

Ecologia

In una valutazione della sostenibilità, agli aspetti ecologici viene data la stessa importanza di quelli sociali ed economici. Da un punto di vista ecologico, si tratta di valutare in che misura l'agricoltura sfrutta le risorse naturali: suolo, aria, acqua e biosfera. Si tratta quindi di considerare temi quali l'efficienza energetica, il contrasto e l'adattamento ai cambiamenti climatici, la riduzione di emissioni e rifiuti, il fabbisogno idrico e l'inquinamento delle acque, la conservazione della biodiversità e della diversità del paesaggio e il mantenimento dei patrimoni culturali tradizionali. Mentre l'attenzione si concentra sulle interrelazioni a livello locale e regionale, anche il livello globale è di grande importanza, soprattutto in agricoltura. L'energia, compresa quella sottoforma di mangimi e alimenti, viene acquistata sul mercato mondiale e i prodotti agricoli vengono esportati: tutto ciò deve essere tenuto in considerazione dal punto di vista ecologico.

Questo capitolo porta all'attenzione di chi legge il maggior numero possibile di fattori. Sono stati raccolti indicatori per i vari beni ambientali, dove disponibili anche in un trend temporale. In concreto, vengono affrontate le tematiche relative all'acqua, all'aria, al suolo, alla biodiversità e al paesaggio. Al termine del capitolo vengono proposte una sintesi e una valutazione delle problematiche individuate. In generale, va notato che i dati disponibili sugli indicatori ecologici sono scarsi. Molti indicatori non sono raccolti in maniera sistematica, ma sono il risultato di studi individuali. **L'istituzione di un monitoraggio a lungo termine dei principali indicatori ambientali sarebbe quindi quanto mai urgente.**

Paesaggio

Erich Tasser

L'agricoltura come artefice del paesaggio

Attualmente l'agricoltura domina circa il 40% del territorio altoatesino: nonostante la sua marginalità economica, è uno dei più importanti artefici del paesaggio. Il tipo di configurazione del paesaggio è di grande importanza dal punto di vista della sostenibilità. Ad esempio ha effetti sulla biodiversità perché l'intensificazione delle colture e le crescenti monocolture fanno sì che la diversità delle specie si riduca (> Biodiversità, p. 59) e ha effetti sul bilancio climatico (> Suolo, p. 50) e sull'attrattiva per escursionisti e turisti (> Servizi ecosistemici culturali, p. 40). Nel corso dei secoli, le diverse forme di utilizzo agricolo hanno prodotto una varietà di habitat e di elementi paesaggistici. Tra i più rappresentativi ci sono i lariceti, i prati aridi o i castagneti. Tuttavia, la rapida meccanizzazione, l'intensificazione e la specializzazione dopo la seconda guerra mondiale hanno avuto un profondo impatto sul paesaggio. In passato le aziende agricole erano per lo più autosufficienti e quindi quasi tutti gli alimenti e i beni di consumo venivano prodotti in azienda. Si coltivavano cereali per il pane, patate e ortaggi, avena per i cavalli e lino per fare vestiti; il bestiame pascolava su prati estesi. Questa diversificazione nelle coltivazioni però è in gran parte scomparsa (Fig. 16). Allo stesso tempo, varie strutture paesaggistiche, come i terrazzamenti dei campi, i muretti di contenimento, i filari di siepi, i castagneti, le rogge tradizionali (*Waale*) e i bacini di raccolta per l'irrigazione hanno ceduto il passo ai metodi moderni di coltivazione. Oggi i paesaggi rurali diversificati e strutturati sono rari nei fondovalle dell'Alto Adige (Fig. 16).

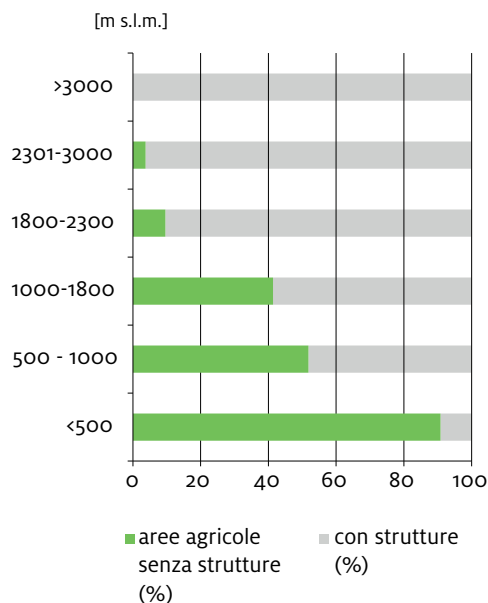


Fig.16: Percentuale di aree agricole ricche di strutture nel paesaggio dell'Alto Adige. Le pianure sono state in gran parte bonificate, cioè sono stati eliminati gli elementi strutturali per una più facile gestione; nell'area di pascolo alpino, invece, la diversità permane.



📷 È proprio il mix di paesaggio rurale e naturale che conferisce alla regione alpina il suo fascino: una veduta dell'alta val Venosta mostra quanto sia vario questo paesaggio alpino. A seconda dell'altitudine, boschi di conifere, boschi misti o di latifoglie si alternano a prati, pascoli, arativi, frutteti e anche aree di insediamento. Siepi, singoli alberi, piccole rogge e muretti a secco contribuiscono alla diversità.

Il paesaggio agricolo è così diventato più monotono. Negli anni cinquanta, le zone più favorevoli dell'Alto Adige venivano utilizzate principalmente per la coltivazione di cereali, ma anche per la frutticoltura e la viticoltura e, sui terreni più poveri, per le colture foraggere. Oggi, in alcune zone della val d'Adige e della valle Isarco, la frutticoltura e la viticoltura si sono estese fino a circa 1000 metri. Soprattutto in val Venosta, le aree di coltivazione della frutta continuano a espandersi. Anche nei settori in cui predominava l'agricoltura mista ad arativi e bestiame, la coltivazione di cereali è stata in gran parte abbandonata e le aziende agricole si sono specializzate nell'allevamento di bestiame da carne e/o da latte. Inoltre, anche le singole colture sono cambiate in modo significativo: i frutteti

intensivi di oggi con le loro reti antigrandine, ad esempio, hanno poco in comune con le colture ad alto fusto di un tempo. Anche in viticoltura la tradizionale coltura a "pergola" è sempre più sostituita dai telai in filo metallico. La coltivazione dei pascoli – che richiedeva una alta intensità di lavoro con basse rese – è stata in gran parte abbandonata. E a causa dell'abbandono dei prati e dei pascoli alpini, la copertura boschiva ad alta quota è aumentata in modo massiccio. Per contro, le colture foraggere sono state notevolmente intensificate nelle zone favorite. In particolare il metodo del foraggio insilato in balle di plastica ha reso possibile un numero significativamente maggiore di tagli; il risultato però è stato un declino nella diversità delle specie e quindi dei fiori.

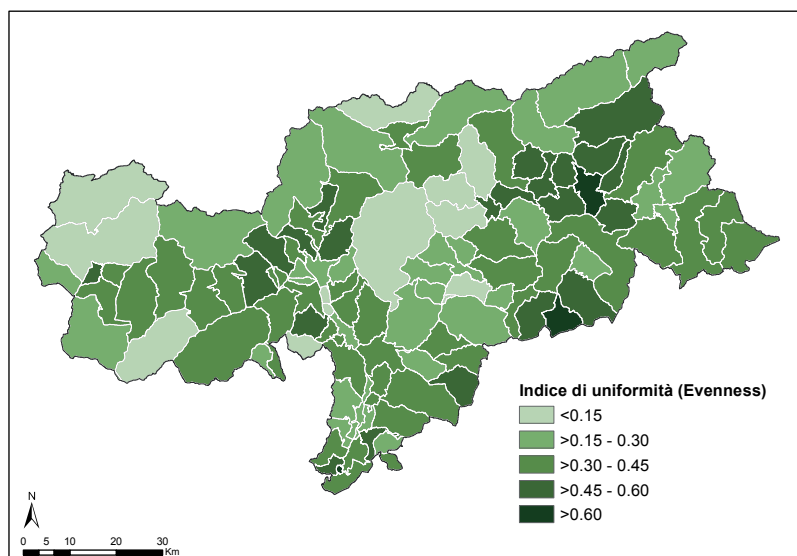


Fig. 17: Indice di uniformità: distribuzione proporzionale dei tipi di colture (diversi seminativi, prati, diverse varietà di frutta e vigneti) all'interno di un comune. Più il valore è vicino a 1, più sono distribuiti uniformemente. Se il valore è vicino a 0, questo significa che un tipo di coltura è predominante. (Dati: Provincia autonoma di Bolzano, Ufficio sistemi informativi agricoli, Mappa: Eurac Research)



Cambiamenti nell'uso agricolo del suolo: fattori determinanti

Perché l'uso agricolo del suolo sta cambiando? Dalla valutazione di una grande quantità di dati, si cristallizzano alcuni fattori centrali che influenzano il processo. **Pendenza:** le superfici da leggermente a moderatamente inclinate sono più produttive e possono essere lavorate bene; il tempo necessario si riduce e il valore aggiunto è quindi superiore a quello delle aree ripide. **Clima:** più favorevoli sono le condizioni climatiche, più estesa è la coltivazione. **Isolamento territoriale:** più un comune è lontano dai centri economici, maggiore è la percentuale di terreno non più utilizzato a fini agricoli. La lontananza è misurata in tempo di guida, quindi dipende non solo dalla distanza, ma anche dalla rete stradale. **Proprietà pubblica del terreno:** quanto più i terreni agricoli sono di proprietà del comune o delle istituzioni pubbliche, tanto maggiore è la percentuale di terreni non più in uso; più ampia è la proprietà privata (comprese le interessenze), maggiore è il numero di terreni ancora oggi in uso. **Politica delle sovvenzioni:** un confronto con il Tirolo austriaco dimostra che un maggiore sostegno alla coltivazione del territorio tende a portare a un maggiore utilizzo del territorio stesso. In Alto Adige, invece, maggiori flussi di denaro confluiscono nel miglioramento della competitività dell'agricoltura e della silvicoltura. **Densità della popolazione:** come prevedibile, sempre più terreni agricoli in aree

densamente popolate sono stati convertiti in terreni edificabili. Inoltre, tre fattori economici influenzano l'uso del territorio: il **tasso di occupazione**, la quota di **agricoltura a tempo parziale** e l'**intensità del turismo**. Se la situazione occupazionale è buona, anche nel settore del turismo, gli agricoltori sono sempre più orientati verso l'occupazione non agricola. Se si tratta infatti di un'occupazione annuale o di un impiego estivo, rimane troppo poco tempo per l'azienda agricola. Per primi vengono spesso abbandonati i terreni con rendite marginali, in seguito viene ridotto il bestiame. Ciò dimostra che l'agricoltura a tempo parziale è un'attività che si svolge in equilibrio precario: da un lato consente di mantenere l'azienda agricola, dall'altro le attività ad alta intensità di lavoro sono ridotte il più possibile per motivi di tempo.

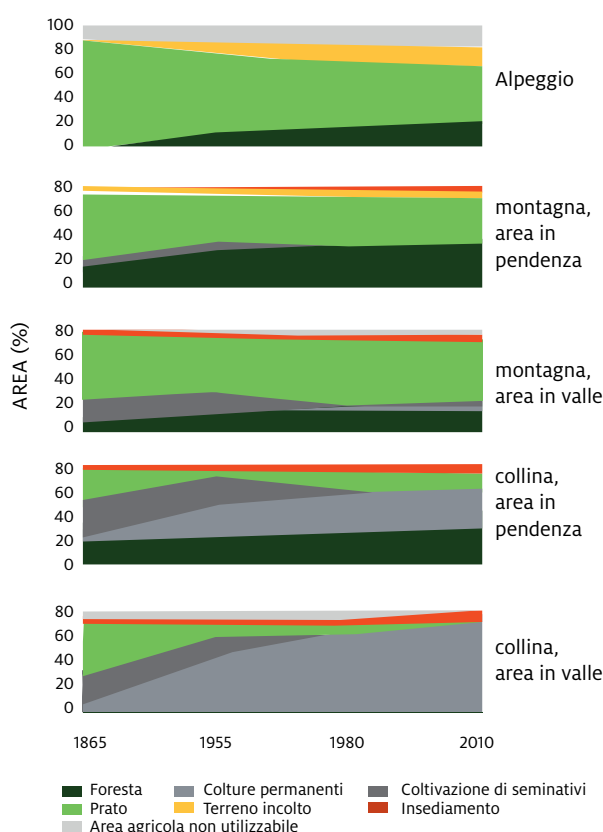


Fig. 18: Cambiamenti d'uso (colture principali e colture miste) a diverse altitudini e su diversi versanti dell'Alto Adige. I dati si basano sulla mappatura dell'uso del suolo di 31 comuni. Collina = 0-800 m, Montagna = 800-1600 m, Alpeggio = 1800-2400 m.

Uso del suolo e paesaggio naturale

Il tipo e l'intensità dell'uso del suolo hanno un forte impatto sulla biodiversità (> Biodiversità, p. 59); come dimostrano numerosi studi, la biodiversità generalmente diminuisce con l'aumentare dell'intensità dell'uso agricolo. Se, tuttavia, i paesaggi agricoli utilizzati in modo intensivo comprendono isole incontaminate come zone umide, siepi o muri di raccolta, le aree agricole limitrofe vengono valorizzate dal punto di vista ecologico. Queste isole possono rappresentare corridoi o guadi per animali e piante. Gli habitat naturali o seminaturali sono utilizzati anche come aree di riposo e di riproduzione o possono essere il punto di partenza per la ricolonizzazione dei paesaggi circostanti. Tuttavia, per raggiungere questo obiettivo le isole naturali devono essere in gran parte intatte e funzionali – condizioni che non sempre si presentano nelle immediate vicinanze di terreni agricoli a uso intensivo. Diversi studi mostrano come i fertilizzanti o la dispersione di agenti nebulizzanti influisca sugli habitat circostanti. L'indice di "naturalità" (^{1,2}) riportato di seguito presuppone uno stato il più possibile non influenzato dalla presenza umana. L'indice di "naturalità" fornisce informazioni sulla condizione ecologica del paesaggio altoatesino; combina due importanti principi ecologici di base, il "grado di naturalità" e la "distanza dagli habitat naturali o seminaturali". Il "grado di naturalità" si basa sulla valutazione dell'influenza umana e classifica i tipi di impiego del suolo secondo una scala a sette livelli. La classe 1 comprende gli habitat che non sono o sono solo marginalmente influenzati dall'essere umano (come le rocce alpine), la classe 7 comprende gli habitat interamente artificiali come le aree di insediamento densamente edificate. Inoltre, all'interno di ogni classe ci sono delle sottoclassi (+/-0,5) che rispecchiano l'intensità d'uso (ad esempio per distinguere tra agricoltura biologica e convenzionale). Gli habitat naturali o seminaturali sono aree con una naturalità $\leq 2,5$. Per "distanza dagli habitat naturali e seminaturali" si intende la distanza media dall'habitat naturale o seminaturale più vicino all'interno dell'unità spaziale di riferimento (²). Vaste aree dell'Alto Adige sono paesaggi rurali con diversi gradi di naturalità (Fig.19). Le aree prative hanno di solito un indice di distanza dalla natura di 0,03-0,6, che corrisponde a una naturalità media. Tuttavia, dove abbonda-

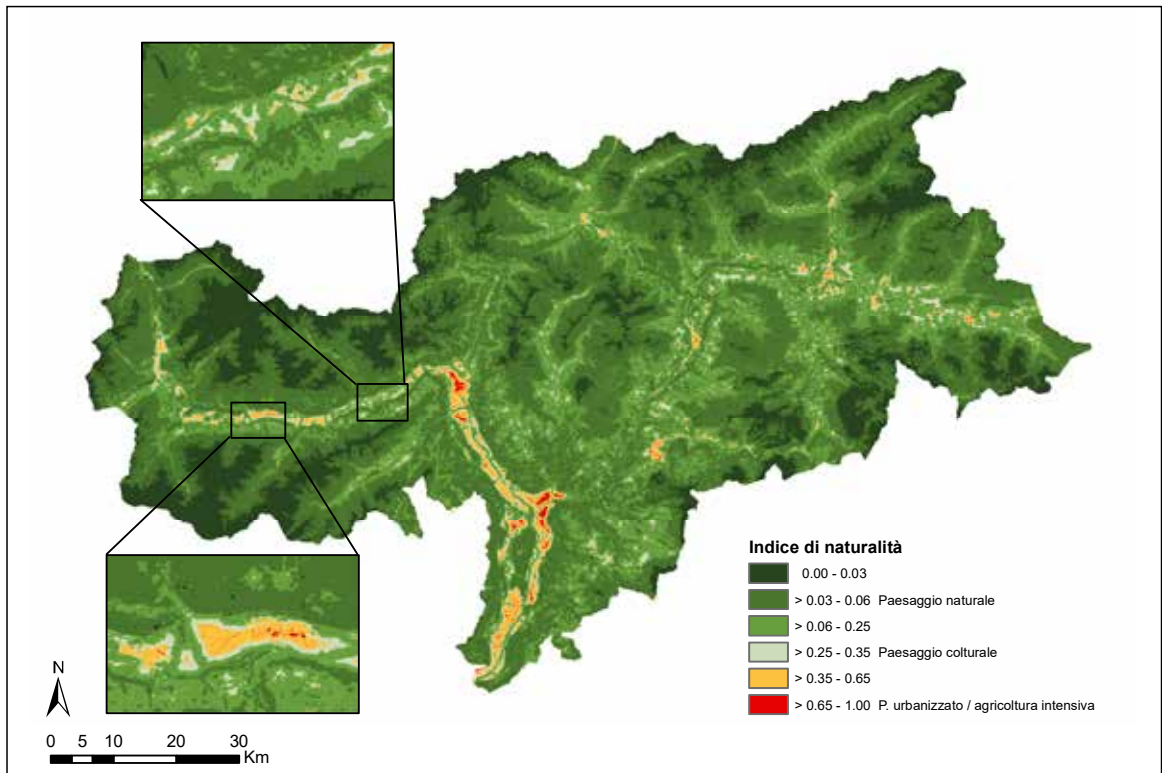


Fig. 19: La "naturalità" del paesaggio altoatesino: l'indice presentato combina il "grado di naturalità" e la "distanza dagli habitat naturali e quasi naturali". Ampie zone dell'Alto Adige sono ancora in gran parte naturali, mentre le aree vallive intensamente sfruttate sono state fortemente alterate e sono quindi in gran parte poco naturali (Dati: Rüdisser et al. 2012. Mappa: Eurac Research).

no gli arativi, e soprattutto dove predominano la frutticoltura e la viticoltura, la situazione è molto peggiore. Quanto siano importanti le isole naturali in un paesaggio agricolo intensivo diventa chiaro se si mettono a confronto i dintorni di Silandro e Naturno. L'estesa zona di coltivazione del melo a ovest di Silandro, con l'eccezione dei boschi sui pendii e di un piccolo bosco ripariale, non presenta strutture naturali; non sorprende che la "naturalità" in questa zona abbia in gran parte un valore $> 0,35$, che corrisponde a una zona agricola intensiva urbanizzata. La zona di coltivazione delle mele a ovest di Naturno, invece, è interrotta da un gran numero di strutture quasi naturali (siepi, isole forestali), per cui raggiunge un valore $< 0,25$ su una vasta area ed è quindi designata come un paesaggio culturale di grande valore.

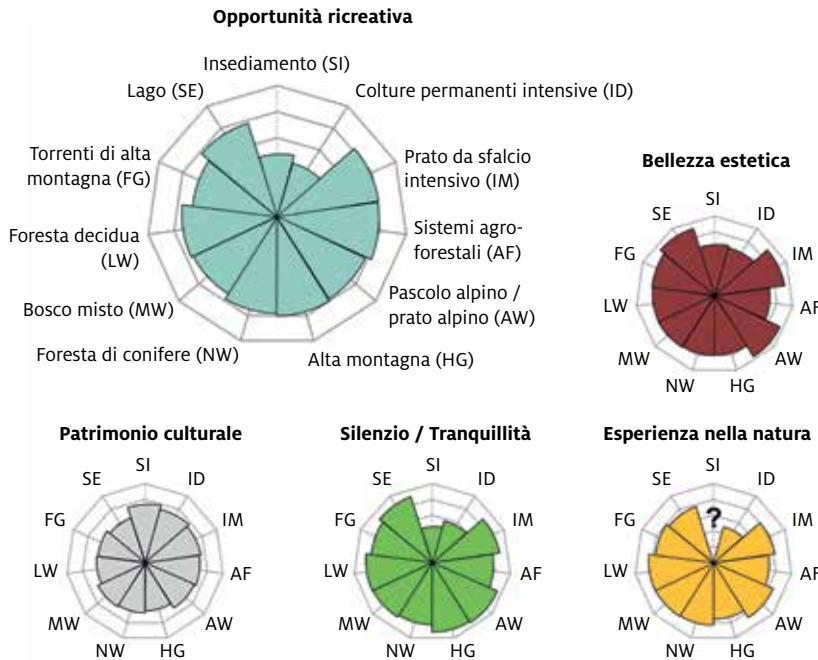


Fig. 20: Servizi culturali dei diversi paesaggi così come sono percepiti da chi fa escursioni. Per questo studio sono stati intervistati complessivamente 659 persone impegnate in escursioni in Alto Adige. Più le linee si allontanano dal centro della ragnatela, più alto è l'apprezzamento attribuito dagli intervistati al valore di ogni paesaggio per la fornitura del servizio corrispondente.

