *Ecological Engineering*, vol. 83, pp. 227–232, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.06.021>.

Ton P. (2013), *Productivity and Profitability of Organic Farming Systems in East Africa*, IFOAM, http://www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/osea_ii_oa_prod_prof_report_final.pdf.

Zahm S.H., Ward M.H. (1998), Pesticides and Childhood Cancer, *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, Suppl. 3, pp. 893-908.

1.5 Misurare la sostenibilità: limiti operativi

Le analisi sviluppate nei paragrafi precedenti fanno ben comprendere l'importanza di valutare come le attività agricole si ripercuotano sul contesto ambientale e sociale non solo attraverso la catena alimentare ma anche mediante il complesso sistema di interazioni con le risorse naturali e con le altre attività umane. L'intensità e la direzione di queste relazioni sono la base per misurare il grado di sostenibilità delle attività agricole che possono essere miglioratrici dell'ecosistema (effetti positivi) o viceversa che esercitano una pressione su di esso (effetti negativi e/o impatti).

La complessità dei fenomeni connessi al concetto di sostenibilità è tale che non esiste un metodo univoco e consolidato per esprimere valutazioni valide in ogni contesto produttivo ma i risultati scientifici sono generalmente concordi nell'attribuire al metodo biologico una migliore capacità di rispettare alcuni principi ecologici ed etici, seppure vi siano rilevanti differenziazioni rispetto alle modalità con cui il metodo può essere applicato.

La misurazione dei rapporti causa-effetto è quindi estremamente complessa e comporta necessariamente una semplificazione, che di solito si persegue concentrandosi sugli aspetti maggiormente influenzati dalle attività agricole. Indipendentemente dall'approccio metodologico vi sono però alcuni elementi che vanno tenuti sempre in considerazione quando si intende valutare il grado di sostenibilità di una attività antropica.

Innanzitutto va ribadito che il concetto di sostenibilità è relativo ovvero necessita di un riferimento a cui rapportarsi che può essere un'altra attività agricola (es. convenzionale), una diversa unità di rilevazione o un precedente periodo temporale.

Il secondo aspetto da considerare è conseguenza del primo, ovvero la sostenibilità è una nozione multidimensionale e la sua misurazione richiede la determinazione di cosa/dove/quando che significa l'identificazione del fenomeno e/o carattere da analizzare, della sua localizzazione e del periodo di riferimento.

Terzo ed ultimo elemento che rappresenta il principale vincolo per la valutazione della sostenibilità è la disponibilità delle informazioni necessarie per misurarla. Paradossalmente in una società caratterizzata dalla produzione di una grande mole di informazioni, è sempre più difficile ottenere dati elementari su alcuni ambiti specifici. Le tecnologie informatiche e di comunicazione sono in grado di produrre e gestire grandi quantità di dati (Big Data) ma spesso a scapito della qualità e specificità delle informazioni raccolte. Ad esempio per una organizzazione commerciale è più facile analizzare il comportamento dei consumatori attraverso le transazioni registrate nelle carte d'acquisto piuttosto che realizzare una indagine diretta.

La ricerca scientifica risulta spesso penalizzata in un contesto dove le informazioni viaggiano su canali di comunicazione dedicati e poco accessibili e la rilevazione diretta rappresenta ormai una costosa eccezione. Gli stessi agricoltori, pressati dalle richieste di informazione della PA per le sue molteplici esigenze (es. fisco, certificazioni, finanziamenti), sono sempre meno disponibili a partecipare a indagini e ad essere intervistati.

Le statistiche inoltre sono limitate dai vincoli della riservatezza dell'informazione che rendono complesso al ricercatore l'accesso ai microdati aziendali che non possono comunque identificare l'unità di rilevazione impedendo di fatto una analisi sul contesto ambientale in cui opera.

Per questi motivi la valutazione della sostenibilità è stata spesso condotta a livello aziendale, ritenendo troppo complesso e/o costoso rilevare sistematicamente i dati di base a livello territoriale. Ciò ha comportato la produzione di molti risultati scientifici che misurano il livello di sostenibilità delle aziende agricole e delle loro attività, ma pochi li riportano su una scala più vasta.

Oltre ai precedenti limiti informativi, esistono altri ostacoli per la valutazione della sostenibilità a livello territoriale. Ad esempio ci sono molti altri fattori, oltre alle attività agricole, che producono effetti sull'ecosistema, come i fenomeni naturali (es. clima) ma anche altre attività antropiche come quelle industriali.

Al di fuori dei confini dell'azienda agricola i rapporti causa-effetto tra agricoltura ed ecosistema si affievoliscono fino quasi a scomparire nelle aree più urbanizzate o viceversa disabitate, ed è per questo motivo che è difficile e per certi versi azzardato esprimere valutazioni di area vasta. Inoltre per alcuni aspetti come ad esempio l'emissione di gas a effetto serra, anche i confini territoriali sono significativi.

Nonostante queste evidenti limitazioni, nel contesto italiano dove l'agricoltura è ancora capillarmente diffusa appare opportuno sviluppare la ricerca verso l'esplorazione di metodi scientifici capaci di fornire indicazioni sullo stato di salute dell'ambiente rurale e sulla sua evoluzione.

Negli ultimi anni sono state sviluppate alcune tecnologie informatiche basate sugli strumenti GIS associati alla statistica che possono dare un valido contributo scientifico in questa direzione. Adottando metodiche simili a quelle utilizzate per la cartografia ambientale è possibile mappare altre informazioni, come ad esempio quelle socio-economiche, così da visualizzare la diffusione spaziale dei fenomeni che possono essere ricondotti al concetto di sostenibilità. Con questa base informativa si è in grado di valutare se i fenomeni sono coerenti con i caratteri presenti in una determinata porzione di territorio (la metodologia è descritta in dettaglio nel terzo capitolo).

È opportuno specificare che tale metodica non è stata utilizzata per valutare direttamente il livello di sostenibilità di un territorio, ma per verificare se esiste una coerenza tra le criticità ambientali che possono essere mitigate con le attività agricole e la diffusione dell'agricoltura biologica. Considerando infatti l'AB un modello di agricoltura sostenibile, è ipotizzabile che una sua maggiore diffusione nelle aree più critiche possa amplificare alcuni effetti positivi. Ad esempio in un'area vulnerabile ai fenomeni erosivi la diffusa presenza di attività agricole convenzionali che lasciano il terreno nudo per lunghi periodi è un segnale di una inadeguata gestione del territorio, per cui in questo contesto sarebbe auspicabile uno sviluppo del biologico o quanto meno di superfici investite in cover crops.

La diffusione territoriale dell'AB dipende da molti fattori, e solo alcuni sono attribuibili alla volontà degli agricoltori. Tra questi sicuramente riveste un ruolo importante la componente economica che si può sintetizzare con la redditività delle attività aziendali, che nel caso del biologico, è in parte determinata dalla compensazione pubblica sotto forma di "pagamenti agro-ambientali".

Quindi i livelli e la distribuzione dei pagamenti agro-ambientali influenzano le decisioni imprenditoriali e, se opportunamente modulati, possono diventare una rilevante leva per la programmazione territoriale. Va però precisato che i pagamenti da soli non sono sufficienti per modificare le scelte nelle aree dove non esistono validi sbocchi di mercato o viceversa dove le alternative al biologico sono molto più vantaggiose. La metodologia di analisi spaziale può fornire utili indicazioni anche in questi casi, valutando esempio se esiste un contesto sociale (reddito disponibile, punti vendita, ...) che può favorire la conversione al biologico.

L'analisi territoriale rappresenta il punto di arrivo di un percorso metodologico che parte dalla misurazione degli effetti prodotti dall'AB a livello aziendale. La disponibilità di una lunga serie temporale di dati raccolti presso alcuni dispositivi sperimentali del CREA, è stato l'incipit di uno processo che successivamente poi ha coinvolgerà alcune aziende satellite e la più ampia rete contabile dell'indagine RICA. Il primo di questi passaggi è descritto nel successivo capitolo.

2. La sperimentazione nei dispositivi aziendali

Il CREA comprende numerosi centri di sperimentazione agraria e forestale, diversi dispongono di terreni e in alcuni di questi si sviluppano da diversi anni attività agricole condotte con il metodo biologico. In questo lavoro di analisi sono state coinvolte tre aziende sperimentali che hanno organizzato al loro interno specifici dispositivi finalizzati alla valutazione dei processi produttivi che rispettano il disciplinare dell'agricoltura biologica¹⁹. Le aziende che hanno contribuito ai risultati di questo studio sono localizzate a:

- Metaponto (Basilicata), CREA Agricoltura e Ambiente;
- Monsampolo del Tronto (Marche), CREA Orticoltura e Florovivaismo;
- Lentini (Sicilia), CREA Colture arboree.

Ai ricercatori che hanno condotto le attività sperimentali di lungo periodo, è stato chiesto di selezionare i dati rilevati che possono essere utilizzati per misurare la sostenibilità dei processi produttivi e da questi derivare alcuni risultati che possono fornire alcune indicazioni in termini di valutazione dei sistemi aziendali e territoriali.

Va precisato che i risultati analizzati di seguito non possono essere considerati rappresentativi né di tipologie aziendali né di areali produttivi in quanto si tratta di singoli casi studio. La loro rilevanza scientifica sta nella dimostrazione che è possibile valutare gli effetti positivi prodotti dal biologico attraverso alcuni strumenti di misurazione (indicatori) e metodi di analisi (modelli). Ciò implica che utilizzando strumenti e metodi analoghi in altri contesti aziendali e/o territoriali è possibile esprimere una valutazione sul livello di sostenibilità relativa che il metodo biologico può contribuire a migliorare.

Una ulteriore precisazione riguarda l'ambito di analisi dei dispositivi sperimentali che si riferisce prevalentemente a quello ambientale e in misura inferiore a quello socio-economico, in quanto non sono vere e proprie imprese agricole che operano sul mercato, per cui non è possibile esprimere valutazioni sugli effetti ad esempio sull'impiego della manodopera aziendale o sulla redditività dei processi produttivi. Questi aspetti verranno considerati e integrati nelle successive fasi dello studio.

I paragrafi che seguono introducono i risultati delle analisi con la descrizione delle aziende sperimentali e delle attività realizzate di cui si forniscono i riferimenti bibliografici.

¹⁹ Definito dal Reg.(CE) 889/2008.

2.1 Metaponto (Basilicata)

Struttura e attività

L'Azienda Sperimentale di Metaponto (denominata "Campo 7") è una delle aziende del CREA-SCA di Bari, in cui si svolgono prove sperimentali in agricoltura biologica e convenzionale in particolare su colture orticole. L'azienda ha un'estensione di circa 6 ha ed è localizzata nell'Arco Ionico Metapontino (40°24' N; 16°48' E), ovvero in uno degli areali più vocati per la produzione di colture orticole e frutticole nel Sud Italia.

L'Arco Ionico Metapontino è una zona particolarmente soggetta ad eventi meteorologici estremi dove, per i loro effetti, negli ultimi anni gli orticoltori hanno spesso perso le produzioni di colture autunno-vernine a causa di allagamenti temporanei (di 3 – 10 giorni) dei campi. In questo areale, inoltre, è estremamente importante mantenere o incrementare la fertilità dei suoli con particolare attenzione al livello di sostanza organica, essendo questi ambienti, considerate le specifiche caratteristiche pedo-climatiche, particolarmente soggetti ad alte mineralizzazioni.

Per far fronte a queste problematiche, sono state sviluppate attività di ricerca con l'obiettivo di mettere a punto tecniche colturali innovative in grado di contribuire al successo di un'agricoltura biologica e sostenibile basata su principi agro-ecologici. I modelli proposti di intensificazione eco-funzionale del sistema colturale valutano gli effetti agronomici ed ambientali di pratiche quali: i) l'introduzione delle colture di copertura definite "colture di servizio agro-ecologico", ASC (che consentono il miglioramento della fertilità con apporto di sostanza organica, il sequestro di carbonio nei suoli, la riduzione di perdite di nutrienti ed il controllo di infestanti, malattie e parassiti) negli avvicendamenti colturali; ii) tecniche innovative per l'interruzione (terminazione) del loro ciclo di coltivazione (allettamento con "roller crimper" vs sovescio) ed epoche di semina di ASC diversificate rispetto alla coltura da reddito; iii) sistemazioni idraulico-agraria del terreno con baulatura, per aumentare il franco di coltivazione e favorire il deflusso laterale di acque in eccesso; iv) ammendanti organici sperimentali (digestato anaerobico, compost) vs fertilizzanti commerciali.

In azienda è presente una capannina meteorologica per il monitoraggio dei dati climatici, considerando che la conoscenza e gestione dei dati meteo, e l'analisi dei cambiamenti climatici in atto, sono basilari per la gestione delle attività di campo.

L'analisi della sostenibilità attraverso i dati sperimentali

Il lavoro è stato incentrato, in primo luogo, sullo studio e la ricerca bibliografica per le tematiche riguardanti la misurazione di sostenibilità dei processi produttivi. L'attenzione è stata rivolta in particolare a tre metodologie di approccio:

- la metodologia sviluppata nell'ambito del progetto di ricerca Mipaaf "SOS-BIO", volto a definire criteri e dispositivi per valutare la sostenibilità agro-ambientale dei sistemi di produzione biologici, che prevedeva lo sviluppo di uno strumento automatizzato di valutazione open source denominato "DEXi-BIOrt"²⁰, utilizzato per BIOPAG e pertanto rinominato DEXi-Biopag. Tale strumento è costituito da un foglio di calcolo Excel il cui cuore è rappresentato da una cartella di caricamento dei dati, una contenente gli indicatori calcolati e una con i fattori di conversione. Nel programma le cartelle sono poste in condizioni di interagire elettronicamente e la loro interfaccia permette di

²⁰ <http://www.sinab.it/ricerca/%E2%80%9Csviluppo-di-uno-strumento-la-valutazione-della-sostenibilit%C3%A0-agro-ambientale-di-sistemi>

- definire la sostenibilità agro-ambientale dei sistemi di coltivazione, sulla base dei dati raccolti e immessi nel foglio di calcolo che consentono la determinazione di indicatori;
- la metodologia Life Cycle Assessment (LCA), attraverso l'utilizzo del software Simapro v.8.04²¹ (metodologia CML 200 Baseline), che risulta ampiamente utilizzata per valutazioni di sostenibilità ambientale dei sistemi agricoli;
 - la tecnica dell'Analisi Energetica, che prevede il calcolo del consumo energetico di un processo produttivo a partire da dati bibliografici e dai consumi effettivi previsti per ogni singola operazione effettuata.

Il software DEXi è stato scelto perché abbiamo ritenuto che fosse uno strumento valido, abbastanza semplice da implementare, in grado di fornire indici di sostenibilità di tipo qualitativo relativamente ai sistemi in corso di studio. Le altre due metodologie, invece, più specifiche e dettagliate, forniscono un dato di tipo "quantitativo" funzionale alla comprensione, all'interno dei processi produttivi agricoli, di eventuali criticità ambientali generali. Ad ogni modo, le tre metodologie difficilmente potrebbero essere aggregate fra di loro nel costituire un indicatore unico, sia perché utilizzano diversi livelli di analisi (dettaglio) e sia in quanto sarebbe difficile attribuire al dato quantitativo (kg CO₂ eq. e MJ) delle ultime due metodologie un valore di tipo qualitativo in termini assoluti (basso, medio, alto), il che li rende difficilmente incorporabili nel DEXi.

In base alla metodologia DEXi-Biopag, l'agro-ecosistema aziendale è stato suddiviso in compartimenti principali (macroaree di analisi) relativi a suolo, acqua, biodiversità e produzione per l'applicazione dello strumento di valutazione. Per ogni macroarea sono stati definiti i sottosistemi ambientali, ed ogni sottosistema contiene gli indicatori sintetici di sostenibilità applicabili a realtà aziendali orticole biologiche. Gli indicatori sono calcolati in base a parametri rilevati ed inseriti in apposito foglio di calcolo del software.

Nel passo successivo si è rivolta l'attenzione all'applicabilità di questi indicatori nel contesto dell'azienda sperimentale Campo 7 di Metaponto del CREA-SCA, ed è stata scelta una prova sperimentale in biologico per la validazione degli indicatori tramite valutazione della sostenibilità nel medio-lungo periodo. Si è pertanto proceduto alla raccolta, organizzazione e correlazione dei dati all'unità funzionale di riferimento (ettaro) per un primo ciclo colturale di cavolo viola (in rotazione con finocchio e pomodoro).

Si riportano in appendice tre esempi di moduli descrittivi relativi rispettivamente ad un indicatore del suolo (carbonio organico), uno produttivo (produzione commerciabile) ed uno di qualità del prodotto (contenuto di nitrati nei corimbi). I dati sono provvisori essendo la prova in corso.

Utilizzando DEXi-Biopag, per ogni indicatore sono stati definiti un nome, una descrizione sintetica e una scala uniformata di valutazione di tipo qualitativo, in modo da indicare il profilo gestionale in termini di 'basso' (non sostenibile), 'medio' (sulla soglia della sostenibilità) e 'alto' (sostenibile).

Gli indicatori qualitativi sono sviluppati da informazioni desunte dall'esperienza. Ad esempio, per l'indicatore "struttura del suolo" viene attribuito il valore soglia rispondendo a semplici domande del tipo: come si può valutare la struttura del suolo? Esistono problemi particolari come, ad esempio, ristagni idrici, formazione di suola di lavorazione, ecc.? In base alle risposte si possono quindi identificare: i) terreno ben strutturato, che non ha mai avuto problemi (alto), ii) terreno buono ma ci possono essere piccoli problemi (medio), iii) terreno con maggiori difficoltà legate alla struttura (basso).

Altri indicatori sono basati su misurazioni o dati ottenuti da riferimenti tecnici, per cui un indicatore rientra in uno specifico range di valori tale da permettere di definirlo basso, medio o alto. In questo caso è richiesta

²¹ <https://www.pre-sustainability.com/simapro-8-whats-new-in-804>

una raccolta di informazioni più dettagliata sul sistema e il suo contesto, talvolta preferibile in valutazioni “ex post”.

Nella tabella che segue si riporta, la scheda complessiva relativa alla coltura analizzata, in cui sono attribuiti i pesi per ciascun indicatore.

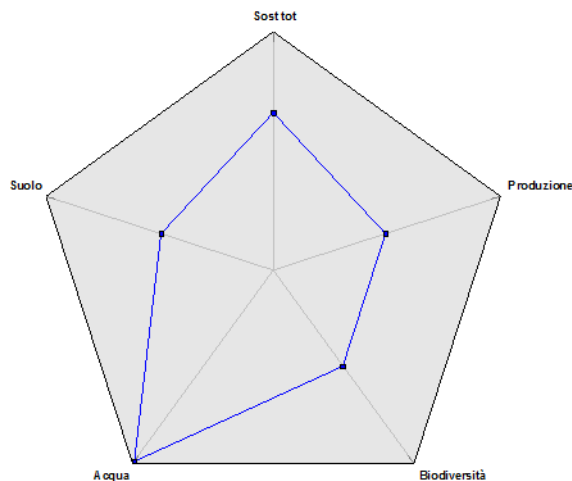
Tabella 2 – Pesi assegnati agli indicatori selezionati per sistema ambientale

Sistemi ambientali principali	Peso	Sotto sistemi	Peso	Indicatori	Peso
suolo	25%	qualità fisica del suolo	50%	struttura del suolo	37%
				diversificazione delle lavorazioni	63%
		qualità chimica/biologica del suolo	50%	profondità e frequenza lavorazioni	31%
				copertura del suolo durante l'anno bilancio della sostanza organica	27% 42%
acqua	25%	gestione irrigazione	100%	acqua consumata (m ³ /ha/anno) tipologia impianto	50% 50%
biodiversità	25%	genetica	33%	numero di specie vegetali	60%
				numero di varietà a livello aziendale	40%
		specificità	33%	avvicendamento colturale percentuale di superficie coltivata a leguminose da sovescio e commerciali	54% 25%
				numero di consociazioni	21%
biodiversità microbica	33%	pratiche di gestione materiale organico	40% 30%		
		contaminazione da pesticidi ed agrofarmaci in genere	30%		
produzione	25%	energia	27%	input non riproducibili (non provenienti dal settore agricolo)	38%
				dipendenza da fonti energetiche non rinnovabili	31%
				reimpiego	31%
		gestione fitosanitaria	28%	motivo di intervento	28%
				impatto ambientale interventi	44%
				livello di approccio sistemico	28%
		gestione fertilizzante	21%	rapporto azoto distribuito/azoto asportato	38%
				rapporto C/N fertilizzanti di provenienza aziendale	23% 38%
valore del prodotto	24%	produzione	60%		
		qualità delle produzioni	40%		

Fonte: elaborazione CREA-AA

In Figura 2 si riporta il grafico radar, ottenuto come output dal software, relativo alla sostenibilità totale e per le macro-aree selezionate per il sistema considerato al primo anno di valutazione:

Figura 2 - Sostenibilità totale e per singola macroarea



Fonte: elaborazione CREA-AA

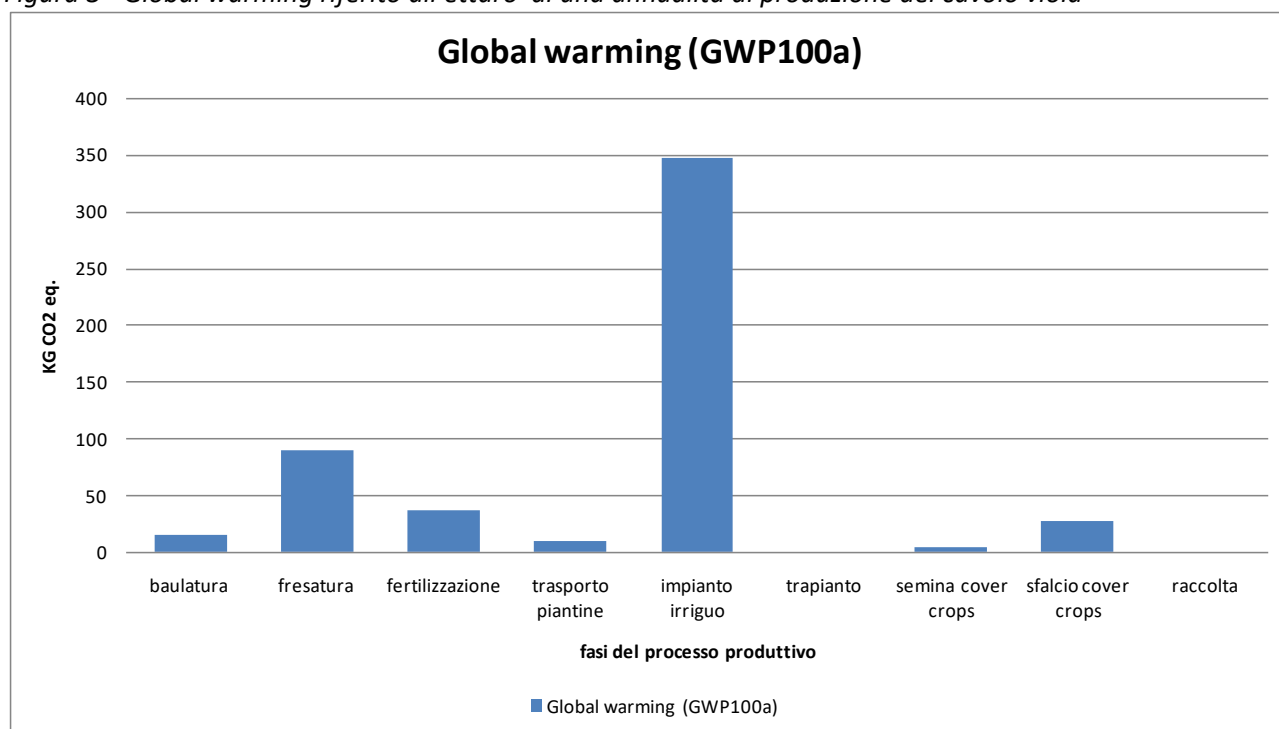
Dal grafico emerge che la gestione della coltura è ad un buon livello di sostenibilità totale dal punto di vista agro-ambientale. In particolare, la gestione del sistema Acqua è risultata essere altamente sostenibile, mentre gli altri tre sistemi (Suolo, Biodiversità e Produzione) si collocano tutti ad un livello intermedio che rende comunque la valutazione positiva.

