



FONDAZIONI IN RETE
PER LA RICERCA
AGROALIMENTARE



iGRAL

INNOVATIVE BEEF CATTLE GRAZING SYSTEMS FOR
THE RESTORATION OF ABANDONED LANDS IN THE
ALPINE AND MEDITERRANEAN MOUNTAINS



LAYMAN'S REPORT



Agris

Agenzia pro sa chirca in agricultura
Agenzia regionale per la ricerca in agricultura



REGIONE AUTÓNOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

 Consiglio Nazionale
delle Ricerche

Il progetto iGRAL, sostenuto da Ager-Agroalimentare e ricerca, grant 2017-1164, è stato realizzato dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università di Torino, dal Centro Interdipartimentale di Ateneo Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD) dell'Università di Sassari, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) di Sassari e da Agris Sardegna Agenzia regionale per la Ricerca in Agricoltura.

The iGRAL project, supported by Ager-Agroalimentare e ricerca, grant 2017-1164, was conducted by the Department of Agriculture, Forest and Food Sciences (DISAFA) of the University of Torino, by the Interdepartmental Center of the University Desertification Research Unit (NRD) of the University of Sassari, by the National Research Council (CNR) of Sassari, by Agris Sardegna Regional Agency for Research in Agriculture.

Durata del progetto / Duration of the project: 2018-2023

Il presente documento è stato realizzato con il coordinamento scientifico di:

This draft of this document was supervised by:

Giampiero Lombardi, Pierpaolo Roggero, Giovanna Seddaiu, Maria Sitzia, and Marcello Verdinelli

Impaginazione / Page layout: Rebecca Pagani, Ginevra Nota



INDICE / *Index*

1. IL PROGETTO iGRAL / *The iGRAL project*

2. LE RAZZE BOVINE / *Cattle breeds*

3. LE AREE STUDIO / *Study areas*

4. RISULTATI / *Results*

4.1. CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITA' VEGETALI E DI FORMICHE / *Characterization of plant and ant communities*

4.2. PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO / *Innovative pastoral practices for grazing management*

4.2.1. Distribuzione spaziale degli animali / *Spatial animal distribution*

4.2.2. Utilizzo di punti attrattivi / *Use of attractive points*

4.2.3. Preferenze alimentari delle Highland / *Feeding preferences of Highland cattle*

4.2.4. Pratiche agronomiche

4.3. SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED / *Grass-fed production systems*

4.2.1. Allevamento dei bovini di razza sarda / *Sarda breed production system*

4.2.2. Qualità della carne / *Meat quality*

4.2.2. Percezione dei consumatori / *Consumers perception*

4.3. ASSOCIAZIONISMO FONDIARIO PER LA GESTIONE COLLETTIVA DELLE TERRE ABBANDONATE / *Land associations for the collective management of abandoned lands*

4. APPROFONDIMENTI E RINGRAZIAMENTI / *Additional information and Acknowledgments*



Il progetto iGRAL

Il progetto iGRAL nasce con l'obiettivo di favorire il recupero e la valorizzazione di territori abbandonati nella montagna alpina e mediterranea attraverso sistemi innovativi di pascolamento con **razze bovine rustiche da carne**: la razza Highland e la razza Sarda.

Questi ambienti, per via della mancanza di gestione agropastorale, sono stati progressivamente colonizzati da alberi e arbusti, che hanno causato l'impoverimento delle funzioni ecosistemiche dei pascoli (ad esempio la produzione di foraggio di qualità e la prevenzione degli incendi) e la riduzione della biodiversità.

Il pascolamento con razze bovine rustiche, unito all'applicazione di pratiche pastorali idonee e a basso costo, può diventare uno **strumento per il recupero** di questi territori, ripristinando la biodiversità vegetale e animale e il valore paesaggistico. Inoltre, i sistemi di allevamento basati su un'alimentazione a pascolo e fieno consentono di ottenere una produzione di carne all'erba (*grass-fed*) di elevata qualità.

Il progetto iGRAL si articola in quattro **Work Packages**:

- ➔ 1. Caratterizzazione delle comunità vegetali e di formiche
- ➔ 2. Pratiche innovative per la gestione del pascolamento
- ➔ 3. Sistemi di produzione grass-fed
- ➔ 4. Associazionismo fondiario per la gestione collettiva delle terre abbandonate



The iGRAL project

The iGRAL project was born with the aim of promoting the restoration and enhancement of abandoned lands in the Alpine and Mediterranean mountains through innovative grazing systems based on **hardy beef cattle breeds**: the Highland breed and the Sarda breed. These environments, not managed through agro-pastoral practices, have been colonized by trees and shrubs over time, causing the reduction of the ecosystem services provided by pastures (for example, the production of high quality forage and fire prevention) and of biodiversity.

Grazing with hardy cattle breeds, together with the use of suitable pastoral practices, can become a **tool for the restoration** of these territories, restoring plant and animal biodiversity and landscape value. Furthermore, farming systems based on pasture and hay feed allow for the production of high quality grass-fed meat.

The iGRAL project is divided into four **Work Packages**:

- ➔ 1. Characterization of plant and ant communities
- ➔ 2. Innovative pastoral practices for grazing management
- ➔ 3. Grass-fed production systems
- ➔ 4. Land associations for the collective management of abandoned lands



Le razze bovine / Cattle breeds

Le razze bovine rustiche rappresentano uno strumento utile per il mantenimento e il recupero di territori marginali, caratterizzati da abbondanti arbusti e da un foraggio di scarsa qualità. Queste razze, infatti, possono integrare nella loro dieta specie solitamente evitate dalle razze convenzionali a più elevata produttività. Nel progetto iGRAL sono stati studiati sistemi di allevamento basati sulle **razze bovine Highland e Sarda**.

*Hardy cattle breeds represent a useful tool for the maintenance and restoration of marginal lands, characterized by abundant shrubs and poor quality forage. Indeed, these breeds can include into their diet plant species that are usually avoided by conventional production-oriented breeds. In the iGRAL project, the grazing systems based on the **Highland and Sarda cattle breeds** were studied.*



LA RAZZA HIGHLAND

La razza Highland, originaria delle aspre e remote Highlands scozzesi, è estremamente adattabile alle basse temperature e alla scarsa qualità del foraggio, caratteristiche che rendono questi bovini idonei al pascolamento negli ambienti alpini. I bovini Highland sono conosciuti per essere poco selettivi al pascolo, utilizzano le lunghe corna per farsi spazio fra gli arbusti e piegare e spezzare i fusti di piccoli alberi per nutrirsi delle loro foglie. Sono allevati all'aperto tutto l'anno, lo svezzamento è naturale e la macellazione avviene oltre i 3 anni di età.

The Highland breed, native to the harsh and remote Scottish Highlands, is well adapted to low temperatures and poor forage quality, characteristics that make these animals suitable to graze in alpine environments. Highland cattle are known as being low selective during grazing, and use their long horns to pick their way through shrubs and bend and break the stems of small trees to forage on their leaves. They are raised outdoors all year round, weaning is natural and slaughter takes place after 3 years of age.