Uso del suolo e servizi ecosistemici culturali

I numerosi servizi che la natura offre agli esseri umani comprendono anche molti servizi immateriali; ad esempio il paesaggio può soddisfare il nostro bisogno di benessere, bellezza e relax e ci fornisce un arricchimento culturale. Diversi studi ad ampio raggio sui più importanti paesaggi agricoli e forestali dell'Alto Adige hanno esaminato il valore culturale ^(3 4 5 6 7 8). Utilizzando questionari basati su foto, il team di ricerca di Eurac Research ha intervistato quasi 2.500 escursionisti locali e turisti. I risultati mostrano che i paesaggi si differenziano notevolmente per il loro valore culturale (Figura 20). In particolare, i paesaggi lacustri e le praterie tradizionalmente coltivate (prati intensivi, pascoli alpini) sono percepiti come esteticamente belli o invitanti per varie attività ricreative e come luoghi che trasmettono pace e danno forza nel ritmo frenetico della vita quotidiana. Gli intervistati attribuiscono anche un alto valore ricreativo alle foreste, che sono percepite come scenograficamente attraenti e come luoghi che offrono tranquillità e l'esperienza della natura. I paesaggi d'alta montagna sono apprezzati soprattutto per la loro bellezza estetica, l'alto potenziale di esperienza della natura

e come luogo di tranquillità. I paesaggi a doppio uso agricolo e forestale (i cosiddetti sistemi agroforestali), come i castagneti o i prati di larice, sono di solito classificati a livello medio della valutazione. Le coltivazioni permanenti nelle pianure a fondovalle sono percepite come forme culturali importanti, simili alle aree di insediamento, ma sono percepite come meno attraenti in tutte le altre aree. Una volta mappati, i risultati mostrano chiare differenze a seconda della zona (Fig.21). In particolare, le valli più basse caratterizzate da colture permanenti e insediamenti ottengono un punteggio piuttosto moderato in termini di fornitura di servizi culturali. In queste zone è quindi particolarmente importante proteggere o addirittura aumentare la superficie di quelle parti di paesaggio ad alto valore culturale.

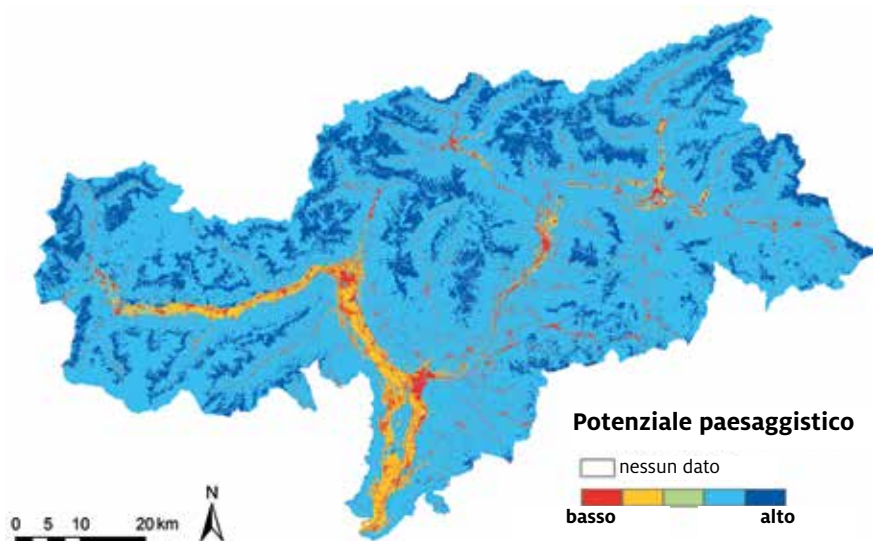


Fig. 21: Potenziale paesaggistico per la fornitura di servizi culturali. La mappa riassume i risultati di un'indagine condotta tra persone in escursione che hanno valutato i paesaggi per piacere estetico, opportunità ricreative o esperienze spirituali e importanza per la conservazione del patrimonio culturale. (Dati: Zoderer et al. 2016, 2019. Mappa: Eurac Research)

Uso del suolo e bilancio foraggero nella foraggicoltura

Dato che una parte considerevole delle superfici prative sfruttate in passato non è più in uso, si potrebbe supporre che l'agricoltura dell'Alto Adige non ne abbia più bisogno. Solo il confronto tra il valore energetico dei foraggi prodotti e il foraggio consumato può mostrare se è effettivamente così. Sono due gli aspetti che intervengono in questo contesto: la riduzione dei terreni agricoli già descritta e l'aumento dei rendimenti dei terreni uti-

lizzati. Grazie alla meccanizzazione sistematica e all'intensificazione dell'uso dei pascoli a partire dal XIX secolo e sempre più dalla metà del XX secolo (>Automazione, p.122), nel giro di pochi decenni le forme tradizionali di prato con un massimo di tre tagli all'anno sono state trasformate su larga scala in prati intensivi, che ottengono fino a cinque tagli. Le rese sono aumentate di conseguenza. Tuttavia, poiché contemporaneamente una ampia parte delle aree prative è stata dismessa, nel complesso la produzione è aumentata solo leggermente (Fig.22).

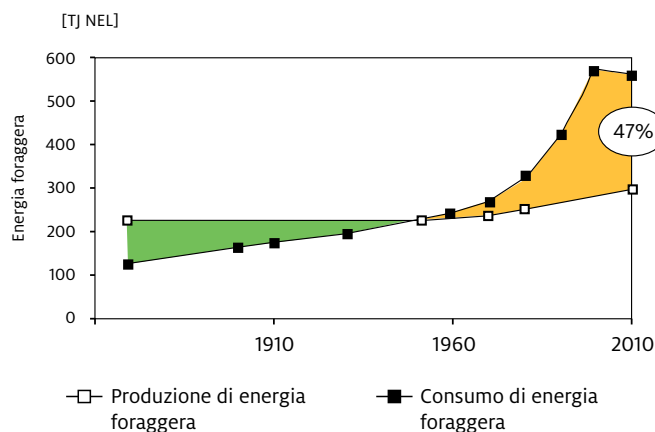


Fig. 22: Bilancio energetico di produzione e consumo di foraggio negli ultimi 150 anni: le aree verdi indicano una sovrapproduzione di energia, le aree rosse una sottoproduzione. Si stima che attualmente quasi la metà (47%) dell'energia foraggera totale in Alto Adige debba essere acquistata altrove. La presentazione si basa sui bilanci dei comuni di Casies, Predoi, Rasun-Anterselva, Campo Tures, Glorenza, Curon Venosta, Malles e Sluderno.



📷 L'intensificazione negli ultimi decenni ha reso i prati molto più produttivi. Tuttavia, poiché allo stesso tempo molte aree sono state abbandonate, la produzione di energia foraggera è aumentata solo leggermente nel complesso.

Il consumo di mangime, invece, è aumentato in modo significativo: dipende dal numero, dal tipo e dalla razza degli animali allevati, nonché dalla composizione degli allevamenti. Col tempo ci sono stati cambiamenti significativi tra le diverse specie (meno pecore e capre, più bovini) e cambiamenti nell'allevamento. Nel caso dei bovini, ad esempio, il peso medio è più che raddoppiato negli ultimi 200 anni, passando dai 250 kg agli attuali 650-750 kg, e la produzione di latte è più che triplicata, passando dai 2050 kg del 1850 a una media attuale di 7300 kg all'anno. Il fatto che il peso vivo e la produzione di latte siano aumentati così tanto è dovuto principalmente alla diffusione delle moderne razze bovine come la bruna o la frisona. Questi cambiamenti influenzano naturalmente il consumo di foraggio. In Alto Adige il fabbisogno energetico in termini di foraggio è passato da 16.585 megajoule (MJ ENL) all'anno e per vacca da latte nel 1850 agli attuali 34.879 megajoule (l'energia netta lattazione indica il contenuto energetico che il mangime animale deve ricevere per consentire una certa produzione di latte). Questo fabbisogno supplementare è

in gran parte coperto da mangimi aggiuntivi ricchi di proteine. Le aziende agricole che desiderano produrli da sole dovrebbero aumentare la coltivazione di foraggi in località favorevoli e sfruttare maggiormente i pendii delle valli e i pascoli alpini per ottenere più foraggio verde. Questo permetterebbe ad alcune aziende agricole di essere quasi autosufficienti. Tuttavia, ciò non è possibile per tutto l'Alto Adige, poiché il numero di capi di bestiame è troppo elevato.

Oggi in Alto Adige il fabbisogno energetico in termini di foraggio quasi il doppio della produzione: + 47%. Solo attraverso acquisti supplementari il settore agricolo può soddisfare il proprio fabbisogno di mangimi. I mangimi acquistati dai paesi dell'Unione europea provengono in gran parte da Germania, Francia e Spagna per quanto riguarda i cereali, e da Canada, Australia, Kazakistan e Ucraina per quanto riguarda i prodotti derivati dalla colza. La soia, invece, proviene principalmente da Brasile, Argentina, USA e Paraguay ^(9, 10, 11). Non sono disponibili informazioni precise sull'origine dei mangimi utilizzati in Alto Adige.

Economia alpestre

A causa della ripartizione delle proprietà comuni, il numero di malghe è aumentato da 728 nel 1880 alle attuali 1737 ⁽¹²⁾. Le entrate supplementari provenienti dal turismo, il crescente interesse per i prodotti di malga, il miglioramento delle infrastrutture, ma anche il loro alto prestigio sociale rafforzano l'economia alpestre. Per contro, nello stesso periodo il numero di animali allevati è diminuito complessivamente del 14%, soprattutto nelle zone in cui l'agricoltura si è specializzata nella frutticoltura e nella viticoltura. Inoltre, negli ultimi decenni l'economia alpestre è cambiata radicalmente: più che il luogo dove si produce latte, burro e formaggio, la malga è ora principalmente il luogo dove trascorrono l'estate i vitelli e le vacche che ancora non producono latte (femmine fino al primo parto, ma anche tori e buoi sotto i due anni) o piccoli animali come pecore e capre. Le malghe in cui gli animali vengono munti, e soprattutto quelle che si occupano di produzione lattiero-casearia, sono oggi una rarità. Anche a causa delle norme igieniche più severe, la lavorazione del latte non avviene più nelle aziende agricole o in malga, bensì nelle latterie e nei caseifici. La lavorazione del latte nelle malghe, così come la gestione estensiva dei pascoli con pastori o recinzioni e il continuo miglioramento dei pascoli, sono possibili solo se c'è personale a sufficienza. Da un punto di vista ecologico, una gestione delle malghe con più personale sarebbe auspicabile, ma i costi salariali sono troppo elevati per molte aziende agricole nelle attuali condizioni economiche.

D'altra parte, le condizioni di crescita delle piante sui pascoli alpini sono notevolmente più vantaggiose grazie al riscaldamento climatico e all'apporto supplementare di nutrienti dall'esterno - soprattutto azoto sotto forma di ammoniaca e ossidi di azoto nell'aria ⁽¹³⁾. In alcune malghe si usa anche mangime concentrato, il che significa che arrivano più sostanze nutritive ai pascoli alpini. Di conseguenza, sul terreno cresce più foraggio e per il bestiame servono meno pascoli. Circa la metà del foraggio prodotto non viene consumata. Le aree dove non pascolano le bestie stanno lentamente diventando incolte, e alcune di esse sono già state riconquistate dal bosco. L'influenza umana sugli alpeggi è diminuita in modo significativo e le terre sono tornate a svilupparsi nella loro forma naturale. Questi sviluppi non sono direttamente svantaggiosi dal punto di vista ecologico, ma i paesaggi culturali ricchi di specie stanno scomparendo sempre più e l'aspetto delle regioni alpine sta cambiando radicalmente.

	1880	2010
Numero di malghe	728,0	1.737,0
Malghe in cui si munge	300,0	141,0
Superficie netta dei pascoli (ha)	222.493,7	116.883,5
Produzione di energia (1000 x MJ NEL)	737.909,0	112.6254,9
Numero complessivo di animali	118.908	102.270
Bovini (%)	33,0	51,1
Vacche da latte (%)	9,6	3,3
Bovini giovani-in asciutta (%) ^{ww}	23,4	47,8
Pecore (%)	58,9	44,0
Capre (%)	6,0	2,6
Cavalli (%)	1,2	2,4
Maiali (%)	0,9	0,0
Fabbisogno energetico totale (1000 x MJ NEL)	220.667,1	314.869,3
Superficie di pascoli necessaria in ha (Fabbisogno energetico degli animali al pascolo/ Resa energetica per superficie)	69.768,7	32.353,3
Personale totale, senza addetti allo sfalcio	1.890	1.064
Personale per malga	5,1	1,0

Tabella 1: Dati importanti sulla gestione delle malghe in Alto Adige (Dati: Graf 1880, Tasser et al. 2010).

Bilancio idrico, irrigazione

Georg Niedrist

L'irrigazione è parte integrante di molti settori dell'agricoltura altoatesina. In particolare la val Venosta, arida e in posizione interna nelle Alpi, (>Clima p.15), con pendii generalmente esposti a sud e colture ad alto fabbisogno idrico, dipendono da sempre da un'irrigazione supplementare. Inoltre, a causa dei cambiamenti climatici, negli ultimi anni sempre più aree sono state colpite da periodi di siccità prolungati (¹⁴).

In sostanza, in Alto Adige, come in tutte le regioni delle Alpi, le precipitazioni sono molto superiori rispetto a all'evaporazione, per cui il cosiddetto bilancio idrico climatico è nel complesso decisamente positivo. Il 97% dell'acqua in eccesso scorre via attraverso l'Adige e la Drava. Tuttavia, come mostra la Figura 23, il bilancio idrico non è positivo in tutta la provincia: i fondovalle della valle dell'Adige e della val Venosta, così come i prati esposti a sud, mostrano un bilancio da debole a moderatamente negativo di -250 mm/anno al massimo su una media pluriennale. Questi valori medi nascondono però notevoli fluttuazioni: nel 2014, ad esempio, non c'è stato bisogno di irrigazione in Bassa Atesina, ma in anni estremamente secchi come il 2015 o il 2018 il fabbisogno di acqua supplementare è salito fino a 400-500 mm nei luoghi esposti. Nei fondovalle della valle dell'Adige e della val Venosta,

comunque, il deficit non ha un effetto così marcato perché la vegetazione può sfruttare le falde acquifere.

A seconda della coltura, la percentuale di superficie irrigata varia: mentre nella frutticoltura può essere irrigata quasi tutta la superficie, in viticoltura la percentuale si aggira intorno all'80%. Dei prati e degli arativi, circa un terzo è irrigato e la tendenza è in aumento. Nella maggior parte del territorio provinciale l'acqua viene prelevata da acque superficiali; nei fondovalle predominano i pozzi di profondità. Attualmente, 9069 aziende agricole hanno una concessione ufficiale per prelevare l'acqua per irrigare; inoltre, ci sono 351 concessioni per il prelievo di acqua in funzione antigelo (¹⁵).

Non esistono dati precisi sul consumo effettivo di acqua nell'agricoltura altoatesina; il fabbisogno delle singole colture non viene ancora rilevato in modo sistematico. Tuttavia, si stima che l'irrigazione richieda una media di 170 milioni di metri cubi di acqua all'anno, corrispondenti al 62% del fabbisogno idrico totale dell'Alto Adige (15). Questa stima è probabilmente un po' troppo alta: presuppone un fabbisogno medio di 300 mm/anno per metro quadro di superficie irrigata, ma i vigneti sono irrigati in media molto meno; anche per i prati si possono ipotizzare numeri più bassi. Il fabbisogno annuale di acqua in funzione antigelo è stimato mediamente intorno ai 30 milioni di metri cubi, ipotizzando dieci ore di irrigazione per ogni evento di gelo tardivo. Poiché il periodo di irrigazione antibrina è di solito più

BILANCIO IDRICO

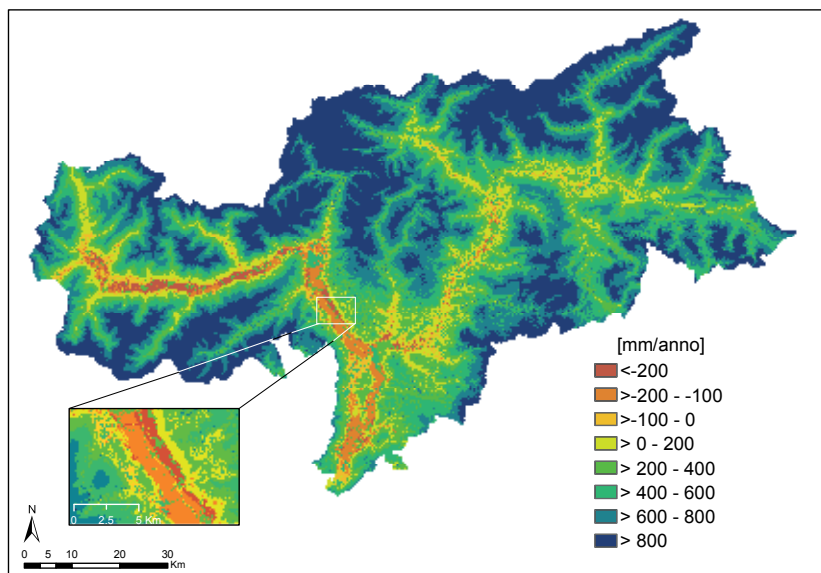


Fig. 23 Bilancio idrico medio annuo in Alto Adige. Il bilancio si ottiene dalla media annua delle precipitazioni (media su 30 anni con correzione dell'altitudine) detratta l'evaporazione media annua (in funzione della copertura del suolo, dell'altitudine, dell'inclinazione e dell'orientamento dei pendii). (Dati: Provincia autonoma di Bolzano - Ufficio meteorologia e prevenzione valanghe. Mappa: Eurac Research)

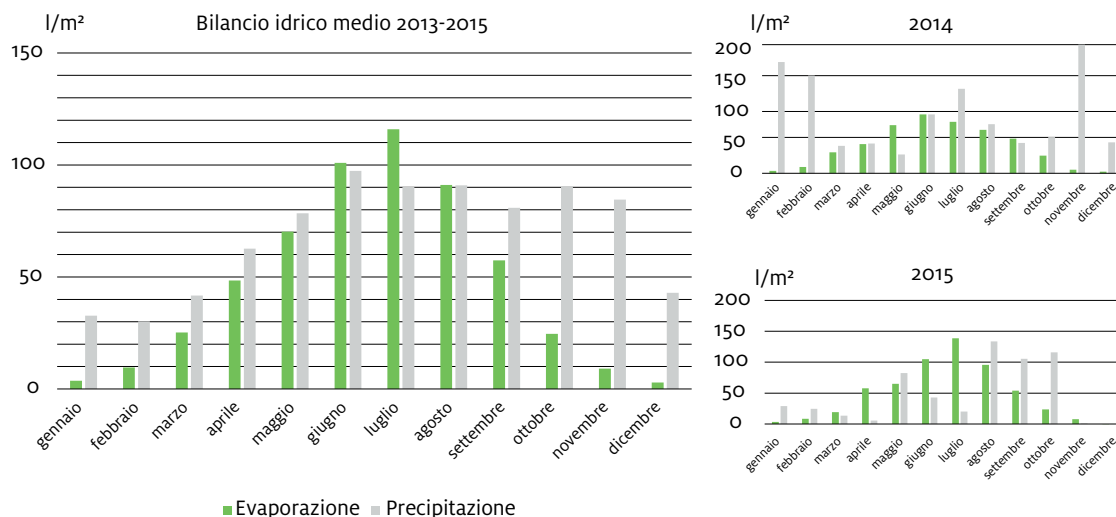


Fig. 24: Confronto tra le precipitazioni annuali e l'evapotraspirazione in un meleto, misurato a Caldaro/Vadena e Ora, senza considerare la falda freatica. In media, il fabbisogno idrico e le precipitazioni in Bassa Atesina si equilibrano approssimativamente (2013-2015, Fig. a sinistra). Tuttavia, la variabilità climatica e i periodi di siccità prolungati a essa associati richiedono un'irrigazione sporadica, come nel maggio 2014 e nel giugno/luglio 2015. (Dati: Università di Bolzano/D. Zanotelli, Provincia autonoma di Bolzano - Ufficio meteorologia e prevenzione valanghe. Elaborazione: Eurac Research)

breve, anche questa stima è probabilmente un po' troppo alta. Sulla base dei dati disponibili, si può quindi ipotizzare che il fabbisogno idrico totale annuo dell'agricoltura sia di 127-157 milioni di metri cubi. La forbice è dovuta al fatto che non si sa con certezza quale area di prato e di terreno coltivabile sia effettivamente irrigata. Tuttavia, la pratica

dimostra che in alcune aziende agricole e consorzi di irrigazione la quantità di acqua irrigua supera di gran lunga il fabbisogno effettivo. Un'esatta rilevazione delle aree irrigate e del loro fabbisogno idrico è quindi indispensabile per il futuro, anche in vista delle imminenti misure legali per l'attuazione della direttiva quadro europea sulle acque.