La seconda metodologia utilizzata, l'LCA, è una procedura standardizzata che permette di registrare, quantificare e valutare gli impatti ambientali durante tutte le fasi dell'esistenza di un prodotto, un'attività o un processo all'interno di un contesto ben preciso, che deve essere definito a priori. In linea teorica, uno studio di LCA dovrebbe comprendere tutte le fasi del ciclo di vita "dalla culla alla tomba". Tale procedura si svolge, secondo la normativa ISO 14040 in 4 fasi : 1- *Definizione degli scopi e degli obiettivi (Goal and Scope Definition)*, 2- *Analisi di inventario (Life Cycle Inventory Analysis, LCI)* , 3- *Analisi degli impatti (Life Cycle Impact Assessment, LCIA)* ,4-*Interpretazione e miglioramento (Life Cycle Interpretation)* .

Nella prima fase sono stati principalmente definiti, pertanto, le finalità dello studio, l'unità funzionale ovvero il riferimento in base al quale tutti i dati saranno elaborati (ettaro), i confini del sistema studiato. Nell'analisi di inventario del processo sono stati raccolti i dati sui flussi in entrata e in uscita, cioè tutti i consumi (risorse ed energia) e tutte le emissioni (in aria, acqua e suolo). Nella fase di interpretazione e miglioramento si produce il passaggio dal dato oggettivo, calcolato durante la fase di inventario, al giudizio di pericolosità ambientale. Le categorie d'impatto, invece, ovvero i temi ambientali che presentano impatti potenziali, dipendono dal metodo di valutazione prescelto. Nel nostro caso si è utilizzato il metodo CML Baseline e delle 10 categorie ne abbiamo scelte 1 ovvero l'effetto serra (global warming).

Di seguito si riporta l'istogramma ottenuto, riferito agli impatti generati nelle varie fasi del processo produttivo del cavolo viola in termini di Global warming (CO₂ equivalente).

Figura 3 - Global warming riferito all'ettaro di una annualità di produzione del cavolo viola



Fonte: elaborazione CREA-AA

Dai risultati è emerso che gli impatti maggiori sono legati all'utilizzo di materiale plastico per la predisposizione dell'impianto irriguo, mentre fra le operazioni colturali la più dispendiosa risulta essere la fresatura. Nel ciclo di vita non si è tenuto conto delle emissioni generate dal processo di produzione del fertilizzante. Questa metodologia non fornisce un indice di sostenibilità ma assegna, piuttosto, dei valori oggettivi agli impatti ambientali e ci permette di definire le eventuali criticità all'interno di un processo. Tale metodologia risulta essere molto interessante se utilizzata come confronto con altri sistemi produttivi simili.

La terza metodologia utilizzata, l'analisi energetica, consiste nell'osservare, apprezzare e misurare i flussi di energia all'interno di un sistema. Si tratta di una analisi di tipo quantitativo, per precisare i volumi di energia in gioco, ma anche qualitativo, per indicare la loro natura prima e dopo l'operazione o nell'insieme.

Per condurre una buona analisi energetica bisogna reperire dati di campo e dati bibliografici. I dati raccolti a Campo 7 sul cavolo viola riguardano la durata di ogni operazione colturale e i quantitativi di ogni input (macchine, carburanti, fertilizzanti, prodotti chimici, volumi irrigui, lavoro, ecc.). I valori energetici degli input sono stati espressi in mega joule (MJ) e calcolati moltiplicando ciascun input per il proprio coefficiente energetico unitario, come da letteratura.

Dal punto di vista qualitativo occorre distinguere l'energia in:

- energia diretta, che è l'energia prodotta dai carburanti e dal lavoro umano;
- energia incorporata o indiretta, che è l'energia utilizzata per produrre le macchine e gli attrezzi agricoli, i fertilizzanti e gli antiparassitari, le strutture di supporto e di copertura, ecc.

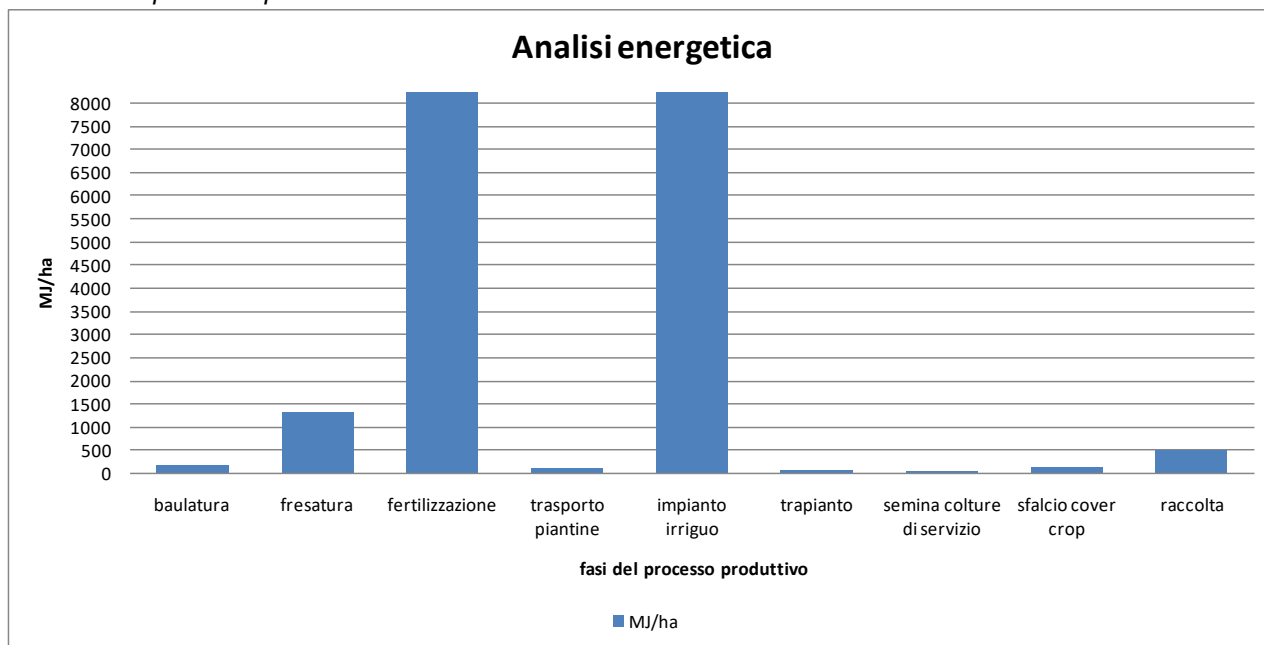
Inoltre possiamo fare una ulteriore distinzione in:

- energia rinnovabile che è l'energia relativa al lavoro umano, alle piante, al letame e all'acqua;

- energia non rinnovabile, vale a dire l'energia relativa ai carburanti, ai lubrificanti, all'elettricità, alle macchine e a tutti i materiali soggetti a logorio totale o parziale.

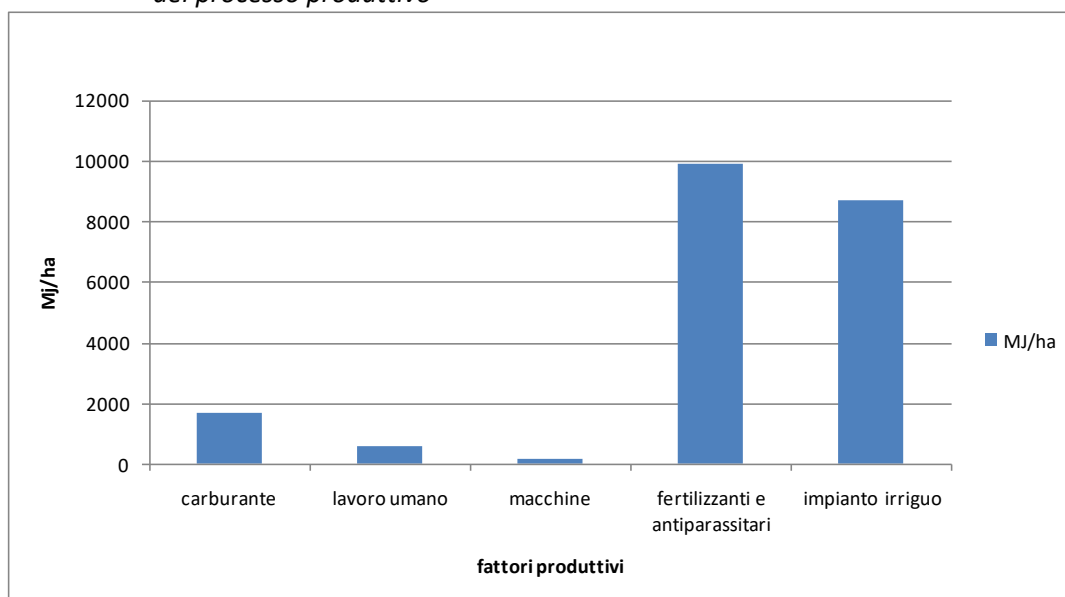
Si riportano nelle figure che seguono gli output dell'applicazione del metodo.

Figura 4 - Energia consumata per ettaro in una annualità di produzione del cavolo viola distinta per fasi del processo produttivo



Fonte: elaborazione CREA-AA

Figura 5 - Energia consumata per ettaro in una annualità di produzione del cavolo viola distinta per fattore del processo produttivo



Fonte: elaborazione CREA-AA

Dall'analisi energetica è risultato che, per unità di superficie (ha), la fase più impattante (Figura 3) , è la generazione del sistema di irrigazione, anche in questo caso come per l'LCA : ciò è dovuto essenzialmente all'energia legata al materiale "plastica". Altra fase critica risulta essere la fertilizzazione. Come ci si poteva attendere, quindi, dalla Figura 4 si evidenzia che i fattori produttivi che generano impatti maggiori sono il fertilizzante e l'impianto di irrigazione i quali incidono rispettivamente per il 47% ed il 41% del totale. Dal punto di vista qualitativo, l'89% dell'energia è indiretta, mentre ben il 50% deriva da fonti rinnovabili (lavoro umano e fertilizzante di origine animale). Anche in questo caso la metodologia ci da degli ottimi spunti per l'analisi degli impatti del processo produttivo ma non ci fornisce una scala di sostenibilità.

Tabella 3 - Forme di energia utilizzate per ettaro in una annualità di produzione del cavolo viola

Forma	MJ/ha	%
Energia diretta	2268,585	11%
Energia indiretta	18730,69	89%
Totale	20999,28	

Fonte	MJ/ha	%
Energia rinnovabile	10521,33	50%
Energia non rinnovabile	10477,95	50%
Totale	20999,28	

Fonte: elaborazione CREA-AA

Considerazioni di sintesi

Delle tre metodologie utilizzate, il DEXi-Biopag si può considerare un valido strumento di valutazione agro-ambientale estendibile alla scala territoriale. Questo vantaggio deriva dal fatto che, rispetto alle altre due metodologie, richiede dei dati input meno specifici e rilevabili anche semplicemente tramite questionari da sottoporre direttamente agli agricoltori. Tuttavia, il software potrebbe essere migliorato ulteriormente, di volta in volta adattandolo a situazioni diverse (cicli colturali, aziende o singole colture) in specifici contesti produttivi. L'LCA e l'EA sono delle metodologie molto interessanti in quanto danno informazioni dettagliate sugli impatti ambientali nelle singole fasi di un processo produttivo ma, allo stesso tempo, non forniscono un indice di sostenibilità in termini assoluti e richiedono un elevato insieme di dati misurati, per cui risultano meno facilmente applicabili al di fuori di un contesto sperimentale.

Riferimenti bibliografici

- Borrelli L., Farina R., Carroni A.M., Ruda P., Salis M., Bazzoffi P., Carnevale S., Rocchini A., Virzi N., Intrigliolo F., Palumbo M., Cambrea M., Platania A., Sciacca F., Licciardello S., Troccoli A., Russo M., Speroni M., Cabassi G., Degano L., Fuccella R., Francaviglia R., Neri U., Falcucci M., Simonetti G., Masetti O., Renzi G., Ventrella D., Vonella V.A., Giglio L., Fornaro F., Leogrande R., Vitti C., Mastrangelo M., Montemurro F., Fiore A., Diacono M., et al. (2015). *Environmental effectiveness of GAEC cross-compliance standard 2.2 "Maintaining the level of soil organic matter through crop rotation" and economic evaluation of the competitiveness gap for farmers*. Italian Journal of Agronomy 10(s1):689, 1-9.
- Canali S., Campanelli G., Ciaccia C., Diacono M., Leteo F., Fiore A., Montemurro F. (2015). *Living mulch strategy for organic cauliflower (Brassica Oleracea L.) production in central and southern Italy*. Italian Journal of Agronomy 10:644, 90-96.
- Canali S., Diacono M., Campanelli G., Montemurro F. (2015). *Organic no-till with roller crimpers: agroecosystem services and applications in organic Mediterranean vegetable productions*. Sustainable Agriculture Research 4, No. 3: 66-75.
- Ciaccia C., Montemurro F., Campanelli G., Diacono M., Fiore A., Canali S. (2015). *Legume cover crop management and organic amendments application: effects on organic zucchini performance and weed competition*. Scientia Horticulturae 185: 48–58.
- Diacono M., Fiore A., Farina R., Canali S., Di Bene C., Testani E., Montemurro F. (2016). *Combined agroecological strategies for adaptation of organic horticultural systems to climate change in Mediterranean environment*. Italian Journal of Agronomy 11:730, 85-91.
- Francaviglia R., Carroni A.M., Ruda P., Salis M., Bazzoffi P., Carnevale S., Rocchini A., Troccoli A., Russo M., Speroni M., Borrelli L., Cabassi G., Neri U., Napoli R., Falcucci M., Pennelli B., Simonetti G., Migliore M., Piccini C., Ventrella D., Vonella A.V., Giglio L., Fornaro F., Castellini M., Modugno F., Montemurro F., Fiore A., Diacono M., et al. (2015). *Environmental effectiveness of GAEC cross-compliance Standard 3.1 'Ploughing in good soil moisture conditions' and economic evaluation of the competitiveness gap for farmers*. Italian Journal of Agronomy 10(s1):695, 1-9.
- Leogrande R., Lopodota O., Fiore A., Vitti C., Ventrella D., Montemurro F. 2013. *Previous crops and organic fertilizers in lettuce: effects on yields and soil properties*. Journal of Plant Nutrition, 36: 1945-1962.
- Leogrande R., Lopodota O., Vitti C., Ventrella D., Montemurro F. 2014. *Effects of irrigation volumes and organic fertilizers on eggplant grown in Mediterranean environment*. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 64: 518-528.
- Lopodota O., Leogrande R., Fiore A., Debiase G., Montemurro F. 2013. *Yield and soil responses of melon grown with different organic fertilizers*. Journal of Plant Nutrition, 36:415-428.
- Montemurro F., Ciaccia C., Leogrande R., Ceglie F., Diacono M. (2015). *Suitability of different organic amendments from agro-industrial wastes in organic lettuce crops*. Nutrient Cycling in Agroecosystems 102: 243-252.
- Montemurro F., Diacono M., Campanelli G., Tittarelli F., Ciaccia C., Leteo F., Testani E., Canali S. (2013). *In Line Roller Crimper technology in organic vegetables production to mitigate nitrate leaching risk*. Book of Proceedings. NUTRIHORT: Nutrient management, innovative techniques and nutrient legislation in intensive horticulture for an improved water quality, p.246-252 , September 16-18, 2013, Ghent, Belgium (ISBN: 978-9040303463).
- Montemurro F., Diacono M., Ciaccia C., Campanelli G., Tittarelli F., Leteo F., Canali S. (2016). *Effectiveness of living mulch strategies for winter organic cauliflower (Brassica oleracea L. var. botrytis) production in Central and Southern Italy*. Renewable Agriculture and Food Systems (in press).
- Montemurro F., Diacono M., Scarcella M., D'Andrea L., Boari F., Santino A., Mastroianni M. (2016). *Agronomic performance for biodiesel production potential of Brassica carinata A. Braun in Mediterranean marginal areas*. Italian Journal of Agronomy 11:684, 57-64.
- Montemurro F., Fiore A., Campanelli G., Tittarelli F., Ledda L., Canali S. 2013. *Organic fertilization, green manure, and vetch mulch to improve organic zucchini yield and quality*. HortScience, 48(8): 1027-1033.

- Montemurro F., Tittarelli F., Lopedota O., Verrastro V., Diacono M. (2015). *Agronomic performance of experimental fertilizers on spinach (Spinacia oleracea L.) in organic farming*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 102: 227-241.
- Montemurro F., Vignola I., Diacono M. (2015). *Utilizzazione di colture a servizio "Agroecologico"*. *Agrifoglio* 46: 17-19.
- Ventrella D., Virzì N., Intrigliolo F., Palumbo M., Cambrea M., Platania A., Sciacca F., Licciardello S., Troccoli A., Russo M., Francaviglia R., Neri U., Falcucci M., Simonetti G., Masetti O., Renzi G., Speroni M., Borrelli L., Cabassi G., Degano L., Fucella R., Savi F., Tagliabue P., Fedrizzi M., Fanigliulo R., Pagano M., Sperandio G., Guerrieri M., Puri D., Montemurro F., Vonella V.A., Giglio L., Fornaro F., Castellini M., Leogrande R., Vitti C., Mastrangelo M., Fiore A., Diacono M. et al. (2015). *Environmental effectiveness of GAEC cross-compliance standard 2.1 'Maintaining the level of soil organic matter through management of stubble and crop residues' and economic evaluation of the competitiveness gap for farmers*. *Italian Journal of Agronomy* 10(s1):697, 1-12.

Appendice: schede esemplificative degli indicatori

Carbonio organico del suolo

Modalità di rilevazione	
ambito	punto di campionamento
frequenza	per ciclo colturale
periodo	2015-2017
Modalità di calcolo	
formula	fco = COT/mt COT: kg di carbonio organico mt: kg di terreno campionato
unità di misura	%
procedura	media annuale dei punti campionati
Risultati sperimentali	
	2015 1,49

Produzione commerciabile

Modalità di rilevazione	
ambito	area campionata
frequenza	per ciclo colturale
periodo	2015-2017
Modalità di calcolo	
formula	Yield = PC*P_et PC: produzione commerciabile per pianta P_et: piante ad ettaro
unità di misura	t/ha
procedura	media annuale dell'area campionata
Risultati	
	2015 9,84

Nitrati nei corimbi

Modalità di rilevazione	
ambito	area campionata
frequenza	per ciclo colturale
periodo	2015-2017
Modalità di calcolo	
formula	Nit =(\sum Nit)/ PT Nit: contenuto in nitrati PT: piante campionate
unità di misura	mg/kg
procedura	media annuale delle aree campionate
Risultati	
	2005 25,58

2.2 Monsampolo del Tronto (Marche)

Struttura e attività

L'azienda sperimentale del CREA ORA si estende su una superficie totale di 20 ettari, di cui 15 ettari come Superficie Agricola Utilizzabile (SAU) tutti irrigabili e coltivati a orticole (pomodoro, peperone, melanzana, fagiolo, cece, fava, lattuga, indivia, melone, zucca, cavolfiore, bietola, asparago, cipolla, porro, finocchio, carciofo, ecc.), cereali in rotazione e colture di copertura (cover crops). L'azienda ha una giacitura prevalente pianeggiante, possiede terreni di medio impasto, è dotata di un adeguato parco macchine per le lavorazioni dei terreni e di n. 1 serra di 400 mq riscaldata con un generatore di aria calda alimentato a gasolio per la precoltivazione delle plantule.

L'adesione alla certificazione biologica è avvenuta nel 2001, all'interno dei 15 ettari, su 1 ettaro di superficie solo per la tecnica produttiva (non per la vendita dei prodotti agricoli). L'azienda segue tutti i normali adempimenti di una comune azienda agricola sottoposta al regime di controllo per il biologico come la redazione del Piano Annuale di Produzione agricola (PAP), la registrazione delle operazioni colturali, l'annotazione dei mezzi tecnici acquistati su specifici registri, l'apertura dei cancelli per le visite ispettive dei tecnici dell'organismo di controllo, ecc..

All'interno della superficie certificata nel 2001 è stato avviato su 2112 mq uno studio di lungo periodo MOsampolo VEgetable - Long Term Experiment (MOVE LTE), che consiste in una rotazione orticola quadriennale articolata come segue: a) sovescio di veccia vellutata - pomodoro da mensa o peperone; b) sovescio d'orzo - melone o zucchini; c) finocchio - sovescio di rafano - lattuga; d) cavolfiore - fagiolo o cece. Altre colture praticate sul terreno certificato, oltre a quelle del MOVE LTE, sono carciofo e asparago.

L'obiettivo del MOVE LTE è studiare in modo interdisciplinare ed olistico l'evoluzione di un agro ecosistema orticolo biologico per valutarne la sostenibilità agronomica ed ambientale (tecniche agronomiche, disturbo antropico sull'agro-ecosistema, qualità della produzione) e sviluppare programmi di miglioramento genetico dedicati al biologico.

I risultati dello studio fin qui condotto hanno dimostrato che l'agricoltura biologica (AB) esprime la sua piena potenzialità in termini di rese e di esternalità ambientali solo su agro-ecosistemi assestati ma per raggiungere tale condizione è necessario un arco temporale medio lungo. In merito alla qualità della produzione, nutrizionale e nutraceutica, rispetto ad esempio ad una gestione agronomica convenzionale generalmente sono preponderanti altri fattori come quello varietale e climatico-stagionale.

L'impostazione partecipativa di molte attività di ricerca richiama presso il MOVE LTE operatori del settore (agricoltori, tecnici, ricercatori e portatori di interesse a vario titolo) nelle giornate divulgative che periodicamente vengono organizzate. Questo scambio interattivo tra mondo della ricerca e mondo operativo consente di calibrare gli studi sulla base di concrete indicazioni e di veicolarli in tempo reale presso aziende pilota non solo delle Marche ma anche di altre regioni italiane. L'approccio partecipato e la sperimentazione presso le aziende pilota sono il primo passo per il trasferimento delle innovazioni.

Analisi della sostenibilità attraverso i dati sperimentali

Sulla scorta dell'esperienza tecnico-scientifica maturata nel MOVE LTE sono state individuate 4 macro aree, come riportato nella Tabella 4, suddivise a loro volta in sotto macro aree contenenti alcuni indicatori. Gli indicatori sono stati scelti sulla base delle rilevazioni sperimentali disponibili e in coerenza con l'obiettivo dell'analisi della sostenibilità del metodo biologico

Le quattro macroaree, ciascuna con lo stesso peso 100, concorrono a definire la sostenibilità totale dell'intero agro-ecosistema (media aritmetica delle macroaree).

Ad ogni sotto macro area è stato assegnato un peso percentuale in relazione all'importanza degli indicatori che contiene.

