

FONDAZIONE EDMUND MACH

# VISIONE 2019/2028

ANALISI DI CONTESTO  
CRITICITÀ  
SOLUZIONI

Documento di sintesi



FONDAZIONE  
EDMUND  
MACH





FONDAZIONE EDMUND MACH

# VISIONE 2019/2028

---

ANALISI DI CONTESTO  
CRITICITÀ  
SOLUZIONI

Documento di sintesi



FONDAZIONE  
EDMUND  
MACH



---

## AUTORI

Alessandra Alagna, Davide Albanese, Niccolò Alfano, Gianfranco Anfora, Gino Angeli, Eugenio Aprea, Ivano Artuso, Elisa Asquini, Mario Baldessari, Daniele Barbacovi, Enrico Barbao, Gian Antonio Battistel, Fabrizio Benvenuti, Massimo Bertamini, Michele Berti, Daniela Bertoldi, Luigi Bertoldi, Serena Bettini, Luca Bianco, Franco Biasioli, Daniela Bona, Daniel Bondesan, Luana Bontempo, Maurizio Bottura, Emanuela Bozzini, Maria Cristina Bruno, Francesca Cagnacci, Federica Camin, Erica Candioli, Cristina Cappelletti, Ilaria Carafa, Danilo Caset, Agostino Cavazza, Barbara Centis, Leonardo Cerasino, Alessandro Cestaro, Serena Giorgia Chiesa, Marco Ciolli, Francesca Ciutti, Stefano Corradini, Fabrizio Costa, Laura Costantini, Fabiana Cristofolini, Andrea Cristoforetti, Antonella Cristofori, Marco Dal Ri, Lorenza Dalla Costa, Paolo Dalla Valle, Gastone Dallago, Michele Dalponte, Piero De Nisco, Giorgio De Ros, Marco Delaiti, Erica Adele Di Pierro, Claudio Donati, Emanuele Eccel, Emanuel Endrizzi, Filippo Faccenda, Brian Farneti, Giolo Fele, Luca Fiori, Giovanna Flaim, Paola Foladori, Paolo Fontana (1965), Paolo Fontana (1971), Flavia Forno, Francesca Forno, Pietro Franceschi, Roberto Franceschini, Elena Franciosi, Andrea Gandolfi, Flavia Gasperi, Franca Ghidoni, Damiano Gianelle, Oscar Giovannini, Elena Gottardini, Luca Grandi, Maria Stella Grando, Luciano Groff, Valeria Gualandri, Raffaele Guzzon, Heidi Hauffe, Claudio Ioriatti, Nicola La Porta, Roberto Larcher, Mingai Li, Claudia Maria Longa, Alessandra Lucianer, Fernando Lunelli, Giulia Malacarne, Mario Malacarne, Valeria Malagnini, Mickael Malnoy, Umberto Malossini, Mattia Manica, Barbara Marcolla, Giorgio Maresi, Giovanni Marini, Paolo Martinatti, Pietro Mastroianni Russo, Luisa Mattedi, Valerio Mazzoni, Massimiliano Mazzucchi, Romina Menapace, Sergio Menapace, Enzo Mescalchin, Beatrice Miccoli, Diego Micheletti, Paolo Miorelli, Raffaella Morelli, Marco Moretto, Michele Morten, Claudio Moser, Mirko Moser, Riccarda Moser, Massimo Mucci, Ulrike Obertegger, Federico Ossi, Luisa Palmieri, Andrea Panichi, Marcello Pangrazzi, Tommaso Pantezzi, Erika Partel, Ugo Paternolli, Stefano Pedò, Federico Pedrazzoli, Michele Perazzolli, Elisabetta Perini, Matteo Perini, Ilaria Pertot, Stefano Piazza, Ivan Piffer, Stefania Pilati, Flavio Pinamonti, Valentino Poletti, Daniele Prodorutti, Davide Profaizer, Gerardo Puopolo, Samantha Riccadonna, Lisa Rizzetto, Claudio Rizzi, Annapaola Rizzoli, Duccio Rocchini, Mirco Rodeghiero, Tomas Roman, Roberto Rosà, Nico Salmaso, Cristina Salvadori, Umberto Salvagnin, Melissa Scommegna, Silvia Silvestri, Paolo Sonogo, Marco Stefanini, Valentina Tagliapietra, Monica Tolotti, Cristina Tomadi, Luca Tomasi, Michela Troggio, Kieran Tuohy, Claudio Varotto, Silvia Vezzulli, Urska Vrhovsek, Tobias Weil, Luigino Widmann, Livia Zanotelli, Roberto Zanzotti, Dino Zardi, Fabio Zottele, Luca Zulini.

## SEGRETERIA SCIENTIFICA

Andrea Segrè, Alessandro Gretter, Mara Longhini

## SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Laura Galassi

Con il supporto di Anna Eriksson (Progetto E-STaR tramite il bando PAT "I comunicatori STAR della scienza") per la realizzazione della documentazione visuale.

## CREDITI FOTOGRAFICI

Massimo Brega, Luca Brentari, Anna Eriksson, Franca Ghidoni RivaFiereCongressi Spa, Archivio Fondazione Edmund Mach

## PROGETTO GRAFICO

IDESIA - [www.idesia.it](http://www.idesia.it)

ISBN 978-88-7843-050-1

© 2019, Fondazione Edmund Mach

Via Edmund Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (Trento)

[www.fmach.it](http://www.fmach.it)

# INDICE

Introduzione	5
Metodologia	6
Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile	7
Il posizionamento del Trentino nel contesto nazionale, alpino ed europeo	8
<b>■ I 13 MACROTEMI</b>	11
Cambiamenti climatici e conseguenze per gli ecosistemi naturali	12
Gestione sostenibile delle foreste e degli ecosistemi alpini, protezione della biodiversità e valorizzazione delle risorse naturali	16
Gestione acque interne, irrigazione, itticoltura	21
Qualità del suolo	26
Sistemi di agricoltura sostenibile ed economia circolare	31
Agricoltura di montagna inclusa la zootecnia e l'apicoltura	36
Valorizzazione del binomio agricoltura-turismo e tutela del paesaggio	41
Difesa delle colture: uso sostenibile di prodotti fitosanitari e metodi alternativi	45
Patogeni/parassiti emergenti, specie aliene e impatto su salute e ambiente	50
Miglioramento genetico incluse le nuove biotecnologie	54
Tecnologie di trasformazione, tracciabilità, qualità e sicurezza degli alimenti e relazioni con mercati e consumatori	59
Nutrizione e Nutrigenomica	64
Educazione e formazione per una maggiore competitività, formazione ai cittadini	69



# INTRODUZIONE

La Visione 2019-2028 della Fondazione Edmund Mach è il risultato di un percorso di elaborazione fatto grazie al contributo di tutto il personale dell'Ente, dei suoi organi di governo - Consiglio di amministrazione e Comitato esecutivo - nonché del Comitato scientifico. Le pagine che vi accingete a leggere - il primo risultato di questo lavoro ovvero il documento di sintesi dell'analisi di contesto, criticità e soluzioni - sono lo specchio delle competenze e delle conoscenze presenti nel nostro campus. Riflettono la ricchezza del bagaglio di know-how che è custodito negli uffici, nelle aule, nei laboratori e nei campi sperimentali di FEM. Un patrimonio del quale possiamo andare fieri.

La comunità della ricerca, del trasferimento tecnologico, dell'istruzione e della formazione e dell'azienda agricola, oltre al personale amministrativo, assieme al dott. Sergio Menapace (Direttore Generale), al prof. Marco Dal Rì (Dirigente del Centro Istruzione e Formazione), della dr.ssa Annapaola Rizzoli (Dirigente del Centro Ricerca e Innovazione), del dr. Claudio Ioriatti (Dirigente del Centro Trasferimento Tecnologico) ed alla prof.ssa Ilaria Pertot (Direttrice del Centro Agricoltura Alimenti Ambiente), ha risposto in maniera partecipe a tutte le tappe di questo percorso. Siamo partiti con l'incontro iniziale di *brainstorming* del 5 settembre 2018, continuando con l'analisi dei macrotemi individuati, svolta da 13 gruppi di lavoro, coordinata dai moderatori, organizzata in forma testuale dai rapporteur e facilitatori per arrivare alla revisione dei singoli report, integrata attraverso diversi incontri informali svolti con i Consiglieri di amministrazione. Tutti insieme abbiamo condiviso la voglia di metterci in gioco. Con la disponibilità e la responsabilità di chi sente di dover contribuire ad un obiettivo fondamentale: sostenere il benessere, la salute e l'economia del Trentino.

Una risposta così positiva e costruttiva non era scontata, così come la voglia di confrontarsi con i colleghi e di collaborare per restituire all'esterno un'analisi scientifica di alto livello. Ancora una volta il personale della Fondazione, lavorando assieme, ha dimostrato il valore aggiunto della sinergia che esiste tra i Centri, compreso l'apporto dell'Università attraverso il C3A, in un processo di arricchimento reciproco che è da sempre il marchio di fabbrica di questo straordinario luogo.

La partecipazione al percorso di Visione è una prova tangibile non solo della voglia di mettersi sempre in gioco, ma anche di pensare al futuro per il nostro territorio, dando il proprio contributo in una Fondazione che deve continuare ad essere punto di riferimento a livello locale, nazionale e internazionale negli ambiti dell'agricoltura e foreste, dell'ambiente e degli alimenti.

Siamo convinti che dietro a questo documento ci sia quindi anche un forte senso di appartenenza e, perché no, l'orgoglio di operare in un Ente di alto livello che può - anzi deve - mettere a disposizione la propria eccellenza per costruire un futuro più sostenibile a partire dalla comunità dove vive e opera.

*San Michele all'Adige, 16 luglio 2019*

Andrea Segrè  
Presidente  
Fondazione Edmund Mach

# Metodologia

La Missione definisce chi siamo e cosa facciamo: è lo scopo e il motivo dell'esistenza della Fondazione Edmund Mach (FEM), la sua anima distintiva, un elemento in grado di differenziarla da altre realtà simili. La Visione invece è la proiezione di uno scenario futuro: è la prospettiva di quello che FEM sarà nel contesto in cui opera. Per realizzare la Missione seguendo la Visione è necessario darsi degli obiettivi specifici, precisando anche come si opera per raggiungere questi target, considerando risorse e competenze con un piano strategico. A sua volta il piano strategico va tradotto in tattica e cioè nelle azioni necessarie per attuarlo. Alla base del documento di Visione c'è un'analisi del contesto, l'individuazione delle criticità e le possibili soluzioni basata sul lavoro scientifico fatto dai ricercatori, tecnologi e tecnici, insegnanti e docenti, intesi come tutto il personale di FEM.

Il percorso di Visione è partito dall'individuazione di 13 macrotemi svoltasi durante l'incontro plenario del 5 settembre 2018, al quale hanno partecipato 121 persone. Il programma dell'incontro ha seguito un approccio scientifico partecipativo ampiamente utilizzato per individuare temi di rilievo grazie al contributo di esperti. L'obiettivo prefissato era quello di analizzare il contesto del sistema trentino, individuando criticità e soluzioni. Nell'incontro sono emersi una serie di spunti che sono stati raggruppati per omogeneità e rilevanza in 13 ambiti di lavoro, denominati "macrotemi".

In funzione delle proprie competenze, gli esperti di FEM si sono suddivisi nei 13 gruppi di lavoro, con alcuni esperti che hanno garantito la loro partecipazione su più tematiche. In totale hanno lavorato 331 persone. Nell'arco di due settimane i gruppi, coordinanti ciascuno da un facilitatore, hanno effettuato 30 incontri, per un totale di oltre 60 ore di attività. Sulla base dell'esito del lavoro svolto, un rapporteur per ciascun gruppo ha redatto un documento di analisi del contesto globale, nazionale e locale, individuazione delle criticità e delle macrosoluzioni per ciascun macrotema. L'unione dei singoli rapporti ha originato un documento di più di quasi 200 pagine, che costituisce il documento integrale.

Questo documento di sintesi riassume i punti salienti del documento integrale a cui si rimanda per i riferimenti alle fonti dei dati e alla letteratura scientifica citata.

# Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile

Nel settembre 2015 i governi dei 193 Paesi membri dell'ONU hanno sottoscritto un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità denominato "Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile". Il documento identifica 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile con un totale di 169 traguardi che i Paesi si sono impegnati a raggiungere entro il 2030. Parallelamente all'Unione Europea, e coerentemente con gli impegni sottoscritti, l'Italia si è impegnata a declinare questi obiettivi strategici nell'ambito della programmazione economica, sociale ed ambientale.

La Strategia Nazionale per lo sviluppo sostenibile è l'elemento cardine nell'attuazione in Italia dell'Agenda 2030. In linea con il Testo Unico Ambiente (l'art. 34 del D. Lgs. 152/2006), Regioni e Province Autonome si devono dotare di una complessiva strategia di sviluppo sostenibile, che definisca il contributo alla realizzazione degli obiettivi della Strategia Nazionale.

Tra le linee di attività previste ci sono la costruzione della *governance* della Strategia Regionale, il coinvolgimento della società civile e l'elaborazione del documento di Strategia Regionale per lo sviluppo sostenibile. La Provincia Autonoma di Trento, come da sue disposizioni del 14 dicembre 2018 e 1 marzo 2019, ha avviato un programma di attività che porterà per la fine del 2020 alla redazione della "Strategia Provinciale per lo Sviluppo sostenibile".

Nel progetto si prevede la realizzazione di un'attenta analisi del contesto trentino attraverso l'elaborazione di un documento di posizionamento del Trentino rispetto ai 17 obiettivi dell'Agenda 2030 e rispetto alla Strategia nazionale, con un lavoro di ricognizione e *benchmarking* rispetto ai territori alpini.

Tenuto conto di questa cornice, nel documento "Visione 2019-2028" per ogni macrotema esaminato vengono indicati gli Obiettivi di sviluppo sostenibile al quale il tema contribuisce.



# Il posizionamento del Trentino nel contesto nazionale, alpino ed europeo

Il Trentino a livello sia di prodotto interno lordo (PIL) sia di reddito si posiziona, secondo gli indicatori di Eurostat, nella fascia superiore delle regioni europee. Il dato provinciale risulta tra i migliori anche in Italia, superata nel complesso solo da Lombardia ed Alto Adige (la prima regione a livello nazionale), ma riscontra in termini percentuali un leggero arretramento rispetto al 2007, specialmente in termini di investimenti. A livello di PIL pro-capite il Trentino registra un dato di 25 punti percentuali superiore alla media Europea. Un valore che, se confrontato rispetto al periodo 2007-2016, fa registrare una performance caratterizzata da una riduzione di oltre 10 punti percentuali.

Facendo riferimento all'“*Alpine Benchmark*”, elaborato in collaborazione con le Camere di commercio, il grado di istruzione dei trentini è superiore alla media, denotando un territorio dove il livello di educazione è molto alto, supportato anche dal basso tasso di abbandono agli studi. I tassi di disoccupazione, pur rimanendo molto bassi, sono però cresciuti negli anni recenti, raggiungendo quasi il 20% per quello giovanile (sotto i 29 anni). La dotazione infrastrutturale in Trentino è molto buona, elevata se paragonata al contesto nazionale. Ci sono però ampi margini di miglioramento rispetto ad una società basata sull'informazione dove la banda larga non raggiunge i livelli di eccellenza. L'investimento “*sostenibile*” è ben accolto, tanto che oltre un quarto delle aziende ha effettuato investimenti così classificabili negli ultimi anni. Elementi che porterebbero, se organizzati in maniera sistemica, alla generazione di ulteriori opportunità economiche, anche a livello internazionale.

## Il settore agro-alimentare

Ai fini statistici il Trentino è classificato interamente come “area svantaggiata di montagna”, ma rimane pur sempre caratterizzato, ai fini occupazionali, da uno spiccato accentramento nei settori terziario (73% degli addetti con un ruolo rilevante del turismo, con gli oltre 18 milioni di presenze, nel settore alberghiero ed extra-alberghiero del 2018), mentre solo il 4% ufficialmente è occupato nel settore primario. Le aree forestali in Trentino ricoprono una superficie pari al 63% del territorio provinciale, caratterizzate da una prevalente proprietà pubblica. Si registra uno dei più alti indici di boscosità nazionali, producendo circa un terzo del legname di conifera da lavoro nazionale e con oltre il 71% della produzione certificata dal programma di valutazione degli schemi di certificazione forestale. Il settore forestale consente di operare sul territorio ad oltre 300 aziende della filiera bosco-legno-energia. Per quanto riguarda le aziende agricole professionali emerge la forte riduzione del numero di aziende occorse negli ultimi venti anni (da circa 13.000 a poco meno di 8.000). Tra i titolari di azienda i giovani (18-35 anni) si attestano a meno del 8%, nonostante la recente ripresa seguita ad un periodo di flessione. Gli aspetti morfologici ed orografici della superficie provinciale hanno fortemente influenzato gli utilizzi del suolo. Le aziende agricole trentine sono prevalentemente di dimensioni medio-piccole e per quanto concerne l'indirizzo produttivo si evidenzia una sempre maggior specializzazione verso la frutticoltura e la viticoltura.

Per l'anno 2016 il Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento quanti-

fica in 896 milioni di euro la produzione lorda vendibile (PLV) nei vari comparti del settore agro-alimentare. La prima trasformazione ha una PLV di 320 milioni di euro, la frutticoltura di 248 milioni, la viticoltura di 152 milioni, la zootecnia di 129 milioni, mentre la silvicoltura registra 26 milioni. L'agricoltura biologica, pur assestandosi ancora al di sotto della media nazionale, è in espansione passando nell'arco di meno di un decennio (dati PAT 2009-2017) a quasi 9.000 ettari (di cui oltre un decimo caratterizzato da vitigni) ed oltre 1.200 operatori (erano circa 400 nel 2009).

Il settore zootecnico ha conosciuto negli ultimi anni un progressivo ridimensionamento dell'importanza economica. A seguito dell'abbandono dei territori di montagna più svantaggiati e della crescente specializzazione delle produzioni agricole si è registrata una riduzione consistente del numero di aziende zootecniche, mentre la consistenza del bestiame provinciale non ha subito analogia riduzione, denotando un incremento specialmente nelle specie ovine e caprine. Nel settore caseario, rispetto ad altre province italiane alpine, si assiste ad una minor produzione contestualmente a una maggiore concentrazione sulla alta qualità del prodotto, alla quale sono abbinati azioni promozionali attraverso marchi specifici che aiutano l'abbinamento di turismo e settore agroalimentare. In sintesi le caratteristiche tecnico-economiche dell'agricoltura provinciale sono: elevata frammentazione della superficie, ridotte dimensioni dell'azienda agricola (oltre la metà ha una SAU inferiore ad un ettaro) e dei corpi aziendali, scarsa disponibilità di terreno e, conseguentemente, di valori fondiari elevati, di colture specializzate ad alto reddito, forte associazionismo cooperativo, buona dotazione di infrastrutture agricole.

## Il benchmark con gli obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile

A livello di nazioni del G20 gli ambiti più problematici rimangono la protezione della biodiversità ed il sostegno a una produzione e un consumo sostenibile. In generale si può affermare che l'Italia si posiziona al pari degli altri Paesi G20 dell'area europea, denotando solo pochi ambiti di maggior difficoltà nel raggiungimento degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile. Questi sono in particolare, oltre a quanto già riportato sopra, il tema Imprese, Innovazione e Infrastrutture (obiettivo 9), Lotta contro il cambiamento climatico (obiettivo 13) e La vita sott'acqua (obiettivo 14). A livello nazionale il Trentino presenta una condizione migliore rispetto all'Italia per gli indicatori compositi degli obiettivi 1 (Sconfiggere la povertà), 2 (Sconfiggere la fame), 3 (Salute e benessere), 4 (Istruzione di qualità), 5 (Parità di genere), 7 (Energia pulita e accessibile), 8 (Lavoro dignitoso e crescita economica), 10 (Ridurre le disuguaglianze), 11 (Città e comunità sostenibili), 12 (Consumo e produzione responsabili), 15 (La vita sulla terra), 16 (Pace, giustizia e istituzioni solide), mentre si conferma in linea con i dati nazionali su tutti gli altri indicatori, incluso il comparto Salute e benessere. FEM, con il suo approccio *One Health*, che coniuga la salute umana, quella delle produzioni agro-forestali e dell'ambiente, attraverso le sue iniziative di formazione, ricerca e trasferimento tecnologico, può influire rispetto al raggiungimento di tutti gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile, ad esclusione dell'Obiettivo n. 10 (Ridurre le disuguaglianze), andando ad impattare positivamente non solo sul Trentino, ma anche a livello nazionale ed internazionale (sia attraverso collaborazioni di ricerca o accordi commerciali, sia con progetti di cooperazione allo sviluppo). In particolare il maggior numero di target dei singoli obiettivi viene raggiunto negli obiettivi 3 (Salute e benessere), 4 (Istruzione di qualità), 12 (Consumo e produzione responsabili), 13 (Lotta al cambiamento climatico), 14 (La vita sott'acqua) e 15 (La vita sulla terra).



# I 13 MACROTEMI

---



## CAMBIAMENTI CLIMATICI E CONSEGUENZE PER GLI ECOSISTEMI NATURALI

I cambiamenti climatici si manifesteranno in generale con l'innalzamento della temperatura, le modificazioni del regime delle precipitazioni e l'intensificazione degli eventi estremi. Il riscaldamento globale è dovuto principalmente all'aumento delle emissioni dei gas serra di origine antropogenica che nel recente periodo sono state le più alte nella storia. In Europa i cambiamenti del clima stanno già avendo ripercussioni di ampia portata sugli ecosistemi, sull'economia, sulla salute umana e sul benessere. Dal 1980 i cambiamenti climatici nei Paesi membri dell'Agenzia europea dell'ambiente hanno generato perdite economiche stimate superiori ai 400 miliardi di euro.

I cambiamenti climatici hanno un effetto sia sulla componente vegetale, sia animale, degli ecosistemi. Alcuni impatti sono facilmente misurabili, ad esempio l'anticipo del germogliamento primaverile, altri sono meno direttamente quantificabili, ma non per questo meno importanti. Nell'ambito delle attività umane, da un lato il cambiamento climatico influisce sull'agricoltura e, viceversa, la produzione agricola impatta sul clima. La parte maggiore dell'impatto agricolo sull'emissione di gas serra è da ascrivere all'allevamento.

Sulle Alpi le stazioni ad alta quota mostrano aumenti omogenei della temperatura maggiori del corrispondente aumento registrato in tutto l'emisfero settentrionale. Cambiamenti nelle precipitazioni mostrano, invece, una variabilità regionale e stagionale più ampia. Gli scenari futuri prevedono un progressivo passaggio dalla neve alla pioggia nelle regioni montuose, con una significativa riduzione della durata della copertura nevosa. L'aumento della temperatura media invernale in Trentino, in combinazione con una maggior variabilità del

regime di precipitazione, ha provocato già una considerevole diminuzione della copertura nevosa durante le ultime tre decadi, specialmente a quote medie. L'intensità dei fenomeni di cambiamento negli ambienti di alta quota comporta un aumento della lunghezza delle stagioni di crescita, e quindi una potenziale minaccia alle specie vegetali di alta quota da parte delle specie concorrenti presenti in altitudini più basse. La zona climaticamente adatta agli habitat alpini si sta quindi riducendo progressivamente. Vi sono, per contro, chiare evidenze di spostamento del limite boschivo verso l'alto, nonché di un numero crescente di specie di piante vascolari in siti alpini e nivali.

La modifica degli ambienti forestali ed aperti genera effetti sulla sopravvivenza ed efficienza riproduttiva individuale e quindi sulla dinamica delle popolazioni animali, che a sua volta modifica la distribuzione delle specie in gradienti latitudinali e altitudinali. Analogamente agli ecosistemi terrestri, l'impatto dei cambiamenti climatici ha effetti profondi sulle comunità acquatiche, causando modificazioni nella struttura delle comunità e nelle reti trofiche. L'impatto del riscaldamento climatico e delle modificazioni nel regime delle precipitazioni sugli ecosistemi lacustri si manifesta attraverso modifiche nel rilascio di nutrienti e stagionalità dei carichi inquinanti a livello di bacino imbrifero; diminuzione della frequenza degli episodi di mescolamento verticale nei mesi invernali nei laghi profondi; effetti diretti dell'aumento di temperatura delle acque sulle popolazioni acquatiche; modifica degli areali di distribuzione e disallineamento delle dinamiche di sviluppo tra produttori primari e secondari.

Nonostante si potranno guadagnare nuove aree di coltivazione in altitudine e verso i poli, il calo nelle rese agrarie pare lo scenario più probabile per molte colture rilevanti per l'alimentazione globale. Per quanto concerne la vite per la produzione di vino, l'areale di produzione di vini di qualità, a livello globale, in futuro potrebbe restringersi. In Trentino però, la produzione non sembra sia destinata a soffrire in termini quantitativi, anche nelle aree più di fondovalle, mentre nuove possibilità di coltivazione potrebbero offrirsi in altitudine. Per quanto riguarda la zootecnia, sarà cruciale l'identificazione di modalità di allevamento adatte al territorio nelle mutate condizioni climatiche, ma anche con l'obiettivo di miglioramento dell'efficienza (e quindi della redditività) delle imprese.

Gli effetti dei cambiamenti climatici sull'economia, richiedono una risposta tanto più urgente quanto più rapidamente essi si manifestano. In Trentino, una legge (L.P.19/2013) impegna la Provincia a ridurre le proprie emissioni. Inoltre, gli schemi gestionali esistenti a livello provinciale offrono in generale risposte di alta qualità alle esigenze del territorio, che tuttavia potrebbero risultare non sufficientemente dinamiche rispetto alla velocità del cambiamento in corso.