TERRENI AGRICOLI IRRIGATI 2010

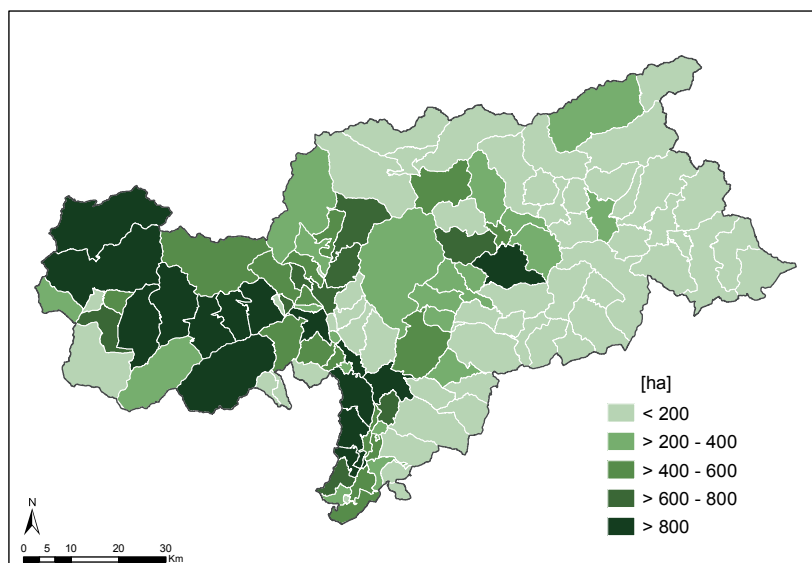


Fig. 25: Terreni agricoli irrigati in ettari a livello comunale (Dati: Censimento agricolo 2010. Mappa: Eurac Research)

Coltura	Utilizzo	Superficie (ha)	Superficie irrigata (ha)	Fabbisogno idrico (l per m² / anno)	Fabbisogno idrico (Mio m³)	Percentuale (%)
Frutticoltura	Irrigazione	18.600 ¹⁶	18.500 ^{17,18}	300 ¹⁹	55,5	51,7
	Protezione dal gelo		11.800 ¹⁹	150 ²⁰	17,9	
Viticoltura	Irrigazione	5.450 ¹⁶	4.600 ¹⁷	100 ²¹	6,9	3,3
Colture foraggere (incl. arativi e ortaggi)	Irrigazione	68.700 ²²	18.100 -30.000 ¹⁵	250 ²¹	45,3-75,0	45,0
	Abbeveraggio bestiame				3,8 ²¹	
Totale					127,1-156,8	100

Tab. 2: Stima dell'attuale fabbisogno idrico dell'agricoltura altoatesina

Per il futuro chi si occupa del tema prevede che i conflitti per le risorse idriche si intensificheranno anche in Alto Adige. Da un lato, a causa del riscaldamento globale, per i mesi estivi verrà immagazzinata meno acqua sotto forma di ghiaccio e neve, e dall'altro lato l'evaporazione sui terreni agricoli potrebbe aumentare fino al 15% nei prossimi 70 anni (14). La siccità primaverile del 2017 ha inoltre dimostrato chiaramente che l'Alto Adige ha una responsabilità legale e morale anche nei confronti delle zone a valle dell'Adige e non può deviare quantità illimitate di acqua per i propri scopi. Anche le numerose reazioni alla bozza del nuovo piano di tutela delle acque della Provincia autonoma di Bolzano indicano il crescente potenziale di conflitto attorno a questa risorsa. Pertanto non c'è modo di sfuggire alla necessità di sfruttare l'acqua in futuro in modo più efficiente di quanto si sia fatto finora. Questo riguarda tutti i settori, ma l'agricoltura ha una responsabilità particolare per il suo elevato fabbisogno. In viticoltura, l'irrigazione a goccia viene utilizzata da molto tempo perché, oltre a risparmiare acqua, riduce anche il rischio di infezioni fungine; nei frutteti, invece, domina ancora l'irrigazione a pioggia perché può essere sfruttata anche in funzione antigelo. Comunque anche in questo settore la percentuale di irrigazione a goccia è aumentata costantemente negli

ultimi dieci anni; attualmente circa la metà della superficie coltivata a frutta dispone di irrigazione a goccia. Aumentare ulteriormente questa quota, anche attraverso politiche di sostegno ancora più mirate, è un importante obiettivo a medio termine. Anche nel controllo dell'irrigazione vi è un notevole potenziale di risparmio: nei consorzi, in particolare, l'irrigazione è sempre stata effettuata a rotazione, cioè non secondo il fabbisogno effettivo, ma in base alle quote. Negli ultimi anni, alcune aziende agricole hanno iniziato a irrigare in modo specifico in base alle necessità. Questo tipo di "agricoltura di precisione" (*precision farming*) richiede tuttavia una buona conoscenza delle proprietà del suolo e dell'effettivo contenuto d'acqua nel suolo; nel caso dei consorzi, l'infrastruttura deve essere adattata per poter irrigare singolarmente gli appezzamenti. In alcune colture, ad esempio in viticoltura e in parte anche in frutticoltura, si può risparmiare acqua anche con miscele speciali di sementi, tecniche di pacciamatura o di frantumazione mirata del manto erboso.

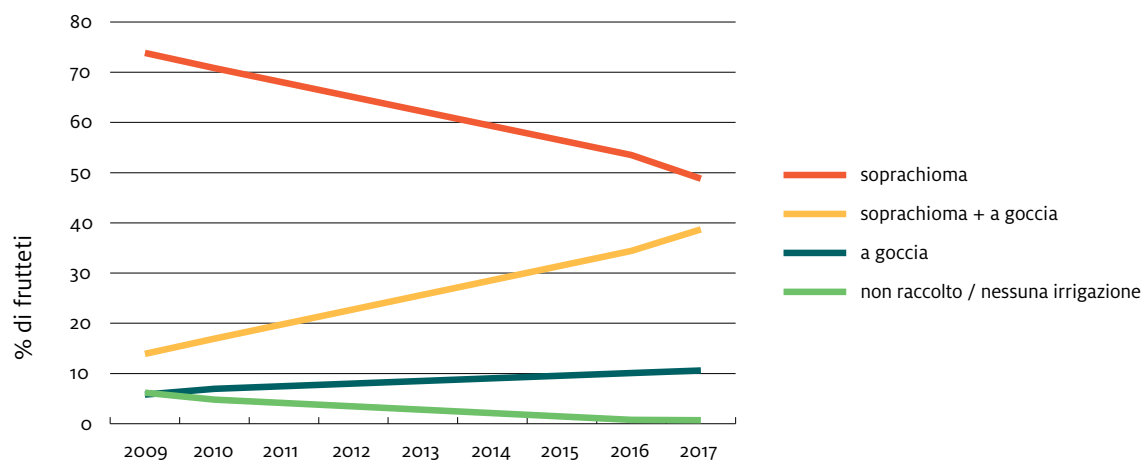


Fig. 26: Evoluzione dei diversi sistemi di irrigazione nei frutteti altoatesini (Dati: dati catastali 2017 Federazione cooperative Raiffeisen dell'Alto Adige. Elaborazione: Eurac Research)

Inquinanti atmosferici e impronta climatica

Georg Niedrist

In termini di emissioni inquinanti dirette l'agricoltura svolge un ruolo minore rispetto a settori come i trasporti o l'industria. Tuttavia, le dispersioni di ammoniaca quando si concima producono polveri sottili, e i modelli di calcolo ipotizzano addirittura che la maggior parte dell'inquinamento da polveri sottili in Europa sia dovuta alla dispersione di ammoniaca in agricoltura ⁽²³⁾. Di conseguenza, si può presumere che anche in alcune zone dell'Alto Adige l'inquinamento atmosferico causato dalla concimazione sia considerevole, anche se non sono disponibili cifre esatte sulla quantità e sull'impatto. La situazione dei dati relativi alle emissioni di gas dannosi per il clima come l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O) è migliore, anche se non ancora del tutto soddisfacente. Dopo il trasporto e il riscaldamento, l'agricoltura è il terzo produttore di gas serra dell'Alto Adige. Le emissioni sono causate principalmente dall'allevamento, dalla concimazione e, in misura minore, dai combustibili fossili. Inoltre, il tipo di uso del suolo ha una grande influenza sul bilancio dei gas serra: se lo sfruttamento si intensifica, ad esempio concimando di più, con tagli più frequenti o convertendo boschi in terreni agricoli, viene rilasciata CO₂ dal suolo ⁽²⁴⁾. Un uso più estensivo, invece, come avviene nei pascoli alpini fin dagli anni cinquanta, assorbe l'anidride carbonica. Finora l'impronta climatica complessiva del settore agricolo non ha tenuto conto delle emissioni di gas serra legate all'uso del suolo o della produzione di energie rinnovabili attraverso impianti fotovoltaici e idroelettrici integrati nell'azienda. C'è ancora bisogno di recuperare il ritardo nella registrazione di tutti i componenti rilevanti. Secondo i dati dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e dell'Agenzia provinciale per l'ambiente e la protezione del clima, l'agricoltura produce il 17,4% (489 kt CO₂ equivalente) delle emissioni totali dell'Alto Adige ⁽¹⁴⁾. Ciò corrisponde a un'emissione pro capite di 0,95 t CO₂ equivalente – ben al di sopra della media nazionale di 0,62 t, il che riflette la grande rilevanza dell'agricoltura in Alto Adige. Circa il 7% di queste emissioni agricole proviene dall'uso di combustibili fossili per macchinari e veicoli, il restante 93%

è costituito da emissioni di metano e protossido di azoto provenienti da allevamenti di bestiame. Ciò significa che l'agricoltura, in particolare la foraggicoltura, è responsabile per il 67% delle emissioni di metano e per il 75% delle emissioni di protossido di azoto in Alto Adige. Non sono qui incluse le cosiddette "emissioni grigie", ovvero le emissioni che si verificano in relazione alla produzione agricola locale al di fuori dei confini nazionali, ad esempio per la produzione di fertilizzanti o di mangimi che i contadini altoatesini acquistano all'estero. La produzione di mele è responsabile di una quota relativamente piccola delle emissioni agricole: 44 kt CO₂ equivalente ⁽²⁵⁾, che corrisponde all'1,6% delle emissioni totali dell'Alto Adige. Circa la stessa quantità di emissioni proviene dalla viticoltura ^(26, 27, 28, 29). Tuttavia, questi calcoli si riferiscono esclusivamente alla produzione sul campo; le emissioni che si verificano dopo la consegna al magazzino o alla cantina – durante lo stoccaggio, la refrigerazione, l'imballaggio o la consegna – non sono statisticamente attribuite all'agricoltura, ma al settore secondario.

Il fatto che non si tenga conto delle emissioni grigie nei calcoli delle emissioni (approccio territoriale) è un aspetto spesso criticato. L'Università di Monaco di Baviera ha sviluppato un approccio che comprende anche le emissioni derivanti dal riscaldamento degli edifici, dai trasporti, dalla produzione di foraggio, ecc., incluse tutte quelle che vengono prodotte al di fuori della provincia ⁽¹⁴⁾. Calcolata secondo questo approccio, la produzione di 406 kt di latte in Alto Adige (situazione nel 2018) genera emissioni per 565 kt di CO₂ equivalente; quindi, la foraggicoltura nel suo complesso genera ogni anno tante emissioni quanto il riscaldamento degli edifici. L'acquisto di mangimi (quasi il 50% del fabbisogno totale, >Paesaggio, p.41) gioca un ruolo particolarmente significativo. Secondo questo approccio, l'impronta climatica per la carne e i prodotti lattiero-caseari importati è significativamente peggiore. Solo dall'estero (escluse le altre regioni italiane), l'Alto Adige importa circa 70.000 tonnellate di carne all'anno, di cui quasi 60.000 tonnellate di carne suina per la produzione di speck e insaccati ⁽²²⁾. Secondo i calcoli dell'Agenzia federale tedesca per l'ambiente, le importazioni di carne dell'Alto Adige causano circa 330 kt di CO₂ equivalente di emissioni extraterritoriali ⁽³⁰⁾. Questo calcolo si basa su mangimi di origine europea; nei casi in cui il mangime arriva da oltreoceano, come spesso accade nell'allevamento di suini, l'impronta climatica peggiora ulteriormente: da un minimo di 50% fin oltre il 100% in più di emissioni

(³¹). Secondo queste stime, le emissioni derivanti dalle sole importazioni di carne corrispondono, a seconda dell'origine del mangime da ingrasso, a una percentuale compresa tra il 10 e il 20% delle emissioni totali di gas serra dell'Alto Adige. Per quanto riguarda i settori economici queste emissioni non ricadono nel settore agricolo, ma in quello alimentare; nella percezione del pubblico la carne e lo speck vengono però visti come prodotti agricoli e come tali sono commercializzati. Questi dati mostrano anche il potenziale dell'agricoltura altoatesina. La carne prodotta in loco, con un'alta percentuale di mangime autoprodotta e trasporti brevi, ha un impatto climatico notevolmente migliore. Oltre all'elevata domanda di carne suina

(la quota di carne suina prodotta in Alto Adige sul totale della produzione di speck - "Bauernspeck - speck del contadino" - è nell'ordine di una quota per mille), gli studi dimostrano una domanda analoga anche per la carne bovina regionale (³²). In definitiva sono i consumatori, attraverso il loro consumo di carne e di latticini, a svolgere un ruolo importante nel determinare quanto gas serra viene prodotto dall'agricoltura. A prescindere da ciò, tuttavia, l'agricoltura stessa può dare un contributo significativo alla riduzione delle emissioni, ad esempio passando ad attrezzature elettriche o riducendo la produzione di latte per unità di superficie e riducendo l'uso di mangimi concentrati importati.

EMISSIONI DI GAS SERRA

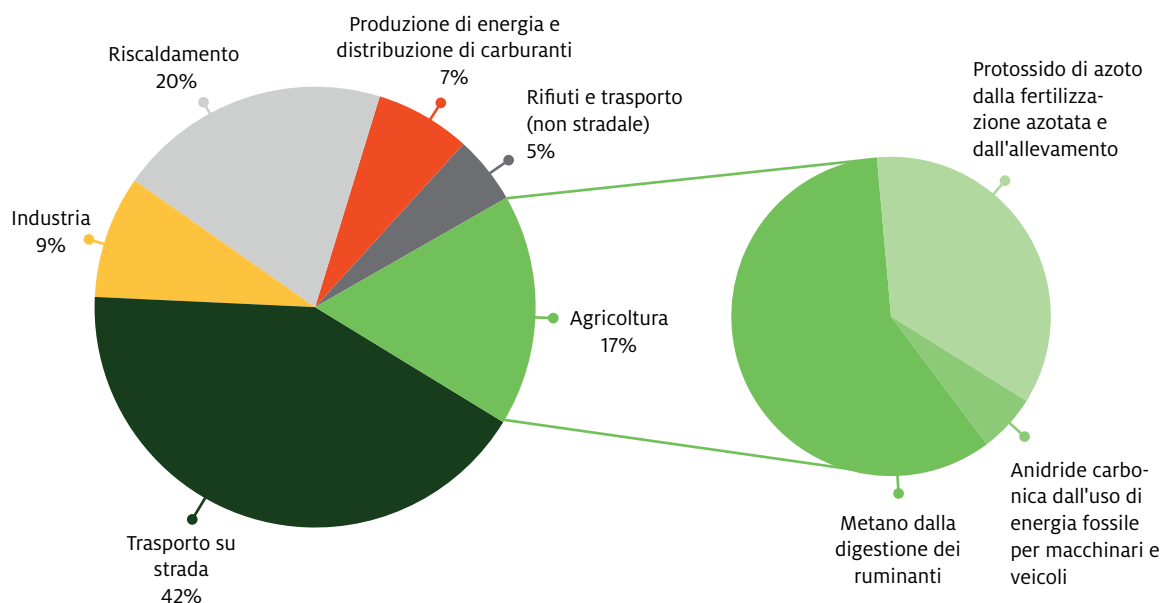


Fig. 27: Origine dei gas serra emessi in Alto Adige nel 2013 (protossido di azoto e metano sono stati convertiti in cosiddetti CO₂-equivalenti). Non sono stati considerati il ruolo dei terreni agricoli come deposito o fonte di carbonio, né le emissioni che si sono verificate al di fuori della regione per la produzione di mangimi o fertilizzanti. (Fonte: Rapporto sul clima - Alto Adige 2018 Eurac Research)

Suolo ed equilibrio dei nutrienti

Georg Niedrist, Erich Tasser

Oltre al clima, il suolo è il secondo fattore decisivo per stabilire se e in quale forma l'agricoltura è possibile. Esso immagazzina acqua e nutrienti e li rilascia quando necessario, è un habitat per animali e microrganismi che riconvertono il materiale biologico senza vita in componenti inorganici e organici utilizzabili. Non da ultimo, svolge un ruolo centrale nel bilancio del carbonio – di particolare importanza nel contesto dei cambiamenti climatici – perché funge da serbatoio di carbonio o da fonte di CO₂, a seconda di come viene utilizzato (>Impronta climatica, p.48). Indipendentemente da ciò che viene coltivato, le condizioni del suolo sono cruciali per un'agricoltura sostenibile e di successo. È quindi ancora più sorprendente che in Alto Adige non esistano dati completi e sistematici sullo stato del suolo o sul suo inquinamento da parte dell'agricoltura o di altri settori.

I campioni di terreno vengono sì prelevati regolarmente dalla maggior parte delle colture e analizzati, per lo più per accertare la presenza di macro o micronutrienti. Questi studi vengono però condotti privatamente, spesso nell'ambito di programmi speciali di coltivazione come Agrios o nella cornice di consulenze specifiche. In questo modo i problemi vengono considerati solo in modo isolato e la loro soluzione viene lasciata all'azienda interessata. Solo di recente l'Alto Adige ha iniziato a mettere i dati sul suolo raccolti in relazione temporale o spaziale – sotto forma di mappe (www.monalisa-project.eu). Come esempio del potenziale delle analisi incrociate, la Figura 28 mostra la reazione del suolo (pH) nei terreni coltivati

a frutteti e vigneti della val Venosta, della valle dell'Adige, dell'Oltradige e della Bassa Atesina⁽³³⁾. Il valore del pH è determinato essenzialmente dalla roccia o dal sedimento di origine e fornisce un'importante indicazione della disponibilità di singoli nutrienti e quindi anche del fabbisogno sostanziale di fertilizzanti in una regione. Le mappe del suolo possono quindi essere strumenti importanti per uno sfruttamento sostenibile del territorio.

C'è una crescente consapevolezza dell'importanza di una gestione sostenibile dei terreni a uso intensivo, anche perché fenomeni come la stanchezza del suolo riducono via via le rese in modo significativo. Sebbene la stanchezza del suolo, che colpisce soprattutto le colture frutticole, sia nota da 200 anni, le correlazioni esatte non sono ancora chiare. Vi è comunque un consenso generale sulla sua origine: il fenomeno si verifica quando la stessa coltura viene impiantata nello stesso sito per un lungo periodo di tempo; di conseguenza, a seconda del tipo di suolo, possono verificarsi squilibri di nutrienti e un aumento della presenza di parassiti, che portano a gravi riduzioni della crescita e della resa^(34,35). I dettagli della catena di cause ed effetti sono peraltro ancora sconosciuti.

Nei pascoli, il tasso di densità di bestiame in parte troppo elevato (UBA/ha - unità di bestiame per ettaro), combinato con l'aumento della produzione di latte per animale, ha portato a un accumulo soprattutto di azoto nelle zone interessate, con conseguenze negative a medio termine per la flora (infestazione di acetosa) e per le falde sotterranee (>Inquinamento idrico, p.53).