Tabella 4 – Ambiti di analisi della sostenibilità per indici e peso attribuito (%)

MACRO AREA	SOTTO MACROAREA	INDICATORE
INPUT SISTEMA (100)	fertilizzanti (30)	Azoto (N) apportato (15)
		Fosforo (P ₂ O ₅) apportato (15)
	fitosanitari (30)	kg pd fitosanitario (rame) (15)
		trattamenti insetticidi (esclusi quelli a carenza zero) (15)
	energetici (20)	n° di passaggi con macchine agricole > 45 cv (20)
irrigazione prevalente utilizzata (20)	sommersione, scorrimento superficiale, infiltrazione laterale	
	aspersione	
	a goccia	
SUOLO E AMBIENTE (100)	sostanza organica (s.o) (30)	contenuto di sostanza organica nel terreno
	copertura del terreno (20)	giorni anno con terreno coperto (20)
	colture di copertura (20)	utilizzo nell'avvicendamento colturale (20)
	lavorazione terreno (20)	minime lavorazioni, ad es. solo estirpature (15)
		sistemazioni idrauliche agrarie (es.solchi acquai sui terreni acclivi; scoline pianura;) (5)
infrastrutture ecologiche (10)	presenza su almeno il 5 % della SAU (10)	
BIODIVERSITA' (100)	biodiversità colture avvicendate compresi cereali e colture di copertura (100)	famiglie botaniche (40)
		specie botaniche (40)
		varietà (20)
PRODUZIONE (100)	resa (60)	resa commerciabile media
	prezzo (40)	prezzo medio di vendita

Fonte: nostra elaborazione

Le macroaree sono state definite considerando le relazioni con l'ambiente esterno che caratterizzano ogni sistema colturale. I flussi in entrata ed in uscita possono essere misurati attraverso alcuni indicatori raggruppati per macroarea, con questa articolazione:

- Input sistema, l'orticoltura è generalmente una attività agricola intensiva e come tale necessita di un notevole impiego di mezzi tecnici, come fertilizzanti, fitofarmaci, acqua di irrigazione, nonché di frequenti e ripetute lavorazioni meccaniche. Per tale motivo nella macroarea *input* sono stati

considerati gli indicatori relativi a: consumo di fertilizzanti; impiego di formulati fitosanitari ed energetici e metodi di irrigazione.

- Suolo e ambiente, i sistemi colturali virtuosi sono quelli che prevedono una progressiva diminuzione degli *input* esterni, sia per ridurre in maniera diretta l'inquinamento del suolo, dell'aria e della falde acquifere che, in maniera indiretta, per affrontare il delicato tema della mitigazione del cambiamento climatico in atto. Collegati alla riduzione degli *input* sono il ripristino della fertilità dei suoli e un approccio sempre più agro-ecologico della tecnica agronomica, anche in agricoltura biologica alla quale viene chiesto di allontanarsi da un modello cosiddetto di "agricoltura di sostituzione". Nella Regione Marche, come anche nelle altre regioni d'Italia, vi è inoltre un evidente problema di conservazione del suolo a causa dell'erosione, della perdita di sostanza organica e della compattazione dovuta all'uso eccessivo dei mezzi meccanici (Rusco e Tiberi, 2009). Per queste ragioni la macroarea "suolo e ambiente" prende in esame gli indicatori relativi al contenuto di sostanza organica nel terreno, alla copertura vegetale, alle minime lavorazioni, alle sistemazioni idrauliche agrarie e alla presenza delle infrastrutture ecologiche.
- Biodiversità, la biodiversità agraria a tutti i livelli assume un ruolo di primaria importanza sia per gli aspetti agro-ecologici come la resilienza dei sistemi colturali, il riciclo dei nutrienti, i sistemi tampone per inquinanti e gas serra che per quelli socio-culturali legati alla conservazione del paesaggio e delle varietà locali. Per semplificare l'acquisizione dei dati nelle aziende private, il modello prende in considerazione solo la biodiversità delle colture avvicendate, sia da reddito che di copertura, a livello di famiglia botanica, di specie e di varietà.
- Produzione, il concetto generico di "sostenibilità" di una qualsiasi attività agricola non può prescindere dalle rese e dal prezzo di vendita ovvero dalle due componenti che concorrono alla formazione della produzione lorda vendibile (PLV) e quindi all'equa remunerazione del lavoro degli agricoltori. Questi due indicatori rappresentano il primo passo per un giudizio sintetico sulla sostenibilità agro-economica di un sistema colturale.

Per la misura degli indicatori (indici di sostenibilità) sono stati messi a punto intervalli di riferimento (Tab. n. 2) che derivano dalla sovrapposizione e dalla integrazione delle informazioni ricavate da:

- MOVE LTE;
- Disciplinare di produzione e difesa integrata (Regione Marche, maggio 2016);
- Direttiva nitrati Regione Marche (DGR 1448/07);
- Regolamento CE 889/2008.

Tabella 5 – Quadro degli indici selezionati e relative classi di sostenibilità

INDICATORE	UNITA' DI MISURA	INDICE DI SOSTENIBILITA' (in rosso)			
Azoto (N) apportato (15)	kg/ha	0 - 60 = 15	61-120 = 10	121 - 150 = 5	> 150 = 0
Fosforo (P ₂ O ₅) apportato (15)	kg/ha	0 - 40 = 15	41 - 70 = 10	71 - 90 = 5	> 90 = 0
kg pd fitosanitario (rame) (15)	kg/ha	0 - 1 = 15	1,1 - 3,0 = 10	3,1 - 5,0 = 5	> 5 = 0
trattamenti insetticidi (esclusi quelli a carenza zero) (15)	n°/ha	0 - 3 = 15	4 - 5 = 10	6 - 8 = 5	> 8 = 0
n° di passaggi con macchine agricole > 45 cv (20)	n°/ha	≤ 9 = 20	10 - 16 = 10	> 16 = 0	
sommersione, scorrimento superficiale, infiltrazione laterale	a	a = 0			
aspersione	b	b = 10			
a goccia	c	C = 20			
contenuto di sostanza organica nel terreno	% s.o.	≥ 2,0 = 30	1,5-1,9 = 20	1,1 - 1,4 = 10	≤ 1,0 = 0
giorni anno con terreno coperto (20)	n° giorni/anno	> 300 = 20	220 - 299 = 13	150 - 219 = 6	< 150 = 0
utilizzo nell'avvicendamento colturale (20)	si/no	si = 20	no = 0		
minime lavorazioni, ad es. solo estirpature (15)	% SAU	≥ 40% = 15	21-39% = 10	< 20% = 5	0% = 0
sistemazioni idrauliche agrarie (es.solchi acquali sui terreni acclivi; scoline pianura;) (5)	si/no	si = 5	no = 0		
presenza su almeno il 5 % della SAU (10)	si/no	si = 10	no = 0		
famiglie botaniche (40)	n°	> 3 = 40	2 - 3 = 20	< 2 = 0	
specie botaniche (40)	n°	> 8 = 40	4 - 8 = 20	< 4 = 0	
varietà (20)	n°	> 15 = 20	8 - 15 = 10	< 8 = 0	
resa commerciabile media	t/ha	> 35 = 60	25 - 35 = 40	24-15 = 20	<15 = 0
prezzo medio di vendita	euro/kg	>2 = 40	1,5 - 2 = 30	1,0-1,5 = 15	< 1,0 = 0

Fonte: nostra elaborazione

Gli indicatori selezionati, ad eccezione della sostanza organica del terreno, sono facilmente desumibili dai documenti che le aziende biologiche sono obbligate a compilare e custodire:

- registro delle operazioni colturali;
- registro di carico dei mezzi tecnici;
- registro delle vendite;
- piano annuale di produzione (PAP).

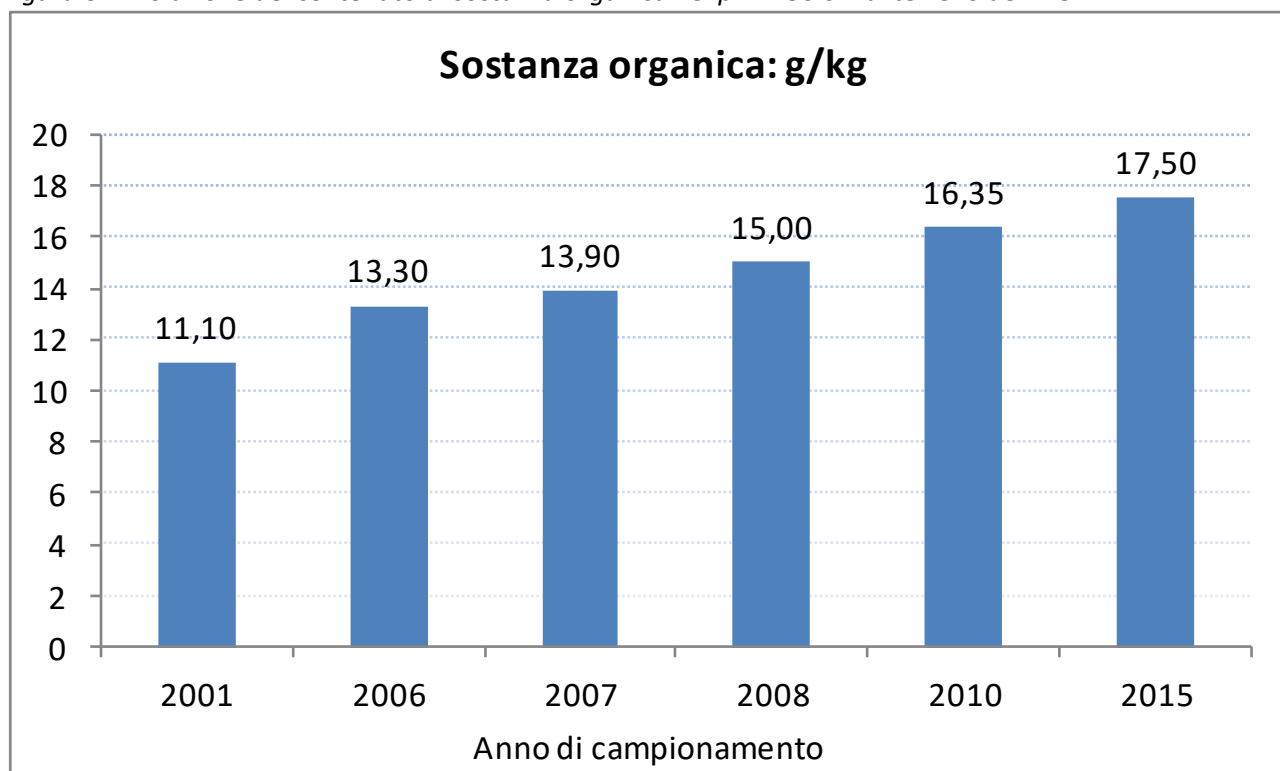
La massima sostenibilità teorica del sistema si avrà quando la somma degli indici di sostenibilità di ogni macro area è uguale a 100.

La valutazione di sintesi della sostenibilità agro-ecologica del dispositivo MOVE LTE è stata effettuata attraverso un modello procedurale distinto in diverse fasi.

Tutti gli indicatori precedentemente descritti sono stati sistematicamente annotati su un foglio di calcolo che ha costituito il registro delle operazioni colturali.

I dati raccolti dimostrano che per ripristinare la fertilità del terreno e stabilizzare le rese su livelli accettabili senza eccedere con gli input esterni è necessario un arco temporale che va ben oltre il periodo della conversione stabilito dal Regolamento CE 889/2008. Nella Figura 6 è riportato l'incremento progressivo della sostanza organica nel terreno del MOVE LTE in 15 anni di gestione biologica. E' quindi certo e misurabile il beneficio del metodo biologico su questo parametro in quanto la medesima rotazione gestita con criteri convenzionali non ha dato luogo alcun aumento di sostanza organica.

Figura 6 - Evoluzione del contenuto di sostanza organica nei primi 30 cm di terreno del MOVE LTE



Fonte: nostra elaborazione

Parallelamente al recupero della fertilità del terreno è stato possibile ridurre in modo significativo gli *input* esterni dei fertilizzanti che sono passati ad esempio per quanto riguarda l'azoto da una media di 190 U/ha nel periodo 2007-2010 ad una media di 100 U/ha nel periodo 2011-2016.

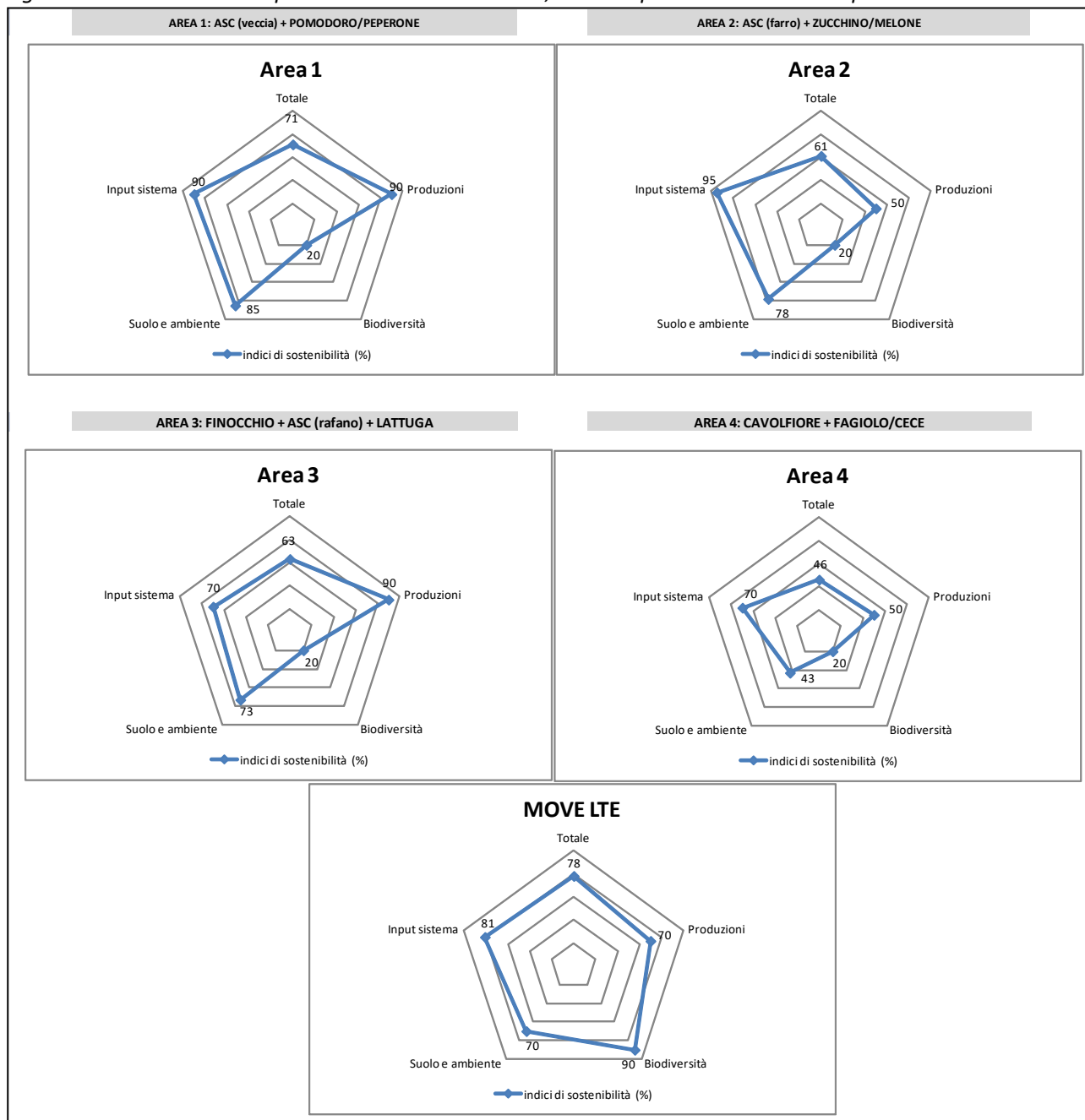
Per tale ragione è stata considerata per ogni parametro solo la media dell'ultimo quinquennio con il sistema rotazionale sufficientemente assestato in quanto tale condizione la si può reputare indicativa di una gestione storica con il metodo biologico.

I dati annuali sono stati inizialmente raggruppati per ogni singola specie coltivata e successivamente per ogni area rotazionale (Tabella 6 in appendice).

Il passo successivo è stato quello di assegnare i punteggi agli indicatori (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** in appendice), sia livello di singola area rotazionale che al livello di tutto il sistema. La somma dei punteggi delle quattro macroaree (input sistema; suolo e ambiente; biodiversità; produzione;) restituisce il rispettivo indice di sostenibilità mentre la media di tutti gli indici determina l'indice denominato di "sostenibilità totale".

Gli indici di sostenibilità delle 4 aree rotazionali e dell'intero MOVE LTE sono rappresentati in Figura 7 attraverso grafici Radar a 5 vertici.

Figura 7 – Sostenibilità dei processi colturali analizzati, risultati per coltura e nel complesso



Fonte: nostra elaborazione

L'analisi dei grafici radar evidenzia che il sistema MOVE LTE presenta un indice di sostenibilità totale pari a 78, superiore allo stesso indice riferito alle singole aree rotazionali. Questo è facilmente spiegabile con la complessità del sistema rotazionale che usufruisce di una maggiore diversificazione colturale. Il grafico del MOVE LTE, pur non avendo tutti gli indici superiori a quelli delle aree rotazionali, oltre ad avere la maggiore sostenibilità totale è anche il più equilibrato perché la figura tende ad avvicinare la forma ideale del pentagono. Dall'analisi delle singole aree rotazionali emerge che tutte sono carenti sul fronte della

biodiversità. Tale situazione è tipica delle aziende che adottano avvicendamenti colturali molto stretti, fino al limite della monocoltura. Fra le quattro aree rotazionali la più sostenibile risulta quella costituita da veccia come coltura di copertura e pomodoro/peperone come colture da reddito. Dal grafico radar si desume per l'area rotazionale 1 una elevata efficienza d'uso degli *input*: a fronte di un basso consumo di *input* (elevato indice di sostenibilità) grazie ai benefici agronomici e ambientali della veccia si hanno rese produttive delle solanacee medio/alte.

Considerazioni di sintesi

Gli studi condotti sul dispositivo sperimentale di lungo termine hanno permesso di dimostrare che un sistema orticolo biologico gestito seguendo un approccio agroecologico fornisce benefici ambientali (Campanelli & Canali, 2012; Burgio et. al., 2015; Canali et. al. 2013) a vantaggio dell'intera collettività. Le esternalità positive insite in questo approccio andrebbero oggettivate per permettere al legislatore di riconoscere con adeguate misure di sostegno il servizio degli agricoltori che si impegnano in tal senso. Sulla base del know how acquisito in oltre 15 anni di gestione del MOVE LTE si propone un modello quanto più affidabile, oggettivo e semplice da applicare nelle aziende agricole per la misura della sostenibilità agro ecologica di un sistema produttivo.

Riferimenti bibliografici

- Campanelli G. & Canali S., 2012. *Crop Production and Environmental Effects in Conventional and Organic Vegetable Farming Systems: The Case of a Long Term Experiment in Mediterranean Conditions (Central Italy)*. *Journal of Sustainable Agriculture* 36:6, 599-619. ISSN: 1044-0046 print/1540-7578 online
- Canali, S., Campanelli, G., Ciaccia, C., Leteo, F., Testani, E., Montemurro, F., 2013. Conservation tillage strategy based on the roller crimper technology for weed control in Mediterranean vegetable organic cropping systems. *Europ. J. Agronomy* 50: 11– 18.
- Montemurro F., Fiore A., Campanelli G., Tittarelli F., Ledda L., Canali S., 2013. Organic Fertilization, Green Manure and Vetch Mulch to Improve Organic Zucchini Yield and Quality. *HortScience* 48(8):1027-1033.
- Campanelli, G., Acciarri, N., Campion, B., Delvecchio, S., Leteo, F., Angelini, P., Ceccarelli, S., 2015. Participatory Tomato Breeding for Organic Conditions in Italy. *Euphytica* DOI 10.1007/s10681-015-1362-y
- Lo Scalzo R., Migliori, C., Picchi, V., Campanelli, G., Ferrari, V., Di Cesare, L. F., 2012. Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian cauliflower. *Food Chemistry* 130: 3 501-509.
- Burgio G., Campanelli G., Leteo F., Ramilli F., De Palo L., Fabbri R., Sgolastra F., 2015. Ecological sustainability of an Organic Four-Year Vegetable Rotation System: Carabids and other Soil Arthropods as Bioindicators. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 39:295-316
- Stagnari, F., Perpetuini, G., Tofalo, R., Campanelli, G., Leteo, F., Della Vella, U., Schirone, M., Suzzi, G., Pisante, M., 2014. Long-term impact of farm management and crops on soil microorganism assessed by combined DGGE and PLFA analyses. *Frontiers in Microbiology* 5: ID Article: 544 (8 pp.)