## Criticità e problematiche

### 1. Modifica/rottura degli equilibri tra specie

Le proiezioni indicano che gli equilibri ecologici fra specie verranno alterati a seguito dei cambiamenti climatici, con effetti ad oggi difficilmente prevedibili sugli ecosistemi del Trentino. Ad esempio, le dinamiche stagionali e quantitative dei pollini potrebbero causare allergie per un periodo di tempo più lungo oppure in anticipo rispetto al previsto o con quantitativi maggiori, con evidenti ripercussioni sui soggetti allergici. I cambiamenti climatici modificheranno la biodiversità dell'ecosistema, con possibile diminuzione della ricchezza di specie e conseguenti impatti negativi sulla resilienza ambientale. L'innalzamento del limite della vegetazione forestale e la riduzione delle aree aperte comporterà una significativa riduzione della biodiversità di molte specie vegetali prative, ma anche delle popolazioni di specie animali adattate ad ambienti aperti di alta quota. La perdita di biodiversità innescherà a sua volta dei cambiamenti nelle interazioni tra specie, con probabile conseguente alterazione dei servizi ecosistemici.

## 2. Perdita della sostenibilità dei sistemi produttivi agricoli, silvicolture e zootecnici

L'accentuarsi di condizioni diverse da quelle che hanno visto lo sviluppo delle varietà e pratiche colturali in uso porranno minacce sempre più evidenti alla qualità dei prodotti. Condizioni di clima più caldo si riflettono nella minor vocazionalità dei terreni di fondovalle, che potrebbero diventare troppo caldi rispetto alle esigenze del melo e alcuni vitigni. In questo caso, la tendenza all'occupazione di terreni posti più in quota si scontra con il mantenimento del legame strategico tra vitigno e il suo *terroir* (specie per gli autoctoni), oltre che con la possibilità pratica di coltivare in contesti territoriali e morfologici nuovi. Un altro ordine di problemi riguarderà il rispetto di misure di contenimento delle emissioni, che potrebbero aumentare i costi di produzione. La soluzione al problema di mitigazione degli effetti dei gas climalteranti è un problema globale; ne consegue che i risultati degli sforzi prodotti dal Trentino potrebbero essere valorizzate localmente in modo indiretto nell'apprezzamento del "marchio di qualità globale" del Trentino.

## 3. Amplificazione di altri impatti umani sul territorio; incremento del rischio associato alla fruizione del territorio

Al rialzo delle temperature medie va aggiunto il cambiamento nella stagionalità e nella tipologia/intensità delle precipitazioni che avranno forti ripercussioni sul territorio, sia in termini dei pilastri dell'economia trentina (colture agrarie, tradizionali sport invernali), sia nella fruizione del territorio da parte dei cittadini (attività di svago, sport alpini). Di contro, alcune attività antropiche possono amplificare l'effetto dei cambiamenti climatici: il turismo di massa, l'espansione urbana e rurale, la riduzione delle aree naturali. Il mancato riconoscimento del cambiamento climatico e dei suoi effetti, e la mancanza della ricerca di soluzioni atte allo scopo, potrebbero portare nel medio termine ad un incremento dello sfruttamento - ulteriormente non sostenibile - di alcune risorse. L'acqua, in primis: il suo utilizzo per scopi agricoli e per facilitare alcune attività legate al turismo (ad esempio i bacini per neve artificiale) potrebbe danneggiare gli ecosistemi, specialmente in periodi di siccità.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Miglioramento della connettività ecologica e valutazione precoce di resilienza/potenziale adattativo

La comprensione dell'effetto dei cambiamenti climatici sui sistemi biologici trentini richiede l'applicazione di tecniche innovative che consentano di ottenere informazioni rapide, a diverse scale ecologiche (ad esempio il telerilevamento, la sensoristica ambientale e biologica, le tecniche molecolari ad elevata automazione) e l'integrazione della dinamica relativa al cambiamento climatico nella modellizzazione delle relazioni ecosistemiche presenti e future che includano la connettività tra ambienti e specie. Lo sviluppo di sistemi di rilevazione precoce e di allerta tempestiva possono inoltre aiutare a limitare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici. Seguendo questi approcci metodologici sarà quindi possibile individuare e trasmettere le modalità di gestione che consentano di individuare la resilienza/criticità delle specie e dei rapporti tra essi, aumentando la rapidità di valutazione e la capacità predittiva negli scenari ad alto dinamismo al fine di ridurre l'impatto e mantenere elevati i servizi ecosistemici.

## 2. Sviluppo di varietà/razze resistenti e colture alternative a minor impatto sui cambiamenti climatici

Questa soluzione ricade sotto l'ombrello di ciò che viene indicato come *Climate Smart Agriculture* ("Agricoltura favorevole al clima"). Questa interessa non solo la mitigazione delle emissioni, ma anche le pratiche di adattamento. Esempi per la riduzione di emissioni sono le pratiche di gestione ottimizzata degli scarti agricoli e dei reflui zootecnici, mentre esempi per l'adattamento all'effetto del cambiamento climatico sono l'adozione di cultivar idonee a un clima più caldo o più secco. Anche un approccio sostenibile di integrazione tra ambienti agricoli e forestali-naturali (ad esempio la selvicoltura naturalistica come modalità di gestione delle foreste alpine) porterebbe un valore aggiunto. Oltre a ciò, ai fini di anticipare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici, rientrano anche quelle tecniche che vanno sotto il nome di "migrazione assistita" finalizzate a mantenere il potenziale adattativo delle specie. Per quanto riguarda le "colture alternative", il territorio trentino potrà presumibilmente continuare nel medio periodo ad assicurare prodotti agricoli di eccellenza. Una maggior ricchezza colturale/varietale potrebbe però fornire valide alternative per mantenere elevata e competitiva la performance agronomica.

## 3. Sviluppo di modelli per una maggiore integrazione fra ricerca e gestione

La comprensione degli effetti del cambiamento climatico non può prescindere dall'acquisizione e analisi di lunghe serie temporali di dati ambientali, da mettere in relazione con accurati dati biologici, per costruire modelli che correlino i due aspetti. Non ci si ferma però solo all'osservazione del fenomeno e alla sua modellizzazione, bensì si devono proporre predizioni su futuri scenari di cambiamento, che possano essere poi messi in atto dal gestore. Al contempo, in determinati contesti è utile lo sviluppo di nuovi approcci che facilitino la velocità di acquisizione del dato (ad esempio con acquisizione automatica), elaborazione delle analisi ed il conseguente ottenimento di modelli a risposta rapida. Il sistema trentino è già all'avanguardia su questa tematica, ma la rapidità dei cambiamenti potrebbe richiedere un ulteriore potenziamento. La gestione delle emergenze ecologiche innescate dal cambiamento climatico richiede poi un approccio interdisciplinare che includa le scienze naturali, la biologia computazionale, la modellistica, la genetica della conservazione e la pianificazione, con riferimento alla matrice agricola e forestale e alla dinamica dei sistemi acquatici. In questo modo sarà possibile l'adeguamento ottimale delle pratiche gestionali e di conservazione.

## 4. Sviluppo di modelli di attività economica e fruizione turistica del territorio per una maggior resilienza

Poiché i cambiamenti climatici impatteranno in maniera notevole sul tessuto socio-economico trentino, sarà importante proporre una serie di azioni concrete. Per fare ciò, è necessaria innanzitutto una forte interazione per l'identificazione di aree di criticità e relativo sviluppo di azioni di adattamento. Oltre a tali azioni, è importante impostare e proporre in maniera organica un modello di sviluppo turistico integrativo/alternativo, che possa rappresentare una, seppur parziale, opzione in caso di eventi estremi legati al cambiamento climatico. In tal senso, l'integrazione dell'attività agricola di media montagna con il turismo nelle stagioni meno attraenti, o lo sviluppo di attività legate ad uno sfruttamento "dolce" delle risorse naturali, rappresentano due esempi di alternativa economica di rete a livello locale. Un modello economico ottimale dovrebbe quindi vedere coinvolti il mondo della ricerca (come conoscitore e proponente scientifico), quello della gestione (come garante della sostenibilità e degli impatti sugli agroecosistemi), quello imprenditoriale (per lo sviluppo di proposte allettanti per il settore turistico) e quello politico (per favorire lo sviluppo di questo modello, anche mediante specifica legislazione).



## GESTIONE SOSTENIBILE DELLE FORESTE E DEGLI ECOSISTEMI ALPINI, PROTEZIONE DELLA BIODIVERSITÀ E VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE NATURALI

Gli ecosistemi naturali forniscono numerosi servizi utili al benessere umano e, pertanto, devono essere gestiti accuratamente. Con una superficie pari a 207.000 Km<sup>2</sup> (di cui il 27% in Italia), le Alpi sono la catena montuosa più importante d'Europa. In Trentino gli ecosistemi alpini occupano circa un terzo del territorio, che per il 63% è coperto da foreste. Dopo aver subito negli ultimi secoli una forte pressione antropica, anche in Trentino la copertura forestale è aumentata significativamente in conseguenza di scelte gestionali legate a condizioni economiche che hanno reso meno redditizio lo sfruttamento dei prodotti legnosi del bosco. In connessione con la variazione qualitativa e quantitativa della copertura, anche la connettività ecologica degli ecosistemi forestali è in una fase di profondo cambiamento. La gestione della foresta è piuttosto capillare in Trentino e garantisce il mantenimento del capitale legnoso e l'assorbimento di carbonio nella biomassa forestale e nei suoli nel tempo. Nel complesso il livello di monitoraggio e controllo del patrimonio forestale è piuttosto soddisfacente. A causa dei costi necessari per la compilazione dei piani di assestamento di tipo classico, si è passati ad un monitoraggio realizzato tramite aree di saggio e, più recentemente, anche con strumenti che permettono di estrarre informazioni in remoto. A livello sociale, la gestione forestale sostenibile contribuisce al sostentamento, alla generazione di reddito e all'occupazione. A livello ambientale, contribuisce a servizi importanti,

come ad esempio il sequestro del carbonio e la conservazione di acqua, suolo e biodiversità, e la protezione da erosione e frane. La complessità forestale garantisce la funzionalità e la resilienza dei boschi ed anche delle aree agricole che lo circondano. Il bosco rappresenta inoltre un luogo dove migliorare lo stato di salute umano, fisico e mentale.

Gli ecosistemi delle praterie alpine di alta quota, in passato soggette ad una pressione antropica più accentuata, sono state soggette ad un visibile ritorno della vegetazione arboreo-arbustiva, con perdita di habitat vitali per molte specie animali e vegetali. La sopravvivenza di questo settore dipende dall'attenta pianificazione d'uso di queste zone, che permetta il mantenimento della coesistenza uomo-natura. A causa dei cambiamenti previsti con il riscaldamento globale, nonché delle modifiche del mercato del turismo e di quello dei prodotti agricoli, questi piani di gestione devono essere flessibili, resilienti e lungimiranti. Inoltre, la presenza dell'orso e la ricolonizzazione rapida da parte del lupo sono elementi da tenere in attenta considerazione nello sviluppo di metodi agricoli economicamente ed ecologicamente sostenibili.

Gli ecosistemi compresi nella zona alpina di alta montagna, particolarmente apprezzati dai turisti ed escursionisti, sono situati dai 2.500 sino oltre i 3.000 metri. Salendo in quota il tappeto erboso è sempre più interrotto e lacerato da rocce e nevi perenni, ridotto infine a piccole chiazze di verde, e costretto, alle quote più alte, a ritagliarsi un esiguo spazio tra le fessure. In condizioni di vita quasi estreme, può sorprendere la capacità di colonizzazione da parte di alcune specie vegetali e animali. Questo ecosistema detiene nei suoi ghiacciai la riserva idrica per l'intera popolazione alpina, i quali però si stanno attualmente ritirando ad un ritmo allarmante a causa del riscaldamento globale. La gestione di questo fragile habitat manca, attualmente, di piani coordinati per la sua fruizione turistica e per la gestione delle risorse in esso contenute.

Infine il Trentino presenta una rete idrografica ben articolata e sono presenti 347 laghi che occupano una superficie complessiva di 47 km<sup>2</sup>. Anche se la qualità e lo stato ecologico dei corsi d'acqua e dei laghi è generalmente buona o elevata, sono necessarie alcune azioni di prevenzione e risanamento. Infine, vi sono numerose zone umide e torbiere protette che forniscono habitat per numerosi anfibi, insetti e piante rare.

La biodiversità degli ecosistemi alpini rappresenta per l'economia globale un capitale naturale di diverse centinaia di miliardi di euro e quantificabile nei servizi ecosistemici. Oltre ad essere serbatoi cruciali di risorse idriche per le zone circostanti, le montagne racchiudono un patrimonio unico di ecosistemi specializzati, fra i più ricchi di biodiversità nel mondo. La gestione di questi servizi ecosistemici, e quindi, della biodiversità che li contraddistingue, è essenziale per la transizione della nostra società e del nostro territorio verso un'economia sostenibile.

## Criticità e problematiche

### 1. Riduzione dell'integrità delle foreste e degli ecosistemi alpini e perdita della biodiversità naturale

Gli effetti di un'attività antropica non pianificata e non sostenibile potrebbero portare a squilibri, sia a livello di ecosistemi forestali, con una riduzione dell'integrità delle foreste, sia degli altri ecosistemi alpini, con una progressiva perdita delle risorse naturali, in particolare per quelle specie particolarmente adattate all'ambiente di alta montagna. Gli effetti potrebbero manifestarsi con una drastica riduzione della diversità genetica, con conseguente perdita di capacità adattativa. Non è chiaro se gli attuali sistemi di gestione permettano effettivamente un sufficiente livello di connettività ecologica, con il rischio che le specie tendano ad estinguersi perché diventano suscettibili agli agenti patogeni e più vulnera-

bili ai cambiamenti ambientali. In campo forestale, un depauperamento delle risorse genetiche, può causare la perdita di ecotipi locali più adatti al territorio e la riduzione della biodiversità forestale può avere un effetto a catena sulla diversità faunistica. A risentirne sono soprattutto le specie specialiste, mentre la sovra-presenza di specie generaliste porta all'emergenza delle malattie zoonotiche, con importanti conseguenze per la salute pubblica.

## **2. Perdita delle risorse naturali, della funzionalità degli ecosistemi e dei servizi annessi**

Una gestione non corretta degli ecosistemi forestali e alpini potrebbe mettere a repentaglio la sopravvivenza di diverse specie. Per esempio, per quanto riguarda le zone di rimboschimento, il repentino cambiamento del mosaico ecologico del paesaggio forestale comporta, da una parte, l'aumento della biomassa forestale e della biodiversità dei boschi, ma dall'altra causa la riduzione o la perdita di alcuni habitat di area aperta fondamentali per l'equilibrio degli ecosistemi montani. La massa legnosa è in continua crescita e i prelievi risultano complessivamente inferiori a un terzo di questo incremento, tra i più bassi dell'Unione Europea, anche se queste quantificazioni dovranno essere abbondantemente riviste in seguito agli schianti di fine 2018. Alle aree aperte e alle radure sono strettamente connessi diversi servizi ecosistemici. La perdita delle suddette risorse naturali metterebbe a rischio alcuni servizi ecosistemici, come quelli che riguardano l'approvvigionamento, sia di prodotti legnosi sia di non legnosi, o nel caso degli ecosistemi alpini, all'acqua e alla disponibilità di prati e pascoli; i servizi regolativi e preventivi, che nel caso delle foreste includono il sequestro del carbonio e la purificazione dell'acqua, nonché la protezione da valanghe, il mantenimento della fertilità del suolo, la depurazione dell'aria, la stabilizzazione del terreno e il controllo delle piene; i servizi culturali, poiché le foreste e gli ecosistemi alpini sono preziose risorse naturali per la società in generale, per la salute fisica e mentale, e sono fonti di rigenerazione estetica e spirituale, fornendo attività ricreative, di arte e cultura, sportive, e di ecoturismo; i servizi di supporto alla vita, dove si evidenzia il ruolo degli ecosistemi nel ciclo dei nutrienti, nel processo di fotosintesi e nella formazione del suolo, nonché come supporto per la biodiversità animale e vegetale, provvedendo numerosi habitat naturali per molteplici specie animali e vegetali. Andranno considerati anche eventi estremi come gli schianti del 2018, quali importanti elementi di rischio per i territori montani.

## **3. Applicazione di modelli gestionali non funzionali alla sostenibilità**

La mancata applicazione di strategie gestionali sostenibili, potrebbe mettere a rischio le risorse naturali presenti sul territorio, la funzionalità degli ecosistemi e gli annessi servizi ecosistemici. Ad esempio negli ultimi anni l'abbandono di molti terreni e la ridotta pressione delle utilizzazioni forestali e del pascolo hanno determinato in molte aree una generale espansione delle superfici boscate e degli arbusteti. Un altro esempio di modello gestionale non funzionale è dato da un'errata gestione del suolo che porta ad una progressiva frammentazione degli ambienti, che si aggiunge ad altri disturbi antropogenici provocando effetti sinergici e moltiplicativi su diversi processi e a tutti i livelli di organizzazione ecologica. Infine la gestione forestale e quella di altri ecosistemi dovrà affrontare nuove sfide legate anche ad aspetti completamente nuovi tra cui il cambiamento climatico, le specie invasive, la ridotta competitività dei prodotti legnosi forestali, il possibile utilizzo della biomassa forestale a scopi energetici, il crescente impatto delle attività ricreative sulla foresta. Una gestione troppo settoriale delle suddette risorse naturali può, infine, avere un effetto diretto anche sugli stessi agro-ecosistemi.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Predisposizione di strumenti conoscitivi innovativi, utilizzo di un approccio multidisciplinare e creazione di modelli dinamici

I processi dinamici ed evolutivi degli ecosistemi alpini necessitano di strumenti specifici che forniscano dati a minori costi. Ad esempio i modelli per la valorizzazione, la conservazione, il ripopolamento e la reintroduzione di ecotipi locali maggiormente adattabili all'ambiente potrebbero avvalersi delle diverse -omiche (genomica, metabolomica, trascrittomica). Organismi meno visibili all'occhio umano, ma utili o dannosi (ad esempio i microrganismi) potrebbero essere riconosciuti, classificati e quantificati in tempi brevi grazie alla metagenomica ed al *metabarcoding*. La determinazione dell'attività funzionale consentirebbe una rapida caratterizzazione dello spazio genico delle specie per l'identificazione di varianti funzionali con effetto su adattamento e variabilità fenotipica. Di particolare interesse è anche la determinazione della provenienza di un individuo mediante lo studio dei rapporti isotopici. L'analisi pollinica permette una rapida quantificazione della composizione della vegetazione e del livello di diversità. Per il monitoraggio della fauna, sono disponibili sensori miniaturizzati ed ottimizzati applicabili agli animali che localizzano gli individui, misurano i parametri fisiologici interni ed ambientali esterni, valutano i ritmi di attività individuale, registrano le interazioni inter-individuali o visualizzano i movimenti degli animali. Essi diventano quindi "raccoltori di dati", integrabili con quelli ottenuti mediante telerilevamento e GIS. L'interpretazione di dati permette l'estrazione di informazioni utilizzabili dalla gestione delle risorse naturali grazie alle misure di ricchezza, entropia generalizzata, specie spettrali, misure di distanza spettrale per la stima del turnover spaziale. La *smart forestry* contempla l'utilizzo di dati satellitari ottenendo informazioni accurate sullo stato dell'ambiente con una cadenza temporale costante, mentre aerei ed elicotteri possono montare diversi sensori, quali camere multi-iperspettrali e LiDAR. Tali informazioni, in parallelo ad altre derivanti da altre discipline (economiche, giuridiche, gestionali), potrebbero essere utilizzate per creare modelli dinamici dell'impatto antropico.

## 2. Innovazione tecnologica per l'armonizzazione e l'analisi dei dati, al fine di ottenere sistemi decisionali capaci di generare soluzione rapide

Sarà necessario definire standard operativi di monitoraggio condivisibili anche favorendo il dialogo tra gestori e ricercatori. È inoltre opportuno utilizzare le reti di monitoraggio per integrare le informazioni e migliorare lo studio ambientale a diverse scale spaziali, digitalizzare i dati e inserirli in strutture "stabili" quali database relazionali, a disposizione per meta-analisi. I database devono essere consultabili, confrontabili e utilizzabili per elaborare modelli sempre aggiornati. Dal know-how acquisito possono derivare vantaggi per migliorare la gestione delle risorse naturali alpine. In ultima analisi, tali soluzioni permetterebbero di migliorare la valorizzazione dei servizi ecosistemici, concretizzandoli in misure pratiche che beneficino anche di incentivi dedicati al loro mantenimento. Tra questi si annoverano il restauro degli habitat ed ecosistemi degradati, l'utilizzo di specie selvatiche in agricoltura e l'investimento sulla selvicoltura naturalistica che, sfruttando le potenzialità produttive locali e individuali con tagli su piccole superfici, armonizza le attività produttive derivanti dal taglio del bosco con gli altri servizi ecosistemici offerti dalle foreste.

### 3. Implementazione di strategie condivise sia a livello locale sia globale

Una pianificazione territoriale ottimale, tenendo in forte considerazione la biologia della conservazione, dovrebbe permettere la creazione di reti ecologiche e la valorizzazione di quelle esistenti. In tal senso, è importante individuare un nuovo paradigma di gestione territoriale che superi quello attuale di gestione di aree naturali isolate in una matrice antropizzata. Tale approccio, per il quale è in alcuni casi opportuno estendere la scala spaziale oltre i confini provinciali, consentirebbe di migliorare lo stato di conservazione di alcune specie. Tale approccio è auspicabile nel contesto socio-economico provinciale, dove tra i vari livelli di interesse di tale modello si inseriscono da un lato gli elementi naturali che favoriscono il mantenimento della biodiversità e la tutela della salute umana e animale e dall'altro quelli socio-economici, specialmente delle aree rurali. In tal modo si rafforzerebbe la connessione tra "rete ecologica" e "rete economica", conferendo una valenza economica e un plusvalore alla biodiversità, alimentando un circuito virtuoso di finanziamenti per progetti indirizzati alla preservazione della biodiversità stessa. Lo sviluppo e l'applicazione di tale modello dovrebbe partire dall'analisi delle richieste della società (contesto culturale), da integrare con le esigenze ecologiche (contesto scientifico), al fine di approntare un progetto comune che possa essere realmente applicato (contesto applicativo).



## GESTIONE ACQUE INTERNE, IRRIGAZIONE, ITTICOLTURA



Gli ambienti d'acqua dolce forniscono numerosi servizi ecosistemici quali approvvigionamento (per usi potabili, irrigui, industriali, produzione energia idroelettrica, itticoltura), servizi di regolazione (controllo delle piene) e servizi ricreativi (balneazione, pesca sportiva ed altri sport acquatici) e culturali. A fronte della prevista riduzione delle risorse idriche future e dei notevoli cambiamenti nella loro prevedibilità e stagionalità dovuti al cambiamento climatico in corso, gli ambienti acquatici sono sempre più soggetti alla competizione fra molteplici interessi d'uso e di fruizione dei relativi beni e servizi, che spesso rendono i processi decisionali difficili e conflittuali.

Nel 2016 le portate idriche concesse in derivazione in Trentino erano suddivise come segue: l'84% per uso idroelettrico, 1% agricolo, 3% per itticoltura, 4% ad uso civile (acqua potabile), 2% industriale ed il rimanente 6% per altri usi, compreso l'uso per innevamento artificiale. Anche se l'88% dei corsi d'acqua del Trentino è in uno stato buono secondo gli indici europei della Direttiva sulle acque, la qualità più elevata è raggiunta dai corpi idrici posti in zone montane, dove le pressioni antropiche e le alterazioni morfologiche (arginature, derivazioni, ecc.) sono molto ridotte. La conservazione e il recupero di standard qualitativi elevati per gli ecosistemi acquatici rappresenta l'obiettivo irrinunciabile per il mantenimento della fruizione multipla della risorsa idrica. La salvaguardia della qualità delle acque è sancita da impegni internazionali, nazionali e locali (direttive europee e leggi nazionali, Piano Acque provinciale).

Gli effetti delle alterazioni del regime idrologico di origine antropica sono particolarmente evidenti osservando il reticolo fluviale. I principali corsi d'acqua delle regioni alpine sono oggetto di interventi antropici da secoli tanto che

in questo contesto corsi d'acqua allo "stato naturale" sono molto pochi. Per proteggere la biodiversità degli ecosistemi acquatici e mantenere i servizi ecosistemici essenziali dovrebbe essere recuperato, per quanto possibile, il regime idrologico naturale. Negli scorsi decenni la provincia di Trento ha investito molto nel rimuovere lo scarico diretto di acque reflue in laghi e fiumi. Nonostante i programmi di risanamento e il conseguente miglioramento dello stato trofico di molti laghi dell'arco alpino, l'eutrofizzazione dei corpi d'acqua rimane una costante minaccia. Inoltre, anche gli ecosistemi acquatici risultano alterati dagli effetti del cambiamento climatico, che spesso tendono ad essere simili a quelli dell'eutrofizzazione. In Trentino questo aspetto è rilevante soprattutto per i laghi e per i corsi d'acqua di fondovalle, impattati maggiormente dagli effetti antropici. I maggior stressori per i laghi montani, che rappresentano più dell'80% dei laghi trentini, sono la pressione antropica legata al turismo, il prelievo eccessivo d'acqua e i cambiamenti climatici.