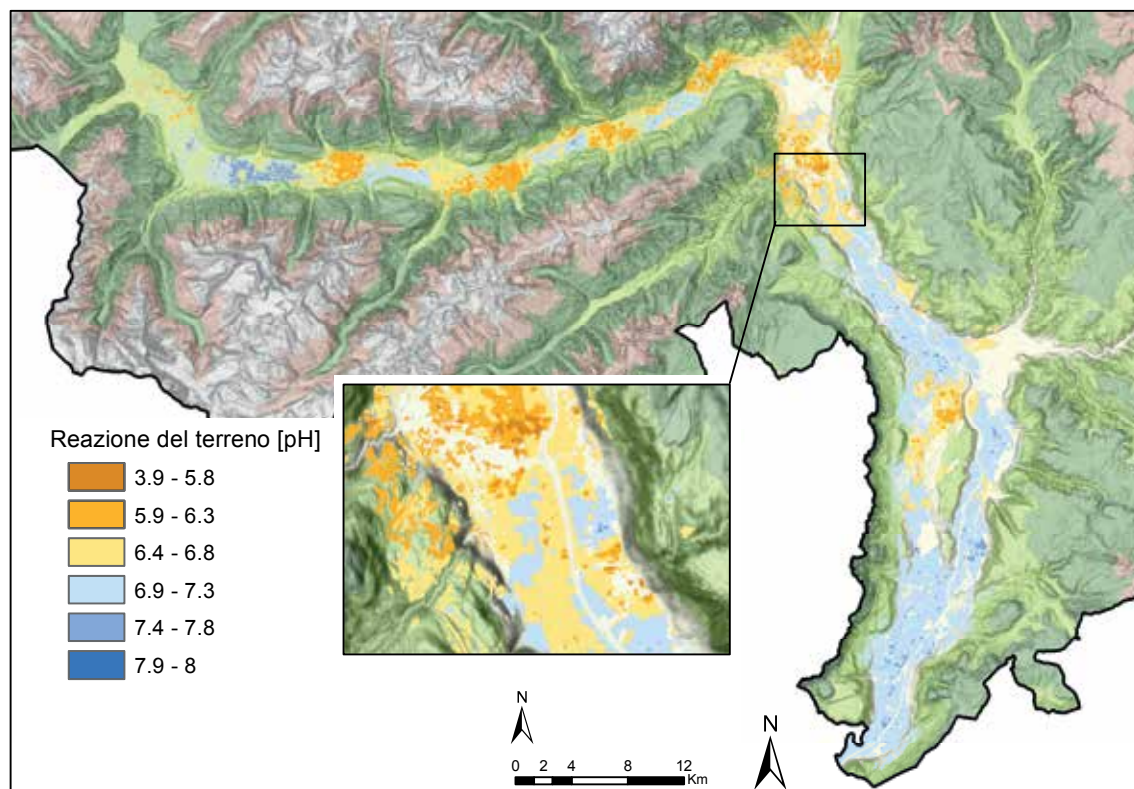


Fig. 28: Distribuzione spaziale della risposta del suolo (valore pH) nei frutteti e nei vigneti tra Salorno e Malles (Dati: Centro di sperimentazione Laimburg, Della Chiesa et al. 2019. Mappa: Eurac Research)

Utilizzo di fertilizzanti

Le piante hanno bisogno di acqua, anidride carbonica, nutrienti e luce per crescere. Tuttavia, molti nutrienti sono naturalmente presenti nel suolo solo in basse concentrazioni. Con l'aumento delle emissioni di azoto e di zolfo, principalmente da parte dell'industria e dei trasporti, gli apporti atmosferici di vari nutrienti giocano ora un ruolo importante. Nella regione alpina, ad esempio, si verificano apporti di azoto di 5-25 kg per ettaro; i valori sono particolarmente elevati ai margini delle Alpi e ad altitudini più elevate a causa delle forti precipitazioni⁽³⁶⁾. Tuttavia, questa quantità non è generalmente sufficiente per la produzione agricola intensiva. Pertanto, per fornire le sostanze nutritive mancanti, è necessario fertilizzare secondo un sistema bilanciato dal punto di vista sia economico sia ecologico. Un eccesso di fertilizzazione comporta problemi ecologici. Un uso eccessivo di fertilizzanti, ad esempio, porta a un aumento del carico di nitrati e fosfati nell'acqua potabile e nelle acque sotterranee vicine alla superficie e all'eutrofizzazione.

L'unità di bestiame grosso fertilizzante (UBGF) viene utilizzata come misura dell'apporto di azoto proveniente dall'allevamento. Una UBGF corrisponde alla produzione annuale di letame di una vacca da 600 kg⁽³⁷⁾, per cui vengono calcolati 105 kg di azoto per unità di bestiame⁽³⁸⁾. Per le superfici prative dell'Alto Adige ciò corrisponde a un valore di azoto compreso tra 70 e 600 kg/ha. Poiché valori superiori a 200kg/ha equivalgono, secondo le linee guida, a un eccesso di concimazione⁽³⁹⁾ per i prati con più tagli, in molte zone di pascolo dell'Alto Adige i tassi massimi di concimazione sono chiaramente superati. Nel settore frutticolo e viticolo, quantitativi di azoto pari rispettivamente a 110 e 80 kg/ha sono di norma considerati ecologicamente sostenibili⁽⁴⁰⁾, con riduzioni seconda del contenuto di humus nel terreno: da 10 kg/ha (contenuto di humus < 3%) a 20 kg/ha (contenuto di humus > 3%). Sui terreni arativi è ritenuto ragionevole un valore di 130 kg/ha.

CONCIMAZIONE CON NITRATI SU TERRENI AGRICOLI

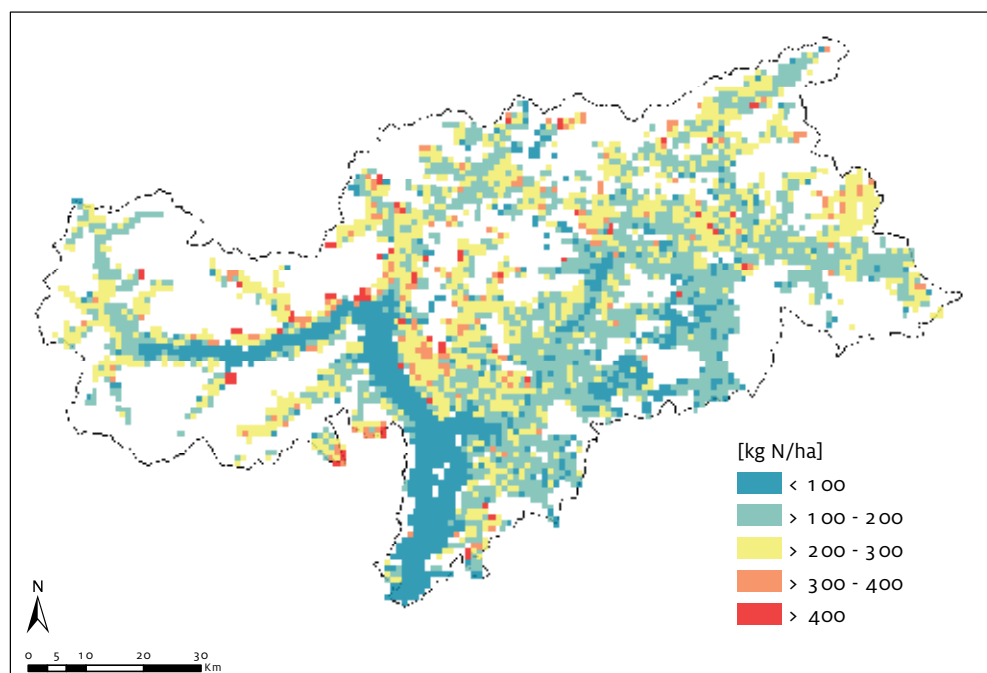


Fig. 29: Concimazione azotata in Alto Adige. Il calcolo per le superfici foraggere si basa sul valore medio della concimazione per unità di bestiame per azienda. Per frutteti, vigneti e arativi sono state utilizzate formule di calcolo collaudate, tenendo conto del contenuto di humus nel terreno (Dati: Provincia autonoma di Bolzano – Ufficio sistemi informativi agricoli. Mappa: Eurac Research).

CARICO DI BESTIAME MEDIO DELLE SUPERFICI FORAGGERE

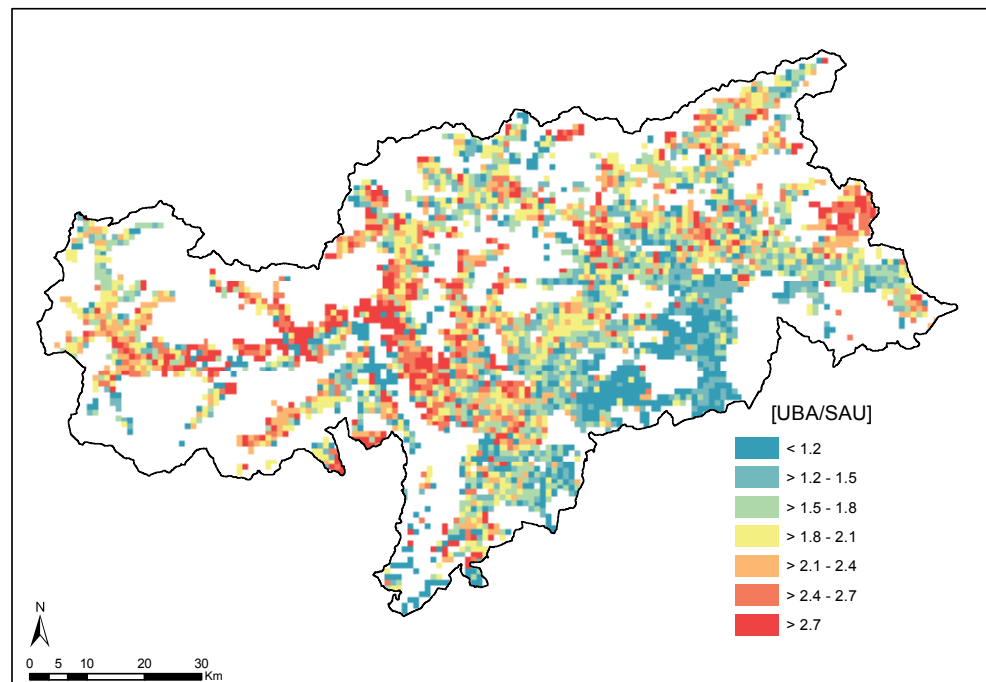


Fig.30: Tasso medio di bestiame per superficie foraggera (pascolo, foraggere avvicendate) calcolato attraverso il rapporto di unità di bestiame adulto per superficie per azienda (Dati: Provincia autonoma di Bolzano – Ufficio sistemi informativi agricoli. Mappa: Eurac Research).



📺 L'azoto ammonico presente nel liquame viene rapidamente convertito in nitrato nel suolo. Se la concentrazione è troppo alta, viene dilavata ed entra nell'acqua.

Inquinamento idrico da nitrati

Come altri nutrienti, il nitrato si trova spontaneamente in natura. Tuttavia, l'uso agricolo intensivo di fertilizzanti ne aumenta significativamente la quantità nell'acqua potabile e nelle falde acquifere vicine alla superficie. Poiché le concentrazioni eccessive di nitrati nell'acqua hanno conseguenze negative per l'ambiente in generale e per la salute umana in particolare, l'Unione europea ha introdotto dal 1991 la direttiva sui nitrati ⁽⁴¹⁾, per salvaguardare la qualità dell'acqua e promuovere pratiche di fertilizzazione progressive e appropriate. Secondo questa direttiva una concentrazione di nitrati inferiore a 50 mg/l è innocua e l'acqua può essere utilizzata come acqua potabile senza alcuna restrizione ⁽⁴²⁾. In Svizzera, invece, si applica un valore limite di 25 mg/l. ⁽⁴³⁾.

In Alto Adige l'impatto degli allevamenti sull'inquinamento da nitrati dei corpi idrici è stato determinato in un progetto di modellazione basato su studi pubblicati. Per unità di bestiame sono stati calcolati 105 kg di azoto. Non si è potuto tener conto del tipo di concimazione; l'apporto di nitrato sotto forma di liquame può inquinare le acque sotterranee un po' più del letame, perché l'azoto ammoniacale immediatamente disponibile nel liquame viene rapidamente convertito in nitrato nel terreno. In base ai nostri calcoli, le concentrazioni medie nell'acqua di infiltrazione per chilometro quadrato sono ovunque al di sotto del valore limite Ue di 50 mg/l; su singoli appezzamenti di pascolo possono verificarsi valori più alti per brevi periodi, come dimostrano anche i risultati del regolare monitoraggio delle acque effettuato dall'Agenzia per l'ambiente e la protezione del clima ⁽⁴⁴⁾.

Prodotti chimici per la difesa fitosanitaria

Georg Niedrist

L'uso sistematico dei prodotti fitosanitari iniziò in Alto Adige alla fine del XIX secolo e si intensificò con l'espansione delle colture (frutta, vite, ortaggi) e la professionalizzazione delle pratiche agricole. Come in altre regioni agricole anche in Alto Adige l'uso di sostanze chimiche per difendere le piante da malattie e parassiti è un argomento controverso e spesso molto sentito. La situazione è molto complessa e i dati disponibili sono tutt'altro che sufficienti per trarre conclusioni definitive sull'attuale livello di utilizzo dei prodotti fitosanitari in provincia e sui cambiamenti che si sono verificati nel tempo. Il termine "prodotto fitosanitario" è

qui utilizzato come definito nel regolamento Ue 1107/2009 e comprende, tra l'altro, insetticidi, acaricidi, fungicidi, erbicidi e fitormoni, ma non comprende i fertilizzanti fogliari o per la frutta, anch'essi applicati con attrezzature a spruzzo, o i corroboranti.

Gli unici dati pubblicamente disponibili per tutto l'Alto Adige sono quelli dell'Istat sull'importazione annuale di prodotti fitosanitari: raccolti dal 2003, mostrano un costante calo delle importazioni di insetticidi e acaricidi, mentre le importazioni di fungicidi sono aumentate. Anche le importazioni di erbicidi sono diminuite in questo periodo.

PRODOTTI FITOSANITARI VENDUTI IN ALTO ADIGE (SOSTANZE ATTIVE)

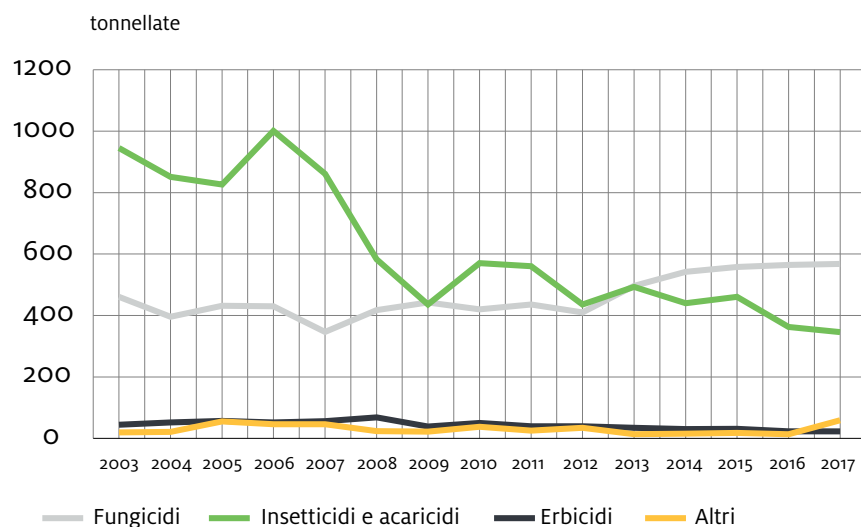


Fig. 31: Prodotti fitosanitari importati in Alto Adige, principi attivi in tonnellate
(Dati: Istituto nazionale di statistica ISTAT, Provincia autonoma di Bolzano - Ufficio Frutti-viticultura)

Tuttavia, i dati sono caratterizzati da notevoli incertezze:

- una parte dei prodotti fitosanitari venduti in Alto Adige non viene utilizzata in Alto Adige, ma viene ricommercializzata all'estero tramite rivenditori. Non è stato possibile determinare quanto sia alta questa quota, e non si sa nemmeno quali quantità di prodotti fitosanitari vengano acquistate privatamente all'estero;
- poiché sia i consumatori finali (contadini, comuni, Provincia) sia i rivenditori dispongono di giacenze di magazzino, le fluttuazioni delle importazioni non riflettono direttamente le fluttuazioni della quantità impiegata, che, a sua volta, dipende fortemente dalle diverse condizioni meteorologiche,
- La quantità totale di prodotti fitosanitari venduti non corrisponde necessariamente alle quantità di principio attivo utilizzato. Inoltre le singole sostanze possono differire notevolmente nel loro effetto sull'ambiente.
- dai dati non è chiaro se i prodotti fitosanitari sono utilizzati in aree pubbliche o in agricoltura. Secondo un'interrogazione al Consiglio provinciale, lungo le strade statali e provinciali vengono utilizzati ogni anno circa 1500 litri di diserbante Roundup ⁽⁴⁵⁾, che corrisponde a circa il 5% degli erbicidi venduti in Alto Adige. I dipartimenti provinciali competenti non dispongono di informazioni precise su altri erbicidi e prodotti fitosanitari e sul loro utilizzo anche lungo le strade comunali ⁽⁴⁶⁾.

Con tutte queste riserve, i dati relativi a un ettaro di coltivazione della mela danno come risultato una quantità annuale di prodotti fitosanitari compresa tra 80 e 120 kg, che varia molto a seconda delle condizioni climatiche e della presenza di parassiti. Poiché in agricoltura biologica vengono utilizzate quantità relativamente elevate di calce solforosa come alternativa ai pesticidi di sintesi, le quantità totali sono in media più elevate rispetto all'agricoltura convenzionale. In termini di volume, i preparati a base di zolfo rappresentano insieme all'olio minerale (fino al 35%) la quota maggiore dei prodotti fitosanitari impiegati ogni anno.

Un confronto con altre regioni frutticole è difficile a causa della situazione incompleta dei dati e sarebbe anche solo parzialmente significativo, poiché le condizioni climatiche (numero di giorni di pioggia, temperature accumulate) sono diverse. Per l'Austria, l'Agenzia austriaca per la sicurezza alimentare (AGES) ipotizza un consumo complessivo di principi attivi di 41 kg/ha in frutticoltura; circa la metà è stimata per la viticoltura. Calcolando questo rapporto per l'Alto Adige, i valori medi nella coltivazione delle mele sono leggermente più alti (46 kg/ha), mentre i valori kg/ha in viticoltura sono simili a quelli austriaci.

È evidente che una discussione costruttiva sull'agricoltura sostenibile richiede un miglioramento significativo della situazione dei dati. Un primo passo potrebbe essere quello di rilevare i prodotti fitosanitari effettivamente impiegati in Alto Adige e, analogamente a quanto avviene in Germania o in Austria, determinare esattamente in quali colture vengono utilizzati.

Finché le varietà resistenti non saranno coltivate su larga scala, l'uso di fungicidi (biologici e sintetici) sarà necessario per un'agricoltura redditizia. L'uso di erbicidi, tuttavia, potrebbe già essere significativamente ridotto nella frutticoltura e nella viticoltura attraverso alternative meccaniche.



METODI BIOLOGICI NELLA DIFESA DELLE PIANTE

Gerd Innerebner

Difendere le colture da malattie e parassiti è una sfida importante: soprattutto nelle colture permanenti come le mele numerosi organismi nocivi possono causare problemi. Si diffondono di continuo anche nuovi parassiti: attualmente un problema serio è rappresentato dalla cimice asiatica, proveniente appunto da alcuni paesi asiatici.

Per gestire il terreno e il sottosuolo in modo sostenibile e per garantire le rese, si ricorre sempre più spesso a mezzi e metodi biologici per la protezione delle piante. Da un lato, oggi sono disponibili più metodi biologici e biotecnologici rispetto a dieci anni fa, dall'altro lato si applicano requisiti di legge più severi per quanto riguarda le coltivazioni ecocompatibili. Negli anni si è sviluppata un'intera gamma di prodotti e metodi biologici che sono oramai imprescindibili in una strategia moderna e sostenibile di protezione delle colture. Questo vale non solo per l'agricoltura biologica, ma anche e soprattutto per l'agricoltura integrata, che, come suggerisce il termine stesso, integra diversi metodi, dando la preferenza ai metodi biologici.