Le razze bovine / Cattle breeds

LA RAZZA SARDA

La razza Sarda è una razza di piccole dimensioni, estremamente rustica con spiccata attitudine materna. Il suo allevamento è tradizionalmente confinato nelle aree silvo-pastorali più interne dell'isola, dove riesce a sfruttare il sottobosco e la macchia mediterranea, e dove trova rifugio dai freddi invernali e soprattutto dalla calura estiva. Gli animali sono allevati allo stato brado in ampie estensioni di bosco e non vengono mai confinati in stalla. Nel sistema convenzionale, il vitello viene svezzato a 6-8 mesi e venduto per a centri di ingrasso specializzati (linea vacca-vitello).



The Sarda breed is a small breed, extremely robust and with a strong maternal attitude. It is traditionally farmed in the innermost silvopastoral areas of the island, where it manages to exploit the undergrowth and the Mediterranean scrub, and where it finds refuge from the winter cold and, especially, from the summer heat. The animals are raised outdoor in large woodland stands and are never confined to barns. In the conventional system, the calf is weaned at 6-8 months of age and sold to specialized fattening centers (cow-calf line).



Le aree di studio / Study areas

Il progetto si è svolto in due regioni italiane: Piemonte e Sardegna.

The project took place in two Italian regions: Piedmont and Sardinia.



In **Piemonte** la ricerca è stata condotta in 3 siti pascolati dai bovini Highland: Val Vogna (VC), Almese (TO) e Casteldelfino (CN).

I pascoli della **Val Vogna** (1760 m s.l.m.) sono caratterizzati da invasione di rododendro (*Rhododendron ferrugineum*) e ontano verde (*Alnus alnobetula*); I pascoli di **Almese** (480 m s.l.m.) sono invasi da prugnoli (*Prunus spinosa*) e rovi (*Rubus ulmifolius*) e da alberi quali orniello (*Fraxinus ornus*) e pioppo tremolo (*Populus tremula*); A **Casteldelfino** (1380 m s.l.m.) sono stati studiati due diversi ambienti: il primo è un bosco di larici (*Larix decidua*), aceri (*Acer pseudoplatanus*) e frassini (*Fraxinus excelsior*) con invasione di lampone (*Rubus idaeus*); il secondo un pascolo invaso da prugnolo, rosa canina (*Rosa canina*) e sorbo montano (*Sorbus aria*).

*In **Piedmont**, the research was conducted in 3 sites grazed by Highland cattle: Val Vogna (VC), Almese (TO) and Casteldelfino (CN).*

*The pastures in **Val Vogna** (1760 m a.s.l.) are characterized by rhododendron (*Rhododendron ferrugineum*) and green alder (*Alnus alnobetula*) invasion; The pastures in **Almese** (480 m a.s.l.) are invaded by blackthorn (*Prunus spinosa*) and bramble (*Rubus ulmifolius*) and by trees such as manna ash (*Fraxinus ornus*) and aspen (*Populus tremula*); In **Casteldelfino** (1380 m a.s.l.), two different environments were studied: the first is a forest with larch (*Larix decidua*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and ash (*Fraxinus excelsior*) invaded by raspberry (*Rubus idaeus*); the second is a pasture invaded by blackthorn, dog rose (*Rosa canina*), and whitebeam (*Sorbus aria*).*



VAL VOGNA (VC)



ALMESE (TO)



CASTELDEFINO (CN)

Le aree di studio / Study areas

Il progetto si è svolto in due regioni italiane: Piemonte e Sardegna.

The project took place in two Italian regions: Piedmont and Sardinia.

In **Sardegna** la ricerca si è svolta nel sito di **Macomer** (670 m s.l.m.) in un'area omogenea dal punto di vista della potenzialità della vegetazione che è riconducibile a boschi mesofili a latifoglie decidue e semidecidue a dominanza di quercia di Sardegna (*Quercus ichnusae*) su vulcaniti plio-pleistoceniche. L'area è utilizzata per il pascolo bovino con vacche di razza Sarda. La presenza di felce aquilina (*Pteridium aquilinum*) e rovo (*Rubus ulmifolius*), che spesso raggiungono coperture superiori al 50%, sia nel sottobosco che nelle radure, costituisce uno dei principali problemi per la gestione di queste aree.



*In **Sardinia**, the research was carried out at the **Macomer** site (670 m a.s.l.), in a homogeneous area where the potential vegetation is characterized by mesophilous deciduous and semi-deciduous broadleaf woodlands dominated by the Sardinian oak (*Quercus ichnusae*) on plio-pleistocene volcanics. The area is used for cattle grazing with the Sarda breed. The presence of bracken (*Pteridium aquilinum*) and bramble (*Rubus ulmifolius*), which often reach a coverage > 50% both in the undergrowth and in the clearings, represents one of the main problems for the management of such areas.*

MACOMER (NU)



Risultati / Results



CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITA' VEGETALI E DI FORMICHE

Characterization of plant and ant communities

Per ogni area di studio sono stati confrontati tre ambienti caratterizzati da una diversa intensità di utilizzazione pastorale, riconducibili a una **cronosequenza** tipica dei processi di abbandono: 1) pascolo aperto ancora gestito regolarmente; 2) pascolo colonizzato da arbusti o altre specie indesiderate (es. felci); 3) bosco chiuso.

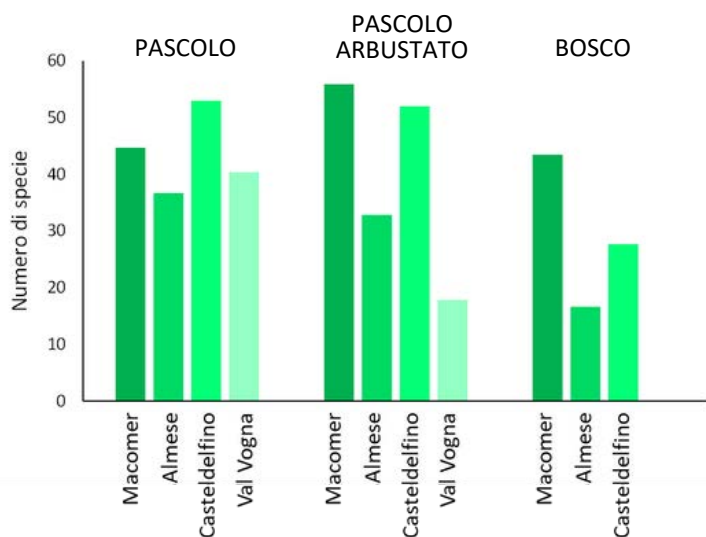
*For each study area, three environments characterized by a different intensity of pastoral use, which can be referred to a **chronosequence** of abandonment processes, were compared: 1) open pasture still regularly managed; 2) pasture colonized by shrubs or other undesirable species (e.g. ferns); 3) closed forest.*



VEGETAZIONE / Vegetation

I dati rilevati su 79 plots hanno evidenziato un trend comune in tutte le aree studio: la riduzione delle pratiche pastorali e la conseguente chiusura dei pascoli hanno determinato una modificazione della composizione floristica e la riduzione della biodiversità vegetale e della qualità foraggera. Ad Almese, ad esempio, sono state rilevate 37 specie vegetali nel pascolo aperto, 33 nel pascolo arbustato e 17 nel bosco chiuso.

The data collected on 60 plots highlighted a common trend in all the study areas: the reduction of pastoral practices and the consequent pastures closure led to a modification of the floristic composition and the reduction of plant biodiversity and forage quality. In Almese, for example, 37 plant species were found in the open pasture, 33 in the shrub-encroached pasture, and 17 in the closed forest.



Numero di specie vegetali nelle aree studio e lungo la cronosequenza / Number of plant species in the study areas and along the chronosequence.