Gli ambienti acquatici sono tra gli ecosistemi maggiormente esposti agli effetti del cambiamento climatico, in quanto la temperatura dell'acqua è il maggior determinante della vita degli organismi. Lo scioglimento dei ghiacciai delle zone montuose di tutto il mondo e delle calotte polari sta portando alla creazione di molti nuovi laghi proglaciali e aumenta i livelli di metalli pesanti nelle acque alimentate dal permafrost in alcune aree montuose alpine. Anche se è convinzione diffusa che l'Europa disponga di risorse idriche ampie e sufficienti, gli scenari di cambiamento climatico prevedono un aumento della frequenza di periodi di siccità.

A fronte di una futura riduzione della disponibilità d'acqua, anche la risorsa idrica delle regioni alpine e montane è sempre più sottoposta ad un uso multiplo diretto e indiretto, che deve essere sostenibile. Tuttavia, combinare uso multiplo e sostenibilità della risorsa idrica è complesso. A tutt'oggi non esistono nel panorama internazionale e nazionale metodologie consolidate per fornire le necessarie risposte quantitative, anche se in Trentino ci sono state alcune iniziative per gestire questo problema. In Trentino è presente una forte competizione fra i molteplici interessi d'uso della risorsa acqua. Le acque trentine sono principalmente utilizzate per la produzione di energia nelle grandi centrali idroelettriche, con notevole impatto sui regimi di portata. Le diverse attività umane possono modificare la qualità fisica, chimica e biologica degli ecosistemi acquatici in modo diretto (ad esempio attraverso l'artificializzazione degli habitat naturali), ma molto più complessi sono gli impatti indiretti e diffusi, legati alla presenza di zone urbanizzate, alla zootecnia estensiva, all'agricoltura intensiva. Una conseguenza dei cambiamenti dei grandi laghi subalpini e nei laghi di fondovalle è costituita dall'aumento della presenza di cianobatteri tossici. I corsi d'acqua del Trentino sono fortemente artificializzati per la massiccia presenza di opere idrauliche longitudinali e trasversali e presentano fasce di vegetazione riparia spesso poco funzionali, cosa che compromette la connettività ecologica longitudinale e laterale, l'instaurarsi di sistemi di riduzione del carico di nutrienti e di reti e corridoi ecologici.

## Criticità e problematiche

### 1. Alterazione degli ecosistemi acquatici

Il regime idrologico è uno dei principali determinanti dell'habitat fisico, che a sua volta influenza composizione e stagionalità delle comunità di organismi. Un utilizzo idroelettrico errato può compromettere il buono stato ecologico dei corsi d'acqua trentini; molti bacini idrografici e i tributari dei corsi d'acqua principali sono severamente impattati da dall'alterazione del regime idrologico. Sono già presenti sul territorio molti bacini artificiali ad uso irriguo e per innervamento artificiale che sono percepiti essenzialmente come riserve d'acqua,

ma possono avere conseguenze ambientali come la modifica dell'idrologia del bacino idrografico sotteso e l'alterazione dei cicli geochimici.

L'accelerazione della deglaciazione alpina in seguito al riscaldamento climatico sta producendo nuovi ecosistemi acquatici in alta quota, quali laghi proglaciali, laghi termocarsici, sorgenti e ruscelli alimentati dallo scioglimento del permafrost montano. Spesso l'acqua di fusione è trattenuta da sbarramenti naturali instabili, quali i depositi morenici, e questo può mettere a rischio le vallate sottostanti, ma esso potrebbe anche rappresentare una riserva d'acqua in un prossimo futuro privo di ghiacciai. Inoltre, questi ambienti sono considerati dei rifugi per la biodiversità alpina, come pure dei serbatoi di biodiversità per la colonizzazione dei nuovi ambienti creati dal ritiro dei ghiacciai da parte di organismi tipici di altitudini inferiori.

## 2. Alterazione della qualità dell'acqua (fisica, chimica, biologica)

La qualità delle acque dei laghi e dei fiumi trentini sarà esposta al rischio di peggioramento a causa di una serie di stressori legati alle attività antropiche e al cambiamento climatico. Il progressivo aumento della temperatura dei laghi avrà effetti a cascata sulla fisica, chimica e biologia degli ecosistemi lacustri, che aggraverà gli effetti di altri stressori, quali gli inquinanti diffusi che raggiungono i corpi idrici dal comparto industriale, agricolo e urbano. La presenza degli inquinanti diffusi potrebbe crescere in futuro. In particolare, i composti dell'azoto (da fertilizzanti e combustibili fossili) che hanno spesso effetti pesanti sulla biodiversità naturale degli ecosistemi in relazione ai fenomeni di eutrofizzazione, e i fitofarmaci che sempre più spesso vengono messi sotto accusa. La funzionalità ecologica e la fornitura di servizi ecosistemici da parte degli ambienti acquatici è basata anche sui microrganismi produttori (batteri e alghe) e consumatori (fauna bentonica e planctonica), la cui effettiva biodiversità è attualmente molto sottostimata. Inoltre, il ruolo delle componenti all'interno delle diverse comunità e reti trofiche e la risposta delle popolazioni biologiche alle alterazioni ambientali fisiche e chimiche, sono a tutt'oggi scarsamente conosciute.

## 3. Conflitto nell'uso multiplo della risorsa acqua

Il trend di competizione tra i diversi usi della risorsa idrica in Trentino è destinato ad aumentare nei prossimi anni perché la domanda aumenterà. Le richieste di derivazione per piccole centrali idroelettriche (per le grandi centrali, valgono i rinnovi di concessione) sono passate da circa 100 all'inizio del 2000 a più di 400 attualmente - con un numero elevato in valutazione - e quindi con un probabile aumento in futuro, che si associa alle richieste di derivazione per altri scopi (irriguo, civile, per innevamento artificiale, uso per itticoltura ecc.), anch'esse in aumento. Anche l'utilizzo idrico per la produzione d'innervamento artificiale, in aumento a causa della riduzione e variabilità delle precipitazioni nevose, espone gli ecosistemi acquatici alpini ad un nuovo conflitto d'interesse. L'acqua per l'innervamento proviene generalmente dalle acque correnti e da laghi naturali (anche quelli inseriti in aree di pregio o protette), ma anche da bacini artificiali o dalle reti dell'acqua potabile, da sorgenti, dalla falda o dalle condotte delle centrali idroelettriche. Anche se la quantità prelevata per la produzione di neve artificiale in Trentino è ridotta rispetto agli altri usi, essa è rilevante a livello locale. Infatti, l'intenso prelievo d'acqua per l'innervamento, concentrato durante il periodo invernale quando le portate nei corsi d'acqua alpini sono naturalmente ridotte, sottrae l'acqua al bilancio naturale in un momento critico dell'anno.

Nonostante numerose ricerche siano già state svolte sul territorio trentino, permangono ancora lacune per alcuni aspetti, quali ad esempio il confronto dello stato ecologico tra tratti a monte-valle di piccole derivazioni idroelettri-

che e l'effetto delle acque originate da innevamento artificiale. Inoltre, come già indicato, gli indicatori in uso secondo la legislazione vigente non misurano adeguatamente il disturbo idraulico e quindi sottostimano gli effetti ecologici reali, riducendo l'effettiva possibilità di tutela e di imposizione di misure di mitigazione degli impatti.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Sviluppo di tecnologie e approcci interdisciplinari

Al fine di ridurre e/o mitigare le alterazioni degli ecosistemi acquatici è necessario sviluppare strategie di intervento e misure gestionali basate su strumenti conoscitivi che devono fornire un quadro ambientale completo secondo un approccio interdisciplinare e a scala di bacino, che tenga conto concretamente delle molteplici funzioni associate alle interazioni della risorsa acqua con il territorio e le comunità circostanti. Un tale approccio multidisciplinare su ampia scala spaziale e temporale richiede l'utilizzo di dati provenienti da diverse fonti che descrivano l'ecosistema e migliorino la capacità previsionale dei modelli e le previsioni a breve e a lungo termine. È necessario anche definire nuovi bioindicatori e metriche da applicare nel contesto dei corpi idrici alpini e subalpini. L'implementazione dei monitoraggi di nuova generazione fornisce indicazioni sulla distribuzione degli organismi planctonici quasi in tempo reale e ad un livello di risoluzione non raggiungibile prima. Infine è necessario utilizzare una dimensione temporale consona ai tempi evolutivi degli ecosistemi (decenni) e conoscere la risposta dell'ecosistema ai cambiamenti di simile entità avvenuti nel passato, a scala temporale di secoli/millenni. Indagini possibili grazie alla rete italiana LTER (*long term ecological research*) di cui due siti sono attivi in Trentino. La ricostruzione dell'evoluzione ecologica passata è attuabile in Trentino grazie al gradiente altitudinale montano, dove gli ecosistemi acquatici più a valle possono essere usati come riferimento della condizione già completamente deglacializzata attesa per i prossimi decenni, e ai sedimenti lacustri.

### 2. Acquisizione di informazioni sulla biodiversità e sul ruolo nei servizi ecosistemici

Le tecnologie più moderne evidenziano l'esistenza di grosse lacune conoscitive sulla biodiversità acquatica che devono essere colmate per la comprensione dei meccanismi di funzionamento degli ecosistemi. È necessario acquisire informazioni sulle diverse caratteristiche dei nuovi corpi d'acqua che si formano alle altitudini maggiori in seguito alla progressiva deglaciazione alpina, corpi d'acqua che sono di fatto sconosciuti e quindi non tutelati.

### 3. Mitigazione degli effetti connessi con la presenza di inquinanti

Recenti studi hanno mostrato l'ampia diffusione di nuovi inquinanti nei corpi idrici alpini e trentini (anche in quelli apparentemente più remoti) e la loro pericolosità per gli organismi acquatici e per l'uomo. È necessario trovare soluzioni per la depurazione dell'acqua da contaminanti emergenti non contemplati nella normativa vigente, e da quelle sostanze di uso domestico/industriale che possono passare indenni attraverso gli impianti di depurazione. Un aspetto critico, e difficilmente controllabile, per la qualità delle acque è rappresentato dalla presenza di inquinanti diffusi, per esempio fertilizzanti e prodotti fitosanitari da agricoltura professionale, ma anche orti, parchi e giardini urbani, nonché inquinanti da traffico veicolare. Queste molecole si depositano sul ter-

reno e vengono dilavate nei torrenti e laghi con le piogge. La loro importanza sarà sempre maggiore perché l'aumento di temperatura tende ad aumentare la tossicità di molti composti. Un modo per ridurre questo trasferimento dal suolo all'acqua è l'uso di *buffer strips* lungo le rive di laghi e corsi d'acqua. Per aumentare l'abbattimento del carico di nutrienti in contesti urbani o agricoli, è auspicabile l'implementazione di infrastrutture blu e verdi. Ciò garantisce l'acquisizione anche di una serie di servizi ecosistemici. In ambiente lacustre è importante controllare la formazione di cianobatteri tossici e la concentrazione di cianotossine. Devono essere messe in atto azioni che prevengano la proliferazione algale, riducendo a monte il carico di nutrienti, con interventi ad hoc, a seconda dei tipi di organismi algali e delle tossine prodotte, nonché delle concentrazioni rilevate e della presenza di altri inquinanti.

#### 4. Promozione dell'uso sostenibile della risorsa acqua

Evitare le perdite dell'acqua è il primo passo per un uso eco-sostenibile della risorsa. La richiesta di pesce d'allevamento tende ad aumentare annualmente del 3% circa, e quindi la qualità dei reflui, pur rimanendo invariata la portata dello scarico, subisce un peggioramento qualitativo. Se aumenta notevolmente la richiesta di risorsa, gli impianti ittici attuali (tratticole) devono essere convertiti in sistemi nuovi, denominati a ricircolo, che riciclando e depurando l'acqua riducono l'inquinamento e il consumo dell'acqua derivata di oltre il 90%. Nell'agricoltura il grande sforzo fatto convertendo un'irrigazione a pioggia ad un'irrigazione prevalentemente a goccia va ulteriormente migliorato con sistemi innovativi e a basso costo che tengono conto dell'umidità del suolo evitando così l'irrigazione a calendario, limitandola al bisogno. Inoltre la gestione oculata dei bacini di origine antropica (bacini artificiali, reti di fossi agricoli) potenzia e migliora i servizi ecosistemici già forniti e ne aggiunge di nuovi (per esempio combinando l'utilizzo irriguo con la conservazione della biodiversità o la funzione di filtro naturale per sedimenti e inquinanti).



## QUALITÀ DEL SUOLO

Il suolo è un fattore di fondamentale importanza per la vita dell'uomo e degli animali terrestri e rappresenta il principale substrato di produzione agricola in quanto ospita e sostiene le piante, che in esso trovano acqua e nutrienti. Si tratta di un ambiente molto complesso e di una risorsa non rinnovabile. Le azioni promosse dalle Nazioni Unite e dall'Europa richiamano alla tutela del suolo e chiedono di azzerare il consumo di suolo netto entro il 2050. Tali obiettivi sono ancor più importanti per l'Italia, per le sue particolari condizioni di fragilità. In Provincia di Trento la LP 15/2015 favorisce la realizzazione di uno sviluppo sostenibile del territorio attraverso la limitazione del consumo di suolo, l'incentivazione delle tecniche di riqualificazione e definisce il consumo di suolo come il fenomeno di progressiva artificializzazione, generato dalle dinamiche di urbanizzazione del territorio, da monitorare attraverso specifici indici. Il consumo di suolo è un fenomeno associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, dovuta all'occupazione di superficie originariamente agricola, naturale o semi-naturale. L'impermeabilizzazione del suolo rappresenta la principale causa di degrado del suolo in Europa, comporta un rischio accresciuto di inondazioni, contribuisce ai cambiamenti climatici, provoca la perdita di terreni agricoli fertili e aree naturali e semi-naturali, contribuisce insieme alla diffusione urbana alla progressiva e sistematica distruzione del paesaggio. L'uso del suolo, invece, rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo ed è definito come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presente e programmata per il futuro. Un cambio di uso del suolo potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, che potrebbe mantenere intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici, e quindi non rappresentare un reale consumo di suolo.

L'importanza del suolo è legata ai servizi ecosistemici connessi alla sua funzionalità biologica, ma anche a quelli culturali e sociali, che contribuiscono alla bellezza e al valore di un territorio. Il suolo interagisce con gli altri ecosistemi fondamentali per la vita (acqua, aria) e con numerose attività umane legate all'attività agricola, industriale, urbana sia come fonte di produzione di beni primari, sia come accettore di sostanze e materiali di scarto e di rifiuto che, direttamente o indirettamente, finiscono nel suolo. Il suolo ha anche un'importanza fondamentale nell'ambito del ciclo del carbonio; infatti esso può contenere una quantità di carbonio pari o anche superiore rispetto alla biomassa di superficie di un ecosistema terrestre, senza contare che l'anidride carbonica emessa dal suolo attraverso i processi respirativi costituisce il secondo flusso del ciclo del carbonio in ordine di importanza, dopo la fotosintesi.

In Italia il rallentamento della velocità del consumo di suolo, iniziato una decina di anni fa, sembra sia nella fase terminale: in alcune Regioni si assiste a una prima inversione di tendenza. Nella Provincia di Trento questo fenomeno è però molto contenuto (+ 0,13%). Per quanto attiene all'agricoltura in provincia di Trento, si osserva un calo di superficie agricola utilizzata pari al 7% circa, a fronte di un calo più sostenuto del numero complessivo di aziende agricole (- 45%) che ha determinato un aumento della dimensione media delle aziende agricole. Questo aumento significativo viene interpretato come un effetto del processo di professionalizzazione delle aziende che tende ad espellere dal mercato quelle di dimensioni più piccole. Ciò ha portato però ad una intensificazione produttiva frutticola e viticola e, per il settore zootecnico, ad un carico di animali per superficie disponibile superiore alle reali esigenze agronomiche del prato permanente coltivato per la produzione di foraggio. Un ulteriore aspetto relativo all'uso del suolo nelle aree di montagna riguarda il paesaggio rurale, caratterizzato dalle aree agricole di versante generalmente strutturate come terrazzamenti creati con muri a secco.

La qualità del suolo è un concetto complesso e dibattuto e che necessiterebbe una trattazione approfondita. Per quanto riguarda la fertilità, nel corso degli anni si è assistito ad una costante perdita di sostanza organica nei suoli coltivati, legata principalmente ad un maggior apporto di fertilizzanti minerali rispetto agli ammendanti organici, che può compromettere la capacità produttiva dell'agricoltura, a causa del deterioramento delle proprietà fisiche del suolo e dalla compromissione dei meccanismi biologici che sottendono i cicli dei nutrienti. La presenza di sostanza organica inoltre costituisce una riserva di carbonio temporaneamente sottratta all'atmosfera e può contribuire a mitigare l'effetto serra. Esistono molti studi per valutare lo stato e la qualità del suolo; tuttavia, la scelta delle misure e degli indicatori non è semplice, a causa della complessità e della specificità del singolo suolo. Inoltre manca una procedura di valutazione della qualità del suolo che sia scientificamente valida e in grado di supportare decisioni gestionali e politiche che tengano conto della sua multifunzionalità.

## Criticità e problematiche

### 1. Consumo di suolo e cambio dell'uso

La mancanza, a livello provinciale, di stati informativi aggiornati e collaudati sulla copertura e uso del suolo reale rappresenta un limite per lo studio delle dinamiche che investono la struttura fisica del territorio trentino e, in generale, per il monitoraggio dei fenomeni insediativi e del consumo di suolo. I vari studi analizzano l'evoluzione del territorio urbanizzato e fortemente urbanizzato, facendo ricorso a fonti cartografiche e a metodologie di elaborazione differenti e caratterizzate da una relativa disomogeneità e da diversi livelli di precisione ed affidabilità. Anche ai fini dell'attivazione di forme continuative di monitoraggio del consumo di suolo sollecitata dalla legge urbanistica, le

principali criticità metodologiche riscontrate dal confronto degli studi utilizzati per la stesura del rapporto sono riconducibili a tre aspetti: l'assenza di definizioni univoche relativamente ai fenomeni da studiare e monitorare e la conseguente assenza di criteri precisi per la loro individuazione cartografica; l'assenza di standard relativi alla tipologia delle fonti cartografiche e orto-fotogrammetriche da utilizzare; l'assenza di standard relativi alla tipologia della base cartografica da utilizzare per l'elaborazione delle serie storiche. Con riferimento all'agricoltura i tematismi dell'uso del suolo risalenti al 2008 e 2011 forniti dall'Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura non essendo stati, ad oggi, collaudati, non possono essere utilizzati per le elaborazioni di interesse. Aspetto non meno importante è rappresentato dalle definizioni: consumo di suolo, superfici artificiali, territorio urbanizzato sono spesso utilizzate come sinonimi, tuttavia, trattano aspetti differenti.

In considerazione della nuova definizione di consumo di suolo introdotta dalla legge urbanistica provinciale appare pertanto oggi ancora più urgente convergere verso una definizione univoca e condivisa del fenomeno tale da consentire la comprensione delle dinamiche che lo investono e il controllo della loro evoluzione, vista anche la carenza di progetti di monitoraggio del consumo di suolo.

## 2. Peggioramento qualità del suolo: perdita di fertilità e presenza di agenti inquinanti

I suoli del Trentino hanno visto una continua perdita di sostanza organica stabile negli ultimi decenni. La perdita della sostanza organica stabile nei suoli, ma anche le lavorazioni/sistemazioni che hanno eroso o disturbato lo strato fertile, hanno peggiorato in molte zone le caratteristiche fisiche, chimiche e biochimiche del suolo, ma soprattutto le funzionalità microbiche. Un confronto condotto a distanza di 31 anni (1980-2011) su 63 suoli vitati trentini ha permesso di valutare una diminuzione di sostanza organica dal 3,2 al 2,6%. Tale diminuzione è imputabile in parte ad un abbandono delle fertilizzazioni organiche (44% dei casi nel 1980, 16% nel 2011) a favore delle concimazioni minerali, contando che il solo contributo dell'inerbimento permanente sia sufficiente a mantenere il bilancio della sostanza organica in equilibrio. In particolare i terreni agrari, e soprattutto i vigneti, hanno subito e subiscono tuttora un elevato apporto di rame derivante da trattamenti fungicidi rameici con effetti su micro e mesofauna e conseguentemente sulla fertilità del suolo non del tutto noti e quantificati. Anche il massiccio utilizzo di fertilizzanti minerali, soprattutto quando in eccesso, può portare ed un impatto negativo sull'ambiente. Per quanto riguarda i prodotti fitosanitari, a differenza di quanto avviene per le acque (fiumi e laghi) dove sono previsti dei monitoraggi nazionali e provinciali, per i suoli mancano monitoraggi estesi e programmati. I pochi dati disponibili raccolti in modo puntiforme, rilevano la presenza di residui di fitofarmaci distribuita in tutti gli appezzamenti analizzati. L'impatto dei residui di prodotti fitosanitari dipende dalla natura del principio attivo, dalle quantità e dalla persistenza nel suolo. Nonostante i prodotti fumiganti del suolo non siano più ammessi dal protocollo di lotta integrata, rimangono molti quesiti aperti sul potenziale impatto negativo dei residui che si accumulano nel suolo in seguito al dilavamento dei trattamenti fogliari.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Riduzione della perdita di suolo o suo recupero e coltivazioni su substrati alternativi

Le soluzioni atte a ridurre la perdita di suolo vanno dalla gestione dei cambiamenti dell'utilizzo di suolo al ripristino/recupero di suolo coltivato. È necessaria prima di tutto una mappatura delle aree che presentano reali criticità d'uso a causa di fenomeni di inquinamento, con il monitoraggio dei metalli pesanti nei suoli agrari e forestali della Provincia ed il rilievo di composti organici di sintesi, in modo da definire i valori di fondo naturali e antropici per una corretta applicazione della normativa (DL 152/2006) analogamente a quanto effettuato in altre regioni Italiane (per esempio in Veneto). In caso di inquinamenti sia da metalli pesanti sia da altri inquinanti organici, in zone ben delimitate, una soluzione può essere quella di effettuare bonifiche. È necessario definire poi gli effetti dei metalli sulla fertilità del suolo (in particolare del rame), individuare e potenziare tecniche alternative all'uso di fitofarmaci. L'introduzione dei piani di concimazione aziendali per le aziende zootecniche è la soluzione ad un corretto impiego di letame e liquame in funzione del tipo di suolo e delle specie floristiche presenti. Per quanto riguarda il recupero di prati stabili e pascoli, il miglioramento agronomico e floristico dei cotichi erbosi rappresenta il primo passo verso la produzione di un foraggio di qualità in quantità soddisfacenti. La necessità di produrre quantità sufficienti di cibo può avvalersi maggiormente di colture fuori suolo, in particolare con tecniche di idroponica e aeroponica outdoor e indoor.

## 2. Utilizzo di buone pratiche agronomiche, incluso l'apporto di sostanza organica, e riduzione dell'apporto di sostanze inquinanti

Per mantenere un adeguato livello di fertilità si può intervenire su pratiche agronomiche corrette, sia scegliendo quelle ottimali per aumentare la qualità del suolo, sia favorendo il corretto impiego di sostanza organica e nutrienti e l'utilizzo di tecniche innovative di meccanizzazione ed agricoltura di precisione. Il passaggio ad un'economia circolare porterà all'avvento di diverse tipologie di fertilizzanti organici ed ammendanti da poter impiegare in modo maggiore per sostenere le produzioni agricole, fornendo nutrienti, ma anche per mantenere e ripristinare la sostanza organica.

## 3. Produzione e validazione di indicatori adeguati e sistemi di rilevamento informatici e cartografici

Sarà necessario selezionare degli indicatori di qualità del suolo impostati su una logica meccanicistica basata sulla definizione e identificazione delle funzioni del suolo con importanza prioritaria. Gli indicatori dovranno integrare la (multi) funzionalità legata alla qualità del suolo, come quello della gestione funzionale del territorio. Indipendentemente da quali saranno gli indici, o le misure, scelti per descrivere la qualità di un suolo, il loro utilizzo sarà molto più efficace se integrati con tutte le altre informazioni legate al suolo. Questi dati potrebbero essere usati per produrre modelli predittivi di evoluzione della qualità del suolo. La mancanza di conoscenza della qualità del suolo, oltre ai problemi tecnici evidenziati, è dovuta anche ad una mancata utilizzazione e diffusione delle informazioni disponibili.

## 4. Mitigazione del rilascio di gas serra dai suoli

L'attuale e complessa problematica del riscaldamento globale può essere arginata soltanto dalla messa in atto di un'azione congiunta a scala internazionale.

È pertanto fondamentale che i singoli territori attuino soluzioni concrete su piccola scala per far fronte alle problematiche globali che ne scaturiscono. A livello provinciale può risultare, dunque, necessario avviare azioni mirate a comprendere l'ampiezza del problema sul territorio, mediante piani di monitoraggio che permettano di quantificare le emissioni di gas serra, le riserve di carbonio immagazzinato nel suolo e le loro variazioni temporali. Risulta, inoltre, fondamentale introdurre piani di azione volti a limitare la perdita di sostanza organica e il conseguente rilascio di anidride carbonica nelle situazioni a maggior rischio.