Ci sono, ad esempio, sostanze naturali come piretrine, olio di neem o spinosad che hanno un effetto insetticida diretto, e anche estratti di alghe, lieviti o crostacei che agiscono indirettamente contro gli organismi nocivi attivando le difese proprie della pianta. Inoltre, diversi microrganismi sono riconosciuti come agenti fitosanitari che fungono da antagonisti naturali di organismi nocivi, ad esempio contro il fungo botrytis in viticoltura. L'autorizzazione all'uso di un prodotto fitosanitario richiede sempre una lunga analisi dei rischi e dei test di efficacia, anche se si tratta di un processo biologico. Per la regolazione del maggiolino nei meleli, ad esempio, è promettente l'uso di un fungo entomopatogeno che attacca e uccide le larve nel terreno. Un altro esempio è il controllo della carpocapsa del melo con il cosiddetto metodo della confusione: vengono spruzzati profumi sintetici che imitano l'odore con cui femmine attraggono i maschi; i maschi confusi non trovano più le femmine e non riescono né ad accoppiarsi né a riprodursi.

Un altro aspetto importante della lotta biologica contro i parassiti riguarda l'uso o la conservazione degli insetti benefici. Molti insetti benefici, come gli acari predatori o le coccinelle, sono già presenti in natura sulle viti e sugli alberi da frutto e si nutrono di tetranichidi o afidi. L'agricoltore deve però garantire che la popolazione di questi insetti benefici non venga disturbata. Un ambito di ricerca attuale e molto complesso in questo senso è quello della biodiversità funzionale, che guarda alla diversità delle funzioni e dei processi ecologici all'interno e tra gli ecosistemi; qui, ad esempio, le miscele di sementi e le siepi rivestono grande importanza. Comunque, i metodi biologici non sono disponibili in tutte le situazioni; a volte solo gli agenti chimico-sintetici mostrano un effetto sufficiente. Ne sono un esempio la regolazione dell'afide lanigero del melo o la prevenzione di certi marciumi delle pomacee dopo la raccolta.

Residui

Jutta Staffler, Georg Niedrist

Per quanto riguarda la dispersione dei prodotti fitosanitari, l'Alto Adige, con la sua agricoltura intensiva fatta di piccole strutture, la limitata superficie insediativa nelle valli e l'elevato valore come area ricreativa, è probabilmente una delle aree di coltivazione più sensibili in Europa. Sebbene l'uso sistematico di prodotti fitosanitari, soprattutto in frutticoltura e in viticoltura, risalga alla fine del XIX secolo, è solo da circa vent'anni che l'acqua, il suolo e l'aria vengono controllati sempre più intensamente e sistematicamente alla ricerca di residui; soltanto le analisi dei residui su frutta e verdura, richieste dal mercato, vengono effettuate da molto più tempo. A oggi non esistono in Alto Adige analisi dei residui nel suolo con una buona risoluzione temporale e spaziale. Anche in Europa del resto i dati sono piuttosto carenti. Studi inter-

nazionali suggeriscono però che i prodotti fitosanitari siano presenti anche nei terreni dell'Alto Adige dove le concentrazioni dipendono di volta in volta dalla velocità con cui il principio attivo utilizzato si degrada. Il contenuto di rame dei terreni dei frutteti e dei vigneti è quello documentato relativamente meglio. Il rame, metallo pesante, è molto efficace contro l'attacco dei funghi e in passato è stato utilizzato in grandi quantità (20-30 kg/ha), soprattutto in viticoltura. Grazie alla sua persistenza, si ritrova ancora oggi nei terreni: nei vigneti storici i valori raggiungono ancora diverse centinaia di milligrammo per chilogrammo di terreno. Oggi il rame è utilizzato sia nell'agricoltura integrata che in quella biologica, ma in quantità inferiori (circa il 10% dei livelli storici); nonostante ciò, c'è ancora un accumulo netto fino a 3 kg/ha (^{33,47}).

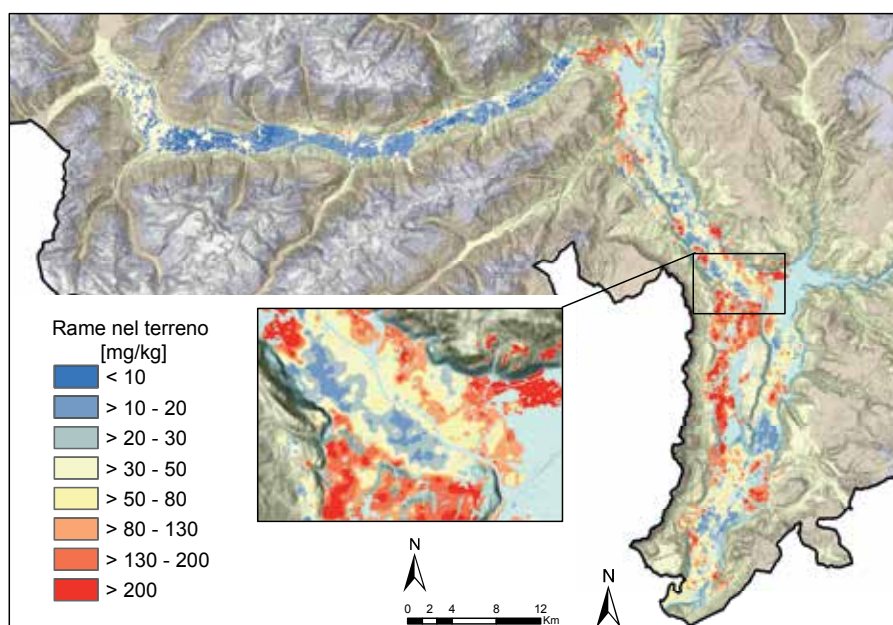


Fig.32: Contaminazione da rame nel terreno - valori interpolati. (Dati: Centro di sperimentazione Laimburg, Della Chiesa et al. 2019. Mappa: Eurac Research)

In Alto Adige il monitoraggio dei corpi idrici, dei campi da gioco e degli alimenti viene effettuato principalmente dall'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, dal Servizio sanitario e dal Consorzio delle mele dell'Alto Adige. In generale, i residui si trovano sulla maggior parte dei campioni, ma i limiti legali sono stati superati solo in singoli casi. Nelle acque sono stati rilevati residui singoli e multipli in 16 dei 17 punti di campionamento e i valori limite sono stati superati in cinque punti ⁽⁴⁸⁾.

Anche nelle analisi di campioni di erba prelevati da parchi gioco per bambini sono stati trovati residui di prodotti fitosanitari in quasi la metà dei campioni ^(49,50), ma i valori erano al di sotto dei limiti di tossicità. Tuttavia, secondo la direttiva Ue 128/2009, l'uso di pesticidi in prossimità di zone sensibili come queste deve essere evitato per principio; i residui rappresentano quindi un problema. Nei test sulle mele da tavola fatti nel 2018, 487 su 490 campioni hanno mostrato residui di pesticidi. Più di un principio attivo è stato trovato nel 95,1% dei campioni, con una media di 3,7 residui diversi per campione. ⁽⁵¹⁾ In una campagna di misurazione su scala ridotta condotta dal Centro consumatori dell'Alto Adige nel 2018, solo sette dei 20 campioni di mela analizzati erano privi di residui, sei dei quali provenienti da coltivazione biologica ⁽⁵²⁾. Dato che i moderni prodotti fitosanitari agiscono efficacemente e in modo specifico contro certi infestanti, vengono utilizzate molte sostanze attive diverse a seconda della infestazione. Il risultato è che sempre più spesso si trovano residui multipli. Esistono studi scientifici che indicano che non si possono escludere effetti tossici dovuti alla combinazione di alcuni principi attivi ⁽⁵³⁾. Nel corso della procedura di approvazione, tuttavia, le sostanze vengono ad ora considerate in modo isolato. Anche se ci sono approcci alla valutazione del rischio cumulativo, le interazioni tra sostanze attive non sono ancora state prese in considerazione dalla legislazione.

I residui di prodotti fitosanitari di sintesi sono problematici anche nelle colture biologiche: se i prodotti che ne mostrano traccia non possono più essere venduti al prezzo previsto per i prodotti biologici, le aziende agricole subiscono perdite economiche dirette. In Italia si applica un limite di 0,01 mg/kg (0,01 ppm - parti per milione) ai residui ammessi nelle colture biologiche. La situazione è complicata dalla coesistenza su piccola scala di coltivazioni integrate e biologiche. Per questo motivo, i più importanti attori dell'agricoltura integrata e biologica hanno concluso nel 2014 un accordo che

regola la gestione dei filari di bordo e le procedure in caso di controversie. ⁽⁵⁴⁾.

I nuovi sviluppi nella protezione dalla deriva e la crescente sensibilità del mercato richiedono un continuo adattamento dell'accordo quadro e delle corrispondenti disposizioni legali, come è stato fatto, per esempio, nel 2020. Altrettanto importante è il monitoraggio coerente e sistematico della deriva che include non solo i frutteti, ma anche altre colture come viti, verdure e prati. Anche se comporta notevoli risorse supplementari sia economiche sia di personale, questo è una base importante per il consolidamento della fiducia reciproca tra chi produce e chi consuma e per un'agricoltura sostenibile.

Prodotti fitosanitari non consentiti

In Italia, nella coltivazione biologica è fissato un limite ai residui pari a 0,01 mg/kg (0,01 ppm - parti per milione). Se vengono rilevati valori più alti, l'etichetta "biologico" viene ritirata. La maggior parte degli altri paesi europei non ha un valore limite oltre il quale è previsto il ritiro della certificazione biologica.

Ingegneria genetica green

Hannes Schuler, Simon Unterholzner

Le piante sviluppano una gran quantità di meccanismi molecolari per resistere alle malattie e adeguarsi ai cambiamenti ambientali. Mentre in natura le piante si adattano di continuo ai fattori di stress di tipo abiotico e biotico – cioè i fattori di stress legati rispettivamente all'ambiente e alle relazioni con gli altri organismi viventi, nelle piante coltivate la selezione operata dalla mano umana consente questo tipo di adattamento solo in misura limitata. Le specie coltivate resistenti a fattori di stress biotici e abiotici sono essenziali per la sostenibilità dell'agricoltura, poiché grazie ad esse si protegge il raccolto e si riduce drasticamente l'impiego di fitofarmaci ^(55, 56). La procedura che si segue abitualmente per ottenere queste specie resistenti è quella dell'incrocio con geni resistenti ottenuti da specie selvatiche. Oltre alle caratteristiche che si cercano, tuttavia, si eredita anche tutta una serie di proprietà indesiderate che si possono ridurre solo effettuando dei retroincroci (backcross) in un numero elevato di generazioni successive. La coltivazione classica richiede pertanto un grande impegno in termini di tempo, soprattutto per colture pluriennali come quelle delle mele e della vite. Con moderni processi biotecnologici è possibile migliorare in modo più rapido e mirato le proprietà delle colture ^(55, 56). Dagli anni novanta, con l'aiuto dell'ingegneria genetica, geni selezionati sono stati integrati in particolari coltivazioni per renderle resistenti a diversi agenti patogeni, minacce fitosanitarie ed erbicidi. Per far questo si trasferisce nelle piante del materiale genetico di altre specie. Si ottengono così piante transgeniche con combinazioni genetiche che sarebbero nate molto raramente seguendo procedure naturali o non lo sarebbero affatto. Molte di queste piante transgeniche (ad esempio mais o soia) vengono già coltivate regolarmente negli Stati Uniti e in Sudamerica. Nella cosiddetta "ingegneria cis-/transgenica" si utilizzano invece solo geni della stessa specie vegetale, innestandoli in una posizione casuale nel genoma delle piante coltivate. In questo modo negli ultimi anni sono state coltivate numerose piante che contengono geni resistenti di piante selvatiche ⁽⁵⁷⁾. Una nuova procedura di coltivazione, l'editing genomico, consente di modificare singole basi di DNA in un punto preciso del genoma. Lo strumento più importante dell'editing genomico è sicuramente la forbice molecolare CRISPR/Cas ^(58, 59), che consente di disattivare o modificare determinati geni in modo puntuale. Una volta compiuto l'editing, lo strumento CRISPR/Cas può essere eliminato nuovamente dal DNA attraverso il classico esincrocio, in modo tale che la pianta ottenuta di fatto non sia più transgenica. La modifica che la nuova specie ha nel proprio genoma potrebbe essere nata anche casualmente attraverso mutazioni naturali o tramite coltivazione convenzionale ⁽⁶⁰⁾. Nel giro di pochi anni sono state coltivate in questo modo numerose piante resistenti alla siccità, ai funghi e ai virus. In alcuni paesi ci sono già piantagioni di questo genere. Nei paesi dell'Unione europea le piante che vengono coltivate secondo questa modalità sono classificate come organismi geneticamente modificati sulla base di una sentenza della Corte di giustizia europea, che ne ha pertanto regolamentato in modo stringente le relative piantagioni. Per questo motivo 117 prestigiosi istituti di ricerca europei hanno richiesto una rapida revisione di tale sentenza ^(61, 62, 63). Malgrado le preoccupazioni ⁽⁶⁴⁾, finora non è stato documentato nessun caso di ripercussioni negative su esseri umani o animali ^(57, 65). Una discussione oggettiva è determinante per poter sfruttare il potenziale dell'ingegneria genetica green. Grazie a piante che sono resistenti ad agenti patogeni, organismi nocivi e fattori di stress ambientali si potrebbe ridurre l'impiego di fitofarmaci ed evitare perdite economiche, e questo andrebbe a tutto favore di un'agricoltura sostenibile e di una maggiore sicurezza nell'industria alimentare ^(56, 57).



Biodiversità

Andreas Hilpold

Tutte le aree destinate all'uso agricolo dell'Alto Adige sono anche habitat per animali e piante. La diversità dei metodi di coltivazione e delle strutture agricole ha un effetto positivo sulla biodiversità (> Paesaggio, p.35) ⁽⁶⁶⁾. Se invece lo stesso tipo di coltivazione prevale su grandi superfici (come i frutteti intensivi o i prati a taglio multiplo), la biodiversità del paesaggio è minore.

Maggiore è la produttività di un'area agricola e più facile l'uso di macchinari agricoli, minore è la biodiversità riscontrata ⁽⁶⁷⁾. Un recente studio condotto in Svizzera dimostra che l'agricoltura intensiva ha un impatto più negativo sulla biodiversità rispetto all'urbanizzazione ⁽⁶⁸⁾. In Alto Adige mancano ancora studi approfonditi sul rapporto tra paesaggio e biodiversità.

L'analisi che segue riguarda le forme di coltivazione più importanti in Alto Adige e si concentra su quattro gruppi di organismi che risentono sensibilmente dell'uso agricolo e per i quali la disponibilità dei dati è relativamente buona. Si tratta di piante vascolari, cavallette, uccelli e farfalle.

Per quanto riguarda la biodiversità vegetale, sono già disponibili i primi risultati del progetto Monitoraggio della biodiversità Alto Adige. Il confronto dei singoli habitat (Fig.33) mostra che alcuni habitat coltivati sono tra i più ricchi di specie vegetali dell'Alto Adige: soprattutto i prati magri, ma anche pascoli e vigneti, possono essere molto ricchi di specie. Gli habitat agricoli gestiti in modo intensivo, in particolare i frutteti, i campi e i prati a più tagli, invece, sono relativamente poveri di specie. Lo stesso quadro si può osservare anche nel sotto-

suolo: nel 2011 la prima indagine sugli animali che vivono nei terreni agricoli dell'Alto Adige ha mostrato che la diversità delle specie più bassa si trova nei campi arati. Al contrario, i terreni dei frutteti e dei vigneti presentavano un numero significativamente maggiore di specie, e la maggior parte delle specie si trovava nei prati ^(69, 70).

Tuttavia, il numero di specie in sé dà un quadro incompleto, soprattutto se si considera un solo gruppo di organismi, perché, ad esempio, alcuni habitat come canneti e torbiere hanno in natura pochissime specie di piante vascolari, ma hanno comunque un altissimo valore naturale. Un habitat acquista un valore naturalistico in base alla presenza di specie animali e vegetali rare, particolari o in via di estinzione. Negli ultimi cinquant'anni, il sistema delle Liste Rosse si è affermato come uno strumento di tutela ambientale standard: si tratta di elenchi delle specie animali e vegetali che sono esposte a un grado maggiore o minore di minaccia. Le Liste Rosse regionali segnalano una minaccia locale, cioè specie che rischiano di scomparire in Alto Adige, anche se sono presenti in un numero elevato di individui a scala più grande o a livello globale. Tuttavia, diverse specie a rischio di estinzione regionale sono incluse anche nelle Liste Rosse europee, tra le quali varie specie presenti nei prati magri come l'orchidea minore (*Anacamptis morio*), o alcune specie presenti nei letti alluvionali dei fiumi (per esempio la cavalletta di Tuerk, *Tetrix tuerki*).^(71, 72) Le Liste Rosse elencano anche le cause della minaccia e gli habitat maggiormente colpiti. L'agricoltura ha una responsabilità particolarmente importante per la sopravvivenza di numerose specie: soprattutto nella fascia da collinare a montana (da 250 a 1800 m circa) molte specie sono minacciate, e le minacce hanno a che fare con l'attività umana. In queste fasce si trova anche la



📷 Paesaggio riccamente strutturato con varie tipologie di coltivazione (Pinzago vicino a Bressanone), paesaggio poco strutturato dominato da prati (Funes), paesaggio poco strutturato dominato da frutteti (Corces Val Venosta). La regola empirica è: quanto più numerose sono le piccole strutture e gli habitat, tanto maggiore è il numero di specie animali e vegetali che si possono trovare.

maggior parte degli habitat che sono stati creati e mantenuti dagli esseri umani. Per tutti e quattro i gruppi qui analizzati, un importante fattore di vulnerabilità è il fatto che l'agricoltura sia sempre più intensiva (Fig.34). Da una parte, la minaccia è legata alla gestione molto intensiva delle singole aree, ad esempio con lo sfalcio frequente e precoce o la pacciamatura, la concimazione, il drenaggio e l'irrigazione; in particolare nel caso delle farfalle, la minaccia è in parte attribuita anche all'uso di insetticidi. Dall'altra parte, l'agricoltura sempre più intensiva comprende anche l'omogenizzazione delle pratiche agricole, e questo distrugge i biotopi residui e causa la scomparsa di numerosi micro-habitat come siepi, canneti, piccoli corsi o specchi d'acqua. In realtà, anche la tendenza opposta, ossia l'abbandono dei campi (>Paesaggio, p.36), mette in pericolo alcune specie. Ciò riguarda principalmente le specie nei prati aridi e magri e nei pascoli marginali (ad esempio al limite del bosco), ma anche nei prati umidi. Oltre all'agricoltura, anche il disturbo umano, soprattutto attraverso l'uso ricreativo, e l'urbanizzazione (come l'espansione degli insediamenti o la costruzione di nuove strade) hanno effetti negativi, ma spesso sono problemi puntiformi e ben localizzabili.

