

MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE MORANDO BOLOGNINI



SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

## Atti del seminario

# I RUMINANTI

domesticazione, evoluzione e  
coevoluzione con le popolazioni umane



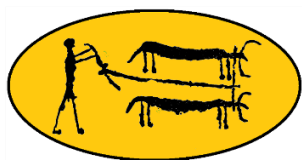
**11 ottobre 2024**

***Castello Morando Bolognini - Sant'Angelo Lodigiano***

a cura di Anna Sandrucci e Osvaldo Failla

MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA EDITORE

*In copertina: Modellino funerario egizio raffigurante la mungitura di una vacca, Medio Regno, XII dinastia (1990-1786 a.C.), legno di sicomoro laccato e dipinto. Museo delle Belle Arti di Lione.  
Photograph by Rama, Wikimedia Commons, Cc-by-sa-2.0-fr, CC BY-SA 2.0 FR*



MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE MORANDO BOLOGNINI



SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

## Atti del seminario

*11 ottobre 2024*

*Castello Morando Bolognini - Sant'Angelo Lodigiano*

# I RUMINANTI

**domesticazione, evoluzione e  
coevoluzione con le popolazioni umane**

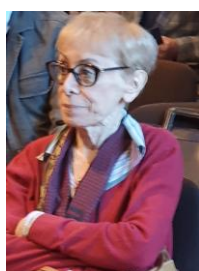
a cura di

**Anna Sandrucci e Osvaldo Failla**

## CON IL PATROCINIO DI



## CON IL CONTRIBUTO DI



Carla Zanardi  
(1956 - 2024)

*Questo volume è dedicato alla dottoressa Carla Zanardi, appassionata socia e benefattrice del Museo di Storia dell'Agricoltura. Laureata in Scienze e Tecnologie Agrarie, Carla è stata un'assidua presenza alle iniziative del Museo, della Società Agraria di Lombardia e dell'Associazione milanese laureati in Scienze agrarie e forestali, partecipando alle attività sociali e culturali sempre con vivacità e interesse, anche quando le sue condizioni di salute, sempre più precarie, le rendevano la vita impegnativa e dolorosa.*

## I CURATORI

*Anna Sandrucci*

*Consigliera del Museo di Storia dell'Agricoltura*

*Professoressa ordinaria di Zootecnica speciale - Università degli Studi di Milano*

*Oswaldo Failla*

*Presidente del Museo di Storia dell'Agricoltura*

*Professore ordinario di Arboricoltura generale e Coltivazioni arboree - Università degli Studi di Milano*

14 febbraio 2025

© Museo di Storia dell'Agricoltura

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

ISBN 978-88-947927-7-5

## INDICE

### SALUTO DEL PRESIDENTE ONORARIO DELLA SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

Ettore Cantù \_\_\_\_\_ 5

### CONTRIBUTI AL SEMINARIO

#### DOMESTICAZIONE E BIODIVERSITÀ DEI BOVINI

Paolo Ajmone Marsan \_\_\_\_\_ 9

#### LA PRODUZIONE DEL LATTE: EVOLUZIONE DEI RUMINANTI DA LATTE E DELLE POPOLAZIONI UMANE

Anna Sandrucci \_\_\_\_\_ 21

#### DOMESTICAZIONE E BIODIVERSITÀ DELLA CAPRA

Paola Crepaldi \_\_\_\_\_ 37

#### VECCHIE E NUOVE STORIE DI DOMESTICAZIONE NEI RUMINANTI

Silvana Mattiello \_\_\_\_\_ 51

#### TECNOLOGIA E NUTRIZIONE: OPPORTUNITÀ E SFIDE PER IL SETTORE LATTIERO-CASEARIO

Ivano De Noni \_\_\_\_\_ 63

#### ALLA RICERCA DELLE RAZZE BOVINE E OVICAPRINE IN ITALIA NELL'OTTO-NOVECENTO: ZOOTECNICI, ALLEVATORI, ISTITUZIONI

Gianpiero Fumi e Marco Marigliano \_\_\_\_\_ 69

#### CONCLUSIONI

Giuseppe Succi \_\_\_\_\_ 93



## SALUTO DI APERTURA

*Ettore Cantù*

*Presidente onorario della Società Agraria di Lombardia*



### Riassunto

La Società Agraria di Lombardia, promotrice del seminario, nel corso della sua attività di divulgazione del progresso agricolo ha sempre considerato preminente la promozione della zootecnia ed il miglioramento delle razze da latte con l'organizzazione di Concorsi, la promozione di organizzazioni di allevatori, la pubblicazione di volumi come quello del 1875 sull'allevamento del bestiame bovino o quello del prof. De Carolis del 1927 sul conseguimento dei 40 quintali di latte per vacca. Molte le iniziative per il miglioramento dell'allevamento con la diffusione a mezzo stampa ed incontri sulle nuove tecniche, dalla stalla aperta al robot di mungitura dai primi tori della razza Bruna ai tori Carnation capostipiti della Frisona italiana. Oggi la Società vede con preoccupazione l'ondata di critiche ed accuse contro gli allevamenti moderni di bovine, fonte della sicurezza alimentare per la società di oggi. Tuttavia, la scienza procede per il miglioramento dell'allevamento e del benessere animale, e la Società Agraria di Lombardia approva la Dichiarazione di Dublino sottoscritta nel 2022 da 200 scienziati quando afferma che *la zootecnia è il metodo comprovato da millenni per creare un'alimentazione sana e mezzi di sussistenza sicuri, e deve essere difesa dal pericolo di riduzionismi e fanatismi*.

### Abstract

#### Opening remarks

The Agrarian Society of Lombardy, co-organizer of this seminar, has always prioritized the promotion of livestock farming and the improvement of dairy cattle breeds as part of its mission to disseminate agricultural advancements. Over the years, the Society has organized competitions, supported breeder organizations, and published works such as the 1875 volume on cattle farming and Professor De Carolis's 1927 publication on achieving 40 quintals of milk per cow. Numerous initiatives have been undertaken to improve livestock farming through the dissemination of new techniques, both in print and in-person meetings. These initiatives range from open barns to milking robots, from the introduction of the first Bruna breed bulls to the Carnation bulls, the progenitors of the Italian Holstein-Friesian breed. Today, the Society observes with concern the wave of criticism and accusations directed at modern dairy farming, which remains a cornerstone of food security for contemporary society. Nevertheless, science continues to advance toward improving farming practices and animal welfare. The Agrarian Society of Lombardy endorses the Dublin Declaration, signed in 2022 by 200 scientists, which asserts that *livestock farming is a time-proven method for producing healthy food and securing livelihoods. It emphasizes the need to protect this vital sector from the threats of reductionism and fanaticism*.

Buongiorno, un saluto e un benvenuto presso il Castello Morando Bolognini di Sant'Angelo Lodigiano ed un vivo ringraziamento da parte della Società Agraria di Lombardia ai presenti all'incontro di oggi dedicato al tema: "I Ruminanti, domesticazione, evoluzione e coevoluzione con le popolazioni umane".

Il seminario è organizzato dalla Società Agraria di Lombardia in collaborazione con il Museo di Storia dell'Agricoltura, l'Accademia dei Georgofili Sez. Nord Ovest, la Fondazione Morando Bolognini, e l'Associazione Milanese dei Laureati in Scienze Agrarie e Forestali, che ringrazio vivamente.

Porto il saluto del dottor Flavio Barozzi, Presidente della Società, oggi impossibilitato a presenziare.

La motivazione e lo scopo del seminario. Fra pochi giorni si celebrerà la giornata mondiale dell'alimentazione promossa dalla FAO. Ci è sembrata l'occasione giusta per trattare un argomento in linea con la necessità di produrre alimenti di alto pregio nutritivo in un mondo che, come denuncia la FAO, presenta ancora un forte deficit nutrizionale in alcune aree del pianeta.

La Società Agraria di Lombardia si è sempre attivata su questa linea, la promozione e lo sviluppo della zootecnia, dalla sua costituzione nel 1862.

Nella sua lunga attività di divulgazione, questo è il suo compito, ha sempre dedicato molta attenzione al miglioramento dell'allevamento del bestiame lombardo con la promozione di concorsi e la costituzione di organizzazioni di allevatori in decenni nei quali si avviava la necessità del miglioramento dell'allevamento e delle razze bovine, soprattutto per la funzione produttiva del latte.

Nel 2002 abbiamo ristampato un volume del 1875 nel quale già si avvia l'interesse per il miglioramento e sul "Bullettino dell'Agricoltura" si affermava:

*"l'agricoltura prima fonte della nostra ricchezza fa appello alla scienza; propugnare il miglioramento dei nostri animali bovini equivale a preparare la forza e la ricchezza della nazione"*. Nel volume si propone il famoso schema di Guenon per valutare la bovina di qualità per la produzione del latte.

Allora si partiva da un patrimonio di 800.000 bovini in Lombardia, ma la metà era ancora da lavoro; oggi in Lombardia vi sono quasi 2 milioni di capi da latte, nessuno da lavoro, il 30% del patrimonio nazionale e il 40% della produzione di latte.

Furono indetti concorsi e diffuso il miglioramento per via maschile iniziando dai tori Svizzeri e i primi Frisoni.

Erano gli anni in cui il prof. Vittorio Alpe, Presidente della nostra Società dal 1907 al 1918, affermava *"si deve dedicare un nuovo capitolo alla vacca da latte, animale che ha dato luogo nel campo zootecnico e in quello caseario ad un movimento della massima importanza. Il materiale non manca, le valli alpine possono rifornirlo e si va rinnovando un esperimento colla vacca di frisia"* e alla scienza si deve il progressivo avanzamento nel miglioramento della genealogia, dell'alimentazione, dei ricoveri e della sanità del bestiame fino al concetto di benessere animale.

D'intesa con il Comizio Agrario di Milano fu istituita la prima stazione di tori svizzeri nel 1874 e all'inizio del Novecento fu istituita la Società per il Libro Genealogico a Crema. Poi la SAL si impegnò nella diffusione dei silos cremaschi per l'utilizzo dell'erba medica semi essiccata e degli erbai.

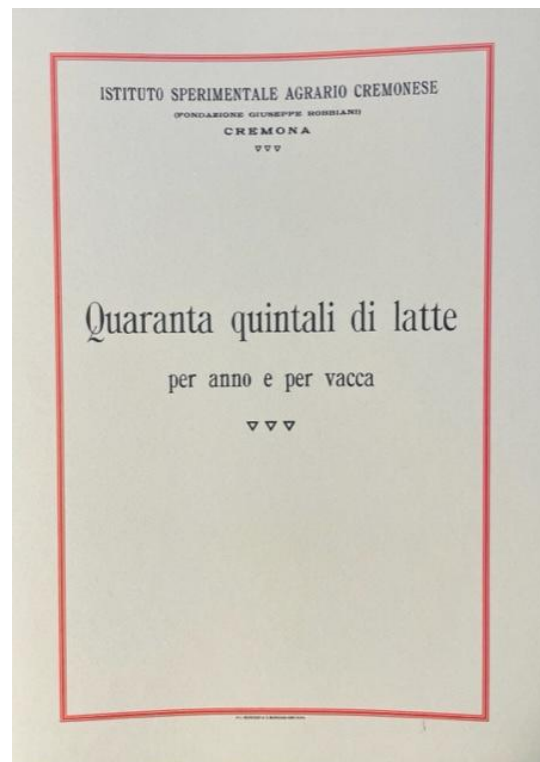
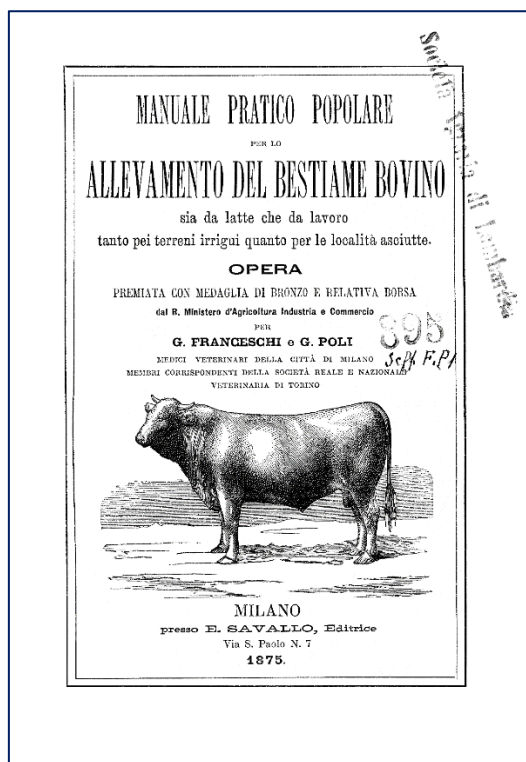


Figura 1 - I frontespizi dei due manuali zootecnici, del 1875 e del 1927, recentemente ristampati dalla Società Agraria di Lombardia, volti al miglioramento dell'allevamento bovino

E sul Bullettino del 1880 si legge: *“Affinché l'allevamento possa venire coronato da felici successi ed abbia a portare i desiderati vantaggi di miglioramento delle razze coltivate e per il migliore nutrimento dell'uomo è indispensabile che sia condotto con diligenza ed intelligenza zootecnica, e abbia ad applicare scientificamente i precetti di un buon allevamento”*.

Due anni fa abbiamo ripubblicato un testo del 1927 del prof. De Carolis, che propone come arrivare a produrre 40 quintali di latte per vacca. *“Penso che la produzione media di 40 quintali di latte per anno e per vacca si possa raggiungere anche nella plaga cremonese e si possa raggiungere con vantaggi economici con la vacca di Frisia”*. Questa è ancora preistoria.

Poi siamo all'età moderna, alla diffusione della stalla aperta, al miglioramento genetico con l'opportunità di importare e allevare tori di razza frisona per la fecondazione artificiale, alla mungitura meccanica fino al robot di mungitura. L'evoluzione procede e il miglioramento è stato continuo, direi vertiginoso, con vantaggi per gli allevatori e con risultati eccezionali fino a diventare fondamento della sicurezza alimentare per la società di oggi.

Ma questo risultato è riconosciuto? L'allevamento è ancora riconosciuto come prima fonte della nostra ricchezza?

Purtroppo, l'opinione pubblica è bersagliata da slogan e dichiarazioni contro gli allevamenti e in particolare quelli intensivi. È stata presentata persino una proposta di legge per istituire una moratoria e fermare *“questo sistema malato colpevole di sofferenza degli animali, inquinamento di aria e acqua con rischi salutarissimi enormi, le fabbriche di carne e latte sono un pericolo per le persone e per l'ambiente”*.

Ecco il clima di follia nel quale siamo tenuti ad operare e nel quale operano gli scienziati che si dedicano oggi al miglioramento delle razze da latte e da carne per l'alimentazione della società di oggi.

Tuttavia, non sono totalmente pessimista. C'è ancora chi ragiona e vorrei concludere l'introduzione al seminario di oggi ricordando la *Dichiarazione di Dublino*. Di che cosa si tratta?

Il 20 ottobre del 2022 a Dublino si è tenuto un incontro con la partecipazione di 220 scienziati di tutto il mondo per dare vita ad un simposio internazionale sulla zootecnia. Scopo era dibattere sul ruolo della ricerca scientifica per il miglioramento dei sistemi di allevamento degli animali di interesse zootecnico.

Nella Dichiarazione finale si afferma che

*“I sistemi zootecnici devono progredire sulla base dei più elevati standard scientifici in quanto sono troppo preziosi per la società per diventare vittime di riduzionismo e fanatismo”*. E aggiunge: *“la zootecnia è il metodo comprovato da millenni per creare un'alimentazione sana e mezzi di sussistenza sicuri”*.

Con l'augurio che questa voce della scienza riesca a vincere l'offensiva dei riduzionisti, degli animalisti da salotto, dei nemici della scienza e del progresso, passo la parola al prof. Giuseppe Succi, moderatore dei lavori del Seminario di oggi, che presenterà i relatori e trarrà le conclusioni.

# DOMESTICAZIONE E BIODIVERSITÀ DEI BOVINI

*Paolo Ajmone Marsan<sup>1</sup>*

*Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti - DIANA*

*Centro di Ricerche Romeo ed Enrica Invernizzi - CREI*

*Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*



## **Riassunto**

L'agricoltura e l'allevamento, sviluppati nel Neolitico, hanno rivoluzionato le civiltà umane, favorendo insediamenti stabili, crescita demografica e società complesse. I primi animali zootecnici furono addomesticati nella Mezzaluna Fertile circa 10.000 anni fa. Qui l'uomo ha addomesticato caprini, ovini, bovini e suini, instaurando un rapporto con queste specie che dura ancora ai giorni nostri. Altre specie sono state addomesticate successivamente in altre regioni, lo zebù e il bufalo, il pollo in Asia, l'asino in Africa, il tacchino e i camelidi lamoidi in America. Questi animali, essenziali per l'alimentazione, il lavoro e la produzione di materiali, hanno poi colonizzato il mondo seguendo le migrazioni e le conquiste dell'uomo e sotto pressioni selettive naturali e antropiche si sono differenziati ed adattati a produrre in condizioni ambientali diverse. I bovini taurini hanno seguito le coste nord e sud del Mediterraneo verso ovest e il Danubio verso nord per poi spostarsi successivamente verso sud in Africa e verso nord-est in Asia. Lo zebù indiano ha colonizzato il centro e il sud dell'Asia e si è poi spinto in Africa, migliorando l'adattamento agli ambienti tropicali dei bovini taurini locali. In Asia, flussi genetici da yak e altre specie verso i bovini taurini hanno favorito l'adattamento a climi estremi. In Sud America, i bovini Creoli, introdotti dai coloni europei hanno sviluppato adattamenti particolari, come quelli indotti dalla mutazione "slick", utile per tollerare il caldo. Questa biodiversità è ora fondamentale per affrontare sfide come i cambiamenti indotti dal clima e lo spostamento di areale di malattie endemiche e parassiti. Proteggere le razze locali e comprendere a livello genomico i processi di domesticazione ed adattamento è essenziale per garantire la sostenibilità globale dell'agricoltura.

## **Abstract**

### **Domestication and biodiversity of cattle**

Agriculture and animal husbandry developed during the Neolithic period and promoted the development of human civilizations, fostering stable settlements, population growth, and the origin of complex societies. The first livestock domestication site is located in the Fertile Crescent around 10,000 years ago. Here, humans domesticated goats, sheep, cattle, and pigs, establishing a relationship with these species that still continues nowadays. Other species were domesticated later in different regions: zebu, buffaloes, chickens and camels in Asia, donkeys in Africa, turkeys and lamoid camelids in the Americas. These animals, essential for the production of food, labor, and other material, later spread across the world, following human migrations and conquests.

---

<sup>1</sup> Professore ordinario di Miglioramento genetico animale

Under both natural and human-driven selective pressures, they differentiated and adapted to produce in various environmental conditions. Taurine cattle migrated westward along the northern and southern Mediterranean coasts, moving northward along the Danube, later expanding southward into Africa and northeastward into Asia. The Indian zebu colonized Central and South Asia, later spreading into Africa, enhancing the adaptation of African taurine cattle to tropical environments. In Asia, genetic introgression from yaks and other species into taurine cattle contributed to their adaptation to extreme climates. In South America, Creole cattle, introduced by European settlers, developed unique adaptations, such as the “slick” mutation, which enhances heat tolerance. Today, this biodiversity is important for addressing global challenges, including climate-induced changes and the shifting ranges of endemic diseases and parasites. Protecting local breeds and understanding the genomic mechanisms of domestication and adaptation are essential to ensuring the global sustainability of agriculture.

## INTRODUZIONE

L'agricoltura e l'allevamento rappresentano innovazioni fondamentali che hanno trasformato le società umane, segnando l'inizio del Neolitico. Hanno consentito lo sviluppo di insediamenti stabili, promosso la crescita demografica, la conseguente stratificazione della società e lo sviluppo di società complesse. Il primo centro di domesticazione animale è stato identificato da archeologi e paleontologi nella Mezzaluna Fertile, circa 10.000 anni fa (Helmer *et al.*, 2005a; Bollongino *et al.*, 2012; Vigne, 2011; Fig. 1), dove furono addomesticati caprini, ovini, bovini e suini utilizzati non solo per l'alimentazione, ma anche per il lavoro agricolo, il trasporto e l'utilizzo di pelli e altri materiali (Helmer *et al.*, 2005b).

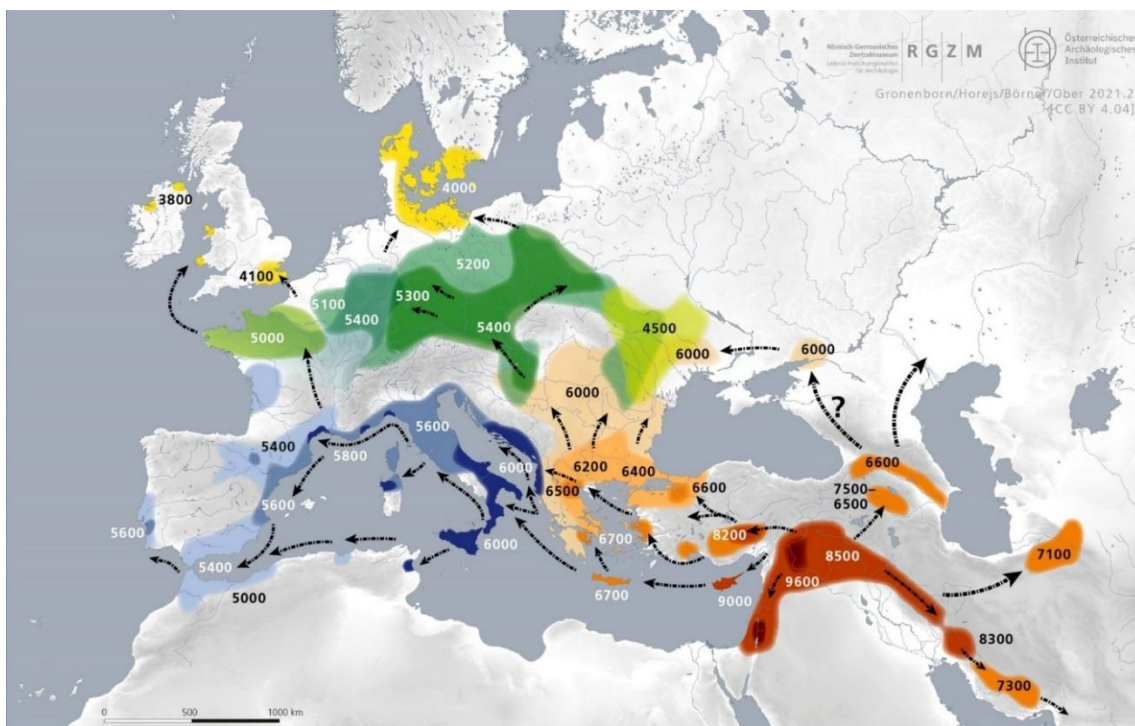


Figura 1 Diffusione dell'agricoltura dall'Asia sudoccidentale all'Europa, tra il 9600 e il 3800 a.C. (Fonte: [https://www.wikiwand.com/en/Neolithic\\_Revolution](https://www.wikiwand.com/en/Neolithic_Revolution))

La domesticazione, tuttavia, non si limitò alla Mezzaluna Fertile. Altri centri sono stati identificati in diverse parti del mondo, dove sono state addomesticate altre specie animali fondamentali per lo sviluppo delle economie locali. In Asia centrale e orientale sono stati domesticati lo zebù (Hiendleder *et al.*, 2008), il bufalo (Yi *et al.*, 2020), il pollo (Peters *et al.*, 2022), il suino (Xiang *et al.*, 2017), il cammello e il dromedario (Smiths *et al.*, 2023);

in Africa, l'asino (Rossel *et al.*, 2008). Nel continente americano sono stati addomesticati, il tacchino (Speller *et al.*, 2010), il lama e l'alpaca (Diaz-Maroto *et al.*, 2021), questi ultimi apprezzati soprattutto per la produzione di fibra (Del Sol *et al.*, 2023).

In seguito all'espansione neolitica dell'agricoltura e dell'allevamento, gli animali domestici hanno accompagnato l'uomo nella colonizzazione del pianeta, adattandosi a una varietà di ambienti geografici e climatici. Questo processo è stato guidato da una combinazione di selezione naturale, selezione antropogenica e deriva genetica, ed ha portato alla formazione di una straordinaria biodiversità tra le popolazioni animali domestiche (FAO, 2015). Le razze locali rappresentano oggi risorse genetiche da conservare, in grado di prosperare e produrre in ambienti estremamente variabili, caratterizzati da condizioni climatiche difficili, disponibilità alimentare limitata e alta pressione di malattie e parassiti.

Dopo la domesticazione, gli animali domestici non si sono più spostati autonomamente, ma hanno seguito l'uomo nelle sue migrazioni, guerre e rotte commerciali, venendo spesso integrati in nuovi sistemi economici e sociali. Questo stretto rapporto tra uomo e animali domestici ha avuto un impatto significativo anche sul genoma umano. Ad esempio, la diffusione delle varianti del gene della lattasi (*LCT*), che consentono la digestione del latte in età adulta, è strettamente associata alla domesticazione di animali da latte e alla diffusione del pastoralismo (Gerbault *et al.*, 2011). Inoltre, l'esposizione umana a patogeni animali durante secoli di coesistenza ha favorito la selezione di varianti genetiche resistenti, con effetti diretti durante eventi storici come le conquiste europee delle Americhe, nel corso delle quali le zoonosi hanno giocato un ruolo decisivo (Bos *et al.*, 2014).

### LA DOMESTICAZIONE DEI BOVINI

Quello dei bovini rappresenta uno degli eventi di domesticazione più studiati, grazie alla disponibilità di evidenze archeologiche e genetiche. I bovini domestici derivano da un antenato selvatico, l'uro (*Bos primigenius*), presente nel Mesolitico in tre sottospecie principali: il *Bos primigenius primigenius*, distribuito in Europa e Asia; il *Bos primigenius namadicus*, localizzato nel subcontinente indiano; e il *Bos primigenius africanus*, diffuso in Nord Africa (Zeuner, 1963; Fig. 2 e 3).

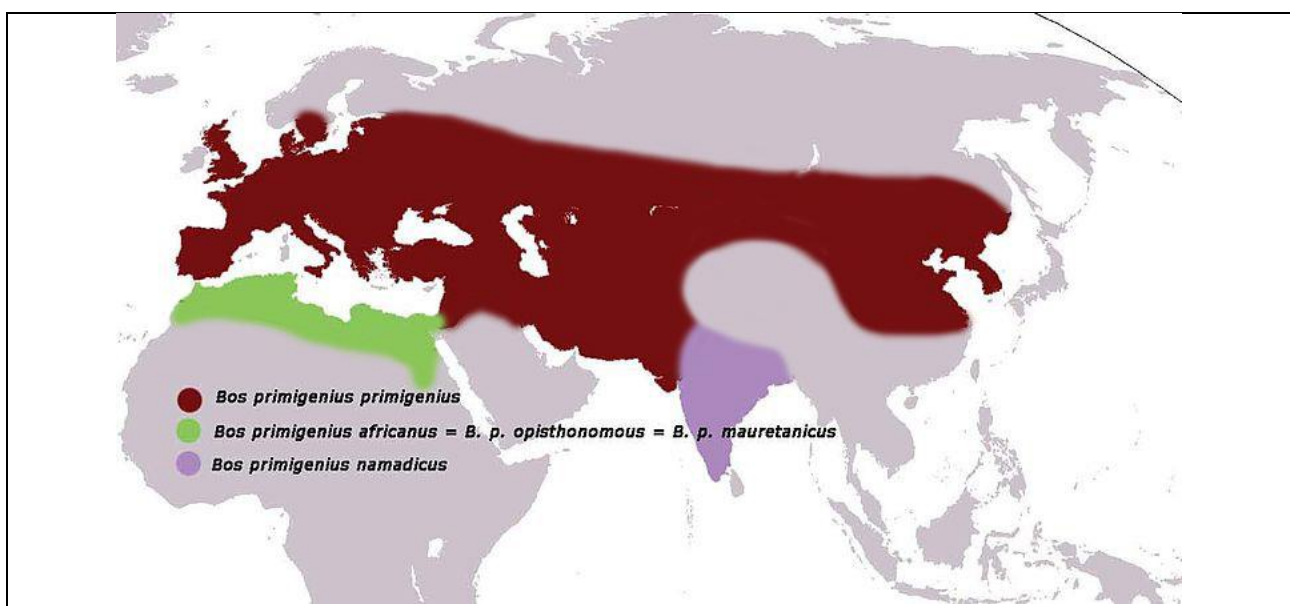


Figura 2 - Areali di distribuzione delle tre sottospecie dell'uro (*Bos primigenius*) (Fonte: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Bos\\_primigenius\\_map.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Bos_primigenius_map.jpg))

I bovini moderni sono il risultato di due eventi di domesticazione indipendenti: i bovini taurini (*Bos taurus taurus*), domesticati circa 10.000 anni fa nella Mezzaluna Fertile dall'uro *primigenius*, e gli zebù (*Bos taurus indicus*), domesticati circa 8.500 anni fa nella Valle dell'Indo dall'uro *namadicus* (Ajmone-Marsan et al., 2010; Achilli et al., 2009). Rimane in discussione un possibile terzo evento di domesticazione in Africa, che coinvolgerebbe l'uro *africanus*. Studi recenti basati sul DNA antico hanno riconsiderato questa ipotesi, suggerendo un contributo africano significativo alla diversità genetica bovina di quel continente (Pitt et al., 2018).