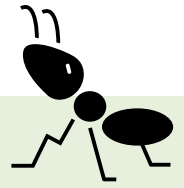


Risultati / Results



CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITA' VEGETALI E DI FORMICHE

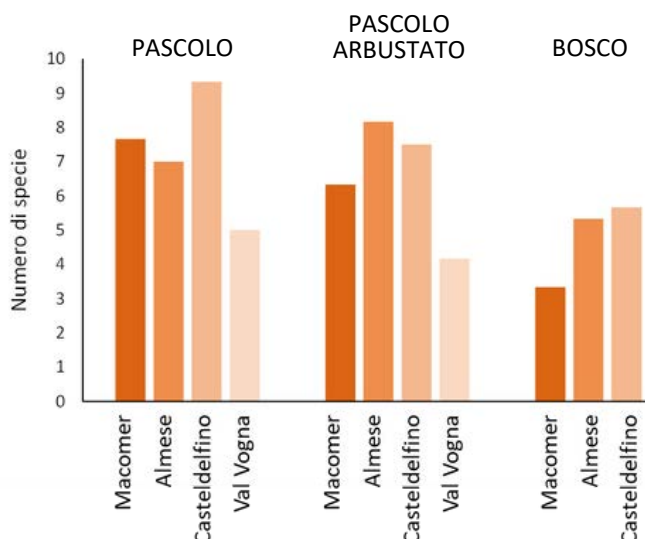
Characterization of plant and ant communities



FORMICHE / Ants

Le formiche si sono dimostrate degli ottimi indicatori biologici, in particolare per i due estremi della cronosequenza. Nel bosco chiuso sono state rilevate 19 specie contro le oltre 40 osservate nei pascoli. La ricchezza in specie non è stato un parametro sufficiente per caratterizzare gli stadi intermedi di abbandono del pascolo. Tuttavia, considerando solo le formiche che contribuiscono alla dispersione e diffusione delle specie vegetali, è stato possibile caratterizzare in modo preciso i pascoli mediterranei. La presenza di alcune specie predatrici di semi e potenzialmente dannose ha una grande rilevanza nella pianificazione di tutte le attività di recupero e conservazione dei pascoli, che dovrebbero essere attuate in modo sostenibile e concreto attraverso la gestione consapevole di tutte le componenti dell'ecosistema.

Ants proved to be excellent biological indicators, particularly for the two extremes of the chronosequence. In the closed forest, 19 species were detected compared to more than 40 in the pasture. Species richness was inadequate to characterize the intermediate stages of pasture abandonment. However, if considering only ants that contribute to the dispersal and spread of plant species, it was possible to accurately characterize Mediterranean pastures. The presence of some seed predatory and potentially damaging ant species has great relevance in the planning of pasture restoration and conservation activities, which should be implemented in a sustainable and practical way through the conscious management of all ecosystem components.



Numero di specie di formiche nelle aree studio e lungo la cronosequenza / Number of ant species in the study areas and along the chronosequence.





PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

DISTRIBUZIONE DEGLI ANIMALI AL PASCOLO

Spatial animal distribution

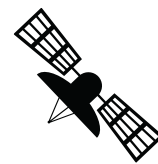
Nei siti Val Vogna e Macomer i bovini al pascolo sono stati dotati di **collari GPS**, che rilevano la posizione ad intervalli regolari di tempo, per analizzare come le razze Highland e Sarda utilizzano lo spazio e le tipologie vegetazionali disponibili nel pascolo.

*In the Val Vogna and Macomer sites, grazing cattle were fitted with **GPS collars**, which detect animal position at regular time intervals, to analyze how the Highland and Sarda breeds use the space and the vegetation types available in the pasture.*



In **Val Vogna**, la ricerca ha mostrato che i bovini Highland, nonostante preferiscano le superfici aperte che presentano foraggio di migliore qualità, sono in grado di pascolare anche su superfici particolarmente scoscese e nelle aree invase da ontano verde. Negli **arbusteti ad ontano verde**, infatti, i bovini Highland si cibano delle foglie dell'arbusto e trovano un ambiente ombreggiato in cui sostare nelle giornate più calde.

*In **Val Vogna**, the research showed that Highland cattle, despite preferring open areas with better quality forage, are able to graze even on very steep slopes and in the areas invaded by green alder. Indeed, in the **green alder shrublands**, Highland cattle forage on the shrub leaves and find a shady environment where to stay during hot days.*



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

A **Macomer** l'utilizzo dei collari GPS ha permesso l'analisi delle distanze percorse e della distribuzione del bestiame nell'area di pascolo. Il rilevamento di questi elementi ha mostrato che le vacche Sarde, come atteso, hanno **sovrautilizzato la zona intorno al punto di abbeverata** e di distribuzione dell'integrazione alimentare, condizione che può portare alla riduzione della copertura vegetale e ad un maggior rischio erosione. **Le zone scarsamente frequentate** presentano invece problemi opposti, come l'eccesso di vegetazione non gradita dal bestiame e soggetta a rischio incendi. I collari GPS hanno inoltre messo in evidenza l'influenza della stagione nella distribuzione degli animali, che hanno utilizzato il bosco solo in un periodo molto ristretto, cioè la primavera inoltrata.

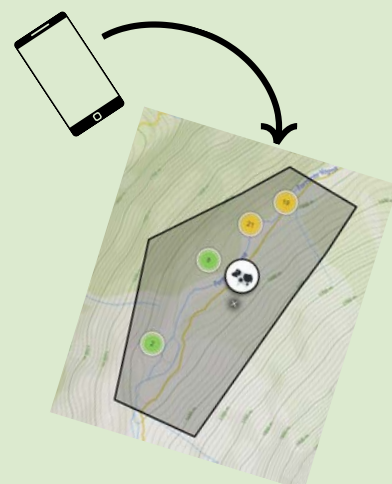


*In **Macomer**, the use of GPS collars allowed to analyze the traveled distances and cattle distribution in the grazing area. The detection of these parameters showed that Sarda cows, as expected, **overgrazed the area around the water** and feed supplement distribution points, a situation that can lead to a reduced vegetation cover and higher erosion risk. Conversely, **rarely frequented areas** show opposite problems, such as the overgrowth of unpalatable and subject to wildfire risk species. GPS collars also highlighted the season influence on animal distribution, which exploited the forest only during a very short period, i.e. late spring.*

→ REAL-TIME TRACKING

In **Val Vogna**, è stato anche sperimentato un sistema innovativo di tracciamento degli animali in real-time, che consente all'allevatore di vedere attraverso un dispositivo mobile la posizione degli animali su una mappa. Questo strumento ha un grande potenziale per **aiutare le aziende** nella gestione degli animali in alpeggio.

*In **Val Vogna**, an innovative real-time animal tracking system was also tested, which allows the farmer to see the location of the animals on a map through a mobile device. This tool has a great potential to **help farms** to manage the animals in mountain pastures.*



Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

UTILIZZO DI PUNTI ATTRATTIVI

Use of attractive points

Il posizionamento in zone strategiche del pascolo di punti attrattivi è uno strumento che contribuisce ad accelerare il recupero delle aree invase e a migliorare la gestione del carico al pascolo. Nel progetto sono stati utilizzati **blocchi di sale** (NaCl) e di **melasso** (integratore a base di zucchero addizionato con minerali) con lo scopo di attirare gli animali verso aree normalmente poco frequentate e invase da arbusti o felci. L'utilizzo del melasso rappresenta una novità nell'ambito della gestione pastorale in montagna e studi scientifici hanno documentato come questo integratore, oltre a complementare la dieta, possa migliorare lo stato di salute degli animali.