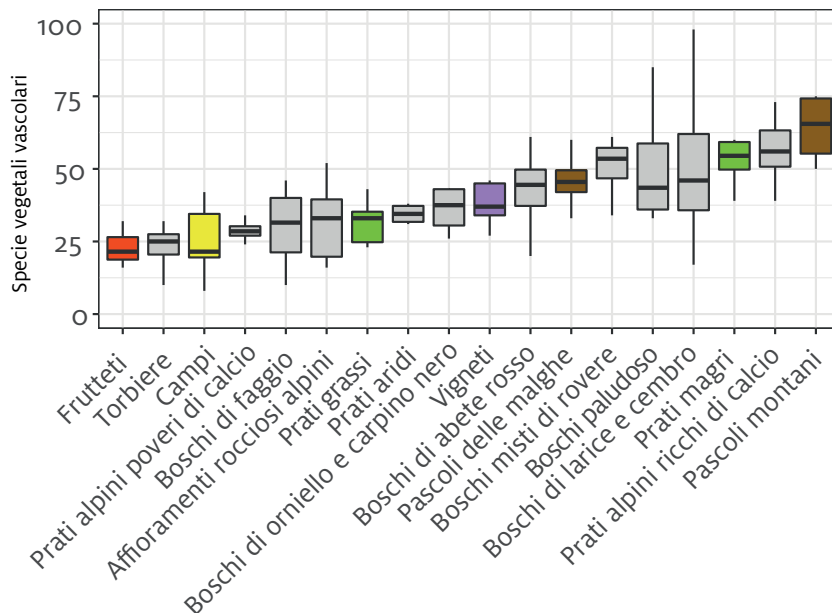


Abb. 33: Numero medio di piante vascolari in diversi habitat. Gli habitat naturali sono rappresentati in grigio, quelli creati dall'uso agricolo a colori. I numeri delle specie si riferiscono a una superficie uniforme di 100 m² per gli habitat in aperta campagna e di 1000 m² per gli habitat forestali. (Dati: Rilevamenti del Monitoraggio della Biodiversità Alto Adige 2019 e 2020)

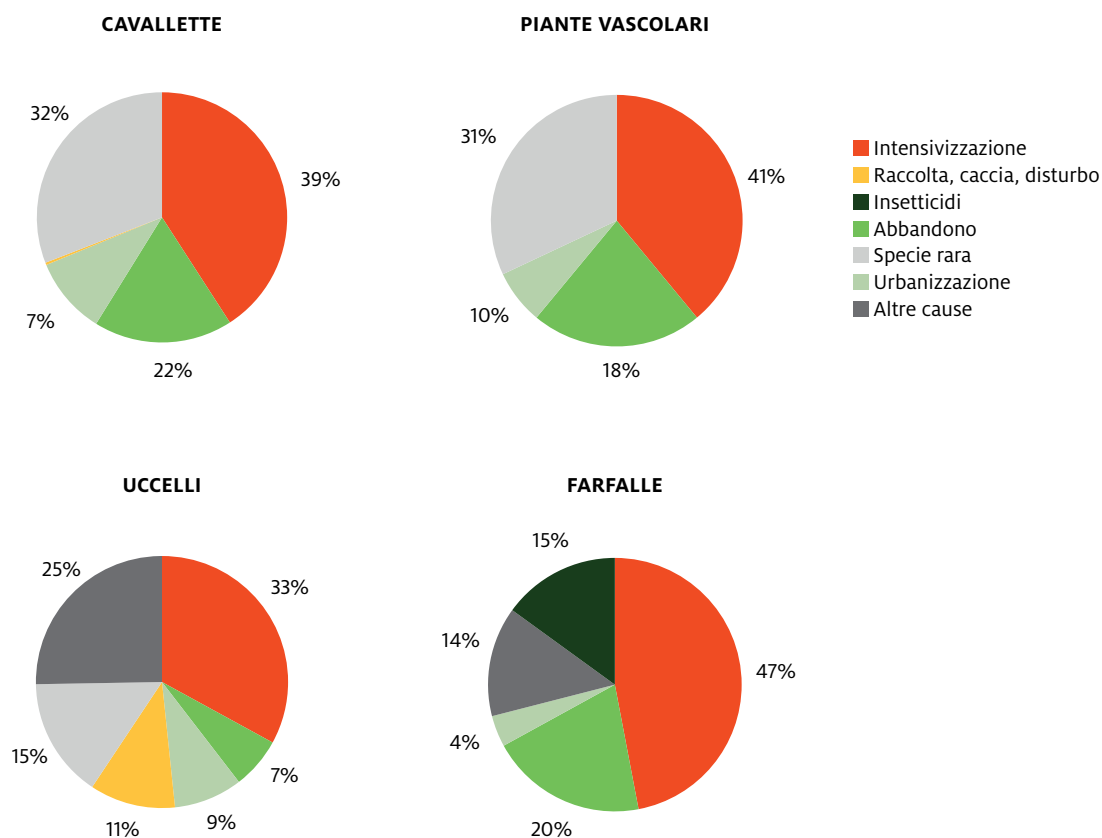


Figura 34: Principali cause di minaccia per piante vascolari, cavallette, uccelli e farfalle in Alto Adige, ponderate in percentuale.

Coltivazione sempre più intensiva dei terreni agricoli, ad esempio sfalci più frequenti, maggiore concimazione, irrigazione o drenaggio e distruzione dei biotopi residui (riordino fondiario). **Abbandono**: abbandono o riduzione della gestione agricola, in particolare del pascolo o dello sfalcio, con conseguente inarbustimento e rimboschimento. **Urbanizzazione**: costruzione di infrastrutture, ad esempio ampliamento delle aree di insediamento, costruzione di strade e sentieri, ingegneria fluviale o costruzione di strutture turistiche come piste da sci. **Raccolta, caccia, disturbo**: minaccia diretta, ad esempio caccia o raccolta, o disturbo provocato dall'uso ricreativo. **Rarità**: l'entità della popolazione della specie o delle singole popolazioni è così ridotta che anche piccole perdite possono portare la popolazione a scendere al di sotto di una dimensione minima. (Dati: Niederfringer O (1994), Huemer P e Tarmann G (2001), Huemer P (2004), Wilhalm T e Hilpold A (2006). Elaborazione: Eurac Research)

Monitoraggio della biodiversità in Alto Adige

Nel 2019, su iniziativa della Provincia autonoma dell'Alto Adige, è stata avviato il monitoraggio sistematico e a lungo termine della biodiversità in provincia. Lo scopo è quello di mostrare con quale rapidità cambiano le specie e gli ecosistemi e dove questi cambiamenti siano particolarmente impattanti. Il progetto a lungo termine di Eurac Research, svolto in collaborazione con il Museo di scienze naturali dell'Alto Adige, l'Ufficio natura, paesaggio e sviluppo del territorio e l'Ufficio agricoltura, comprende tutti i principali tipi di habitat della regione: vengono analizzati spazi naturali come zone umide, fiumi, boschi e siti alpini, e anche habitat con un forte impatto antropomorfo, come gli insediamenti urbani o le superfici agricole, sottoponendo a un campionamento periodico prati, pascoli, campi coltivati e colture permanenti.

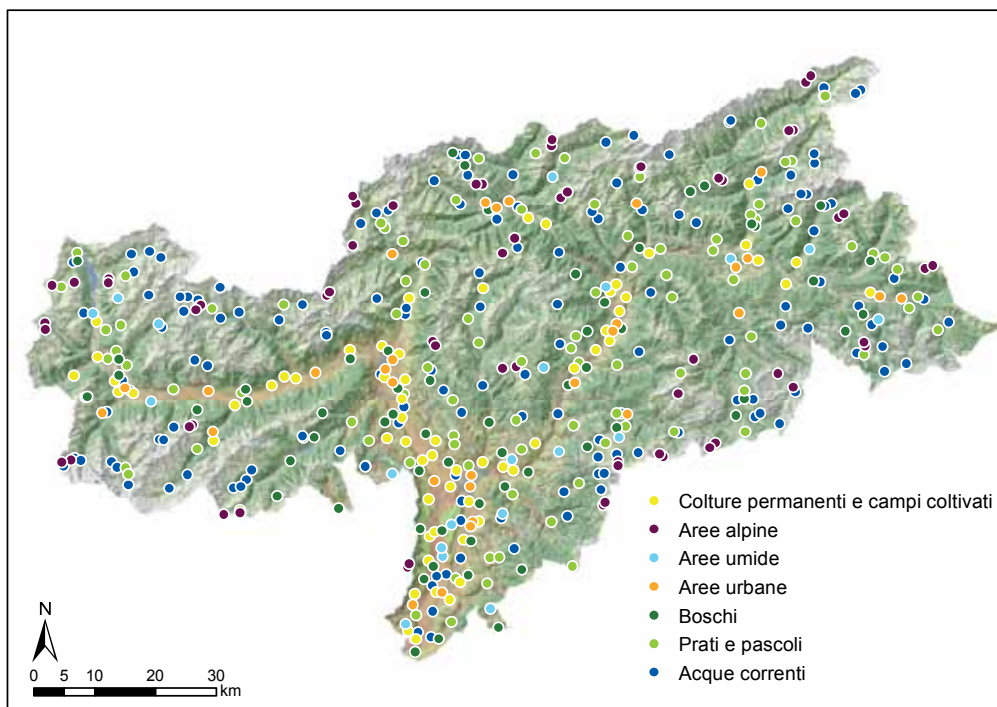


Fig. 35: Il team di ricerca ha analizzato nel complesso 320 siti terrestri e 120 acquatici.

In tutti questi habitat vengono cercati e studiati diversi gruppi di organismi, focalizzandosi soprattutto su specie e categorie che reagiscono in modo sensibile all'ambiente circostante: volatili, pipistrelli, piante vascolari, locuste e farfalle diurne. Oltre a ciò si procede al rilevamento di muschi, licheni, diversi organismi del suolo e parametri pedologici come il valore pH o il contenuto di fosfato. Inoltre le ricercatrici e i ricercatori mappano il territorio circostante alle aree esaminate. Di particolare importanza è registrare i fattori d'influenza legati alla gestione dei siti come l'uso di fertilizzanti e di fitofarmaci o le misure di silvicoltura; in questo modo, nel lungo periodo si potrà capire meglio come questi fattori si ripercuotono sugli ecosistemi e sulla biodiversità delle singole categorie di flora e fauna. I risultati del monitoraggio servono da un lato alla ricerca di base, dall'altro come fondamento da cui partire per prendere decisioni politiche su agricoltura, protezione della natura e assetto territoriale.

Informazioni dettagliate e costantemente aggiornate sul monitoraggio della biodiversità in Alto Adige sono reperibili anche sul sito web <https://biodiversity.eurac.edu/>.

SPECIE CHE SI TROVANO IN PARTICOLARE IN PAESAGGI AGRICOLI



📷 **Prati umidi** mietuti offrono riparo ad alcune specie molto rare, ad esempio il giunco pigmeo (*Trichophorum pumilum*) oppure la cavalletta lacustre (*Mecostethus grossus*).



📷 La skipper di cartamo (*Pyrgus carthami*) vive nei **prati secchi**. Il suo bruco si nutre di cinquefoglie.



📷 L'orchide minore (*Anacamptis morio*) è un genere tipico delle **praterie magre** e dei **pascoli semi-secchi**.



📷 I bruchi della Cinzia (*Melitaea cinxia*) si nutrono di piantaggini e veronica. Questo genere è quindi particolarmente legato alla presenza di **pascoli magri** e margini boschivi.



📷 Il Bellargo (*Lysandra bellargus*) si trova soprattutto nei **prati semi-secchi** sottoposti a mietitura e pastura. Il suo bruco vive nei formicai di particolari specie di formiche e si nutre di papilionacee.



📷 Le averle rosse (*Lanius collurio*) sono legate a **prati e pascoli estesi**. Poiché il loro habitat sta visibilmente diminuendo, sono gravemente minacciate.



📷 L'astragalo nano (*Astragalus exscapus*) si trova esclusivamente nei **prati secchi estremi** della val Venosta.



📷 I **campi di cereali** costituiscono l'habitat per alcune specie altamente specifiche come l'adonide estiva (*Adonis aestivalis*). Poiché nel ventesimo secolo queste coltivazioni sono scomparse, queste specie sono diventate più rare.



📷 La pulsatilla montana (*Pulsatilla montana*) è presente nei **pascoli secchi**. Poiché in molte aree la pratica della pastura è stata dismessa, questa specie vegetale è in calo.



📷 La genziana crociata (*Gentiana cruciata*) è una specie vegetale molto a rischio delle **praterie magre**.



📷 La lucertola verde (*Lacerta bilineata*) si trova spesso nelle strutture di bordo e nei **boschetti dei vigneti**.

Terreni agricoli ad alto pregio naturale

Diverse forme di utilizzo del suolo significano diverse comunità di animali e piante. “High Nature Value (HNV) Farmland” è un indicatore europeo per valutare il pregio naturalistico di un’area agricola; il criterio principale è la biodiversità. Le aree HNV sono suddivise in aree con valore naturalistico moderatamente elevato, molto elevato ed estremamente elevato. In Alto Adige sono stati dichiarati di elevato pregio naturale tutti i tipi di pascoli, i tipi di prati grassi dell’Allegato 1 della Direttiva Ue Fauna-Flora-Habitat (che elenca gli habitat per i quali devono essere adottate misure speciali di tutela a livello europeo, > Box Direttiva FFH, p.23), i prati magri, umidi e semiaridi, i lariceti e i castagneti, i frutteti e i vigneti su pendii con muretti a secco, così come i campi di cereali di piccola struttura. Sono invece aree prive di un

elevato valore naturalistico i prati grassi (ad eccezione di quelli elencati nell’allegato I “Habitat”), frutteti e vigneti intensivi in zone pianeggianti e i campi coltivati a mais e tubero.

Nella maggior parte delle aree della provincia, la percentuale di terreni agricoli con un valore naturale da moderato ad elevato è di circa il 50%. La val Venosta, con la sua alta percentuale di prati aridi e pascoli montani, è la zona considerata di maggior pregio, mentre la percentuale è particolarmente bassa nell’Oltradige e nel distretto di Bolzano, per il basso valore naturale delle zone di coltivazione delle mele e i pochi pascoli montani. L’alta percentuale di aree ad alto pregio naturalistico nel distretto di Bolzano è legata ai vigneti sui pendii, ai quali è stato assegnato un valore naturalistico molto elevato.

TERRENI AGRICOLI CON ALTO VALORE NATURALE

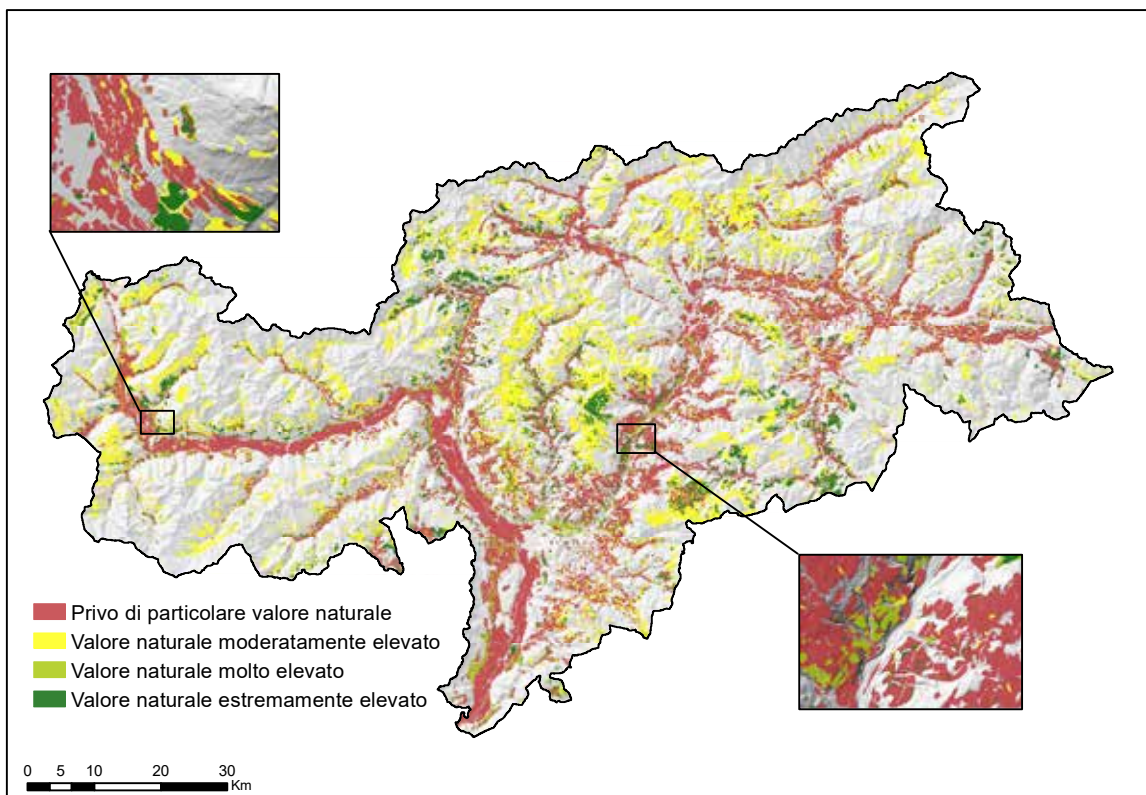


Fig.36: Distribuzione delle aree ad alto valore naturale (HNV) in Alto Adige. Da notare: al di fuori dei premi incentivanti per la cura e il mantenimento del paesaggio, non esiste una banca dati sui prati sfalcati ricchi di specie (Dati: Geocatalogo - Rete Civica dell'Alto Adige, Dati: Provincia autonoma di Bolzano - Ufficio sistemi informativi agricoli. Mappa: Eurac Research).

Foraggicoltura

In termini di superficie la foraggicoltura è la forma di coltivazione più importante in Alto Adige e riveste quindi una grande influenza anche sulla biodiversità. È presente soprattutto dalla quota submontana a quella subalpina (ca. 800-2300 m). A seconda dell'intensità della coltivazione e delle condizioni naturali esistono diversi tipi di prati e pascoli, ciascuno con specifiche comunità animali e vegetali. Se vogliamo preservare queste comunità dobbiamo preservare anche la più grande diversità possibile di prati e pascoli. La regola empirica è: più estensiva è la coltivazione, maggiore è il valore naturale. A seconda della comunità vegetale, il numero medio di specie per 100 m² varia tra 20 e 40 nel caso dei prati grassi ⁽⁷³⁾. In queste aree si trovano raramente specie rare o in pericolo di estinzione. Con più di 50 specie di piante vascolari in 100 m², i prati magri sono significativamente più ricchi di specie, e i prati magri su substrati calcarei possono ospitare fino a 80 specie ⁽⁷⁴⁾.

AREE PRATIVE PROTETTE DALLE DIRETTIVE EUROPEE CHE DIPENDONO DALL'USO AGRICOLO



 I prati calcarei semiaridi, come quelli di Montagna, devono essere falciati regolarmente e non devono essere fertilizzati o comunque molto poco.



 I prati di erba molinia vengono falciati ogni anno a fine estate, il fieno viene tradizionalmente utilizzato come lettiera. Lago di Caldaro, riva sud



 Le praterie arido-steppiche si trovano principalmente nelle valli aride continentali, soprattutto in val Venosta. Queste aree devono essere sfruttate regolarmente per il pascolo, per evitare l'inarbustimento.



 I prati e pascoli a cervino devono essere falciati o utilizzati come pascoli. Prati a cervino sfalciati a Longiarù

La situazione è simile per le farfalle e le cavallette: per entrambi i gruppi, i prati magri di bassa montagna, i pascoli aridi e i prati semiaridi sono gli habitat di prateria più preziosi ^(75,76). Gli habitat meno importanti sono i prati grassi delle valli e i pascoli grassi. I prati umidi, soprattutto nelle valli principali, sono ormai così pochi e isolati che il loro patrimonio di farfalle si è molto impoverito. Anche tra le cavallette, numerose specie rare e a rischio di estinzione sono limitate a particolari ecosistemi prativi (soprattutto prati aridi e magri). Infine, i prati sono habitat importanti anche per gli uccelli. L'agricoltura sempre più intensiva e in particolare gli sfalci sempre più frequenti hanno anche in questo caso un effetto molto negativo, soprattutto sulle specie che si riproducono nei prati: re di quaglie, stiacchini e allodole sono in netto calo perché non riescono più a trovare luoghi di riproduzione adatti a causa soprattutto dello sfalcio precoce ⁽⁷⁷⁾. L'importanza dei prati e dei pascoli per l'inventario naturale europeo è dimostrata anche dal valore elevato di questi habitat nell' Allegato 1 della direttiva Habitat (>Direttiva FFH, p. 23) ^(78,79). Sei dei 45 habitat dell'allegato che si trovano in Alto Adige sono habitat foraggeri e dipendono direttamente dall'uso agricolo ⁽⁸⁰⁾. Per mantenerli, sono necessari sia lo sfalcio o il pascolo nei momenti opportuni, sia l'evitare cambiamenti sostanziali,

specialmente nel drenaggio, irrigazione e fertilizzazione. Tuttavia, diversi studi dimostrano che la superficie dei prati estensivi e delle zone umide è diminuita massicciamente negli ultimi cento anni ⁽⁸¹⁾. Uno studio condotto nel Parco naturale delle Vedrette di Ries ⁽⁸¹⁾ ha recentemente dimostrato che i siti Natura 2000 hanno un effetto positivo sulla tutela di preziose zone umide: in gran parte conservate all'interno del parco, mentre al di fuori sono diminuite notevolmente dal 1985 a causa di numerose bonifiche. Una gran parte dei prati particolarmente preziosi per la biodiversità non sono molto produttivi, cosa che rende ancora più importante sostenere finanziariamente una gestione adeguata all'habitat specifico. In Alto Adige ciò avviene in parte mediante l'assegnazione premi incentivanti per la cura e il mantenimento del paesaggio. Inoltre, alcuni sviluppi generali futuri in agricoltura potrebbero promuovere indirettamente la biodiversità dei prati. Un calcolo più accurato dei costi dimostra, ad esempio, che la coltivazione intensiva di terreni agricoli distanti dal maso e concimati con letame non è molto conveniente, perché i prezzi del carburante hanno un peso importante. Inoltre, nelle attuali linee guida sulle sovvenzioni, il numero massimo di capi di bestiame è stato adeguato all'altitudine.