Appendice: dati ed elaborati

Tabella 6 - Medie per fase produttiva, annualità e macroarea (Input Sistema)

ASC = coltura di servizio agroecologico o coltura di copertura				INPUT SISTEMA						
				Fertilizzanti		Fitosanitari		Energetici	Irrigazione	
				1	2	3	4	5	6	
				N	P2O5	Cu metallo***	insetticidi trattamenti	lavorazioni terreno (>45cv)	scorrimento = a; aspersione = b; a goccia = c;	
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	n/ha	n°/ha				
ANNO ROTAZIONE 1°	ASC VECCIA (in precessione al pomodoro/peperone)	Pomodoro - Peperone	Coltura da reddito	Anno						
			2011/12 pomo	100	0	1,64	2	9	c	
			2012/13 pomo	110	0	5,00	1	9	c	
			2013/14 pomo	50	0	1,20	1	9	c	
			2014/15 pomo	128	12	1,40	1	9	c	
			2015/16 pomo	128	12	1,60	2	9	c	
			media	103	5	2,17	1,4	9		
ANNO ROTAZIONE 2°	ASC ORZO-FARRO (in precessione al melone/zucchini)	Melone -Zucchini	Coltura da reddito	Anno						
			2011/12 melo	50	12	0,80	2	6	c	
			2012/13 melo	50	12	2,20	1	6	c	
			2013/14 melo	61	0	1,20	0	6	c	
			2014/15 melo	61	0	1,20	0	6	c	
			2015/16 zucch	75	12	1,10	0	6	c	
			media	59	7	1,30	0,6	6		
ANNO ROTAZIONE 3°	Finocchio	ASC RAFANO (in precessione alla lattuga)	Lattuga	Coltura da reddito	Anno					
				2011/12	123	30	0,44	1	15	b
				2012/13	134	13	0,75	1	15	b
				2013/14	112	47	0,75	1	11	b
				2014/15	126	60	0,00	1	11	b
			2015/16	101	54	0,00	1	11	c	
			media	119	41	0,39	1	12,6		
ANNO ROTAZIONE 4°	Cavolfiore	Fagiolo -Cece	Coltura da reddito	Anno						
			2011/12 fag	145	54	2,70	4	12	b	
			2012/13 fag	141	10	3,10	2	12	b	
			2013/14 cec	94	12	2,50	1	12	b	
			2014/15 cec	87	12	1,30	1	12	b	
			2015/16 fag	73	14	2,33	1	12	b	
			media	108	20	2,39	1,8	12		

Fonte: elaborazione CREA-OF

Tabella 6 (segue) - Medie per fase produttiva, annualità e macroarea (Suolo e Ambiente)

ASC = coltura di servizio agroecologico o coltura di copertura				SUOLO E AMBIENTE						
				Sostanza organica	Copertura terreno	Colture copertura	minime lavorazioni	Sistemazioni idrauliche	Infrastrutture Ecologiche	
				7	8	9	10	11	12	
		<i>Coltura da reddito</i>	<i>Anno</i>	%	gg/anno	si/no	<20=a; 21-40=b; >40=c %/SAU	si/no	su almeno 5% SAU si/no	
ANNO ROTAZIONE 1°	ASC VECCIA (in precessione al pomodoro/peperone)	Pomodoro - Peperone	2011/12 pomo	1,5	310	si	a	no	si	
			2012/13 pomo	1,5	310	si	a	no	si	
			2013/14 pomo	1,6	310	si	c	no	si	
			2014/15 pomo	1,6	310	si	c	no	si	
			2015/16 pomo	1,6	310	si	c	no	si	
		media		1,56	310		60			
ANNO ROTAZIONE 2°	ASC ORZO-FARRO (in precessione al melone/zucchino)	Melone -Zucchino	2011/12 melo	1,5	260	si	c	no	si	
			2012/13 melo	1,5	260	si	c	no	si	
			2013/14 melo	1,6	260	si	c	no	si	
			2014/15 melo	1,6	260	si	c	no	si	
			2015/16 zucch	1,6	260	si	c	no	si	
		media		1,56	260		100			
ANNO ROTAZIONE 3°	Finocchio	ASC RAFANO (in precessione alla lattuga)	Lattuga	2011/12	1,5	250	si	a	no	si
				2012/13	1,5	250	si	a	no	si
				2013/14	1,6	250	si	b	no	si
				2014/15	1,6	250	si	b	no	si
				2015/16	1,6	250	si	b	no	si
		media		1,56	250					
ANNO ROTAZIONE 4°	Cavolfiore	Fagiolo -Cece	2011/12 fag	1,5	260	no	a	no	si	
			2012/13 fag	1,5	260	no	a	no	si	
			2013/14 cec	1,6	260	no	a	no	si	
			2014/15 cec	1,6	260	no	a	no	si	
			2015/16 fag	1,6	260	no	a	no	si	

Fonte: elaborazione CREA-OF

Tabella 6 (segue) - Medie per fase produttiva, annualità e macroarea (Biodiversità e Produzione)

ASC = coltura di servizio agroecologico o coltura di copertura				BIODIVERSITA' AREA ROTAZIONALE *			PRODUZIONE**			
				Cultura da reddito	Anno	Varietà	Specie	Famiglie	Resa commerciabile	Prezzo vendita
						13	14	15	16	17
			<8=a; 15=b; >15=c n°/specie	8 <4=a; 8=b; n°	4- >8=c n°	<2=a; 2-3=b; >3=c n°	t/ha	euro/kg		
ANNO ROTAZIONE 1°	ASC VECCIA (in precessione al pomodoro/peperone)	Pomodoro - Peperone	2011/12 pomo	b	a	b	37,0	1,5		
			2012/13 pomo	a	a	b	111,0	1,5		
			2013/14 pomo	a	a	b	56,0	1,5		
			2014/15 pomo	a	a	b	55,0	1,5		
			2015/16 pomo	a	a	b	39,0	1,5		
			media				59,6	1,5		
ANNO ROTAZIONE 2°	ASC ORZO-FARRO (in precessione al melone/zucchini)	Melone -Zucchini	2011/12 melo	a	a	b	14,0	1,5		
			2012/13 melo	a	a	b	13,8	1,5		
			2013/14 melo	a	a	b	16,0	1,5		
			2014/15 melo	a	a	b	21,5	1,5		
			2015/16 zucch	c	a	b	28,4	1,5		
			media				18,7	1,5		
ANNO ROTAZIONE 3°	Finocchio	ASC RAFANO (in precessione alla lattuga)	Lattuga	2011/12	a	a	b	61,6	1,5	
				2012/13	a	a	b	60,3	1,5	
				2013/14	a	a	b	45,1	1,5	
				2014/15	a	a	b	50,8	1,5	
				2015/16	a	a	b	44,5	1,5	
			media				52,5	1,5		
ANNO ROTAZIONE 4°			Cavolfiore	Fagiolo -Cece	2011/12 fag	a	a	b	17,79	1,63
					2012/13 fag	a	a	b	16,78	1,63
					2013/14 cec	a	a	b	25,15	1,63
					2014/15 cec	a	a	b	13,20	1,63
					2015/16 fag	c	a	b	27,42	1,63
			media					20,1	1,6	

* Nella valutazione del sistema rotazionale andranno considerate anche il n. di famiglie botaniche e il n. di specie.

** Il prezzo è stimato in base a quanto realizzato da aziende della zona che operano la filiera corta

Fonte: elaborazione CREA-OF

Tabella 7 – Valutazione ponderata della sostenibilità

MACRO AREA	SOTTO MACROAREA	INDICATORE	UNITA' DI MISURA	INDICE DI SOSTENIBILITA' (in rosso)	AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	MOVE LTE
					ASC (vecchia) + PEPERONE DOLCE	ASC (farro) + ZUCCHINO/MELONE	FINOCCHIO + ASC (rafano) + LATTUGA	CAVOLIOFIORRE + FAGIOLO/CECE	SISTEMA
INPUT SISTEMA (100)	fertilizzanti (30)	Azoto (N) apportato (15)	kg/ha	0 - 60 = 15 61-120 = 10 121 - 150 = 5 > 150 = 0	10	15	10	10	11,3
		Fosforo (P ₂ O ₅) apportato (15)	kg/ha	0 - 40 = 15 41 - 70 = 10 71 - 90 = 5 > 90 = 0	15	15	10	15	13,8
	fitosanitari (30)	Rame metallico (Cu) distribuito (15)	kg/ha	0 - 1 = 15 1,1 - 3,0 = 10 3,1 - 5,0 = 5 > 5 = 0	10	10	15	10	11,3
		trattamenti insetticidi (ad esclusione di quelli a carenza zero) (15)	n°/ha	0 - 3 = 15 4 - 5 = 10 6 - 8 = 5 > 8 = 0	15	15	15	15	15,0
	energetici (20)	passaggi con macchine agricole > 45 cv (20)	n°/ha	≤ 9 = 20 10 - 16 = 10 > 16 = 0	20	20	10	10	15,0
irrigazione prevalente utilizzata (20)	- elevato consumo idrico (sommersione, scorrimento superficiale, infiltrazione laterale) - medio consumo idrico (aspersione) - basso consumo idrico (goccia)	a	a = 0	20	20	10	10	15,0	
		b	b = 10	20	20	10	10	15,0	
		c	c = 20	20	20	10	10	15,0	
					90	95	70	70	81,3
SUOLO E AMBIENTE (100)	sostanza organica (s.o) (30)	contenuto di sostanza organica nel terreno	%	≥ 2,0 = 30 1,5-1,9 = 20 1,1 - 1,4 = 10 ≤ 1,0 = 0	20	20	20	20	20,0
	copertura del terreno (20)	giorni anno con terreno coperto	n° giorni/anno	> 300 = 20 220 - 299 = 13 150 - 219 = 6 < 150 = 0	20	13	13	13	14,75
	colture di copertura (20)	utilizzo nell'avvicendamento culturale delle colture di copertura	si/no	si = 20 no = 0	20	20	20	0	15,0
	lavorazione terreno (20)	superficie di terreno gestita con le minime lavorazioni (ad es. solo estirpature su < 20% SAU; tra il 20 e il 40 %; > 40%) (15)	%	≥ 40% = 15 21-39% = 10 < 20% = 5 0% = 0	15	15	10	0	10,0
		presenza di sistemazioni idrauliche agrarie (es.solchi acquai sui terreni acclivi; scoline pianura); (5)	si/no	si = 5 no = 0	0	0	0	0	0,0
infrastrutture ecologiche (10)	presenza di infrastrutture ecologiche su almeno il 5 % della SAU	si/no	si = 10 no = 0	10	10	10	10	10,0	
					85	78	73	43	69,8
BIODIVERSITA' (100)	biodiversità colture avvicendate compresi cereali e colture di copertura	famiglie botaniche (40)	n°	> 3 = 40 2 - 3 = 20 < 2 = 0	20	20	20	20	40,0
		specie botaniche (40)	n°	> 8 = 40 4 - 8 = 20 < 4 = 0	0	0	0	0	40,0
		varietà (20)	n°	> 15 = 20 8 - 15 = 10 < 8 = 0	0	0	0	0	10,0
					20	20	20	20	90,0
PRODUZIONE (100)	resa (60)	resa commerciabile media	t/ha	> 35 = 60 25 - 35 = 40 24-15 = 20 <15 = 0	60	20	60	20	40
	prezzo (40)	prezzo medio di vendita	euro/kg	>2 = 40 1,5 - 2 = 30 1,0-1,5 = 15 < 1,0 = 0	30	30	30	30	30,0
					90	50	90	50	70,0
TOTALE				SOSTENIBILITA' TOTALE	71	61	63	46	78 SOSTENIBILITA'

Fonte: elaborazione CREA-OF

2.3 Lentini (Sicilia)

Struttura e attività

Nell'azienda Sperimentale Palazzelli del CREA-ACM è in corso a partire dal 1995 una prova di lunga durata in agricoltura biologica sull'impiego di biomasse di recupero di sottoprodotti del ciclo agrumario e di altre biomasse animali utilizzate per la fertilizzazione, per la valutazione degli effetti su produzione, qualità dei frutti, stato nutrizionale della pianta e stato di fertilità del suolo. Nella prova è stata dimostrata la fattibilità dell'applicazione del metodo biologico in agrumicoltura e il miglioramento dell'efficienza d'uso dei nutrienti derivante dall'utilizzo di ammendanti compostati (Canali et al., 2012).

In fase di reimpianto, nel 2011, l'appezzamento è stato parzialmente sottoposto a lavorazioni di rivoltamento, mentre nella rimanente parte il suolo è rimasto indisturbato mantenendo i trattamenti fertilizzanti ricevuti nei precedenti 15 anni. In tale contesto Palap9 attualmente ospita due prove sugli inerbimenti controllati nelle fasi giovanili dell'agrumeto. In uno schema fattoriale sono in valutazione gli effetti congiunti della fertilizzazione di lunga durata e dell'inserimento di alcune cover crop.

Il dispositivo Palap9, attivo da 20 anni, rappresenta l'unica prova sull'agrumicoltura biologica presente nel bacino del Mediterraneo.

La nuova frontiera per la ricerca del settore è l'applicazione dei principi di "intensificazione ecofunzionale" alla realtà frutticola specializzata, per cui è possibile ottenere produzioni stabili e di qualità attraverso un uso ottimale delle risorse interne al sistema. Nel caso dell'agrumicoltura specializzata tipica del nostro Paese, le risorse interne al sistema sono da ricercare nelle colture di copertura (leguminose, graminacee, crucifere e miscugli) e nella loro gestione (sovescio, mulching), in modo da consentire un'adeguata modulazione nel rilascio degli elementi della nutrizione e nella gestione delle limitate risorse idriche.

L'attività prevista corrisponde ad una ricerca multidisciplinare sul riciclo della sostanza organica, l'aumento dell'efficienza di utilizzazione dell'acqua, la gestione delle colture di copertura e sulla loro interazione in un ambiente a clima mediterraneo.

Saranno effettuati campionamenti dell'entomofauna utile e sarà valutato comparativamente il controllo dei parassiti animali e dei patogeni tellurici.

All'entrata in produzione del nuovo impianto (stagione 2016-17), potranno essere validati i marker biochimici relativi alla qualità delle arance bio individuati in precedenti studi e approfondire aspetti legati alla fisiologia della maturazione a all'irrigazione deficitaria.

L'analisi sui metodi e strumenti per la misurazione della sostenibilità verrà sviluppata nella seconda annualità delle attività progettuali.

Riferimenti bibliografici

- Rocuzzo G., Giuffrida A., Torrisci B., Intrigliolo F. (2000). Prove di adattamento in agrumeto del trifoglio sotterraneo. Atti Convegno SOI 2000, Sirmione 28-30 marzo 2000: 577-578.
- Canali S., Intrigliolo F., Rocuzzo G., Giuffrida A., Benedetti A. (2000). Soil quality assessment and nitrogen nutrition in an organically managed orange orchard in Sicily (South Italy). Xth International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. April 8-13. Cairo, Egypt
- Torrisci B., Giuffrida A., Canali S., Allegra M., Rocuzzo G., Intrigliolo F. (2007). Confronto tra fertilizzanti organici e minerali su piante di arancio. *Italus Hortus*, 14 (2): 132
- Intrigliolo F., Rapisarda P., Giuffrida A., Calabretta M.L., Leonardi A., Rocuzzo G., Canali S. (2008). Comparison between organically and conventionally managed in several citrus orchard in the Eastern Sicily. VI International ISHS Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops, Faro, Portugal, 19-24 June 2008: 82
- Intrigliolo F., Rapisarda P., Giuffrida A., Allegra M., Torrisci B., Rocuzzo G., Tittarelli F., Canali S. (2008). Yield and fruit quality of "Valencia late" orange in response of organic fertilisation. Proceedings of ISHS Organic Fruit Conference, June 16-17 2008, Vignola, Italy
- Canali S., Di Bartolomeo E., Trinchera A., Nisini L., Tittarelli F., Intrigliolo F., Rocuzzo G., Calabretta M.L. (2008). Effect of different management strategies on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. *Soil Use and management*, 25: 34-42.
- Intrigliolo F., Rocuzzo G. (2009). Gestione della fertilità in agrumicoltura biologica. *Bioagricoltura*, n. 117 (set-ott. 2009): 41-43
- Rocuzzo G., Torrisci B., Canali S., Intrigliolo F. (2010). Effects of organic fertilisation on sweet orange bearing trees. *Geophysical Research Abstracts Vol. 12*, EGU2010-12012
- Rocuzzo G., S. Fabroni, M. Allegra, B. Torrisci, P. Rapisarda, F. Camin, S. Canali and F. Intrigliolo (2012). Effects of Organic Fertilisation on 'Valencia late' Orange Bearing Trees. *Acta Hort.* 933, 221-225
- Canali S., Rocuzzo G., Tittarelli F., Ciaccia C., Stagno F., Intrigliolo F. (2012). Organic Citrus: Soil Fertility and Plant Nutrition Management. In: *Advances in Citrus Nutrition* (A.K.Srivastava Ed.) SPRINGER-VERLAG , The Netherlands: 353-368 ISBN 978-94-007-4170-6
- Rocuzzo G., Virzi N., Torrisci B., Palumbo M., Intrigliolo F. (2013). Interazione tra inerbimenti controllati, intensità di lavorazione e livelli di fertilità in agrumeto. *Acta Italus Hortus* 12: 47
- Intrigliolo F., Canali S., Rocuzzo G., Ciaccia C., Torrisci B., Alianello A., Scirè M., Tittarelli F. (2013). Confronto fra criteri di fertilizzazione biologica e convenzionale in agrumeti. *Acta Italus Hortus* 9: 25-29
- Intrigliolo F., Allegra M., Tittarelli F., Torrisci B., Ferlito F., Scirè M., Trinchera A., Ciaccia C., Canali S., Rocuzzo G. (2014). La gestione della fertilità nell'agrumeto biologico. *Frutticoltura* 76(3): 54-58.
- Rocuzzo G., Ferlito F., Torrisci B.F., Allegra M., Testani E., Canali S., Tittarelli V, Ciaccia C. (2015). Application of Agro-ecology Concepts to Orange Cultivation in Southern Europe. *Innovation in Integrated and Organic Horticulture*, ISHS, Avignon June 8-12, pp. 32-33.
- Trinchera A., Torrisci B., Allegra M., Rinaldi S., Rea E., Intrigliolo F., Rocuzzo G. (2015). Effect of Organic Fertilization on Soil Organic Matter and on Root Apparatus of Orange Trees. *Acta Hort.* 1065: 1808-1814.

3. Dall'azienda al territorio

La raccolta dei dati sperimentali a livello aziendale è stato il primo passo del percorso metodologico che ha consentito di individuare e misurare alcuni indicatori connessi alla sostenibilità delle attività agricole condotte con il metodo biologico. Come anticipato, i valori di questi indicatori non possono certo essere considerati rappresentativi di un'area vasta sia per l'esiguità numerica delle unità sperimentali sia per il loro orientamento produttivo che riguarda un ambito circoscritto di produzioni agricole.

Questo primo passaggio è servito quindi per avere alcuni elementi di riscontro almeno per quanto riguarda l'ambito della sostenibilità ambientale, tema su cui si sono prevalentemente focalizzati i dispositivi sperimentali. La fase successiva di analisi è quella di riprendere alcuni di questi indicatori e valutarne la loro applicabilità a livello territoriale.

3.1 Le fonti informative

Il passaggio dal dato aziendale a quello territoriale è soggetto a molti vincoli a causa della carenza di fonti che forniscono informazioni di adeguato dettaglio geografico; inoltre anche nei casi in cui sono disponibili dati georeferenziati, raramente coincidono, per natura e metodo di calcolo, con quelli che è possibile rilevare presso le aziende.

Ciononostante attraverso alcune tecniche di analisi spaziale è possibile associare gli indicatori selezionati a livello aziendale con alcuni calcolabili a livello territoriale utilizzando le fonti dati disponibili che possono essere suddivise in tre gruppi in relazione alla loro localizzazione spaziale:

- dati già georeferenziati e disponibili su base cartografica;
- dati che è possibile georeferenziare sulla base delle informazioni amministrative;
- dati riferiti ad aree circoscritte che è possibile interpolare spazialmente.

Le fonti del primo gruppo sono quelle più semplici da utilizzare e analizzare a livello territoriale ma purtroppo sono scarse e forniscono prevalentemente dati fisici e climatici. Esistono però informazioni sulla copertura dei suoli che sono estremamente utili per identificare le superfici coltivate e quelle urbanizzate sebbene con un certo margine di approssimazione.

Il secondo gruppo di fonti si riferisce in particolare ai dati amministrativi che è possibile localizzare attraverso un indirizzo anagrafico. È un ambito di analisi che riguarda in particolare gli aspetti socio-economici che presenta molte opportunità ma altrettanti problemi. Le prime sono riconducibili alla possibilità di scendere al di sotto dei limiti territoriali amministrativi che sono il normale riferimento dei dati statistici (per regione/provincia/comune), le criticità sono connesse alla difficile accessibilità a queste informazioni (vincolo della privacy e del segreto statistico) e al fatto che la localizzazione anagrafica può non corrispondere all'effettivo riferimento geografico del dato (es. la sede legale di un'azienda agricola può non corrispondere alla localizzazione dei suoi terreni). Nel caso specifico delle aziende biologiche sono state utilizzate le informazioni anagrafiche contenute nell'Albo nazionale degli operatori gestito dal SIAN. Gli indirizzi sono stati poi tradotti in coordinate geografiche attraverso il servizio di geolocalizzazione di Google Map che però a volte non riesce a individuare correttamente le posizioni aziendali²².

²² Il tasso di errore e/o approssimazione è comunque abbastanza contenuto e non influisce in maniera rilevante sulle analisi sviluppate in questo lavoro.

Terzo ed ultimo gruppo di fonti è quello soggetto alla maggiore approssimazione geografica in quanto fornisce dati che non sono localizzati puntualmente ma riferiti ad aree più o meno estese. La maggior parte delle fonti statistiche rientrano in questo gruppo ma in alcuni casi è possibile raggiungere un elevato dettaglio territoriale, anche sub-comunale, che abbassa il livello di approssimazione spaziale.

Questi tre gruppi di fonti forniscono dati con differente risoluzione geografica, si va dall'ettaro del primo gruppo, al territorio comunale del terzo gruppo. Per sviluppare l'analisi spaziale degli indicatori è stato quindi necessario riportare le diverse risoluzioni geografiche all'interno di un riferimento territoriale comune, intermedio tra le differenti scale territoriali.

3.2 La spazializzazione dei dati

Il differente dettaglio geografico dei dati disponibili ha richiesto innanzitutto l'individuazione di un riferimento spaziale intermedio in maniera tale da rendere il possibile il confronto tra indicatori all'interno di una stessa porzione di territorio. L'approccio comunemente utilizzato in questi casi è quello di dividere l'area oggetto di analisi (es. una regione) utilizzando una griglia regolare (ESPON 2011) formata da celle quadrate (unità territoriali di riferimento). È lo stesso approccio che usano ad esempio gli archeologi per suddividere l'area di scavo in settori regolari che consentono di documentare con maggiore precisione la posizione dei reperti ritrovati.

Ad ogni cella della griglia vengono associati i dati elaborati per la corrispondente porzione di territorio (es. numero di aziende) e il loro insieme costituisce la matrice dei dati su cui poggiano le elaborazioni quantitative.

La dimensione delle celle della griglia è quindi un fattore determinante per l'analisi dei risultati in quanto una griglia troppo fitta formata da numerose piccole celle può determinare la presenza di molti elementi nulli della matrice (celle prive di dati), viceversa celle eccessivamente grandi possono aggregare troppo i dati vanificando la possibilità di evidenziare i fenomeni di diffusione spaziale.

L'identificazione della dimensione ottimale delle celle andrebbe fatta sulla base della dispersione spaziale del fenomeno che si intende analizzare (variabile dipendente) in funzione dei fattori che si ritiene possano influenzarlo (variabili indipendenti). Questo approccio per quanto rigoroso richiederebbe però l'identificazione di tante griglie di diversa dimensione in relazione alle analisi da sviluppare e alle aree studio selezionate.

Si è scelto quindi un approccio meno analitico e più standardizzato utilizzando la griglia geografica di riferimento stabilita a livello comunitario (Directive Inspire, 2007), così facendo la suddivisione del territorio è definita da uno specifico sistema di coordinate geografiche (LAEA ETRS 89) ed è quindi perfettamente sovrapponibile tra fonti e studi che adottano questo standard europeo. Il protocollo prevede che la dimensione del lato della cella ricada tra 1 metro e 100 km in multipli di 10, ma considerando che la densità territoriale media delle aziende agricole biologiche italiane è di circa una unità ogni 6 km² si è scelto di adottare la dimensione dei 2,5km di lato (6,25 km²), sottomultiplo della scala dei 10km (16 celle), uno dei livelli di riferimento di Inspire.

Le aree studio prese in considerazione sono identificate dai limiti amministrativi regionali di Basilicata, Marche e Sicilia, dove sono localizzati i tre dispositivi sperimentali. Ogni area è stata quindi suddivisa in celle quadrate utilizzando la griglia regolare così da identificare per ognuna una matrice del tipo:

$$A = (x_{ij}) \in T^{r \times c}$$

Ogni cella x_{ij} contiene le informazioni elementari relative alla porzione quadrata di territorio corrispondente ed è quindi possibile organizzare una matrice contenente tutti i dati D disponendo per colonna le variabili v e per riga le celle c :

$$X = D^{c \times v}$$

Questa matrice costituirà il dataset di ogni territorio sul quale verranno effettuate le elaborazioni adottando le diverse tecniche quantitative descritte nei successivi paragrafi.

Per associare ad ogni cella i valori delle variabili si possono usare diversi approcci in relazione al dettaglio geografico della fonte di origine del dato. In generale possono verificarsi queste due casistiche:

- se la fonte ha una risoluzione geografica superiore alla dimensione dell'unità territoriale di riferimento, il valore sarà calcolato aggregando i dati elementari (es. conteggio, media o somma) ricompresi nella cella;
- se la fonte ha una risoluzione geografica inferiore alla dimensione dell'unità territoriale di riferimento, il valore sarà calcolato disaggregando il dato elementare che comprende in tutto o in parte la cella.

L'esempio più semplice della prima casistica è quello del conteggio delle aziende ricadenti in una cella ma possono presentarsi altre situazioni come ad esempio come l'altitudine, dato georeferenziato con una elevata risoluzione (100 metri) per cui il valore da attribuire ad una cella sarà calcolato come media delle altimetrie ricadenti all'interno di questa. Si possono usare anche altre modalità di calcolo come la selezione del valore massimo o minimo all'interno di una cella, in funzione delle analisi che si vogliono effettuare.

La seconda casistica è più complessa e può comportare l'utilizzo di metodologie di interpolazione anche elaborate in grado di ripartire il valore attribuito ad un'area, alle celle in cui è suddivisa. Semplificando con un esempio, la densità media demografica comunale può essere associata alle singole celle interamente comprese nei limiti amministrativi mentre per le celle a cavallo dei confini di due comuni, il valore può derivare dalla media composta delle densità dei due territori interessati²³.