*The strategic placement of attractive points in the pasture is a tool that helps to speed up the restoration of invaded areas and improve the distribution of the stocking rate. The project used **salt** (NaCl) and **molasses blocks** (sugar-based supplement with minerals added) to lure the animals into usually underutilized areas and invaded by shrubs or ferns. The use of molasses represents an innovation in mountain pastoral management, and scientific studies have documented how this supplement, in addition to complementing the diet, can improve animals health status.*

BLOCCHI DI SALE SU PALO PORTARULLO

Salt blocks on a pole



BLOCCHI DI MELASSO A TERRA

Molasses blocks on the ground



Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

In **Val Vogna** sono stati posizionati punti sale in aree colonizzate da **rododendro** e punti melasso in aree con **ontano verde**. La vegetazione è stata monitorata nel tempo (2019-2022) mediante rilievi vegetazionali effettuati sia nelle aree con presenza del punto attrattivo, sia in aree simili senza la presenza del punto attrattivo (aree di controllo sperimentale).



I risultati hanno mostrato che l'azione di defogliazione, calpestamento e apporto di nutrienti con le deiezioni hanno progressivamente ridotto la presenza delle specie legnose, **lasciando spazio alle specie tipiche dei pascoli** come graminacee dal buon valore foraggero (es. *Poa pratensis*) e leguminose (es. *Trifolium pratense* e *Lotus alpinus*). Inoltre, nelle aree in cui è stato posizionato il melasso, i bovini Highland hanno consumato più foglie di ontano verde rispetto alle aree in cui l'integratore non era presente.

*In Val Vogna, salt points were placed in areas colonized by **rhododendron** and molasses points in areas with **green alder**. Vegetation surveys were performed to monitor the vegetation over time (2019-2022), both in the areas with the supplements and in similar areas without the attractive point (experimental control areas). The results showed that cattle defoliation, trampling and nutrient addition through manure gradually reduced the presence of woody species, **leaving room for typical grassland species** such as grasses with good forage value (e.g., *Poa pratensis*) and legumes (e.g., *Trifolium pratense* and *Lotus alpinus*). In addition, in the areas where molasses was placed, Highland cattle consumed more green alder leaves than in the areas where the supplement was not present.*

YEAR **1**



YEAR **2**



YEAR **3**

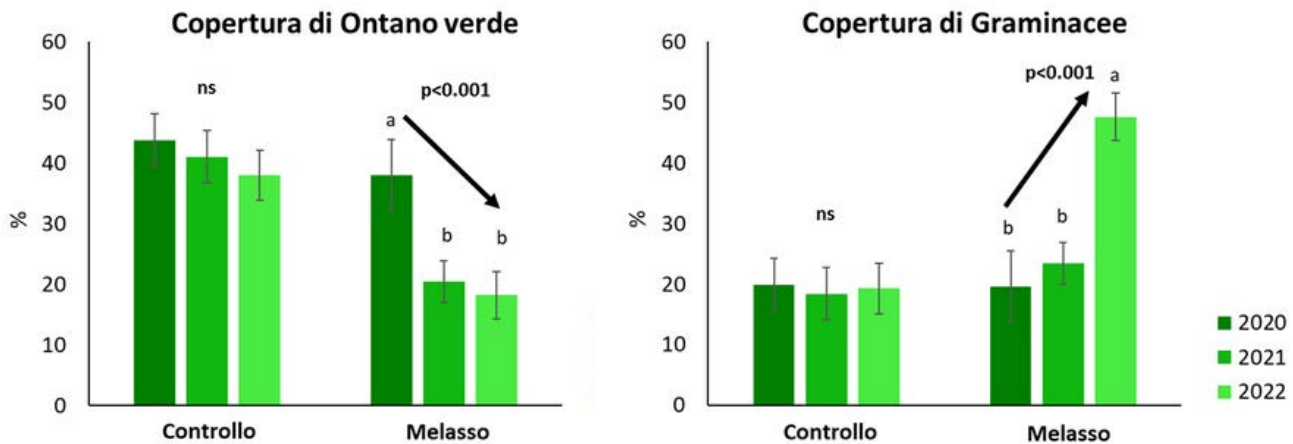


Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management



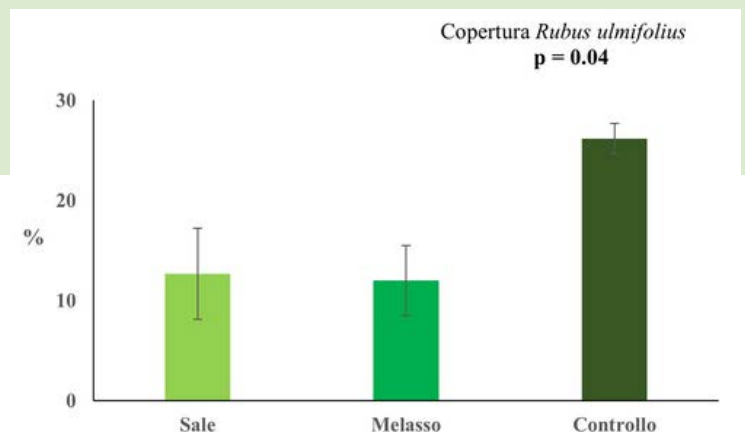
Copertura di ontano verde e delle graminacee nelle aree controllo e melasso in Val Vogna. Nelle aree melasso l'ontano si è ridotto e la copertura delle graminacee è aumentata dal 20 al 48 %.

Green alder and grasses cover in the control and molasses areas in Val Vogna. In the molasses areas, green alder declined while grasses cover increased from 20 to 48 %.

A **Macomer** i punti di attrazione (sale nel 2019 e melasso nel 2021) sono stati posizionati nel bosco e nei pascoli colonizzati da **rovo** e **felce aquilina**. I dati GPS hanno evidenziato che le zone con melasso sono state frequentate in maniera superiore rispetto alle zone di controllo, soprattutto in primavera. L'utilizzazione ha causato modificazioni nella composizione vegetazionale, in particolare una diminuzione della copertura del rovo rispetto al controllo nelle aree boschive.

*In **Macomer**, the attractive points (salt in 2019 and molasses in 2021) were placed in the forest and pastures colonized by **bramble** and **bracken**. GPS data showed that the areas with molasses were frequented more than the control areas, especially in spring. Utilization by cattle caused changes in the vegetation composition, particularly a decrease in bramble cover compared to the control in the forest.*

Copertura di rovo nelle aree sale, melasso e controllo a Macomer. Il rovo ha una copertura minore intorno ai punti sale e melasso rispetto al controllo.



Bramble cover in the salt, molasses and control areas in Macomer. Bramble has lower cover around salt and molasses points compared to the control points.



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

PREFERENZE ALIMENTARI DELLE HIGHLAND *Feeding preferences of Highland cattle*

I bovini Highland hanno un comportamento alimentare particolare, in quanto includono nella dieta anche **foglie di alberi e arbusti**. Tuttavia, nelle Alpi, le preferenze alimentari di questa razza erano state fino ad oggi poco documentate. Queste informazioni sono importantissime per capire **le potenzialità foraggere** degli ambienti silvopastorali e colonizzati da arbusti.