Nel concreto, sarebbe auspicabile ripetere alle condizioni attuali l'inventario forestale del carbonio ed ampliarlo ai sistemi agrari, in modo da fornire un quadro a livello provinciale del bilancio di carbonio del suolo che permetta di comprendere se e con che tasso i suoli stanno contribuendo ad immagazzinare il carbonio fissato dalle piante attraverso la fotosintesi. Mediante la misura della respirazione del suolo in aree campione (*hot spots*) opportunamente selezionate, sarebbe possibile ricavare la sensibilità delle emissioni di CO<sub>2</sub> in funzione della temperatura. Per ridurre il rischio di mineralizzazione della sostanza organica e il suo dilavamento, sarebbe opportuno evitare pratiche gestionali che possano perturbare gli strati superficiali del terreno, che in alta quota possiede un elevato contenuto di sostanza organica. Infine, l'espansione del bosco in ambiente alpino potrebbe rappresentare una ulteriore strategia di riduzione del rischio di perdita di sostanza organica e conseguentemente di erosione del suolo, favorendo l'accumulo di carbonio.



## SISTEMI DI AGRICOLTURA SOSTENIBILE ED ECONOMIA CIRCOLARE

Lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo in grado di assicurare “il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri”. Il termine “sostenibilità”, assume per l’uso delle risorse e la produzione di cibo una valenza particolarmente delicata, viste le relazioni strettissime che intercorrono tra l’utilizzo delle risorse e il territorio, tanto più sensibile quando ci si riferisce ad aree montane. Infatti, le risorse naturali che insistono in zone come il Trentino costituiscono di per sé un valore inestimabile, che si trasforma anche in valore economico, per le valenze paesaggistiche, turistiche e per l’erogazione di servizi ecosistemici. A livello generale, per lo sviluppo sostenibile è necessario che:

- l’intervento umano sia limitato entro le capacità di carico dei sistemi naturali, conservandone la loro vitalità;
- il progresso tecnologico per la produzione di beni e servizi venga indirizzato all’incremento dell’efficienza piuttosto che all’incremento del flusso di energia e materie prime;
- i livelli di prelievo delle risorse non rinnovabili non ecceda le loro capacità rigenerative;
- l’emissione di scarti e rifiuti (solidi, liquidi e gassosi) dovuti al metabolismo dei sistemi sociali non ecceda la capacità di assimilazione dei sistemi naturali.

L’applicazione del concetto di sostenibilità all’agricoltura supera le questioni prettamente ambientali ed include gli aspetti economici delle aziende agricole e tutte le relazioni e ricadute che la pratica agricola ha sulla società civile,



pertanto va accuratamente valutata. Esistono svariati strumenti che universalmente possono essere adottati per quantificare il grado di sostenibilità di un processo produttivo e, soprattutto, per confrontare il grado di sostenibilità fra le varie metodologie produttive indagate. La strategia Europea sull'economia circolare, ovvero un "sistema economico in grado di rigenerarsi da solo", ha come obiettivo da una parte l'utilizzo efficiente delle risorse e, dall'altra, la riduzione nella produzione di rifiuti. Il passaggio verso un'economia circolare prevede l'abbandono del vecchio modello "risorse – prodotti – rifiuti" in favore di un modello "risorse – prodotti – risorse rigenerate".

Il settore delle biomasse e dei prodotti *bio-based* è uno dei settori più importanti per garantire la sostenibilità del sistema. Pertanto l'agricoltura, grazie ad una corretta valorizzazione di risorse, scarti e sottoprodotti, potrà contribuire alla produzione di energia rinnovabile da biomassa e altri beni *food/feed* e *non-food*. Una sempre più efficiente valorizzazione della frazione lignocellulosica nei processi bioenergetici di trasformazione delle biomasse è una tra le sfide più importanti per ridurre al minimo la dipendenza dalle risorse fossili. Sempre nel settore energetico negli ultimi anni sono stati avviati sette impianti di digestione anaerobica in Trentino alimentati a reflui zootecnici per la produzione di energia elettrica con digestato utilizzato in agricoltura. Inoltre merita attenzione la possibilità di creare una filiera di valorizzazione del letame, attraverso un processo di maturazione controllata.

Nel 2017 la superficie ad agricoltura biologica in Italia ha superato 1,9 milioni di ettari, in Trentino la superficie biologica a vite raggiunge i 1.000 ettari, quella frutticola 770 ettari. Il punto centrale della gestione biologica, oltre alla riduzione degli input, al divieto d'uso di molecole di sintesi chimica e alla salvaguardia della biodiversità, riguarda il principio secondo cui i vegetali devono essere nutriti attraverso l'ecosistema del suolo. In Trentino, data la vocazione turistica, la produzione biologica porta ulteriori esternalità positive legate alla salvaguardia del territorio, alla migliore accettabilità da parte della cittadinanza dei criteri di gestione, alla maggiore attenzione alla tutela del suolo.

Riguardo ad altri settori dell'agricoltura locale, un approfondimento merita il comparto zootecnico, in particolare rispetto alla necessità di migliorare la capacità di produzione di foraggio locale, ripristinare un equilibrato rapporto tra animali e superficie e razionalizzare lo smaltimento delle deiezioni. In generale, il frazionamento della proprietà fondiaria, spesso suddivisa in particelle di pochi metri quadri, è ritenuto un fattore che ostacola e pone freni all'attività agricola, all'allevamento, all'alpeggio e alla silvicoltura. Uno svantaggio che riguarda in particolar modo le aree montane, ed è considerato uno dei nodi irrisolti della politica agraria italiana.

## Criticità e problematiche

### 1. Mancanza di consenso sulla scelta degli indicatori della sostenibilità e di un approccio che ne preveda sistematicamente la quantificazione

I tre ambiti in cui il concetto di sostenibilità può essere declinato sono: ambiente, economia, società. La sostenibilità di un processo può essere indagata misurandola attraverso indicatori oggettivi e metodologie riconosciute ed approcciando tale sfida dalle tre prospettive sopra indicate. Per esempio non si trovano (per il momento) in una Legge o in un documento ufficiale passaggi che obblighino chi intenda produrre "cibo sostenibile" all'effettuazione di studi di *Life Cycle Assessment* (LCA). Ne consegue che, quando sarà il momento, ne risulteranno avvantaggiate le organizzazioni già attrezzate in tal senso. Ad oggi, nel settore alimentare gli impegni legati al LCA rappresentano per lo più iniziative di marketing ambientale.

## **2. Mancata valorizzazione di scarti/biomasse/sottoprodotti nelle filiere agricole e agroalimentari e per l'adozione di modelli sostenibili per la zootecnia**

Le lavorazioni agro-industriali e la zootecnia implicano la produzione di ingenti quantità di sottoprodotti e scarti organici quali, ed esempio, le vinacce di cantina e distilleria, le sanse di oliva, le acque di vegetazione e le deiezioni zootecniche. Si evidenzia quindi la necessità di una chiusura delle filiere e riduzione dell'impatto sull'ambiente generato dal mancato utilizzo delle biomasse di cui sopra (per esempio emissione di gas climalteranti e problemi di inquinamento di suolo e falde acquifere, costi di smaltimento che gravano sulla produzione agricola e/o sulle aziende di trasformazione dei prodotti agricoli). L'integrazione di diverse soluzioni tecnologiche permette di raggiungere un livello sempre più efficiente di utilizzo delle risorse e di ridurre la produzione di scarti/rifiuti per contribuire da una parte alla produzione di energia da fonte rinnovabile, ma anche per produrre sostanza organica di qualità da riportare in agricoltura per il sostegno delle produzioni agricole. Attualmente manca anche consapevolezza riguardo al ruolo multifunzionale che potrebbero svolgere le aziende zootecniche di montagna.

## **3. Convivenza tra pratiche agricole, ambiente e società**

Si rilevano problemi crescenti di convivenza tra cittadini e agricoltori e anche tra agricoltori biologici e convenzionali a motivo delle derive nell'utilizzo dei trattamenti fitosanitari. Nel primo caso serve una maggiore capacità di comunicazione della componente agricola nei confronti della cittadinanza, mentre nel secondo caso le soluzioni potrebbero arrivare dall'innovazione tecnica. Riguardo alla gestione dei reflui zootecnici (e loro sottoprodotti, come il digestato), la criticità attiene nello specifico alla necessità di introdurre modelli sostenibili di gestione per le aziende zootecniche che permettano il superamento di problematiche ambientali (emissioni di gas serra, qualità di prati, pascoli e foraggi, manutenzione del territorio, ecc.), sanitarie legate all'inquinamento batterico delle falde acquifere, ma anche economiche e sociali, connesse ad esempio all'insorgere di conflitti ambientali a livello locale. Tra le priorità individuate per il Trentino vi sono l'applicazione di modelli sostenibili che prevedano il superamento dello squilibrio fra superfici foraggere e carico di bestiame, l'abbandono delle pratiche dell'alpeggio e della manutenzione del territorio.

## **4. Incompleto riconoscimento del valore aggiunto delle pratiche sostenibili**

In generale il settore agricolo manifesta forti squilibri nella distribuzione del valore lungo la filiera. Si stima che su 100 euro destinati dal consumatore all'acquisto di prodotti agricoli freschi, ai produttori ne rimangono 22, con cui devono pagare ammortamenti e salari riducendo a 6 euro l'utile, mentre le imprese del commercio e del trasporto ne introitano 38. Nel caso di prodotti agricoli trasformati la filiera si complica e l'utile per l'agricoltore si riduce a 2 euro. In Trentino il ruolo della cooperazione contribuisce a mitigare questi effetti, ma la disparità di remunerazione tra i produttori e gli altri attori della filiera rimane.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Adozione di indicatori della sostenibilità e relativa quantificazione

L'adozione di un approccio che preveda la quantificazione della sostenibilità - sia per processi consolidati e diffusi, sia per processi innovativi oggetto di indagini, ricerche e sperimentazioni - potrebbe divenire una prassi che si affianca sistematicamente agli studi in corso. Un quadro completo degli impatti generati dalle attività umane in Trentino consentirebbe di comprendere quale sia il miglior compromesso in termini di sostenibilità, confrontando i possibili metodi produttivi. È quindi indispensabile disporre di valori quantitativi, che possano anche essere di supporto a processi decisionali.

## 2. Integrazione di processi e tecnologie per la produzione di energia e di prodotti non-food

Il recupero energetico degli scarti può essere una valida strategia per far fronte allo sviluppo territoriale e alla gestione sostenibile delle risorse naturali. È inoltre indicato come priorità per incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio ad un'economia a bassa emissione di carbonio e resiliente al clima. Le biomasse e gli scarti possono servire per la produzione di ammendanti e fertilizzanti di qualità per l'agricoltura. L'integrazione tra le diverse filiere e tecnologie per la produzione contestuale di energia, biocarburanti, bio-prodotti, fertilizzanti ed ammendanti contribuisce al superamento dello schema risorse - prodotti - rifiuti. Le materie prime rinnovabili ottenute anche da sottoprodotti e scarti, quali ad esempio oli vegetali, amido di mais e patate, cellulosa estratta da paglia e legno, lignina e aminoacidi, nonché lo sfruttamento delle alghe, possono diventare materie prime industriali. Oltre alla più conosciuta produzione di energia elettrica da biomassa, possiamo quindi considerare la produzione di biocarburanti, biopolimeri e biomateriali, ecc. che concorrono alla sostituzione di alcuni tra gli analoghi prodotti ottenuti con fonti fossili.

## 3. Misure a favore della convivenza tra pratiche agricole, ambiente e società

Le soluzioni per ridurre la problematica della convivenza fra stakeholder interni ed esterni al settore agricolo possono essere migliorate con il contributo delle diverse componenti. L'innovazione in agricoltura può in qualche modo aiutare la convivenza tra mondi altrimenti sempre più separati. La selezione di varietà o di produzioni sempre meno impattanti per esigenze di difesa e di risorse limitate come acqua o composti minerali necessari allo sviluppo della pianta, possono essere una modalità utile a rendere più sostenibile l'agricoltura. Anche la riduzione della superficie coltivata con varietà tradizionali, a favore dell'introduzione di varietà resistenti o sistemi di allevamento che riducono la deriva, potrebbe rendere queste aree coltivabili in maniera più sostenibile. Il ricorso a mezzi tecnici innovativi, quali l'agricoltura di precisione, potrebbero migliorare l'efficienza di certe pratiche agricole indirizzando gli apporti solo nelle aree ove sono necessarie. Migliorare la distribuzione dei prodotti fitosanitari impiegando macchine e mezzi più efficienti, può mitigare la problematica della deriva delle miscele fitosanitarie. Oltre al fenomeno della deriva, le fasi che precedono e seguono il trattamento vengono spesso indicate come probabili situazioni vulneranti per la qualità dei corsi d'acqua negli areali agricoli. Anche nel caso di problemi di convivenza tra gestioni agricole diverse (integrato vs. biologico) può esistere il problema della deriva, che accanto alle soluzioni calmieranti da utilizzare al momento dell'esecuzione

dei trattamenti, potrebbe prevedere l'istituzione di biodistretti territoriali che già si vanno costituendo in alcune realtà.

#### **4. Riconoscimento del valore aggiunto delle pratiche sostenibili e supporto alla produzione biologica**

La tutela dei diritti, presupposto della sostenibilità "sociale" delle produzioni, va di pari passo con l'obiettivo di rafforzare il potere di mercato degli agricoltori, attraverso la creazione di filiere corte, il biologico, l'offerta di prodotti di qualità espressione del territorio e la valorizzazione delle pratiche sostenibili introdotte nei processi produttivi. La filiera produttiva può impegnarsi per sostenere il percorso di conversione di quanti decidono di intraprendere la strada del biologico. Il ricorso ad analisi più accurate per la caratterizzazione dei prodotti e lo sviluppo di strumenti e tecniche di supporto alla produzione biologica, potrebbe rendere queste più competitive. Attraverso lo sviluppo e la validazione di metodi analitici, quale l'analisi del rapporto isotopico dell'azoto, si potrebbe approfondire la verifica dell'autenticità delle tecniche di coltivazione delle produzioni biologiche, con un conseguente ulteriore incremento del valore aggiunto del prodotto.



## AGRICOLTURA DI MONTAGNA INCLUSA LA ZOOTECNIA E L'APICOLTURA

L'agricoltura e l'allevamento negli ambienti montani possono presentare molte sfide difficili e peculiari. Rispetto alle pianure circostanti, nelle terre "alte" gli agricoltori si confrontano con stagioni più brevi, con una maggiore distanza dai mercati e, inoltre, affrontano costantemente le sfide poste ad ogni operazione dalla legge di gravità. Se, in generale, uno degli elementi più evidenti della crisi agricola è l'abbandono e l'accorpamento delle aziende - e quindi il drastico calo del numero di occupati del settore - tuttavia, in molte aree montane si osserva la conservazione di piccole aziende agricole. Questo spiega in parte come, a fronte delle intrinseche difficoltà, l'agricoltura di montagna sia caratterizzata da produzioni molto diversificate, sia per quanto riguarda la varietà dei prodotti, sia relativamente alle tecniche colturali, spesso ancora molto ancorate alle tradizioni locali. L'abbandono o la radicale trasformazione negli ultimi decenni dell'agricoltura di montagna, sta mettendo in luce quali gravi pericoli possano affacciarsi quando l'attività agricola viene abbandonata. Da questi dati oggettivi deriva un quesito fondamentale e cioè se l'agricoltura di montagna, con la sua intrinseca e sorprendente diversità, debba continuare ad avere come obiettivo principale quello di produrre cibo oppure non debba divenire un modello in cui, attraverso la conservazione delle antiche tradizioni colturali e culturali, possa continuare a generare lavoro e garantire gli imprescindibili servizi ecosistemici.

In Trentino più del 70% del territorio è al di sopra dei 1000 m s.l.m. e gli unici territori pianeggianti sono nei fondovalle. L'agricoltore di montagna opera in un contesto ambientale complesso e fragile e le sue attività si svolgono in contatto

con ambienti naturali di pregio. La conservazione delle peculiari aree prative non è solo fondamentale per la realizzazione di attività economiche, ma ha un valore inestimabile per quanto riguarda la conservazione delle flore e delle faune di questi habitat. Le attività agricole tipiche dell'agricoltura di montagna sono: erbe officinali ed aromatiche, noce, castagno, zootecnia con pascolo e alpeggio e apicoltura. Il divario economico esistente nel territorio provinciale fra l'agricoltura di zone marginali a maggior altitudine e pendenza e quella di fondovalle è legato principalmente ai maggiori costi in termini di manodopera e di gestione dei terreni e all'inapplicabilità della meccanizzazione. Le produzioni delle aziende dislocate sul territorio montano non riescono ad essere competitive sul mercato globale, almeno per quanto riguarda le quantità. Il fenomeno dell'avanzamento del bosco su terreni precedentemente interessati da attività agricole e pascoli ha delle conseguenze sia sulla stabilità dei versanti che sulla qualità del paesaggio e sulla biodiversità. A questo si aggiunge la difficoltà delle aziende agricole che si occupano di colture secondarie (officinali, ecc.) e apistiche di raggiungere dimensioni tali da poter essere considerate a livello professionale. Pertanto queste attività diventano secondarie all'interno delle aziende con l'obiettivo di integrare il reddito.

In Trentino solo l'8% degli imprenditori agricoli hanno meno di 35 anni, mentre poco meno del 30% hanno più di 65 anni. Esiste quindi un reale ostacolo al trasferimento generazionale, complicato anche dalle difficoltà che i giovani incontrano nell'avviare un'azienda agricola, specialmente se non provenienti da una famiglia di agricoltori, che determina difficoltà di trasmissione delle competenze, specialmente per quelle pratiche che maggiormente caratterizzano l'agricoltura di montagna. Un grave problema per l'agricoltura di montagna è dato anche dall'impiego di varietà/razze importate a scapito di varietà/razze locali o comunque tradizionali. Essendo l'attività agricola svolta in un contesto montano bisogna tener conto che i rapporti con l'ambiente sono molto più stretti ed interconnessi. L'utilizzo di determinate tecniche quali ad esempio l'uso delle reti antigrandine e le reti antinsetto, i trattamenti con prodotti fitosanitari e la gestione dei reflui zootecnici, hanno un impatto maggiore o comunque diverso che in aree pianeggianti ed omogenee.

In contesto montano l'apicoltura trova nelle aree montuose o comunque non pianeggianti, i luoghi in teoria più favorevoli sia per la gestione delle api, sia per l'ottenimento di prodotti di qualità. L'apicoltura infatti non richiede terreni di proprietà perché le api costituiscono dei micromanipolatori in grado di prelevare dall'ambiente le sostanze per loro vitali e di trasformarle o di secernere da questi tutti quelli che diventeranno poi i prodotti dell'apicoltura: miele, polline, propoli, gelatina reale, cera e veleno di api. L'apicoltura però trova oggi nelle zone montane alcune problematiche legate proprio alle modificazioni registrate dall'attività agricola in tali ambienti, come l'abbandono delle aree marginali ed il relativo rimboschimento che sottrae risorse alimentari, o l'intensificazione dell'attività agricola che porta all'uso di prodotti fitosanitari in habitat comunque frammisti tra vegetazione coltivata e naturale o semi naturale.

## Criticità e problematiche

### 1. Equilibrio tra agricoltura, ambiente e turismo in zone montane

Le passate e recenti tendenze dell'agricoltura di montagna, fanno supporre per i prossimi anni un panorama alquanto variabile nell'ambito degli utilizzi a scopi produttivi dei terreni agricoli. La grande facilità che in alcuni casi si osserva nel cambio di indirizzo produttivo, fermo restando le potenzialità pedoclimatiche, delle aziende agricole, potrebbe non permettere il consolidarsi di adeguate attività economiche in grado di caratterizzare l'agricoltura di montagna in Tren-

tino. Questi cambi di indirizzo, spesso legati a mode o a precise richieste di mercato, non permettono la messa a punto di adeguate soluzioni tecniche e la corrispondente formazione sul lungo periodo degli agricoltori stessi. Solo in alcuni casi, il recupero di aree agricole vocate ben attestate nel passato o particolarmente idonee alle aree trentine, hanno invece permesso la creazione di realtà economiche stabili, come ad esempio l'olivicoltura nel Garda. Questa situazione potrebbe avere inoltre delle ripercussioni negative sulla conservazione dal punto di vista paesaggistico e naturalistico delle aree montane, non permettendo una facile armonizzazione tra agricoltura e ambiente, tra produzioni agricole e fruizione turistica. Alcune soluzioni colturali non basate su studi di vocazionalità e con piani economici non ben definiti, potrebbero non avere successo dal punto di vista finanziario e ancor di più sotto l'aspetto della conservazione degli equilibri naturali. Un panorama mutevole delle aree coltivate e delle attività agricole potrebbe inoltre non permettere l'instaurarsi di giusti equilibri con quella fauna selvatica che potrebbe invece apportare un grande valore all'ambiente trentino, sia dal punto di vista naturalistico che economico, attraverso il turismo. I problemi legati alla gestione degli ungulati e dei grandi carnivori come l'orso e il lupo, saranno difficilmente risolti senza una programmazione mirata all'armonizzazione dei paesaggi e delle attività agricole. La scarsa redditività di alcune produzioni agricole in montagna, e la sempre maggiore competizione sulle produzioni di punta del sistema trentino, potrebbero poi spingere ad un sempre maggiore utilizzo di soluzioni tecniche che mettono in secondo piano gli aspetti qualitativi e di genuinità, che il consumatore si attende dai prodotti di montagna. Queste soluzioni produttive potrebbero altresì creare delle sempre più evidenti fratture all'interno delle comunità locali, se non venissero risolte alcune inderogabili problematiche di carattere ambientale, generate dall'agricoltura moderna, che d'altro canto viene giudicata da più parti come sempre meno attuale e sostenibile.

## 2. Sostenibilità economica delle aziende di montagna e delle micro-produzioni

La ridotta sostenibilità economica dell'agricoltura nelle zone marginali è legata alla mancanza di risorse umane, agli alti costi di produzione, alla ridotta produttività per unità di superficie ed alla maggiore incidenza di anomalie climatiche. Questo si traduce frequentemente in remunerazioni insufficienti. Un'ulteriore problematica dell'agricoltura nelle zone marginali, ma presente anche in zone agricole primarie, è quella della frammentazione fondiaria e particellare, che introduce complessità gestionale e aggravi sulla redditività delle imprese. Questo fattore costituisce inoltre un limite nell'applicazione di protocolli di gestione biologica delle coltivazioni. L'agricoltura di montagna, che in gran parte insiste in aree marginali, si basa in generale su aziende di piccole dimensioni, che a causa della giacitura dei terreni, delle condizioni climatiche e del frazionamento delle aziende, sostengono costi maggiori per l'ottenimento dei propri prodotti. Le piccole aziende in genere realizzano micro-produzioni, che trovano una ricompensa economica solo se valorizzate individualmente anche con l'ausilio di marchi territoriali, basati su disciplinari di produzione, attestati di qualità e uno stretto legame territoriale. Questa è l'ottica con cui si stanno adottando a livello provinciale i vari protocolli del "Marchio Qualità Trentino", operando in una logica di sistema e veicolando opportunamente l'attenzione dei consumatori. Un aspetto problematico delle micro-produzioni è dato sia dalla trasformazione dei prodotti agricoli in alimenti commercializzabili, sia da una adeguata programmazione nella produzione complessiva, al fine di non creare nocivi effetti di saturazione dei mercati di destinazione dei prodotti. Questo ultimo effetto è particolarmente evidente quando le produzioni sono destinate alla vendita in loco attraverso la fruizione turistica. D'altro canto, il modello cooperativo, adottato da decenni in Trentino sia nella

frutticoltura sia in parte nella viticoltura, fatica ad ottenere i medesimi brillanti risultati in campo zootecnico ed in altri possibili rami produttivi per l'agricoltura di montagna. Lo scollamento tra la vocazione delle aree produttive e la disordinata diversificazione delle produzioni locali, potrebbero portare anche ad una sempre maggiore sotto-reddittività delle attività agricole poste in aree montane, se queste sono destinate a produrre beni non chiaramente riconoscibili e altrove ottenibili in modo più economico o in quantità superiori.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Individuazione delle aree montane vocate alle specifiche colture/allevamenti adatte all'ambiente di montagna e/o marginale

Negli ultimi decenni si sono affermate colture in grado di ottenere produzioni collocabili al di fuori dell'area montana, anche grazie ai moderni ausili a disposizione. In questa ottica si sono diffuse le colture maggiormente in grado di produrre reddito e si è persa la reale vocazione delle aree montane, con ripercussioni sugli equilibri naturali e sulla conservazione della biodiversità e del paesaggio. Al fine di ricondurre l'agricoltura di montagna ad un rapporto equilibrato con l'ambiente su cui insiste, risulta dunque quanto mai necessaria un'indagine approfondita sulle reali vocazioni delle aree montane trentine e quindi sulle opportunità di indirizzare le produzioni agricole su percorsi più sostenibili. Per esempio, lo studio dei popolamenti apistici trentini attuali è fondamentale nell'ottica della ricostituzione di popolazioni di *Apis mellifera* perfettamente adattati al clima ed agli ambienti alpini e che, al contempo, siano in grado di valorizzare le produzioni di mieli locali di montagna. Si evidenzia inoltre l'importanza della corretta quantificazione degli impatti generati dall'introduzione di processi e tecnologie dal punto di vista ambientale, sociale ed economico affinché le soluzioni introdotte siano sostenibili per le piccole realtà di montagna nel rispetto delle specificità locali e territoriali.

### 2. Scelta di indirizzi produttivi e modalità che favoriscano l'alto valore qualitativo e la creazione di un marchio

L'agricoltura di montagna è particolarmente vocata per l'ottenimento di micro produzioni di alta qualità. La qualità deve tuttavia essere misurata e la scelta delle produzioni deve essere fatta sulla base della qualità dei prodotti ottenibili in ambiente montano. La valorizzazione di questi prodotti di qualità deve avvenire attraverso una strategia complessiva di valorizzazione dell'agricoltura di montagna.