Questa casistica può differenziarsi notevolmente non solo considerando la sovrapposizione tra le aree e le celle ma anche introducendo elementi che affinano il processo di interpolazione (*drivers*). Questi elementi sono costituiti da dati georeferenziati associabili alla variabile che si vuole spazializzare. Ad esempio per la densità demografica se si dispone non solo del dato medio comunale ma anche della localizzazione delle aree abitate si terrà conto di quest'ultime per attribuire i valori alle singole celle evitando quindi di assegnare un dato ad una cella ricadente in un'area disabitata.

Uno dei drivers più utilizzati in questo lavoro è costituito dalla copertura del suolo (*land cover*) realizzata nell'ambito del progetto comunitario Corine (EEA, 2007). La risoluzione geografica è pari a 100 metri e ogni ettaro di territorio è attribuito ad una classe tra le 44 categorizzate di cui 11 relative alle superfici agricole. Ad esempio, associando le tipologie aziendali censuarie (OTE) alle classi Corine²⁴, può essere attribuito ad ogni cella il numero di giornate annue di lavoro ad ettaro (da fonte censuaria), in relazione alla composizione delle superfici agricole che sono presenti al suo interno.

Un gruppo di queste variabili è stato utilizzato con intenti esclusivamente descrittivi, funzionali a comprendere le principali caratteristiche delle aree studio e evidenziando in particolare quegli aspetti che

²³ Ad esempio ad una cella suddivisa in due metà da un confine amministrativo può essere associata la media delle due densità.

²⁴ Si tratta di una stima basata sull'ipotesi che le aziende agricole siano localizzate presso i terreni coltivati. Questo

possono favorire od ostacolare lo sviluppo dell'agricoltura biologica. L'analisi spaziale è stata invece condotta attraverso l'elaborazione di un insieme di indicatori che sono associabili al concetto di sostenibilità ambientale (Eurostat, 2011b) e socio-economica comparandoli con i caratteri territoriali, ambientali e socio-economici, e con la diffusione delle attività agricole biologiche.

Riprendendo i risultati emersi nella prima parte di questo lavoro, è stato individuato, in questa prima fase del lavoro, un circoscritto gruppo di indicatori che stato è possibile elaborare con un adeguato dettaglio territoriale. Questi indicatori misurano alcuni fenomeni e/o caratteri che segnalano la presenza di eventuali situazioni critiche per le quali l'agricoltura biologica può avere un effetto mitigatorio o migliorativo.

Gli indicatori selezionati sono i seguenti:

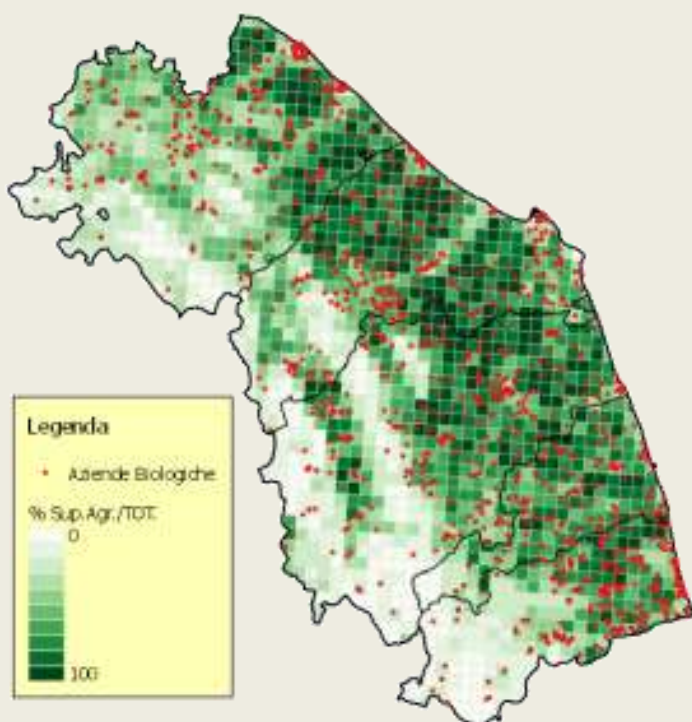
1. contenuto di sostanza organica nel suolo;
2. erosione da acque superficiali;
3. biodiversità nei suoli;
4. specializzazione colturale;
5. impiego di fitosanitari e fertilizzanti;
6. utilizzo di manodopera;
7. presenza di giovani agricoltori.

La logica e le modalità con cui sono stati analizzati i valori riportati all'interno delle griglie territoriali di riferimento, sono descritte nel capitolo successivo.

3.3 Gli strumenti di analisi spaziale

L'analisi dei dati spazializzati può essere condotta con numerosi strumenti di elaborazione numerica e grafica (Gallego, 2010). Poiché l'intento del lavoro è quello di comprendere quali sono i fattori che influenzano la presenza delle aziende biologiche sul territorio (Gabriel, 2009), sono stati individuati alcuni strumenti di analisi che consentono di evidenziare e misurare eventuali rapporti di dipendenza tra i dati riportati nella griglia di riferimento.

Figura 8 – Incidenza percentuale delle superfici agricole



Fonte: nostra elaborazione su dati EEA - Corine

state colorate in relazione al valore dell'indicatore.

A titolo esemplificativo nella figura a sinistra, la sovrapposizione riguarda la quota di superficie agricola su quella territoriale calcolata per ogni cella della griglia. Questa rappresentazione cartografica ha il vantaggio di offrire un'immagine immediata della distribuzione spaziale e permette di sviluppare un'analisi qualitativa che integra le informazioni quantitative, specie se si conosce il territorio e le sue principali caratteristiche (Huby, 2007).

La combinazione di questi due livelli di analisi organizzate per tema, fa emergere l'eventuale esistenza di legami tra la diffusione dell'agricoltura biologica ed il contesto territoriale in cui operano le aziende.

Il passo successivo è stato quello di considerare gli aspetti associati alla sostenibilità, misurati dagli indicatori selezionati. Anche in questo caso è stata valutata la correlazione ma indipendentemente dalla significatività statistica sono state sviluppate alcune considerazioni in quanto:

- se non esiste significatività statistica la localizzazione delle aziende biologiche non è comunque associata al livello di sostenibilità misurato dall'indicatore;

Il primo strumento adottato è quello della correlazione lineare che consente un'analisi esplorativa per identificare la forza e la direzione delle relazioni tra le variabili selezionate. L'analisi è stata condotta considerando la densità di aziende biologiche per km² come variabile dipendente e verificando la sua correlazione con le altre variabili raggruppate per tematica. Ogni tema circoscrive un ambito informativo territoriale: fisico-ambientale; sociale ed economico; agricolo.

I rapporti di dipendenza statisticamente più significativi sono stati successivamente rappresentati tramite cartografia tematica per avere un'immagine della distribuzione territoriale dei fenomeni e/o caratteri associati ai dati. In particolare le mappe delle aree studio regionali, sono state realizzate sovrapponendo la localizzazione puntiforme delle aziende biologiche alla griglia geografica di riferimento. Le celle della griglia sono

- se esiste significatività, la relazione è incoerente quando all'aumentare delle concentrazione delle aziende biologiche diminuisce il livello di sostenibilità misurato sul territorio;
- se esiste significatività, la relazione è coerente quando all'aumentare delle concentrazione delle aziende biologiche migliora il livello di sostenibilità.

Queste diverse situazioni danno origine a valutazioni differenti: nel primo caso verranno evidenziate le aree in cui è auspicabile un maggiore sviluppo dell'AB; nel secondo le aree dove occorre incrementare l'efficacia dell'AB (incoerenza) o dove forse occorre rivedere i meccanismi di incentivazione che rischiano di agire prevalentemente dove minori sono i problemi di sostenibilità (terzo caso).

Per facilitare la lettura di sintesi dei risultati, nell'ultima parte del percorso metodologico sono state sviluppate tre ulteriori analisi territoriali volte a valutare:

- le criticità territoriali associate alla sostenibilità;
- lo sviluppo territoriale potenziale dell'AB;
- l'intensità dell'azione pubblica sul territorio in termini di pagamenti agro-ambientali .

Con la prima viene proposta una valutazione di sintesi delle criticità misurate dagli indicatori selezionati. Si è scelto²⁵ di utilizzare una metodologia univariata non ponderata basata sui punteggi dei valori normalizzati (*z-scores*). Per ognuno dei due ambiti di sostenibilità analizzati (ambientale e socio-economica) sono stati calcolati i valori standardizzati nelle singole celle della griglia di riferimento e sono state considerate a bassa sostenibilità quelle con livelli di $z \geq \pm 1$ per almeno un indicatore. Il segno preso in considerazione è quello associabile ad un minore livello di sostenibilità²⁶.

Con la seconda analisi si verifica se esistono sul territorio imprenditori agricoli che possono avviare un processo di conversione al biologico. La valutazione si basa sul incidenza, a livello di singola cella, dei produttori biologici rispetto alle aziende agricole nel complesso, così da evidenziare le aree dove esiste un sufficiente substrato imprenditoriale che può consentire un ulteriore sviluppo dell'AB. L'incidenza, espressa come rapporto relativo alla media regionale²⁷, è stato il criterio utilizzato per classificare le celle della griglia in tre livelli di potenzialità:

- elevata ($I_s \leq 0,5$);
- buona ($I_s \leq 1$);
- bassa ($I_s > 1$ o densità aziende < 1 per km^2).

La terza analisi si basa sulla valutazione dell'intensità dell'aiuto pubblico erogato sul territorio (pagamenti per la misura 214 del PSR). Sono stati considerati i valori al di sotto della media regionale per identificare le zone con minore intensità di aiuto.

Le tre analisi sono state infine ricondotte ad un quadro riepilogativo che tiene conto, nelle aree a bassa intensità di aiuto, della presenza di criticità e delle potenzialità di sviluppo al fine di attribuire una valutazione di sintesi con un punteggio che va da 1 a 9. Questo punteggio indica il livello crescente di opportunità che l'AB si sviluppi ulteriormente su quelle porzioni di territorio dove i valori sono più elevati.

²⁵ Nella seconda annualità WP di Biopag verranno sperimentate altre tecniche di analisi.

²⁶ Ad esempio sono contesti territoriali a minore sostenibilità quelli in cui sono impiegati più fertilizzanti ($z > 1$) oppure in cui la produttività del lavoro è più bassa ($z < 0$).

²⁷ Il rapporto è stato calcolato come indice di specializzazione $I_s = (P_c/A_c)/(P_r/A_r)$, dove P e A sono rispettivamente i produttori biologici e le aziende agricole totali localizzati nella cella c e nella regione r.

Sostenibilità \ Potenzialità	Senza criticità	A bassa criticità	A elevata criticità
bassa	1	4	7
buona	2	5	8
elevata	3	6	9

Questa analisi rappresenta la conclusione del percorso della prima annualità del rapporto, risultato che verrà affinato e approfondito nel secondo periodo progettuale, ma è già in grado di fornire le prime indicazioni alle AdG sui contesti territoriali in cui le esternalità prodotte dalle aziende biologiche possono avere maggiore effetto. Sono queste le aree dove un maggiore sviluppo dell'AB consentirebbe di aumentare l'efficacia dei pagamenti agro ambientali.

Bibliografia

- EEA (2007), Corine Land Cover technical guidelines, European Environment Agency
 EEA (2015), *EEA indicators, LSI (Land and soil indicators)*, European Environment Agency
 ESPON (2011), Disaggregation of socioeconomic data into a regular grid and combination with other types of data, European Union
 Eurostat (2011a), Data requirements, availability and gaps in agri-environment indicators (AEIs) in Europe, Eurostat
 Eurostat (2011b), Farm data needed for agri-environmental reporting, Eurostat
 Eurostat (2011c), Sustainable development in the European Union
 Gabriel D. et al. (2009), The spatial aggregation of organic farming in England and its underlying environmental correlates, *Journal of Applied Ecology*
 Gallego F.J. (2010), A population density grid of the European Union, Springer
 Huby M. et al. (2007), Reconciling socio-economic and environmental data in a GIS context: an example from rural England, Elsevier
 ISPRA (2010), Multifunzionalità dell'azienda agricola e sostenibilità ambientale, Rapporti ISPRA
 JRC (2012), Updated common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe, European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability
 MiPAAF (2011), L'atlante ambiente sulle pratiche agronomiche ecosostenibili, Rete Rurale
 MiPAAF (2014), L'agricoltura biologica nello sviluppo rurale e l'uso della Rica per il calcolo dei pagamenti delle aziende biologiche, Working Paper, Rete Rurale Nazionale
 Salvati L. (a cura) (2010), Le interrelazioni del settore agricolo con l'ambiente, ISTAT
 Directive INSPIRE (2007), Official Journal of the European Union L 108/1.

4. I risultati preliminari

I risultati analizzati nei paragrafi che seguono, sono preliminari in quanto circoscritti alle tre regioni dove sono localizzati i dispositivi sperimentali del CREA; nella seconda annualità si provvederà ad affinare la metodologia estendo le analisi alle altre regioni italiane compatibilmente con la disponibilità dei dati di base necessari.

Le analisi sono suddivise in due paragrafi a loro volta articolati in sottoparagrafi dedicati alle singole aree studio. I due paragrafi accolgono rispettivamente le analisi sui fattori che influenzano la diffusione territoriale delle aziende biologiche e l'analisi degli indicatori associati alla sostenibilità.

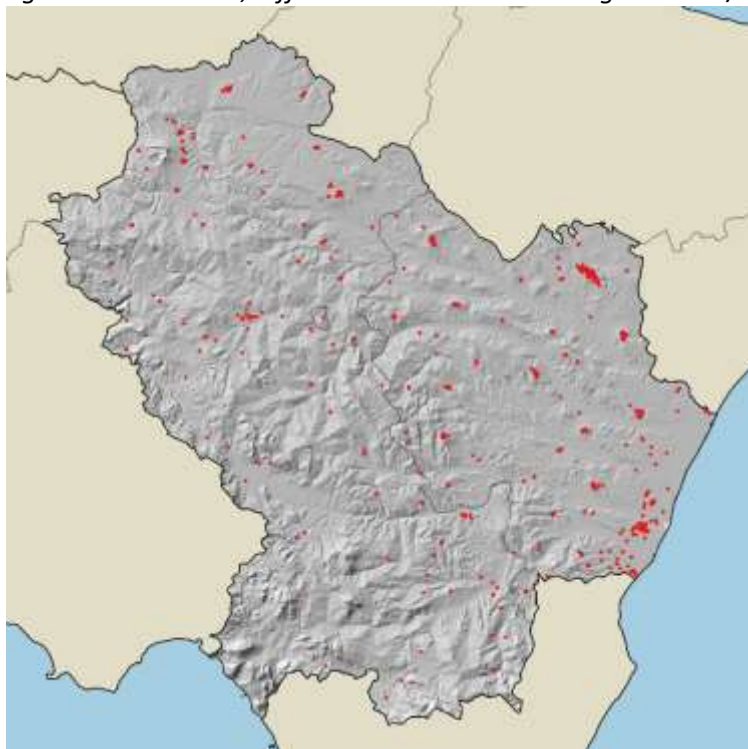
4.1 La diffusione territoriale dell'AB

La presenza delle aziende agricole biologiche sul territorio può dipendere da numerosi fattori di carattere fisico-ambientale (es. altimetria, acclività, clima) oppure socio-economico (es. caratteristiche demografiche, tessuto imprenditoriale agricolo, reddito disponibile). Questa parte dello studio intende appunto valutare quali fattori risultano statisticamente correlati con la diffusione delle aziende biologiche.

Basilicata

Nel 2014, le aziende agricole biologiche registrate nell'Albo, che dispongono di superfici coltivate all'interno dei confini regionali, sono diffuse sul territorio in maniera frammentata come rappresentato nella figura che segue.

Figura 9 – Basilicata, diffusione delle aziende biologiche al 31/12/2014



Fonte: nostra elaborazione su dati SIAN

Per individuare quali sono i fattori che maggiormente influenzano la presenza delle aziende biologiche, sono stati considerati quei caratteri territoriali che presumibilmente ostacolano o favoriscono le attività

imprenditoriali. Il primo aspetto considerato è quello legato alle caratteristiche fisico-ambientali del territorio che limitano la diffusione delle coltivazioni. Il gruppo di variabili selezionate²⁸ per misurare questi vincoli è il seguente:

- Altitudine media sul livello del mare (metri);
- Acclività media (gradi)
- Quota % di superficie territoriale per macrocategoria (urbanizzata, agricola, forestale, naturale).

I coefficienti di correlazione lineare sono riportati nella tabella che segue, dove la colonna P indica la probabilità che non vi sia una relazione statistica (ipotesi nulla) tra densità territoriale delle aziende agricole biologiche e le variabili considerate. I valori in grassetto evidenziano i risultati statisticamente significativi²⁹. Nel calcolo della correlazione sono state considerate le celle della griglia in cui è presente almeno una azienda biologica.

Tabella 8 – Basilicata, fattori fisico-ambientali, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
Alt	Altitudine media (metri s.l.m.)	-0,14	0,06
Accl	Acclività media (pendenza %)	-0,05	0,52
qAreUrb	Quota aree urbane (%)	0,38	0,00
qAreAgr	Quota aree agricole (%)	-0,06	0,38
qAreFor	Quota aree forestali (%)	-0,18	0,01
qAreNat	Quota aree naturali (%)	0,04	0,58

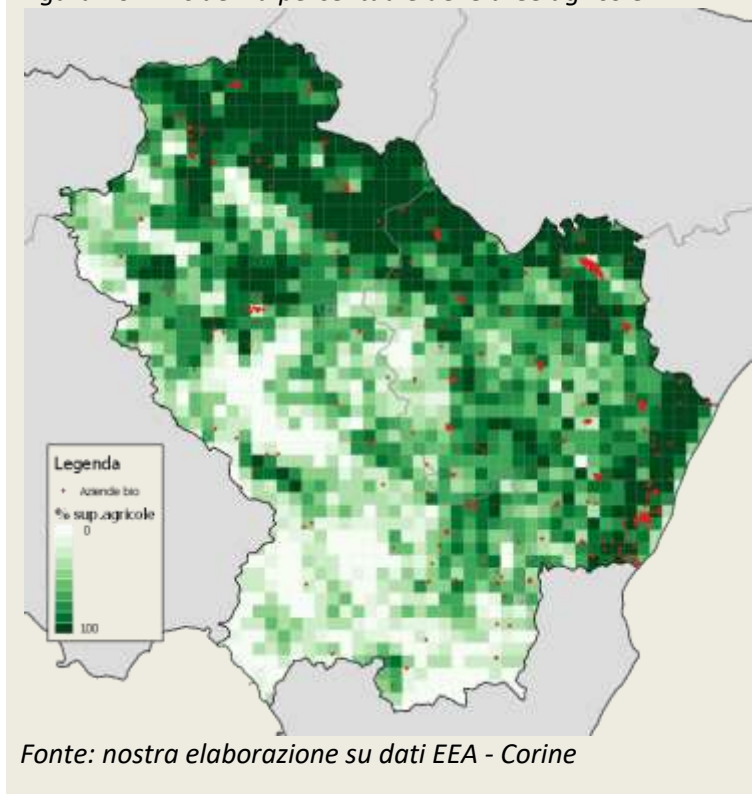
Fonte: nostra elaborazione

Le uniche due variabili che risultano statisticamente significative sono la quota di superficie urbanizzata (edificata e infrastrutturata) e quella delle superfici forestali, con segni opposti del coefficiente r, ovvero la densità territoriale delle aziende biologiche è direttamente correlata alle aree urbanizzate e inversamente a quelle forestali. Il risultato non sorprende in quanto le aree urbane sono praticamente speculari a quelle boscate, per cui la questione da evidenziare riguarda il mancato collegamento tra diffusione del biologico e il carattere rurale del territorio. La mappa che segue fa però comprendere come la presenza dei produttori biologici sul territorio regionale sia alquanto polarizzato attorno ai due capoluoghi provinciali, vicino alla costa Ionica a sud, e nella zona del Vulture a Nord.

²⁸ Elaborate per le singole celle della griglia di riferimento. In appendice è presente l'elenco delle variabili con la descrizione delle fonti e delle modalità di calcolo.

²⁹ Una probabilità inferiore a 0,05 (5%) è considerata statisticamente significativa.

Figura 10 – Incidenza percentuale delle aree agricole



La vicinanza alle aree urbane crea maggiori opportunità di mercato specie per i produttori che fanno vendita diretta, e questo spiega almeno in parte la forte concentrazione attorno ai maggiori centri lucani. La bassa correlazione è però anche spiegata dalla disomogenea diffusione territoriale del metodo biologico. In effetti in alcune delle aree più agricole come quelle del nord-est la presenza di aziende biologiche è molto rarefatta mentre è più concentrata nell'area metapontina lungo la costa Ionica.

Fonte: nostra elaborazione su dati EEA - Corine

Il secondo gruppo di variabili è associato alle caratteristiche socio-economiche del territorio ovvero:

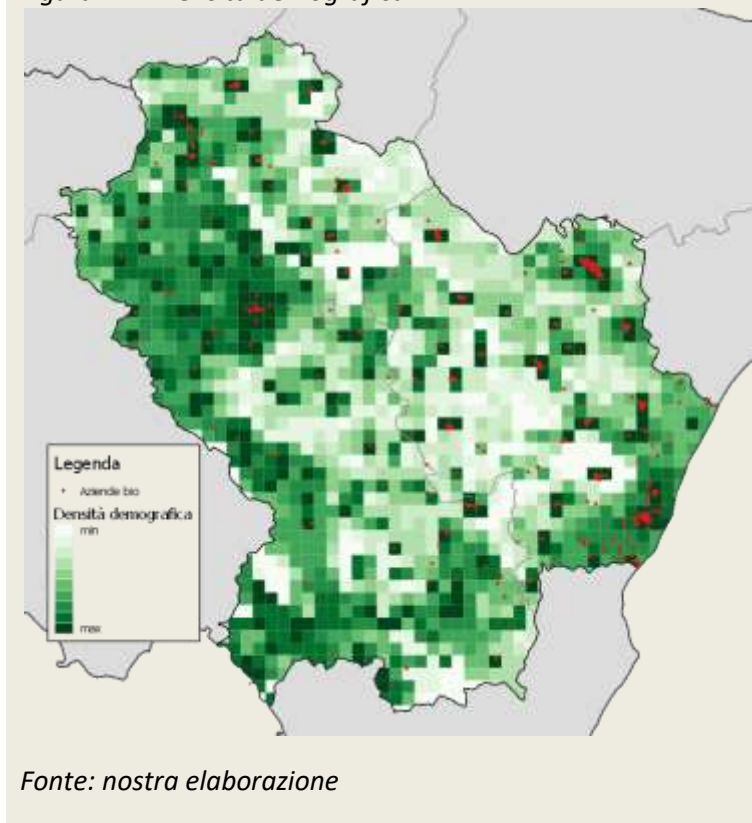
- densità demografica
- quota di residenti per classe di età
- quota di residenti per condizione professionale
- reddito pro-capite

Tabella 9 – Fattori socio-economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
dPopRes	Densità demografica (residenti/km ²)	0,47	0,00
qPopGio	Residenti tra 20 e 39 anni (% su totale residenti)	-0,06	0,44
qPopAdu	Residenti tra 40 e 64 anni (% su totale residenti)	-0,04	0,59
qPopAnz	Residenti oltre 64 anni (% su totale residenti)	0,10	0,17
qPopSup	Residenti con diploma o laurea (% su totale residenti)	0,14	0,06
qPopInf	Residenti con licenza elementare o media inferiore (% su totale residenti)	-0,08	0,24
qPopOcc	Residenti occupati (% su totale residenti)	-0,13	0,07
dlrpefPC	Reddito imponibile pro capite	0,02	0,75

Fonte: nostra elaborazione

Figura 11 – Densità demografica



Solo una correlazione risulta significativa ed è quella con la densità di popolazione che conferma come la diffusione delle aziende biologiche sia più concentrata nelle aree più urbanizzate. Non risulta invece nessun legame significativo con le caratteristiche socio-economiche del territorio, ma d'altra parte la diffusione molto concentrata dell'AB in alcune porzioni del territorio regionale, indebolisce l'eventuale influenza che possono avere i fattori sociali nel determinare la presenza delle aziende biologiche.