Figura 2 - Cranio di uro del Pleistocene superiore (129-11,7 mila di anni fa) ritrovato nella Valdarno superiore (Museo di Geologia e Paleontologia - Università degli Studi di Firenze)

### Il DNA mitocondriale

Dal punto di vista molecolare, il DNA mitocondriale (mtDNA), aploide ed ereditato esclusivamente per via materna, rappresenta uno strumento utile per ricostruire la storia evolutiva e la diffusione dei bovini domestici, nonché per identificare i siti di domesticazione. Le analisi del mtDNA hanno evidenziato una maggiore variabilità genetica nelle aree vicine ai centri di domesticazione rispetto a regioni geografiche più distanti (Troy et al., 2001).

Gli studi molecolari hanno permesso di classificare i mtDNA dei bovini taurini in quattro aplotipi principali: T1, T2, T3 e T4. A questi si aggiungono alcune varianti più rare, come T5, T6, P, Q ed R, che riflettono eventi migratori e adattativi specifici (Troy et al., 2001; Achilli et al., 2008). Gli aplotipi T1, T2 e T3 discendono dalle prime popolazioni domestiche nell'Asia sudoccidentale. L'aplotipo T3 è dominante nei bovini neolitici europei. L'aplotipo T1, invece, è più diffuso in Africa e potrebbe rappresentare l'effetto di successive introgressioni da parte di *Bos primigenius africanus* (Bradley et al., 1996; Troy et al., 2001). L'aplotipo T4 è limitato a popolazioni specifiche dell'Asia orientale, in particolare in Cina, Corea, Giappone e Siberia (Achilli et al., 2009; Mannen et al., 2004). L'origine dello zebù è chiaramente identificata nel subcontinente indiano, come confermato dagli aplotipi mitocondriali I1 e I2, prevalenti in queste popolazioni e nelle aree circostanti. Questi dati molecolari evidenziano un'evoluzione indipendente dello zebù rispetto ai bovini taurini, determinata da pressioni selettive locali e adattamenti a climi caldi (Chen et al., 2009).

## Il DNA genomico

Oltre alle analisi basate sul DNA mitocondriale, il genoma nucleare, studiato attraverso marcatori microsatelliti, SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) e ora sequenze genomiche complete, ha fornito informazioni sulla struttura genetica delle popolazioni bovine domestiche. Le analisi genomiche distinguono chiaramente i bovini taurini europei dagli zebù e, in seconda battuta, entrambe le sottospecie dai taurini africani. Questi risultati riflettono la complessa storia evolutiva e demografica delle due/tre sottospecie principali, inclusi gli antichi eventi di incrocio tra di esse. Le razze del sud Europa mostrano porzioni variabili di genoma indicino e, in misura minore, di genoma taurino africano, suggerendo episodi storici di introgressione (Utsunomiya *et al.*, 2019; Uphadyay *et al.*, 2017). In Africa la maggior parte dei bovini attuali rappresenta un mosaico genetico risultante dall'incrocio tra zebù e taurini africani. Tuttavia, alcune razze localizzate in aree endemiche per la tripanosomiasi, come i bovini N'Dama, hanno mantenuto un genoma quasi esclusivamente taurino africano. Questa purezza genetica è probabilmente il risultato della pressione selettiva esercitata dalla resistenza di questi bovini alla malattia, a cui invece gli zebù sono altamente suscettibili (Hanotte *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2023). In Asia, il panorama genetico si arricchisce ulteriormente grazie agli eventi di introgressione con altre specie del genere *Bos*, descritte nel paragrafo dedicato all'Asia.

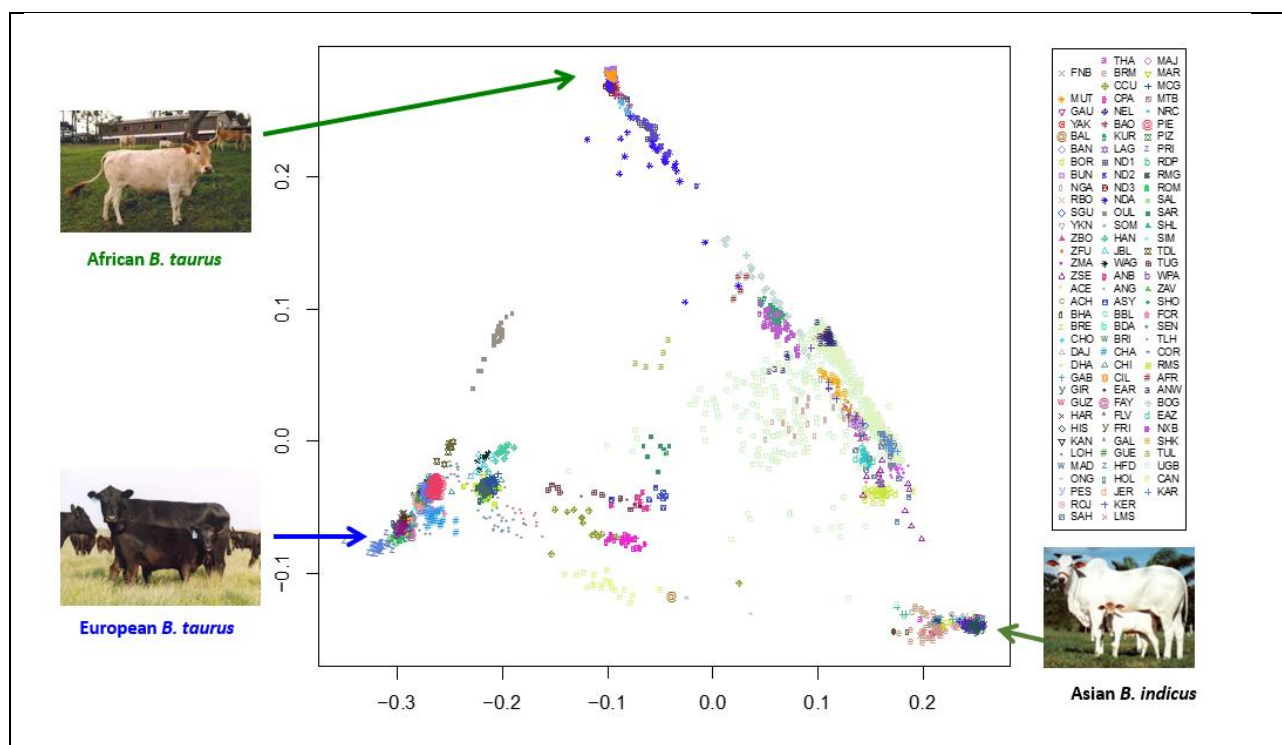


Figura 3 - Grafico MDS (MultiDimensional Scaling) basato sulle distanze IBS (Identity-By-State) di 110 razze bovine analizzate con 54.000 marcatori SNP (Single Nucleotide Polymorphism) (dati non pubblicati)

## Il cromosoma Y

A completare questa analisi, il DNA del cromosoma Y, trasmesso per via paterna, ha permesso di identificare tre principali aplotipi: Y1, associato ai bovini taurini del nord Europa; Y2, predominante nei taurini dell'Europa meridionale, dell'Africa e dell'Asia occidentale; e Y3, esclusivo dello zebù (Svensson e Götherström, 2008). Questa netta separazione genetica tra taurini e zebuini riflette le diverse traiettorie evolutive delle due sottospecie a partire dalle prime fasi della domesticazione.

## *Il DNA antico*

L'analisi del DNA antico recuperato da reperti archeologici si è rivelata uno strumento fondamentale per validare o correggere i modelli demografici e migratori derivati dallo studio del DNA delle razze bovine moderne. Un aspetto di particolare rilevanza emerso dal confronto tra DNA antico e moderno è l'introggressione genetica post-neolitica tra gli uri selvatici e i bovini domestici. Sebbene tale introggressione sia stata limitata, essa è stata identificata in diverse regioni del mondo, suggerendo che, in alcune circostanze, gli uri abbiano contribuito geneticamente alle popolazioni domestiche.

Studi sul genoma antico mostrano bassi ma significativi livelli di introggressione degli uri nei bovini domestici europei, indicando un'interazione genetica sporadica avvenuta durante il processo di domesticazione e nelle successive migrazioni (Park *et al.*, 2015; Upadhyay *et al.*, 2017). In Africa, l'aplotipo T1, predominante nei bovini africani, potrebbe rappresentare una traccia di queste interazioni genetiche con gli uri locali, evidenziando la complessità delle dinamiche di domesticazione e adattamento nelle diverse aree geografiche.

## **L'EUROPA**

Dopo la domesticazione, i bovini taurini hanno progressivamente colonizzato l'Europa, seguendo due principali rotte migratorie. La prima ha attraversato l'Europa centrale lungo il corso del Danubio, mentre la seconda ha seguito le coste del Mediterraneo. La diffusione dei bovini taurini in Europa è stata accompagnata da una progressiva riduzione della diversità genetica, attribuibile a fenomeni di deriva genetica e ai colli di bottiglia che caratterizzarono le fasi di espansione verso nuove aree geografiche, che è evidente nei genomi delle popolazioni bovine che si sono stabilite nelle regioni settentrionali del continente europeo. Successivamente, i bovini taurini hanno continuato a migrare verso l'Asia settentrionale, colonizzando regioni sempre più remote e adattandosi a climi più freddi (McTavish *et al.*, 2013; Park *et al.*, 2015).

La ricostruzione delle rotte migratorie post-neolitiche degli animali domestici è interessante. L'analisi del DNA mitocondriale delle razze bovine della nostra penisola ha evidenziato nelle razze dell'Italia centrale (Maremmana, Marchigiana, Calvana e Chianina) un livello di diversità genetica simile a quello osservato nei centri di domesticazione del Vicino Oriente e molto maggiore rispetto a quanto si osserva nelle razze del centro Europa ma anche del Nord e del Sud del nostro Paese (Pellecchia *et al.*, 2007). L'analisi del DNA mitocondriale come "orologio biologico" ha stimato che i progenitori di queste razze sono arrivati in Italia verso la fine dell'età del Bronzo, probabilmente via mare dal Vicino Oriente. La correlazione temporale e geografica tra la diffusione di questi bovini e l'ascesa della civiltà etrusca, nota per la sua influenza culturale e tecnologica sulle altre popolazioni italiche e per le influenze medio-orientali, ha suggerito l'ipotesi che i bovini dell'Italia centrale possano essere stati testimoni della nascita di questa civiltà, la cui origine culturale e genetica è stata sempre oggetto di acceso dibattito. Studi recenti sul DNA antico di resti riesumati da sepolture etrusche sembrano però aver messo fine alla discussione, dimostrando un'origine prevalentemente autoctona italiana degli scheletri analizzati (Posth *et al.*, 2021).

## **L'ASIA**

Dalla Valle dell'Indo, lo zebù si è diffuso progressivamente dal subcontinente indiano verso l'Asia meridionale, orientale e centrale, seguendo le rotte commerciali e delle migrazioni umane. Le popolazioni di zebù presentano un'elevata diversità genetica, che riflette il processo di adattamento a condizioni climatiche estreme, come le alte temperature e scarsità di acqua, e la resistenza a malattie (Chen *et al.*, 2023; Utsunomiya *et al.*, 2019).

I bovini asiatici hanno anche beneficiato di introgressioni genetiche da altre specie del genere *Bos*, come il banteng (*Bos javanicus*) e il gaur (*Bos gaurus*), che hanno conferito caratteri adattativi favorevoli, inclusa una maggiore resistenza alle malattie e alle infezioni parassitarie (Wu *et al.*, 2018; Barbato *et al.*, 2020). In Cina, l'introgressione genetica da yak (*Bos grunniens*) ha contribuito allo sviluppo di popolazioni locali altamente adattate agli ambienti d'alta quota, come l'altopiano tibetano, grazie ad una maggiore tolleranza all'ipossia e una fisiologia ottimizzata per condizioni di freddo intenso e scarsità di ossigeno (Lyu *et al.*, 2024).

## L'AFRICA

Dal punto di vista ecologico e fisiologico, i bovini taurini e zebuini presentano adattamenti specifici ai rispettivi ambienti. I taurini prevalgono nelle regioni più temperate, mentre gli zebù si sono diffusi in climi caldi, tropicali. Questa capacità di adattamento è dovuta alla loro resistenza a condizioni ambientali difficili, incluse la siccità e la presenza di malattie endemiche (Chen *et al.*, 2023; Utsunomiya *et al.*, 2019).

In Africa, i bovini taurini sono stati introdotti dal Medio Oriente circa 6.800 anni fa. Successivamente, circa 4.000 anni fa, sono arrivati zebù provenienti dall'Asia. L'introgressione dello zebù nei bovini taurini africani è stata facilitata dai commerci arabi lungo la costa orientale e dall'espansione del pastoralismo, con effetti significativi sul patrimonio genetico delle popolazioni bovine africane (Hanotte *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2023). L'introduzione degli zebù è stata importante per l'adattamento dei bovini taurini africani alle condizioni tropicali tipiche di molte regioni del continente. Questo adattamento è risultato da un processo di incrocio tra zebù e taurini autoctoni, che ha portato alla creazione di popolazione ibride come i bovini Sanga, che mostrano una notevole resistenza alla siccità e a malattie endemiche (Kim *et al.*, 2023; Bradley *et al.*, 1996). Questo processo di ibridazione e adattamento si è ulteriormente intensificato durante le conquiste islamiche, che facilitarono la diffusione degli zebù e il loro incrocio con popolazioni locali attraverso il commercio trans-sahariano e lungo la costa orientale africana (Hanotte *et al.*, 2002).



Figura 4 - Bovini Ankole, razza africana appartenente al grande gruppo di bovini ibridi Sanga

## SUD AMERICA

In Sud America, i bovini furono introdotti dai coloni europei dopo il 1492, durante i primi viaggi transatlantici. Le prime popolazioni bovine erano prevalentemente di origine iberica e si sono adattate rapidamente ai vari ambienti del continente, dando origine ai bovini Creoli. Questi bovini sono ancora oggi presenti in numerose regioni e rappresentano una risorsa genetica preziosa, grazie alla loro resistenza alle malattie tropicali e alla loro capacità di adattarsi a condizioni climatiche estreme, tra cui le alte altitudini delle Ande in Perù e le temperature elevate delle zone tropicali (Ginja *et al.*, 2019; Muñoz *et al.*, 2024).

Nel XIX e XX secolo, l'introduzione di nuove razze europee, insieme all'importazione di zebù dall'India, ha ulteriormente diversificato il panorama genetico dei bovini sudamericani. Gli zebù, particolarmente adatti a condizioni tropicali e subtropicali, hanno portato benefici significativi all'allevamento nel Sud e nel Centro America, migliorando la resistenza dei bovini al calore e ai parassiti. La combinazione di zebù e bovini Creoli ha poi generato popolazioni ibride con caratteristiche ottimali per la produzione agricola in ambienti difficili (Muñoz *et al.*, 2024). Queste dinamiche di introduzione e selezione hanno lasciato una traccia genetica nelle popolazioni bovine sudamericane, oggi caratterizzate da diversità genetica e adattabilità ecologica. Proprio in alcune razze Creole caraibiche, come Senepol, Curaleiro e Limoneiro, la selezione naturale ha favorito la diffusione di una mutazione nota come *slick* (liscio), caratterizzata da una marcata riduzione nella lunghezza del pelo e da un maggior numero di ghiandole sudoripare. Questa mutazione, che consiste in una delezione nel gene del recettore della prolattina (*PRLR*), altera la porzione citoplasmatica della proteina, influenzando la termoregolazione e migliorando significativamente la tolleranza degli animali al calore (Huson *et al.*, 2014) e mantenendo di conseguenza uno stato di maggior benessere e produttività rispetto ad animali con il genotipo *wild type*.

## CONCLUSIONI

Oggi, la conservazione delle risorse genetiche animali rappresenta una delle priorità per la sostenibilità a lungo termine dei sistemi agricoli globali. Le razze locali costituiscono un prezioso serbatoio di alleli adattativi. Questi geni consentono agli animali di rispondere a sfide ambientali quali i cambiamenti climatici, la comparsa di nuove malattie e l'adattamento a condizioni produttive estreme. L'importanza delle razze locali non risiede solo nella loro resilienza intrinseca, ma anche nel loro contributo potenziale alle razze cosmopolite, che possono trarre beneficio dall'introduzione di questi alleli attraverso le moderne tecnologie di editing genomico, come il CRISPR/Cas9 (Perisse *et al.*, 2021).

La comprensione delle basi genetiche delle caratteristiche specifiche delle diverse razze animali aiuta a dare valore e conservare la biodiversità e fornisce anche una base scientifica per sviluppare strategie di allevamento sostenibili. La combinazione di tecnologie avanzate, come la genomica, la trascrittomica e l'epigenomica, con approcci tradizionali di conservazione e selezione genetica, è essenziale per garantire un futuro agricolo resiliente, efficiente e produttivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Achilli A., Olivieri A., Pellicchia M., et al. Mitochondrial genomes of extinct aurochs survive in domestic cattle, *Current Biology*, Volume 18, Issue 4, 2008, Pages R157-R158, ISSN 0960-9822, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.01.019>.
- Achilli, A., Bonfiglio, S., Olivieri, A., et al. (2009). The multifaceted origin of taurine cattle reflected by the mitochondrial genome. *PLoS ONE*, 4(6), e5753. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005753>.

- Ajmone-Marsan, P., Garcia, J. F., & Lenstra, J. A. (2010). On the origin of cattle: How aurochs became cattle and colonized the world. *Evolutionary Anthropology*, 19(4), 148-157. <https://doi.org/10.1002/evan.20267>.
- Barbato, M., Hailer, F., Orozco-terWengel, P., et al. (2020). Genomic evidence of bovine introgression and adaptation in Hong Kong feral cattle. *PLoS ONE*, 15(4), e023148. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231162>
- Bollongino, R., Burger, J., Powell, A., Mashkour, M., Vigne, J.-D., & Thomas, M. G. (2012). Modern taurine cattle derived from small number of Near-Eastern founders. *Molecular Biology and Evolution*, 29(9), 2101-2104. <https://doi.org/10.1093/molbev/mss092>.
- Bos, K. I., Harkins, K. M., Herbig, A., et al. (2014). Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis. *Nature*, 514, 494-497. <https://doi.org/10.1038/nature13591>.
- Bradley, D. G., MacHugh, D. E., Cunningham, P., & Loftus, R. T. (1996). Mitochondrial diversity and the origins of African and European cattle. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93(10), 5131-5135. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.10.5131>.
- Chen, N., Stothard, P., Cánovas, A., et al. (2023). Global genetic diversity, introgression, and evolutionary adaptation of indicine cattle revealed by whole genome sequencing. *Nature Communications*, 14(1), 186. doi: 10.1038/s41467-023-43626-z.
- Chen, S., Lin, B. Z., Baig, M., et al. (2009). Zebu cattle are an exclusive legacy of the South Asia Neolithic. *Molecular Biology and Evolution*, 27, 1, 1-6. <https://doi.org/10.1093/molbev/msp213>.
- Delsol, N., Stucky, B.J., Oswald, J.A. et al. Ancient DNA confirms diverse origins of early post-Columbian cattle in the Americas. *Sci Rep* 13, 12444 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39518-3>
- Diaz-Maroto, P., Rey-Iglesia, A., Cartajena, I., Núñez, L., Westbury, M. V., Varas, V., ... Hansen, A. J. (2021). Ancient dna reveals the lost domestication history of south american camelids in northern chile and across the andes. *eLife*, 10. <https://doi.org/10.7554/elife.63390>
- FAO (2015). The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO.
- Gerbault, P., Liebert, A., Itan, Y., et al. (2011). Evolution of lactase persistence: An example of human niche construction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1566), 863-877. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0268>.
- Ginja, C., Gama, L. T., Cortés, O., et al. (2019). The genetic ancestry of American Creole cattle inferred from uniparental and autosomal genetic markers. *Scientific Reports*, 9(1), 11486. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47636-0>.
- Hanotte, O., Bradley, D. G., Ochieng, J. W., Verjee, Y., Hill, E. W., & Rege, J. E. O. (2002). African pastoralism: Genetic imprints of origins and migrations. *Science*, 296(5566), 336-339. <https://doi.org/10.1126/science.1069878>.
- Helmer D, Gourichon L, Monchot H, Peters J, Segui MS. 2005a. Identifying early domestic cattle from pre-pottery Neolithic sites on the Middle Euphrates using sexual dimorphism. In: Vigne JD, Peters J, Helmer D, editors. The first steps of animal domestication: new archeological approaches. Oxford: Oxbow Books.
- Helmer, D., Gourichon, L., & Vila, E. 2005b. The development of the exploitation of products from Capra and Ovis (meat, milk and fleece) from the PPNB to the Early Bronze Age in the northern Near East (8700 to 2000 BC cal). *Anthropozoologica*, 40(2), 41-56.
- Hiendleder, S., Lewalski, H., & Janke, A. (2008). Complete mitochondrial genomes of *Bos taurus* and *Bos indicus* provide new insights into intra-species variation, taxonomy and domestication. *Cytogenetic and Genome Research*, 120(1-2), 150-156. <https://doi.org/10.1159/000118756>
- Huson H.J., Kim E.S., Godfrey RW, et al. Genome-wide association study and ancestral origins of the slick-hair coat in tropically adapted cattle. *Front Genet*. 2014 Apr 29;5:101. doi: 10.3389/fgene.2014.00101.

- Kim, J., Kwon, T., Dessie, T., et al. (2023). Genomic insights into the admixture and adaptation of African cattle. *Molecular Biology and Evolution*, 40(4). Doi: 10.1093/molbev/msad257.
- Lyu Y., Wang F., Cheng H., et al. Recent selection and introgression facilitated high-altitude adaptation in cattle. *Science Bulletin*, Volume 69, Issue 21, 2024, Pages 3415-3424, ISSN 2095-9273. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.05.030>.
- Mannen, H., Kohno, M., Nagata, Y., et al. (2004). Independent mitochondrial origin and historical genetic differentiation in North Eastern Asian cattle. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32(2), 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.01.010>.
- McTavish, E. J., Decker, J. E., Schnabel, R. D., Taylor, J. F., & Hillis, D. M. (2013). New World cattle show ancestry from multiple independent domestication events. *PNAS*, 110(15), E1398-E1406. <https://doi.org/10.1073/pnas.1303367110>.
- Muñoz, C., Mariani, P., Pinto, M., et al. (2024). Adaptive evolution of Creole cattle to high-altitude and tropical environments. *Animal Genetics*. (in press).
- Park, S. D. E., Magee, D. A., McGettigan, P. A., et al. (2015). Genome sequencing of the extinct Eurasian wild aurochs, *Bos primigenius*, illuminates the genetic origin of cattle. *Genome Biology*, 16(1), 234. <https://doi.org/10.1186/s13059-015-0790-2>.
- Pellecchia, M., Negrini, R., Colli, L., et al. (2007). The mystery of Etruscan origins: Novel clues from *Bos taurus* mitochondrial DNA. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1614), 1175-1179. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.0258>.
- Perisse, I. V., Fan, Z., Singina, G. N., White, K. L., & Polejaeva, I. A. (2021). Improvements in Gene Editing Technology Boost Its Applications in Livestock. *Frontiers in Genetics*, 11, 614688. doi:10.3389/fgene.2020.614688(fgene-11-614688).
- Peters, J., Lebrasseur, O., Irving-Pease, E. K., Paxinos, P. D., Best, J., Smallman, R., ... & Larson, G. (2022). The biocultural origins and dispersal of domestic chickens. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(24). <https://doi.org/10.1073/pnas.2121978119>
- Pitt, D., Sevane, N., Nicolazzi, E. L., et al. (2018). Domestication of cattle: Two or three events? *Evolutionary Applications*, 12(1), 123-136. <https://doi.org/10.1111/eva.12722>.
- Posth C., Zaro V., Spyrou M.A., et al. The origin and legacy of the Etruscans through a 2000-year archeogenomic time transect. *Sci Adv*. 2021 Sep 24;7(39):eabi7673. doi: 10.1126/sciadv.abi7673. Epub 2021 Sep 24. PMID: 34559560; PMCID: PMC8462907.
- Rossel, S., Marshall, F., Peters, J., Pilgram, T., Adams, M., & O'Connor, D. (2008). Domestication of the donkey: timing, processes, and indicators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(10), 3715-3720. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709692105>
- Speller, C., Kemp, B. M., Wyatt, S. D., Monroe, C., Lipe, W. D., Arndt, U., ... & Yang, D. (2010). Ancient mitochondrial dna analysis reveals complexity of indigenous north american turkey domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(7), 2807-2812. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909724107>
- Svensson, E. M., & Götherström, A. (2008). Temporal fluctuations of Y-chromosomal variation in *Bos indicus*. *Molecular Ecology*, 17(4), 2025-2032. DOI: 10.1098/rsbl.2008.0342
- Troy, C. S., MacHugh, D. E., Bailey, J. F., et al. (2001). Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. *Nature*, 410(6832), 1088-1091. <https://doi.org/10.1038/35074088>.
- Upadhyay, M., Chen, W., Lenstra, J. et al. Genetic origin, admixture and population history of aurochs (*Bos primigenius*) and primitive European cattle. *Heredity* 118, 169-176 (2017). <https://doi.org/10.1038/hdy.2016.79>
- Utsunomiya, Y. T., Milanesi, M., Fortes, M. R. S., et al. (2019). Genomic clues of the evolutionary history of *Bos indicus* cattle. *Animal Genetics*, 50(6), 557-568. DOI: 10.1111/age.12836
- Vigne, J.D. (2011) The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere. *Comptes Rendus. Biologies*, On the trail of domestications, migrations and invasions in agriculture, 334, 3, 171-181. doi:10.1016/j.crv.2010.12.009. <https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/biologies/articles/10.1016/j.crv.2010.12.009/>

- Wu, DD., Ding, XD., Wang, S. et al. Pervasive introgression facilitated domestication and adaptation in the Bos species complex. *Nat Ecol Evol* 2, 1139-1145 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0562-y>
- Xiang, H., Jian-qiang, G., Cai, D., Luo, Y., Yu, B., Liu, L., ... & Zhao, X. (2017). Origin and dispersal of early domestic pigs in northern China. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06056-8>
- Yi, Z., Colli, L., & Barker, J. S. F. (2020). Asian water buffalo: domestication, history and genetics. *Animal Genetics*, 51(2), 177-191. <https://doi.org/10.1111/age.12911>
- Zeuner, F. E. (1963). *A History of Domesticated Animals*. Harper & Row, New York.