📷 Paesaggio riccamente strutturato con vigneti, Leitach vicino a Bolzano

Frutti-viticultura

I frutteti ospitano in media circa 20 specie di piante vascolari ogni 100 m² e sono quindi, rispetto a prati e vigneti estensivi, relativamente poveri dal punto di vista botanico. La maggior parte delle specie sono molto diffuse e resistenti allo stress, in grado di far fronte a frequenti azioni di disturbo (pacciamatura, falciatura, passaggio di veicoli) e alla scarsa luce solare ⁽⁸²⁾. Mancano quasi completamente le specie in via di estinzione o minacciate. Anche per le cavallette, le farfalle e gli uccelli si può osservare un inventario delle specie povero e limitato; studi dettagliati in merito sono attualmente in corso nell'ambito del Monitoraggio della biodiversità Alto Adige. I prati e gli arativi sono andati perduti per la conversione in frutteti, portando al declino o alla scomparsa di singole specie e gruppi di specie. L'esempio più noto è la pavoncella, che attualmente non si riproduce più in Alto Adige ^(77, 83). Al contrario sono aumentate le specie generaliste che si sono adattate al paesaggio modificato e gestito in modo intensivo (ad esempio merlo, cesena, tordo bottaccio, lepre comune). Dallo studio del suolo SoilDiv ⁽⁷⁰⁾ risulta che i frutteti presentano un'elevata biomassa animale nel suolo (la biomassa è il peso degli animali che vivono nel suolo in una data quantità di suolo). Ciò è dovuto principalmente alla presenza di numerosi lombrichi che trovano condizioni ottimali nei terreni ricchi d'acqua.

La densità di individui (il numero di animali per metro cubo, indipendentemente dalle dimensioni) è invece notevolmente inferiore nei meleti rispetto a vigneti, prati grassi e spazi verdi urbani. Confrontando la vita del suolo dei meleti a coltivazione convenzionale e di quelli a coltivazione biologica si possono osservare differenze significative: nei meleti a coltivazione biologica, sia la biomassa sia la densità individuale sono significativamente più elevate (Peham, in preparazione).

Dal punto di vista botanico i vigneti sono leggermente più ricchi di specie vegetali rispetto ai frutteti, con una media di circa 40 specie di piante ogni 100 m². La peculiarità dei vigneti sui pendii è un mosaico di habitat di aree coltivate e di habitat seminaturali come boschi misti di latifoglie, affioramenti rocciosi o detriti di falda che possono ospitare numerose specie animali e vegetali e sono particolarmente favorevoli a uccelli, rettili e mammiferi. Grazie alle particolari condizioni ambientali (siti caldi, esposti a sud, terreni spesso sabbiosi) si trovano anche specie particolari, tra cui alcune a rischio di estinzione. La coltivazione estensiva, in cui ad esempio non vengono utilizzati erbicidi, il terreno viene lavorato con cura e si costruiscono muretti a secco, è molto più vantaggiosa per la biodiversità, anche nei vigneti ⁽⁸⁴⁾. È di fondamentale importanza preservare le piccole strutture, i frammenti di bosco e gli arbusti.

L'impatto sulla biodiversità dei prodotti fitosanitari utilizzati nella frutticoltura e nella viticoltura è stato finora poco studiato. Gli esperti di farfalle attribuiscono agli insetticidi il declino delle farfalle documentato sul monte Sole in val Venosta e al lago di Caldaro (⁷⁵, ⁸⁵, ⁸⁶, ⁸⁷). Anche il declino delle specie di uccelli come l'averla piccola e il codirosso potrebbe essere legato all'uso di insetticidi (⁸⁸). Sarebbero necessari progetti di ricerca specifici per studiare in dettaglio l'impatto di questi agenti sulle comunità di insetti e su tutta la catena alimentare e in particolare sugli uccelli.

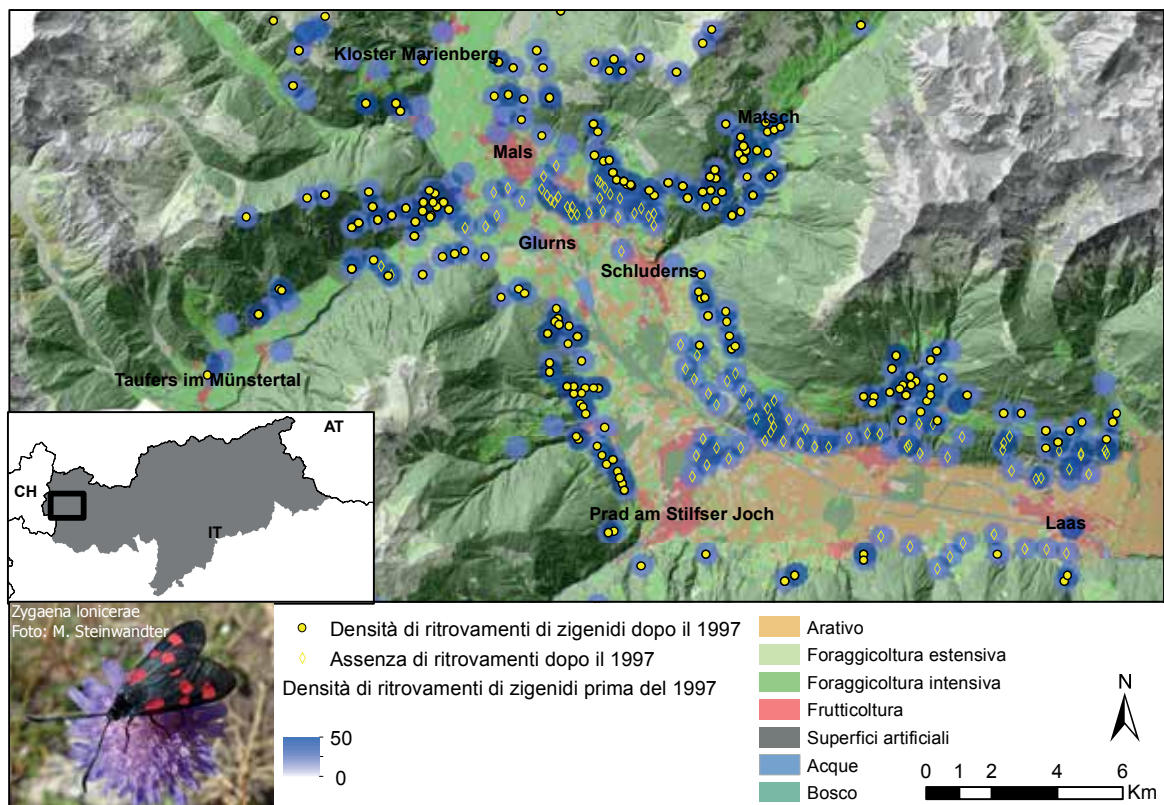


Fig. 37: La mappa mostra un confronto tra i ritrovamenti di zigenidi (famiglia di lepidotteri) prima e dopo il 1997. Nelle zone a nord di Sluderno, vicino a Spondigna e Lasa, dove un tempo si trovavano numerosi zigenidi, non ci sono stati ritrovamenti recenti, nonostante le ricerche. Secondo l'autore dello studio ci sarebbe un collegamento con l'espansione, in contemporanea, dei meleti (aree marroni) nello stesso periodo. (Dati: Tarmann 2019. Mappa: Eurac Research)

 Flora segetale vicino a Gais



Culture arative

La coltivazione dei cereali in Alto Adige si è quasi completamente estinta nella seconda metà del XX secolo. Così sono scomparse anche specie vegetali molto particolari, le cosiddette specie messicole (⁸⁹, ⁹⁰) presenti in modo rilevante nella Lista Rossa. Anche tra gli animali ci sono specie come la starna (*Perdix perdix*) o la cavalletta orientale (*Tettigonia caudata*) che amano particolarmente le colture di cereali. Non a caso entrambe le specie sono diminuite drasticamente o sono scomparse del tutto in Alto Adige negli ultimi cinquant'anni – la cavalletta orientale è nella Lista Rossa delle cavallette (⁷⁶); la Figura 38 mostra quanto sono diminuiti gli abbattimenti di starna.

Grazie a iniziative mirate come Kornkammer Vinschgau (Granaio val Venosta), un'associazione per la promozione della coltivazione dei cereali in val Venosta, o il progetto Regiokorn, che mira a rafforzare la produzione cerealicola in tutto l'Alto Adige e a creare una rete tra chi produce cereali, mulini e laboratori per la panificazione, si osserva attualmente un leggero aumento delle coltivazioni di cereali – una tendenza che dovrebbe avere un effetto positivo anche sulla biodiversità del paesaggio a medio e lungo termine.

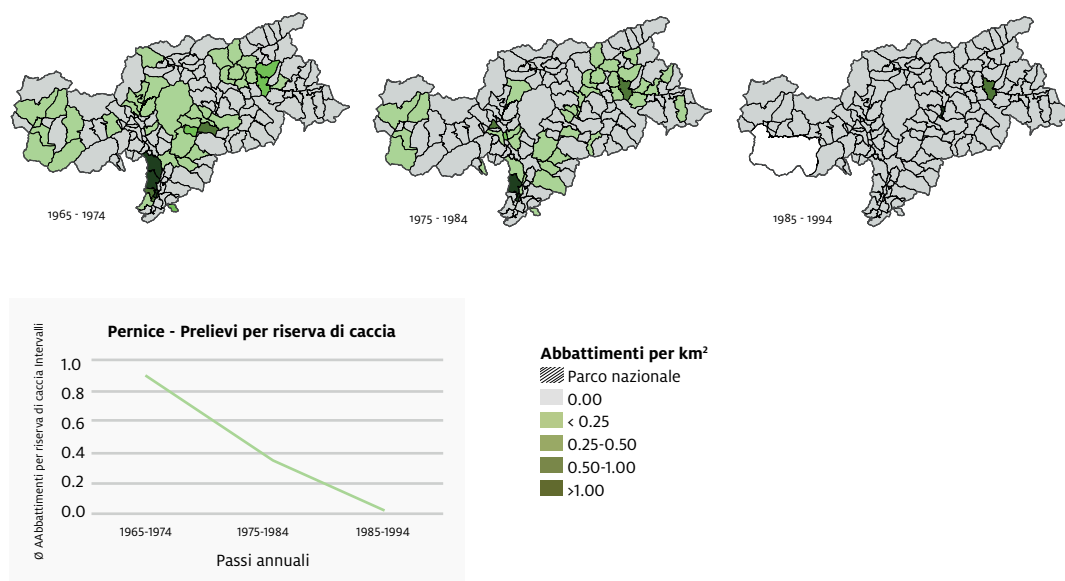


Fig. 38: Media di abbattimento di starna per chilometro quadrato di habitat potenziale e per riserva di caccia, in intervalli di dieci anni. Dopo il 1994 non sono più stati registrati abbattimenti. La starna ha bisogno di un paesaggio culturale di piccole strutture e si trova bene su arativi e campi di cereali. In Alto Adige non nidifica più. Va notato che gli abbattimenti sono influenzati non solo dalla presenza di una specie, ma anche dai cambiamenti nella legislazione e nelle preferenze di caccia. (Fonte: Progetto "Landschaft im Visier")

Varietà delle colture

In Alto Adige si coltivano da migliaia di anni le più diffuse specie vegetali dell'Eurasia – in particolare diversi cereali e legumi, la vite e alcuni alberi da frutto, ma anche varie piante da fibra come il lino o la canapa. Dopo la scoperta dell'America si sono aggiunte altre specie come il pomodoro, la patata e il mais. Grazie a lunghi periodi di coltivazione e una selezione mirata si sono sviluppate anche numerose varietà autoctone, ovvero varietà originarie dell'Alto Adige. Con la modernizzazione dell'agricoltura negli ultimi decenni, tuttavia, le varietà autoctone sono gradualmente scomparse, anche perché difficili da commercializzare. La maggior parte delle varietà coltivate oggi in Alto Adige non si differenzia da quelle delle zone di produzione limitrofe. Questa tendenza è particolarmente accentuata nel caso delle varietà di mele: sul 95% delle superfici coltivate a melo in Alto Adige vengono coltivate soltanto dieci varietà diverse. Solo nel settore del vino le varietà autoctone come la schiava, il Lagrein e il Gewürztraminer hanno una superficie e una quota di mercato considerevoli. Dal 1993 il Centro di sperimentazione Laimburg raccoglie sistematicamente varietà di cereali autoctoni: attualmente nella sua banca genetica sono conservate 147 varietà di sette specie di cereali e pseudocereali. Tuttavia, poiché soddisfano solo in misura molto limitata i requisiti della moderna produzione di cereali, sono utilizzati solo in rari

casi. Dal 2003 al 2007, nell'ambito di un progetto Interreg, sono state raccolte, con l'aiuto della popolazione locale, sementi e piantine di numerose varietà vegetali coltivate (cereali, ortaggi, varietà di mele). La maggior parte di queste varietà sono conservate nelle banche genetiche del Tirolo (A) e nel Centro di sperimentazione Laimburg.

Le antiche varietà locali possono avere successo come produzione di nicchia, soprattutto nel commercio diretto. Queste varietà hanno un certo potenziale anche per la fornitura di prodotti speciali e per la gastronomia di alto livello, in quanto garantiscono un carattere distintivo e unico. L'esempio più noto è la pera pala della val Venosta, oggi alla base di numerosi prodotti. Infine, le varietà autoctone rappresentano un'importante risorsa genetica, ad esempio per le future riproduzioni selettive, in quanto si può ipotizzare un miglior adattamento alle condizioni locali.

Per garantire e promuovere la conservazione e l'utilizzo di varietà autoctone, è importante sostenere contadini, giardinieri di casa e associazioni che si dedicano alla diversità delle colture.

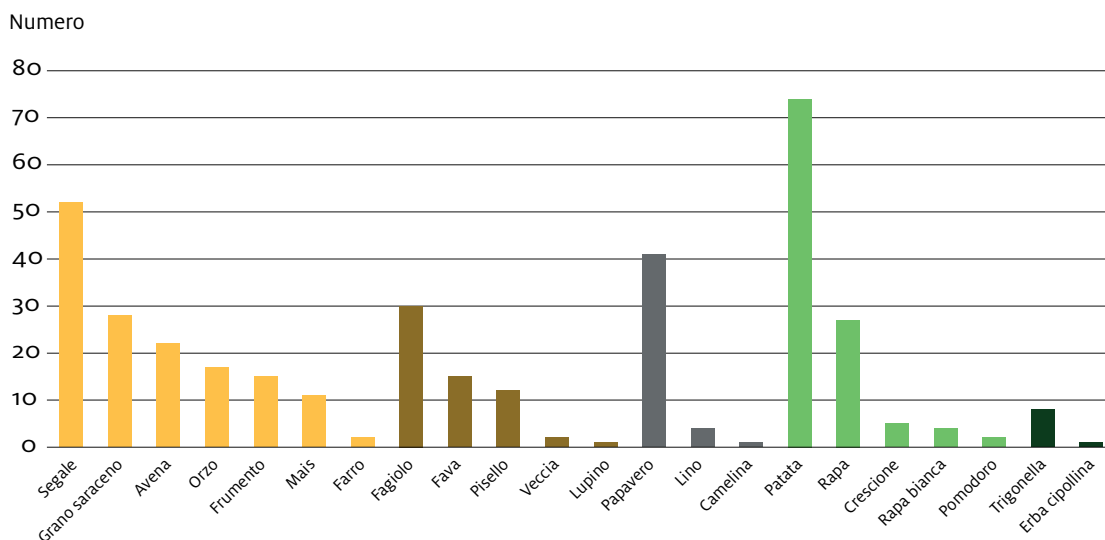


Fig. 39: Numero di varietà autoctone dell'Alto Adige conservate nel centro di sperimentazione Laimburg (cereali) e nella Banca genetica di Innsbruck (ortaggi, spezie e piante oleaginose) (Elaborazione: Eurac Research).

Varietà di animali da allevamento

Anche tra gli animali da allevamento ci sono razze di origine altoatesina. Molte di queste sono andate perdute negli ultimi cento anni, ma dieci razze di sei diverse specie di bestiame sono sopravvissute fino ai giorni nostri ⁽⁹¹⁾. Per la maggior parte, tuttavia, il numero di animali è limitato e la loro conservazione non è quindi garantita. Fa eccezione il cavallo avelignese, molto diffuso in Europa centrale. Le razze animali rare solitamente si preser-

vano solo grazie a singoli appassionati. L'esempio delle Villnösser Brillenschafen (letteralmente “pecore con gli occhiali” di Funes) dimostra però che anche le razze di bestiame rare hanno il potenziale per una produzione di nicchia. La conservazione di queste razze non è importante solo dal punto di vista dell'agrodiversità, ma conserva anche un'importante risorsa genetica e un patrimonio culturale rilevante.

Animale da allevamento	Nome della razza	Totale mondiale	Minaccia	Regione di origine	Utilizzo
Bovino	Pustertaler - barà	5.126	Fortemente minacciato	Trentino-Alto Adige	Latte, carne
Ovino	Pecora nero-bruna	4.732 - 5.000	Minacciato	Tirolo, Alto Adige e Alta Baviera	Carne, lana
Ovino	Pecora alpina tirolese	14.143 - 19.000	Fortemente minacciato	Tirolo, Pinzgau-Pongau, Alta Stiria, Alto Adige	Carne, lana
Ovino	Pecora della val Senales	1.164	Minacciato	Alto Adige	Carne, lana
Ovino	Villnösser Brillenschaf	1.578	Minacciato	Alto Adige, val di Funes	Carne, lana
Suino	Suino nero delle Alpi			Grigioni, val Poschiavo, val Bregaglia e Misoxertalm, Valtellina, Alto Adige	Carne
Caprino	Capra di montagna tirolese	223 - 250	Fortemente minacciato	Ötztal, Stubai e Alpi Sarentine	Carne, latte
Caprino	Capra di montagna della val Passiria	3.354	Minacciato	Alto Adige	Carne
Cane	Tiroler Bergspitz (Bauernspitz, Kranz)	<50	A rischio di estinzione	Tirolo Orientale, Oberpinzgau, Alpi della Zillertal, Alto Adige (val Venosta, Alpi Sarentine, val Pusteria)	Cane da pastore
Cavallo	Avelignese	10.738	Non minacciato	Avelengo	Equitazione e tiro (in origine soma)

Tabella 3: Razze di bestiame autoctone in Alto Adige (Dati: Marsoner et al. 2018).



PROBLEMATICHE E VALUTAZIONE

- **Paesaggio rurale.** Al fine di preservare i paesaggi gestiti tradizionalmente con un alto grado di diversità strutturale come bene culturale e capitale per la società e il turismo – e anche per poterli diffondere maggiormente – è necessario un sostegno mirato a lungo termine per compensare la mancanza di redditività. Eventuali possibilità potrebbero essere un fondo separato, alimentato dal gettito fiscale, o una imposta sul paesaggio per i turisti.
- **Isole naturali.** Diversamente da quello che succede oggi gli habitat naturali o seminaturali dei paesaggi agricoli devono essere in gran parte intatti e funzionali per servire come rifugi e aree di riproduzione o come punti di partenza per la ricolonizzazione. È quindi importante preservare in modo coerente le isole naturali esistenti e proteggerle, ad esempio, dalla contaminazione da fertilizzanti o dalla dispersione di pesticidi. Le normative esistenti dovrebbero essere applicate in modo più rigoroso e i regolamenti dovrebbero essere continuamente adattati alle nuove scoperte della ricerca.
- **Utilizzo delle malghe.** La gestione delle malghe con poco personale, così come si è affermata negli ultimi decenni, ha portato a due sviluppi contraddittori: da un lato alcune aree sono sottoposte a pascoli troppo intensivi, dall'altro grandi aree di pascolo alpino sono state di fatto abbandonate. Questo dovrebbe essere un motivo per riconsiderare l'attuale sistema di sovvenzioni a favore dell'alpeggio e di premi incentivanti per le aziende agricole. Finanziamenti più mirati per l'impiego di personale potrebbero portare a un migliore utilizzo del terreno. Inoltre contrasterebbero il rimboschimento e manterrebbero elevata l'attrattività turistica. Anche eventuali problemi come gli incidenti con le vacche che allattano o gli attacchi dei grandi predatori potrebbero essere controllati meglio.
- **Agricoltura intensiva.** A causa di pratiche sempre più intensive in agricoltura, la diversità delle specie e dei paesaggi sta diminuendo. Le strisce fiorite ed elementi strutturali come siepi, rogge e muretti a secco possono attenuare parzialmente questo sviluppo negativo e dovrebbero quindi essere valorizzati non solo nelle colture permanenti, ma soprattutto nelle aree a prato intensivo. Il riordino fondiario e le bonifiche dovrebbero essere ridotte al minimo mediante una chiara politica di pianificazione del territorio e dovrebbero essere completamente vietate ad alta quota, poiché il valore aggiunto dal punto di vista economico è spesso minimo e non compensa in alcun modo la perdita ecologica.
- **Difesa delle piante.** Per la scala ridotta degli appezzamenti e per lo spazio limitato a disposizione, l'uso di prodotti fitosanitari porta spesso a conflitti tra agricoltura, turismo e tutela dell'ambiente, oltre che tra le aziende agricole convenzionali e quelle biologiche. Bisogna ridurre ulteriormente la dispersione e bisogna controllare che le regole esistenti in materia di distanza vengano rispettate. In linea con il principio di precauzione a tutela dei consumatori, sono necessari un monitoraggio dei residui regolare e rigoroso e studi più dettagliati sulle possibili conseguenze dei residui multipli.
- **Mitigazione dei cambiamenti climatici.** Il suolo è un importante deposito di anidride carbonica e la sua tutela è quindi di particolare importanza. In tutti i settori agricoli, l'uso intensivo favorisce la perdita di carbonio del suolo. Le emissioni di metano e di protossido di azoto dipendono fortemente dalla quantità di carne e di prodotti lattiero-caseari prodotti e consumati. Una riduzione delle emissioni di gas serra in agricoltura può essere ottenuta anche riducendo il numero di capi di bestiame per unità di superficie, riducendo l'importazione di mangimi concentrati e usando più attrezzature alimentate elettricamente.
- **Utilizzo dell'acqua.** Gli sforzi degli ultimi anni per utilizzare l'acqua in modo più efficiente devono essere portati avanti con coerenza alla luce dei cambiamenti climatici. Ciò significa continuare a privilegiare l'irrigazione a goccia nella frutticoltura, irrigare sempre di più a seconda delle necessità anziché a intervalli fissi, e rinunciando alle colture ad alto fabbisogno di acqua nelle regioni con scarse precipitazioni. In futuro sarà indispensabile monitorare le aree irrigate e il loro effettivo fabbisogno idrico, sia in considerazione del quadro giuridico che di una opinione pubblica sempre più critica.