Fonte: nostra elaborazione

Il terzo ed ultimo gruppo di variabili è relativo alle caratteristiche del sistema agricolo in termini strutturali ed economici.

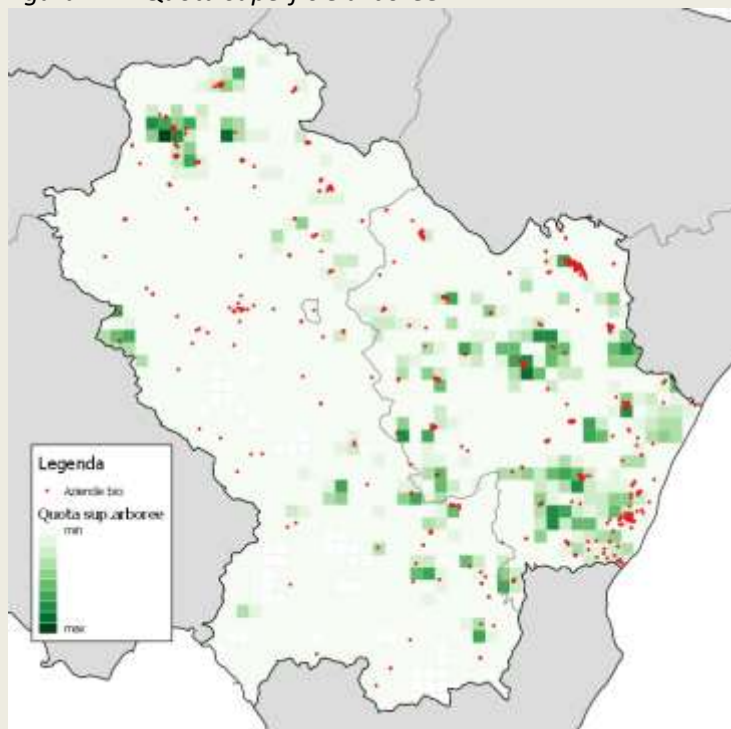
Tabella 10 – Fattori agricoli, strutturali ed economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
qSupSem	Quota di superficie investita a seminativi	-0,06	0,41
qSupArb	Quota di superficie investita a colture arboree	0,10	0,18
qSupPer	Quota di superficie destinata a foraggiere permanenti	0,00	0,96
qSupDiv	Quota di superficie diversificata	-0,01	0,93
dSAUazi	SAU media aziendale	-0,06	0,40
dPLVha	Produttività della terra	-0,03	0,67
dPLVul	Produttività del lavoro	0,08	0,30

Fonte: nostra elaborazione

Nessuna correlazione con i fattori connessi all'agricoltura risulta significativa e questo conferma da un lato l'influenza che hanno le aree più densamente popolate nel determinare la diffusione dell'agricoltura biologica regionale, dall'altro segnala che lo sviluppo del bio non ha una spiccata caratterizzazione tipologica in termini di orientamento colturale, di dimensione strutturale ed economica.

Figura 12 – Quota superficie arborea



Fonte: nostra elaborazione

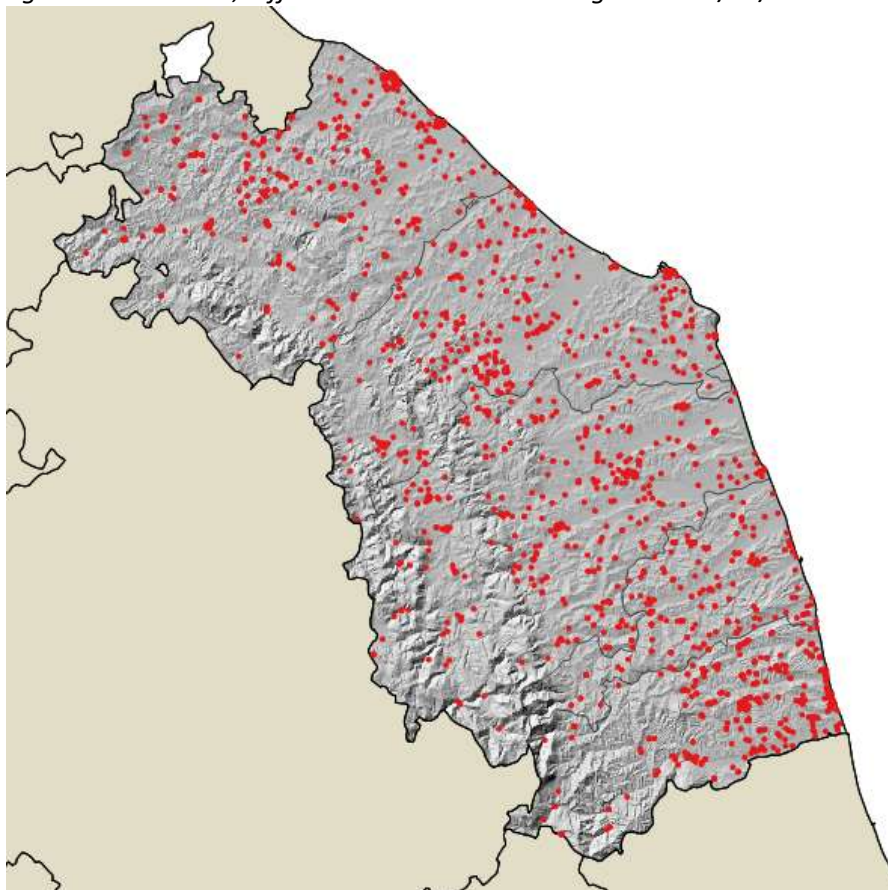
La mappa di Figura 12 mostra che esiste una caratterizzazione con le coltivazioni legnose per l'area settentrionale del Vulture e parzialmente con quella metapontina ma questo legame è assente per le aziende localizzate attorno al capoluogo regionale.

In sintesi, da questi primi risultati emerge come la diffusione del biologico lucano è molto concentrata in alcune zone che corrispondono alle aree più densamente abitate dove è minore la distanza con i luoghi di consumo, mentre sembra meno influenzata dal contesto socio-economico e dalle caratteristiche produttive agricole locali. Anche il contesto fisico-ambientale non sembra aver determinato la presenza delle aziende biologiche sul territorio.

Marche

Nel 2014, le aziende agricole biologiche registrate nell'Albo, che dispongono di superfici coltivate all'interno dei confini regionali³⁰, sono risultate 2025, diffuse sul territorio come rappresentato nella figura che segue.

Figura 13 – Marche, diffusione delle aziende biologiche al 31/12/2014



Fonte: nostra elaborazione su dati SIAN

La carta tematica evidenzia come esistano aree con elevate concentrazioni di aziende (es. fascia collinare e costiera meridionale), ed altre dove è rarefatta la presenza del biologico che corrispondono in generale alla dorsale appenninica.

Analogamente all'analisi regionale precedente, sono stati considerati quei caratteri territoriali che presumibilmente ostacolano o favoriscono le attività imprenditoriali iniziando dalle caratteristiche fisico-ambientali del territorio. Sono state considerate nel calcolo della correlazione solo le celle della griglia territoriale in cui è presente almeno una azienda biologica, e i valori in grassetto sono quelli che sono risultati statisticamente significativi.

³⁰ La localizzazione delle aziende è stata effettuata sulla base dell'indirizzo anagrafico della sede legale che può non corrispondere a quella dei terreni ma la presenza nell'Albo garantisce che le superfici coltivate sono all'interno dei confini regionali (verifica catastale). La precisione delle coordinate geografiche dipende anche dal servizio di geolocalizzazione utilizzato (Google Map) che a volte non riesce a individuare correttamente l'indirizzo per cui non è stato possibile localizzare la totalità delle aziende (la % dei casi non identificati è inferiore all'**1**%).

Tabella 11 – Fattori fisico-ambientali, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
Alt	Altitudine media (metri s.l.m.)	-0,06	0,17
Accl	Acclività media (pendenza %)	-0,02	0,59
qAreUrb	Quota aree urbane (%)	0,37	0,00
qAreAgr	Quota aree agricole (%)	-0,21	0,00
qAreFor	Quota aree forestali (%)	-0,07	0,07
qAreNat	Quota aree naturali (%)	0,07	0,10

Fonte: nostra elaborazione

Le uniche due variabili che risultano statisticamente significative sono la quota di superficie urbana e quella agricola con segni opposti. Per certi versi sorprende che vi sia una correlazione positiva con le aree urbane e viceversa negativa con quelle agricole ma il fenomeno può essere facilmente spiegato. Il primo motivo è che il centro aziendale è spesso nei pressi di un centro abitato perché sono più accessibili i canali commerciali specie per chi fa vendita diretta, inoltre non è da escludere una distorsione informativa derivante da una certa imprecisione della procedura di localizzazione geografica basata sul centro aziendale. Invece, la minore concentrazione di aziende biologiche nelle aree più intensamente coltivate è in parte spiegata dalla motivazione precedente a cui si aggiunge la considerazione che in una regione fortemente specializzata nella cerealicoltura, con modelli gestionali tendenti alla monocoltura, è più

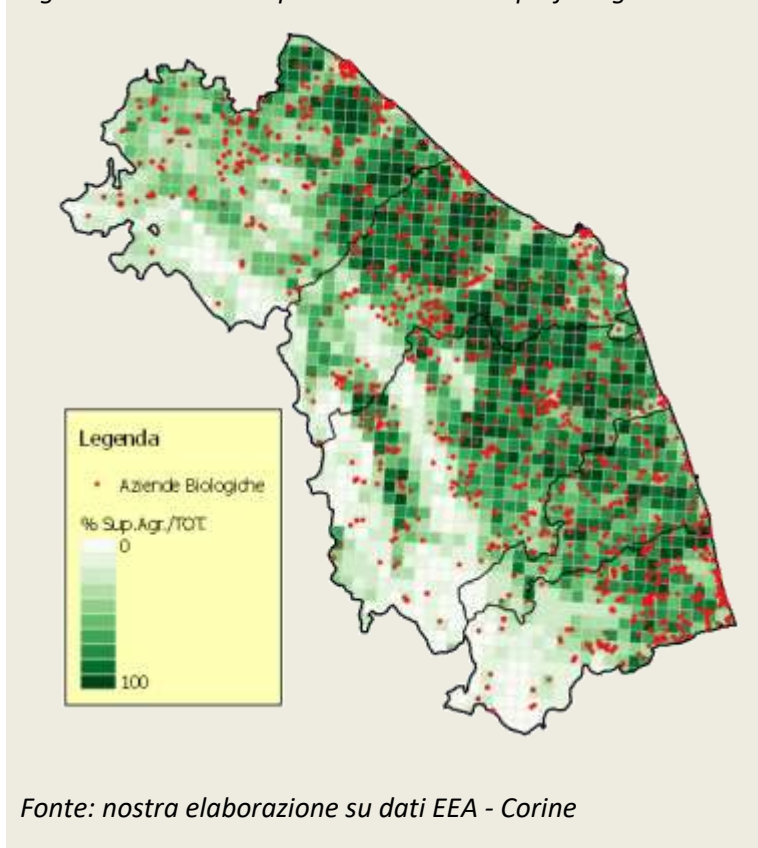
difficile lo sviluppo delle imprese biologiche che si basano sul principio della diversificazione colturale. Una maggiore articolazione di questa analisi sarà condotta nella parte dedicata ai fattori agricoli.

La scarsa significatività statistica delle due variabili morfologiche, altimetria e pendenza, segnala che lo sviluppo dell'agricoltura biologica regionale non è stato condizionato dalle caratteristiche fisiche del territorio, anche se la rappresentazione cartografica affianco evidenzia come la minore presenza di aziende biologiche è dovuta alla montuosità delineata dalle aree più chiare.

Il cartogramma conferma inoltre che le maggiori concentrazioni di aziende bio non corrispondono alle aree agricole più intensive ma sembrano corrispondere in molti casi ai centri urbani e alle principali valli dove c'è un maggiore grado di infrastrutturazione³¹.

Il secondo gruppo di variabili è associato

Figura 14 – Incidenza percentuale delle superfici agricole



Fonte: nostra elaborazione su dati EEA - Corine

³¹ Come indicato in precedenza, il fatto che non è stato possibile georeferenziare la sede operativa ma quella legale può aver influito sulla localizzazione nei centri urbani ma considerando che nella maggioranza delle aziende la sede legale coincide con quella operativa, la distorsione informativa appare essere contenuta.

alle caratteristiche socio-economiche del territorio ovvero:

- densità demografica
- quota di residenti per classe di età
- quota di residenti per condizione professionale
- reddito pro-capite

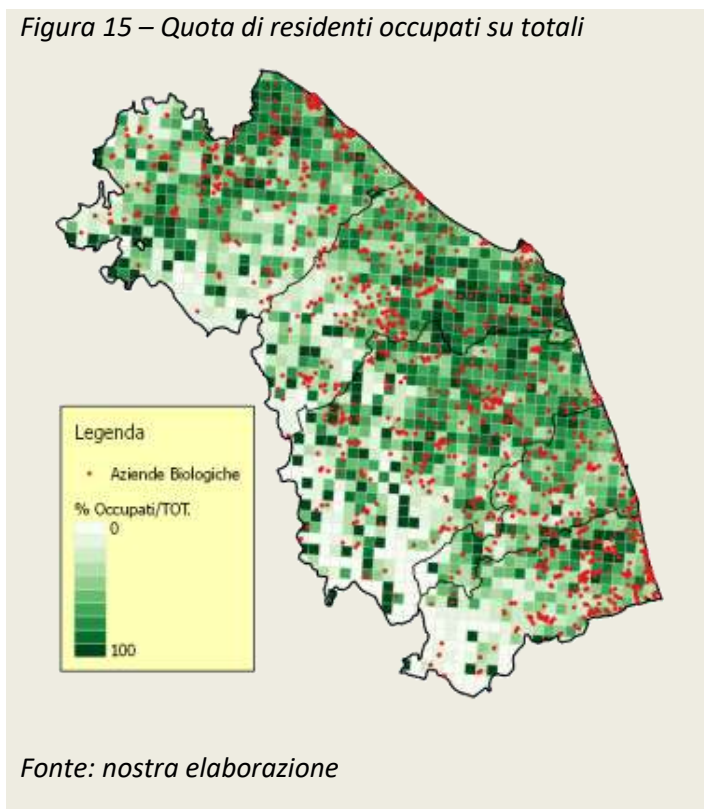
Tabella 12 – Fattori socio-economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
dPopRes	Densità demografica (residenti/km ²)	0,45	0,00
qPopGio	Residenti tra 20 e 39 anni (% su totale residenti)	-0,03	0,40
qPopAdu	Residenti tra 40 e 64 anni (% su totale residenti)	-0,01	0,72
qPopAnz	Residenti oltre 64 anni (% su totale residenti)	0,08	0,04
qPopSup	Residenti con diploma o laurea (% su totale residenti)	0,30	0,00
qPopInf	Residenti con licenza elementare o media inferiore (% su totale residenti)	-0,28	0,00
qPopOcc	Residenti occupati (% su totale residenti)	-0,10	0,01
dIrpfcPC	Reddito imponibile pro capite	0,05	0,26

Fonte: nostra elaborazione

I livelli di significatività statistica confermano come la diffusione delle aziende biologiche marchigiane è influenzata dalla presenza di popolazione residente ed in particolare è direttamente correlata con il grado di scolarizzazione superiore e universitaria. Il risultato non sorprende dato che numerosi studi hanno evidenziato come i consumatori di prodotti biologici siano in possesso di un titolo di studio più elevato della media mentre non emerge un significativo legame con il reddito e l'età dei residenti.

Figura 15 – Quota di residenti occupati su totali



Fonte: nostra elaborazione

Risulta invece significativa la correlazione inversa con la quota di occupati che riportata sulla carta tematica che segue, permette di svolgere ulteriori considerazioni.

In effetti nelle zone più interne della regione la quota di occupati tende a salire in quanto minore è diversa la struttura demografica. Nelle aree più densamente popolate c'è un maggiore equilibrio demografico con la presenza di tutte le classi di età della popolazione mentre in quelle interne è più elevata la presenza di anziani e sono assai meno presenti i giovani, per cui di conseguenza aumenta l'incidenza della classe in età lavorativa.

Il terzo ed ultimo gruppo di variabili è relativo alle caratteristiche del sistema agricolo in termini strutturali ed economici.

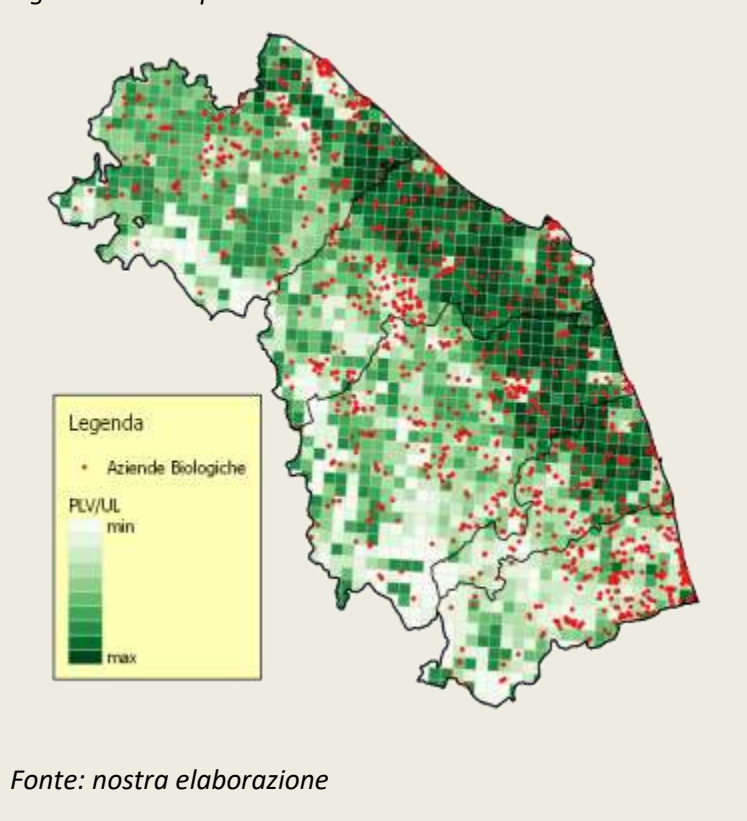
Tabella 13 – Fattori agricoli, strutturali ed economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
qSupSem	Quota di superficie investita a seminativi	-0,26	0,00
qSupArb	Quota di superficie investita a colture arboree	0,04	0,29
qSupPer	Quota di superficie destinata a foraggiere permanenti	-0,05	0,25
qSupDiv	Quota di superficie diversificata	0,24	0,00
dSAUazi	SAU media aziendale	-0,21	0,00
dPLVha	Produttività della terra	-0,02	0,70
dPLVul	Produttività del lavoro	-0,23	0,00

Fonte: nostra elaborazione

Analizzando i risultati sembra emergere un collegamento con le dimensioni medie aziendali, e più precisamente la diffusione dell'AB è avvenuta nelle aree dove sono maggiormente presenti le piccole aziende. In effetti c'è una correlazione inversa con l'incidenza delle coltivazioni a seminativi, che dato lo spiccato indirizzo cerealicolo regionale, è associabile ad aziende di dimensione medio-grande. Viceversa l'AB è maggiormente presente dove vi sono coltivazioni miste risultato assolutamente coerente con il principio della diversificazione produttiva proprio del metodo biologico.

Figura 16 – PLV per UL



Fonte: nostra elaborazione

I risultati statistici in termini di produttività della terra e del lavoro appaiono invece un po' contraddittori sebbene i legami sono abbastanza deboli dati i bassi valori delle correlazioni. La diffusione delle aziende bio è infatti maggiore dove la terra è più produttiva ma al contempo dove è più bassa la remunerazione per unità di lavoro. Questo risultato potrebbe essere spiegato con la minore presenza delle aziende bio nelle aree più specializzate a seminativi, orientamento produttivo che richiede un basso apporto lavorativo.

La carta tematica affianco fornisce maggiori indicazioni in tal senso.

La presenza di molte aziende biologiche nella fascia collinare interna e nella fascia costiera della provincia di AP coincide con la diffusione di coltivazioni arboree, vite e olivo in particolare, che richiedono un intenso impiego di manodopera e abbassano quindi la produttività per unità di lavoro.

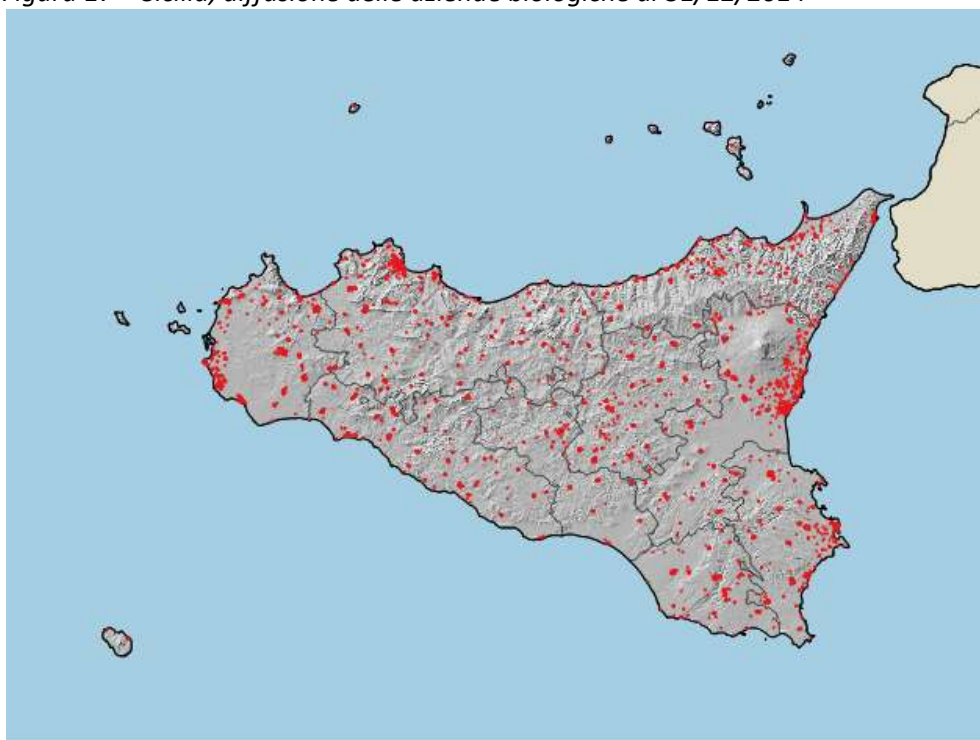
Riassumendo i risultati di questa prima parte dell'analisi territoriale, l'agricoltura biologica regionale si è diffusa maggiormente nelle aree più densamente popolate, ma non in quelle più specializzate nelle

coltivazioni a seminativi semmai l'orientamento è verso la diversificazione produttiva e una minore scala dimensionale delle aziende. Il contesto sociale influisce in quanto le aree dove sono più presenti le aziende biologiche sono caratterizzate da una maggiore quota di popolazione con titolo di studio superiore o laurea. Non sembra invece essere influenzata dal contesto economico e da quello ambientale in termini di caratteristiche morfologiche del territorio.