### 3. Istituzione e valorizzazione della figura dell'agricoltore custode di ambiente e territorio, biodiversità e tradizione

La figura dell'agricoltore custode è in genere riferita alla azione di conservazione della cosiddetta biodiversità agraria. Numerose leggi regionali hanno inoltre istituito la figura del "coltivatore/allevatore custode", che viene definito come colui che "provvede alla conservazione *in situ*, nell'ambito dell'azienda agricola, delle risorse genetiche locali di interesse agrario a rischio di estinzione". È fondamentale il ruolo che gli agricoltori possono svolgere nella salvaguardia di un sistema produttivo sostenibile sotto il profilo ambientale ed economico, attraverso la conservazione e la trasmissione della tradizione agricola locale, la valorizzazione delle tipicità locali e la cura e protezione del territorio dagli effetti dannosi dell'abbandono delle attività agricole in genere. Il concetto di custodia è stato inoltre esteso anche all'apicoltura. La figura dell'agricoltore/

allevatore/apicoltore custode, deve prevedere però una adeguata formazione, ma ancora prima uno studio su quali siano gli oggetti della custodia. L'azienda diretto-coltivatrice a gestione familiare, dove possibile, va sostenuta per le sue capacità di resilienza.

#### **4. Individuazioni di adeguati *business plan* a livello territoriale, di filiera ed aziendali**

Uno studio di progettazione dell'azienda che operi nell'ambito dell'agricoltura di montagna, deve riguardare non solo gli indirizzi produttivi ma anche gli aspetti economici e commerciali. La corretta dimensione delle aziende e la scelta delle razze e delle varietà delle colture, deve essere fatta anche sulla base della collocazione dei rispettivi prodotti sul mercato locale e globale. I quantitativi di produzione devono essere scelti sulla base di un *business plan* che valuti quanto prodotto possa essere collocato in loco, sia tra i locali sia i turisti, e quanto possa essere invece trasferito ad altri mercati anche con modalità non convenzionali come la vendita *on line*. Soprattutto per quanto riguarda il marketing un'azione consociata tra aziende potrebbe risultare fondamentale per l'aumento della risonanza e la condivisione dei costi relativi alla commercializzazione delle micro-produzioni dell'agricoltura di montagna. Anche la trasformazione di alcune produzioni, indispensabile per aggiungere valore alle stesse e renderle conservabili e quindi per poter rifornire costantemente i mercati locali o meno, non può che in alcuni casi essere attuata a livello aziendale. Ci potranno essere quindi delle aziende che si occupano solo della trasformazione, mentre la produzione potrebbe essere effettuata laddove necessario a carico di un'altra realtà, che ricevendo i prodotti dalle aziende agricole le trasforma rendendole all'azienda produttrice delle materie prime oppure commercializzandole in modo consortile.



## VALORIZZAZIONE DEL BINOMIO AGRICOLTURA-TURISMO E TUTELA DEL PAESAGGIO



Il Trentino ha una particolare vocazione turistica le cui potenziali sinergie con il settore agricolo e forestale possono essere ulteriormente valorizzate. Quantificare il turismo rurale non è semplice per diversi motivi tra i quali vanno citati almeno i seguenti: non esiste una definizione di ruralità univocamente accettata, esistono forme di “deriva” del turismo urbano verso le aree rurali (per escursioni o acquisto prodotti); quindi non tutto il turismo che si svolge nelle aree rurali è legato alla ruralità. Nell’Unione Europea, dei 1.175 milioni di pernottamenti registrati nel 2016 nelle strutture extralberghiere compresi i camping, 530 milioni, pari al 45%, hanno riguardato strutture collocate in aree rurali. Il dato relativo alle strutture alberghiere è naturalmente più contenuto: sui circa 1.879 milioni di pernottamenti rilevati nel 2016, poco meno di 507 milioni, pari al 27% del totale, sono stati registrati in aree rurali. L’Italia non si discosta molto dalle medie UE: si svolgono in aree rurali il 44% dei pernottamenti in strutture extralberghiere, il 31% dei pernottamenti in strutture alberghiere. Il turismo rurale può assumere diverse forme: dall’agriturismo, in cui l’azienda agricola diventa il fulcro dell’attività turistica, al turismo enogastronomico, trainato dalle specialità alimentari dei luoghi, al turismo culturale, diretto verso giacimenti culturali tipici dell’ambiente rurale, a forme di vacanza attiva, fino ad offerte integrate che prevedono una commistione di diversi elementi. In Trentino nel 2017 le aziende agrituristiche autorizzate erano 464, 33 in più rispetto all’anno precedente (+ 7,7%) e i clienti negli agriturismi trentini hanno fatto registrare 114.021 arrivi (+ 12,1% rispetto al 2016) e 369.510 presenze (+ 11,7%). Il numero di agriturismi in Provincia, e dei servizi da loro offerti, è

obiettivamente ridotto a confronto dell'attrattività turistica.

Il rapporto di un'offerta turistica di questo tipo con l'agricoltura è evidentemente mediato dal paesaggio. Se ogni azione di sviluppo agisce inevitabilmente sul paesaggio, modificandolo fisicamente o influenzando la percezione da parte di residenti e non, nelle zone rurali i tratti paesaggistici tipici sono il risultato dell'attività agricola nel corso del tempo. Il paesaggio viene oggi considerato uno dei più importanti elementi di identificazione dei luoghi, intreccio dell'azione di natura e cultura. Il paesaggio è quindi una risorsa identitaria molto importante, fondamentale per il senso di appartenenza alla propria comunità e per un'elevata qualità della vita individuale e sociale. La conseguenza di una maglia aziendale formata da unità di piccole dimensioni, per di più molto frammentate, che hanno trovato un loro equilibrio economico attraverso l'integrazione con una forte rete di cooperative agricole, è una spinta alla specializzazione colturale. I comparti trainanti, in termini di Produzione Lorda Vendibile, sono gestiti secondo modelli produttivi intensivi caratterizzati da elevati livelli di valore aggiunto per ettaro. Particolarmente in questi comparti gli attori agricoli, anche in aree interessate da movimenti turistici importanti, sembrano inconsapevoli o poco sensibili ai possibili effetti positivi o negativi delle loro azioni sul paesaggio. Se le aree rurali si spopolano ulteriormente verranno a mancare gli individui di formazione più elevata, con un conseguente problema di competitività. Diminuendo la popolazione, sarà sempre più difficile mantenere i servizi, mantenere la cura dei centri rurali e del paesaggio, con una ricaduta importante sull'attrattività turistica dei luoghi. Non si tratta quindi solo di garantire un reddito adeguato alle popolazioni dei territori rurali, ma anche di costruire occasioni di lavoro per altri profili (non legati in senso stretto all'agricoltura); in quest'ottica il settore turistico potrebbe offrire delle risposte. Nelle proposte di turismo rurale emerge un disallineamento reciproco degli attori locali che porta a situazioni di carenza di servizi complementari all'offerta ricettiva oppure, al contrario, a fenomeni di sovrapposizione o incoerenza tra eventi, proposte e calendari. L'offerta di servizi al turista non sempre è inserita in un quadro sistematico; ad esempio, possono essere presenti strutture tipo B&B, ma mancano i ristoranti, oppure i servizi sul territorio non sono segnalati. Il disallineamento si avverte anche tra enti pubblici e operatori privati e, non da ultimo, tra settore agro-forestale e quello turistico. Non sempre si riesce a valorizzare l'identità dei territori e quindi a distinguerli l'uno dall'altro e ad esprimere prodotti diversi legati indissolubilmente alla zona di origine. Il progetto "Marchio Qualità Trentino" è orientato in questo senso. Di alcuni prodotti non è così evidente il legame con il territorio, e quindi diventa difficile dimostrare il perché, se ottenuti in Trentino, hanno caratteristiche uniche e diverse dallo stesso prodotto proveniente da altri areali. Tale legame non è da considerarsi solo in termini di prodotto finito, ma anche in relazione alle tecniche di coltivazione e dell'adattamento di razze o varietà nel territorio. Il comparto agriturismo fatica inoltre a valorizzare le produzioni della filiera foresta-legno trentino negli edifici, anche alla luce dei limiti del sistema stesso.

## Criticità e problematiche

### 1. Coesistenza tra agricoltura e turismo

Si sta assistendo ad un trend che vede specializzarsi molto alcune aree in determinate produzioni, mentre in altri territori, maggiormente vocati al turismo, l'agricoltura sta assumendo un ruolo coreografico e marginale nella creazione di reddito. Nei territori molto specializzati (Val di Non, Piana Rotaliana, Val di Cembra, ecc.), segnati da un settore primario competitivo e remunerativo, gli investimenti nella valorizzazione in chiave turistica hanno un carattere più episodico che strategico. In generale si potrebbe investire maggiormente

sull'impatto estetico dell'agricoltura, sulla cura del paesaggio, della vivibilità e del rendere l'ambiente a misura di turista.

Un aspetto paesaggisticamente rilevante sono le coperture in frutticoltura: reti antigrandine, teli antipioggia, reti antinsetto, coperture per tunnel destinati ai piccoli frutti. Sono elementi importanti per l'agricoltura, e talvolta, come ad esempio per le reti antigrandine o antinsetto, hanno un valore economico o ambientale, perché abbattano il rischio di perdite di produzione dovuti a danni da grandine o riducono l'utilizzo al ricorso degli insetticidi, ma possono generare un impatto visivo rilevante.

Nella gestione dei corsi d'acqua e dei canali di irrigazione e drenaggio, spesso si è favorita l'intubazione degli stessi, andando a togliere un ulteriore elemento di vivacità del paesaggio. Si perdono quindi nel tempo quegli elementi identitari che generano riconoscibilità e senso di appartenenza, quali alberi diversi da quelli coltivati (mandorlo, gelso, noce, ecc.), panchine, muretti a secco, canali a vista, abbellimenti floreali ecc.

Di converso nei territori ad agricoltura debole, che solo attraverso i premi della Politica Agricola Comune riesce a far rientrare nel bilancio aziendale una parte delle esternalità rese alla collettività, il rischio è di doversi uniformare a un turismo che può rimanere rurale nella sua collocazione, ma urbano nel suo svolgersi. Ad esempio, all'interno di una montagna intesa come "parco-divertimenti", le attività agricole e zootecniche potrebbero rischiare di diventare una delle tante attrazioni, standardizzate, prive di identità distintiva e, nel medio periodo, anche di competitività sui segmenti più remunerativi del mercato.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Innovazioni per migliorare l'impatto sul paesaggio e sull'attrattività turistica

Con particolare riferimento alle problematiche delle aree di agricoltura intensiva, una loro mitigazione può venire da attività di progettazione o pianificazione che prevedano l'inclusione di considerazioni paesaggistiche nelle zonazioni e/o bonifiche agrarie. Vanno considerati anche il recupero e la valorizzazione delle sistemazioni agrarie ed elementi del costruito finalizzati a conservare ed arricchire il patrimonio ambientale e paesaggistico attraverso una riduzione, dove possibile ed economicamente sostenibile, della eccessiva regolarità degli appezzamenti, la valorizzazione dei corsi e degli specchi d'acqua che toccano o attraversano i terreni agricoli, il recupero di materiali "naturali" negli impianti fruttu-viticoli, così come nelle strutture agricole e agrituristiche. Oltre a queste attività di trasferimento tecnologico, le soluzioni possono venire da attività di ricerca in collaborazione con università e altri istituti, sia per mettere a punto soluzioni ingegneristiche, per esempio relative alla problematica delle reti in frutticoltura, sia per valutare, anche in termini percettivi, gli impatti di diverse scelte tecniche sul turismo e sul turista.

### 2. Valorizzazione di colture e prodotti tradizionali abbandonati o in via di abbandono e introduzione di nuove colture e prodotti adattati all'ambiente locale

Con particolare riferimento alle problematiche specifiche delle aree di agricoltura marginale, una loro mitigazione può venire dallo studio di varietà di piante e razze animali di origine locale o comunque di area alpina, che potrebbero ancora oggi essere utilizzabili nell'ottica di ottenere prodotti qualificanti per l'agricoltura di montagna e che allo stesso tempo rendano tale attività remunerativa dal punto di vista economico. Non vanno certamente scartate a

priori nuove coltivazioni e nuovi allevamenti che potrebbero essere idonei alle vocazioni delle aree montane trentine ed allo stesso tempo ben integrate con l'ambiente circostante e col percorso culturale locale. Ad esempio la canapa ed il nocciolo non hanno avuto nel passato una grande diffusione nelle aree montane del Trentino ed oggi queste si stanno diffondendo notevolmente in Italia, specie in aree collinari e montuose. In Trentino andrebbero valutate però le implicazioni complessive nell'ottica di una introduzione di queste colture su ampia scala. Al contrario la gelsicoltura per l'allevamento del baco da seta, che nel passato ha fatto realmente la fortuna economica di alcune aree del Trentino, potrebbe essere reintrodotta visto il nuovo interesse che la bachicoltura sembra riscuotere nell'ambito della produzione di sete di altissima qualità. Altre colture un tempo diffuse nelle aree montane come il grano saraceno, la colza e il girasole, potrebbero svolgere sia un ruolo importante per l'ambito zootecnico ma anche come riequilibrio delle flore nettarifere.

### 3. Contaminazione della programmazione turistica con considerazioni agricole e forestali e viceversa

L'implementazione delle soluzioni sopra descritte richiede anche cambiamenti istituzionali e di processo. Per esempio, la legge provinciale sulla politica di promozione turistico-territoriale prevede APT articolate secondo ambiti geografici, ma, data la specificità del turismo rurale e l'opportunità di una regia a livello provinciale si potrebbe pensare, se non proprio a una APT tematica sul turismo rurale, a uno specifico organismo in seno a Trentino Marketing. In questo modo la valorizzazione di eventi o dei giacimenti culturali delle aree rurali trentine potrebbe aver luogo in modo coordinato. Tale contesto potrebbe essere l'arena per promuovere progettualità condivise tra operatori dei diversi settori secondo l'approccio integrato, endogeno, *bottom-up* caratteristico della misura LEADER sperimentate negli ultimi 25 anni. A titolo di esempio, oggetto di progettazione condivisa potrebbero essere la promozione e valorizzazione di percorsi, sentieri, esperienze, ecc., legati a tematiche di agricoltura e selvicoltura, come anche interventi con cui approfondire e diffondere la conoscenza delle potenzialità di una valorizzazione culinaria dei prodotti agroalimentari, della storia e della cultura di cui sono portatori. Il retroterra culturale e storico di un certo prodotto sta diventando infatti un elemento di differenziazione di mercato sempre più importante.



## DIFESA DELLE COLTURE: USO SOSTENIBILE DI PRODOTTI FITOSANITARI E METODI ALTERNATIVI

Negli ultimi decenni, il Trentino ha posto molta attenzione sull'impatto dei prodotti fitosanitari di sintesi chimica in agricoltura, anche se permangono, seppur a livelli inferiori ai limiti di legge, residui nei prodotti agroalimentari e nell'ambiente. I risultati finora ottenuti sull'uso sostenibile di mezzi di controllo chimici ed alternativi in agricoltura rappresentano un ottimo punto di partenza per realizzare un sistema agricolo con un input chimico minimale, anche se si evidenzia spesso la mancanza di alternative efficaci all'impiego dei principali principi attivi attualmente in uso.

I prodotti fitosanitari di sintesi chimica hanno svolto, e continuano a svolgere, un ruolo chiave nell'incremento della produzione agraria. La crescita costante della popolazione mondiale e il passaggio da un'agricoltura di sussistenza ad una coltivazione intensiva ha determinato negli ultimi decenni un incremento continuo dell'impiego di tali prodotti a livello mondiale. Nel 2016, in Italia sono state distribuite 60.259 t di principi attivi e la Provincia di Trento, con una quantità pari a 4.586 t, si collocava al dodicesimo posto tra le province italiane. In Trentino, nel periodo 2003-2016, la distribuzione di erbicidi è stata costante, quella di insetticidi e acaricidi si è ridotta gradualmente, mentre i fungicidi, al contrario, hanno avuto una crescita, dovuta però alla sostituzione di alcune molecole di sintesi con zolfo e polisolfuri che necessitano di dosaggi ad ettaro più elevati. Rame e zolfo, prodotti chiave nell'agricoltura biologica, entrano anch'essi nel computo delle quantità distribuite, per cui la conversione



al biologico porta inevitabilmente un incremento dei dosaggi dei prodotti distribuiti, in quanto le quantità ad ettaro di questi principi sono maggiori rispetto a molti prodotti di sintesi. Rispetto alla quantità, l'indice più appropriato per valutare l'impatto è quello della tossicità. In questo caso c'è stata una riduzione progressiva dei principi attivi di classe "nocivo" e "molto tossico e/o tossico" e i prodotti fitosanitari "non classificabili" (non tossici) sono stati quelli maggiormente distribuiti in Trentino. La distribuzione dei prodotti a base rameica è rimasta costante, anche per i limiti imposti dalla normativa vigente.

I prodotti fitosanitari possono lasciare livelli minimi nei prodotti trattati che vengono denominati "residui". Il livello massimo di residuo (LMR) è un valore legale di riferimento che rappresenta il livello massimo di un residuo atteso in/o sugli alimenti o mangimi. Le quantità di residui ammesse e presenti negli alimenti sono sicure per i consumatori e sono il valore più basso possibile. Sulla base dei risultati analitici forniti dai paesi UE, EFSA effettua un'analisi annuale dettagliata sui residui di pesticidi nei più importanti prodotti alimentari consumati e sul rischio per i consumatori, correlato all'esposizione con la dieta. Nel 2016, il 50,7% dei campioni analizzati era privo di residui quantificabili, mentre il 45,5% conteneva residui quantificati che non superavano gli LMR. Alla luce dei risultati, EFSA ha concluso che è improbabile che l'esposizione dietetica a lungo termine ai principi attivi analizzati possa rappresentare un rischio per i consumatori. La maggior parte dei principi attivi e degli additivi dei prodotti fitosanitari viene assorbito dalle piante o viene degradato fisicamente o microbiologicamente. Una parte considerevole di tali composti però si diffonde nell'agroecosistema attraverso il dilavamento o per deriva accumulandosi nel suolo, nelle acque superficiali e sotterranee. Se non degradati, una volta accumulatisi in tali matrici, questi possono entrare nella catena trofica, con un impatto negativo sulla biodiversità dell'agroecosistema. In alcuni casi specifici e nel tempo (bio-accumulo) possono causare problemi tossicologici negli animali e nell'uomo.

Una percezione errata del rischio legato alla presenza di residui di pesticidi negli alimenti e nell'ambiente è spesso legata ad informazioni non corrette. La società civile può però giocare un ruolo importante nella riduzione graduale dell'input chimico in agricoltura, richiedendo dei prodotti con un minore impatto sull'ambiente. Negli ultimi anni, l'UE ha adottato misure che mirano ad una riduzione graduale dell'input chimico in agricoltura, promuovendo l'agricoltura biologica (Regolamento CE N. 834/2007) e l'uso sostenibile di prodotti fitosanitari di sintesi chimica in agricoltura (Direttiva 2009/128/CE). La riduzione dell'input chimico può essere raggiunta in parte impiegando varietà colturali che presentino una minore suscettibilità agli agenti fitopatogeni, materiale di propagazione sano, pratiche agronomiche e colturali, agricoltura di precisione, lotta biologica agli insetti dannosi, feromoni ed altri semiochimici e semiofisici per monitoraggio, cattura massale e confusione sessuale, reti e protezione fisica, tecnica del maschio sterile, ma soprattutto con l'utilizzo di bioagrofarmaci di natura microbiologica, vegetale o animale. L'impiego di questi prodotti ha il vantaggio di non aver impatto negativo sull'ambiente, di non lasciare residui e di essere sicuri per gli operatori, ma ha costi solitamente maggiori rispetto i prodotti di sintesi ed efficacia inferiore soprattutto quando la pressione della malattia è alta.

## Criticità e problematiche

### 1. Riduzione della disponibilità di principi attivi sul mercato

In futuro è probabile che i produttori agricoli dovranno fronteggiare una riduzione nella disponibilità di principi attivi di sintesi sul mercato. Tale riduzione sarà dovuta in primo luogo a fattori economici legati al termine delle protezioni

brevettuali che coprono i principi attivi attualmente in uso che porterà ad una caduta d'interesse da parte delle industrie produttrici e conseguente non rinnovo della richiesta di autorizzazione. Tale aspetto è affiancato dalla difficoltà nello scoprire nuovi principi attivi che abbiano tutte le caratteristiche che ne permettano lo sviluppo come prodotti fitosanitari. I costi legati alla registrazione di tali sostanze hanno inoltre determinato una riduzione progressiva delle *pipeline* produttive. In aggiunta, le vigenti normative hanno determinato indirettamente la scomparsa dal commercio di diversi principi attivi e potrebbero, in futuro, giocare un ruolo determinante nella disponibilità di prodotti fitosanitari sul mercato.

## 2. Insorgenza di popolazioni resistenti e casi epidemici di patogeni/parassiti secondari dovuti alla ridotta disponibilità di principi attivi

La riduzione della disponibilità di principi attivi impiegabili nei disciplinari di difesa integrata potrebbe essere, a sua volta, alla base di una futura problematica. L'impiego di un ridotto numero di principi attivi con azione specifica associata alla riduzione graduale di principi attivi ad ampio spettro d'azione, come ad esempio il rame, potrebbe portare allo sviluppo di popolazioni patogene resistenti a principi attivi di sintesi. Lo stesso quadro potrebbe riproporsi per gli insetti dannosi al momento dell'esclusione dei neonicotinoidi dai disciplinari di difesa integrata, riproponendo un effetto già accaduto per i fosfororganici contro carpocapsa in melicoltura.

Allo stesso modo, tale aspetto potrebbe favorire l'accrescersi di popolazioni di patogeni secondari che al momento non rappresentano una problematica per il comparto agricolo trentino. Casi simili si sono comunque verificati nel passato come nel caso di *Eupoecilia ambiguella*, e poi quello di *Argyrotenia liunjiiana* a causa della riduzione della pressione degli insetticidi di sintesi per il controllo di *Lobesia botrana*.

Nel 2011, è stata registrata per la prima la comparsa della malattia fogliare da *Marssonina coronaria* in Alto Adige in meleti a conduzione biologica dove l'impiego di principi attivi di sintesi non è ammesso. Tale patogeno fungino è parzialmente sensibile ad alcuni principi attivi impiegati in frutticoltura e, pertanto, la riduzione della disponibilità di principi attivi efficaci potrebbe determinare un aumento dei danni dovuti a questo fungo patogeno secondario. La mancanza di informazioni sulla epidemiologia dei patogeni e insetti dannosi secondari potrebbe rappresentare un'ulteriore problematica importante qualora le condizioni ambientali ne dovessero favorire gli attacchi sui vegetali.

## 3. Impatto eco-tossicologico degli additivi impiegati nei prodotti fitosanitari

I prodotti fitosanitari sono composti da un principio attivo e da altri ingredienti denominati additivi (tensioattivi, stabilizzatori, repellenti) che hanno il fine di implementare l'efficacia del principio attivo riducendone quindi la quantità impiegata nella formulazione finale. Nella maggior parte dei casi, infatti, la componente degli additivi rappresenta la parte preponderante del prodotto fitosanitario, fino a rappresentare il 99% (peso/volume) della formulazione. Al momento, è comune che le etichette dei prodotti fitosanitari riportino la concentrazione del principio attivo impiegato mentre la componente degli additivi impiegati e la composizione non è spesso resa pubblica. L'Environmental Protection Agency negli Stati Uniti ha stimato che vi è la disponibilità di 4.000 additivi in commercio e per molti di essi non è nota la tossicità. Studi recenti hanno messo in evidenza come gli additivi possano avere un impatto negativo su ambiente e biodiversità e contribuire all'incremento della tossicità del prodotto fitosanitario verso gli animali. Ad esempio, è stato

dimostrato che gli adiuvanti come lo xilene determinavano un significativo aumento della tossicità verso colture di cellule umane dei prodotti fitosanitari in cui erano contenuti. Sulla base di questi dati, è possibile che possa essere richiesto fornire maggiori informazioni sull'impatto ambientale che possono avere gli additivi e le possibili interazioni con i principi attivi nella fase di registrazione dei prodotti fitosanitari. Tale eventualità, potrebbe determinare una riduzione ulteriore della disponibilità dei prodotti fitosanitari in agricoltura.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Misure per la riduzione delle quantità dei principi attivi

La presenza di residui nell'ambiente e negli alimenti può essere ridotta ottimizzando la gestione del sistema produttivo. Nell'immediato la riduzione si può ottenere migliorando i disciplinari di difesa integrata mediante la scelta dei principi attivi autorizzati e l'aumento dell'efficienza della distribuzione dei prodotti fitosanitari. La riduzione può essere anche ottenuta mediante l'impiego di materiale di propagazione sano che eviti l'introduzione di materiale infetto, il rispetto degli organismi utili e la presenza di infrastrutture ecologiche, la buona gestione agronomica e la riduzione dell'inoculo. La riduzione può essere anche ottenuta mediante la sostituzione dei prodotti di sintesi con principi attivi basati su molecole naturali, microrganismi e/o loro derivati, mezzi fisici inseriti o biotecnologici. In questo momento le soluzioni disponibili sono poche ed è necessario che la ricerca metta a punto nuovi prodotti e sistemi. L'ottimizzazione del momento di trattamento costituisce un'ulteriore soluzione per ridurre i trattamenti ed aumentarne l'efficacia. Allo stato attuale ci sono pochi modelli di previsione di patogeni e parassiti, soprattutto per le colture del Trentino e i relativi patogeni/parassiti. Per aiutare gli agricoltori nella corretta applicazione, una soluzione è data dai sistemi di supporto alle decisioni anche se tali sistemi necessitano al momento di ulteriore miglioramento.