*Highland cattle have a special foraging behavior, as they also include **leaves of trees and shrubs** in their diet. However, in the Alps, feeding preferences of this breed had been poorly documented to date. This information is very important for understanding **the forage potential** of silvopastoral and shrub-encroached environments.*



Per approfondire il comportamento alimentare dei bovini Highland, è stato condotto uno studio ad **Almese** e **Casteldelfino** e in un'area aggiuntiva (**Bovonne**) in Svizzera (in collaborazione con il prog. Robustalps). Sono state osservate circa **30 vacche**, per un totale di **153 ore** e più di **11'000 osservazioni**, registrando ad intervalli regolari le specie consumate e non e la loro abbondanza nell'ambiente.

*To investigate the foraging behavior of Highland cattle, a study was conducted in **Almese** and **Casteldelfino** and in an additional area (**Bovonne**) in Switzerland (in collaboration with the Robustalps prog.). About **30 cows** were observed, for a total of **153 hours** and more than **11,000 observations**, recording the species eaten and not eaten and their abundance in the environment at regular intervals.*

Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management



I risultati hanno mostrato che i bovini Highland includono nella dieta tra il **15** e il **46 %** di alberi e arbusti, una proporzione molto superiore rispetto alle razze bovine convenzionali.

*Results showed that Highland cattle include between **15** and **46 %** of trees and shrubs in their diet, a much higher proportion than conventional cattle breeds.*

Quali specie di alberi e arbusti consumano i bovini Highland? Quali specie preferiscono più delle altre e quali invece evitano?

Which tree and shrub species do Highland cattle eat? Which species they prefer and which one they avoid?

PRINCIPALI SPECIE PREFERITE:

Main preferred species:

Bagolaro (*Celtis australis*)

Frangula (*Frangula alnus*)

Frassini (*Fraxinus excelsior*; *F. ornus*)

Lampone (*Rubus idaeus*)

SPECIE MEDIAMENTE CONSUMATE:

Species with intermediate consumption:

Acero di monte (*Acer pseudoplatanus*)

Ontano verde (*Alnus alnobetula*)

SPECIE POCO CONSUMATE:

Species with low consumption:

Prugnolo (*Prunus spinosa*)

Rosa canina (*Rosa canina*)

Sorbo montano (*Sorbus aria*)

Inoltre, il consumo di una specie tende ad aumentare con l'aumentare della sua abbondanza. Sebbene non siano fra le specie preferite, gli **arbusti spinosi** sono quindi consumati di più quando i bovini si trovano in un'area fortemente invasa. Questi risultati incoraggiano l'uso dei bovini Highland per il recupero di aree marginali montane.

*Moreover, species consumption tends to increase as its abundance increases. Although they are not among the preferred species, **thorny shrubs** are therefore consumed more when cattle are in a highly encroached area. These results encourage the use of Highland cattle for the restoration of mountain marginal areas.*



Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

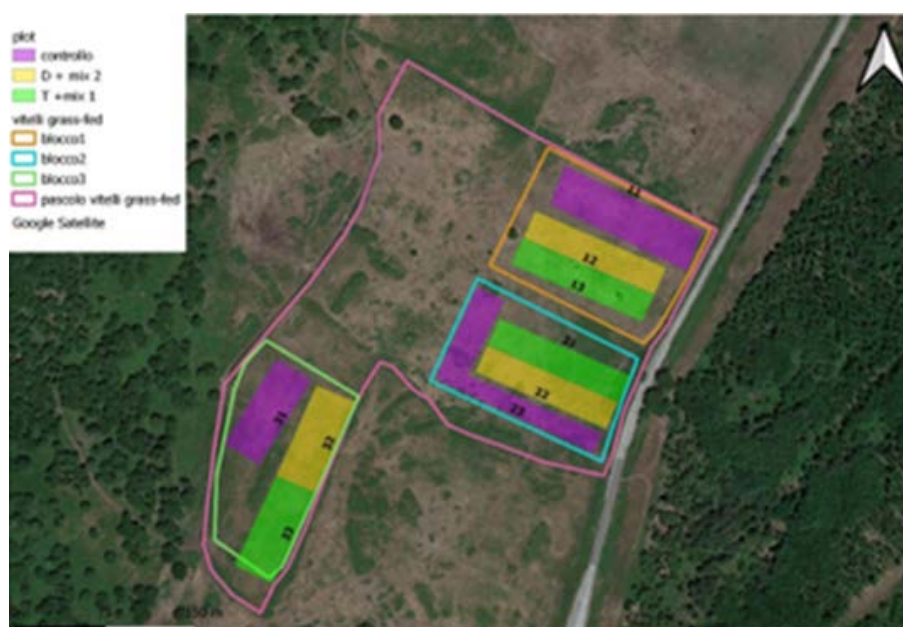
Innovative pastoral practices for grazing management

PRATICHE AGRONOMICHE PER IL MIGLIORAMENTO DEI PASCOLI MEDITERRANEI

Agronomic practices for the improvement of Mediterranean pastures

Al fine di ridurre l'incidenza di **specie infestanti**, come *Pteridium aquilinum*, *Asphodelus ssp.* e *Brassica ssp.*, e migliorare la produttività dei pascoli di Macomer, dal 2019 al 2021 sono stati studiati gli effetti di tre trattamenti su aree pascolive: i) controllo; ii) successione di trinciatura, concimazione con perfosfato triplo, lavorazione superficiale del terreno con coltivatore e semina di un miscuglio da erbaio a base di triticale, trifoglio incarnato, veccia e medica polimorfa; iii) diserbo selettivo, lavorazione minima del terreno e semina di un miscuglio da prato pascolo a base di due varietà di trifoglio, loglio italico e trifoglio micheliano. Durante il periodo sperimentale sono state monitorate la composizione floristica, l'altezza dell'erba e la produzione di biomassa.

*In order to reduce the incidence of **weed species**, such as *Pteridium aquilinum*, *Asphodelus ssp.* and *Brassica ssp.*, and improve the productivity of pastures in Macomer, the effects of three treatments on pasture areas were studied from 2019 to 2021: (i) control; (ii) chopping succession, triple superphosphate fertilisation, superficial tillage with cultivator and sowing of a grassland mixture based on triticale, embodied clover, vetch and polymorphous alfalfa; (iii) selective weeding, minimal tillage and sowing of a pasture grassland mixture based on two varieties of clover, Italian ryegrass and michelian clover. Floristic composition, grass height and biomass production were monitored during the experimental period.*



Risultati / Results



PRATICHE INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL PASCOLAMENTO

Innovative pastoral practices for grazing management

Risultati della sperimentazione

Results of the experiment

Riduzione dell'incidenza della felce aquilina e dell'asfodelo nelle due aree trattate.

Reduced incidence of aquiline fern and asphodel in the two treated areas

Aumento della copertura di leguminose e graminacee seminate.

Increased coverage of sown legumes and gramineae.

Incremento della produzione di biomassa, passando da un valore medio di 5.5 Mg ha⁻¹ di sostanza secca a quasi 9.0 Mg ha⁻¹

Increase in biomass production from an average value of 5.5 Mg ha⁻¹ of dry matter to almost 9.0 Mg ha⁻¹

Inoltre, i trattamenti hanno favorito anche la crescita di altre piante erbacee pabulari spontanee i cui semi erano già presenti nel suolo.