# LA PRODUZIONE DEL LATTE: EVOLUZIONE DEI RUMINANTI DA LATTE E DELLE POPOLAZIONI UMANE

Anna Sandrucci<sup>1</sup>

*Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Università degli Studi di Milano  
Museo di Storia dell'Agricoltura*



## Riassunto

La domesticazione dei ruminanti ha portato cambiamenti significativi nella morfologia, fisiologia e comportamento degli animali, influenzando al contempo anche l'evoluzione culturale e genetica umana in un processo di coevoluzione. Circa 10.000 anni fa, la domesticazione di bovini, ovini e caprini, segnò un punto di svolta nella storia, trasformando profondamente la struttura sociale, economica e culturale delle comunità umane. Offrendo carne, latte, pelli e, nel caso dei bovini, anche lavoro, i ruminanti sono stati fondamentali per il sostentamento umano; il loro ruolo nei rituali e nelle rappresentazioni mitologiche e simboliche testimonia la loro centralità nelle culture passate e presenti. La "rivoluzione dei prodotti secondari", che introdusse l'uso di latte, lana e forza lavoro, rappresentò una svolta importante, modificando la relazione uomo-animale in una modalità che preservava la vita degli animali. La capacità di digerire il lattosio diventò gradualmente più comune tra le popolazioni che interagivano strettamente con i ruminanti, dimostrando un'evoluzione culturale e genetica. L'intensificazione delle relazioni uomo-animale favorì anche la diffusione di malattie zoonotiche, portando a una "transizione epidemiologica" e allo sviluppo di adattamenti immunitari. Negli ultimi decenni, la mungitura manuale è stata gradualmente sostituita dalla mungitura meccanica e, più recentemente, dalla mungitura automatizzata, con implicazioni sul comportamento, sulla fisiologia e sulla morfologia degli animali, oltreché sulla relazione uomo-animale. La domesticazione dei ruminanti è stata tra gli eventi più significativi della storia umana, contribuendo allo sviluppo delle società moderne e influenzando l'evoluzione biologica e culturale delle popolazioni umane e animali.

## Abstract

### **Milk production: the evolution of dairy ruminants and human populations**

The domestication of ruminants has led to significant changes in the morphology, physiology, and behavior of these animals, while simultaneously influencing human cultural and genetic evolution in a process of coevolution. Approximately 10,000 years ago, the domestication of cattle, sheep, and goats marked a turning point in history, profoundly transforming the social, economic, and cultural structures of human communities. By providing meat, milk, hides, and, in the case of cattle, labor, ruminants became essential for human sustenance. Their role in rituals and symbolic or mythological representations attests their centrality in past and present cultures. The

---

<sup>1</sup> Professoressa ordinaria di Zootecnia speciale

"secondary products revolution," which introduced the use of milk, wool, and animal labor, was a pivotal development, redefining the human-animal relationship in a way that preserved animal life. The ability to digest lactose gradually became more common among populations closely interacting with ruminants, demonstrating both cultural and genetic evolution. The intensification of human-animal interactions also facilitated the spread of zoonotic diseases, leading to an "epidemiological transition" and the development of immune adaptations. In recent decades, manual milking has been progressively replaced by mechanical and, more recently, automated milking systems, with implications for animal behavior, physiology, and morphology, as well as for human-animal relationships. The domestication of ruminants stands among the most significant events in human history, contributing to the development of modern societies and shaping the biological and cultural evolution of both human and animal populations.

## **PREMESSA**

La relazione millenaria tra ruminanti ed esseri umani ha profondamente plasmato l'evoluzione di entrambi coinvolgendo aspetti fisiologici, morfologici, comportamentali, genetici e culturali. Sebbene caratterizzato da un rapporto di potere asimmetrico, il processo di domesticazione non ha visto gli animali come meri soggetti passivi: essi hanno contribuito attivamente a modellare l'interazione uomo-animale e, in molti casi, anche l'evoluzione umana. La domesticazione ha trasformato la morfologia, la fisiologia e il comportamento dei ruminanti, influenzando parallelamente sugli esseri umani in termini fisiologici, culturali e relazionali. Come osserva Diamond (2002), la domesticazione è stata probabilmente il principale fattore di cambiamento nelle frequenze geniche umane negli ultimi 10.000 anni. Non si tratta di un processo unidirezionale, ma di una coevoluzione mutualistica, in cui le specie si influenzano a vicenda, evolvendo tratti che favoriscono una relazione stabile e reciprocamente vantaggiosa (Purugganan, 2022).

Fin dall'alba della civiltà, i ruminanti hanno accompagnato gli esseri umani, diventando parte integrante delle comunità e dell'identità culturale di molti popoli. Offrendo risorse essenziali come latte, carne, pelli, lana e, nel caso dei bovini, anche forza lavoro, sono stati tra le specie domestiche più importanti per il sostentamento umano. Il loro ruolo nei rituali, nelle religioni e nelle rappresentazioni mitologiche e simboliche testimonia l'importanza culturale dei ruminanti nelle tradizioni di molte società. I bovini, in particolare, sono stati anche tra le prime forme di capitale e, in diverse culture, continuano a simboleggiare ricchezza e prestigio sociale.

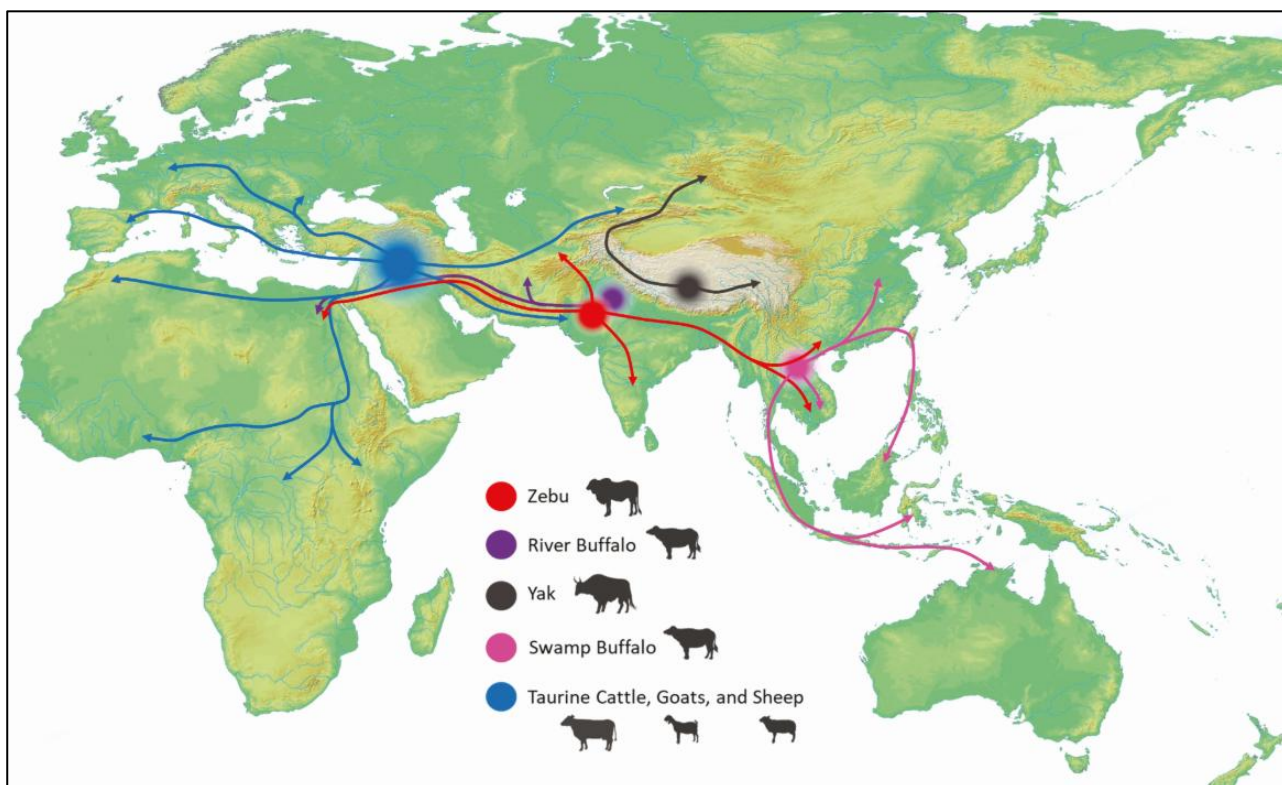
La domesticazione dei bovini taurini, delle capre e delle pecore risale a circa 10-11 mila anni fa, con origine nella Mezzaluna Fertile. Da questa regione, queste specie si diffusero in Europa, Africa e Asia grazie alle migrazioni umane. In Europa, i ruminanti domestici arrivarono nel 7°-6° millennio a.C. seguendo due rotte principali: la costa mediterranea e il corridoio danubiano (fig. 1). La colonizzazione interessò inizialmente il sud Europa, mentre nell'Europa centrale e settentrionale le prime tracce risalgono a circa un millennio più tardi (Ajmone-Marsan et al., 2010; Stock e Wells, 2023).

## **COME I RUMINANTI DOMESTICI HANNO MODIFICATO LE POPOLAZIONI UMANE**

### *Le basi ormonali del processo di domesticazione*

La domesticazione animale differisce da quella delle piante, poiché allevare un animale è più simile a instaurare una collaborazione che a fornire cure. In questo processo, ormoni come l'ossitocina e la vasopressina, coinvolti nella modulazione del comportamento sociale e affiliativo, nella cura parentale, nel rilascio del latte, nonché nel controllo dell'aggressività e nella gestione dello stress, potrebbero aver svolto un ruolo cruciale. Alcuni geni che controllano i recettori di questi ormoni negli animali domestici e nei loro progenitori selvatici mostrano segni di selezione positiva, suggerendo che mutazioni favorevoli abbiano facilitato l'adattamento alla vita domestica, riducendo stress e

aggressività e favorendo la convivenza con l'uomo (Fam et al., 2018). L'ossitocina, in particolare, gioca un ruolo essenziale nel favorire la formazione di legami sia intra- che interspecifici. È stato dimostrato, ad esempio, che gli agnelli sono in grado di sviluppare un attaccamento verso gli esseri umani che li accudiscono simile a quello per la madre, con un aumento dei livelli di ossitocina nel sangue sia durante l'allattamento materno sia durante il contatto con l'uomo (Nowak e Boivin, 2015). L'ossitocina e gli altri neuropeptidi potrebbero aver facilitato le interazioni uomo-animale, rendendo gli umani più empatici e attenuando negli animali lo stress associato al contatto umano. L'empatia verso gli animali avrebbe offerto agli esseri umani vantaggi iniziali nella caccia, grazie alla capacità di interpretare i comportamenti animali, e successivamente nella domesticazione (Bradshaw e Paul, 2010).



*Figura 1 - Centri primari di domesticazione dei ruminanti durante il primo Olocene e rotte di diffusione (da Stock e Wells, 2023)*

Si ipotizza che individui dotati di maggiore empatia e capacità nel controllo degli animali abbiano acquisito prestigio sociale e vantaggi nutrizionali, riuscendo a trasmettere i propri geni con maggiore efficacia alle generazioni successive. Il controllo degli animali, inoltre, risultava cruciale in attività fondamentali come l'aratura e il trasporto, offrendo ulteriori benefici selettivi agli individui in grado di gestire queste risorse. Tali vantaggi avrebbero incrementato la sopravvivenza e la riproduzione di questi individui, influenzando così il pool genetico umano complessivo. La domesticazione non è stata un processo unidirezionale: anche gli animali hanno esercitato un'influenza sull'evoluzione umana, contribuendo alla selezione di tratti specifici, come una maggiore capacità di comunicazione interspecifica, fondamentale per una convivenza efficace e stabile (Shipman, 2010).

Un ulteriore aspetto interessante è il legame tra i meccanismi neuro-ormonali coinvolti nella domesticazione degli animali e l'ipotesi dell'autodomesticazione umana. Questo concetto evolutivo suggerisce che gli esseri umani abbiano attraversato un processo autoindotto analogo alla domesticazione, selezionando tratti che favoriscono la

cooperazione, la socialità e la riduzione dell'aggressività (Summers e Summers, 2023). Secondo questa ipotesi, l'evoluzione della nostra specie nel tardo Pleistocene sarebbe coerente con la "sindrome da domesticazione", che include caratteristiche come maggiore socialità, riduzione della massa corporea, accorciamento del viso e dei denti e ridotto dimorfismo sessuale (Wrangham, 2019).

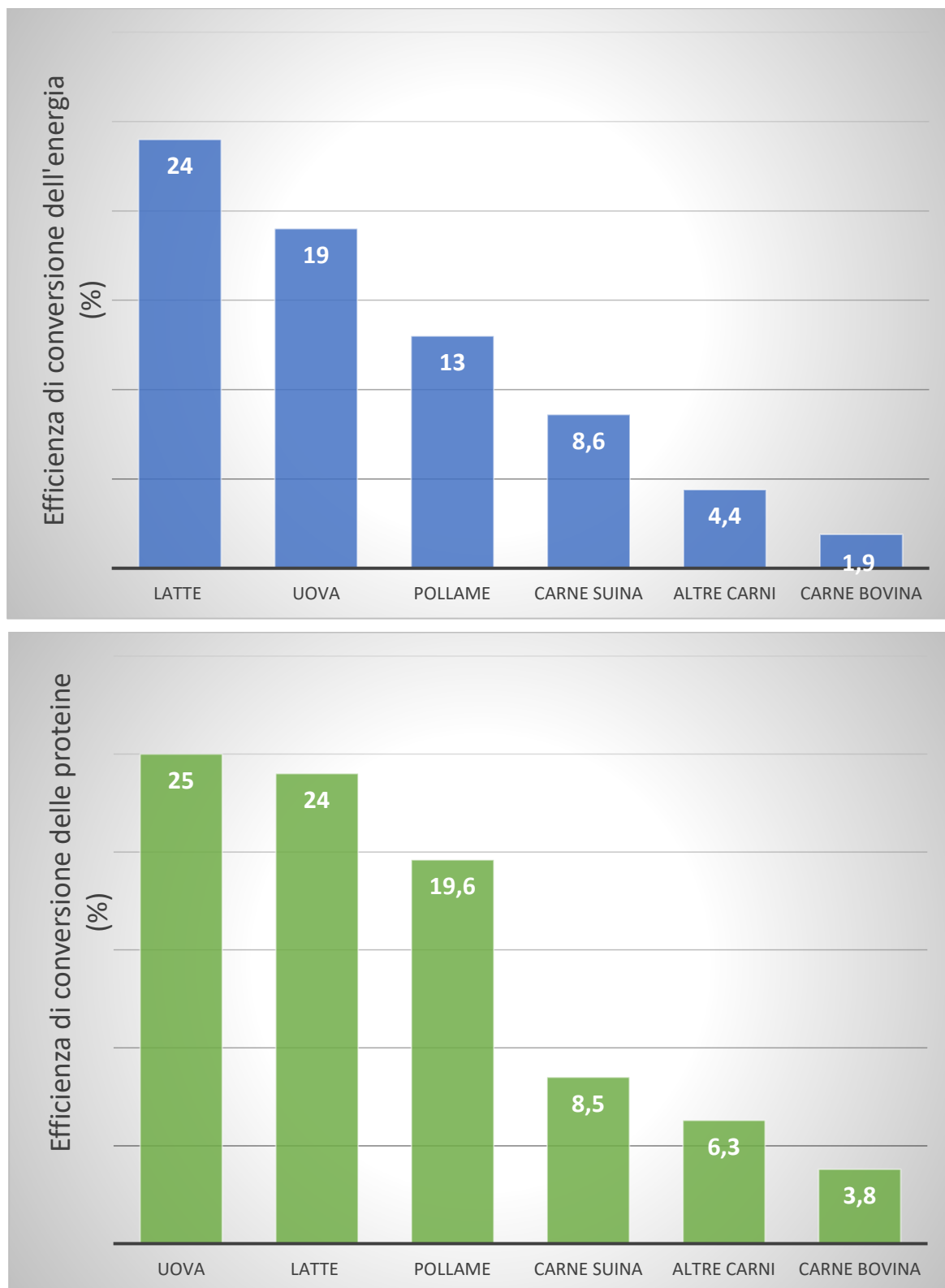
### *I prodotti secondari*

La teoria della “Rivoluzione dei prodotti secondari”, formulata da Sherratt più di quarant'anni fa (1981), sosteneva che l'impiego dei ruminanti domestici, inizialmente limitato allo sfruttamento della carne, si sia ampliato solo diversi millenni più tardi a includere prodotti che non implicavano la macellazione, come latte, lana e forza lavoro. Questo cambiamento, secondo Sherratt, rappresentò una svolta fondamentale nella storia della domesticazione. Si passò dall'uso del bestiame come semplice fornitore di prodotti primari a una nuova concezione in cui gli animali diventavano fonti di risorse rinnovabili. Tale trasformazione avrebbe avuto un impatto profondo e repentino sulle economie e sulle società del tempo. L'utilizzo del latte, in particolare, segnò un notevole miglioramento nell'efficienza della produzione alimentare. Infatti, l'energia e le proteine degli alimenti per il bestiame vengono trasformate in latte con un'efficienza significativamente superiore rispetto a quella necessaria per produrre carne (Alexander et al., 2016; fig. 2).

Anche l'introduzione del lavoro animale rivoluzionò l'agricoltura, aumentando le rese e rendendo possibile coltivare terreni più estesi e meno vocati. Sherratt colloca questi cambiamenti tra 6000 e 5000 anni fa, tra il Calcolitico e l'età del bronzo, evidenziandone le implicazioni culturali e sociali: maggiore disponibilità e diversificazione alimentare, nuove opportunità di mobilità e incremento degli scambi a livello locale e interregionale.

La teoria di Sherratt trovò largo consenso e fu supportata da diverse evidenze zooarcheologiche. Ad esempio, i profili di raccolta, relativi all'età alla morte, di reperti di bovini, ovini e caprini nel Calcolitico mostrano un aumento della macellazione di animali molto giovani (neonati e giovanissimi) e la conservazione di esemplari più anziani (adulti). Questi dati sono stati interpretati come indicativi di un cambiamento nelle pratiche di sfruttamento, orientate più verso la riproduzione e la produzione di latte rispetto al Neolitico. Tuttavia, alcuni aspetti critici sono emersi nel tempo, tra cui la rilevante variabilità regionale nella tempistica di introduzione dei prodotti secondari e l'assenza di una comparsa simultanea di tutti i prodotti come un unico “pacchetto” (Greenfield, 2010). In alcune aree, ad esempio, il consumo di latte iniziò molto prima, già nel Neolitico. Di conseguenza, oggi si tendono a considerare le trasformazioni ipotizzate da Sherratt come processi più lenti e gradualisti, distribuiti su millenni, piuttosto che concentrati in un'unica, rapida “rivoluzione”.

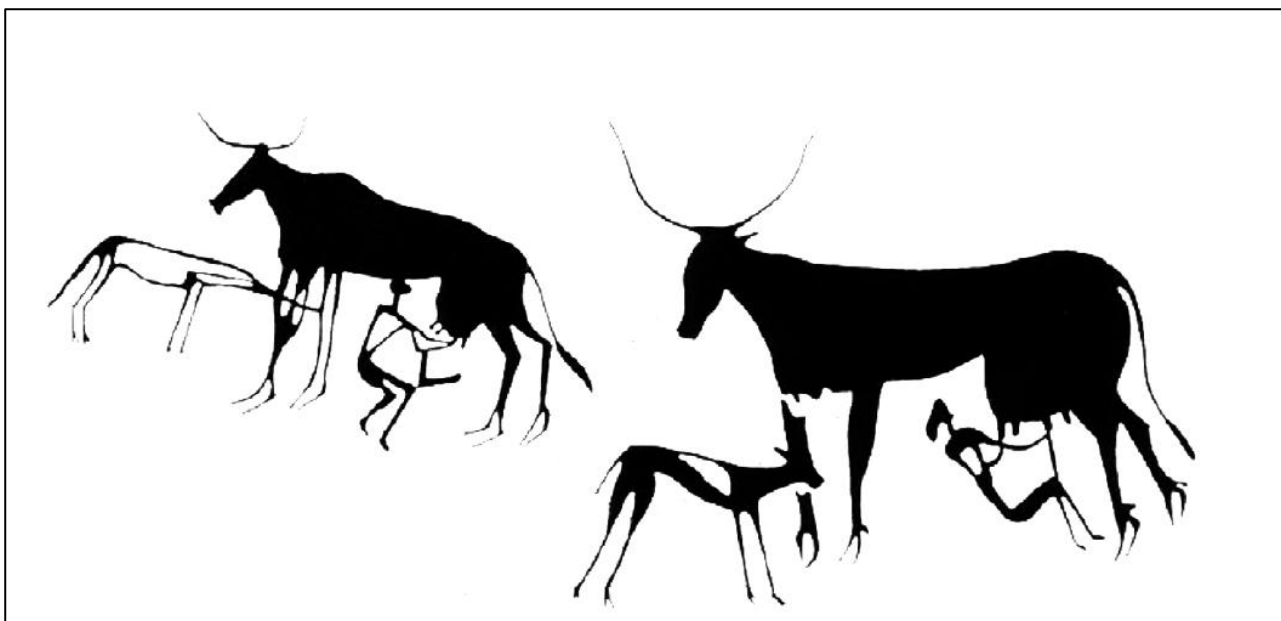
Lo sfruttamento dei prodotti secondari degli animali, come latte, lana e forza lavoro, segnò una svolta significativa nelle relazioni uomo-animale, aprendo una nuova fase caratterizzata da legami duraturi e profondi tra le persone e il loro bestiame (Allentuck, 2015). L'accudimento degli animali da latte rappresenta un esempio emblematico: attività quotidiane, come mungitura e alimentazione, non solo creavano una vicinanza fisica costante, ma favorivano anche lo sviluppo di familiarità e fiducia reciproca tra uomini e animali. La mungitura, in particolare, richiede un ritmo regolare e armonico, oltre a un ambiente calmo per consentire agli animali di emettere il latte (Armstrong-Oma, 2010). Anche la condivisione di spazi di vita comuni o adiacenti, necessaria per agevolare attività fondamentali come la mungitura e l'assistenza nei momenti critici, come i parti, contribuiva a rafforzare ulteriormente queste interazioni.



*Figura 2 - Efficienza (%) di conversione dell'energia, sopra, e delle proteine, sotto, degli alimenti per il bestiame ai fini della produzione di latte, carne e uova (da Alexander et al., 2016)*

### *Il consumo di latte e la persistenza della lattasi*

Le più antiche rappresentazioni della mungitura risalgono al Neolitico (9000-6000 anni fa) e si trovano nelle pitture rupestri del Sahara (fig. 3; Le Quellec, 2011).



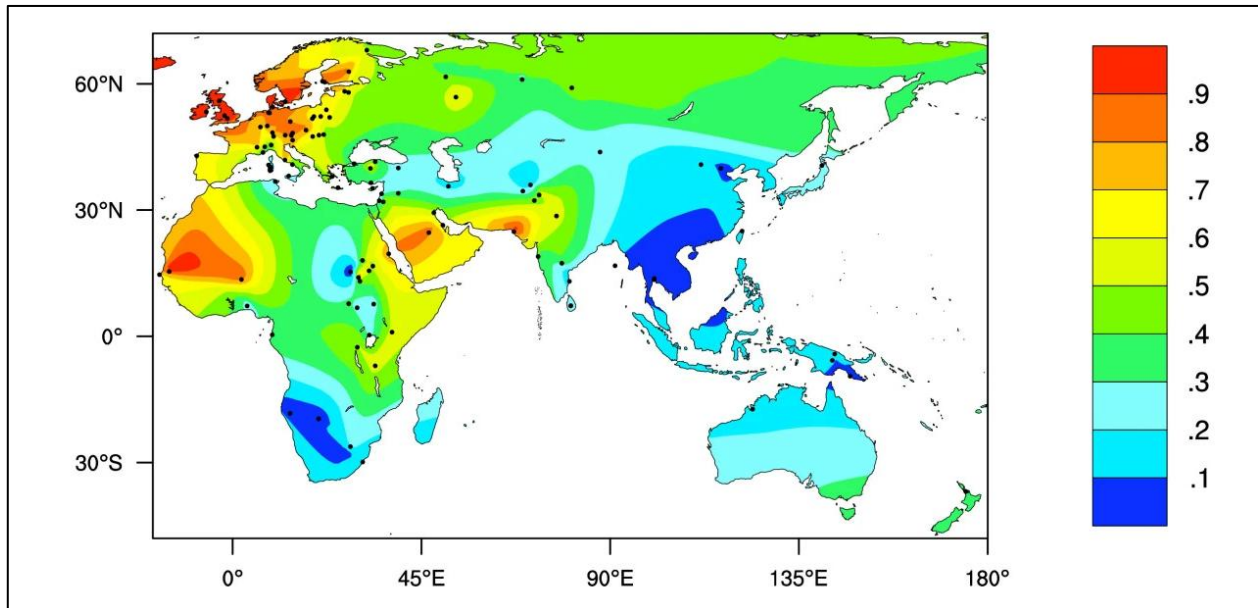
*Figura 3 - Dettagli di pitture rupestri rappresentanti la mungitura di vacche, Tassili-n-Ajjer, Algeria (da Le Quellec, 2011)*

Le prime tracce dell'uso del latte sono state individuate attraverso residui lipidici trovati su ceramiche che testimoniano lo sfruttamento del latte nel Mediterraneo settentrionale tra 9000 e 7000 anni fa, poco dopo l'introduzione degli animali domestici (Debono Spiteri et al., 2016). Uno studio su oltre 2.200 vasi di ceramica provenienti dal Vicino Oriente e dall'Europa sudorientale, ha confermato l'uso del latte già 9000 anni fa, durante le prime fasi di domesticazione dei ruminanti (Evershed et al., 2008). L'analisi di residui organici conservati nella ceramica archeologica ha fornito prove dirette dell'uso del latte nel quarto millennio in Gran Bretagna e nel sesto millennio nell'Europa orientale. Queste analisi si sono basate su marcatori chimici specifici, come i rapporti isotopici del carbonio, che permettono di distinguere i grassi del latte da altri tipi di grassi. Infine, le prime evidenze dirette del consumo di latte da parte dell'uomo provengono dal rilevamento di tracce di B-lattoglobulina nel tartaro dentale, in reperti risalenti all'età del Bronzo (~5000 anni fa) in Europa e Asia (Warinner et al., 2014).

L'inizio dello sfruttamento del latte ha favorito la diffusione delle mutazioni che permettono la persistenza della lattasi nell'uomo, ossia il mantenimento dell'espressione del gene della beta-galattosidasi in età adulta. Circa il 65% degli adulti umani, come la maggior parte dei mammiferi, riduce la produzione di lattasi con l'età, e ciò può rendere difficoltoso il consumo di latte dopo i 3 anni di vita. La lattasi è necessaria per la digestione del lattosio, il principale carboidrato del latte, e la sua carenza può portare a gonfiore, flatulenza, crampi e nausea in seguito al consumo di latte. Tuttavia, in molte popolazioni europee, africane e arabe, la persistenza della lattasi in età adulta ha raggiunto frequenze elevate (50-100%), grazie all'evoluzione genetica, consentendo di trarre beneficio dal consumo di latte fresco. Al contrario, questa capacità è quasi assente in regioni dove il latte non è stato tradizionalmente consumato, come le Americhe, l'Oceania e l'Asia orientale e sud-orientale (fig. 4; Itan et al., 2010).