Sicilia

La Sicilia è la regione con il maggior numero di aziende agricole biologiche in Italia, 9.660 nel 2014. La presenza sul territorio è quindi molto capillare anche se sono evidenti aree con elevata concentrazione di aziende lungo le coste³².

Figura 17 – Sicilia, diffusione delle aziende biologiche al 31/12/2014



Fonte: nostra elaborazione su dati SIAN

Anche per la situazione siciliana, le aree più densamente popolate rappresentano un fattore determinante per la localizzazione delle aziende biologiche come risulta dal coefficiente di correlazione di Tabella 14.

Tabella 14 – Fattori fisico-ambientali, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

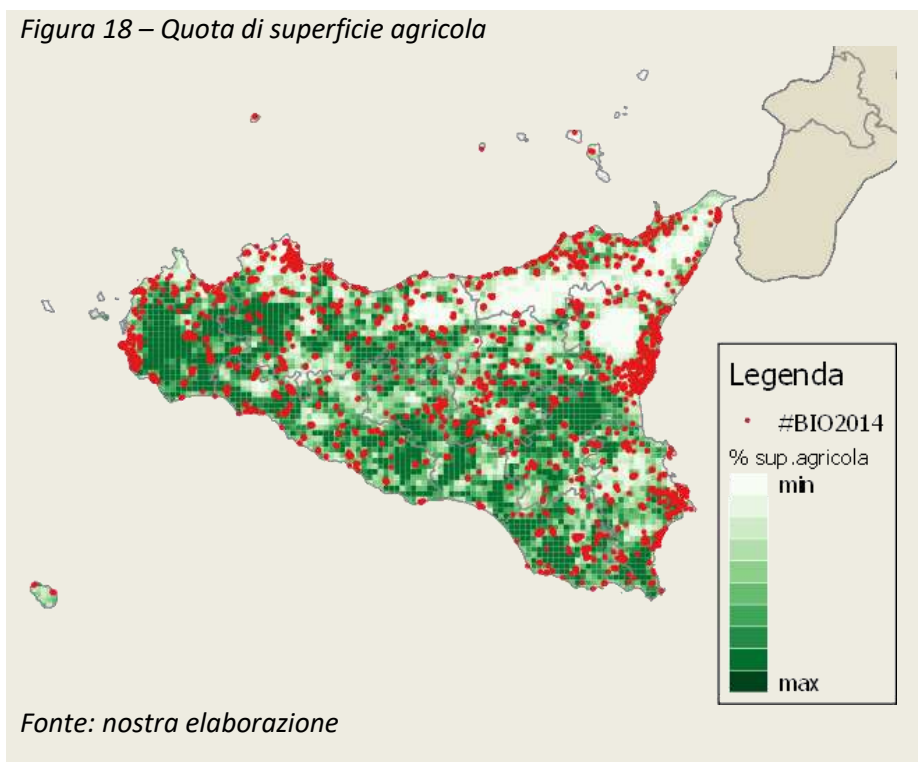
Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
Alt	Altitudine media (metri s.l.m.)	0,00	0,96
Accl	Acclività media (pendenza %)	0,00	0,89
qAreUrb	Quota aree urbane (%)	0,31	0,00
qAreAgr	Quota aree agricole (%)	-0,23	0,00
qAreFor	Quota aree forestali (%)	-0,05	0,13
qAreNat	Quota aree naturali (%)	-0,01	0,70

³² Nelle carte tematiche che seguono non sono visibili le isole di Lampedusa e Linosa in quanto non accolgono aziende biologiche.

Fonte: nostra elaborazione

Simmetricamente esiste una inversione di segno nel caso delle aree agricole che indica come la concentrazione aumenta nelle zone meno marcatamente rurali della regione. Il fenomeno è analogo a quello già evidenziato nelle aree studio analizzate in precedenza ma in questo caso sembra più marcata la disconnessione con le caratteristiche fisico-ambientali del territorio che almeno sul piano statistico non hanno influenzato la diffusione dell'AB in Sicilia.

Figura 18 – Quota di superficie agricola



Passando all'analisi dei fattori socio-economici, si conferma la rilevanza della componente insediativa ma emergono anche altre due correlazioni significative. La prima è con la quota di popolazione anziana e l'altra con l'incidenza degli occupati.

Tabella 15 – Fattori socio-economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

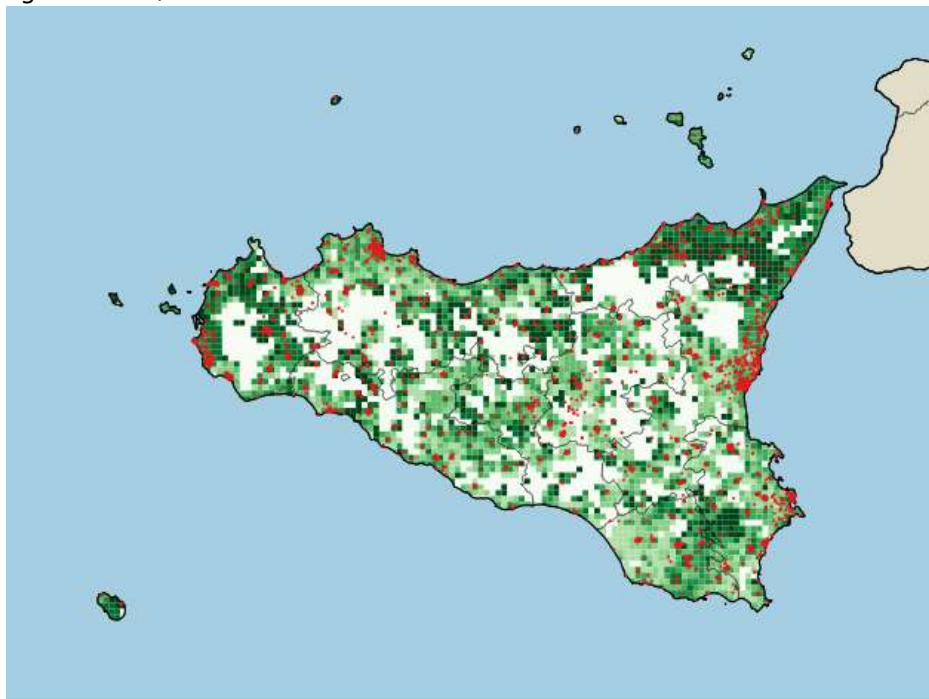
Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
dPopRes	Densità demografica (residenti/km ²)	0,43	0,00
qPopGio	Residenti tra 20 e 39 anni (% su totale residenti)	-0,05	0,10
qPopAdu	Residenti tra 40 e 64 anni (% su totale residenti)	-0,02	0,58
qPopAnz	Residenti oltre 64 anni (% su totale residenti)	0,22	0,00
qPopSup	Residenti con diploma o laurea (% su totale residenti)	0,03	0,41
qPopInf	Residenti con licenza elementare o media inferiore (% su totale residenti)	-0,02	0,47
qPopOcc	Residenti occupati (% su totale residenti)	-0,08	0,02
dIrpfcPC	Reddito imponibile pro capite	0,00	0,89

Fonte: nostra elaborazione

Nel primo caso la relazione ha segno positivo anche se il valore del coefficiente è abbastanza contenuto, e indica che dove vi sono relativamente più anziani si rileva una maggiore presenza di aziende biologiche. Il

fenomeno potrebbe avere diverse interpretazioni e il cartogramma di Figura 19 ci aiuta a individuarne almeno una.

Figura 19 – Quota di residenti con 65 anni ed oltre



Fonte: nostra elaborazione

La presenza di residenti con almeno 65 anni di età è più concentrata nelle province di Messina e di Trapani dove c'è in effetti una consistente presenza di aziende biologiche, mentre nelle altre aree il legame tra popolazione anziana e AB appare meno marcato. Quindi il fenomeno sembra più legato alle caratteristiche demografiche di alcuni territori piuttosto che un carattere riscontrabile su tutta la regione. Interessante anche la correlazione inversa con l'occupazione anche se in questo caso il legame risulta alquanto debole per cui è azzardato esprimere una valutazione.

Da sottolineare in ogni caso l'assenza di un legame con le condizioni economiche dei territori stimate attraverso il gettito fiscale procapite, malgrado questo indicatore sia fortemente correlato alle aree più densamente popolate. Ciò implica che è rilevante per le aziende biologiche insediarsi in contesti abitati ma non necessariamente ad alto reddito.

Tabella 16 – Fattori agricoli, strutturali ed economici, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
qSupSem	Quota di superficie investita a seminativi	-0,11	0,00
qSupArb	Quota di superficie investita a colture arboree	-0,06	0,06
qSupDiv	Quota di superficie diversificata	0,06	0,09
dSAUazi	SAU media aziendale	-0,02	0,50
dPLVha	Produttività della terra	-0,17	0,00
dPLVul	Produttività del lavoro	-0,14	0,00

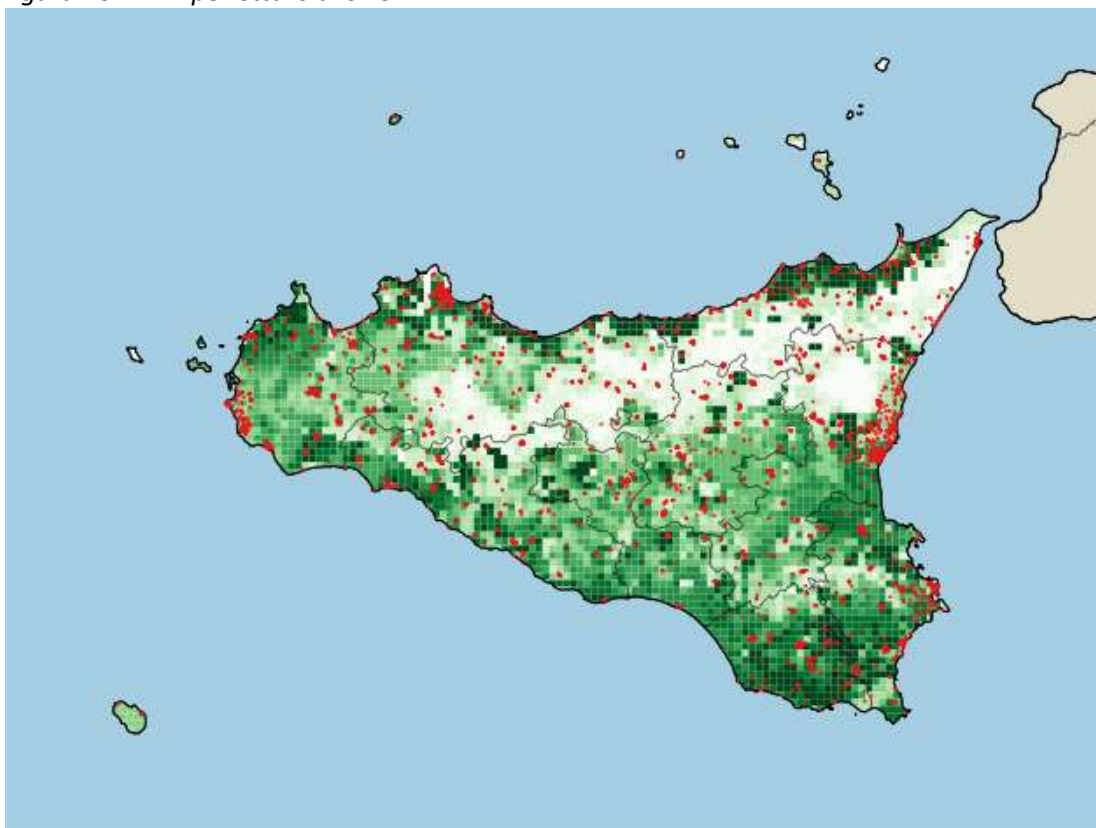
Fonte: nostra elaborazione

Rispetto alle caratteristiche agricole del territorio siciliano, emerge una maggiore significatività statistica con l'incidenza di superfici a seminativi e con la produttività. I segni sono tutti negativi e i coefficienti sono

modesti per cui il legame è debole ma indica che il biologico regionale è più presente nelle aree agricole meno produttive.

La mappa mostra la distribuzione della produttività della terra che è massima in alcune zone meridionali della regione e lungo la fascia costiera tirrenica, mentre sulla dorsale montuosa che vai dai Nebrodi alle Madonie le condizioni pedo-climatiche non consentono lo sviluppo di coltivazioni a maggiore reddito.

Figura 20 – PLV per ettaro di SAU



Fonte: nostra elaborazione

In diverse aree ad elevata produttività la presenza di aziende biologiche non è particolarmente elevata e ciò spiega i risultati della correlazione. D'altro canto è noto come il metodo biologico incontra maggiori difficoltà a svilupparsi negli indirizzi colturali a maggiore valore aggiunto in quanto maggiore è la perdita potenziale reddituale derivante dal differenziale di resa, e maggiore è il rischio produttivo derivante dalla minore efficacia dei prodotti per la difesa ammessi nel biologico.

4.2 I fattori associati alla sostenibilità

In questa parte del lavoro, sono state analizzate le connessioni tra la diffusione territoriale degli indicatori associati alla sostenibilità delle attività agricole e la presenza delle aziende biologiche. L'approccio metodologico è analogo a quello adottato nel paragrafo precedente, ma in questo caso l'intento non è quello di comprendere se esistono fattori che influenzano la distribuzione delle aziende biologiche ma se queste sono presenti nelle aree dove esistono segnali di un minore livello relativo³³ di sostenibilità ambientale o socio-economica.

Il processo decisionale che guida l'imprenditore agricolo ad aderire al metodo biologico, probabilmente non tiene conto del contesto territoriale in termini di sostenibilità ma la sua scelta è più ragionevolmente influenzata da altri fattori come ad esempio la presenza di sbocchi di mercato, la possibilità di raggiungere determinati risultati produttivi, in funzione delle risorse aziendali disponibili (qualità dei suoli, disponibilità di manodopera, competenze necessarie, ...).

In questo processo gioca però un ruolo importante l'azione pubblica che attraverso l'incentivazione può influenzare le scelte imprenditoriali, per cui è una leva che può essere utilizzata per rendere più efficaci gli effetti positivi che il metodo biologico è in grado di produrre sul territorio.

L'intento dell'analisi che segue è appunto quello di evidenziare se esiste una sovrapposizione tra diffusione dell'agricoltura biologica e criticità territoriali, fornendo quindi informazioni utili per intervenire eventualmente in quei contesti dove una presenza di aziende biologiche può migliorare il livello di sostenibilità dell'area.

L'insieme di indicatori selezionati in questa prima annualità, è stato suddiviso in due gruppi:

ambientali

- contenuto di sostanza organica nel suolo;
- erosione da acque superficiali;
- impiego di fitosanitari e fertilizzanti;

socio-economici

- utilizzo di manodopera;
- utilizzo di macchine;
- presenza di giovani agricoltori.

Si tratta di un primo insieme di indicatori che deriva in parte dalle analisi dei dispositivi sperimentali, integrate con alcuni aspetti sociali.

Per ogni indicatore sono stati calcolati i coefficienti di correlazione per valutare la significatività statistica della relazione con la densità territoriale delle aziende biologiche. A differenza dell'analisi precedente anche gli indicatori statisticamente non significativi sono stati considerati utili per fornire indicazioni per la pianificazione territoriale. Infatti mentre per quelli statisticamente significativi è possibile affermare che esiste una chiara coerenza o incoerenza tra i due fenomeni (diffusione del biologico e grado di sostenibilità), quando la significatività non emerge, implica la mancanza di un risultato atteso.

Ad esempio se la correlazione fra diffusione del biologico e sostanza organica contenuta nel suolo fosse significativa e negativa, si potrebbe considerare questo risultato coerente con le attese ovvero il biologico si è maggiormente diffuso in contesti territoriali dove è minore il livello di fertilità dei terreni, che l'AB può contribuire a migliorare. Se invece non ci fosse una correlazione significativa tra i due fenomeni o fosse di

³³ Si tratta di una misurazione relativa in quanto rapportata al contesto territoriale regionale.

segno positivo, la valutazione che se ne può trarre è quella che i pagamenti agro-ambientali dovrebbero stimolare maggiormente la conversione al biologico degli agricoltori localizzati nelle aree meno fertili. Il ragionamento esemplificativo fatto per la sostanza organica vale per tutti gli altri indici presi in considerazione.

Come in precedenza, l'analisi è stata sviluppata separatamente nelle tre aree studio selezionate.

Basilicata

I coefficienti di correlazione risultano significativi solo in due indici: per il contenuto di sostanza organica e per l'impiego di antiparassitari. In entrambi i casi lo sviluppo territoriale dell'AB appare coerente con gli obiettivi di sostenibilità che persegue in quanto è presente nelle aree meno fertili e che al contempo comprendono attività agricole più intensive.

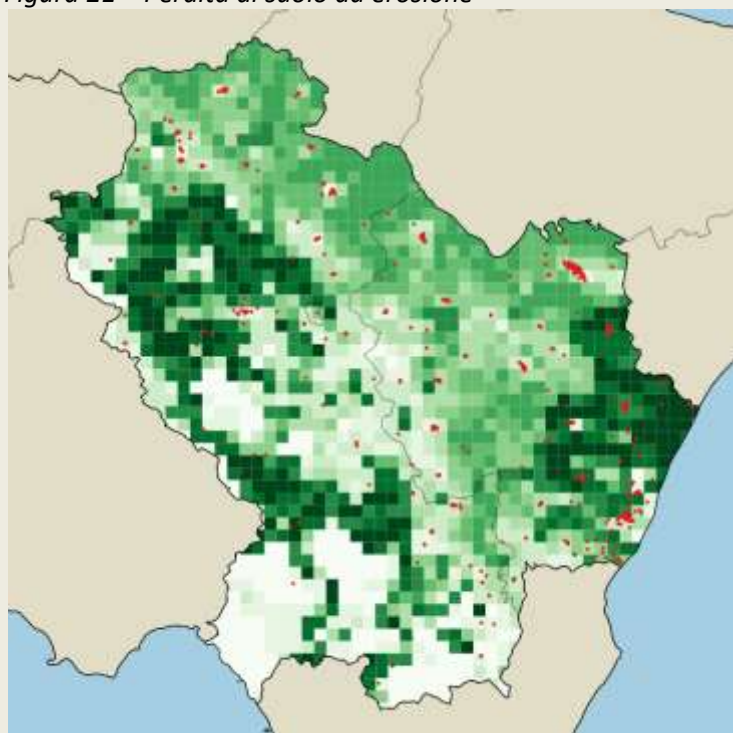
Tabella 17 – Indicatori della sostenibilità territoriale, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
SO	sostanza organica nel suolo (%)	-0,18	0,02
Erosione	perdita di suolo per erosione da acque superficiali (T/ha)	0,02	0,80
dFertHa	costi per impiego fertilizzanti (euro/ha)	0,04	0,58
dAntiHa	costi per impiego antiparassitari (euro/ha)	0,23	0,00
dKWha	Potenza motrice per ettaro (KW/ha)	0,00	0,97
dULha	unità di lavoro ad ettaro (UK/ha)	0,05	0,51
dGioCPA	capoazienda con meno di 40 anni (aziende)	-0,05	0,48

Fonte: nostra elaborazione

Non emergono invece legami statistici con i fenomeni misurati dagli indici ed in particolare con l'impiego unitario di forza motrice come mette in evidenza la cartografia che segue.

Figura 21 – Perdita di suolo da erosione



Le aree a maggiore impiego di meccanizzazione risultano quelle della pianura metapontina e la fascia alto-collinare a nord di Potenza dove probabilmente c'è un surplus di potenza motrice rispetto alle superfici agricole disponibili.

Fonte: nostra elaborazione

Marche

La tabella che segue riporta i risultati del gruppo di indicatori associati alla sostenibilità ambientale da cui emerge che non c'è una significativa coerenza con i caratteri puramente ambientali (sostanza organica e erosione) mentre esiste una relazione con gli altri aspetti misurati dove c'è una componente socio-economica.

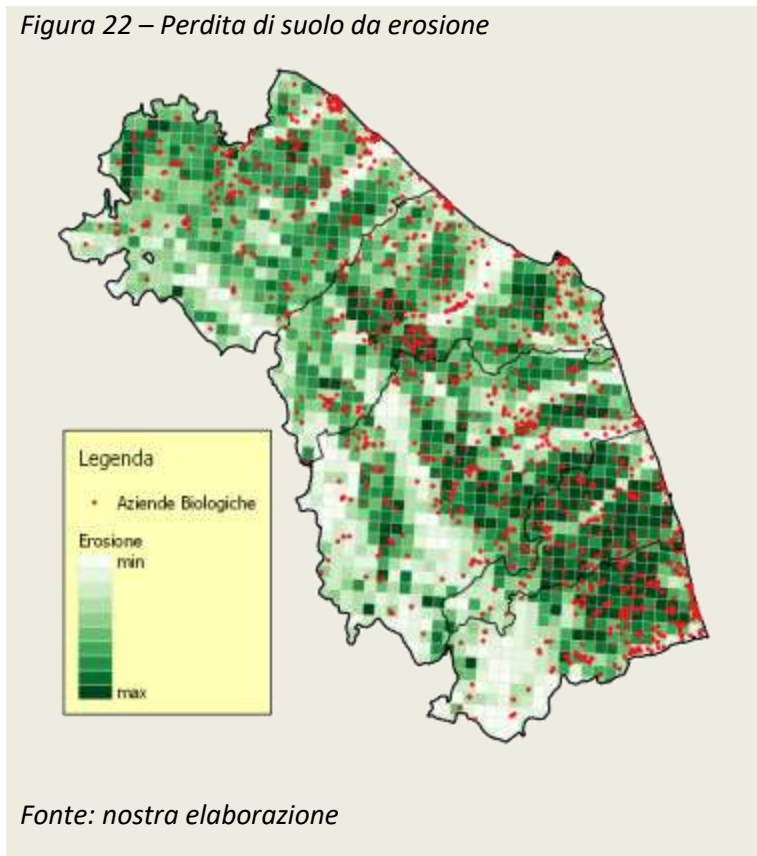
Tabella 18 – Indicatori della sostenibilità territoriale, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
SO	sostanza organica nel suolo (%)	-0,06	0,15
Erosione	perdita di suolo per erosione da acque superficiali (T/ha)	-0,02	0,60
dFertHa	costi per impiego fertilizzanti (euro/ha)	0,18	0,00
dAntiHa	costi per impiego antiparassitari (euro/ha)	0,18	0,00
dKW/ha	Potenza motrice per ettaro (KW/ha)	0,14	0,00
dUL/ha	unità di lavoro ad ettaro (UK/ha)	0,04	0,33
dGioCPA	capoazienda con meno di 40 anni (aziende)	-0,05	0,17

Fonte: nostra elaborazione

Queste relazioni appaiono coerenti con i risultati attesi dall'AB in termini di sostenibilità in quanto la maggiore diffusione nelle aree dove si utilizzano più mezzi tecnici e macchine può produrre effetti mitigatori.

Figura 22 – Perdita di suolo da erosione



Fonte: nostra elaborazione

Tutti gli altri indicatori non risultano statisticamente significativi e ci si sarebbe aspettati per lo meno una connessione con il fenomeno dell'erosione che nelle Marche rappresenta una delle principali emergenze ambientali. Una adeguata gestione dei suoli agricoli consentirebbe di contenere l'erosione ad esempio minimizzando i periodi di "terreno nudo" che caratterizzano le coltivazioni cerealicole.

Osservando la distribuzione geografica della perdita di suolo si nota innanzitutto come le principali criticità ambientali sono localizzate lungo le dorsali collinari trasversali rispetto alla costa. Infatti in queste aree vi sono i maggiori fenomeni erosivi che in alcuni casi assumono la forma calanchiva.