In conclusione, gli interventi agronomici basati sulla minima lavorazione, infittimenti a base di leguminose autoriseminanti e graminacee microterme, pascolamento a rotazione e trinciature frequenti per il controllo delle infestanti risultano ottimali per il miglioramento dei pascoli montani.

In addition, the treatments also favoured the growth of other spontaneous pabular grasses whose seeds were already present in the soil.

In conclusion, agronomic interventions based on minimum tillage, self-seeding leguminous and microtherm grass infestations, rotational grazing and frequent mowing for weed control are optimal for the improvement of mountain pastures.



Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED

Grass-fed production systems

ALLEVAMENTO DEI BOVINI DI RAZZA SARDA *Sarda breed production system*

Il sistema di allevamento tradizionale "linea vacca-vitello" è stato confrontato con un **sistema di allevamento innovativo** che ha previsto, dopo lo svezzamento dei vitelli, il loro allevamento al pascolo fino all'età di 18 mesi. I vitelli, una volta separati dalle madri, hanno pascolato su pascoli naturali e sono stati integrati con un trinciato a base di paglia addizionato con una quota di granelle di cereali e leguminose.

*The traditional "cow-calf line" rearing system was compared with an **innovative rearing system** where the calves, after weaning, were raised on pasture until they were 18 months old. The calves, once separated from their mothers, grazed on natural pastures and were supplemented with a straw-based shredded product added with cereals and legumes grains.*



Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED

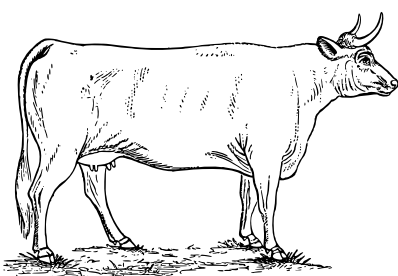
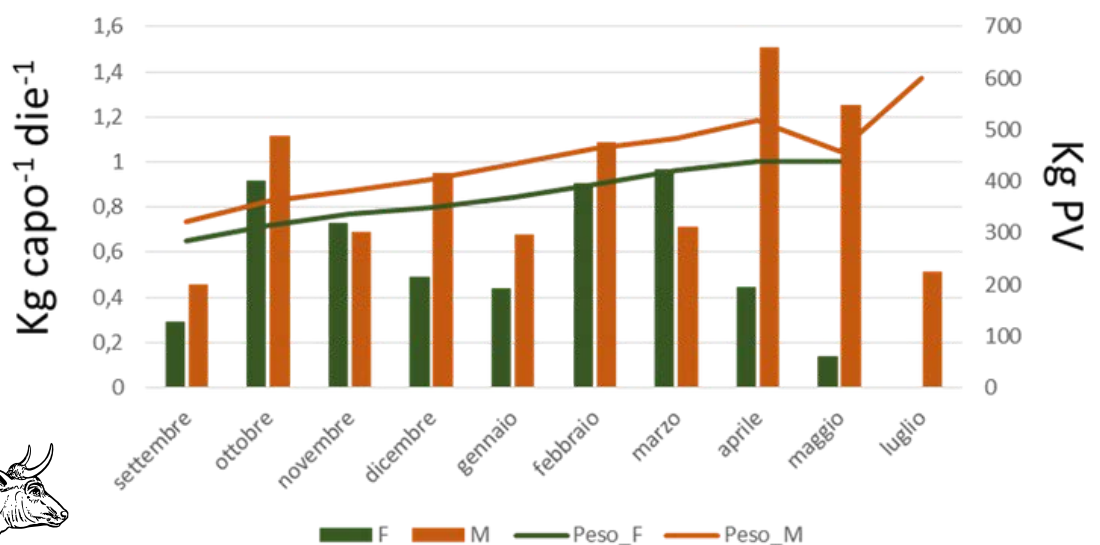
Grass-fed production systems

Le performance produttive hanno mostrato che dopo un periodo di ingrasso all'erba di circa 11 mesi per le vitelle femmina e 13 mesi per i vitelli maschi, gli animali hanno raggiunto il peso vivo di poco superiore ai 500 kg, con un

accrescimento medio giornaliero di 0.750 kg.

Il confronto con i vitelli allevati nel centro di ingrasso ha confermato che gli accrescimenti medi giornalieri sono maggiori in condizioni controllate (0.880 kg / capo die), il periodo di ingrasso è inferiore di circa 2 mesi e il peso vivo alla macellazione è di poco inferiore a quello del sistema innovativo (475 kg capo). Questi risultati confermano la validità del sistema innovativo testato, che, al di là dei valori produttivi in quanto tali, restituisce un'immagine di un sistema produttivo che promuove la conservazione dell'ambiente e il benessere animale.

*After a grass-fed fattening period of about 11 months for the female calves and 13 months for the male calves, production performances showed that the animals reached around 500 kg of live weight, with an **average daily increase of 0.750 kg.** The comparison with the calves reared in the fattening center confirmed that the average daily gains are greater in controlled conditions (0.880 kg / head per day), the fattening period is approximately 2 months shorter and the live weight at slaughter is slightly lower than that of the innovative system (475 kg head). These results confirm the validity of the innovative system, which, beyond the production values as such, gives an image of a production system that promotes environmental conservation and animal welfare.*



Andamento degli accrescimenti e del peso vivo dei vitelli allevati al pascolo
Daily increases and live weight of pasture-raised calves through time

Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED *Grass-fed production systems*

QUALITA' DELLA CARNE *Meat quality*

La **qualità della carne** dei bovini di **razza Sarda** allevati al pascolo è stata confrontata con quella di bovini allevati in stalla. L'alimentazione ha avuto un effetto significativo sulla qualità della carne: i bovini maschi allevati al pascolo presentano una carne più **povera in grasso e colesterolo**; Inoltre, sia maschi che femmine *grass-fed* presentano un contenuto maggiore di acido linoleico e linolenico nel grasso, composti presenti in elevate quantità nelle specie foraggere. Questi acidi sono precursori delle serie **omega 6** e **omega 3** (PUFA- $\omega 6$ e PUFA- $\omega 3$), il cui rapporto inferiore a 4 rende la carne dei bovini *grass-fed* indicata per una dieta sana. Le differenze osservate tra bovini maschi e femmine allevati al pascolo è dovuta, oltre che ad un differente metabolismo lipidico nei due sessi, anche al periodo di macellazione: fine primavera per i maschi, che hanno pertanto utilizzato un pascolo qualitativamente superiore, e inverno per le femmine.

*Meat quality of grass-fed Sarda cattle was compared with that of barn-raised cattle. The feeding type had a significant effect on meat quality: the meat of grass-fed males have **lower fat and cholesterol**; In addition, both male and female grass-fed cattle have higher contents of linoleic and linolenic acids in fat, which are found in high amounts in forage species. These acids are precursors of the **omega 6** and **omega 3** series (PUFA- $\omega 6$ and PUFA- $\omega 3$), whose ratio lower than 4 makes meat from grass-fed cattle suitable for a healthy diet. The differences observed between grass-fed males and females is due not only to a different lipid metabolism in the two sexes, but also to the slaughter period: late spring for males, which therefore used a qualitatively superior pasture, and winter for females.*

Confronto della qualità della carne di razza Sarda allevata al pascolo e in stalla.
Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative ($p < 0.05$).