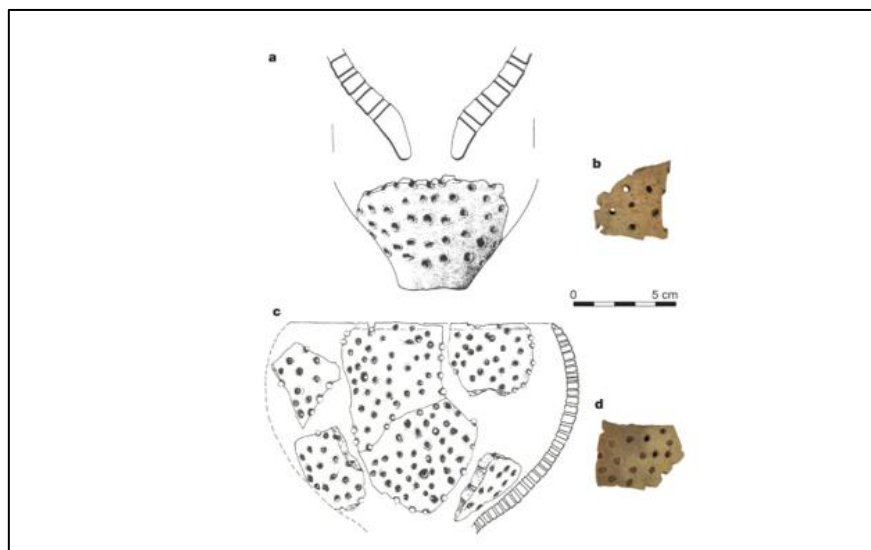
Le prime evidenze di persistenza della lattasi nell'adulto risalgono all'Età del Rame (~6.000 anni fa), da resti umani rinvenuti in Ucraina. Da lì, il tratto si diffuse rapidamente in Eurasia, soprattutto in Europa, a partire da 3.000 anni fa (Segurel et al., 2020). In Asia centrale, dove le popolazioni pastorali dipendono fortemente dai prodotti lattiero-caseari, la frequenza di persistenza della lattasi è bassa. Tuttavia, in questi contesti il latte di norma non viene consumato crudo ma trasformato in latticini (bevande alcoliche

fermentate, yogurt, cagliata, panna, burro). La fermentazione e la trasformazione del latte rappresentano adattamenti culturali al consumo di questo prodotto, che permettono di sfruttare i micronutrienti, i lipidi e le proteine del latte senza i sintomi legati al lattosio.



*Figura 4 - Mappa interpolata delle frequenze del fenotipo della persistenza della lattasi nell'adulto del Vecchio Mondo. I punti rappresentano le posizioni di raccolta, i colori le frequenze del fenotipo da 0 a 0.9 (Itan et al., 2010)*

I primi setacci di ceramica perforati con residui di grassi del latte, probabilmente usati per la caseificazione, sono stati rinvenuti nell'Europa centrale e datati tra 7200 e 6800 anni fa (fig. 5; Salque et al., 2013).



*Figura 5 - Disegni di setacci in ceramica e di specifici frammenti provenienti dalla regione di Kuyavia risalenti al 6° millennio (Salque et al., 2013)*

La capacità di digerire il lattosio in età adulta è associata ad almeno cinque mutazioni indipendenti in una regione regolatoria del gene della lattasi (Liebert et al., 2017). Questa evoluzione recente e convergente in contesti diversi è indicativa di un significativo

vantaggio selettivo legato al consumo di latte, che ha modificato il pool genetico umano. Per uno degli alleli della persistenza della lattasi diffuso in Europa si stima un coefficiente di selezione pari al 6% negli ultimi 3.000 anni (Burger et al., 2020), con altre stime comprese tra lo 0,8 e il 19% (Liebert et al., 2017). Questi valori, estremamente alti, risultano sorprendenti considerando che la fermentazione dei prodotti lattiero-caseari permette anche ai soggetti privi di lattasi di utilizzare il latte come fonte alimentare, aggirandone gli effetti negativi. La forte selezione per la persistenza della lattasi potrebbe derivare dai vantaggi evolutivi legati al consumo di latte, come il maggior apporto di calorie (anche quelle fornite dal lattosio) di proteine di alto valore biologico, di vitamina D ma anche dalla possibilità di avvalersi, in situazioni di carenza idrica, di un liquido privo o quasi di patogeni (Gerbault et al., 2011). L'evoluzione del tratto è stata probabilmente favorita in situazioni di carestia, deprivazione nutrizionale e in ambienti marginali, dove coltivare piante domestiche era difficile e soggetto al clima. Questo spiegherebbe la maggiore diffusione della persistenza della lattasi nel centro e nord Europa, dove il latte rappresentava una riserva alimentare cruciale (Stock e Wells, 2023).

Fabre et al. (2023) suggeriscono che la selezione per la persistenza della lattasi sia legata ai vantaggi di sopravvivenza e crescita nella prima infanzia, a un'età in cui i formaggi non vengono ancora consumati. In Baviera, piccoli recipienti con beccuccio, trovati in tombe di bambini risalenti a 3200-2500 anni fa, contenevano residui di grassi del latte di ruminanti, indicando che venivano usati per nutrire i bambini con latte animale, compensando l'assenza di latte materno o integrando lo svezzamento (Dunne et al., 2019). Secondo la "Lactate Growth Hypothesis" (Wells et al., 2021), il consumo di latte avrebbe favorito la crescita scheletrica negli umani preistorici grazie a sostanze come il fattore di crescita insulino-simile 1 (IGF-1), presente nel latte, e al miglior assorbimento del calcio. Questi effetti avrebbero contribuito a ridurre la mortalità materna e neonatale migliorando le dimensioni del bacino materno, aumentando così la sopravvivenza e il successo riproduttivo nelle popolazioni con alta frequenza di persistenza della lattasi. In Europa centrale e settentrionale, l'aumento della statura coincide con la diffusione della persistenza della lattasi, suggerendo un legame tra una dieta ricca di latte e la crescita fisica (Stock et al., 2023). Un'analisi di 3.507 scheletri provenienti da 366 siti archeologici, datati da 34.000 anni fa a oggi, ha mostrato variazioni significative nella statura umana nel tempo, con cali che in alcune aree precedettero la transizione all'agricoltura e all'allevamento invece che seguirla, come generalmente indicato. L'aumento di statura successivo alla domesticazione degli animali potrebbe essere attribuito proprio al consumo di latte.

### *Domesticazione e malattie*

La domesticazione degli animali non ha portato solo benefici ma anche un carico di malattie. Circa il 60% dei patogeni che colpiscono l'uomo ha origine zoonotica, ossia è causato da batteri che possono colpire gli animali e l'uomo, e il 30% di questi proviene da animali domestici (Rahman et al., 2020). Il numero di patogeni condivisi con le diverse specie di animali domestici è direttamente correlato al tempo trascorso dalla domesticazione (Morand et al., 2014).

La prima transizione epidemiologica avvenne nel Neolitico (~10.000 anni fa) quando l'aumento della densità di popolazioni umane e animali e i contatti più stretti tra uomo e animale favorirono la diffusione di malattie zoonotiche e non (Larsen, 2018). La diffusione dei patogeni si intensificò circa 5000 anni fa con le migrazioni dei pastori dalle steppe eurasiatiche (Sikora et al., 2023) e il diffondersi del consumo di latte crudo (Fournié et al., 2017). Lo studio delle malattie antiche si è basato inizialmente sulle lesioni scheletriche, osservabili però solo in poche zoonosi, come tubercolosi e brucellosi, e solo in stadi avanzati. Inoltre, le lesioni ossee causate da tubercolosi bovina sono indistinguibili

da quelle della tubercolosi umana (Murphy et al., 2009). La tubercolosi bovina (*Mycobacterium bovis*) è stata identificata per la prima volta con metodi biomolecolari in resti umani dell'Età del Ferro in Siberia (Murphy et al., 2009). I primi casi di brucellosi nell'uomo, basati su resti ossei, risalgono invece all'antica Età del Bronzo (~5000 anni fa) a Gerico e in Giordania (D'Anastasio et al., 2011).

Studi genetici indicano che la tubercolosi potrebbe essere in realtà un'antropozoonosi, trasmessa inizialmente dall'uomo agli animali domestici, evolvendosi in *M. bovis* e *M. caprae* (Hershkovitz et al., 2015). Infatti, *M. tuberculosis*, specifico dell'uomo, è apparso molto tempo prima, circa 40.000 anni fa (Wirth et al., 2008). Successivamente, i micobatteri avrebbero nuovamente infettato l'uomo attraverso gli animali. Un fenomeno simile si sarebbe verificato con altri patogeni, come *Taenia* spp., le cui specie emerse nei bovini e nei suini sarebbero derivate dagli esseri umani durante la domesticazione (Reperant et al., 2013). Anche per *Salmonella enterica paratyphi C*, inizialmente considerata trasmessa dai maiali all'uomo 4000 anni fa, è stata ipotizzata un'origine opposta (umano-maiale), da ceppi umani risalenti a 5500 anni fa (Key et al., 2020).

L'esposizione ai patogeni non ha avuto solo effetti negativi. Secondo Patin e Quintana-Murci (2024), il contatto con agenti zoonotici durante il Neolitico e l'Età del Bronzo ha favorito la selezione di tratti genetici legati all'immunità umana. Un'analisi genomica su quasi 1300 individui vissuti tra il Neolitico ed epoche storiche ha identificato 25 loci genetici soggetti a rapidi cambiamenti di frequenza, inclusi loci associati a fenotipi immunitari, che conferiscono immunità contro *Salmonella* indicando una co-evoluzione uomo-patogeno (Le et al., 2022). Le malattie da assembramento divennero agenti di conquista, poiché gli individui esposti fin dall'infanzia acquisivano resistenza immunitaria. Come osserva Diamond (2002) "*Because diseases have been the biggest killers of people, they have also been decisive shapers of history. Until World War II, more victims of war died of war-borne microbes than of battle wounds*"<sup>1</sup>.

### COME L'UOMO HA CAMBIATO I RUMINANTI DOMESTICI

La domesticazione ha indotto profondi cambiamenti nella morfologia e nella fisiologia dei ruminanti. I bovini del Neolitico erano più piccoli rispetto agli uri e continuarono a ridursi di dimensioni fino al Medioevo (fig. 6; Ajmone-Marsan et al., 2010). Tra i tratti distintivi della cosiddetta "sindrome della domesticazione" spiccano la riduzione di taglia, confermata dai ritrovamenti archeologici (Manning et al., 2015), modifiche nella colorazione del mantello, nella forma di orecchie, corna, coda e cranio, perdita della stagionalità riproduttiva (Lord et al., 2020). Dmitri Belyaev, noto per i suoi esperimenti sulla domesticazione delle volpi (Trut, 1999), attribuì questi cambiamenti a effetti collaterali della selezione per la docilità.

Il concetto di "sindrome della domesticazione" è stato oggetto di dibattito scientifico. Alcuni studi, come quello di Wilkins et al. (2020), collegano questi tratti a modifiche delle cellule della cresta neurale durante lo sviluppo embrionale, supportando l'ipotesi di Belyaev. Altri, invece, mettono in discussione l'universalità della teoria e i suoi meccanismi. Lord et al. (2020) hanno criticato l'eccessivo affidamento sugli esperimenti di Belyaev, sostenendo che il concetto sia stato sopravvalutato e invitando a un approccio più ampio per comprendere i complessi processi alla base di questi cambiamenti.

Negli ultimi secoli, la selezione genetica nei bovini da latte ha portato a un aumento delle dimensioni corporee, anche se i tori moderni rimangono più piccoli rispetto agli uri.

---

<sup>1</sup> "Poiché le malattie sono state i più grandi killer dell'umanità, hanno anche plasmato in modo decisivo la storia. Fino alla Seconda Guerra Mondiale, in guerra morivano più persone a causa dei microbi trasmessi nei conflitti che per ferite in battaglia".

Parallelamente, sono emerse centinaia di razze specializzate, accompagnate da significative trasformazioni morfologiche.

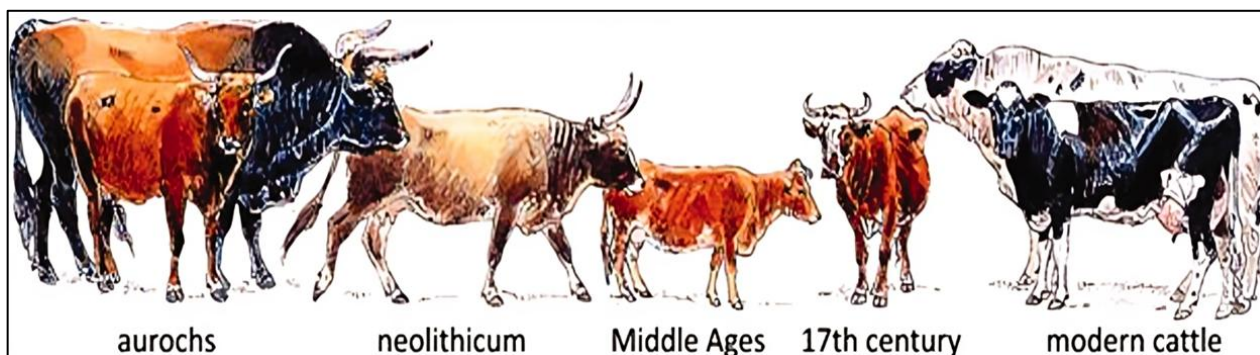


Figura 6 - Evoluzione della taglia dagli uri ai bovini moderni (Ajmone-Marsan et al., 2010)

L'interesse per la conformazione dei bovini risale agli albori della selezione zootecnica. Gli archetipi di bellezza e funzionalità sono stati tramandati dagli allevatori nel corso dei secoli. Si riteneva che la conformazione di un animale fosse indicativa della sua potenziale produttività e che tale caratteristica fosse trasmessa ai discendenti. L'espressione "*A beautiful cow is a good cow*" sintetizza l'idea di un legame tra le caratteristiche di salute e benessere della bovina e la sua produttività, ma anche l'importanza del rapporto tra allevatore e animale. La bellezza dell'animale è stata a lungo simbolo di successo nella selezione e nella gestione, con una forte valenza simbolica e identitaria, ancora oggi celebrata in fiere e competizioni.

Nel corso del tempo, e in particolare nell'ultimo secolo, la selezione genetica dei bovini da latte ha compiuto enormi progressi. Le prime registrazioni sistematiche della produzione di latte per capo, iniziate negli Stati Uniti nei primi anni del Novecento, hanno gettato le basi per una selezione più mirata ed efficace (Miglior et al., 2017). Tecniche come l'inseminazione artificiale e i test sulla progenie hanno accelerato il miglioramento genetico, mentre la selezione genomica, negli ultimi anni, ha rappresentato una vera rivoluzione. Il futuro punta sull'integrazione di dati genomici e fenotipici, raccolti tramite sensori aziendali, per una selezione di precisione (Weigel et al., 2017).

Dagli anni '30 agli anni '70, l'obiettivo principale della selezione è stato l'aumento della produzione di latte. Tuttavia, nel tempo, l'approccio è diventato più bilanciato, includendo nuovamente tratti morfologici, non più per motivi estetici, ma per migliorare la produttività e la longevità (Miglior et al., 2017). Ad esempio, la conformazione della mammella e dei capezzoli è stata adattata alle moderne tecnologie di mungitura meccanica: mammelle più compatte e bilanciate, con sospensioni forti e capezzoli uniformi, centrati sui quarti e più corti, per ridurre i tempi di mungitura e aumentare il flusso di latte.

Come si è detto, inizialmente la selezione si concentrava sulla produzione quantitativa del latte (Miglior et al., 2017). Per avere un termine di paragone con le possibili produzioni delle bovine preistoriche, si può considerare che le attuali razze da carne producono circa 6 kg di latte al giorno, pari a 1.260 kg in 210 giorni (Sapkota et al., 2020). Oggi, le bovine da latte nei Paesi occidentali raggiungono una produzione media annua di 10 tonnellate (figura 7). Questo straordinario aumento della produttività non è dovuto soltanto al miglioramento genetico, ma anche ai progressi nell'alimentazione e nella gestione.

Nel corso del tempo, agli obiettivi di selezione tradizionali della vacca da latte si sono aggiunti nuovi tratti, come la qualità del latte (grasso e proteine), la longevità, la fertilità, la facilità al parto, la resistenza alle malattie (soprattutto mastiti), la velocità di

mungitura e il temperamento. Più recentemente, l'attenzione si è spostata su caratteri innovativi, come la riduzione delle emissioni di metano, l'efficienza alimentare e la resistenza allo stress da caldo.

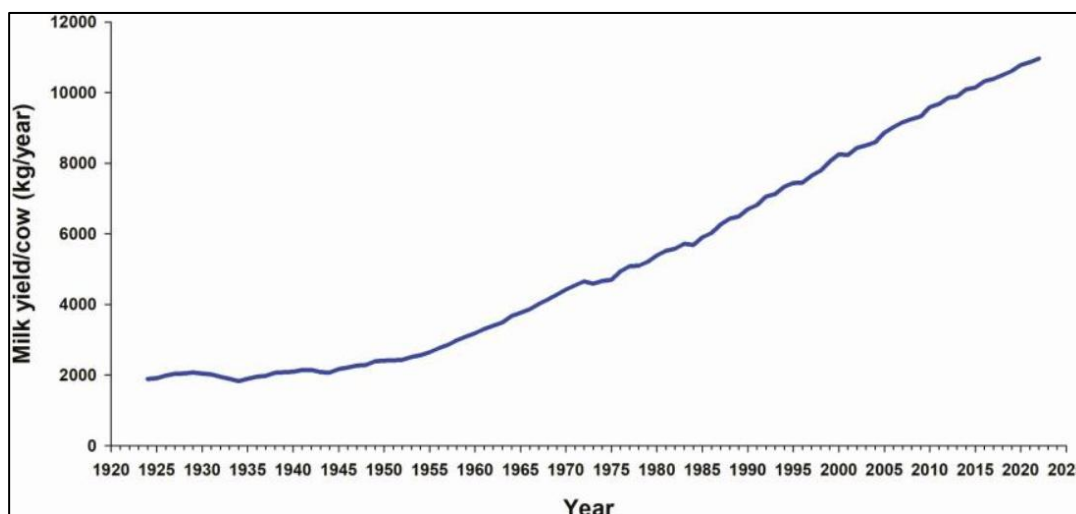


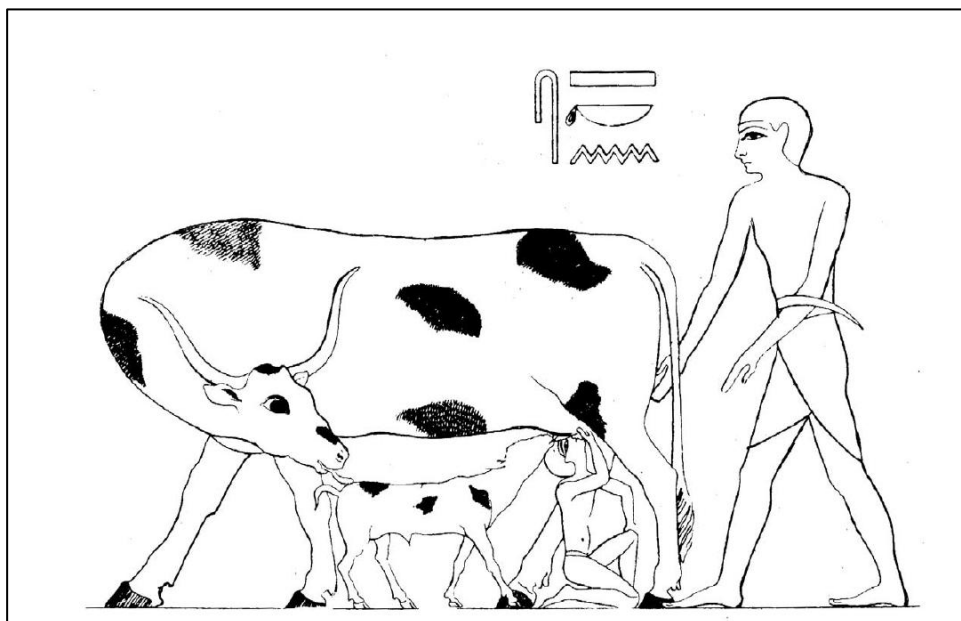
Figura 7 - Evoluzione delle produzioni medie di latte all'anno per capo negli Stati Uniti (Gross, 2023)

Parallelamente, le tecniche di mungitura sono evolute, trasformando i ruoli di bovini e allevatori. L'avanzamento tecnologico, in particolare con l'introduzione della mungitura robotizzata, ha ridefinito la relazione tra uomo e animale, influenzando anche gli obiettivi di selezione. Oggi, si considerano tratti specifici per l'efficienza nelle stalle automatizzate, come la resa di latte per minuto nello stallo del robot, l'intervallo tra le mungiture, il tempo di adattamento delle manze al robot e la salute degli arti, indispensabile per garantire un accesso regolare al sistema di mungitura. La mungitura automatizzata richiede bovine con caratteristiche specifiche della mammella e dei capezzoli per assicurare una mungitura efficiente e priva di problemi.

### FISIOLOGIA DELL'EMISSIONE DEL LATTE E MUNGITURA

L'ossitocina è fondamentale per l'eiezione del latte alveolare. Bovine con alti livelli di ossitocina durante la mungitura presentano meno cortisolo ematico, maggiori interazioni sociali e attività ruminativa più intensa e prolungata (Johansson et al., 1999). La stimolazione tattile del capezzolo induce il rilascio di ossitocina e la conseguente eiezione del latte, ma la risposta varia a seconda dello stimolo: la suzione da parte del vitello e la mungitura manuale inducono un rilascio maggiore di ossitocina rispetto alla mungitura meccanica (Bruckmaier e Wellnitz, 2008). L'emissione del latte può essere facilitata anche dalla presenza del vitello attraverso stimoli visivi, uditivi e olfattivi, dall'alimentazione o dalla stimolazione vulvare.

L'importanza della stimolazione di diversi sensi durante la mungitura era già nota 4000 anni fa, come illustrato in un dipinto egizio rinvenuto in una tomba (figura 8; Le Quellec, 2011). Di solito, si lasciava il vitello accanto alla madre, si utilizzava un vitello finto o si ricorreva alla stimolazione vulvare. Con la selezione genetica, questa necessità è venuta meno nella maggior parte delle razze attuali di bovini, ovini e caprini, dove la stimolazione indotta dal neonato è stata sostituita con successo da quella manuale o meccanica dei soli capezzoli, rendendo la mungitura più rapida ed efficiente (Costa e Reinemann, 2004). Tuttavia, in passato, e spesso ancora adesso nelle specie e razze meno selezionate, i mungitori ricorrono a stimoli accessori oppure alla somministrazione di ossitocina esogena.



*Figura 8 - Affresco da una tomba egizia della V dinastia (2500 a.C. - 2350 a.C.) raffigurante un bambino che beve direttamente il latte dalla mammella di una bovina insieme al vitello mentre l'uomo alle spalle dell'animale pratica una stimolazione vulvare (da Le Quellec, 2011)*

Dagli albori dell'allevamento fino al dopoguerra, la mungitura è sempre stata manuale. Le prime mungitrici meccaniche comparvero tra fine '800 e inizio '900, ma in Italia si diffusero solo dopo la Seconda Guerra mondiale.

La storia delle mungitrici meccaniche inizia con i primi tentativi di superare la mungitura manuale attraverso tre principi: il catetere, la pressione e il vuoto. Nel 1836 fu brevettato in Inghilterra un dispositivo a catetere, ma l'uso di questa tecnica venne presto abbandonato per i danni che causava ai capezzoli e il rischio di infezioni. Anche il principio della pressione, che imitava la mungitura manuale con piastre e rulli, si rivelò poco pratico e inefficace, oltre a provocare lesioni. Il vero progresso avvenne con il principio del vuoto, che sfruttava la pressione negativa per estrarre il latte. Tra i primi modelli, quello brevettato da Anna Baldwin nel 1878 utilizzava una pompa manuale. La svolta arrivò con l'introduzione del vuoto pulsante, che alternava pressione e rilassamento per ridurre lo stress sui capezzoli. Questo approccio portò alla creazione della Lawrence-Kennedy nel 1897, la prima mungitrice meccanica commerciale di successo. Nel 1902 vennero introdotte tettarelle flessibili, ponendo le basi per le moderne mungitrici. Da quel momento, la tecnologia ha continuato a evolversi, migliorando efficienza e benessere animale (Spencer, 2011).

Storicamente, la mungitura manuale così come quella attuata con le prime mungitrici meccaniche avveniva alla posta fissa in stalla, con un contatto diretto e regolare tra uomo e animale, nonché tra gli animali stessi. Con l'avvento delle sale di mungitura a partire dagli anni '30, la gestione è diventata più organizzata, permettendo di mungere più vacche contemporaneamente. In Italia, queste strutture si sono diffuse tra gli anni '60 e '70 e sono tuttora i sistemi più diffusi di mungitura: l'intera mandria, suddivisa in gruppi, viene avviata due o tre volte al giorno dai ricoveri, che ormai sono a stabulazione libera, alla sala di mungitura.

Dagli anni 2000 ha cominciato a diffondersi la mungitura automatica con robot, una tecnologia che offre alle vacche maggiore autonomia, permettendo loro di scegliere quando farsi mungere. Questo approccio, definito dall'azienda produttrice di impianti di mungitura DeLaval come "Voluntary Milking", si avvicina maggiormente al comportamento

naturale dell'allattamento del vitello rispetto alla mungitura in sala. Studi hanno evidenziato che le vacche munte con robot mostrano livelli più bassi di cortisolo e maggiore tranquillità, soprattutto con sistemi a traffico libero (Lexer et al., 2023). Inoltre, l'alimentazione offerta nel robot favorisce il rilascio di ossitocina, migliorando l'efficienza della mungitura in termini di flusso e quantità di latte (Driessen e Heutinck, 2014).

Tuttavia, questa apparente libertà richiede un equilibrio con la natura sociale delle bovine, per cui il legame con la mandria è fondamentale. Come evidenziano Jacobs e Siegford (2012), per motivare le vacche a utilizzare il robot è essenziale che possano mantenere il contatto visivo con il gruppo. Non tutte, però, si recano spontaneamente al robot, rendendo necessarie strategie come il traffico forzato o l'uso di mangime come incentivo.

Questa tecnologia non si limita a ottimizzare la produttività, ma ridefinisce le dinamiche tra uomo e animale. La mungitura a mano creava un contatto fisico stretto e regolare tra uomo e animale, mentre la mungitura meccanica ha ridotto il contatto fisico, richiedendo comunque la presenza umana. Con il robot, gli uomini non sono più presenti durante la mungitura e le occasioni di contatto diretto diminuiscono. L'allevatore diventa un manager (non di dipendenti, ma di animali) piuttosto che un artigiano e assume il ruolo di sovrintendente del sistema, cercando di non interferire con i processi naturali della mandria (Driessen e Heutinck, 2014). In questo senso, il robot di mungitura rappresenta un'evoluzione tecnologica che porta con sé anche un cambiamento culturale nel mondo dell'allevamento.

## CONCLUSIONI

La domesticazione dei ruminanti ha profondamente plasmato l'evoluzione sia degli animali che dell'uomo, creando un legame unico e duraturo che continua a modellare il corso della civiltà umana. Questo processo è un esempio di coevoluzione, in cui le specie coinvolte hanno adattato il proprio comportamento e i propri geni per convivere e prosperare insieme. Per l'uomo, l'adattamento ha assunto anche una dimensione culturale, trasformando il suo rapporto con l'ambiente naturale e aprendo la strada a nuove pratiche agricole, tecnologie innovative e ad un'organizzazione sociale che ha inciso profondamente sullo sviluppo economico e culturale.

Questo legame, tuttavia, non appartiene solo al passato. Ancora oggi, i ruminanti sono centrali nella produzione alimentare e hanno un ruolo cruciale nell'economia globale. Essi rappresentano una connessione viva tra l'eredità delle civiltà che li hanno addomesticati e le sfide del futuro.

## BIBLIOGRAFIA

- Ajmone-Marsan, P., Garcia, J. F., & Lenstra, J. A. (2010). On the origin of cattle: How aurochs became domestic and colonized the world. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 19(4), 148-157.
- Alexander, P., Brown, C., Arneith, A., Finnigan, J., & Rounsevell, M. D. (2016). Human appropriation of land for food: The role of diet. *Global Environmental Change*, 41, 88-98.
- Allentuck, A. (2015). Temporalities of human-livestock relationships in the late prehistory of the southern Levant. *Journal of Social Archaeology*, 15(1), 94-115.
- Armstrong-Olson, K. (2010). Between trust and domination: social contracts between humans and animals. *World archaeology*, 42(2), 175-187.
- Bradshaw, J. W., & Paul, E. S. (2010). Could empathy for animals have been an adaptation in the evolution of *Homo sapiens*? *Animal Welfare*, 19(S1), 107-112.
- Bruckmaier, R. M., & Wellnitz, O. (2008). Induction of milk ejection and milk removal in different production systems. *Journal of animal science*, 86(suppl\_13), 15-20.