Referenze

- 1 Otto S, Lazzaro L, Finizio A and Zanin G (2009) Estimating ecotoxicological effects of pesticide drift on nontarget arthropods in field hedgerows. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28: 853-863. doi:10.1897/08-260R.1
- 2 Rüdiger J, Tasser E, Tappeiner U (2012). Distance to nature—a new biodiversity relevant environmental indicator set at the landscape level. *Ecological Indicators*, 15(1), 208-216. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.027>
- 3 Bacher M, Walde J, Tasser E, Tappeiner U (2016) Are interest groups different in the factors determining landscape preferences? *Landscape Online* 47:1-18 (2016), DOI 10.3097/LO.201647.
- 4 Zoderer B M, Stanghellini Lupo P S, Tasser E, Walde J, Wieser H, Tappeiner U (2016) Exploring socio-cultural values of ecosystem service categories in the Central Alps: The influence of socio-demographic characteristics and landscape type. *Regional Environmental Change*. DOI 10.1007/s10113-015-0922-y.
- 5 Zoderer B M, Tasser E, Erb K, Lupo Stanghellini P S, Tappeiner U (2016) Identifying and mapping the tourists' perception of cultural ecosystem services: A case study from an Alpine region. *Land Use Policy* 56, 251–261.
- 6 Zoderer B M, Tasser E, Carver S, Tappeiner U (2019) Stakeholder perspectives on ecosystem service supply and ecosystem service demand bundles. *Ecosystem Services* 37: 100938.
- 7 Zoderer B M, Tasser E, Carver S, Tappeiner U (2019) An integrated method for the mapping of landscape preferences at the regional scale. *Ecological Indicators* 106: 105430. doi. org/10.1016/j.ecolind.2019.05.061
- 8 Schirpke U, Zoderer B M, Tappeiner U, Tasser E (2021) Land Use Change; Spatial Modelling; scenic beauty; landscape metrics; spatiotemporal analysis. *Landscape and Urban Planning*.
- 9 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2008) Für Fleisch nicht die Bohne! Futter und Agrokraftstoff – Flächenkonkurrenz im Doppelpack. BUND, Berlin
- 10 Lassaletta L, Billen G, Grizzetti B, Garnier J, et al. (2014) Food and feed trade as a driver in the global nitrogen cycle: 50-year trends. *Biogeochemistry* 118, 225–241.
- 11 Billen G, Lassaletta L, Garnier J (2015) A vast range of opportunities for feeding the world in 2050: trade-off between diet, N contamination and international trade. *Environmental Research Letters*
- 12 Tasser E, Aigner S, Egger G, Tappeiner U (2013) *Alm-/Alpatlas*. Tappeiner, Lana.
- 13 Kosonen Z, Schnyder E, Hiltbrunner E, Thimonier A, et al. (2019) Current atmospheric nitrogen deposition still exceeds critical loads for sensitive, semi-natural ecosystems in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 211, 214-225. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.05.005>.
- 14 Zebisch M, Vaccaro R, Niedrist G, Schneiderbauer S, Streifeneder T und andere (2018) *Klimareport – Südtirol 2018*. Bozen, Italien: Eurac Research
- 15 Autonome Provinz Bozen-Südtirol (2017) Gesamtplan für die Nutzung der öffentlichen Gewässer. Teil 1 Aktuelle Situation. http://umwelt.provinz.bz.it/downloads/04_WNP_BZ_Teil_1_Aktuelle_Situation_22.06.2017.pdf
- 16 Autonome Provinz Bozen – Südtirol (2017) *Agrar- & Forstbericht*. Bozen: Eigenverlag <http://www.provinz.bz.it/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/agrarforstbericht.asp>
- 17 ASTAT – Landesinstitut für Statistik (2010) 6. Landwirtschaftszählung. http://astat.provinz.bz.it/downloads/LZ_2010.pdf
- 18 Federazione Cooperative Raiffeisen Dati catastali (2017)
- 19 Piano Generale per l'Utilizzazione delle Acque Pubbliche Provincia Autonoma di Bolzano (2017)
- 20 Comunicazione orale del Centro di Consulenza per la fruttivitticoltura dell'Alto Adige (2018)
- 21 stime proprie basate su dati e sondaggi disponibili
- 22 ASTAT - Istituto provinciale di statistica (2014) *Agricoltura in cifre*. <http://astat.provinz.bz.it/downloads/Landwirtschaft.pdf>
- 23 Lelieveld J, Evans J, Fnais M et al. (2015) The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525, 367–371 <https://doi.org/10.1038/nature15371>
- 24 Niedertscheider M, Tasser E, Patek M et al. (2017) Influence of Land-Use Intensification on Vegetation C-Stocks in an Alpine Valley from 1865 to 2003. *Ecosystems* 20, 1391–1406
- 25 Zanotelli D, Mazzetto F, Unterholzner S F, Tagliavini M. (2014) Der CO₂-Fußabdruck des Apfels aus Trentino-Südtirol. *Obst/Weinbau* 07/08 2014: S. 217-221 <https://www.sciencesouthtyrol.net/blob/86427,,UNIBZ,70,-1.pdf>
- 26 Artisan Wines (2011) *Nachhaltigkeitsbericht 2010/2011*
- 27 LWG Bayern/Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (2017) Der CO₂-Fußabdruck der Fränkischen Weinwirtschaft <http://www.lwg.bayern.de/weinbau/087354/index.php?layer=print&#tab-19> [Accesso 01.2018]
- 28 Wetterstein S, Stucki M, Meier M, Schumacher P, Buchli J (2016) Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion. *Wädenswil*
- 29 Benedetton G (2013) The environmental impact of a Sardinian wine by partial Life Cycle. In: *Assessment Wine Economics and Policy*, 2(1), S. 33–41. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212977413000227>
- 30 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016) *Konsum und Ernährung* <https://www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/produkte-und-konsum/produktbereiche/konsum-und-ernaehrung/> [Accesso 11.02.2020]
- 31 Schmidinger K and Stehfest E (2012) Including CO₂ implications of land occupation in LCAs—method and example for livestock products. *Int J Life Cycle Assess* 17: 962. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0434-7>
- 32 WIFO (2012) *Marktchancen für Südtiroler Rindfleisch*. Wirtschaftsforschungsinstitut der Handels-, Industrie-, Handwerks- und Landwirtschaftskammer Bozen. http://www.hk-cciaa.bz.it/sites/default/files/uploaded_files/IRE_ricerca_economica/Pubblicazioni/16118_Marktchancen_rindfleisch.pdf [Accesso 11.02.2020]
- 33 Della Chiesa S, la Cecilia D, Genova G, Balotti A et al. (2019) Farmers as data sources: Cooperative framework for mapping soil properties for permanent crops in South Tyrol (Northern Italy). *Geoderma* 342, 93–105.
- 34 Bosshard E, Rügge J, Heller W, Wädenswil A F (2004) Bodenmüdigkeit, Nachbauprobleme und Wurzelkrankheiten. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*, 140(10), 6-9
- 35 Kandula D R W, Jones E E, Horner I J et al. (2010) The effect of Trichoderma bio-inoculants on specific apple replant disease (SARD) symptoms in apple rootstocks in New Zealand. *Australasian Plant Pathol.* 39: 312. <https://doi.org/10.1071/AP09096>

- 36 Rogora M, Mosello R, Arisci S, Brizzio M et al. (2006) An overview of atmospheric deposition chemistry over the Alps: present status and long-term trends. *Hydrobiologia*, 562, pp. 17-40
- 37 Amt für Umwelt (2017) Umweltglossar - Düngergroßvieheinheit (DGVE) https://www.umwelt.sg.ch/glossar_umwelt.Char__D.html [Accesso 27.02.2018]
- 38 Bio Suisse (2008) Bio Suisse Weisung „Nährstoffversorgung“. Entwurf vom 1.7.2008. URL: <https://www.bio-suisse.ch/media/de/pdf2008/Anbau/nhrstoffversorgung.pdf> [Accesso 27.02.2018]
- 39 BMLFUW (2017) Richtlinie für die Sachgerechte Düngung Im Ackerbau Und Grünland - Anleitung Zur Interpretation Von Bodenuntersuchungsergebnissen In Der Landwirtschaft 7.Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- 40 Agrios 2014 - Direttive per la frutticoltura integrata. Gruppo di lavoro per la frutticoltura integrata in Alto Adige
- 41 Unione Europea 2010 - La Direttiva nitrati della UE. Foglio informativo <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/it.pdf>
- 42 Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016) Rund um das Trinkwasser. Ratgeber. 4. Auflage <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rund-um-trinkwasser>
- 43 Schweizerische Bundesrat 1998 (Stand 2020) – Gewässerschutzverordnung. Anhang 2 (Anhang 2 Ziff. 22 Abs. 2 GSchV; SR 814.201) - <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983281/index.html>
- 44 Autonome Provinz Bozen-Südtirol (2020) Antwort auf die Landtagsanfrage Nr. 665 10.01.2020: Nitratbelastung der Südtiroler Gewässer http://www2.landtag-bz.org/documenti_pdf/idap_599440.pdf [Accesso 02.12.2020]
- 45 Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige (2017) Risposta all'interrogazione al Consiglio Provinciale N. 3088-17, http://www2.landtag-bz.org/de/datenbanken/akte/gefundene_akte.asp [Accesso 12.02.2020]
- 46 Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige (2014) Risposta all'interrogazione al Consiglio Provinciale N. 98/14, http://www2.landtag-bz.org/de/datenbanken/akte/gefundene_akte.asp [Accesso 12.02.2020]
- 47 AGES (2012) Kupfer als Pflanzenschutzmittel – Strategie für einen nachhaltigen und umweltschonenden Einsatz – Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 100537 (BMLFUW-LE.1.3.2/0131- II/1/2009) https://www.ages.at/fileadmin/_migrated/content_uploads/Abschlussbericht_CuCSM__2012_approbiert_01.pdf
- 48 ISPRA (2018) Rapporto nazionale dei pesticidi nelle acque dati 2015-2016. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- 49 Dachverband für Natur und Umweltschutz (2017) Studie zur Pestizid-Kontamination von Spielplätzen im Obstbaugbiet Südtirols. <https://www.umwelt.bz.it> [Accesso 27.02.2020]
- 50 Linhart C, Niedrist G H, Nagler M, Nagrani R et al. (2019) Pesticide contamination and associated risk factors at public playgrounds near intensively managed apple and wine orchards. *Environmental Sciences Europe*, 31(1), 28.
- 51 Zelger R (2017) Tätigkeitsbericht Südtiroler Apfelkonsortium (2016/2017). Terlan: Südtiroler Apfelkonsortium.
- 52 Verbraucherzentrale Südtirol (2018) Äpfel und Pestizide: alles bestens – oder doch nicht? <https://www.consumer.bz.it/de/aepfel-undpestizide-alles-bestsens-oder-doch-nicht>
- 53 Hernández A F, Parrón T, Tsatsakis A M, Requena M et al. (2013) Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: their relevance to human health. *Toxicology*, 307, 136-145.
- 54 Accordo quadro per una coesistenza pacifica tra superfici frutticole coltivate secondo i canoni dell'agricoltura biologica e secondo le modalità dell'agricoltura integrata (2014) <http://www.agrios.it/wp-content/uploads/rahmenvereinbarung-it.pdf> [Accesso 02.2021]
- 55 Bailey-Serres J, Parker J E, Ainsworth E A, Oldroyd G E D, Schroeder J I (2019) Genetic strategies for improving crop yields. *Nature* 575, 109–118.
- 56 Hickey L T, Hafeez A N, Robinson H, Jackson S A et al. (2019) Breeding crops to feed 10 billion. *Nature biotechnology*, 37(7), 744-754.
- 57 Pellegrino E, Bedini S, Nuti M, Ercoli L (2018) Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: a meta-analysis of 21 years of field data. *Sci Rep* 8, 3113.
- 58 Doudna J A, Charpentier E (2014) The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science* 346, 1258096.
- 59 Chen K, Wang Y, Zhang R, Zhang H, Gao C (2019) CRISPR/Cas Genome Editing and Precision Plant Breeding in Agriculture. *Annu Rev Plant Biol* 70, 1–31.
- 60 Zhu H, Li C, Gao C (2020) Applications of CRISPR–Cas in agriculture and plant biotechnology. *Nat Rev Mol Cell Bio* 21, 661–677.
- 61 Leopoldina D F G (2019) Wege zu Einer Wissenschaftlich Begründeten, Differenzierten Regulierung Genomeditierter Pflanzen in der EU. National Academy of Sciences Leopoldina, Union of German Academies of Sciences and the German Research Foundation: Halle, Germany.
- 62 UPM-INIA, C. B. G. P. (2018) Regulating genome edited organisms as GMOs has negative consequences for agriculture, society and economy. Position paper on the ECJ ruling on CRISPR https://www.uu.nl/sites/default/files/position_paper_on_the_ecj_ruling_on_crispr.pdf [Accesso 01.2021]
- 63 Harfouche A L, Petousi V, Meilan R, Sweet J et al. (2021) Promoting Ethically Responsible Use of Agricultural Biotechnology. *Trends in Plant Science*.
- 64 Fernbach P M, Light N, Scott S E, Inbar Y, Rozin P (2019) Extreme opponents of genetically modified foods know the least but think they know the most. *Nat Hum Behav* 3, 251–256.
- 65 European Commission (2010) A Decade of EU-Funded GMO Research 2001–2010. Directorate- General for Research and Innovation, Biotechnologies, Agriculture, Food. doi:10.2777/97784
- 66 Poggio, S. L., Chaneton, E. J. & Ghersa, C. M. (2010). Landscape complexity differentially affects alpha, beta, and gamma diversities of plants occurring in fencerows and crop fields. *Biol. Conserv.* 143, 2477–2486
- 67 Tasser, E., Sternbach, E. & Tappeiner, U. (2008). Biodiversity indicators for sustainability monitoring at municipality level : An example of implementation in an alpine region. 8, 204–223
- 68 Turrini, T. & Knop, E. (2015). A landscape ecology approach identifies important drivers of urban biodiversity. *Glob. Chang. Biol.* 21, 1652–1667
- 69 Rüdiger J, Tasser E, Peham T, Meyer E, Tappeiner U (2015) The dark side of biodiversity: Spatial application of the biological soil quality indicator (BSQ). *Ecol. Indic.* 53, 240–246.
- 70 Rüdiger J, Tasser E, Peham T, Meyer E, Tappeiner U (2021) Hidden Engineers and Service Providers: Earthworms in Agricultural Land-Use Types of South Tyrol, Italy. *Sustainability*, 13(1), 312.
- 71 Bilz M, Kell S P, Maxted N & Lansdown R V (2011). European Red List of vascular plants. Publications Office of the European Union
- 72 Hochkirch A, Nieto A, Criado M G, Cáliz M et al. (2016) European red list of grasshoppers, crickets and bush-crickets
- 73 Urthaler K (2016) Modellierung und Validierung des landwirtschaftlichen Ertrages der Grünlandflächen Südtirols. Universität Innsbruck
- 74 Hilpold A, Niedrist G, Tappeiner U (2016) Intensivlandwirtschaft und Artenvielfalt - Kompromisse sind möglich. *Obstbau*Weinbau* 6, 5–14
- 75 Huemer P, Tarmann G (2001) Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität: Problemanalyse am Beispiel der Schmetterlinge auf Wiesen und Weiden Südtirols. *Gredleriana* 1, 331–418

- 76 Hilpold A, Wilhalm T, Kranebitter P (2017) Rote Liste der gefährdeten Fang- und Heuschrecken Südtirols (Insecta: Orthoptera, Mantodea). 17, 61–86
 - 77 Platter W (2017) Bestandsveränderungen in Südtirols Vogelwelt - Die Vollversammlung der Arbeitsgemeinschaft für Vogelkunde und Vogelschutz. Vinschger Wind - Die neue Bezirkszeitung (Online-Version) (veröffentlicht am 21.02.2017)
 - 78 Ruffini F V, Morandell I, Brutti E (2001) Natura 2000 in Südtirol. Abteilung Natur und Landschaft, Autonome Provinz Bozen-Südtirol (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit Eurac Research
 - 79 Lasen C, Wilhalm T (2004) Natura-2000-Lebensräume in Südtirol. Abteilung Natur und Landschaft, Autonome Provinz Bozen-Südtirol
 - 80 Halada L, Evans D, Romão C, Petersen J E (2011) Which habitats of European importance depend on agricultural practices?. *Biodiversity and Conservation*, 20(11), 2365-2378.
 - 81 Messner M (2012) Landschaftsveränderung in den Naturparkgemeinden Rieserferner-Ahrn mit besonderer Berücksichtigung der Feuchthabitate. Leopold-Franzens-Universität Innsbruck
 - 82 Wilhalm T (2013) Landwirtschaft in Südtirol – ein Beitrag zur Biodiversität? salto.bz - das Nachrichten- und Communityportal für Südtirol. <https://www.salto.bz/de/article/07062013/landwirtschaft-suedtirol-ein-beitrag-zur-biodiversitaet>
 - 83 Ceresa F, Kranebitter P (2020) Lista Rossa 2020 degli uccelli nidificanti in Alto Adige. *Gredleriana* 19, 57-110.
 - 84 Winter S, Bauer T, Strauss P, Kratschmer S et al. (2018) Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 55(5), 2484-2495
 - 85 Huemer P (2001) Ökologische Bewertung nachtaktiver Schmetterlingsgemeinschaften (Lepidoptera) im Biotop Kalterer See (Südtirol) 1, 419–447
 - 86 Tarmann G M (2009) Die Vinschger Trockenrasen – ein Zustandsbericht auf Basis der Bioindikatoren Tagfalter und Widderchen (Lepidoptera: Rhopalocera, Zygaenidae). *Wissenschaftliches Jahrb. der Tiroler Landesmuseen* 2, 306–350
 - 87 Huemer P (2016) Ausgefaltert - der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge. (Blühendes Österreich – REWE International und GLOBAL 2000/Friends of the Earth Austria
 - 88 Unterholzner L (2017) Atlas der Brutvögel Südtirols 2010-2015. Arbeitsgemeinschaft für Vogelkunde und Vogelschutz – Südtirol
 - 89 Wilhalm T, Hilpold A (2006) Rote Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen Südtirols. *Gredleriana* 6, 115–198
 - 90 Hilpold A (2005) Die Veränderungen der Flora in der Gemeinde Brixen (Südtirol) im Zeitraum 1850-2004. Innsbruck.
 - 91 Marsoner T, Egarter-Vigl L, Manck F, Jaritz G et al. (2018) Indigenous livestock breeds as indicators for cultural ecosystem services: A spatial analysis within the Alpine Space. *Ecological Indicators*, 94, 55-63.
- Niederfriniger O (1994) Vogel – Aves. In: Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols, Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Abt. Landschafts- und Naturschutz, Bozen: 64-79.
- Huemer P (2004) Die Tagfalter Südtirols. Veröffentlichungen des Naturmuseums Südtirol Nr. 2. Folio Verlag, Wien, Bozen.
- Tasser E, Niedrist G, Zimmermann P, Tappeiner U (2010) Species richness in space and time as an indicator of human activity and ecological change. In: Jorgensen, S.E., Xu, L., Costanza, R. (eds.) *Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*, Second Edition. CRC Press, Washington, D.C., USA: 147-167