### 2. Metodi di controllo basati su semiochimici o semiofisici e su biotecnologie nei confronti di specie di artropodi emergenti o invasive

L'impiego su vasta scala della confusione sessuale basata su feromoni nei confronti degli insetti chiave può essere sviluppato ed esteso ad altri insetti emergenti, secondari o alieni invasivi. È necessaria quindi l'individuazione e la sintesi di nuovi feromoni sessuali. Per le specie che non utilizzano feromoni sessuali ma comunicano attraverso vibrazioni si possono implementare strategie di interferenza della comunicazione sessuale basate su segnali vibrazionali. Nei confronti di tali specie emergenti è necessario anche lo sviluppo graduale di altri metodi di controllo basati su semiochimici come la cattura massale e l'*attract-and-kill*, anche tramite l'utilizzo di trappole multistimolo. Nel caso di alcuni insetti fitofagi non è e non sarà possibile raggiungere adeguati livelli di controllo facendo ricorso esclusivamente a strategie basate sull'interferenza con la comunicazione, ma sarà necessaria l'integrazione con altri metodi di controllo biotecnologici, come ad esempio la tecnica del maschio sterile, l'ingegneria genetica (*gene driving*), o l'utilizzo di microrganismi simbiotici come *Wolbachia*.

### 3. Prodotti innovativi di natura microbiologica e/o biotecnologica per il controllo dei patogeni principali e di quelli emergenti delle colture di interesse per il Trentino

L'entrata in vigore dei disciplinari di lotta integrata sta offrendo nuove opportunità per lo sviluppo di nuovi prodotti fitosanitari di origine microbiologica o basati su molecole naturali e biodegradabili. Anche alcuni metaboliti di origine microbica possono venire impiegati in agricoltura. Per il controllo di patogeni chiave, come *P. viticola* e *V. inaequalis*, si può andare ad agire sulla riduzione del potenziale d'inoculo. Ulteriori soluzioni sono costituite dal potenziamento dell'azione di popolazioni microbiche benefiche capaci di proteggere le piante dagli agenti fitopatogeni mediante la produzione di metaboliti secondari tossici e/o attivando i meccanismi di resistenza. Applicando delle formulazioni contenenti sostanze nutritive semplici o complesse è possibile influenzare in modo selettivo quelle componenti delle popolazioni microbiche naturali capaci di promuovere la crescita delle piante ed il contenimento dei principali agenti fitopatogeni. Ulteriori soluzioni possono essere ricercate negli organismi endofiti delle piante, virus patogeni dei parassiti batterici e nei derivati biotech dei peptidi e acidi nucleici (DNA e RNA).

### 4. Alternative ai principi attivi candidati per la sostituzione e strategie di difesa per prevenire la resistenza

I candidati alla sostituzione e i principi attivi verso cui sono state introdotte delle limitazioni necessitano da un lato l'individuazione di soluzioni alternative e dall'altra una migliore programmazione delle strategie di difesa. Le soluzioni alternative al rame, agli oli minerali, ai neonicotinoidi, agli erbicidi, ai triazoli e ai ditiocarbammati ad esempio includono molecole naturali, microrganismi, semiochimici, metodi fisici e tecnologici, ma anche l'ottimizzazione delle quantità permesse. La riduzione del numero e delle famiglie dei principi attivi comporta però un maggior rischio di sviluppo di resistenze, che possono essere prevenute mediante strategie d'intervento che combinino/alternino i vari principi attivi, o integrino tecniche di nuova generazione. In aggiunta la sostituzione di alcuni principi attivi a largo spettro con altri più specifici può anche dare origine allo sviluppo di patogeni/parassiti secondari. Una soluzione per prevenire questo problema è data dallo sviluppo di metodi rapidi di allerta (es. metodi molecolari, sensori, trappole, ecc.).



## PATOGENI/PARASSITI EMERGENTI, SPECIE ALIENE E IMPATTO SU SALUTE E AMBIENTE

Le specie aliene invasive (IAS) sono animali e piante che vengono introdotte accidentalmente o deliberatamente in un ambiente naturale in cui non si trovano normalmente, con gravi conseguenze negative per l'uomo, le piante e gli animali autoctoni, l'economia, la biodiversità, e la salute umana e animale. Affinché una specie diventi invasiva, deve arrivare, sopravvivere e prosperare. Le IAS si caratterizzano per il rapido tasso di crescita e l'alta capacità di dispersione abbinata alla tolleranza ad un'ampia gamma di condizioni ambientali rispetto alle specie endemiche. Si diffondono su scala globale tramite i traffici commerciali ed i movimenti turistici e il loro numero è in trend crescente e non pare aver affatto raggiunto un livello di saturazione. Oltre a rappresentare un serio rischio per le specie autoctone a danno della biodiversità e dei delicati equilibri nell'ecosistema, causano notevoli perdite economiche alle colture agrarie e forestali. Una quantificazione del danno causato dalle IAS a livello globale è molto difficile da quantificare, ma in generale quello economico si stima in 1 trilione di euro, vale a dire il 5% dell'economia mondiale. Al danno prettamente economico ed ecologico, si aggiungono i rischi per la salute umana e l'impatto sociale dovuti all'introduzione di malattie e vettori, piante allergeniche e insetti semplicemente fastidiosi con puntura urticante.

Oltre alle specie invasive, anche patogeni e parassiti endemici emergenti possono, a seguito dei rapidi cambiamenti ambientali e socio-economici, aumentare ed estendere la loro area geografica con conseguente impatto sulla produzione agro-zootecnica, sulla sanità pubblica e sull'ambiente. Anche l'accelerazione dei cicli riproduttivi dovuti al riscaldamento globale porta spesso ad un aumento

della virulenza di molti parassiti e patogeni già esistenti sul territorio, come nel caso delle malattie da zecche e di quelle trasmesse da mammiferi, oltre alla migrazione a quote più elevate invadendo altri habitat e interessando nuove specie autoctone. Dal 2010 ad oggi, il tasso di introduzione di specie aliene invasive in Italia è stato pari a 13,1 specie all'anno; entro il 2020, si stima che le nuove specie aliene invasive introdotte dall'uomo saranno 131 contro le 111 nuove specie introdotte nel primo decennio degli anni 2000. Nel caso del Trentino e Veneto, sono attualmente conosciute 99 specie di vertebrati aliene, di cui 46 d'acqua dolce, 24 marine e 29 terrestri.

Per evitare l'introduzione deliberata di specie esotiche invasive nel territorio UE, l'importazione di animali e vegetali è soggetta a controlli ufficiali; in Italia, tali controlli sono, rispettivamente, effettuati presso i Posti di ispezione frontaliera o attraverso i Servizi fitosanitari regionali. In campo fitosanitario, specifiche liste di malattie e organismi nocivi di potenziale importanza economica per le piante coltivate sono pubblicate dall'European Plant Protection Organization (EPPO). A livello nazionale, è stato recepito un programma Europeo che ha l'obiettivo di contribuire al rilevamento tempestivo e all'eradicazione di parassiti a rischio di ingresso o entrati nei paesi dell'UE. In Trentino il rischio e la suscettibilità derivante dall'introduzione di varie tipologie di IAS è elevato. Sono diverse le IAS che hanno un forte impatto sulla biodiversità (gambero rosso americano, scoiattolo grigio, robinia), sulle attività economiche (fitofagi come il cinipide del castagno e la cimice del pino), sulla salute umana (*Ambrosia artemisiifolia*, zanzara tigre *Aedes albopictus*, zanzara coreana *Aedes koreikus*) e sull'agricoltura e foreste (*Drosophila suzukii*, *Diabrotica virginifera*, *Tuta absoluta*, *Dryocosmus kuriphilus*, *Halyomorpha halys*). I tassi di crescita del fenomeno fanno sì che ci troviamo a fronteggiare minacce sempre nuove.

Il rischio di perdita di biodiversità provocato dall'introduzione di specie aliene e le varie problematiche di carattere economico, sanitario e socio-culturale che scaturiscono da questo genere di "inquinamento biologico" potrebbe essere amplificato da carenze nella pianificazione, nella gestione e nel controllo di queste specie nel nostro territorio. La prevenzione rappresenta attualmente l'arma più efficace anche se molto spesso non viene attuata in maniera ottimale. Non esiste un piano operativo integrato capace di tempestività nella raccolta e nell'organizzazione delle informazioni relative alle vie di penetrazione e al processo d'invasione con conseguente mancanza di azioni coordinate e standardizzate, omogenee rispetto ai territori circostanti. Quando le specie invasive sono già presenti è necessario intraprendere adeguate azioni di gestione volte all'eradicazione e controllo, che spesso sono carenti perché ostacolate da problemi tecnici ed economici di varia natura. La regolamentazione e le azioni intraprese non sono sufficienti se la società civile non è adeguatamente coinvolta in queste azioni di tutela.

## Criticità e problematiche

### 1. Aumento del rischio sanitario vegetale, umano ed animale

L'introduzione di organismi alieni può portare a una sostanziale alterazione dell'equilibrio degli ecosistemi attraverso la sostituzione di specie autoctone con altre di nuova introduzione. Si prevede una progressiva perdita di biodiversità che nel medio-lungo termine può portare al deterioramento della salute dei sistemi naturali acquatici e terrestri del Trentino. Inoltre, l'introduzione di IAS può rappresentare un rischio per la salute pubblica sia indirettamente, nel caso in cui fungano da vettori, come ad esempio le zanzare, sia direttamente, ad esempio per l'introduzione di specie vegetali nocive (ad esempio la linfa velenosa di *Heracleum mantegazzianum*) o fortemente allergeniche (ad esempio il polline di *Ambrosia artemisiifolia*). I cambiamenti climatici sono stati individuati

come un elemento chiave nel promuovere l'espansione verso zone subtropicali e temperate di patogeni e loro vettori oltre che di cianobatteri tossigenici originariamente adattati a condizioni tipiche dei climi tropicali. A questo riguardo, l'innalzamento delle temperature può aumentare l'areale di distribuzione e migliorare la fitness di questi organismi.

## 2. Progressivo abbandono dei sistemi di difesa integrata e ad elevata sostenibilità

Ci sono tre fattori di rischio principali che possono portare nel tempo all'eccessivo o erroneo ricorso a prodotti fitosanitari e antiparassitari di sintesi chimica a scapito dei sistemi di gestione sostenibili (integrato e biologico) già instaurati.

- La scarsa conoscenza della biologia e dell'impatto potenziale della specie aliene invasive sul territorio trentino. Il sistematico utilizzo di dati resi disponibili da studi in areali diversi dal nostro potrebbe non risultare idoneo alla realtà del Trentino (in relazione ad ambiente-pedoclima-agronomia). Questo comporterebbe l'adozione di misure secondo tempistiche, se non addirittura di prodotti fitosanitari e antiparassitari di sintesi chimica, non corrette una volta calate in questo territorio.
- La recrudescenza di organismi nocivi già noti ma attualmente considerati secondari. L'abbandono di pesticidi di sintesi ad ampio spettro che l'UE sta portando avanti così come il ricorso a mezzi di controllo altamente selettivi (i.e. feromoni, lotta biologica) potrebbe favorire la riapparso di patogeni/parassiti che venivano precedentemente controllati con mezzi chimici ad ampio spettro.
- Il cambiamento climatico. È prevedibile che nei prossimi anni si assista ad un progressivo allargamento dell'areale di diffusione di organismi nocivi (patogeni e parassiti) sul territorio del Trentino, andando ad interessare anche quote più elevate e per periodi più prolungati. Le attuali strategie di controllo potrebbero di conseguenza perdere di efficacia.

## 3. Perdita di identità paesaggistica e impatto sull'attrattività del territorio a fini turistici

L'arrivo di nuove IAS potrebbe comportare un rischio per la salvaguardia del paesaggio, della fauna tipica del Trentino e degli altri servizi ecosistemici con ripercussioni anche sull'utilizzo e la tutela del territorio e di riflesso anche sull'economia e sul turismo. Basti pensare a *Xylella fastidiosa* (agente del complesso del deperimento rapido dell'olivo) capace di compromettere profondamente l'aspetto di un paesaggio agrario, unico e caratteristico, come quello pugliese, e di richiedere lo sviluppo di nuovi modelli territoriali che tengano conto di una sua presenza ormai endemica. Allo stesso modo *Bursaphelenchus xylophilus* (nematode del pino) è stato capace di provocare lo stesso effetto in Portogallo su intere pinete di pino marittimo. In Trentino, il recente arrivo di *Hymenoscyphus fraxineus* (agente del deperimento del frassino) ha provocato danni ormai molto evidenti nei boschi di frassino intaccando la loro funzionalità e la loro valenza paesaggistica. Così come considerando invece l'impatto delle IAS vegetali, la invasione degli alvei fluviali da parte di *Reynoutria japonica* (Poligono del Giappone), *Solidago canadensis* (Verga d'oro del Canada), *Amorpha fruticosa* (Indaco bastardo) sta completamente modificando l'aspetto delle sponde dei fiumi trentini oltre a creare problemi di accessibilità. La colonizzazione di ambiti urbani e di coltivi abbandonati da parte di *Robinia pseudoacacia* (Robinia) e *Ailantus altissima* (Ailanto), costituiscono invece un altro esempio di un impatto visivo che colpisce la percezione del paesaggio da parte dei suoi fruitori.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Prevenzione, gestione ed eradicazione di IAS ed emergenze sanitarie

Si rende necessario predisporre piani di risposta rapida alle emergenze sanitarie e alle invasioni da parte di specie aliene per prevenire, controllare ed eradicare agendo sulla conoscenza dei fenomeni e sullo sviluppo di modelli di valutazione del rischio, di supporto alle decisioni, di gestione e controllo che tengano conto dell'evoluzione della patogenicità delle diverse specie nel contesto ambientale in cui si sono già presentati o di recente introduzione. Tale strategia è attuabile intraprendendo varie azioni tra cui la creazione di task force su temi specifici che provvedano a stendere Linee Guida a livello provinciale e documenti di *Pest Risk Assessment*, oltre che delle "black list" di priorità adattati al territorio trentino. Importante sarà anche creare delle reti di competenze attraverso un approccio multidisciplinare con un forte coordinamento tra i vari gruppi di lavoro, condivisione dei dati ed un alto livello di standardizzazione delle procedure.

Lo sviluppo di metodi di controllo alternativi al chimico è un altro punto cardine soprattutto nell'ottica di una strategia che guardi al medio-lungo termine. L'impiego di nuove tecnologie e di analisi dei dati a questo riguardo può giocare un ruolo chiave soprattutto nel potenziare metodi di *early detection* e *warning alert* allo scopo di realizzare un campionamento multispecie e in tempo reale. Si rende necessario dotarsi di piattaforme diagnostiche in grado di combinare tecniche di biologia molecolare, bioinformatica e *Next Generation Sequencing* (NGS) per una diagnosi precoce, multipla, per l'identificazione di specie invasive o potenzialmente invasive. Allo stesso modo adottare approcci metagenomici per definire nella loro complessità le comunità microbiche e virali che caratterizzano i principali vettori e ospiti naturali di agenti patogeni zoonotici. In generale, risulterà strategico dotarsi di locali di quarantena per la realizzazione di programmi di ricerca su target di temuta introduzione.

Altre azioni basilari sono la formulazione e validazione di modelli per l'analisi di rischio e di diffusione di specie patogene endemiche e aliene emergenti sul territorio, il potenziamento della ricerca modellistica e sviluppo di progetti pilota su singoli target, la selezione sanitaria applicata alla selezione clonale e al miglioramento genetico di colture d'interesse per il territorio e la messa a punto di modelli di gestione che tengano conto delle specie invasive nel contesto ambientale in cui si sono introdotte, dell'impatto ambientale a livello locale e del confronto con le conoscenze e competenze presenti a livello nazionale ed internazionale.

## 2. Cittadini attivi e informati

Uno dei punti cardine su cui investire è l'aumento della consapevolezza e del coinvolgimento dei cittadini sulla necessità di investire in ricerca, formazione e disseminazione dei risultati per aumentare il successo delle soluzioni proposte. Tale strategia è attuabile attraverso una serie di azioni tra cui la condivisione pubblica di database di documentazione bibliografica sui singoli patogeni e organismi alieni. Importante anche svolgere delle campagne di formazione, informazione e divulgazione coinvolgendo la popolazione (ai vari livelli scolastici, agli *stakeholder*, ecc.) tramite iniziative quali rilascio di patentini, *citizen science*, divulgazione attraverso social media, campagne a mezzo stampa, ecc. Coinvolgere i cittadini significa infatti creare delle occasioni di riflessione collettiva sui rapporti tra scienza e società con tutti i portatori di interesse allo scopo di costruire fiducia, rispetto delle competenze e conciliazione degli interessi. Questo può essere raggiunto grazie anche al potenziamento del coordinamento tra vari enti e Istituti di ricerca territoriali e la promozione dell'adozione di codici di comportamento e buone pratiche da parte di tutte le categorie interessate.



## MIGLIORAMENTO GENETICO INCLUSE LE NUOVE BIOTECNOLOGIE

Lo scopo del miglioramento genetico delle piante è quello di sviluppare nuove varietà scegliendo ed incrociando gli individui con le caratteristiche migliori. La salvaguardia dell'ambiente e la salubrità del prodotto, ottenuta con una riduzione sempre più decisa del numero dei trattamenti chimici, sono oggi aspetti imprescindibili per un'agricoltura moderna e orientata verso un futuro sostenibile. Il consumatore è infatti sempre più attento e sensibile alle ricadute ambientali e salutistiche delle pratiche agricole. Inoltre i cambiamenti climatici in atto rendono necessaria la ricerca e l'ottenimento di varietà capaci di adattarsi meglio a stress quali l'aumento delle temperature e la siccità. Un ulteriore elemento di interesse riguarda l'attenzione crescente del consumatore verso le proprietà nutraceutiche dei frutti, aspetto che al momento riceve ancora poca attenzione nei programmi di miglioramento genetico.

A livello globale esistono al giorno d'oggi svariati programmi di miglioramento genetico in forte competizione tra loro e si possono evidenziare due strategie principali: *breeding* tradizionale o assistito dai marcatori molecolari (MAB) e *new breeding technologies* (NBT). Fondamentali per la MAB, ma soprattutto per le NBT, sono le conoscenze, acquisite mediante studi di genetica, genomica e genomica funzionale, della base genetica dei tratti di interesse e della funzione di geni e *pathways* metabolici alla base dei meccanismi di difesa o dei tratti qualitativi di pregio. Le NBT consentono una modificazione più attenta e mirata dell'organismo. Queste nuove tecnologie comprendono differenti tecniche, le più note delle quali sono la cisgenesi ed il *genome-editing*. Al fine di aumentarne l'efficienza è importante la promozione di una vasta gamma di approcci al miglioramento genetico delle piante coltivate.

Ad oggi le specie maggiormente coltivate in Trentino sono il melo e la vite, accanto a colture secondarie come i piccoli frutti, il ciliegio, l'olivo, il noce ed il castagno. Il panorama melicolo è caratterizzato dalla presenza di circa duemila varietà di melo, tra cultivar moderne e antiche. Tuttavia nella realtà commerciale italiana, compresa quella trentina, il mercato è ancora dominato da varietà di provenienza estera. In questo momento c'è una fortissima richiesta di innovazione varietale per offrire al consumatore prodotti originali e qualitativamente superiori. A garantire il successo di una varietà di melo, come anche di vite o di piccoli frutti, oltre al suo profilo genetico gioca un ruolo chiave il modo in cui questo si esprime nel contesto ambientale di coltivazione. Nel settore della viticoltura, il *breeding* si è orientato da circa 20 anni verso la selezione di materiale resistente alle principali fitopatie e, a livello italiano, il mercato vivaistico sembra rispondere positivamente alla necessità di innovazione a favore della sostenibilità. Per quanto riguarda i piccoli frutti (fragola, mirtillo, lampone e ribes), la produzione in Trentino ricopre un ruolo importante essendo un territorio vocato. L'interesse da parte del consumatore verso questi frutti è in crescita, in particolare per le ormai comprovate proprietà nutraceutiche di alcuni di questi frutti. In questa nuova ottica il frutto non è più visto o considerato come semplice elemento della dieta alimentare, ma anche come un importante promotore della salute umana. Inoltre in Trentino si sta assistendo ad un ritorno alla coltivazione di piante da frutto secondarie (olivo, noce, castagno, ciliegio, susina) che, con l'utilizzo e lo sviluppo di tecniche di gestione di impianto moderne, possono rappresentare un'alternativa colturale ad alto valore aggiunto in zone storicamente vocate. Per alcune di queste specie si sta già lavorando anche nella direzione di valorizzare le varietà autoctone e di selezionare gli ecotipi meglio adattati all'ambiente e resistenti ai principali patogeni, con caratteristiche qualitativamente superiori del frutto.

Per il territorio del Trentino, oltre al miglioramento delle produzioni vegetali, che giocano un ruolo fondamentale, importante è anche il settore ittico. La gestione a livello aziendale degli stock ittici ha negli anni favorito più l'eterogeneità degli stessi attraverso la prassi di rinsanguamento con stock spesso non identificati, anziché una selezione direzionale del pesce verso obiettivi commerciali. Ovviamente il risultato di questo approccio ha dimostrato anche dei benefici, garantendo agli stock analizzati una elevata variabilità entro allevamento e scarsa consanguineità. Tuttavia l'applicazione della genetica in acquacoltura è relativamente recente e, sebbene si stiano sviluppando programmi di miglioramento genetico sulle più importanti specie acquatiche oggetto di allevamento, il settore è certamente meno avanzato rispetto all'agricoltura e alla zootecnia terrestre, dove sono stati ormai raggiunti livelli di selezione assai elevati.

## Criticità e problematiche

### 1. Mutazione naturale dei patogeni con superamento delle resistenze genetiche della pianta

I meccanismi di resistenza specifica nelle piante si basano sul riconoscimento di proteine proprie del patogeno necessarie per il processo di infezione, chiamate effettori. Alcuni effettori presentano anche funzioni in grado di sopprimere i meccanismi di silenziamento dell'RNA della pianta ospite, meccanismi che nelle piante hanno funzione sia antivirale che di attivazione di molti geni tra cui anche geni di resistenza. Il miglioramento genetico ha l'obiettivo di fissare queste resistenze in varietà di interesse commerciale, ma suscettibili. Tuttavia le resistenze possono essere superate a causa di eventi di mutazione del patogeno stesso che può evolvere e mutare molto facilmente, data la maggior semplicità genomica e strutturale, e di conseguenza diffondersi in tempi rapidi. La probabilità di tali fenomeni potrebbe aumentare con la progressiva riduzione dell'uso

dei prodotti fitosanitari. Proprio per questo, l'utilizzo di piante resistenti deve essere inserito in un contesto di pratiche culturali che limitino la pressione selettiva nei confronti del patogeno (con un moderato numero di trattamenti fitosanitari) sfavorendo quindi l'insorgere e lo stabilirsi di popolazioni capaci di superare la resistenza della pianta. Anche gli effetti dei cambiamenti climatici non vanno sottovalutati in quanto possono favorire sia l'accelerazione dei cicli riproduttivi dei patogeni, portando spesso all'aumento della loro virulenza, sia la migrazione dei patogeni a quote più elevate, permettendo l'invasione di altri habitat e l'attacco di nuove specie vegetali autoctone. Anche l'introduzione di nuove specie coltivate può giocare un ruolo determinante nella comparsa di nuove patologie che possono diffondersi a colture già presenti sul territorio.

## **2. Effetto dei cambiamenti climatici sulla vocazione territoriale delle specie da frutto**

Siccità, allagamenti, gelate, forti radiazioni UV-B ed UV-A ed improvvise ondate di calore potranno produrre effetti importanti sulla fisiologia delle piante, ad esempio ridurre al di sotto dei livelli ottimali il vigore e la crescita vegetativa della pianta. Sebbene il Trentino non sia e probabilmente non sarà fra i territori più colpiti, l'innalzamento delle temperature e il verificarsi di eventi estremi costituiranno una problematica per le coltivazioni locali che andrà mitigata opportunamente. Sia l'utilizzo di nuove varietà più adattate al contesto ambientale mutato che la riallocazione delle varietà esistenti in contesti ambientali più adatti rischiano di compromettere fortemente la tipicità del vino, che costituisce uno dei caratteri commerciali di maggior rilievo, ed è più strettamente associato all'interazione tra genotipo ed ambiente che non alla sola identità varietale. Inoltre, considerando le caratteristiche orografiche del territorio trentino, l'innalzamento degli impianti a quote altimetriche più elevate (peraltro già in essere) potrebbe portare ad un forte aumento dei costi di gestione. Il cambiamento della vocazione regionale per le colture a forte identità territoriale con un successivo innalzamento dei costi potrebbe quindi avere un forte impatto sulla sostenibilità del sistema agricolo regionale.