- Burger, J., Link, V., Blöcher, J., Schulz, A., Sell, C., Pochon, Z., ... & Wegmann, D. (2020). Low prevalence of lactase persistence in Bronze Age Europe indicates ongoing strong selection over the last 3,000 years. *Current Biology*, 30(21), 4307-4315.
- Costa, D. A., & Reinemann, D. J. (2004). The need for stimulation in various bovine breeds and other species. *Bulletin-International Dairy Federation*, 22-27.
- D'Anastasio, R., Staniscia, T., Milia, M. L., Manzoli, L., & Capasso, L. (2011). Origin, evolution and paleoepidemiology of brucellosis. *Epidemiology & Infection*, 139(1), 149-156.
- Debono Spiteri, C., Gillis, R. E., Roffet-Salque, M., Castells Navarro, L., Guilaine, J., Manen, C., ... & Evershed, R. P. (2016). Regional asynchronicity in dairy production and processing in early farming communities of the northern Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(48), 13594-13599.
- Diamond, J. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418(6898), 700-707.
- Driessen, C., Heutinck, L. F. (2015). Cows desiring to be milked? Milking robots and the co-evolution of ethics and technology on Dutch dairy farms. *Agriculture and Human Values*, 32, 3-20.
- Dunne, J., Rebay-Salisbury, K., Salisbury, R. B., Frisch, A., Walton-Doyle, C., & Evershed, R. P. (2019). Milk of ruminants in ceramic baby bottles from prehistoric child graves. *Nature*, 574(7777), 246-248.
- Evershed, R. P., Payne, S., Sherratt, A. G., Copley, M. S., Coolidge, J., Urem-Kotsu, D., ... & Burton, M. M. (2008). Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. *Nature*, 455(7212), 528-531.
- Fabre, A., Fabre, A., Bon, C., Guerry, P., & Ségurel, L. (2023). Proposed mechanism for the selection of lactase persistence in childhood. *BioEssays*, 45. <https://doi.org/10.1002/bies.202200243>.
- Fam, B. S., Paré, P., Felkl, A. B., Vargas-Pinilla, P., Paixão-Côrtes, V. R., Viscardi, L. H., & Bortolini, M. C. (2018). Oxytocin and arginine vasopressin systems in the domestication process. *Genetics and Molecular Biology*, 41, 235-242.
- Fournié, G., Pfeiffer, D. U., & Bendrey, R. (2017). Early animal farming and zoonotic disease dynamics: modelling brucellosis transmission in Neolithic goat populations. *Royal Society open science*, 4(2), 160943.
- Gerbault, P., Liebert, A., Itan, Y., Powell, A., Currat, M., Burger, J., ... & Thomas, M. G. (2011). Evolution of lactase persistence: an example of human niche construction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1566), 863-877.
- Greenfield, H. J. (2010). The Secondary Products Revolution: the past, the present and the future. *World Archaeology*, 42(1), 29-54.
- Gross, J. J. (2023). Dairy cow physiology and production limits. *Animal Frontiers: The Review Magazine of Animal Agriculture*, 13(3), 44.
- Herbeck, Y. E., & Gulevich, R. G. (2019). Neuropeptides as facilitators of domestication. *Cell and tissue research*, 375(1), 295-307.
- Hershkovitz, I., Donoghue, H. D., Minnikin, D. E., May, H., Lee, O. Y. C., Feldman, M., ... & Bargal, G. K. (2015). Tuberculosis origin: the Neolithic scenario. *Tuberculosis*, 95, S122-S126.
- Itan, Y., Jones, B. L., Ingram, C. J., Swallow, D. M., & Thomas, M. G. (2010). A worldwide correlation of lactase persistence phenotype and genotypes. *BMC evolutionary biology*, 10, 1-11.
- Jacobs, J. A., & Siegford, J. M. (2012). Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. *Journal of dairy science*, 95(3), 1575-1584.
- Johansson, B., Uvnäs-Moberg, K., Knight, C. H., & Svennersten-Sjaunja, K. (1999). Effect of feeding before, during and after milking on milk production and the hormones oxytocin, prolactin, gastrin and somatostatin. *Journal of Dairy Research*, 66(2), 151-163.
- Key, F. M., Posth, C., Esquivel-Gomez, L. R., Hübner, R., Spyrou, M. A., Neumann, G. U., ... & Krause, J. (2020). Emergence of human-adapted *Salmonella enterica* is linked to the Neolithization process. *Nature ecology & evolution*, 4(3), 324-333.

- Larsen, C. S. (2018). The bioarchaeology of health crisis: Infectious disease in the past. *Annual Review of Anthropology*, 47(1), 295-313.
- Le, M. K., Smith, O. S., Akbari, A., Harpak, A., Reich, D., & Narasimhan, V. M. (2022). 1,000 ancient genomes uncover 10,000 years of natural selection in Europe. *bioRxiv*.
- Le Quellec, J. L. (2011). Provoking lactation by the insufflation technique as documented by the rock images of the Sahara. *Anthropozoologica*, 46(1), 65-125.
- Lexer, D., Hagen, K., Palme, R., Troxler, J., & Waiblinger, S. (2004). Relationships between time budgets, cortisol metabolite concentrations and dominance values of cows milked in a robotic system and a herringbone parlour. In *Automatic milking, a better understanding* (pp. 389-393). Wageningen Academic.
- Liebert, A., López, S., Jones, B. L., Montalva, N., Gerbault, P., Lau, W., ... & Swallow, D. M. (2017). World-wide distributions of lactase persistence alleles and the complex effects of recombination and selection. *Human genetics*, 136, 1445-1453.
- Lord, K. A., Larson, G., Coppinger, R. P., & Karlsson, E. K. (2020). The history of farm foxes undermines the animal domestication syndrome. *Trends in ecology & evolution*, 35(2), 125-136.
- Manning, K., Timpson, A., Shennan, S., & Crema, E. (2015). Size reduction in early European domestic cattle relates to intensification of Neolithic herding strategies. *PloS one*, 10(12), e0141873.
- Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L. F., Martin, P., & Baes, C. F. (2017). A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 100(12), 10251-10271.
- Morand, S., McIntyre, K. M., Baylis, M. (2014). Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: domestication time matters. *Infection, Genetics and Evolution*, 24, 76-81.
- Murphy, E. M., Chistov, Y. K., Hopkins, R., Rutland, P., & Taylor, G. M. (2009). Tuberculosis among Iron Age individuals from Tyva, South Siberia: palaeopathological and biomolecular findings. *Journal of Archaeological Science*, 36(9), 2029-2038.
- Nowak, R., & Boivin, X. (2015). Filial attachment in sheep: Similarities and differences between ewe-lamb and human-lamb relationships. *Applied Animal Behaviour Science*, 164, 12-28.
- Patin, E., & Quintana-Murci, L. (2024). Tracing the Evolution of Human Immunity Through Ancient DNA. *Annual Review of Immunology*, 43.
- Purugganan, M. D. (2022). What is domestication?. *Trends in ecology & evolution*, 37(8), 663-671.
- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Levy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., ... & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: etiology, impact, and control. *Microorganisms*, 8(9), 1405.
- Reperant, L. A., Cornaglia, G., & Osterhaus, A. D. (2013). The importance of understanding the human-animal interface: from early hominins to global citizens. *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious Diseases: The Concept and Examples of a One Health Approach*, 49-81.
- Salque, M., Bogucki, P. I., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., & Evershed, R. P. (2013). Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature*, 493(7433), 522-525.
- Sapkota, D., Kelly, A. K., Crosson, P., White, R. R., & McGee, M. (2020). Quantification of cow milk yield and pre-weaning calf growth response in temperate pasture-based beef suckler systems: A meta-analysis. *Livestock Science*, 241, 104222.
- Segurel, L., Guarino-Vignon, P., Marchi, N., Lafosse, S., Laurent, R., Bon, C., ... & Heyer, E. (2020). Why and when was lactase persistence selected for? Insights from Central Asian herders and ancient DNA. *PLoS biology*, 18(6), e3000742.
- Sherratt, A. (1981). Plough and pastoralism: Aspects of the secondary products revolution. In I. Hodder, G. Isaac, & N. Hammond (Eds.), *Pattern of the past* (pp. 261-306). Cambridge: Cambridge University Press.
- Shipman, P. (2010). The animal connection and human evolution. *Current Anthropology*, 51(4), 519-538.

- Sikora, M., Canteri, E., Fernandez-Guerra, A., Oskolkov, N., Ågren, R., Hansson, L., & Willerslev, E. (2023). The landscape of ancient human pathogens in Eurasia from the Stone Age to historical times. *bioRxiv*, 2023-10.
- Spencer, S.B. (2011). Milking Machines - Principles and Design. In: Fuquay, J. W., McSweeney, P. L., & Fox, P. F. (eds.). *Encyclopedia of dairy sciences*. Academic Press, 941-951.
- Stock, J. T., & Wells, J. C. (2023). Dairying and the evolution and consequences of lactase persistence in humans. *Animal Frontiers*, 13(3), 7-13
- Stock, J. T., Pomeroy, E., Ruff, C. B., Brown, M., Gasperetti, M. A., Li, F. J., ... & Wells, J. C. (2023). Long-term trends in human body size track regional variation in subsistence transitions and growth acceleration linked to dairying. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(4), e2209482119.
- Summers, K., & Summers, V. (2023). Concordant evidence for positive selection on genes related to self-domestication in bonobos and early humans. *Evolutionary Behavioral Sciences*, 17, 322.
- Trut, L. (1999) Early canid domestication: the FarmFox Experiment foxes bred for tamability in a 40-year experiment exhibit remarkable transformations that suggest an interplay between behavioral genetics and development. *Am. Sci.* 87, 160-169
- Warinner, C., Hendy, J., Speller, C., Cappellini, E., Fischer, R., Trachsel, C., ... & Collins, M. J. (2014). Direct evidence of milk consumption from ancient human dental calculus. *Scientific reports*, 4(1), 7104.
- Weigel, K. A., VanRaden, P. M., Norman, H. D., & Grosu, H. (2017). A 100-Year Review: Methods and impact of genetic selection in dairy cattle—From daughter-dam comparisons to deep learning algorithms. *Journal of dairy science*, 100(12), 10234-10250.
- Wells, J. C., Pomeroy, E., & Stock, J. T. (2021). Evolution of lactase persistence: turbo-charging adaptation in growth under the selective pressure of maternal mortality? *Frontiers in Physiology*, 12, 696516.
- Wilkins, A. S. (2020). A striking example of developmental bias in an evolutionary process: the “domestication syndrome”. *Evolution & development*, 22(1-2), 143-153.
- Wirth, T., Hildebrand, F., Allix-Béguec, C., Wölbeling, F., Kubica, T., Kremer, K., ... & Niemann, S. (2008). Origin, spread and demography of the *Mycobacterium tuberculosis* complex. *PLoS pathogens*, 4(9), e1000160.
- Wrangham, R. W. (2019). Hypotheses for the evolution of reduced reactive aggression in the context of human self-domestication. *Frontiers in Psychology*, 10, 1914.

# DOMESTICAZIONE E BIODIVERSITÀ DELLA CAPRA

Paola Crepaldi<sup>1</sup>

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Università degli Studi di Milano



## Riassunto

L'origine della capra domestica (*Capra hircus*) è legata al bezoar (*Capra aegagrus*), addomesticato circa 10.000 anni fa nella Mezzaluna Fertile. Inizialmente cacciate, le capre furono gradualmente addomesticate grazie alla loro struttura sociale, dieta variata e resistenza. Il processo di domesticazione, influenzato dalla selezione naturale e artificiale, portò alla riduzione delle dimensioni corporee e ad adattamenti morfologici. Studi molecolari mostrano che diversi gruppi di bezoar contribuirono alla genetica delle capre domestiche, arricchita anche da ibridazioni con specie selvatiche, che introdussero varianti genetiche vantaggiose. La capra è stata cruciale durante la transizione agricola neolitica per la sua adattabilità a climi difficili e la capacità di fornire latte, carne e fibre. La selezione artificiale ha prodotto razze specializzate, come la Saanen per il latte e l'Angora per le fibre. Tecniche genomiche recenti hanno identificato geni legati all'adattamento a climi estremi e alla produttività. Le capre tibetane, ad esempio, si sono adattate all'ipossia delle alte altitudini, mentre le capre Cashmere eccellono nei climi freddi. Oggi, le capre sono allevate in tutto il mondo, specialmente in Asia e Africa, dove sono essenziali per la sicurezza alimentare e l'economia rurale. In Italia, oltre 30 razze autoctone contribuiscono alla tutela del territorio e alla produzione di eccellenze alimentari, prevenendo incendi e degrado ambientale. Tuttavia, i cambiamenti climatici rappresentano una sfida crescente, rendendo fondamentale preservare la biodiversità caprina e adottare strategie di allevamento sostenibile per garantire la sopravvivenza di questa risorsa fondamentale per l'umanità.

## Abstract

### Domestication and biodiversity of the goat

The origin of the domestic goat (*Capra hircus*) is related to the bezoar (*Capra aegagrus*), domesticated about 10,000 years ago in the Fertile Crescent. Initially hunted, goats were gradually domesticated due to their social structure, varied diet and their resilience. The domestication process, influenced by natural and artificial selection, led to a reduction in body size and morphological adaptations. Molecular studies show that different groups of bezoars contributed to the genetics of domestic goats, also enriched by hybridizations with wild species, which introduced advantageous genetic variants. The goat was crucial during the Neolithic agricultural transition because of its adaptability to harsh climates and ability to provide milk, meat and fiber. Artificial selection produced specialized breeds, such as the Saanen for milk and the Angora for fiber. Recent genomic techniques have identified genes related to adaptation to extreme climates

---

<sup>1</sup> Professoressa associata di Miglioramento genetico animale

and productivity. Tibetan goats, for example, have adapted to the hypoxia of high altitudes, while Cashmere goats excel in cold climates. Today, goats are bred all over the world, especially in Asia and Africa, where they are essential to food security and rural economies. In Italy, more than 30 native breeds contribute to land protection and the production of food excellence, preventing fires and environmental degradation. However, climate change poses a growing challenge, making it critical to preserve goat biodiversity and adopt sustainable breeding strategies to ensure the survival of this critical resource for humankind.

### ORIGINE DELLA CAPRA DOMESTICA (*Capra hircus*)

La Mezzaluna Fertile, nell'arco che va dal Levante meridionale attraverso la Turchia sudorientale dominata dalla catena del Tauro e la Siria settentrionale, fino agli alti pascoli dei monti Zagros e alle pianure dell'Iraq e dell'Iran, è stata il centro di domesticazione di capre e pecore oltre che di molte specie vegetali di interesse agrario che utilizziamo ancora oggi. La capra domestica (*Capra hircus*) origina dalla domesticazione della *Capra aegagrus* o bezoar sui monti Zagros circa 10.000 anni fa (Zeder e Hesse, 2000; Crepaldi, et al. 2024).

Nella storia della domesticazione delle capre, grande importanza rivestono le catene montuose che costituiscono ancora oggi l'habitat ideale e principale delle numerose specie selvatiche del genere *Capra*. Ancora oggi sulle montagne degli Zagros e del Tauro sono presenti la *Capra aegagrus* (Fig. 1) e l'*Ovis musimon orientalis*, i progenitori selvatici delle rispettive specie domestiche *Capra hircus* (capra domestica) e *Ovis aries* (pecora domestica).



Figura 1 - L'areale di distribuzione della *Capra aegagrus* o bezoar, progenitore selvatico della capra domestica *Capra hircus* (Fonte: International Union for Conservation of Nature, 2020)

### LE CAPRE SELVATICHE MODERNE

L'antenato selvatico della capra domestica, la *Capra aegagrus* o bezoar è una specie classificata a basso rischio di estinzione dalla Red List dell'International Union for Conservation of Nature, e attualmente vanta un ampio areale che si estende dalla catena del Tauro nella Turchia meridionale (che si estende lungo una curva che va dal lago Eğirdir a ovest fino al corso superiore dei fiumi Eufrate e Tigri a est), e dall'Azerbaijan lungo i monti Zagros (che con una lunghezza di circa 1.600 km si estendono dall'Iran nord-

occidentale e seguendo approssimativamente il confine occidentale dell'Iran, coprono gran parte della Turchia sud-orientale e dell'Iraq nord-orientale), fino al Pakistan.

In Pakistan l'animale bandiera è la *Capra falconeri* o markhor, una magnifica capra selvatica dalle lunghe corna a cavaturaccioli, anch'essa classificata a basso rischio di estinzione ma che ha un areale più ristretto sulla catena Himalaiana fra il Pakistan, l'Afghanistan, il Tagikistan e l'Uzbekistan.

Più a nord sulla Catena del Caucaso che si estende tra l'Europa orientale e l'Asia occidentale sono presenti la *Capra caucasica* o Tur del Caucaso occidentale, annoverata fra le specie a rischio di estinzione, in un ristretto areale fra la Georgia e la Russia Europea, e la *Capra cylindricornis* o Tur del Caucaso orientale con un areale più ampio fra Azerbaigian, Georgia e Russia Europea considerata a basso rischio di estinzione.

Oltre a queste specie fra i selvatici del genere *Capra* troviamo diverse specie di stambecchi che prendono il nome dai loro areali di origine: lo stambecco delle Alpi (*Alpine ibex*) che ha superato un forte collo di bottiglia legato ad una intensa attività venatoria nel secolo scorso, grazie ad azioni mirate di conservazione e salvaguardia, lo stambecco spagnolo (*Iberian ibex*), del quale si contano numerose sottospecie di cui alcune estinte, lo stambecco siberiano (*Siberian ibex*) che vanta l'areale più esteso fra gli stambecchi esistenti, dai monti Altai, dell'Asia centrale, all'Himalaya fino alla Mongolia ed è la specie più diffusa del genere *Capra*. Queste tre specie di stambecchi sono considerate attualmente non a rischio di estinzione mentre altre due specie di stambecchi quello della Libia (*Nubian Ibex*) e quello dell'Etiopia (*Walia Ibex*) a causa dei loro areali ristretti e della forte competizione con le capre domestiche sono considerati a rischio di estinzione. Per maggiori dettagli sugli areali e lo stato di conservazione delle diverse specie selvatiche si può consultare il sito della International Union for Conservation of Nature Red List of Threatened Species (<https://www.iucnredlist.org/>)

## LA DOMESTICAZIONE: DALLE PROVE ARCHEOLOGICHE ALLA PALEO-GENOMICA

### *Prove archeologiche della domesticazione della capra*

Si ritiene che gli Zagros siano e siano stati l'habitat ideale per capre e pecore selvatiche. Le testimonianze archeologiche riportano la presenza dell'uomo di Neanderthal 40.000 anni fa sugli altopiani di queste montagne. Capre e pecore selvatiche erano gli animali predominanti cacciati dall'uomo sia nelle regioni di altopiano che in quelle di pianura (sopra/sotto i 1000 m di altitudine) tra 40.000 e 20.000 anni fa. La caccia di capre e pecore selvatiche è testimoniata dal fatto che nei siti archeologici della regione dei monti Zagros sia nei siti di montagna sopra i 1000 m sia nei siti di pianura (sotto i 1000 m) più lontani dai monti, esiste una netta prevalenza di ossa di capre e di pecore rispetto agli altri animali selvatici (Marean, 2000)

Si ritiene che vi sia stato un lungo periodo dai 40.000 ai 20.000 anni fa in cui la caccia era prevalente come testimoniato dal preponderante ritrovamento di ossa di animali adulti, seguita da un periodo nel quale le attività di caccia e gestione degli animali hanno convissuto e nel quale le capre gestite dall'uomo avevano ancora la possibilità di incrociarsi con le capre selvatiche intorno ai 10.000 anni fa, fino ad arrivare alla domesticazione vera e propria e quindi alla separazione dai selvatici e la comparsa di una morfologia più ridotta tipica delle specie domestiche.

A Ganj Dareh, un insediamento a 1000 m risalente a 10.000 anni fa negli altopiani settentrionali degli Zagros, dove ancora vagano le moderne capre selvatiche, gli archeologi non hanno trovato prove della domesticazione, ossia cambiamenti nelle caratteristiche anatomiche dei resti archeologici di capra, ma un inizio di gestione delle greggi. In questo sito le capre gestite potevano ancora incrociarsi con le popolazioni selvatiche e l'addomesticamento non era ancora progredito. La prevalenza di ossa di

maschi adulti, ma anche la presenza di due serie di ossa di dimensioni diverse testimoniano la coesistenza della caccia ed un inizio di gestione delle greggi. La riduzione delle dimensioni degli animali si ritiene avvenga dopo un certo periodo di separazione ed isolamento dai selvatici, quindi è esistito un periodo di passaggio in cui hanno convissuto entrambe le realtà. La separazione delle popolazioni gestite da quelle selvatiche e l'allevamento selettivo sono avvenuti circa 1000 anni dopo nelle aree pianeggianti ai piedi degli Zagros centro-meridionali come testimoniato dai ritrovamenti, nel sito di Ali Kosh, di ossa di dimensioni più ridotte tipiche degli animali domestici e da una prevalenza di femmine adulte insieme a maschi giovani (Zeder e Hesse, 2000, Marean, 2000; Fig. 2). Quando è stato possibile distinguere le ossa fuse o non fuse dei crani di animali giovani o vecchi, femmine o maschi, si è potuta apprezzare nei siti degli Zagros settentrionali una maggior presenza di ossa fuse di femmine adulte, ma anche di maschi adulti insieme a quelle non fuse di giovani maschi e femmine. Mentre nei siti degli Zagros meridionali di pianura più recenti si è osservata una netta riduzione dei maschi adulti e un netto aumento dei maschi giovani e delle femmine adulte. Si è rilevata dunque una netta riduzione dell'età dei maschi ed un aumento dell'età delle femmine compatibile con l'inizio della gestione degli animali, mentre la prevalenza di ossa di maschi adulti nei siti più antichi e più vicini alle aree montane sarebbe legata ad una maggiore attività di caccia di animali più grandi per soddisfare le esigenze alimentari.

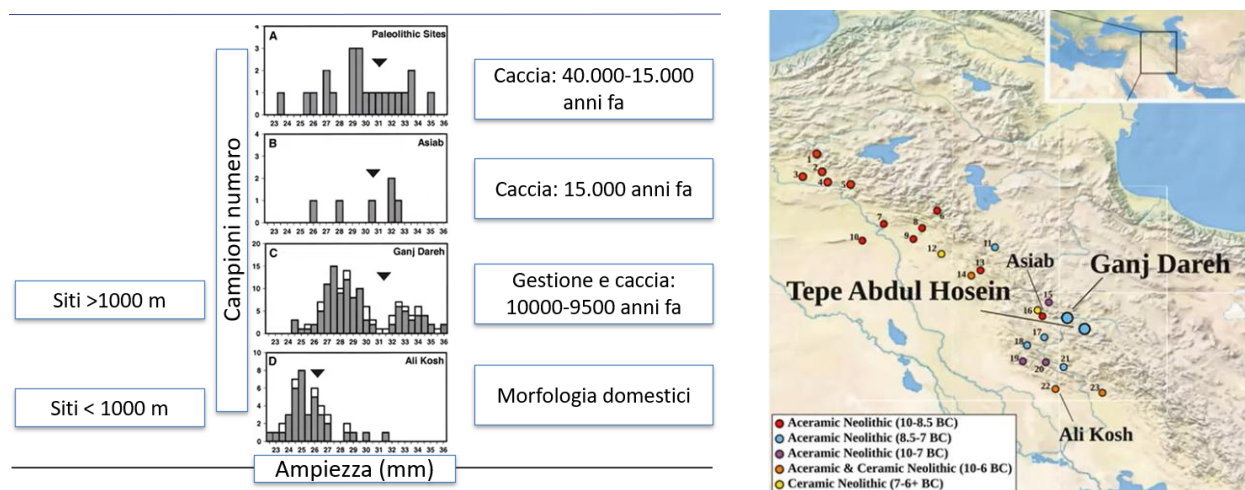


Figura 2 - A sinistra: evoluzione della dimensione delle ossa di capra ritrovate nei siti archeologici della regione dei monti Zagros dal Paleolitico al Neolitico in relazione all'epoca e all'altitudine dei siti (modificata da Zeder e Hesse, 2000); a destra: siti neolitici che documentano il processo di domesticazione della capra (modificata da Daly et al., 2022)

### *Gli strumenti genomici per la ricostruzione della storia della domesticazione delle capre: dal DNA mitocondriale alla paleo-genomica*

La storia della domesticazione della capra è stata indagata anche con strumenti genomici a partire dal DNA mitocondriale ereditato per via materna, ai polimorfismi di singolo nucleotide (SNP) che distribuiti lungo tutto il genoma hanno permesso di indagare le relazioni filogenetiche fra le diverse specie selvatiche e l'ampio panorama di biodiversità presente nelle razze/popolazioni moderne allevate in Italia e nel mondo, al cromosoma Y che permette di ricostruire la linea e la storia maschile delle popolazioni studiate ed infine, più recentemente, alla paleo-genomica che consente di studiare il DNA dei reperti archeo-zoologici offrendo ulteriori elementi alla ricostruzione della storia della domesticazione.

Studiando il DNA mitocondriale di capre domestiche e selvatiche moderne si è vista la presenza di diversi aplogruppi con una netta prevalenza dell'aplogruppo A nelle capre domestiche moderne (Colli et al., 2015) ma non nei selvatici (Naderi et al., 2008).

Gli studi di Kevin Daly e collaboratori (2018, 2022a, 2022b) sui genomi antichi dei reperti archeo-zoologici hanno contribuito a chiarire queste differenze e la storia della domesticazione della capra. Questi ricercatori hanno studiato il DNA mitocondriale e nucleare estratto dalla parte petrosa dell'osso temporale di una serie di reperti archeo-zoologici, provenienti da siti di un vasto areale che comprende la mezzaluna fertile, partendo dall'Europa meridionale, fino al Caucaso e dal levante fino ai monti Zagros. Essi hanno osservato che l'aplogruppo A nei reperti del periodo pre-neolitico e neolitico è concentrato nella Turchia più occidentale e nel sud dell'Europa, mentre nella zona degli Zagros non è presente. Analizzando invece i reperti del post-neolitico l'aplogruppo A risulta diffuso dappertutto anche nei reperti degli Zagros. Questo indicherebbe una influenza del bezoar turco selvatico nella capra neolitica dell'Eurasia occidentale. In altre parole molteplici popolazioni selvatiche avrebbero contribuito all'origine delle capre moderne durante il Neolitico, come dettagliato anche di seguito (Fig. 3).

Nel corso del tempo, un tipo mitocondriale (aplogruppo A) si è diffuso ed è diventato dominante in tutto il mondo. Tuttavia, a livello dell'intero genoma, le moderne popolazioni di capre sono un mix di capre provenienti da popolazioni selvatiche diverse e forniscono la prova di un processo di addomesticamento multi-localizzato nel Vicino Oriente e insieme agli studi sul DNA delle razze moderne e dei selvatici moderni (Colli et al., 2018) supportano l'idea di percorsi multipli di dispersione degli animali addomesticati e delle loro controparti umane a partire dalla regione della Mezzaluna Fertile. Le capre domestiche si sono dimostrate estremamente adattabili a una vasta gamma di ambienti, grazie alla loro rusticità e capacità di sopravvivere in condizioni climatiche avverse, e ciò ha permesso alla specie di diventare una risorsa preziosa per l'uomo durante la transizione agricola del Neolitico.