Comparison of pasture-raised and barn-raised Sarda meat quality. Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

Bovini razza Sarda				
Alimentazione	Maschi		Femmine	
	Grass-fed	Tradizionale	Grass-fed	Tradizionale
Proteine (g/100g carne)	21.1	20.7	21.9	21.5
Grasso (g/100g carne)	0.5 ^b	2.4 ^a	2.9	3.2
Colesterolo (mg/100 g carne)	39 ^b	50 ^a	53 ^a	48 ^b
Acido linoleico (% acidi grassi)	11.1 ^a	5.0 ^b	3.4	3.4
Acido linolenico (% acidi grassi)	2.35 ^a	0.35 ^b	0.83 ^a	0.29 ^b
PUFA- $\omega 6$ /PUFA- $\omega 3$	2.8 ^b	6.1 ^a	2.4 ^a	5.1 ^b



Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED

Grass-fed production systems

Il sistema di allevamento dei **bovini Highland** è di tipo *grass-fed*, ovvero a base di sola erba e fieno. La qualità della carne dei bovini Highland è stata monitorata valutando gli stessi parametri macro-compositivi e nutrizionali, e i risultati ricalcano quanto già osservato per la razza Sarda. I maschi producono una carne con meno **grasso e colesterolo** rispetto alle femmine. Sia maschi che femmine hanno un buon contenuto di **acidi grassi essenziali** (linoleico e linolenico) e mantengono un rapporto omega-6/omega-3 nutrizionalmente bilanciato (< 4).

Highland cattle are raised with a *grass-fed system*, i.e., exclusively based on grass and hay. The meat quality of Highland cattle was evaluated with the same macro-compositional and nutritional parameters, and the results follow what has already been observed for the Sarda breed. Males produce a meat with less **fat and cholesterol** than females. Both males and females have a good content of **essential fatty acids** (linoleic and linolenic), and have a nutritionally balanced omega-6/omega-3 ratio (< 4).

Analisi della qualità della carne di bovini di razza Highland allevati grass-fed. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative ($p < 0.05$).

Meat quality analysis of grass-fed Highland cattle. Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Bovini Highland		
Alimentazione	Maschi	Femmine
Proteine (g/100g carne)	21	21
Grasso (g/100g carne)	0.8 ^b	3.7 ^a
Colesterolo (mg/100 g carne)	41.9 ^b	45.1 ^a
Acido linoleico (% acidi grassi)	7.7 ^a	2.6 ^b
Acido linolenico (% acidi grassi)	2.6 ^a	1.2 ^a
PUFA- ω 6/PUFA- ω 3	1.8 ^a	1.5 ^b



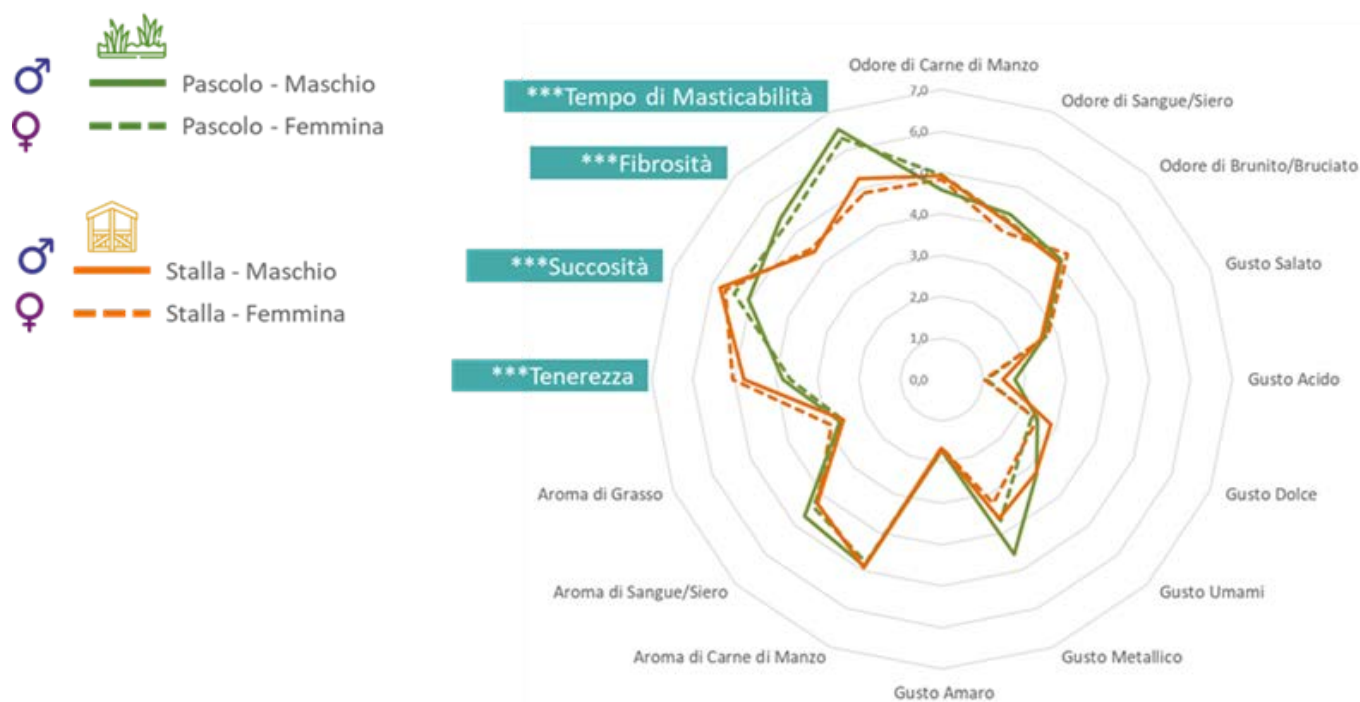
Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED *Grass-fed production systems*

I campioni di carne di **razza Sarda** prodotta al pascolo e nel sistema tradizionale sono stati valutati da un panel composto da 10 **giudici esperti** con il metodo d'analisi descrittiva-quantitativa. I profili sensoriali ottenuti appaiono diversi per **masticabilità** e **fibrosità**, percepiti con maggiore intensità nella carne al pascolo, mentre **succosità** e **tenerezza** sono state percepite di più nei bovini allevati al centro d'ingrasso. In generale l'accettabilità è stata alta per entrambe le produzioni. Questi risultati mettono in evidenza come il trattamento della carne post-macellazione con la frollatura sia un passaggio fondamentale e strategico per l'introduzione di questo nuovo prodotto sul mercato.

*Meat samples of the **Sarda breed** produced with the grass-fed and the traditional systems were evaluated by a panel of 10 **expert judges** with the descriptive-quantitative analysis method. The sensory profiles obtained appear different for **chewiness** and **fibrousness**, perceived with higher intensity in pasture-raised meat, while **juiciness** and **tenderness** were perceived more in the cattle raised in the fattening center. Overall, acceptability was high for both productions. The results highlight how the post-slaughter treatment of the meat with maturation is a key and strategic step for the introduction of this new product to the market.*



Profilo sensoriale della carne ottenuta dall'allevamento in stalla e al pascolo
Sensory profile of meat obtained from barn and pasture rearing

Risultati / Results



SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED

Grass-fed production systems

PERCEZIONE DEI CONSUMATORI

Consumers perception

Una corretta programmazione di sviluppo locale, oltre ad individuare i fattori di sviluppo e le risorse da preservare, passa anche attraverso l'individuazione di prodotti e servizi che possano soddisfare le **esigenze di consumo e di uso**. In questa ottica è stata effettuata un'analisi economica delle percezioni dei consumatori e della relativa **disponibilità a pagare** per la carne di bovini allevati al pascolo.