## **3. Mancata competitività dei piani di breeding orientati alla valorizzazione dell'aspetto nutraceutico dei frutti**

Vi è una forte competizione in ambito internazionale tra i programmi di miglioramento genetico volti alla selezione o ottenimento di individui caratterizzati da proprietà uniche e distintive. Le proprietà nutraceutiche possono rappresentare quindi un obiettivo fondamentale, dato che i consumatori sono sempre più attenti alle proprietà salutistiche di un prodotto o frutto. Oggi l'attenzione della nutraceutica è rivolta soprattutto all'alimento o frutto che potrebbe avere un effetto migliorativo sulla salute umana, o alla tecnologia più efficace per il loro mantenimento, ma sono ancora pochi i lavori che si occupano del miglioramento di queste proprietà nelle diverse specie coltivate. A livello internazionale ci sono già programmi di miglioramento orientati alla valorizzazione di queste caratteristiche. La mancata considerazione di queste finalità potrebbe limitare l'offerta varietale del Trentino su scala globale. Oltre alla valorizzazione di queste proprietà, un altro aspetto da considerare per la salute del consumatore è il potenziale allergenico dei frutti, situazione che riguarda una percentuale sempre più in aumento dei consumatori. È già stata riscontrata una variabilità genetica della componente allergenica nelle diverse varietà di mele. Anche per la frutta a guscio una particolare attenzione deve essere rivolta alla valorizzazione di accessioni/cultivar ad alto valore nutraceutico. Recenti studi sul noce hanno infatti dimostrato come alcune varietà sono più ricche nel contenuto di antiossidanti rispetto ad altre. Inoltre la frutta a guscio è una causa comune di allergia alimentare. Lo studio dei diversi livelli di allergenicità dei frutti e delle varietà meriterebbe di essere approfondito.

# Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

## 1. Caratterizzazione del germoplasma ed implementazione NBT

Per il miglioramento genetico (sia tradizionale, sia innovativo) orientato verso l'ottenimento di varietà resistenti è fondamentale il reperimento di geni presso banche di germoplasma ed è importante avere una rappresentazione il più completa possibile della variabilità genetica esistente (riguardante il più alto numero di caratteristiche possibili). Il mantenimento e l'implementazione di collezioni varietali come risorse genetiche per il futuro è un'esigenza prioritaria per il miglioramento genetico. Materiali anche apparentemente non interessanti a livello produttivo, come genotipi selvatici, possono contenere importanti geni di resistenza e quindi possono diventare possibili donatori per gli incroci. Anche per le specie da frutto secondarie coltivate in Trentino è importante iniziare a studiare la diversità genetica presente nelle accessioni/ecotipi locali e conservare i genotipi più interessanti in collezioni. L'impiego delle NBT potrà essere molto vantaggioso soprattutto in viticoltura, il cui mercato è legato ad un numero limitato di cultivar di interesse e richiede il mantenimento del patrimonio genetico specifico della cultivar. Un'azione strategica potrebbe essere il silenziamento mediante CRISPR/Cas9 dei geni di suscettibilità che codificano le proteine bersaglio dei fattori di virulenza del patogeno mediante cui viene innescata l'infezione. Attraverso la cisgenesi si potrebbero piramidare in modo mirato ed efficace resistenze multiple. Inoltre, un'altra possibilità potrebbe essere il silenziamento di geni coinvolti nel meccanismo di suscettibilità attraverso l'integrazione di geni di resistenza con "DNA donatore". *Drosophila suzukii*, un insetto polifago ha causato perdite di produzione molto elevate. In un'ottica di un approccio sinergico per il benessere delle piante si potrebbero applicare tecniche di modificazione genetica su questo parassita al fine di ridurre i danni provocati. In particolare si potrebbero ottenere maschi sterili, che, se rilasciati nell'ambiente, porterebbero ad una diminuzione della popolazione di parassiti e conseguentemente ad un aumento della qualità e quantità del raccolto.

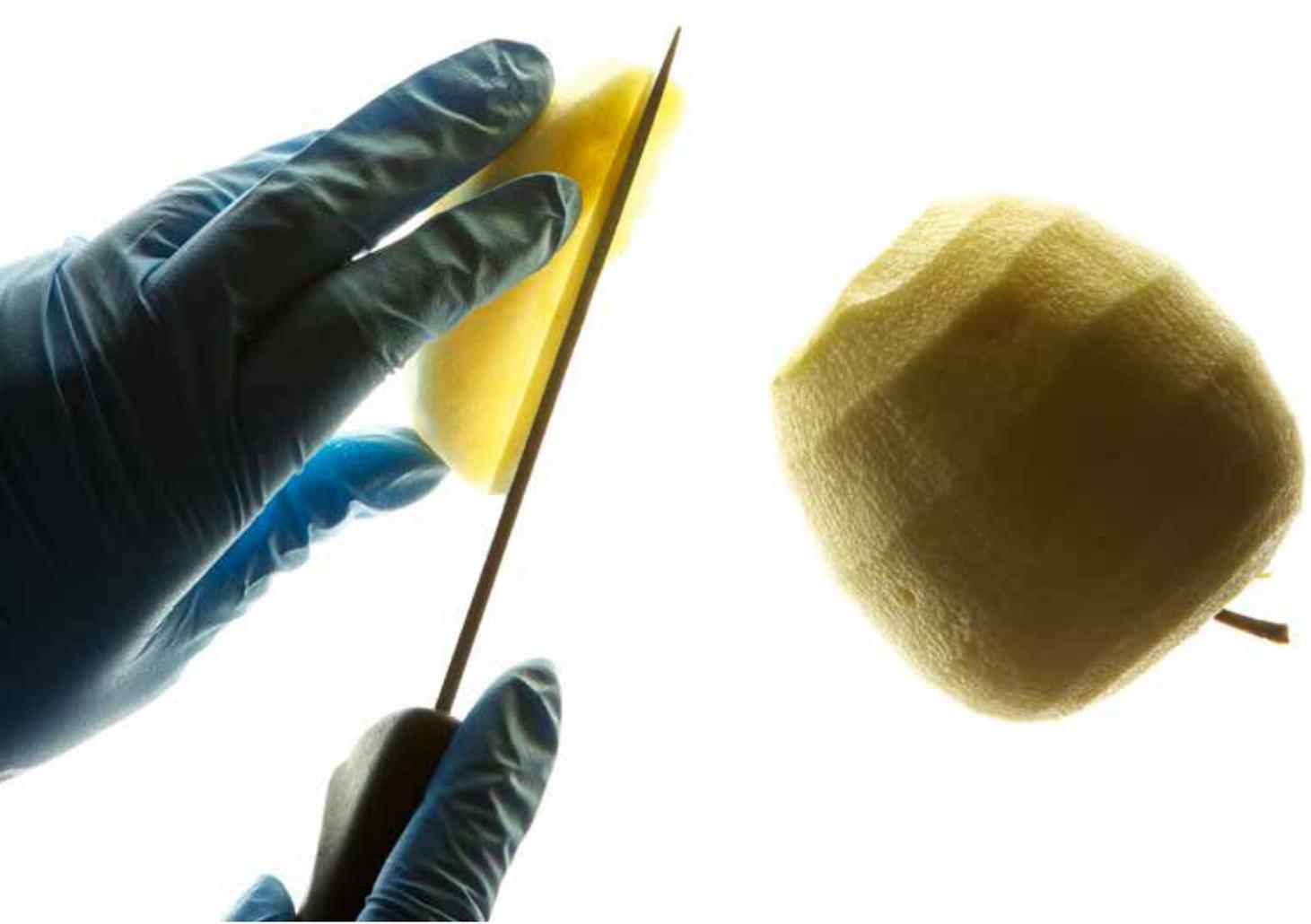
## 2. Rinnovo varietale con genotipi più adatti a condizioni climatiche in evoluzione

Il miglioramento genetico deve concentrarsi anche sullo studio delle performance agronomiche in ambienti in forte cambiamento. Le misure adottabili in prima istanza si riconducono a cambiamenti a livello gestionale in campo ma hanno lo svantaggio di essere costose, ad alto impatto ambientale ed efficaci solo nel breve termine. Una strategia sostenibile e a lungo termine su cui puntare nel caso della vite e anche del melo per far fronte allo stress idrico è un *breeding* orientato alla costituzione di portinnesti maggiormente tolleranti a questo tipo di stress, che consentano alla varietà innestata di non subire rallentamenti o blocchi nella crescita vegetativa e nella fase produttiva. I programmi di miglioramento genetico vengono solitamente condotti in un unico ambiente, senza quindi considerare le performance dei materiali di *breeding* in diverse aree con caratteristiche climatiche e pedologiche differenti. Lo studio della plasticità dei caratteri agronomici e qualitativi e delle risposte di adattamento degli individui in diverse condizioni ambientali sarà un altro elemento cruciale per predire e gestire gli effetti dei cambiamenti climatici sulle colture. Il graduale innalzamento delle temperature medie, soprattutto quelle invernali, spingerà ad un necessario ed inevitabile rinnovamento delle varietà in particolare per i piccoli frutti (soprattutto mirtillo e fragola). Come è ben noto la produttività di queste specie, nonché la qualità dei loro frutti, è altamente influenzabile dalle

condizioni meteorologiche. Per quanto riguarda le colture secondarie ancora poco si conosce sull'adattabilità delle diverse varietà ai cambiamenti climatici. Una soluzione che risponde ad un'esigenza di sostenibilità allargata riguarda la pianificazione di programmi di miglioramento genetico volti all'ottenimento di nuovi ideotipi caratterizzati dalla compresenza di resistenze di tipo biotico e abiotico, sia attraverso *breeding* tradizionale o assistito che attraverso le NBT.

### 3. Nutraceutica e qualità: nuove opportunità per il miglioramento genetico

Considerato il crescente interesse e domanda da parte dei consumatori di prodotti bioattivi per la salute umana, l'avvio di programmi di miglioramento genetico volti al miglioramento di queste proprietà nelle piante fruttifere è una soluzione per offrire varietà nuove caratterizzate da proprietà distintive con un alto potenziale commerciale. La creazione e selezione di queste accessioni si potrà avvalere di moderni strumenti e strategie (due elementi chiave sono ad esempio l'implementazione di marcatori molecolari e le piattaforme di *profiling* metabolico). Parallelamente all'arricchimento di questi composti nutraceutici dovrà comunque sempre essere garantita la componente qualitativa-organolettica dei frutti. Per proporre prodotti che coniughino l'alto valore nutrizionale con un'elevata qualità percepita, è inoltre necessario supportare il *breeding* con un'attenta valutazione della qualità sensoriale sia nella fase di selezione che nelle prove agronomiche, di trasformazione e conservazione.



## TECNOLOGIE DI TRASFORMAZIONE, TRACCIABILITÀ, QUALITÀ E SICUREZZA DEGLI ALIMENTI E RELAZIONI CON MERCATI E CONSUMATORI



Il consumo dell'alimento è sempre più lontano, nel tempo e nello spazio, rispetto alla fonte produttiva. La trasformazione alimentare è la risposta alle nuove esigenze, esplicite o inesprese, dei consumatori che richiedono nuove "funzioni" all'alimento. Attraverso moderni processi di lavorazione è possibile integrare le materie prime con nuove funzioni relative alle caratteristiche sensoriali, alla presenza o all'assenza di sostanze attive verso la salute umana (alimenti "senza", nutraceutica, ecc.), a servizi che consentano un consumo flessibile dell'alimento e adeguato alle routine moderne (IV<sup>^</sup> e V<sup>^</sup> gamma, surgelati, ecc.). Accanto alla produzione alimentare industrializzata, utile a garantire i bisogni primari di ampie fasce di popolazione, ci sono le produzioni alimentari tradizionali, espressione di specifici contesti sociali, culturali e ambientali. Queste produzioni stentano a trovare oggi una dimensione compatibile con un'adeguata sostenibilità economica perché non espandibili su scala industriale. Vi sono poi debolezze legate allo scarso numero di operatori coinvolti, al basso livello di istruzione, a rigidità organizzative e produttive che limitano l'accesso dei prodotti tradizionali ai mercati globali. Non sono da trascurare le criticità che i sempre più evidenti cambiamenti climatici hanno fatto emergere in ecosistemi agricoli e agroalimentari fortemente dipendenti da cultivar o razze locali e, più in generale, da specifici ecosistemi.

Nei Paesi occidentali le richieste dei consumatori riguardo alla produzione ali-

mentare hanno subito un profondo mutamento. L'attenzione dei consumatori si è rivolta non tanto alla disponibilità, bensì alla qualità e alla sicurezza delle fonti alimentari. Accanto alla qualità richiesta dal consumatore, determinata da fattori oggettivi e soggettivi (qualità percepita), vi è la qualità definita dalle industrie e dalla grande distribuzione organizzata che riguarda la tecnologia e la sicurezza alimentare (qualità oggettiva). La qualità igienico-sanitaria è parte fondamentale, sia della qualità percepita, sia di quella oggettiva. Essa è determinata dall'incidenza quantitativa e qualitativa di caratteristiche chimiche e biologiche che determinano la salubrità dell'alimento. Un secondo approccio alla qualità alimentare ha riguardato il tentativo di ricreare legami e consapevolezza tra i consumatori verso le produzioni alimentari identitarie, specialmente in Europa dove le tradizioni agroalimentari possono vantare una notevole diversità e valenza socio-culturale.

L'Italia ha, nell'ambito delle produzioni tutelate, una consolidata posizione di leadership e di prestigio agroalimentare, con più di 240 prodotti DOP e IGP, veri e propri ambasciatori del "*Made in Italy*" nel mondo. Ciò nonostante, la produzione agro-alimentare italiana è contrassegnata dal più alto indice di imitazione e da produzioni anonime che incidono sulla perdita di competitività, anche in ambiti regionali aventi una chiara vocazione all'eccellenza. Il Trentino è terra dalla primaria vocazione agricola e vanta una lunga tradizione nella produzione alimentare, coniugata in differenti ambiti e settori.

Nel territorio si è assistito ad una profonda trasformazione della produzione agricola, da strumento di sussistenza in sistema produttivo efficiente e organizzato. Questo modello di successo non è esente da criticità. Occorre ristabilire connessioni tra produttori e consumatori attraverso una definizione comune di qualità e la condivisione di bisogni e risposte. L'innovazione delle filiere produttive, per valorizzare le materie prime e la tutela dei prodotti identitari, non sono in contrapposizione, bensì complementari per il futuro del comparto agroalimentare. In Trentino, dal 2000 ad oggi, si è assistito ad un aumento da circa 9.000 ettari a poco oltre 10.000 ettari coltivati a vite, con una produzione di vino di circa 1 milione di ettolitri/anno ed un buon livello di redditività. Il Trentino produce l'1% del latte italiano e 17 caseifici sociali trentini sono consorziati in un'unica società. Il Trentingrana DOP è il prodotto leader, con una produzione di 144.619 forme nel 2017. Con circa due milioni di tonnellate all'anno, l'Italia si posiziona come il quinto paese produttore di mele al mondo e il Trentino-Alto Adige è la principale regione produttrice di mele, con una quota del 70% della produzione nazionale. L'Associazione dei Trotaicoltori Trentini ha cercato di valorizzare la qualità della trota locale, è stata costituita una cooperativa e costruito l'impianto di trasformazione del pesce. Dal 2013 la trota trentina può fregiarsi del marchio di tutela IGP e il Trentino produce una porzione variabile tra l'8 e il 10% della produzione nazionale.

## Criticità e problematiche

### 1. Polarizzazione della produzione alimentare, rigidità del sistema, difficoltà nel comunicare il valore delle produzioni

La produzione alimentare in Trentino è organizzata attorno ad alcuni poli agroalimentari, nati e sviluppatasi in funzione delle caratteristiche ambientali e sociali delle valli trentine e dunque delle differenti produzioni agricole in esse condotte. Tra questi, i poli della viti-enologia e della melicoltura hanno assunto un ruolo di primaria importanza a livello nazionale con una forte esportazione a livello globale. Altre produzioni alimentari derivanti dalla filiera zootecnica e lattiero-casearia hanno manifestato un minor tasso di sviluppo, ma rimangono realtà significative su scala regionale.

Si osserva una crescente preoccupazione circa la sostenibilità ambientale e sociale di produzioni agricole massive, acuita dall'intrinseca fragilità di un ecosistema con scarsa biodiversità. I cambiamenti climatici in atto mettono in crisi i sistemi agricoli in essere, la monocoltura estesa su ampie aree di territori - particolarmente fragile visto il suo carattere montano - crea interrogativi circa il mantenimento dei distretti agroalimentari oggi presenti in Trentino. I recenti mutamenti del contesto sociale ed economico internazionale hanno, e potenzialmente avranno, riverberi importanti su produzioni eccedenti la domanda di consumo trentina e che abbisognano di mercati esteri per trovare valorizzazione. Si registra in alcuni comparti, come quello ortofrutticolo, uno scarso ricorso alla trasformazione dei prodotti agricoli e una filiera incentrata sostanzialmente sul fresco. Questo approccio non consente di creare valore aggiunto alle produzioni agricole e non permette di valorizzare quote di prodotto non adatte al consumo fresco per limiti di carattere merceologico. Anche laddove il prodotto agricolo è prevalentemente o totalmente trasformato, si pensi agli ambiti enologico, lattiero-caseario o carneo, si osserva una perdurante difficoltà nel comunicare al consumatore l'elevato grado di qualità raggiunta da tali produzioni, rimanendo vincolati al cliché di prodotto industriale inteso come alimento economico, massificato, di qualità modesta.

## 2. Difficoltà tecniche e comunicative delle produzioni alimentari tradizionali e "di nicchia"

La produzione agricola diffusa e il turismo sono due attività essenziali per l'economia trentina, ma che si trovano in un equilibrio fragile. In aree montane si registra la difficoltà a far convivere sistemi agricoli tradizionali, come quello zootecnico, e le aspettative del turista, in particolare quando questo non conosce l'ambiente locale e le caratteristiche delle produzioni agricole che in esso insistono.

Permangono criticità legate alla trasformazione alimentare in areali marginali e dunque caratterizzate da oggettivi limiti di natura tecnologica e organizzativa. Molte strutture produttive, si pensi alle malghe, sono caratterizzate da una forte stagionalità e da cicli di gestione brevi che non consentono l'ammortamento di investimenti tecnologici importanti. Si registra inoltre un basso tasso di trasformazione di prodotti agricoli tipici di aree marginali, ad esempio noci e frutti minori, ortaggi, cereali che ne limita la commercializzazione ad un ambito locale e non consente la destagionalizzazione, l'offerta al mercato turistico, la creazione di ulteriore valore aggiunto.

## 3. Scelta tra Marchio e Brand

La certificazione in campo alimentare svolge un ruolo fondamentale nel rispondere alla domanda di sicurezza e qualità dei consumatori. La certificazione del processo produttivo o degli alimenti rappresenta però un importante onere per le aziende agroalimentari, spesso difficilmente sostenibile per realtà artigianali di piccole dimensioni. Quando la certificazione riguarda l'origine di un prodotto, si pensi alle IGP o DOP, si deve rilevare come questa rappresenti un consistente onere per le aziende aderenti e richieda un coordinamento tecnico e organizzativo tra produttori, difficilmente ottenibile in contesti marginali e/o su modesti volumi produttivi. Non sono poi da trascurare i vincoli imposti all'origine delle materie prime che, in annate sfavorevoli, possono rappresentare un limite nell'approvvigionamento necessario per saturare gli impianti produttivi e non perdere quote di mercato. Accanto a queste criticità intrinseche del sistema di certificazione come oggi è concepito in ambito agroalimentare si assiste, anche in Trentino e negli areali confinanti, analoghi per caratteristiche ambientali, economiche e sociali, al successo di *brand* identitari privi dei caratteri propri della certificazione. Questi strumenti, ideati e gestiti direttamente da organizzazioni di produttori o da istituzioni territoriali veicolano, con un

notevole successo presso i consumatori, un'idea di territorio o di prodotto sostenuta più da campagne di comunicazione, che da un effettivo controllo da parte di organismi indipendenti.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Superamento della contrapposizione prodotti "di nicchia" e/o "artigianali" vs "industriale" attraverso la complementarità

L'esistenza in Trentino di realtà produttive agroalimentari di dimensioni molto differenti tra loro deve divenire punto di forza grazie ad un'efficiente cabina di regia che renda questi modelli produttivi complementari e non più concorrenti. Tale obiettivo può essere raggiunto con un'attenta e sincera analisi dei modelli produttivi in essere, individuando per ciascun attore il *core business* in grado di garantire, per un adeguato orizzonte temporale, la sostenibilità della produzione sia in termini economici sia sociali ed ambientali. Il compito delle aziende agroalimentari artigianali, supportate dagli enti territoriali deputati alla ricerca e allo sviluppo tecnico, è quello di aprire nuovi orizzonti di sviluppo di areali e materie prime marginali in termini quantitativi, puntando senza compromesso su un livello qualitativo assoluto. La sfida è quella di creare una rete di iniziative imprenditoriali di questa natura anche grazie all'ausilio di nuovi approcci tecnologici.

### 2. Innovazione di prodotto per rispondere alle nuove sfide e richieste del mercato

Laddove le produzioni agroalimentari non siano legate a filiere tradizionali, valevoli di tutela, occorre puntare ad una concreta innovazione di prodotto che sappia far fronte alle richieste attuali e future del consumatore. Creare "nuovi" prodotti alimentari, portatori di valore aggiunto e in grado di rispondere alle attuali e future esigenze, richiede un costante lavoro di ricerca e sviluppo. Tale sforzo non è facilmente sostenibile dai singoli attori del comparto agroalimentare, anche di dimensioni considerevoli. È necessario che in Trentino si sviluppi una rete di luoghi di innovazione con piattaforme tecnologiche flessibili, per rispondere adeguatamente alle molteplici sollecitazioni e richieste. Parimenti, deve essere curato lo scambio di *know-how* tra enti di ricerca e le aziende agroalimentari mediante una formazione continua degli operatori e la creazione di banche dati facilmente condivisibili riguardanti le risultanze della ricerca in ambito agroalimentare.

### 3. Innovazione di filiera per tutelare i prodotti alimentari identitari del Trentino

Laddove la produzione agroalimentare sia incentrata su prodotti tradizionali trentini, portatori di una valenza assoluta non solo per la loro qualità nutrizionale e/o organolettica, ma perché inscindibilmente legati ad un contesto sociale e culturale, occorre individuare gli strumenti per la salvaguardia e lo sviluppo di questi alimenti. Il produttore di alimenti tradizionali è spesso isolato perché dispone di limitate risorse, temporali e materiali, per migliorare il suo livello di consapevolezza e formazione. È necessario rompere questo isolamento, creando reti informative anche attraverso i *social media* e le attuali tecnologie informative per connettere i produttori, il tessuto sociale e accademico.

#### 4. Identificazione di parametri quantificabili e relazionabili alla qualità e sicurezza alimentare, messa a punto di test veloci ed economici per misurarli

L'auspicato sviluppo delle produzioni agroalimentari trentine verso una prospettiva sempre più extra-regionale impone di potenziare gli strumenti volti alla conoscenza delle caratteristiche dei prodotti - per una migliore valorizzazione e comunicazione - e alla loro tracciabilità e tutela dalle contraffazioni o dalle imitazioni. Non da ultimo l'apertura a mercati differenti impone una stretta verifica della salubrità delle produzioni alimentari trentine sia in fase di produzione sia di controlli post-produzione.

Queste attività rappresentano un utile supporto all'implementazione di marchi di qualità, certificazioni di prodotto o di filiera, implementazione di nuove denominazioni di origine protetta. Si rileva inoltre che i sistemi di certificazione si basano ad oggi prevalentemente su una rintracciabilità di tipo documentale. Nella maggior parte dei casi viene ancora ampiamente utilizzato il supporto cartaceo piuttosto che elettronico, quindi facilmente falsificabile. È necessario sviluppare tecnologie e metodi a supporto della tracciabilità alimentare che aiutino a identificare in maniera univoca e oggettiva i prodotti *"from farm to fork"* verificandone l'autenticità una volta arrivati sul mercato.



## NUTRIZIONE E NUTRIGENOMICA

Un'alimentazione di elevata qualità nutrizionale è fondamentale per promuovere una vita sana. Ad oggi emerge la necessità di considerare la sostenibilità alimentare non solo in termini di impatto ambientale e spreco di cibo, ma anche di costi sanitari e prevenzione delle malattie. Risulta sempre più evidente che non può esserci sicurezza alimentare senza sicurezza nutrizionale.

La qualità del cibo che assumiamo, in termini di composizione molecolare e microbiologica, determina lo stato di salute o di malattia. Il cibo costituisce una grande parte della nostra identità culturale e svolge un ruolo importante a livello economico mondiale. La produzione di cibo è uno dei principali fattori che contribuiscono alle emissioni di carbonio e ai cambiamenti climatici: metodi intensivi stanno portando al deterioramento del suolo e al fallimento produttivo delle colture. Le quattro principali malattie non trasmissibili, ossia le malattie cardiovascolari, il diabete, il cancro e le malattie respiratorie croniche, rappresentano il 77% delle malattie in atto e l'86% delle cause di mortalità prematura. I principali fattori di rischio per queste malattie comprendono un eccessivo peso corporeo, la tendenza verso diete meno sostenibili e meno salutari con consumo eccessivo di calorie, grassi saturi, zuccheri, sale e scarso consumo di frutta, verdura, cereali integrali, oltre alla mancanza di diversità sia nella composizione dei nutrienti che nelle colture/specie di cibo. Circa il 50% della popolazione adulta europea è obesa o in sovrappeso e l'obesità infantile è in aumento e presente già in gravidanza. Da notare inoltre che in Europa il numero di persone oltre i 65 anni raddoppierà nei prossimi 50 anni, mentre gli ultraottantenni quasi triplicheranno. Le persone anziane sono a maggior rischio di malnutrizione, hanno una maggiore incidenza e gravità delle infezioni e in età avanzata è maggiore la possibilità che si manifestino malattie non trasmissibili legate allo stile di vita e all'alimentazione come malattie

cardiovascolari e demenza. Pertanto, sono necessarie strategie di ricerca per fornire le basi per il miglioramento della qualità generale dell'alimentazione e affrontare le sfide future.