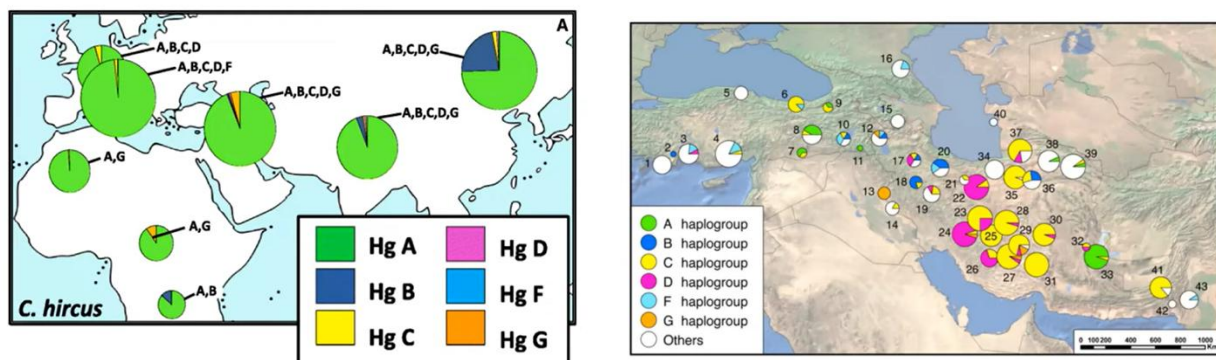


Figura 3 - Distribuzione geografica degli aplogruppi di DNA mitocondriale nella capra domestica (a sinistra) e selvatica (a destra): l'aplogruppo A in verde è il più diffuso nelle capre domestiche moderne (modificata da Colli et al., 2015) non in quelle selvatiche (modificata da Naderi et al., 2008)

Con la domesticazione scompare l'omocromia tipica dei selvatici che consente loro di mimetizzarsi nell'ambiente naturale e cominciano a comparire pezzature bianche e molteplici modelli di pigmentazione grazie alla protezione contro la predazione offerta dall'uomo. Questa perdita di omocromia tipica delle specie selvatiche si è osservata in tutte le specie domestiche come descritto da Cieslak e dai suoi collaboratori (2011) in un lavoro intitolato "I colori della domesticazione". Non soltanto il colore, ma anche la struttura della testa degli animali è cambiata con la domesticazione le orecchie da erette

diventano pendenti come nelle capre Maltesi e nelle capre del Pakistan che hanno lunghe orecchie pendenti (Fig. 4). Si osservano inoltre variazioni nella forma e nella struttura delle corna e nelle loro dimensioni, un carattere molto importante perché associato al successo riproduttivo dei maschi che si contendono le femmine a colpi di corna, soprattutto nei selvatici (Fig. 5).



*Figura 4 - Variabilità nella forma facciale delle capre domestiche*



*Figura 5 - Variabilità nella forma delle corna delle capre domestiche*

Si assiste inoltre a cambiamenti nel vello con ampia varietà di lunghezza e struttura del pelo dalle capre Angora a quelle del Kashmir, con caratteristiche molto differenti.

Infine si assiste ad una variazione delle dimensioni degli animali con una riduzione passando dai selvatici ai domestici ad una ampia variabilità nelle razze domestiche dalle capre pigmee, alle West African Dwarf fino alla razza gigante Comore del Pakistan.

### **LA SINDROME DELLA DOMESTICAZIONE**

Tutte le variazioni descritte sarebbero inizialmente legate alla sindrome della domesticazione che è stata studiata e riportata in molte specie di mammiferi (Wilkins et al., 2014) e che comporta tutta una serie di cambiamenti dall'accorciamento del muso, alla riduzione del numero dei denti, alle orecchie pendenti, alla riduzione della dimensione del cervello fino alla comparsa dei diversi colori e modelli di pigmentazione presenti nelle razze domestiche. Questa sindrome sarebbe legata alla selezione per la docilità operata dall'uomo e allo sviluppo delle cellule della cresta neurale che danno origine ad una molteplicità di cellule implicate nei diversi meccanismi che abbiamo visto e che sono legate in prima battuta a una riduzione dell'ormone dello stress ma anche alla trasmissione degli stimoli attraverso il sistema neurologico.

Nel 2014 e nel 2021, Wilkins et al. hanno stabilito che la vasta gamma di fenotipi della sindrome da addomesticamento animale rispecchia quelli delle neurocristopatie umane lievi, la cui patologia deriva da differenziazione, divisione, sopravvivenza e migrazione aberrante delle cellule della cresta neurale (NCC). Queste cellule sono cellule staminali embrionali multipotenti e transitorie che si trovano inizialmente sulla cresta del tubo neurale e che in seguito a migrazione si differenziano ulteriormente come precursori di molti tessuti nell'embrione in via di sviluppo. La selezione antropica durante la domesticazione potrebbe aver agito su geni essenziali per l'iniziazione della cresta neurale e la definizione delle rotte migratorie delle NCC. La maggior parte della testa, ad esempio, deriva da NCC, comprese le ossa cranio-facciali, la cartilagine e i denti e la diminuzione del numero di NCC nei primordi facciali è direttamente correlata alla riduzione delle dimensioni della parte centrale del viso e della mascella. L'insufficienza di cartilagine, un tessuto di derivazione NCC costituito da condrociti e collagene, può aver contribuito al fenotipo orecchie pendenti. Risultano legati alle NCC anche numerosi geni associati alla segnalazione neurologica, ai ritmi circadiani e al comportamento, come le cellule precursori della midollare surrenale, che produce ormoni associati alla risposta "combatti o fuggi": l'ipofunzionalità delle NCC può portare a cambiamenti nella mansuetudine degli animali. Nel famoso esperimento di Belyaev (1979) sulle volpi argentate selezionate solo per la mansuetudine dopo 20 generazioni sono comparse numerose caratteristiche fisiologiche e morfologiche associate alla sindrome da addomesticamento (orecchie flosce, proporzioni cranio-facciali alterate e tempi di accoppiamento non stagionali). Il legame tra la mansuetudine e la cresta neurale suggerisce che i cambiamenti nello sviluppo della cresta neurale potrebbero essersi verificati attraverso la selezione diretta da parte dell'uomo per i comportamenti mansueti. Numerosi loci candidati contengono geni che influenzano la funzione neurologica e le risposte comportamentali, tra cui geni delle vie di neurotrasmissione della dopamina, della serotonina, del glutammato e del GABA, nonché geni che contribuiscono alla connettività e allo sviluppo di sinapsi e dendriti. Oltre ai cambiamenti nel comportamento, è probabile che anche le alterazioni dei modelli di sonno si siano verificate all'inizio del processo di addomesticamento, come avvenuto anche nei lupi con il passaggio dallo stato notturno ancestrale a quello diurno, esibito anche dagli esseri umani. Ne è prova il fatto che i livelli di melatonina e serotonina, determinanti del ritmo circadiano sono stati significativamente alterati nelle volpi argentate addomesticate selezionate per la mansuetudine rispetto alle volpi selvatiche (Wilkins et al., 2021)

Daly e coautori (2022) che hanno studiato e comparato i dati genomici di selvatici moderni e di capre del Neolitico della zona orientale e occidentale dei monti Zagros, hanno osservato forti differenze per quanto riguarda i geni del colore, i geni legati all'accrescimento, alla fertilità, all'intervallo interparto e alla produzione del latte fra selvatici e capre del neolitico. Hanno inoltre osservato che nei genomi degli animali ritrovati a Gani Daresh le regioni di omozigosi (ROH) erano maggiori, una chiara indicazione di aumento della consanguineità legata all'inizio della gestione delle popolazioni caprine. Hanno infine osservato una alta diversità del DNA mitocondriale ed una ridotta diversità del cromosoma Y. Tutte queste osservazioni genomiche confermano le osservazioni archeo- zoologiche sulla numerosità, sul sesso e sull'età dei reperti ossei analizzati nei siti studiati. Recentemente un lavoro su reperti museali di capre selvatiche rispetto alle domestiche ha messo in evidenza che esistono delle differenze significative nella forma del cranio degli animali domestici rispetto ai selvatici, con una riduzione del calvario del tetto cranico che comporta una riduzione del volume cranico del 15%, compatibile con una riduzione della dimensione del cervello, una riduzione del rostro ed un appiattimento e allargamento dell'area della mandibola e quindi meno denti, minor lunghezza dei denti e una variazione dell'angolo tra palato e cranio. Caratteristiche che si osservano in numerosi altri mammiferi domesticati (Balcarcel et al 2024).

### L'INFLUENZA DEL TUR

In un recente lavoro di Zheng et al. (2020) che ha studiato i genomi di capre domestiche provenienti da tutto il mondo, di diverse specie di capre selvatiche (*C. aegagrus*, *sybira*, *caucasica*, *falconeri*) e di reperti archeozoologici sono stati identificati numerosi geni coinvolti nella domesticazione, in particolare il gene MUC6 legato alla modulazione della composizione del muco intestinale coinvolto nella resistenza alle infezioni causate da parassiti gastrointestinali e STIM1-RRM1 legati al comportamento e alla suscettibilità allo stress negli animali. La variante adattativa di MUC6 che conferisce resistenza alle infezioni è presente nella capra domestica a seguito di introgressione dalla *Capra caucasica* o Tur del Caucaso occidentale ed è quasi fissata nelle capre domestiche (Fig. 6).

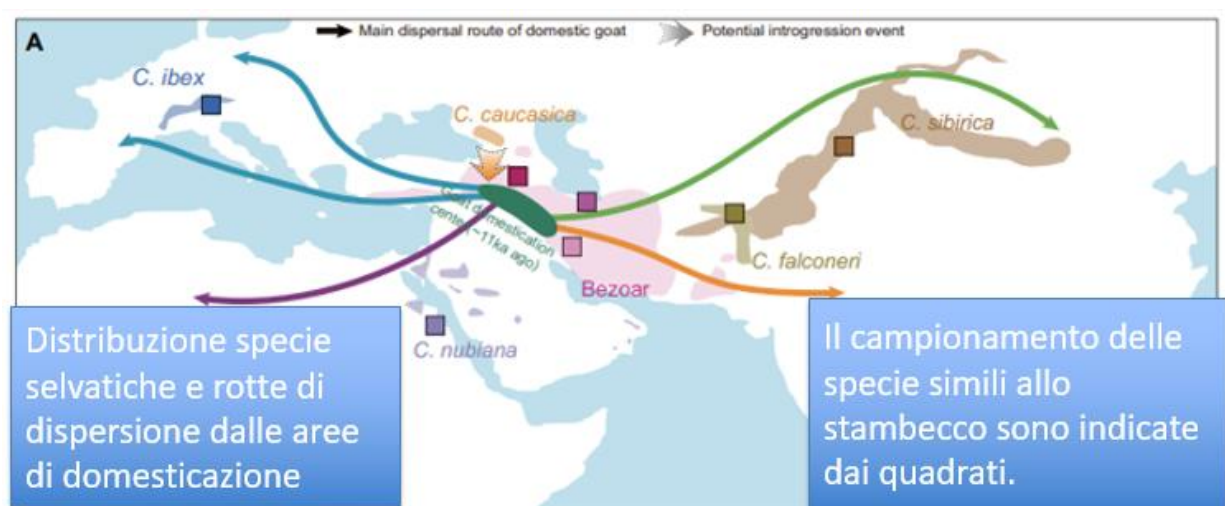


Figura 6 - Flusso genico durante la fase iniziale della domesticazione e della diffusione della capra (modificato da Zheng et al., 2020)

Gli alleli domestici di MUC6 e di STIM1-RRM1 sono emersi nelle capre domestiche rispettivamente almeno 7200 e 8100 anni fa e si sarebbero diffusi fino a raggiungere le alte frequenze osservate nelle capre domestiche in contemporanea con l'espansione dell'aplotipo A del DNA mitocondriale. La ricerca di queste trasformazioni evolutive

archeologicamente criptiche fornisce nuovi spunti di riflessione sui meccanismi di addomesticamento degli animali.

L'influenza del Tur è stata recentemente identificata anche da nuovi studi di paleogenomica del gruppo di Daly (2022b), il quale però ha identificato fra i reperti dei monti Tauri una linea gemella della *C. caucasica* e della *C. cylindricornis*, una nuova specie di tur tauro-asiatico che ha chiamato *Capra taurensis* che si sarebbe differenziata dalle altre circa 130-120.000 anni fa (stime di coalescenza del DNA mitocondriale) e che sarebbe vissuta nel tardo Pleistocene e fino al 12.000 a.C., per poi estinguersi. Questa popolazione di tur tauro-asiatico è a sua volta un possibile candidato per la fonte dell'ascendenza tur-like presente nelle capre domestiche, compreso l'allele MUC6 introgresso e fissato nelle popolazioni moderne che aumenta la resistenza ai parassiti gastrointestinali (Zheng et al., 2020).

Secondo Daly et al. (2022b) gli antenati della *Capra caucasica* si estendevano probabilmente su un areale più ampio in Eurasia durante il tardo Pleistocene, scarsamente catturato dalla documentazione fossile ora rivelata dalla paleogenomica. Data la relativa scarsità di dati genomici del genere *Capra* disponibili rispetto ad altri gruppi di mammiferi, ulteriori genomi potranno contribuire a perfezionare le conoscenze evolutive di questo genere.

### LE RAZZE CAPRINE MODERNE E LA BIODIVERSITÀ

Numerosi lavori, che hanno studiato il genoma delle razze caprine moderne, hanno evidenziato che dopo l'addomesticamento nella Mezzaluna Fertile all'inizio del Neolitico, le capre domestiche, che già presentavano pool genetici differenziati, si sono diffuse in Europa, Africa e Asia e si sono adattate ad una molteplicità di ambienti e condizioni differenti (Colli et al., 2018; Stella et al., 2018; Bertolini et al., 2018). La diffusione di queste popolazioni ha determinato il principale background genomico delle popolazioni continentali, che attualmente presentano una suddivisione più marcata rispetto a quella osservata in altre specie di ruminanti. (Colli et al., 2018). Successivamente, si è verificata un'ulteriore diversificazione a livello regionale dovuta all'isolamento geografico e riproduttivo, accompagnata da ulteriori migrazioni e/o importazioni, le cui tracce sono ancora oggi rilevabili (Bertolini et al., 2018). Dopo la domesticazione, la selezione artificiale ha iniziato ad influenzare i tratti morfologici e produttivi delle capre, portando alla formazione di razze distinte, ciascuna adattata a scopi produttivi specifici e a diversi ambienti (Crepaldi et al., 2024). Negli ultimi 200 anni a partire dai pionieri della zootecnia in Inghilterra si è diffusa soprattutto in Europa la moda delle razze standardizzate.

Gli effetti della formazione delle razze sono stati chiaramente rilevati dagli studi genomici in particolare nell'Europa centrale e settentrionale, come anche l'influenza sulle razze cosmopolite e viceversa delle popolazioni autoctone (Colli et al., 2018; Stella et al., 2018; Crepaldi et al., 2024).

Attualmente si contano più di 1 miliardo di capre domestiche appartenenti a più di 300 razze caprine nel mondo, costituite per la grande maggioranza da razze e popolazioni autoctone e da alcune razze cosmopolite specializzate per la produzione di latte e carne, come la Saanen e la Boera allevate in numerosi paesi nel mondo (FAO, 2007 e 2015, Crepaldi et al., 2024). Questi animali oltre ad essere adattati a condizioni ambientali e di allevamento molto differenti, costituiscono una risorsa fondamentale per il pastoralismo e la sicurezza alimentare soprattutto nei paesi più poveri data la loro grande frugalità e capacità di adattamento a condizioni alimentari e climatiche anche estreme (Crepaldi et al., 2024).

Numerosi progetti internazionali, basati sulla condivisione di dati genomici e la cooperazione nella analisi dei dati hanno studiato e stanno studiando razze e popolazioni

domestiche e selvatiche di tutto il mondo sia a partire da pannelli di marcatori SNP, sia dall'analisi di genomi interi. Fra questi ricordiamo il progetto ADAPTMAP (Stella et al., 2018) volto allo studio della diversità della capra con particolare attenzione all'impatto della domesticazione, all'adattamento alle condizioni ambientali locali e all'adattamento in risposta alla selezione e il progetto VARGOAT (Denoyelle et al., 2021) un programma internazionale di ri-sequenziamento di più di 1000 genomi progettato per comprendere le conseguenze della domesticazione e dell'allevamento sulla diversità genetica delle capre domestiche e per chiarire come la speciazione e l'ibridazione abbiano modellato i genomi di questa specie (Fig. 7).

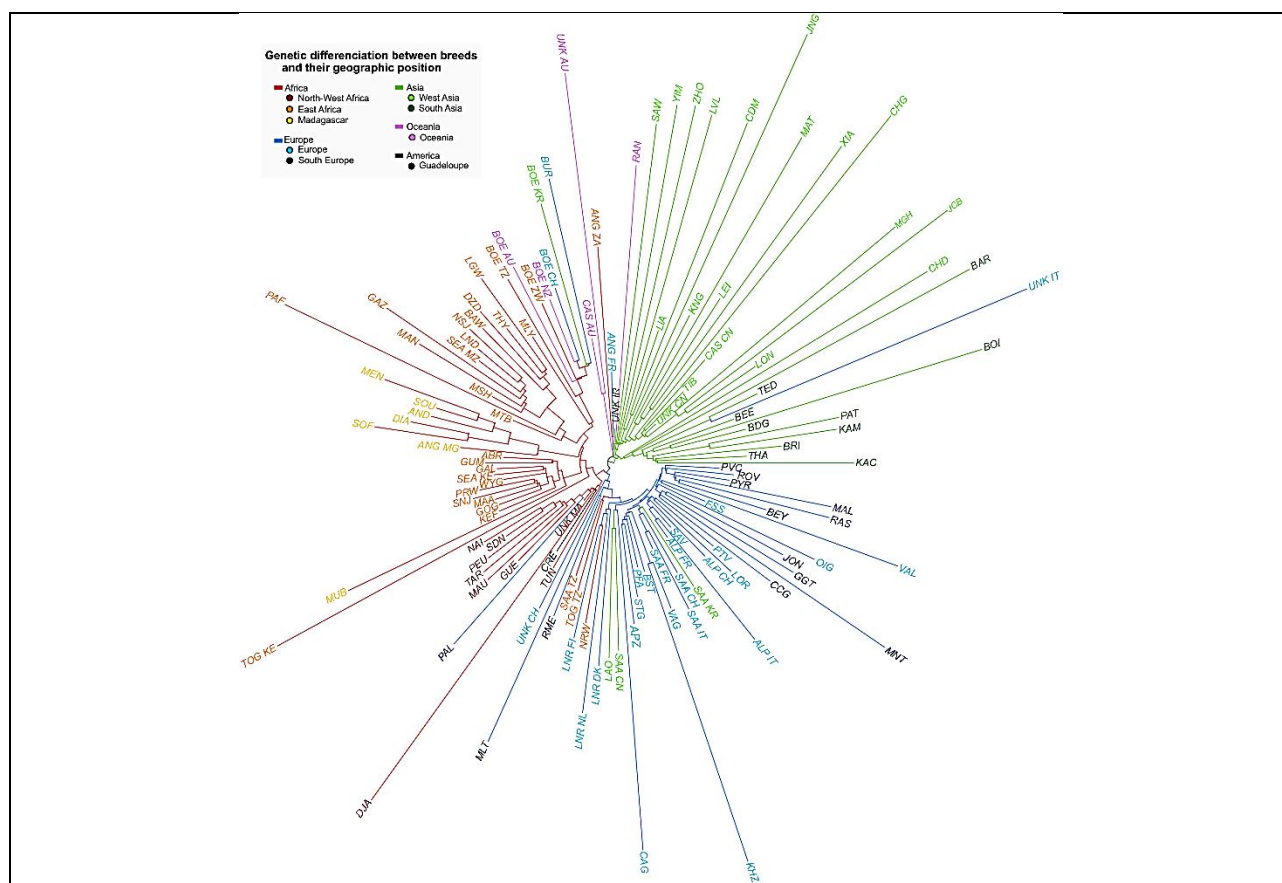


Figura 7 - Dendrogramma che rappresenta la diversità genetica delle popolazioni di capra domestica analizzate nel progetto VarGoats (Denoyelle et al., 2021)

Sono state rilevate diverse firme di selezione in diverse regioni cromosomiche nelle varie razze, sottogruppi geografici, gruppi fenotipici e climatici. Queste regioni contengono geni coinvolti in importanti processi biologici, come la produzione di latte, carne o fibre, il colore del mantello, la risposta allo stress ossidativo, le dimensioni corporee e le differenze di regolazione dell'orologio circadiano implicato nella stagionalità riproduttiva ad alcune latitudini (Bertolini et al., 2018). In un recente lavoro di Peng et al. (2024) sono stati identificati percorsi biologici cruciali per l'adattamento all'ambiente che comprendono funzioni come la contrazione della muscolatura liscia vascolare, le risposte cellulari agli stimoli della temperatura, la regolazione endocrina e le risposte metaboliche energetiche e il metabolismo dei lipidi.

Oltre ai cambiamenti nel comportamento e nell'adattamento ambientale, la selezione artificiale ha plasmato le capre per tratti produttivi specifici. Razze come la Saanen e la Camosciata delle Alpi sono state selezionate per la produzione di latte, mentre altre

razze, come la capra d'Angora o la capra Cashmere, sono state selezionate per la produzione di fibre e, ancora, la capra Boere per la produzione di carne.

In Italia abbiamo un ricchissimo panorama di biodiversità delle capre con più di 35 razze caprine gestite dall'Associazione Nazionale della Pastorizia (Asso.Na.Pa.) attraverso programmi di conservazione della biodiversità e programmi di miglioramento genetico. Gli studi condotti con strumenti genomici dall'Italian Goat Consortium (Nicoloso et al., 2015; Cortellari et al., 2021a) hanno messo in evidenza che le razze/popolazioni caprine italiane rappresentano un'ampia riserva di variabilità genetica, di resilienza e adattabilità e che contribuiscono al mantenimento delle aree interne e alla valorizzazione culturale dei territori.

Le capre sono spesso allevate in zone dell'Italia che hanno valore naturalistico culturale estremamente importante e nelle aree interne e montane sono utili, se ben gestite, per prevenire il degrado ambientale. Possono contribuire a ridurre il rischio di incendi, limitando la crescita eccessiva della vegetazione, garantendo così una gestione sostenibile del territorio. Queste razze sono in parte a rischio di estinzione su breve o lungo periodo e a fronte di un ampio ricorso all'allevamento estensivo sono particolarmente esposte alle forti variazioni climatiche di questi ultimi anni (Bionda et al., 2024). Risulta quindi fondamentale approfondire lo studio della variabilità di queste popolazioni anche in relazione alla loro capacità di resistenza al cambiamento climatico (Bertolini et al., 2018; Cortellari et al., 2021a; Peng et al., 2024).

Con la genomica è possibile migliorare la gestione della consanguineità nelle popolazioni allevate, identificare il background genomico dei singoli animali permettendone un riconoscimento di razza ed identificare le differenze e le peculiarità delle diverse razze (Cortellari et al., 2021b). Si stanno potenziando, grazie a recenti progetti nazionali in collaborazione fra Asso.Na.Pa. e diverse università e centri di ricerca, programmi di allevamento che valorizzano la diversità genetica, ma anche la redditività degli allevamenti, utilizzando l'innovazione tecnologica e le informazioni ricavate dalla genomica (Negro et al., 2024), oltre all'incoraggiamento di politiche attive di conservazione e di valorizzazione.

Le nuove conoscenze che si ottengono dagli studi genomici oltre ad evidenziare nuovi contributi sull'evoluzione di questa specie e ad aver messo in evidenza l'ampia diversità a livello locale e globale presente in questa specie, ci devono far riflettere sull'importanza dell'applicazione di queste conoscenze alla conservazione sostenibile a lungo termine della diversità caprina soprattutto per il ruolo fondamentale che svolge per l'economia locale, la sicurezza alimentare, la gestione del territorio e le eccellenze alimentari in Italia e nel mondo e perché come ricordato dalla volpe del romanzo il "Piccolo principe" di Antoine de Saint-Exupéry, siamo responsabili per sempre degli animali che abbiamo addomesticato.

## BIBLIOGRAFIA

- Balcarcel, A.M., Geiger, M. & Sánchez-Villagra, M.R. Cranial form differences in goats by breed and domestic status. *Sci Rep* 14, 917 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50357-0>
- Belyaev DK. 1979. Destabilizing selection as a factor in domestication. *J Hered.* 70:301-308.
- Bertolini, F., Servin, B., Talenti, A. et al. Signatures of selection and environmental adaptation across the goat genome post-domestication. *Genet Sel Evol* 50, 57 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12711-018-0421-y>
- Bionda A., Cortellari M., Negro A., Crepaldi P., 70 years of heat waves and summer climate change affecting Italian small ruminant populations 2024 *Pastor. Res. Policy Pract.* 14:12848. doi: 10.3389/past.2024.12848
- Cieslak M. et al., 2011 - Colour of domestication, *Biol. Rev.* (2011), 86, pp. 885-899 PMID: 21443614 DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00177.x

- Colli L, Lancioni H, Cardinali I, Olivieri A, Capodiferro MR, Pellecchia M, Rzepus M, Zamani W, Naderi S, Gandini F, Vahidi SM, Agha S, Randi E, Battaglia V, Sardina MT, Portolano B, Rezaei HR, Lymberakis P, Boyer F, Coissac E, Pompanon F, Taberlet P, AjmoneMarsan P, Achilli A. Whole mitochondrial genomes unveil the impact of domestication on goat matrilineal variability. *BMC Genomics*. 2015 Dec 29;16:1115. doi: 10.1186/s12864-015-2342-2. PMID: 26714643; PMCID: PMC4696231.
- Colli L, Milanesi M, Talenti A, Bertolini F, Chen M, Crisà A, Daly KG, Del Corvo M, Guldbrandtsen B, Lenstra JA, Rosen BD, Vajana E, Catillo G, Joost S, Nicolazzi EL, Rochat E, Rothschild MF, Servin B, Sonstegard TS, Steri R, Van Tassell CP, Ajmone-Marsan P, Crepaldi P, Stella A; AdaptMap Consortium. Genome-wide SNP profiling of worldwide goat populations reveals strong partitioning of diversity and highlights post-domestication migration routes. *Genet Sel Evol*. 2018 Nov 19;50(1):58. doi: 10.1186/s12711-018-0422-x. PMID: 30449284; PMCID: PMC6240949.
- Cortellari, M., Barbato, M., Talenti, A. et al. The climatic and genetic heritage of Italian goat breeds with genomic SNP data. *Sci Rep* 11, 10986 (2021a). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89900-2>
- Cortellari, M., Bionda, A., Negro, A. et al. Runs of homozygosity in the Italian goat breeds: impact of management practices in low-input systems. *Genet Sel Evol* 53, 92 (2021b). <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00685-4>
- Crepaldi P., Bionda A., Colli L., 2024 Where do goats come from? In *The welfare of goats*, editors Mattiello S. and Battini M., Elsevier pp. 1-20
- Daly K.G. et al., 2018 -Ancient goat genomes reveal mosaic domestication in the Fertile Crescent, *SCIENCE* , Vol. 361, Issue 6397, pp. 85-88DOI: 10.1126/science.aas941
- Daly K.G. et al., 2022b A novel lineage of the *Capra* genus discovered in the Taurus Mountains of Turkey using ancient genomics *eLife* 11:e82984.
- Daly K.G., et al. 2022a Herded and hunted goat genomes from the dawn of domestication in the Zagros mountains. *PNAS* 118 (25) e2100901118 <https://doi.org/10.1073/pnas.2100901118>
- Denoyelle, L., Talouarn, E., Bardou, P. et al. VarGoats project: a dataset of 1159 whole-genome sequences to dissect *Capra hircus* global diversity. *Genet Sel Evol* 53, 86 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00659-6>
- FAO - The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome 2007.
- FAO - The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome 2015 (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>).
- Marean C.W. (2000) - Age, sex and old goats. *Science* Mar 24: 287(5461):2174-5. Doi:10.1126/science.287.5461.2174.
- Negro A., Cesarani A, Cortellari M., Bionda A., Fresi P, Macciotta N.P.P., Grande S., Biffani S., Crepaldi P., 2024 - A comparison of genetic and genomic breeding values in Saanen and Alpine goats, *Animal*, Volume 18, Issue 4,101118, doi.org/10.1016/j.animal.2024.101118.
- Nicoloso L, Bomba L, Colli L, Negrini R, Milanesi M, Mazza R, Sechi T, Frattini S, Talenti A, Coizet B, Chessa S, Marletta D, D'Andrea M, Bordonaro S, Ptak G, Carta A, Pagnacco G, Valentini A, Pilla F, Ajmone-Marsan P, Crepaldi P; Italian Goat Consortium. Genetic diversity of Italian goat breeds assessed with a medium-density SNP chip. *Genet Sel Evol*. 2015 Aug 4;47(1):62. doi: 10.1186/s12711-015-0140-6. PMID: 26239391; PMCID: PMC4523021.
- Peng W, Zhang Y, Gao L, Shi W, Liu Z, Guo X, Zhang Y, Li B, Li G, Cao J, Yang M. Selection signatures and landscape genomics analysis to reveal climate adaptation of goat breeds. *BMC Genomics*. 2024 Apr 29;25(1):420. doi: 10.1186/s12864-024-10334-x. PMID: 38684985; PMCID: PMC11057119.
- Naderi S, Rezaei HR, Pompanon F, Blum MG, Negrini R, Naghash HR, Balkiz O, Mashkour M, Gaggiotti OE, Ajmone-Marsan P, Kence A, Vigne JD, Taberlet P. The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. *Proc Natl*

- Acad Sci U S A. 2008 Nov 18;105(46):17659-64. doi: 10.1073/pnas.0804782105. 10.1073/pnas.0804782105
- Stella A, Nicolazzi E.L., Van Tassell C.P, Rothschild M.F., Colli L, Rosen B.D., Sonstegard T.S, Crepaldi P., Tosser-Klopp G., Joost S. & the AdaptMap Consortium - AdaptMap: exploring goat diversity and adaptation. *Genetics Selection Evolution* volume 50, Article number: 61 (2018)
- Wilkins A.S., Wrangham R., Fitch W.T 2021The neural crest/domestication syndrome hypothesis, explained: reply to Johnsson, Henriksen, and Wright *Genetics* 2021 Jul 19;219(1):iyab098. doi: 10.1093/genetics/iyab098
- Wilkins A.S., Wrangham R., Tecumseh Fitch W. (2014) The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics. *Genetics*, Vol. 197, 795-808 doi: 10.1534/genetics.114.165423
- Zeder M., Hesse B., (2000) The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10.000 years ago. *Science*
- Zheng Z, Wang X, Li M, Li Y, Yang Z, Wang X, Pan X, Gong M, Zhang Y, Guo Y, Wang Y, Liu J, Cai Y, Chen Q, Okpeku M, Colli L, Cai D, Wang K, Huang S, Sonstegard TS, Esmailizadeh A, Zhang W, Zhang T, Xu Y, Xu N, Yang Y, Han J, Chen L, Lesur J, Daly KG, Bradley DG, Heller R, Zhang G, Wang W, Chen Y, Jiang Y. The origin of domestication genes in goats. *Sci Adv.* 2020 May 20;6(21):eaaz5216. doi: 10.1126/sciadv.aaz5216.