I consumatori sono propensi al consumo di carne bovina di maggiore qualità? Quanto sono disposti a spendere?

Are consumers inclined to consume higher quality beef? How much are they willing to spend?



*Correct local development programming, in addition to identifying the development factors and resources to be preserved, also need the identification of products and services that can satisfy **consumption and use needs**. With this in mind, an economic analysis of consumer perceptions and their **willingness to pay** for meat from pasture-raised cattle was carried out.*

Risultati / Results

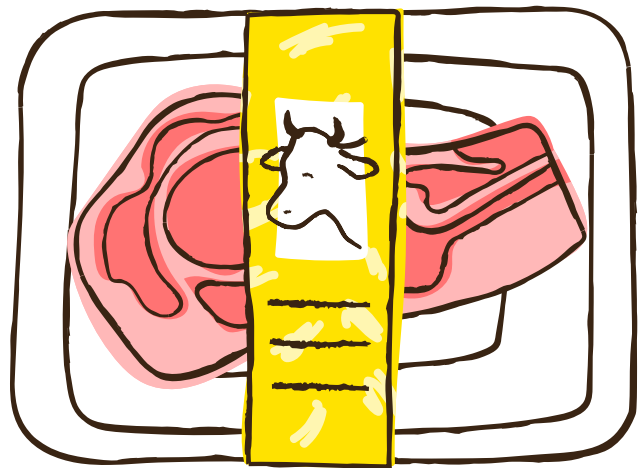


SISTEMI DI PRODUZIONE GRASS-FED

Grass-fed production systems

Dall'analisi economica è emerso che l'acquisto di carne bovina è influenzato principalmente dal **prezzo del prodotto**. Vi sono, però, anche altri fattori che possono orientare la scelta d'acquisto, infatti una parte del campione considera anche gli attributi fisici, sensoriali, nutrizionali, l'origine e la qualità della carne bovina.

I risultati delle analisi quantitative dimostrano che, mediamente, un italiano è disposto a pagare fino a € 2.85 in più per consumare carne di bovini allevati al pascolo, percepita come un **prodotto sano e di alta qualità** che rispetta le tradizioni di produzione locale e che favorisce lo sviluppo di filiere di valore corte.



*The economic analysis showed that the purchase of beef is mainly influenced by the **price of the product**. There are, however, also other factors that can guide the purchase choice. In fact, part of the sample also considers the physical, sensory and nutritional attributes, and the origin and quality of beef.*

*The results of the quantitative analysis show that, on average, an Italian is willing to pay up to € 2.85 more to consume meat from pasture-raised cattle, which is perceived as a **healthy, high quality product** that respects local production traditions and favours the development of short value chains.*

Risultati / Results



ASSOCIAZIONI FONDIARIE PER LA GESTIONE COLLETTIVA DELLE TERRE ABBANDONATE

Land associations for the collective management of abandoned lands

Durante il progetto è stata analizzata la situazione attuale dell'**associazionismo fondiario** in Italia, promuovendo l'esperienza sviluppata in Piemonte con le ASFO (Associazioni fondiarie normate dalla legge regionale 21/2016) ed esportando le buone pratiche in Sardegna. L'associazionismo fondiario è uno strumento che consente la gestione di aree altrimenti inutilizzate, presentando diverse **opportunità per i proprietari e i conduttori dei terreni**.

*During the project, the current situation of **land associations** in Italy was analysed, promoting the experience developed in Piedmont with the ASFOs (land associations governed by regional law 21/2016) and exporting good practices to Sardinia. Land associations are a tool that allows the collective management of otherwise abandoned areas, presenting **various opportunities for land owners and tenants**.*

→ **OPPORTUNITA' ECONOMICHE:**
Economic opportunities:
valorizzazione dei prodotti agricoli, di allevamento o forestali e incremento del valore economico dei fondi.
enhancement of agricultural, livestock and forestry products and increase in the funds economic value.

→ **OPPORTUNITA' AMBIENTALI:**
Environmental opportunities:
minore rischio incendi, erosione e colonizzazione da alberi e arbusti.
reduction of wildfire and erosion risks and tree and shrub encroachment.

→ **OPPORTUNITA' SOCIALI:**
Social opportunities:
rinnovato spirito di comunità della popolazione locale.
renewed community spirit of the local population.

I sistemi di allevamento studiati da iGRAL e le produzioni *grass-fed* sono ottimali per la gestione di terreni abbandonati mediante l'associazionismo fondiario.

The farming systems studied by iGRAL and grass-fed products are optimal for the management of abandoned lands through land association.

Clicca il link per vedere il **workshop** sulla gestione collettiva delle terre realizzato a Santu Lussurgiu (OR, Sardegna)

*Click the link to watch the **workshop** on collective land management conducted in Santu Lussurgiu (OR, Sardinia)*

<https://www.youtube.com/watch?v=Jp9biAonqJE>



Per approfondire / *Additional information*

Per approfondire i risultati ottenuti con la ricerca iGRAL, consulta gli **articoli scientifici**:

*For further information on the results of the iGRAL research, look at the **scientific papers**:*



Verdinelli et al. (2022), Congruent responses of vascular plant and ant communities to pastoral land-use abandonment in mountain areas throughout different biogeographic regions. *Ecological Processes* 11:35
<https://link.springer.com/article/10.1186/s13717-022-00379-9>



Acciaro et al. (2022), Spatial distribution and habitat selection of Sarda cattle in a silvopastoral Mediterranean area. *Animals* 12(9):1167
<https://www.mdpi.com/2076-2615/12/9/1167>



Svenks et al. (2022), Use of molasses-based blocks to modify grazing patterns and increase Highland cattle impacts on *Alnus viridis*-encroached pastures. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10:849809
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.849809/full>



La registrazione del **Convegno finale** di iGRAL è disponibile qui:

*The recording of the iGRAL **Final Conference** is available here:*



https://www.youtube.com/watch?v=rBg_AR_ItQE

Ringraziamenti / *Acknowledgments*

Si ringraziano profondamente le aziende agricole *Morag Fold SSA* (Almese e Casteldelfino, Piemonte) e *Società Agricola Montana* (Val Vogna, Piemonte) e la *Cooperativa Produttori di Arborea* (Sardegna) per la loro preziosa collaborazione alla realizzazione del progetto.

We are deeply grateful to the Morag Fold SSA (Almese and Casteldelfino, Piedmont) and Società Agricola Montana (Val Vogna, Piedmont) farms, and the Cooperativa Produttori di Arborea (Sardinia) for their precious help for the implementation of the project.

Si ringraziano inoltre tutti quanti hanno contribuito alla realizzazione del progetto.

We thank all the people that worked the project.

Si ringraziano inoltre i progetti con il contributo dei quali è stato possibile svolgere attività inizialmente non previste dal programma sperimentale:

We would also like to thank the projects whose contribution was essential to carry out activities initially not included in the experimental program:

H2020 Super-G - Developing SUSTainable PERmanent Grassland systems and polices (Grant no. 774124)

Swiss National Science Foundation (SNF) RobustAlps: a silvopastoral system in *Alnus viridis*-encroached alpine pastures (Grant No. 184925.)