Sicilia

In questa area studio risultano significative le correlazioni con l'impiego di lavoro meccanizzato e manuale e con la presenza di giovani agricoltori. Tutti i coefficienti sono di segno negativo e segnalano in alcuni una certa incoerenza con gli obiettivi della sostenibilità che è possibile perseguire con l'AB. Nel caso siciliano risulta che è l'ambito socio-economico quello più direttamente coinvolto mentre sul piano ambientale non emergono correlazioni significative.

Tabella 19 – Indicatori della sostenibilità territoriale, correlazione con la densità territoriale delle aziende agricole biologiche

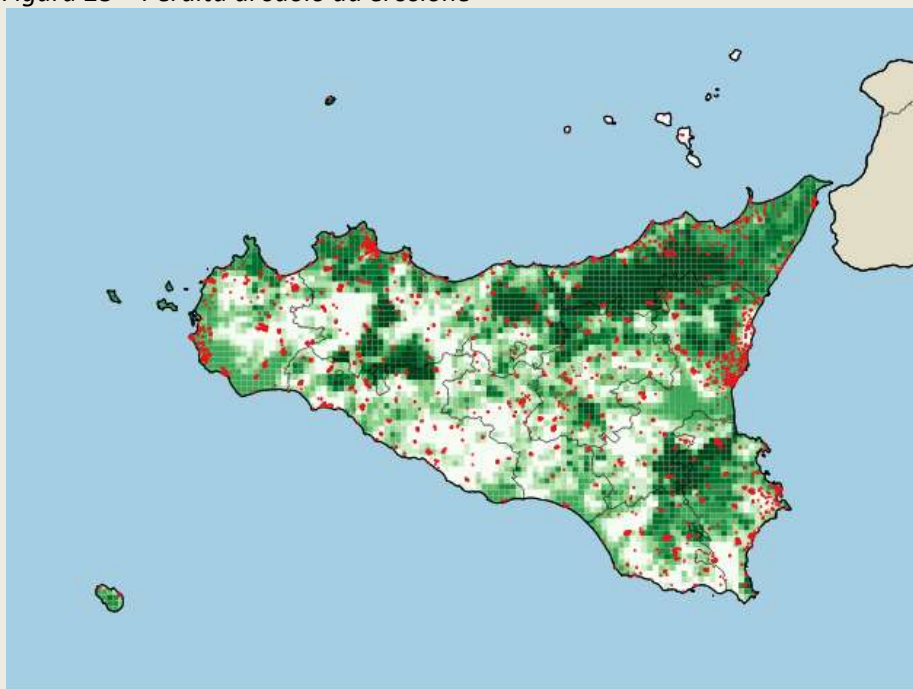
Variabile	Descrizione (unità di misura)	r	P
SO	sostanza organica nel suolo (%)	-0,01	0,84
Erosione	perdita di suolo per erosione da acque superficiali (T/ha)	0,01	0,80
dFertHa	costi per impiego fertilizzanti (euro/ha)	0,01	0,69
dAntiHa	costi per impiego antiparassitari (euro/ha)	0,01	0,82
dKWha	Potenza motrice per ettaro (KW/ha)	-0,11	0,00
dULha	unità di lavoro ad ettaro (UK/ha)	-0,12	0,00
dGioCPA	capoazienda con meno di 40 anni (aziende)	-0,15	0,00

Fonte: nostra elaborazione

L'incoerenza è data dal segno negativo per l'impiego di potenza motrice che indica una maggiore diffusione di aziende biologiche dove le attività agricole sono più estensive sotto il profilo della meccanizzazione. Anche per l'impiego di lavoro e per la presenza di giovani imprenditore il segno del coefficiente è negativo ma in questo caso la crescente concentrazione di attività biologiche può accrescere l'impiego di

manodopera e in particolare può stimolare l'insediamento di giovani agricoltori.

Figura 23 – Perdita di suolo da erosione



Fonte: nostra elaborazione

Tra le altre correlazioni non significative da evidenziare quella con la fertilità dei suoli. La carta tematica evidenzia alcune aree carenti sotto questo profilo che sono distribuite nelle province meridionali dove la presenza delle aziende biologiche è più rarefatta. Potrebbero essere alcune delle le aree dove incentivare maggiormente la presenza del biologico in grado di migliorare la qualità dei suoli nel lungo periodo.

4.3 I risultati di sintesi

Come indicato nei presupposti metodologici, per facilitare la lettura di sintesi dei risultati precedenti, vengono qui proposte tre ulteriori analisi territoriali finalizzate a valutare:

- le criticità territoriali associate alla sostenibilità;
- lo sviluppo potenziale dell'AB;
- l'intensità dell'azione pubblica.

Rispetto alle rappresentazioni cartografiche precedenti, le mappe analizzate di seguito non mostrano la variabilità spaziale dei fenomeni ma una loro classificazione³⁴ così da consentire più facilmente di incrociare i risultati e giungere così alla valutazione di sintesi sulla coerenza dello sviluppo dell'agricoltura biologica.

Basilicata

Le quattro immagini di Figura 24 riassumono i risultati preliminari di questa area studio.

Le maggiori criticità per la sostenibilità sono concentrate in particolare nella pianura metapontina e nell'area del nord-ovest della regione, diverse sotto il profilo morfologico ma che presentano più di una criticità tra quelle prese in considerazione per la sostenibilità.

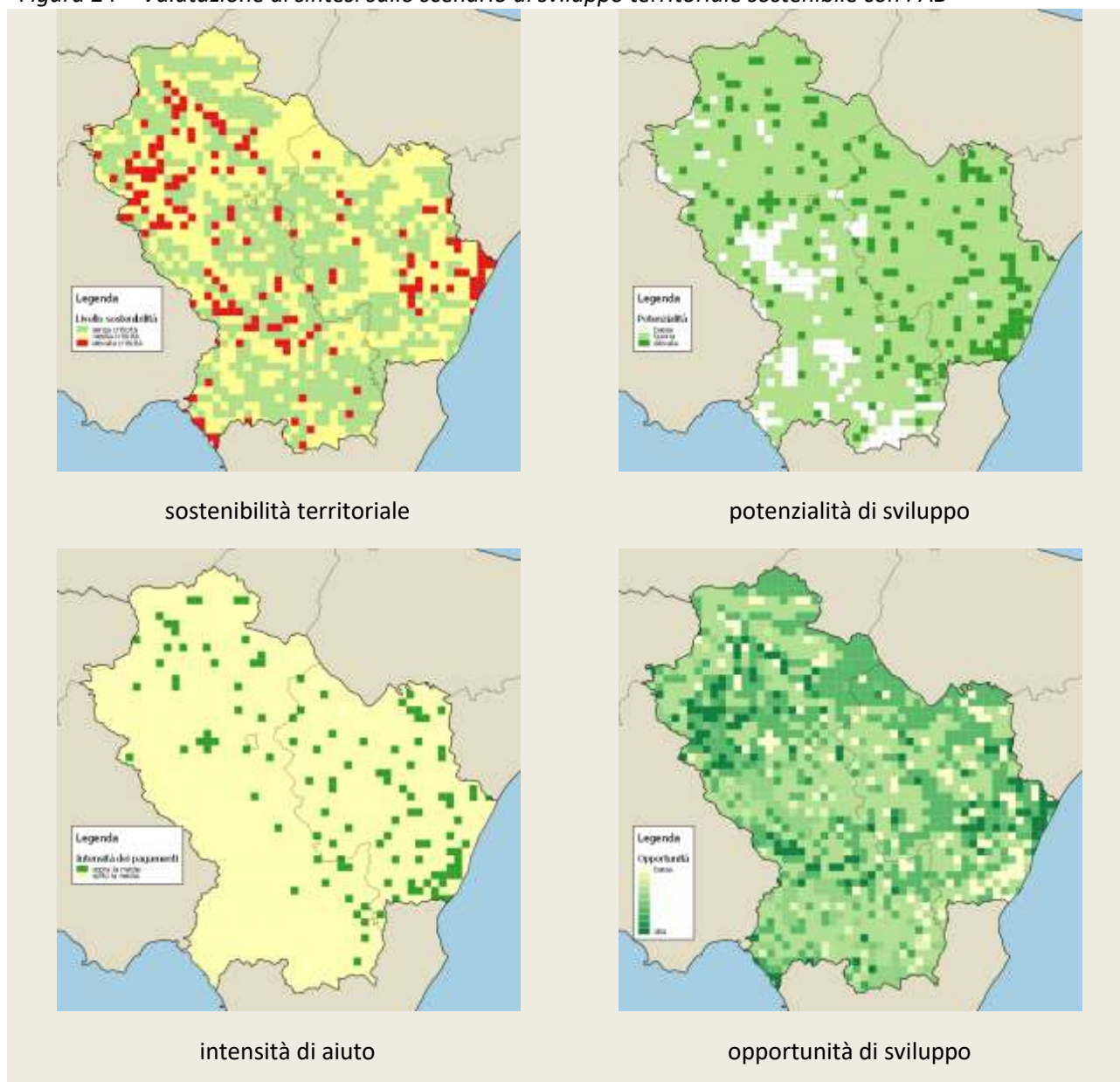
Come emerge nella seconda carta, in queste aree però non c'è sempre un adeguato tessuto imprenditoriale agricolo che può essere stimolato per sviluppare ulteriormente la diffusione dell'agricoltura biologica per cui questa non può contribuire a mitigare le criticità.

Sovrapponendo queste prime due cartografie ed escludendo quelle porzioni di territorio che ricevono già pagamenti agro ambientali sopra la media regionale (terza mappa), si ottiene l'ultima mappa che indica con una maggiore intensità di verde dove esistono le migliori condizioni per incentivare gli agricoltori ad adottare il metodo biologico.

Si tratta della pianura metapontina, l'area agricola più intensamente coltivata della regione, e la zona a nord-ovest del capoluogo regionale tra Muro Lucano ed Avigliano. Anche la Val d'Agri presenta quella combinazione di caratteristiche che la rendono adatta per una maggiore presenza di aziende biologiche. Da evidenziare infine l'area al confine orientale con la Puglia dove seppure con minore intensità, la metodologia di valutazione segnala che esistono consistenti opportunità di sviluppo per l'AB. In quest'ultima area caratterizzata in particolare dalla cerealicoltura esiste in effetti una problematica legata alla forte specializzazione produttiva che potrebbe essere affrontata attraverso una maggiore diversificazione colturale, propria del metodo biologico.

³⁴ Si veda par. 3.3.

Figura 24 – Valutazione di sintesi sullo scenario di sviluppo territoriale sostenibile con l'AB

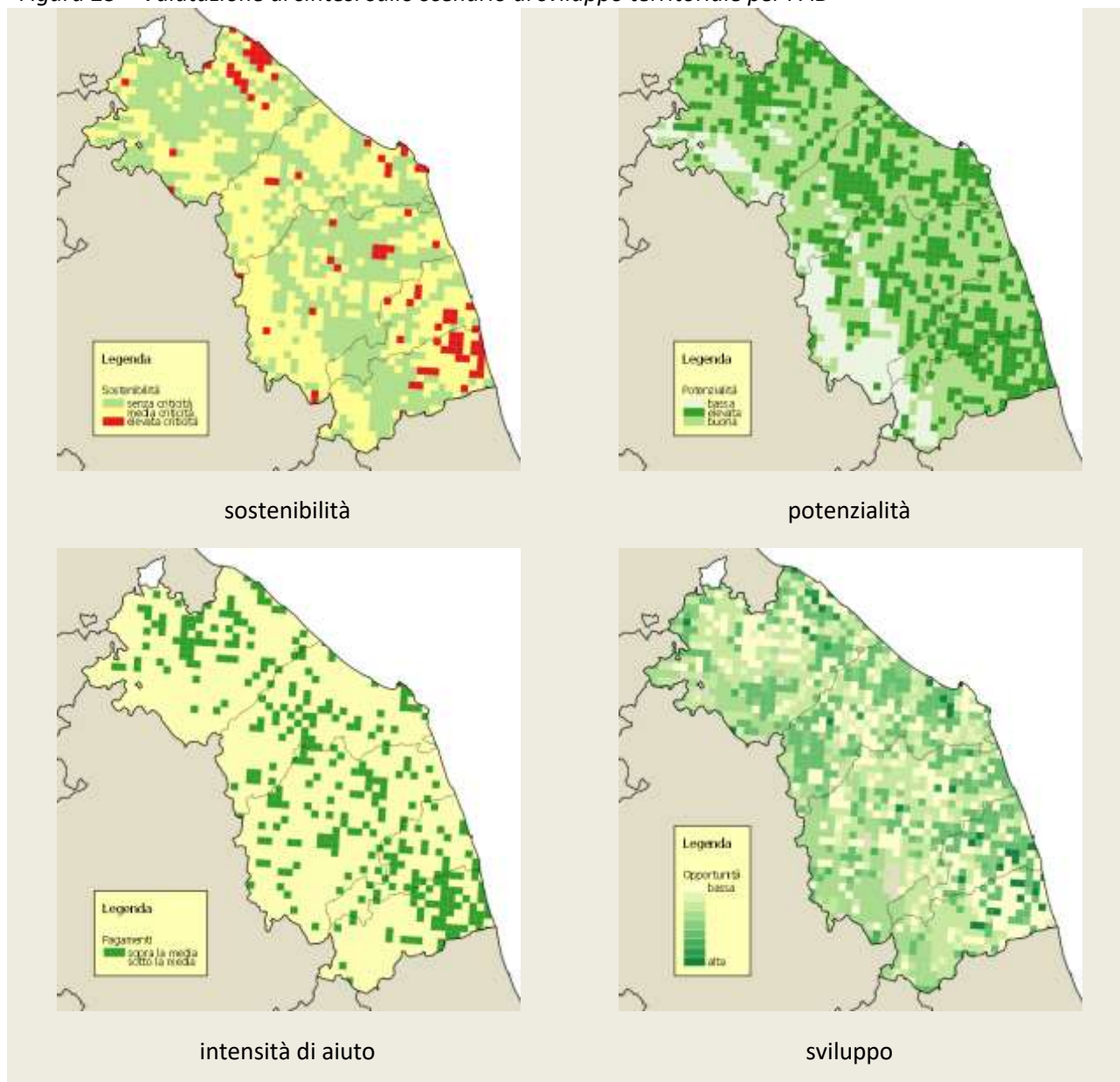


Fonte: nostra elaborazione

Marche

La prima delle quattro mappe mostra come in alcune parti del territorio regionale registri qualche segnale negativo in tema di sostenibilità globale, nelle aree in rosso gli indicatori hanno rilevato più di una criticità mentre nelle aree collinari più interne non sono emersi problematiche particolari.

Figura 25 – Valutazione di sintesi sullo scenario di sviluppo territoriale per l'AB



Fonte: nostra elaborazione

La seconda suggerisce che esistono ampi margini per l'ulteriore diffusione del metodo biologico ad eccezione delle zone montane (celle più chiare) dove purtroppo l'abbandono delle attività agricole è evidente ma ciò non significa che non si possa incentivare qualche nuovo insediamento.

Come noto, non tutte le aziende certificate come biologiche accedono ai finanziamenti disponibili nell'ambito del PSR (misura 214 fino al 2013, poi misura 11). Le ragioni sono molteplici e possono derivare dalla volontà dell'agricoltore di non presentare domanda, oppure che questa non sia stata accolta per vari

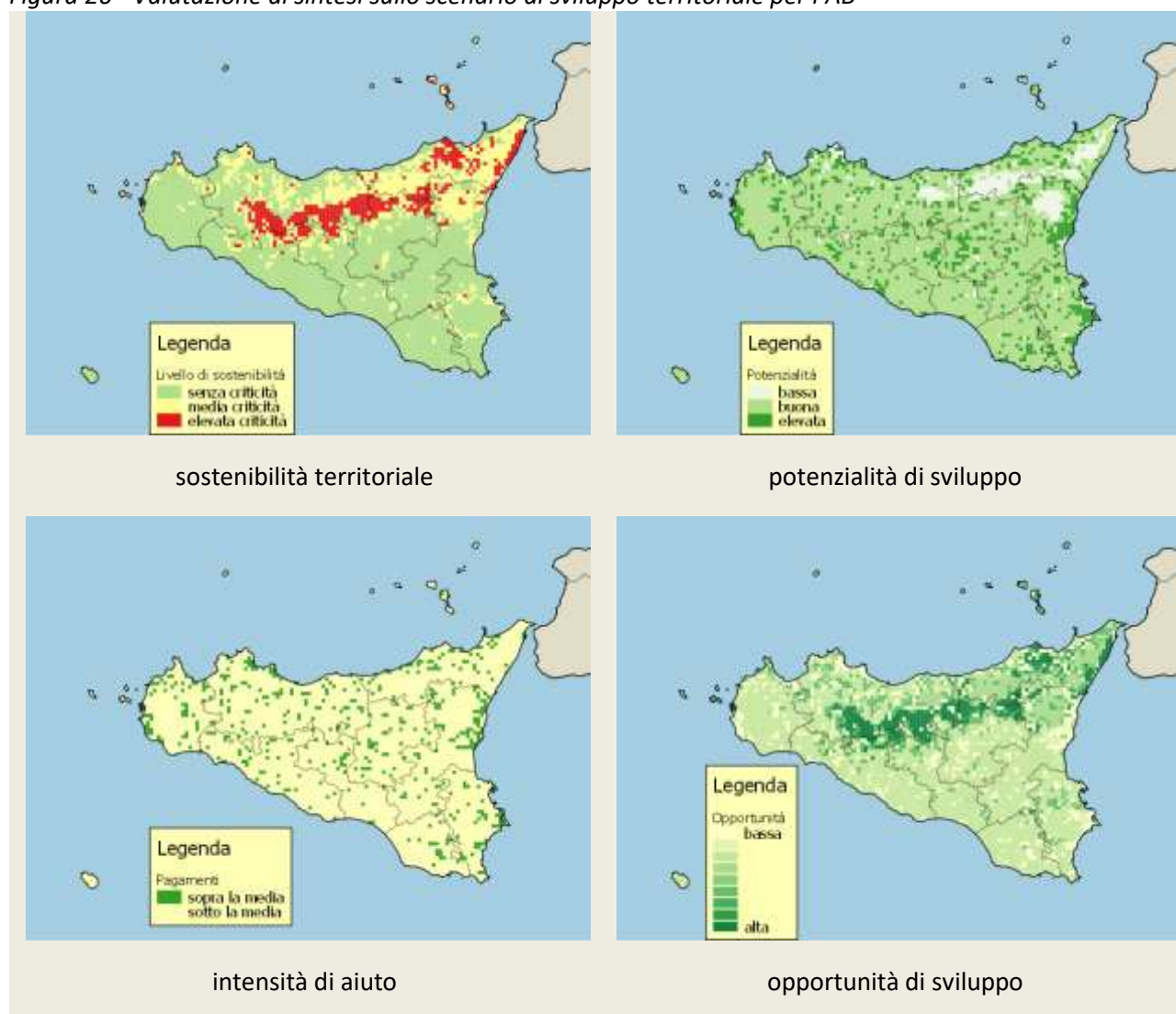
motivi. Nelle Marche circa un quarto delle aziende biologiche nel 2014 non ha beneficiato dei pagamenti della misura 214. Quest'ultimi sono quindi più concentrati dove è più elevata la densità delle aziende biologiche come evidenziano le aree verdi della terza mappa. La rarefazione di queste aree segnala anche che ci sono ampie zone dove è possibile intensificare l'azione pubblica.

Sovrapponendo in queste aree i risultati delle due carte precedenti si ottiene l'analisi di sintesi mostrata del quarto tematismo. Le crescenti gradazioni di verde indicano dove è opportuno stimolare un ulteriore sviluppo del biologico dato che esiste un potenziale imprenditoriale agricolo che può contribuire a migliorare il livello di sostenibilità del territorio dove opera.

Sicilia

Analogamente alle due aree studio precedenti, vengono di seguito mostrato le quattro cartografie di sintesi dell'analisi territoriale.

Figura 26 - Valutazione di sintesi sullo scenario di sviluppo territoriale per l'AB



Fonte: nostra elaborazione

La prima evidenza le zone che sono risultate più critiche rispetto agli indicatori utilizzati, e sono per la maggior parte prossime alle dorsali montuose che attraversano trasversalmente le province settentrionali della Sicilia.

La seconda mostra che in generale tutto il territorio regionale presenta buone potenzialità per lo sviluppo ulteriore dell'agricoltura biologica ma in particolare la fascia costiera orientale e quella trapanese risultano particolarmente favorevoli.

Le incentivazioni pubbliche destinate alle aziende biologiche si sono concentrate già nelle aree evidenziate dalla carta precedente in quanto in queste esiste una elevata presenza di imprese. Per questo motivo le stesse aree non si ritrovano nell'ultima carta riepilogativa che evidenzia invece altre zone al momento meno toccate dalla diffusione del biologico ma che hanno alcune caratteristiche ambientali e sociali che le rendono un contesto territoriale di particolare interesse.

5. Considerazioni finali

Le analisi prodotte in questa prima annualità rappresentano un semilavorato che verrà affinato e completato nei prossimi mesi, per cui alcuni dei risultati preliminari presentati in precedenza potrebbero cambiare in funzione dell'utilizzo di ulteriori fonti informative e di altri strumenti di analisi.

Come previsto nella pianificazione delle attività, si è trattato in questa prima annualità di comporre un complicato mosaico articolato su tre livelli: il primo teorico per inquadrare il tema della sostenibilità delle attività agricole ed in particolare di quelle condotte con il metodo biologico, il secondo a livello di azienda sperimentale per individuare le possibili metodiche per misurare la sostenibilità, ed infine il terzo a livello territoriale per trasporre alcuni risultati delle attività sperimentali e analizzare come il biologico si è diffuso e quali fattori ne hanno influenzato lo sviluppo.

Il percorso di analisi va ulteriormente raccordato nelle sue diverse parti, approfondendo alcuni aspetti teorici e ampliando la gamma di strumenti metodologici che possono misurare la sostenibilità dell'AB. I risultati preliminari presentati in questo documento dimostrano comunque come sia possibile quantificare le esternalità prodotte dalle aziende biologiche non solo a livello di processo produttivo (*field analysis*) ma anche su scala più ampia.

Questo approccio di analisi offre la possibilità di valutare se la diffusione territorio dell'AB è coerente con i suoi principi fondanti ed eventualmente quali possono essere gli scenari di intervento dell'azione pubblica per compensare eventuali scostamenti. Dai risultati preliminari è emersa una scarsa presenza di aziende biologiche su porzioni di territorio che presentano invece le caratteristiche adeguate alla sua diffusione, ed è già un primo segnale da interpretare. Nella seconda annualità del lavoro si analizzeranno quali possono essere le eventuali leve che possono influenzare le scelte degli imprenditori di quelle aree così da favorire una maggiore conversione al biologico. Questo obiettivo non risponde solo ad una questione di coerenza teorica ma rappresenta anche una modalità per accelerare ed intensificare quei benefici pubblici attesi a cui sono legati i pagamenti agro-ambientali.

Per concludere, in questo primo lavoro, i risultati delle analisi forniscono alcune indicazioni sugli ambiti di sostenibilità sui quali l'agricoltura biologica può intervenire, sugli indicatori che possono misurarne gli effetti e sui territori dove questi effetti possono essere più evidenti; nella prossima annualità il quadro informativo e metodologico verrà consolidato ed ampliato aggiungendo altre fonti ed altri strumenti per fornire ulteriori elementi conoscitivi che consentiranno al Decisore pubblico di perseguire obiettivi di interesse collettivo orientando le scelte imprenditoriali attraverso il meccanismo di incentivazione.



RETE RURALE NAZIONALE

Autorità di gestione

Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali

Via XX Settembre, 20 Roma

www.reterurale.it

reterurale@politicheagricole.it

@reterurale

www.facebook.com/reterurale