## VECCHIE E NUOVE STORIE DI DOMESTICAZIONE NEI RUMINANTI

Silvana Mattiello<sup>1</sup>

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali -  
Produzione, Territorio, Agroenergia



### Riassunto

La domesticazione può essere definita come un processo attraverso il quale una popolazione di animali si adatta all'uomo e alla condizione di cattività attraverso una combinazione di cambiamenti genetici e fenotipici che si ripetono di generazione in generazione. Questo implica che qualunque specie selvatica mantenuta in cattività per generazioni potrebbe teoricamente andare incontro a un processo di domesticazione, passando attraverso una serie possibile di tappe che vanno da una condizione totalmente selvatica, alla vita libera ma con differenti livelli di controllo da parte dell'uomo (ad esempio in parchi naturali o riserve di caccia), a condizioni di semi-libertà, fino alla cattività in recinti, allevamenti o giardini zoologici, dove si assiste dapprima ad un adattamento individuale alla presenza dell'uomo (addomesticamento) e successivamente ad una selezione intenzionale che porta finalmente alla domesticazione di un'intera popolazione. Esistono però alcune caratteristiche comportamentali che predispongono una specie piuttosto che un'altra ad andare incontro a questo processo. In particolare, un elevato livello di socialità, con conseguente formazione di un ordine gerarchico, e la mancanza di territorialità rappresentano le due caratteristiche che maggiormente facilitano il processo di domesticazione. Non stupisce quindi che tra i ruminanti le prime specie a intraprendere il percorso verso la domesticazione siano stati gli ovini e i caprini, e successivamente i bovini, che sono tutte specie altamente sociali e non territoriali. Tuttavia, altre specie di ruminanti possiedono queste caratteristiche e hanno imboccato in tempi più recenti questo percorso. Un esempio recente è rappresentato da alcune specie di Cervidi, e in particolare il cervo (*Cervus elaphus*) e il daino (*Dama dama*). Queste specie, anticamente sfruttate dall'uomo solo attraverso la caccia, sono state oggetto di caccia selettiva fin dal Paleolitico. Non mancano esempi di cervi e daini in cattività nei parchi in epoca medievale, nonché esempi di addomesticamento di individui utilizzati da nobili e reali per il traino di carri e carrozze. Intorno agli anni '70 si assiste all'inizio di una vera e propria attività di allevamento, che prevede il confinamento in condizioni di densità relativamente elevate (fino a 10 cervi o 25 daini/ettaro negli allevamenti neozelandesi), con controllo totale degli accoppiamenti, anche attraverso l'applicazione di tecniche di riproduzione assistita (inseminazione artificiale e trapianto di embrioni), che hanno permesso un rapidissimo progresso genetico e la fissazione delle caratteristiche maggiormente desiderate nell'arco di poche generazioni. Alcuni Stati europei considerano oggi cervi e daini come specie domestiche, anche se i loro parenti selvatici vivono ancora allo stato libero. La storia della domesticazione è quindi in continua evoluzione, e non si

---

<sup>1</sup> Professoressa associata di Zootecnia speciale

ferma ai Cervidi, ma possiamo osservarla anche in altre specie di ruminanti o pseudoruminanti in vari continenti, come ad esempio nel caso dell'eland (*Taurotragus oryx*) africano, del bue muschiato (*Ovibos moschatus*) in Nord America o della vigogna (*Vicugna vicugna*) in Sud America.

### Abstract

#### Old and new story of ruminant's domestication

Domestication can be defined as a process through which a population of animals adapts to humans and to captivity through a combination of genetic and phenotypic changes that recur over generations. This implies that any wild species kept in captivity for generations could theoretically undergo a process of domestication, progressing through a series of possible stages—from a completely wild state to a life of freedom with varying levels of human control (for example, in wildlife parks or game reserves), to semi-freedom, and finally to captivity in enclosures, farms, or zoos. In these conditions, animals initially adapt individually to the presence of humans (taming), followed by intentional selection that eventually leads to the domestication of an entire population. However, there are certain behavioral characteristics that predispose one species over another to undergo this process. Specifically, a high level of sociality, resulting in the formation of a hierarchical order, and the lack of territoriality are the two traits that most facilitate the domestication process. It is therefore unsurprising that among ruminants, the first species to embark on the path toward domestication were sheep and goats, followed by cattle, which are all highly social and non-territorial species. Nevertheless, other ruminant species possess these characteristics and have more recently embarked on this path. A recent example involves certain species of deer, particularly the red deer (*Cervus elaphus*) and the fallow deer (*Dama dama*). These species, once exploited solely through hunting, have been subject to selective hunting since the Paleolithic era. There are records of deer and fallow deer kept in captivity in parks during the medieval period, as well as examples of taming of individuals for use by nobility and royalty for pulling carts and carriages. Around the 1970s, a true farming practice began, involving confinement at relatively high densities (up to 10 red deer or 25 fallow deer per hectare on New Zealand farms), with complete control over breeding, even through the application of assisted reproductive techniques (artificial insemination and embryo transfer), which enabled rapid genetic progress and the fixation of desirable traits within just a few generations. Today, some European countries consider red and fallow deer as domestic species, although their wild relatives still live freely. Thus, the history of domestication is constantly evolving, not limited to deer but observed in other ruminant or pseudo-ruminant species across various continents, such as the African eland (*Taurotragus oryx*), the musk ox (*Ovibos moschatus*) in North America, or the vicuña (*Vicugna vicugna*) in South America.

### PREMESSA

Gentry et al. (2004) affermano che gli animali domestici mostrano quattro caratteristiche principali: 1) il loro allevamento è sotto il diretto controllo dell'uomo; 2) forniscono un prodotto o un servizio utile all'uomo; 3) presentano un elevato livello di docilità; 4) sono stati selezionati fino al punto da mostrare evidenti differenze rispetto ai loro parenti che vivono allo stato selvatico. Questi cambiamenti si verificano nel corso di un lungo processo, attraverso il quale una popolazione di animali si adatta all'uomo e alla condizione di cattività mediante una combinazione di cambiamenti che si ripetono di generazione in generazione (Price, 2002). I cambiamenti a livello genetico sono quelli che differenziano la domesticazione dall'addomesticamento. In italiano, questi due termini sono molto simili, e questo porta talvolta a confonderli. La terminologia inglese è invece molto più chiara, e già Darwin nel 1859 affermava che "*Domestication is more than taming*", cioè che la domesticazione (*domestication*) è più dell'addomesticamento (*taming*) (citato da Price, 1984). Quindi, mentre l'addomesticamento si applica a singoli individui isolati e implica principalmente differenze fenotipiche rispetto ai parenti selvatici, la domesticazione si riferisce a un'intera popolazione di animali, che differisce dalle popolazioni selvatiche della stessa specie anche dal punto di vista genetico. L'addomesticamento rappresenta una prima tappa verso la domesticazione.

La domesticazione è un processo graduale e lento, che avviene nel corso di diverse generazioni, ed è quindi impossibile definire il momento preciso in cui una popolazione diventa domestica. Le motivazioni e i passaggi che possono portare al compimento di questo fenomeno sono numerosi, ed è necessario che l'uomo acquisti consapevolezza del fatto che qualunque operazione gestionale venga effettuata su popolazioni selvatiche può di fatto rappresentare un primo passo del processo di domesticazione. L'attività venatoria, praticata fin dall'antichità, ha sempre operato in base a scelte effettuate dal cacciatore, che non necessariamente vanno nella direzione della selezione naturale. Quando gestiamo una popolazione selvatica, ad esempio in una riserva di caccia o in un parco, dobbiamo essere consapevoli del fatto che, decidendo quali animali vogliamo tenere e quali animali vogliamo abbattere, o fornendo occasionalmente alimento integrativo agli animali in caso di condizioni ambientali difficili, o eseguendo controlli sanitari, stiamo agendo sul patrimonio genetico di quella popolazione e stiamo contrastando la selezione naturale, muovendo di fatto un primo passo verso la domesticazione (Forni, 1990). L'azione dell'uomo diventa sempre più marcata a mano a mano che il controllo delle popolazioni aumenta, come per esempio quando degli animali selvatici vengono mantenuti in condizioni di semi-libertà, o addirittura in cattività in recinti, allevamenti o giardini zoologici, dove si assiste dapprima ad un adattamento individuale alla presenza dell'uomo (addomesticamento) e successivamente ad una selezione intenzionale che porta finalmente alla domesticazione di un'intera popolazione. Detto questo, possiamo immaginare che qualunque specie selvatica mantenuta in cattività per generazioni, con crescenti livelli di controllo da parte dell'uomo, potrebbe teoricamente andare incontro a un processo di domesticazione. Sappiamo però che, rispetto a tutte le specie di animali esistenti, questo processo si è verificato solo per poche specie, che presentavano alcune caratteristiche predisponenti.

### **CARATTERISTICHE PREDISPONENTI AL PROCESSO DI DOMESTICAZIONE**

Il processo di domesticazione può essere facilitato da specifiche caratteristiche comportamentali predisponenti (Tennessen e Hudson, 1981; Hart, 1985; Mignon-Grasteau et al., 2005), tra cui un elevato livello di organizzazione sociale (Stricklin, 2001) e la mancanza di comportamento territoriale sono particolarmente importanti. È però possibile che le attuali caratteristiche sociali di quelle che oggi consideriamo specie domestiche siano state accentuate dalla selezione avvenuta durante il processo di domesticazione: ad esempio, Stricklin (2001) riferisce che le renne vengono ancora selezionate in base alla loro posizione nella mandria (quelle che si trovano alla periferia della mandria vengono abbattute, mentre quelle che stanno al centro no). A proposito della renna (*Rangifer tarandus*), che di fatto rappresenta il primo Cervide ad essere considerato domestico, è interessante che la renna della tundra dell'Eurasia, più gregaria, sia andata incontro al processo di domesticazione, mentre il caribù nordamericano, appartenente alla stessa specie della renna, ma meno gregario, non sia mai stato reso domestico (Geist, 1998).

Altri caratteri favorevoli alla domesticazione sono la facilità di adattamento ad ambienti diversi (anche in termini di condizioni climatiche) e una dieta non specializzata (Hart, 1985), nonché la facilità di riprodursi in cattività e in situazioni di affollamento (Hemmer, 1990) e una certa resistenza agli effetti deleteri della consanguineità, che può aumentare in situazione confinata, soprattutto in presenza di pochi individui fondatori (Price, 1984).

Non stupisce che tra i ruminanti le prime specie a intraprendere il percorso verso la domesticazione siano stati gli ovini e i caprini, e successivamente i bovini, che sono tutte specie altamente sociali e non territoriali. Tuttavia, altre specie di ruminanti possiedono queste caratteristiche e hanno imboccato in tempi più recenti questo percorso.

## L'ESEMPIO DEI CERVIDI: DALLA CACCIA ALLA DOMESTICAZIONE

Nel caso dei Cervidi, così come di altri Ungulati, la storia del rapporto con l'uomo inizia con la caccia, prosegue con la gestione delle popolazioni selvatiche, talvolta in aree recintate (*deer parks*), e arriva fino al moderno allevamento, passando attraverso la comparsa occasionale di individui addomesticati.

Il primo rapporto tra uomo e Cervidi era basato esclusivamente sulla caccia. Fin dalla preistoria, il cervo (*Cervus elaphus*) è stato la preda preferita delle attività di caccia nell'emisfero settentrionale e le scene di caccia al cervo sono comuni in molte incisioni rupestri preistoriche (Figura 1) (Fossati, 1993).



Figura 1 - Scena di caccia al cervo raffigurata nelle incisioni rupestri della Valle Camonica

L'importante ruolo del cervo nell'economia umana è testimoniato dall'enorme quantità di ossa di Cervidi (principalmente di cervi e daini, *Dama dama*) rinvenute in quasi tutti i siti archeologici dell'Europa e dell'Asia occidentale. È stato stimato che, in passato, la carne proveniente da Cervidi rappresentasse tra il 40 e il 70% di tutta la carne consumata (Veary, 1991). Già in tempi preistorici troviamo evidenze che suggeriscono una gestione delle popolazioni di cervi deliberatamente mirata al mantenimento della consistenza della popolazione e alla salvaguardia del potenziale riproduttivo. Infatti, resti archeologici in molti Paesi europei dimostrano che già nel Paleolitico superiore, e poi anche nel Mesolitico e nel Neolitico, i cervi venivano utilizzati dall'uomo, che abbatteva selettivamente i giovani maschi, conservando la maggior parte delle femmine per futuri scopi riproduttivi (Jarman, 1976).

Un'ulteriore prova della gestione intenzionale dei cervi nel Neolitico è la presenza di un'enorme quantità di palchi di cervo, che venivano utilizzati per estrarre la selce a *Grimes Graves* (UK), una miniera attiva tra il 2.200 e il 2.500 a.C. circa. Di particolare rilievo è il fatto che la maggior parte dei palchi proveniva da cervi adulti e che spesso appartenevano agli stessi animali, che le perdevano ogni anno. Ciò suggerisce che i cervi migliori, con i palchi di maggior pregio, fossero esclusi dall'abbattimento, al fine di fornire ogni anno gli strumenti per l'estrazione, nonché di svolgere il ruolo di riproduttori per migliorare le caratteristiche della popolazione (Fletcher, 2003).

L'importanza economica del daino fu probabilmente maggiore nel Neolitico, soprattutto nell'isola di Cipro, dove questa specie fu introdotta dalla terraferma (Jarman, 1976). La dimensione inferiore degli individui provenienti da quest'isola rispetto a quelli della terraferma può essere interpretata, secondo Jarman (1976), come un segno precoce di domesticazione. La riduzione della taglia è infatti una delle tappe attraverso cui passa il processo di domesticazione (Zeuner, 1963).

Esempi più recenti di gestione controllata dei Cervidi (soprattutto cervi e daini) sono i *deer park*, che furono istituiti in molti paesi europei, soprattutto in epoca medievale. In quel periodo si stima che, solo in Inghilterra e nel Galles, esistessero ben 2.000 parchi dove gli animali erano mantenuti in cattività e le popolazioni erano controllate dal punto di vista numerico e godevano di integrazioni alimentari. Alcuni di questi parchi sono tuttora esistenti, anche se il loro numero è drasticamente diminuito (Cantor e Hatherly, 1979; Hingston, 1988). In questi parchi, sono stati spesso selezionati intenzionalmente animali con caratteristiche particolari, come ad esempio nel caso di daini e cervi bianchi (Figura 2), che avrebbero ovviamente scarse probabilità di sopravvivenza in natura (i cerbiatti di colore bianco sono facilmente individuabili e quindi facili oggetto di predazione, mentre la normale colorazione maculata dei piccoli dei Cervidi favorisce il mimetismo). La conservazione nuovi fenotipi all'interno di aree confinate è uno dei meccanismi genetici che hanno agito durante il processo di domesticazione, e che ha avuto un effetto importante per la differenziazione delle varie razze all'interno delle specie domestiche (Price, 1998).



*Figura 2 - Cervi bianchi in un parco della Repubblica Ceca*

L'addomesticamento dei cervi è ben documentato fin dalla preistoria (a partire dall'età del rame) da incisioni rupestri in Italia, Spagna, Polonia e Austria, che mostrano uomini che cavalcano cervi, addirittura usandoli per la caccia al cervo, o che rappresentano carri trainati da cervi.

Venendo a tempi più recenti, nell'iconografia del XVIII secolo troviamo altri esempi di cervi utilizzati per trainare i carri della nobiltà, come quello del successore di Assia e di altri sovrani tedeschi (Forni, 1989), o Augusto II in La Polonia, che aveva il suo carro trainato da otto cervi, o il Duca di Meningen, che aveva una squadra di cervi bianchi addomesticati (Mazzoni, 1970).

L'addomesticamento di singoli animali e il loro adattamento alla presenza umana non implicano però la domesticazione della specie. Tuttavia, l'addomesticamento rappresenta, come abbiamo già visto, un primo passo, e può contribuire all'avanzamento del processo. Per esempio, i piccoli di renna, addomesticati dai Lapponi e poi reintrodotti nelle mandrie selvatiche, venivano usati come animali guida per condurre i movimenti delle mandrie e, senza dubbio, questo ha giocato un ruolo importante durante il processo di domesticazione delle renne (Putman, 1988).

Più recentemente, pratiche analoghe sono state utilizzate con successo per abituare i cervi selvatici alla cattività nelle fasi iniziali dell'allevamento dei cervi nel Regno Unito: lo stock iniziale era infatti formato da cerbiatti catturati in natura e poi allattati artificialmente. Ciò ha prodotto animali addomesticati, che a loro volta hanno contribuito all'addomesticamento di nuovi individui, che hanno poi costituito la base delle future popolazioni domestiche (Clutton-Brock, 1987; Fletcher, 2003).

La renna è considerata il primo, e da alcuni anche l'unico, Cervide veramente domestico (Clutton-Brock, 1987), anche se talvolta viene descritta come una specie semi-domestica, a causa dei sistemi di pastorizia estensivi o nomadi con cui viene gestita, dove l'interferenza umana è estremamente limitata (Arney, 2023). Secondo Clutton-Brock (1987), l'addomesticamento delle renne risale al 1.000 a.C., anche se le renne avevano già iniziato molto prima a sviluppare uno stretto rapporto con l'uomo. Ciò avvenne probabilmente nel Mesolitico, quando gli uomini inizialmente seguivano mandrie di renne, che a loro volta iniziarono poi a modificare le loro rotte migratorie per muoversi seguendo gli spostamenti degli insediamenti umani (Jarman, 1976; Forni, 1990). In questo senso Budiansky (1999) descrive il rapporto tra l'uomo e la renna come una coevoluzione, avvenuta attraverso una serie di cambiamenti biologici che si sono verificati in entrambe le specie. Questo rapporto è ancora molto importante per le economie locali di molte piccole comunità, soprattutto nelle regioni settentrionali della foresta boreale e della tundra, dove le renne vengono allevate per la carne, il cuoio, i palchi e, in misura minore, per il latte e per i trasporti, rappresentando probabilmente la risorsa più importante per la sopravvivenza delle popolazioni che abitano quelle aree inospitali (Burch, 1972).

Uno stadio più avanzato di addomesticamento è stato raggiunto con il cervo sika (*Cervus nippon*) e altre specie di Cervidi allevati nei paesi orientali (principalmente Cina) da più di 2.000 anni (Chapman, 1991). I tentativi di allevare il cervo di Padre David (*Elaphurus davidianus*) iniziarono probabilmente in Cina anche prima, intorno al 1.000 a.C. (Veary, 1991). Le considerazioni economiche che portarono l'uomo allo sviluppo pianificato dell'allevamento di queste specie erano legate all'importanza di alcuni prodotti (velluto, palchi e molte altre parti del corpo, come ossa, midollo osseo, sangue, tendini, sperma e molti altri) nella medicina tradizionale orientale (Kong e But, 1985; citato da Putman, 1988). In questi primi sistemi di allevamento, gli animali venivano mantenuti in ambiente confinato e la loro alimentazione e la loro gestione venivano strettamente controllate al fine di ottimizzare le produzioni, in particolare quella del velluto ottenuto dai palchi in accrescimento, che spunta prezzi decisamente elevati sui mercati asiatici. Infatti, la farmacopea orientale attribuisce a questo prodotto numerose proprietà benefiche (tonico per bambini in crescita e persone anziane, integratore minerale, ecc.) e afrodisiache, anche se questi effetti non sono mai stati scientificamente provati (Gilbey e Perezgonzalez, 2012).

Una testimonianza di quella che Forni (1989) chiama "para domesticazione" del cervo si trova nel famoso codice longobardo detto "Editto di Rotari" (643 d.C.), dove viene fatta una netta differenziazione tra cervo domestico ("*Cervus domesticus*") e cervo selvatico ("*Cervus ferus*"), e suggerisce che i Longobardi praticassero già qualche forma di allevamento dei cervi come pratica comune e continuativa.

Nel corso degli anni troviamo vari tentativi per allevare anche altre specie di Cervidi, come l'alce (*Alces alces*) e il cervo mosco (*Moschus spp.*). L'alce è stato sfruttato dall'uomo per molti anni come animale da tiro (Putman, 1988); in Svezia, agli inizi del XIX secolo, veniva utilizzato anche per la produzione di latte (Zeuner, 1963); più recentemente, intorno agli anni '50, sono stati effettuati alcuni tentativi di domesticazione della specie anche in Russia (Clutton-Brock, 1987). Nel caso del cervo mosco, le considerazioni economiche alla base dell'allevamento di questa specie erano legate alla produzione da parte dei maschi adulti di una particolare secrezione della ghiandola prepuziale, il

muschio, utilizzato in profumeria e nella medicina tradizionale orientale da circa 5.000 anni. Questo prodotto è considerato più prezioso dell'oro; di conseguenza, i cervi moschi sono stati a lungo cacciati intensivamente. Il bracconaggio, unitamente alla frammentazione e alla perdita del loro habitat originario, ha portato la specie sull'orlo dell'estinzione (Zhang et al., 2024). A causa proprio della drastica diminuzione della popolazione, verso la metà del XX secolo furono avviati alcuni tentativi di allevare questo piccolo Cervide, ma la quantità di muschio ottenuta tramite la spremitura delle ghiandole era molto bassa, e quindi economicamente poco conveniente (Putman, 1988). Inoltre, dal 1999 l'importazione di muschio è stata vietata nell'Unione Europea e i produttori di cosmetici sono stati costretti a rivolgersi ad alternative sintetiche. Questi sono alcuni dei motivi per cui l'allevamento del cervo mosco non ha avuto molto successo. Un'altra ragione importante risiede nel fatto che i moschi, come gli alci, sono tendenzialmente solitari e, pertanto, scarsamente predisposti ad andare incontro al processo di domesticazione (Hemmer, 1990).

### I MODERNI ALLEVAMENTI DI CERVIDI

Il moderno allevamento dei cervi è iniziato in Nuova Zelanda. I cervi furono introdotti in questo paese a metà del XIX secolo, e le loro popolazioni trovarono qui condizioni ambientali ideali, che permisero loro di aumentare rapidamente di numero, fino al punto da divenire animali nocivi, a causa dei danni ingenti che provocavano alla vegetazione nativa del luogo. Per questo motivo, furono intraprese delle campagne di abbattimento, realizzate dagli elicotteri. La grande quantità di cervi abbattuti si tradusse in un'ingente quantità di carne, che iniziò ad essere esportata con successo, creando un mercato che produceva un considerevole reddito. Negli anni '70, quando il numero dei cervi selvatici iniziò a diminuire, gli elicotteri vennero utilizzati per organizzare, al posto degli abbattimenti, delle catture con le reti, che fornirono lo stock iniziale per i primi allevamenti, che permisero di continuare a soddisfare la domanda che si era creata per il mercato di carne di selvaggina (Reinken, 1990). Più o meno nello stesso periodo, furono avviati in Scozia i primi esperimenti europei di allevamento dei cervi, al fine di valorizzare le aree marginali (Kay, 1991; Fletcher, 1991; Fletcher, 2003). La principale specie allevata era il cervo, ma in altri paesi europei, come in Australia e in Nuova Zelanda, anche il daino è oggi una specie comunemente allevata (Reinken, 1990). Altre specie di Cervidi meno comuni nei moderni allevamenti sono il cervo sika e il cervo rusa (*Cervus timorensis*) (Brelurut et al., 1990). Gli allevamenti di cervi sono oggi presenti su larga scala in Nuova Zelanda e, in misura minore, in Europa, Nord America, Australia e persino nelle regioni tropicali, come Mauritius e Nuova Caledonia (Fletcher, 2002).

Più recentemente, negli anni '90, i progressi nelle tecniche di allevamento e riproduzione dei cervi hanno consentito la realizzazione di incroci tra specie e sottospecie differenti. Studi scientifici (Lenz et al., 1993) ed esperienze dirette di allevatori (Barnes, 1993) hanno dimostrato che gli incroci tra daino europeo (*D. d. dama*) e daino mesopotamico (*D. d. mesopotamica*) sono significativamente più pesanti, hanno indici di conversione alimentare migliori e possono essere macellati prima rispetto alla sottospecie europea comunemente allevata. Gli incroci possono quindi essere allevati con notevoli vantaggi economici per la produzione di carne. Analoghi vantaggi si presentano nel caso di incroci tra cervo europeo e cervo nordamericano (wapiti, *Cervus canadensis*) (Moore e Littlejohn 1989; Scott 1992).

I moderni allevamenti sono organizzati con recinti e corridoi per la movimentazione degli animali, che terminano con strutture specifiche per la cattura, l'immobilizzazione e la manipolazione, permettendo di ottimizzare le operazioni di gestione nei diversi sistemi di produzione, che vanno da situazioni estensive a situazioni intensive, con densità relativamente elevate, che negli allevamenti neozelandesi possono arrivare fino a 10 cervi

o 25 daini/ettaro (Figura 3) (Reid, 1988; Blaxter et al., 1988; Brelurut et al., 1990; Reinken, 1990).