Uno stile di vita sano pone le basi per un invecchiamento attivo, ossia rimanere a lungo in buona salute ed autonomi anche nella vecchiaia. Adottare una sana alimentazione (mangiare soprattutto frutta, verdura e cereali integrali; limitare cibi ipercalorici, carne e sale; evitare snack industriali e bibite zuccherate), praticare attività fisica, mantenere il peso nella norma, non fumare e non bere (o bere alcol solo in quantità moderata) riduce significativamente il rischio di sviluppare malattie cardiovascolari e tumori nonché di morire precocemente. Negli ultimi venti anni l'aumento dell'incidenza dell'obesità in proporzioni simili ad una epidemia ha fortemente suggerito come fattore determinante non solo fattori legati alla genetica del singolo individuo ma anche la presenza di un ambiente obesogenico. L'infiammazione di basso grado è una caratteristica dell'obesità. Le persone obese hanno maggiori concentrazioni ematiche di marcatori infiammatori rispetto alle persone magre e si ritiene che essi giochino un ruolo nel causare disturbi metabolici. Una migliore comprensione della qualità nutrizionale del cibo e di come specifici alimenti e loro componenti regolano la fisiologia dell'ospite ci consentirà di modificare alimenti e diete per contribuire alla lotta contro l'obesità.

L'accessibilità limitata a cibi nutrienti può influire sulla qualità dell'alimentazione con implicazioni a catena sulla salute a livello di popolazione. L'insicurezza alimentare e l'accesso a "cibo spazzatura" a buon mercato sono legati a malattie cardiovascolari e diabete, inadeguatezza dei nutrienti e aumento dell'apporto calorico. Il termine "qualità" può indicare cose diverse per persone diverse. Il fatto che la qualità nutrizionale degli alimenti non sia uno dei fattori principali con cui l'industria alimentare e il consumatore stesso misurano la qualità del cibo sta portando a un divario crescente tra ciò che viene venduto come "cibo di qualità" e ciò di cui il nostro corpo, la nostra fisiologia ha bisogno in termini di alimenti nutrienti. Tale divario si ridurrà solo cambiando la percezione del consumatore sulla qualità del cibo e sulla qualità nutrizionale del cibo. Fino a quando i consumatori non cominceranno ad acquistare alimenti su base nutrizionale, non ci sarà una spinta per l'industria alimentare ad includere la qualità nutrizionale come componente principale nella loro valutazione di qualità degli alimenti. Un'educazione di tipo nutrizionale rivolta al pubblico è quindi essenziale.

## Criticità e problematiche

### 1. Aumento delle malattie legate all'invecchiamento in una popolazione sempre più anziana

La popolazione europea sta invecchiando più velocemente rispetto a qualsiasi altro continente e i costi dell'assistenza sanitaria associati alla popolazione anziana sono significativamente più alti di quelli dei più giovani. Pertanto, le continue pressioni sui sistemi sanitari in Europa saranno profonde, dovendo affrontare malattie prevalentemente infettive, alta mortalità materna e infantile e malattie non trasmissibili, in particolare malattie croniche quali diabete, rischio cardiovascolare e demenza, che continueranno a rappresentare una sfida crescente nei prossimi anni. Questo aumento della prospettiva di vita potrebbe avere gravi conseguenze sociali ed economiche, specialmente in relazione alle politiche che incoraggiano le persone a lavorare oltre i 65 anni. Un'allungamento della vita comporta opportunità, non solo per le persone anziane e le loro famiglie, ma anche per le società nel loro complesso. Ulteriori anni offrono la possibilità di perseguire nuove attività come l'istruzione superiore, una nuova carriera o perseguire una passione a lungo trascurata

finché gli anziani possono rimanere in salute. Tuttavia, ci sono poche prove che suggeriscono che le persone anziane oggi stanno vivendo i loro ultimi anni in una salute migliore rispetto ai loro genitori. Mentre i tassi di invalidità grave sono diminuiti nei Paesi ad alto reddito negli ultimi 30 anni, non si sono verificati cambiamenti significativi nella disabilità da lieve a moderata nello stesso periodo. La dieta, e in particolare la stretta aderenza alla dieta in stile mediterraneo, è associata a una migliore qualità della vita correlata alla salute fisica e alla salute mentale e il consumo di fibre e i polifenoli sono associati a tale miglioramento. Ciò implica sia il microbiota intestinale che la qualità nutrizionale del cibo come principali fattori alla base degli effetti sulla salute osservati del modello alimentare mediterraneo.

## **2. Elevata incidenza di obesità pediatrica**

Sovrappeso e obesità sono tra i principali fattori di rischio per la salute di qualsiasi età e, se già presenti nell'infanzia, possono essere associati alla comparsa precoce di malattie croniche adulte come diabete, malattie cardiovascolari e tumori. Questo è il motivo per cui la prevenzione del sovrappeso già a partire dai più giovani permette di ottenere effetti benefici a lungo termine sulla salute delle persone. La situazione nutrizionale in età pediatrica in Trentino è una delle migliori in Italia, tuttavia 1 bambino su 5 ha un peso in eccesso: in particolare il 18% sono in sovrappeso e il 5% sono obesi, con eccessi di sovrappeso e obesità nei figli di genitori con basso titolo di studio o con una situazione economica problematica.

## **3. Sostenibilità nutrizionale e garanzia della qualità nutrizionale in un sistema produttivo agroalimentare soggetto a continui cambiamenti**

La pressione dirompente di mercati economici insicuri, il cambiamento della demografia e le relative sfide per la salute sociale e la fragilità ambientale guidata dai cambiamenti climatici rappresentano tutti pericoli chiari e attuali per il sistema di produzione alimentare. I rapidi aumenti della domanda alimentare previsti per il prossimo decennio, saranno probabilmente accompagnati da una quantità invariata di suolo coltivabile. Vi sono alcune prove del fatto che il cambiamento climatico sta già avendo un effetto misurabile sulla qualità e quantità di cibo prodotto a livello globale e locale, con eventi meteorologici estremi che incidono significativamente sulla produzione. La crescente vulnerabilità dei sistemi di produzione alimentare ai cambiamenti climatici e alla perdita di biodiversità, renderanno il cibo e in particolare il cibo di alta qualità nutrizionale ancora più inaccessibile in futuro. Un fattore fondamentale per migliorare la resilienza delle catene di produzione alimentari locali potrebbe essere l'aumento della diversità di alimenti vegetali interi e loro trasformati permettendo inoltre un'aumentata aderenza della popolazione alla dieta in stile mediterraneo, soprattutto a livello locale, dove l'aumento della produzione di diversi alimenti vegetali farà abbassare i prezzi a causa dei minori costi di trasporto e conservazione. Il miglioramento della logistica potrebbe prevenire lo spreco alimentare garantendo una consegna dei prodotti più rapida ed efficace. Queste soluzioni possono includere opzioni di imballaggio che mantengono gli alimenti freschi più a lungo e mantenerne la qualità, ottimali soluzioni di conservazione (dal produttore al consumatore), opzioni di trasporto a basso impatto ambientale o sistemi di ottimizzazione della catena di fornitura e consegna. Tuttavia, dal punto di vista della ricerca scientifica, i microbiomi lungo la catena alimentare, ovvero le comunità microbiche che caratterizzano la produzione alimentare, sono stati riconosciuti come attori fondamentali ad esempio nel mantenimento della salute del suolo, nel garantire la produttività di piante e animali, la qualità nutrizionale degli alimenti, la salute umana, nelle trasformazioni alimentari e infine nel recupero di energia

e sostanze nutritive dai rifiuti alimentari dalla decomposizione della materia organica, compresi gli sprechi alimentari.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Promozione di abitudini alimentari sane

Numerose evidenze suggeriscono che molti alimenti e sostanze nutritive modulano l'infiammazione sia in acuto sia a livello cronico. È stato osservato che regimi alimentari ricchi di alimenti di origine vegetale sono associati a una minore incidenza di malattie legate all'età in cui l'infiammazione cronica svolge un ruolo chiave, tra cui malattie cardiovascolari e neurodegenerative, diabete e alcuni tipi di cancro. L'assunzione di un basso apporto calorico, dove la maggior parte dell'energia proviene da carboidrati complessi e un elevato consumo di frutta e verdura e in cui pesce, legumi, latticini e olio extra vergine di oliva sono le principali fonti proteiche e lipidiche, sono associate alla longevità e ridotta mortalità per tutte le cause. Diverse abitudini alimentari sane condividono tali caratteristiche e offrono alti apporti di fibre, composti bioattivi come polifenoli, isoflavoni, vitamine e acidi grassi nobili, congiuntamente ad un ridotto apporto di carne rossa, grassi saturi, zuccheri semplici e sale. L'invecchiamento è spesso accompagnato da una riduzione della quantità e della varietà di alimenti contenenti fibre e proteine che contribuisce alla malnutrizione, con conseguente aumento del rischio di osteoartrite. Un miglioramento dell'alimentazione e della salute in età avanzata consegue a un miglior accesso a cibi nutrienti e all'introduzione di abitudini alimentari sane fin dalla prima infanzia per evitare conseguenze sulla salute osservabili solo in età adulta. Ad oggi, manca una comprensione fondamentale su come i cibi funzionano effettivamente nel corpo umano. A livello locale c'è scarsa conoscenza delle abitudini alimentari individuali e di come l'assunzione di cibo sia correlata al rischio di malattia.

### 2. Misurazione della qualità nutrizionale degli alimenti (in particolare locali) e sviluppo di nuovi alimenti e varietà

Il gusto, il prezzo e la convenienza sono i parametri principali che guidano la scelta del consumatore nell'acquisto degli alimenti laddove l'aspetto nutrizionale e i loro effetti sulla salute risultano essere ultimi nella lista dei criteri di selezione. Tuttavia, l'industria alimentare sta rilevando cambiamenti significativi nelle tendenze dei consumatori legate a preoccupazioni riguardanti la salute e l'alimentazione. La demonizzazione di molti prodotti alimentari ad alto valore nutritivo dovute a messaggi comunicativi per lo più errati e diagnosi "fai-da-te" di allergie/intolleranze alimentari comportano diete improvvisate e una scorretta alimentazione. Il cibo sta diventando sempre più personalizzato e molti di noi si inseriscono già in una di queste "tendenze" del mercato. Tuttavia, nessuna di queste "etichette alimentari" è di per sé una misura della qualità nutrizionale del cibo e del suo contenuto in nutrienti. Al contempo, è importante capire che molti degli obiettivi per cui le persone fanno queste scelte possono essere raggiunti attraverso l'aderenza ad uno stile di vita di tipo mediterraneo e il consumo di alimenti di alta qualità nutrizionale, specialmente verdure, cereali integrali e frutta. La scelta del consumatore di alimenti sicuri e sani che soddisfino anche la richiesta di salvaguardare l'ambiente, consegue ad una migliorata accessibilità a - e consapevolezza di - alimenti di qualità nutrizionale reale. Chiarire in che modo i consumatori prendono le decisioni sul cibo è utile ad identificare le molte variabili coinvolte nei processi decisionali. Allo stesso modo, all'aumentare della comprensione delle molecole che governano la qua-

lità nutrizionale degli alimenti, segue anche la capacità di coltivare, trasformare o arricchire gli alimenti di ingredienti con una migliore qualità nutrizionale. La promozione della scelta e del consumo di cibi nutrizionalmente più salutari non può non considerare strategie volte a migliorare l'attrattiva e l'appetibilità degli alimenti ad alto contenuto nutrizionale.

### **3. Costruzione di una resilienza nutrizionale e ambientale nelle catene alimentari locali**

L'identificazione di nuove colture di maggiore qualità nutrizionale e di vecchie colture di montagna - molte delle quali con alto contenuto di nutrienti comuni alle varietà utilizzate prima della "rivoluzione verde" e adattate all'ambiente locale - combinata con un'agricoltura di precisione è una strategia possibile volta a migliorare la biodiversità ambientale, la diversificazione del reddito agricolo e la resilienza ai cambiamenti climatici. L'aumento della diversità alimentare, soprattutto a livello locale, aumenterà la diversità agricola e aiuterà a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici contribuendo a ridurre il notevole contributo dell'agricoltura alle emissioni di gas serra. Ne consegue inoltre che la ricerca delle caratteristiche tecnologiche, nutrizionali e salutistiche di prodotti e di ecotipi locali nonché di colture e prodotti tradizionali abbandonati o in via di abbandono, potrebbe accrescere l'attrattiva turistica delle aree interessate, con l'obiettivo di una migliore valorizzazione del binomio agricoltura-turismo. Parallelamente alla necessità di aumentare la diversità agricola, sebbene il loro ruolo lungo la catena alimentare sia stato riconosciuto, sappiamo ancora molto poco su come i microbiomi associati alla catena alimentare regolano la produttività, la qualità, la sicurezza e la sostenibilità degli alimenti dal campo alla tavola e dalla tavola al campo. Lo studio dei microbiomi della catena alimentare locale e il loro impatto lungo la catena alimentare locale è una strategia per migliorare la gestione del sistema alimentare e aumentare la sua resilienza ai cambiamenti climatici futuri.



## EDUCAZIONE E FORMAZIONE PER UNA MAGGIORE COMPETITIVITÀ, FORMAZIONE AI CITTADINI

L'Agenda 2030 si pone tra gli obiettivi quello di garantire un'istruzione inclusiva e di qualità per tutti e di promuovere l'apprendimento permanente attraverso l'educazione, la conoscenza e l'informazione. La formazione degli studenti, degli imprenditori e della cittadinanza è cruciale per una resilienza sociale, economica e ambientale e per far fronte alle sfide future. Pertanto, l'educazione e la formazione devono costituire un sistema formativo integrato che inizia con la scuola per poi continuare per tutto il ciclo di vita, con continua acquisizione di esperienze, sia nel percorso curricolare (cioè scolastico, universitario, di specializzazione), sia nel percorso extracurricolare (comprendendo anche la formazione continua degli adulti). Alla FEM è presente l'intera filiera formativa: l'istruzione e la formazione (rientranti nel II° ciclo del sistema nazionale), l'alta formazione professionale, la formazione a carattere universitario e post-universitario, l'educazione e la formazione permanente nelle materie agrarie, veterinarie, forestali e ambientali. La convivenza in FEM dell'istruzione e formazione con la ricerca e il trasferimento tecnologico consente un costante arricchimento e integrazione formativa. La presenza del servizio di consulenza, indipendente dal settore privato, permette di creare forti sinergie nel trasferimento delle innovazioni e delle attività sperimentali verso gli stakeholder. Recentemente FEM e l'Università di Trento hanno stipulato un accordo per la costituzione del Centro Agricoltura Alimenti Ambiente (C3A) il cui obiettivo è quello di avviare una stretta collaborazione tra i due enti nella formulazione e realizzazione di programmi di ricerca congiunti nei settori di reciproco interesse, ai fini di valorizzare le competenze esistenti e di sviluppare una stretta



sinergia, potenziando anche l'offerta didattica (attivazione congiunta di corsi di laurea triennale in viticoltura ed enologia e magistrale in *agri-food innovation* ed *environmental meteorology* e di dottorato).

L'attuale crisi economica ha portato l'innovazione a diventare un tema chiave nell'agenda politica europea. Con il termine innovazione si intende la realizzazione di un prodotto o di un processo nuovo o significativamente migliorato, oppure di un nuovo metodo di marketing o di organizzazione nelle pratiche commerciali, nelle attività lavorative o nelle relazioni esterne. I Sistemi per la conoscenza e l'innovazione in agricoltura prevedono lo sviluppo della conoscenza e sua diffusione, l'influenza sulla direzione della ricerca e dell'identificazione delle opportunità, la sperimentazione imprenditoriale e la gestione del rischio e dell'incertezza, la formazione del mercato, la mobilitazione delle risorse, la legittimazione e lo sviluppo di esternalità positive, che sono tutte azioni volte a promuovere l'innovazione. Questo implica una comunicazione inclusiva con imprese, territori rurali e portatori di interesse al fine di raccoglierne le esigenze e permettere una ricaduta applicativa maggiore delle innovazioni prodotte e promosse, prevedendo, nel contempo, il miglioramento degli strumenti di comunicazione per incentivare il trasferimento tecnologico dell'innovazione.

Una diffusione e una comunicazione efficaci sono essenziali per garantire che la ricerca abbia ricadute a livello sociale, politico o economico. La comunicazione (e il trasferimento) dei risultati della ricerca ai portatori di interesse e ai cittadini non devono però essere orientati a persuadere, ma a elevare il tenore partecipativo nell'innovazione, promuovendo una comunicazione corretta delle informazioni e andando a instaurare un rapporto di fiducia tra mondo della ricerca e pubblico. In questa panoramica non può mancare un riferimento al tema della *citizen science* (scienza dei cittadini - scienza partecipata). Essa consiste nel coinvolgimento e nella partecipazione attiva e consapevole di persone di età, di formazione e di estrazione sociale diverse in attività di ricerca scientifica. Questo strumento di condivisione è poco utilizzato, ma potrebbe essere maggiormente introdotto in una realtà piccola e molto partecipativa come il Trentino, dove già sono state realizzate alcune esperienze positive (per esempio il monitoraggio di specie aliene invasive).

Margini di miglioramento nell'ambito della formazione sono ancora possibili nell'ambito della previsione delle future esigenze formative collegate alle nuove tecnologie/innovazioni e richieste derivanti dalla società e dell'acquisizione delle cosiddette "*non technical skills*" (competenze non tecniche), che vengono solo parzialmente affrontate nei percorsi scolastici e nella formazione per adulti. Un ulteriore aspetto che necessita attenzione è l'incomprensione e distorsione delle informazioni del mondo scientifico. Spesso infatti i cittadini sono spaventati da informazioni false, distorte o allarmistiche e fanno fatica ad accedere a fonti certificate e oggettive provenienti dal mondo scientifico e del trasferimento tecnologico, con conseguenti comportamenti irrazionali non giustificati.

## Criticità e problematiche

### 1. Scarsa accettabilità dell'innovazione con ripercussioni sulla competitività internazionale e sulla capitalizzazione degli investimenti

La ricerca spesso utilizza una terminologia e canali di disseminazione dei risultati distanti dal cittadino comune, incluso il mondo agricolo. Esiste inoltre la possibilità che, a causa del parere contrario dell'opinione pubblica, il mercato nazionale non mostri interesse per le nuove varietà colturali o tecniche innovative, frutto di programmi di *breeding* o di applicazioni tecnologiche. Per esempio, la globalizzazione del mercato e dell'offerta varietale, da parte dei programmi di miglioramento genetico esteri, potrebbe sfavorire in futuro la dif-

fusione commerciale di materiale vegetale realizzato da enti di ricerca nazionali a fronte di quelli internazionali, dove queste tecnologie sono maggiormente accettate. Va inoltre sottolineato che l'individuazione delle modifiche apportate al genoma mediante le *New Plant Breeding Techniques* (NPBT) di ultima generazione, in particolare il *genome editing*, è tecnicamente molto complessa da attuare, a differenza di quanto accade per le modificazioni ottenute mediante DNA-ricombinante (OGM classici), per cui non è remota la prospettiva che questi prodotti entrino nel mercato interno europeo senza essere dichiarati né rintracciabili. In questo caso la formazione e l'informazione giocano un ruolo importante nell'aprire all'innovazione.

## 2. Senilizzazione delle aziende agricole ed incremento del conflitto uomo-ambiente, incapacità di adattamento ai cambiamenti futuri

Una delle principali problematiche del comparto agricolo trentino è rappresentata dal processo di senilizzazione, laddove nel settore frutticolo e vitivinicolo si registra un'età media dei conduttori molto avanzata a fronte di una scarsa presenza di conduttori più giovani. La distribuzione per classe di età del conduttore è rimasta pressappoco cristallizzata nel decennio passato: il 35% delle aziende è gestito da conduttori di età compresa tra i 50 e i 64 anni e il 37% da conduttori ultrasessantacinquenni. La percentuale di aziende invece condotte da giovani imprenditori con meno di 35 anni rimane esigua (5%). Un elemento positivo è la maggior presenza di giovani nelle classi di aziende con dimensione economica maggiore. Il 23% dei conduttori delle aziende con una dimensione superiore ai 50.000 euro sono infatti giovani.

Questa mancanza di ricambio generazionale, necessario a creare un tessuto di imprese vitali, condotte da giovani agricoltori dotati di elevate capacità professionali, in grado di adattarsi ai rapidi cambiamenti dei mercati ed all'attuamento delle politiche di sostegno già presente oggi, avrà un maggiore impatto in futuro; con le costanti pressioni legate al cambiamento climatico, ai cambiamenti dei mercati e del sistema agro-alimentare si prevedono conseguenze sulla resilienza del sistema stesso.

Al contempo si osserva una diminuzione dell'età media nel settore forestale, una ristrutturazione delle aziende e una crescita sia del numero di addetti sia di imprese nelle attività di utilizzazione boschiva, risultando così veicolo di occupazione per i giovani. Il ricambio generazionale è dovuto sia a sostituzioni alla guida di aziende esistenti sia all'avvio di nuove aziende da parte di persone che provengono da altre esperienze professionali (quest'ultima tipologia risulta però più fragile e poco supportata dal punto di vista politico-istituzionale-economico). Appare quindi evidente che sarà necessario prevedere un piano di formazione continua al fine di consentire questo processo di cambiamento in corso.

## Le soluzioni ai problemi più importanti nel futuro

### 1. Processo formativo e strategia inclusiva verso istituzioni e stakeholder con conseguente coordinamento dell'offerta formativa

Una possibile soluzione atta a superare le attuali e future criticità potrebbe essere rappresentata da un processo che comprenda l'analisi dei bisogni (coinvolgendo stakeholder ed eventualmente i cittadini), la pianificazione e progettazione degli interventi, l'attuazione e valutazione dei risultati. Propedeutica al processo, una soluzione potrebbe trovarsi in un tavolo di concertazione per un

coordinamento e una condivisione su ruoli, responsabilità, ambiti, metodologie e sinergie. All'analisi dei fabbisogni deve seguire l'individuazione delle iniziative e delle attività ritenute prioritarie. Tutto questo si dovrebbe accompagnare a un coordinamento dell'offerta formativa, che parta dalle singole istituzioni per estendersi ai vari livelli tra gli enti preposti alla formazione ed educazione. L'offerta formativa a studenti e adulti dovrà tener conto dello sviluppo e dei cambiamenti del mercato del lavoro nell'ambito della produzione sostenibile, con l'individuazione dei lavori che andranno a ridursi o a essere eliminati (anche in relazione all'automazione del settore e agli sviluppi dell'agricoltura di precisione) e alla previsione di nuove posizioni lavorative e le conseguenti necessarie conoscenze, competenze e abilità. In via sperimentale, sia nella formazione curriculare che extra-curriculare, si potranno ulteriormente introdurre nuove tematiche per sviluppare nuove competenze.

## 2. Promozione del trasferimento dell'innovazione mediante servizi di supporto, formazione e consulenza

La riduzione del reddito agricolo ha accelerato in molte aziende l'introduzione di innovazioni, di prodotto, di processo o di tipo organizzativo. Questo processo ha portato a vere e proprie "eccellenze", che hanno saputo spesso anticipare le tendenze di consumo, con prodotti legati al territorio, processi maggiormente sostenibili e forme di commercializzazione innovative. Tuttavia, l'accompagnamento dello sviluppo e dell'implementazione di nuove conoscenze necessita di servizi tecnici di supporto, formazione professionale e servizi di consulenza che entrino a far parte a tutti gli effetti della rete interattiva della conoscenza. Una soluzione è la riorganizzazione dei metodi e degli strumenti di disseminazione e implementazione dell'innovazione che mettano al centro degli interventi l'azienda agricola, attraverso prove dimostrative, consulenze e incentivando la collaborazione tra gli enti di ricerca e le aziende produttrici. La formazione continua di tecnici e agricoltori è l'approccio che può garantire il continuo miglioramento delle tecniche di produzione agro-alimentare, zootecnica e colturali nonché di difesa dagli agenti patogeni nell'ottica della riduzione dell'impatto ambientale. Per risolvere il problema della senilizzazione esiste la misura del "primo insediamento". A integrazione di questa misura, si propone un aiuto maggiore in formazione nel caso di *start-up* di nuove aziende.

## 3. Conoscenza, comunicazione e formazione ai cittadini

Le produzioni trentine, per garantirsi uno sbocco sul mercato che ne valorizzi la qualità e adeguati volumi di consumo e prezzo, devono identificare le categorie di consumatori ai quali si rivolgono, evitando forme di comunicazione generalizzata e indistinta, poco efficaci. L'educazione dei cittadini, e non semplicemente una comunicazione commerciale, rappresenta un proficuo investimento viste le particolarità del sistema provinciale agroalimentare. Riguardo ai consumatori locali occorre puntare a ripristinare il territorio e le produzioni agricole trentine educando alla sua complessità e alle peculiarità dell'agricoltura di montagna, già a partire dal percorso scolastico. Verso i consumatori extra provinciali, e con particolare riferimento alla rilevante quota di turisti, ci sono due azioni possibili: curare la comunicazione e l'informazione circa la realtà agroalimentare trentina per creare interesse e attesa verso le produzioni agroalimentari prima della visita in Trentino e mantenere il legame e l'interesse anche dopo la visita e incentivare il turismo esperienziale.