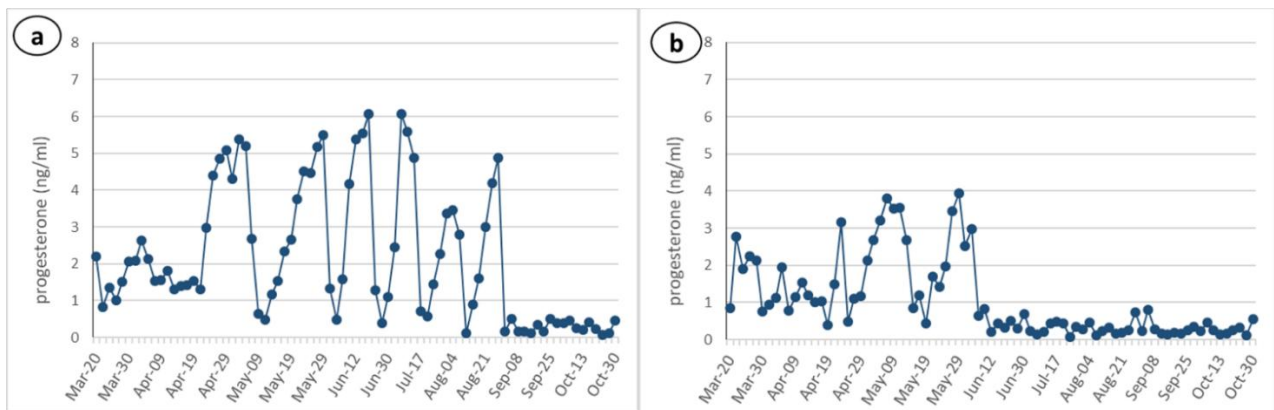
*Figura 3. Allevamento intensivo di cervi in Nuova Zelanda*

Queste forme di allevamento hanno comportato ovviamente una selezione, in parte naturale e in parte artificiale, degli individui più adatti a vivere in situazione confinata e a stretto contatto con l'uomo.

La selezione naturale ha fatto sì che gli individui inadatti a vivere in allevamento non sopravvivessero o, nel caso in cui riuscissero a sopravvivere, non fossero in grado di produrre alcuna prole, impedendo la nascita di nuovi individui inadatti all'allevamento. Ad esempio, durante un esperimento volto a confrontare le caratteristiche riproduttive di daini europei puri e di incroci di daini europei con daini della sottospecie mesopotamica (3/4 europeo x 1/4 mesopotamico), si è notato che una femmina di un anno derivante da incrocio delle due sottospecie ha mostrato una cessazione anticipata dei cicli estrali (Figura 4) (Mattiello, 1994).

Questo fenomeno si è probabilmente verificato come conseguenza dell'elevato livello di stress prodotto dalle frequenti manipolazioni e dai prelievi di sangue, richiesti dal protocollo sperimentale. Questa femmina derivante dall'incrocio delle due sottospecie aveva infatti mostrato un comportamento molto agitato e spesso vocalizzava durante le manipolazioni. Asher et al. (1996) sostengono che lo stress può inibire l'ovulazione nei Cervidi, soprattutto in animali giovani, e suggeriscono che l'effetto dello stress sull'attività riproduttiva potrebbe essere correlato alla relativamente recente storia di domesticazione di queste specie. Poiché l'utilizzo del genotipo mesopotamico negli allevamenti commerciali di daini è ancora più recente dell'utilizzo della più comune sottospecie europea, è possibile che l'origine genetica dell'incrocio europeo x mesopotamico (cioè, il suo stadio meno avanzato nel processo di domesticazione) abbia

contribuito a rendere il soggetto più suscettibile allo stress prodotto dalle procedure gestionali e sperimentali. In termini evolutivi, la soppressione dell'ovulazione in individui inadatti all'allevamento implica che tali individui non si riproducano o si riproducano meno regolarmente rispetto a individui più adatti e tolleranti allo stress, favorendo la scomparsa dal pool genetico di soggetti dal comportamento nevrotico e agitato. In pratica, questa femmina di daino derivante da incrocio europeo x mesopotamico è stata oggetto di selezione artificiale, venendo macellata subito dopo la fine della prova, proprio perché il suo temperamento nervoso ne rendeva estremamente difficile la manipolazione e l'allevamento.



**Figura 4.** Livelli di progesterone nel sangue di una femmina di daino europeo puro (a) e di un incrocio di daino europeo con la sottospecie mesopotamica (b). Nel secondo si notano l'irregolarità e la precoce interruzione dei cicli estrali (Mattiello, 1994)

La selezione artificiale è sempre stata alla base del processo di domesticazione ed ha agito producendo modificazioni a livello genotipico. Queste modificazioni possono oggi verificarsi più rapidamente che in passato, grazie al recente sviluppo di tecniche di selezione e riproduzione artificiale (inseminazione artificiale, multiovulazione e trapianto di embrioni), inizialmente sviluppate per specie con storie di domesticazione antiche (ad esempio bovini, ovini, caprini) e successivamente adattate anche per specie come il cervo e il daino, la cui storia di domesticazione è decisamente più recente. Grazie all'applicazione di queste tecniche e ad un controllo pressoché totale degli accoppiamenti, è stato possibile realizzare un rapidissimo progresso genetico, con la fissazione delle caratteristiche maggiormente desiderate nell'arco di poche generazioni (Stricklin, 2001). La pressione genetica che risulta dall'applicazione di tecniche di selezione artificiale è probabilmente una delle ragioni per cui, nell'arco di pochi decenni, le popolazioni di cervi e daini allevati mostrano già caratteristiche comportamentali, fisiologiche, morfologiche e produttive notevolmente diverse da quelle dei loro parenti selvatici.

## CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Non esiste un confine definito che separi le popolazioni selvatiche da quelle domestiche, poiché la domesticazione è un processo evolutivo lento (Price, 1999), che implica una transizione su scala continua dall'ambiente naturale a una situazione di cattività (Carlstead, 1996). Nel caso del cervo e del daino esistono diverse fasi intermedie del loro rapporto con l'uomo, che vanno dal puro sfruttamento venatorio, alla gestione di popolazioni selvatiche o semi-selvatiche, a sporadici tentativi di addomesticamento, fino alle più recenti imprese allevatoriali.

L'impulso economico, la conoscenza delle caratteristiche biologiche delle specie, lo sviluppo delle moderne tecniche di allevamento e gestione (comprese le tecniche di riproduzione artificiale), nonché la pressione selettiva più o meno volontaria esercitata sui cervi e sui daini nel corso della storia della loro relazione con l'uomo, insieme alle caratteristiche intrinseche di queste specie, hanno reso possibile il raggiungimento della loro domesticazione. Infatti, se accettiamo la definizione di animali "domestici" di Gentry et al. (2004), le popolazioni di cervi e daini allevati possono oggi essere considerate domestiche, in quanto il loro allevamento e la loro riproduzione in cattività sono controllati dall'uomo, forniscono prodotti e servizi utili all'uomo, hanno sviluppato un temperamento più docile rispetto ai parenti selvatici e, in generale, presentano caratteristiche comportamentali, fisiologiche e morfologiche che li differenziano dalle popolazioni selvatiche, e che sono state fissate a livello genetico.

La storia della domesticazione è quindi in continua evoluzione, e non si ferma ai Cervidi, ma possiamo osservarla anche in altre specie di ruminanti o pseudoruminanti in vari continenti. Ad esempio, l'eland, o antilope alcina (*Taurotragus oryx*), è considerato una specie di antilope ideale per andare incontro al processo di domesticazione, grazie alle sue caratteristiche di socialità, alla produzione di carne magra, di ottima qualità, e alla sua resistenza alla siccità e alle malattie (Musa et al., 2024). In situazioni climatiche difficili, come quelle che spesso si incontrano in Africa, questa risorsa genetica animale può rappresentare una valida alternativa all'allevamento di specie meno adattate all'ambiente. Un altro caso interessante è la recente storia di domesticazione del bue muschiato (*Ovibos moschatus*), allevato in Nord America principalmente per la produzione di fibra, ma anche di carne e latte. La sopravvivenza di questa specie è stata gravemente minacciata in passato a causa di una caccia non sostenibile, e l'allevamento e la domesticazione si presentano quindi come un mezzo per permettere la sua sopravvivenza futura (Wilkinson, 1974). Anche per la vigogna (*Vicugna vicugna*) in Sud America l'allevamento e la domesticazione rappresentano una via di salvezza per continuare il recupero della specie, in passato gravemente minacciata a causa della caccia indiscriminata per ottenere la sua preziosa fibra, oltre che carne e pelli (Vilá e Arzamendia, 2022).

In conclusione, il processo di domesticazione non si è esaurito con le specie oggi tradizionalmente considerate domestiche, ma sta già coinvolgendo nuove specie e potrà coinvolgerne altre in futuro, favorendo l'utilizzo di risorse animali ben adattate a climi e situazioni ben diversificati, con notevoli vantaggi dal punto di vista produttivo, fornendo anche un importante contributo alla conservazione della biodiversità animale.

## BIBLIOGRAFIA

- Arney D. (2023) Farming non-domesticated and semi-domesticated terrestrial species. In: A. Knight, C. Phillips, P. Sparks "Routledge Handbook of Animal Welfare". Routledge, Taylor & Francis Group, New York, NY. Cap. 9, pp. 103-114.
- Asher G.W., Fisher F.W., Fennessy P.F. (1996) Environmental constraints on reproductive performance of farmed deer. *Anim. Reprod. Sci.*, 42: 35-44.
- Barnes K.A. (1993) The effect of introducing Danish and Mesopotamian bloodlines on the performance of fallow deer in South Australia. In G.W. Asher (Ed.) "Proceedings of the First World Forum on Fallow Deer Farming", Mudgee, Australia, pp. 165-167.
- Blaxter K., Kay R.N.B., Sharman G.A.M., Cunningham J.M.M., Eadie J., Hamilton W.J. (1988) Farming the red deer. Development of Agriculture and Fisheries for Scotland, Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh, Scotland, UK, 118 pp.
- Brelurut A., Pingard A., Thériez M. (1990) Le cerf et son élevage. INRA. Editions du Point Vétérinaire, Maison-Alfort, France, 143 pp.

- Budiansky S. (1999) The covenant of the wild: why animals chose domestication. Yale University Press, U.S.A., 190 pp.
- Burch E S. Jr. (1972). The Caribou/Wild Reindeer as a Human Resource. *American Antiquity* 37 (3): 339-368. doi:10.2307/278435.
- Cantor L.M., Hatherly J.M. (1979) The medieval parks of England, *Geography* 64, 71-85.
- Carlstead K. (1996) Effects of captivity on the behaviour of wild mammals. In D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, S. Lumpkin (Eds): "Wild mammals in captivity, principles and techniques". Univ. Chicago Press, Chicago, IL, pp. 317-333.
- Chapman N. (1991) Deer. Whittet Books Ltd., London, U.K., 136 pp.
- Clutton-Brock J. (1987) A natural history of domesticated mammals. Cambridge University Press, British Museum (Natural History), Stockbridge, Hampshire, U.K., 238 pp.
- Fletcher J. (1991) Deer farming within Britain. In F. Rambotti, G. Gabrielli, D. Canosci "Proceedings of the I International Congress Allevamenti di Selvaggina", Grado, Italy, Delta Grafica, Città di Castello (PG). pp. 29-33.
- Fletcher T.J. (2002) The domestication and husbandry of deer in tropical regions. *Tropical Agriculture Association Newsletter*, 22: 3-7.
- Fletcher T.J. (2003) Fletcher's game. A vet's life with Scotland's deer. Mercat Press, Edinburgh, Scotland, UK, 222 pp.
- Forni G. (1989) Evidences for a "*protobreeding*" of red deer. Red deer as a "*domesticoid*" animal. *Archaeozoologia*, 3: 179-190.
- Forni G. (1990) Gli albori dell'agricoltura. Reda, Roma, Italy, 430 pp.
- Fossati A. (1993) Il mondo dei Camunni. L'arte rupestre in Val Camonica. Valcamonica Preistorica, Vol. 4. Edizioni della Cooperativa Archeologica "Le Orme dell'Uomo", Valcamonica (BS), Italy, 16 pp.
- Geist V. (1998) Deer of the World. Their evolution, behavior and ecology. Stackpole Books, Mechanicsburg, PA, 421 pp.
- Gentry A., Clutton-Brock J., Groves C.P. (2004) The naming of wild animal species and their domestic derivatives. *J. Archeol. Sci.*, 31: 645-651.
- Gilbey A., Perezgonzalez J.D. (2012) Health benefits of deer and elk velvet antler supplements: a systematic review of randomised controlled studies. *N. Z. Med. J.*, 125 (1367): 80-6.
- Hart B.L. (1985) Behavior of domestic animals. W.H. Freeman and Company, New York, N.Y., 390 pp.
- Hemmer H. (1990) Domestication: the decline of environmental appreciation. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 208 pp.
- Hingston F. (1988) Deer parks and deer of Great Britain. Sporting & Leisure Press. Buckingham, Bucks, U.K., 136 pp.
- Jarman M.R. (1976) Early animal husbandry. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B*, 275 (936), 85-97.
- Kay R.N.B. (1991) Farming the red deer in Britain. In F. Rambotti, G. Gabrielli, D. Canosci "Proceeding of the I International Congress Allevamenti di Selvaggina", Grado, Italy, Delta Grafica, Città di Castello (PG). pp. 97-106.
- Lenz M.L., English A.W., Dradjat A. (1993) Initial studies on the growth performance of Mesopotamian fallow deer hybrids. In G.W. Asher (Ed): "Proceedings of the First World Forum on Fallow Deer Farming", Mudjee, Australia. pp. 157-164.
- Mattiello S. (1994) L'allevamento di ungulati selvatici: studio di alcuni aspetti produttivi, fisiologici e comportamentali. PhD thesis. Università degli Studi di Milano.
- Mazzoni R. (1970) Allevamenti di selvaggina nei terreni abbandonati. Edagricole, Bologna, Italy, 108 pp.
- Mignon-Grasteau S., Boissy A., Bouix J., Faure J.M., Fisher A.D., Hinch G.N., Jensen P., Le Neindre P., Morméde P., Prunet P., Vandeputte M., Beaumont C. (2005) Genetics of adaptation and domestication in livestock. *Livest. Prod. Sci.*, 93: 3-14.

- Moore G.H., Littlejohn R.P. (1989) Hybridisation of farmed wapiti (*Cervus elaphus manitobensis*) and red deer (*Cervus elaphus*). New Zeal. J. Zool., 16: 191-198.
- Musa A.S., Needham T., Kotrba R., Ceacero F. (2024) Activity and social behaviour of farmed common eland (*Taurotragus oryx*), and the effect of immunocastration thereon. Appl. Anim. Behav. Sci., 272: 106189.
- Price E.O. (1984) Behavioural aspects of animal domestication. The Quarterly Review of Biology, 59: 1-32. 5.
- Price E.O. (1998) Behavioral genetics and the process of animal domestication. In T. Grandin (Ed.) "Genetics and behavior of domestic animals". Academic Press, San Diego, CA.
- Price E.O. (1999) Behavioural development in animals undergoing domestication. Appl. Anim. Behav. Sci., 65: 245-271.
- Price E.O. (2002) Animal domestication and behaviour. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, pp. 297.
- Putman R.J. (1988) The natural history of deer. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, New York, N.Y., 191 pp.
- Reid H.W. (Ed) (1988) The management and health of farmed deer. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, NL., 206 pp.
- Reinken G. (1990) Deer Farming: a practical guide to German Techniques. Farming Press, Ipswich, U.K., 289 pp.
- Scott I. (1992) Elk and hybrid management. Proceedings of a Deer Course for Veterinarians, NZVA, Deer Branch Course N. 9, Methven, New Zealand, pp. 187-194.
- Sisti O. (in corso di stampa) I giovani del Silter DOP: esperienze di una produzione casearia della Lombardia, con video-interviste a giovani produttori. Quaderno SoZooAlp, 12.
- Stricklin W.R. (2001) Evolution and domestication of social behaviour. In L.J. Keeling and H.W. Gonyou (Eds.): "Social behaviour in farm animals". CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, pp. 83-110.
- Tennessen T., Hudson R.J. (1981) Traits relevant to the domestication of herbivores. Appl. Anim. Ethol., 7: 87-102.
- Veary C.M. (1991) Wildlife ranching and meat production: a global overview. Proceedings of a Deer Course for Veterinarians, NZVA - Deer Branch, Course n. 8, Sydney, NZ, pp 22-30.
- Vilá B., Arzamendia Y. (2022) South American Camelids: their values and contributions to people. Sustainability Science, 17: 707-724.
- Wilkinson P.F. (1974) The history of musk-ox domestication. Polar Record, 17(106): 13-22.
- Zeuner F.E. (1963) A history of domesticated animals. Hutchinson, London, U.K., 560 pp.
- Zhang Z., Wang X., Su Y., Hu T., Duo H., Yang Y., Aorigele, Zhang J., Teng L., Liu Z. (2024) Assessing population status and influencing factors of alpine musk deer in patchy habitats: Implications for conservation strategies. Global Ecol. Conserv., 54: e03134.

# TECNOLOGIA E NUTRIZIONE: OPPORTUNITÀ E SFIDE PER IL SETTORE LATTIERO-CASEARIO

Ivano De Noni<sup>1</sup>

*Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente - Università degli Studi di Milano*



## Riassunto

Il latte e i suoi derivati sono ancora al centro delle linee guida per una corretta alimentazione. Nonostante alcuni segni di debolezza (consumi di latte alimentare), le possibilità di crescita del mercato lattiero-caseario non mancano. Negli ultimi anni, tuttavia, il settore latte non è rimasto immune da nuovi stili e tendenze alimentari. Salutismo, food blogger, (dis)informazione, mass media o nuova cultura alimentare? Quali che siano le motivazioni, l'effetto è stato un significativo cambiamento delle aspettative nutrizionali del consumatore e, conseguentemente, delle sue scelte di acquisto. In questa prospettiva, i prodotti tradizionali oggi non bastano. Salute, benessere, sostenibilità, prezzo e valore sensoriale si affiancheranno alla sicurezza come attributi qualitativi chiave che condizionano la percezione di qualità e quindi l'accettabilità di latte e derivati. Attributi che richiedono cambiamenti verso i quali il settore lattiero-caseario ha spesso mostrato scarsa resilienza, non anticipandoli e subendone gli effetti. Nuovi aspetti qualitativi da affrontare con un approccio olistico all'innovazione di processo e di prodotto, ma anche alla comunicazione. Che dovrà adeguarsi ai nuovi media e trovare il giusto equilibrio tra emotività e una corretta informazione scientifica corretta e puntuale

## Abstract

### **Technology and Nutrition: Opportunities and Challenges for the Dairy Sector**

Milk and its derivatives are still central to guidelines for a balanced diet. Despite some signs of weakness (such as in the consumption of fluid milk), the dairy market still holds growth potential. In recent years, however, the dairy sector has not been immune to new dietary styles and trends. Health consciousness, food bloggers, (mis)information, mass media, or a new food culture? Whatever the motivations, the result has been a significant shift in consumers' nutritional expectations and, consequently, in their purchasing choices. From this perspective, traditional products are no longer enough. Health, well-being, sustainability, price, and sensory value will join safety as key quality attributes that influence the perception of quality and thus the acceptability of milk and dairy products. These attributes demand changes that the dairy sector has often shown little resilience in addressing, failing to anticipate them and suffering the consequences. New qualitative aspects need to be addressed with a holistic approach to process and product innovation, but also to communication. This communication will need to adapt to new

---

<sup>1</sup> Professore Associato di Scienze e tecnologie alimentari

media and strike the right balance between emotional appeal and accurate, timely scientific information.

## PREMESSA

Tra qualche anno la produzione mondiale di latte supererà di decine di miliardi di litri quella attuale, con consumi globali in espansione. Uno scenario potenzialmente favorevole per il settore lattiero-caseario, ma estremamente diversificato per aree geografiche e per tipo di prodotti. Infatti, la domanda di latte crescerà soprattutto nei mercati emergenti per l'incremento dell'urbanizzazione e dei redditi. Mercati nei quali il latte è valorizzato e consumato soprattutto per il suo valore nutrizionale di base.

Al contrario, in molti Paesi avanzati, il consumo pro capite di latte è in calo e lo sviluppo del mercato è fortemente condizionato da cambiamenti, più o meno consapevoli e consolidati, degli stili e delle tendenze alimentari. Non solo, in questi contesti il valore nutrizionale del latte è sempre più in discussione. In larga parte come conseguenza di questi mutati stili di consumo, ma anche per disinformazione, fake news e l'assenza di iniziative autorevoli per porre rimedio a questo fenomeno di revisione, spesso acritica, dell'importanza di latte e derivati nell'alimentazione umana. Non escluso l'assordante silenzio di parte dei protagonisti della filiera latte e, perché no, anche della politica. Pensare che Churchill nel marzo 1943, in un periodo di certo critico per altre situazioni, affermava alla BBC che *"There is no finer investment for any community than putting milk into babies. Healthy citizens are the greatest asset any country can have"*. Nella convinzione, comune allora, dell'intrinseca e connaturata qualità nutrizionale del latte, soprattutto per certe fasce di consumatori. Per supportare più scientificamente questa affermazione basterebbe l'antropologia. Il latte rappresenta infatti un raro esempio di co-evoluzione cibo-uomo. Che ha creato una pressione selettiva a favore della persistenza del gene per la lattasi attribuendo ai soggetti che la possedevano un enorme vantaggio evolutivo in termini di qualità dell'alimentazione e sopravvivenza.

## UN ALIMENTO UNICO

Non è un caso che il latte rappresenti un *unicum* tra gli alimenti in termini di complessità (bio)chimica e fisica, proporzionata alla sua primaria funzione nutrizionale. Il latte costituisce infatti un formidabile "ammasso" molecolare e cellulare, un "universo" apparentemente caotico, in interazione continua sulla base di equilibri e componenti che l'uomo ha imparato a gestire, modificare ed utilizzare. All'interno di questo universo, il "sistema caseocentrico" è sempre stato quello di riferimento nel nostro Paese, dove da tempo vengono soprattutto valorizzate le caratteristiche del latte più collegate alla sua qualità casearia che non a quella nutrizionale.

Oggi le aspettative del consumatore per salute, benessere e la comparsa di nuovi stili di vita hanno determinato un vero cambiamento di "sistema" con al centro il tema della nutrizione. Indipendentemente dalle motivazioni, questi cambiamenti hanno delineato tendenze importanti per il presente e il futuro del settore latte. A cominciare dal segmento dei prodotti "senza..." o "con...", quindi alleggeriti o arricchiti. Un successo che, purtroppo, ha anche rafforzato la convinzione che latte e derivati non alleggeriti o non arricchiti siano poco validi in termini nutrizionali o peggio poco salutari.

Il successo commerciale di questi prodotti ha in ogni caso favorito una significativa diversificazione dell'offerta e un incremento del livello di innovazione del comparto lattiero-caseario. Come testimoniato dai prodotti delattosati che oggi rappresentano un'area matura di innovazione e di mercato, e che caratterizzano quasi tutte le referenze merceologiche: latte alimentare, latti fermentati, formaggi, creme e burro. Prodotti oggi preparati con tecnologie routinarie, diffuse dal piccolo al grande stabilimento grazie alla disponibilità di lattasi a basso costo, con ampie condizioni di utilizzo e prive di attività

enzimatiche secondarie. Anche i prodotti lattiero-caseari arricchiti, come il latte alimentare con calcio, fibre, vitamine o omega 3, sono una referenza matura, commercialmente e tecnologicamente.

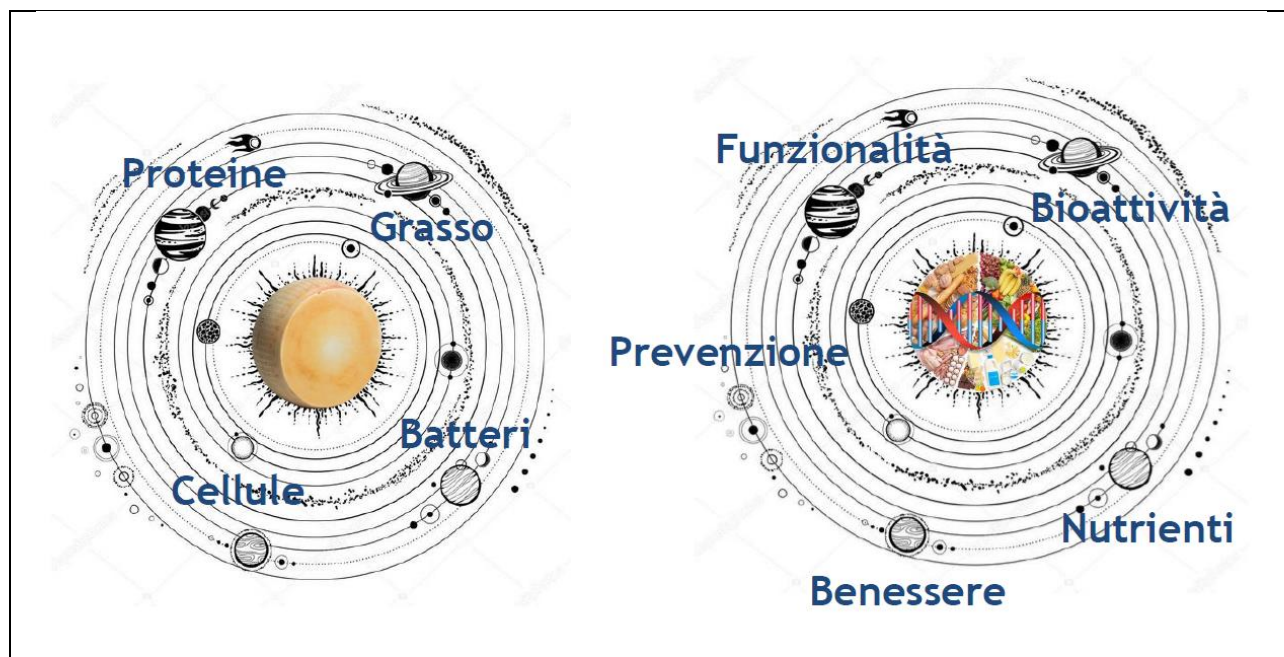


Figura 1 - Il recente cambio di paradigma nella percezione del valore alimentare e nutrizionale del latte

### PRODOTTI AD ALTO CONTENUTO PROTEICO

Attualmente, sono soprattutto i prodotti ad alto contenuto proteico a spingere i consumi e l'innovazione nell'ambito di questa tipologia di prodotti. Questo trend determinerà anche un ulteriore sviluppo delle tecnologie di filtrazione tangenziale e cromatografiche in ambito lattiero-caseario. Tecniche che rappresentano il *driver* tecnologico che ha permesso, dagli anni Sessanta ad oggi, di separare dal latte e, soprattutto dal siero, macro- e micro-frazioni proteiche di enorme valore funzionale, biologico e tecnologico. Non è difficile quindi comprendere perché lo sfruttamento del siero è un *driver* di filiera che, in certi contesti geografici, crea più valore aggiunto nutrizionale del latte. Infatti, la disponibilità di diverse frazioni sieroproteiche ha consentito di migliorare la valenza nutrizionale di prodotti già ad alto valore aggiunto presenti sul mercato. Basta considerare i latti per la prima infanzia nella cui preparazione da tempo vengono utilizzati derivati sieroproteici o singole sieroproteine separate per filtrazione e/o cromatografia. Oppure pensare ai prodotti per l'alimentazione sportiva, nella cui formulazione rientrano concentrati, isolati o idrolizzati sieroproteici. O ancora agli integratori, nei quali le proteine di latte e siero vengono utilizzate per la gestione del peso nell'adulto o per la prevenzione della perdita di massa muscolare nell'anziano. E il mercato della nutrizione clinica, un'altra opportunità per sfruttare queste proteine per combattere la malnutrizione. Senza dimenticare, infine, i potenziali effetti sulla salute collegabili alla presenza di peptidi provenienti dalle stesse proteine per idrolisi durante i processi fermentativi di latte e derivati e/o la loro digestione gastrointestinale.

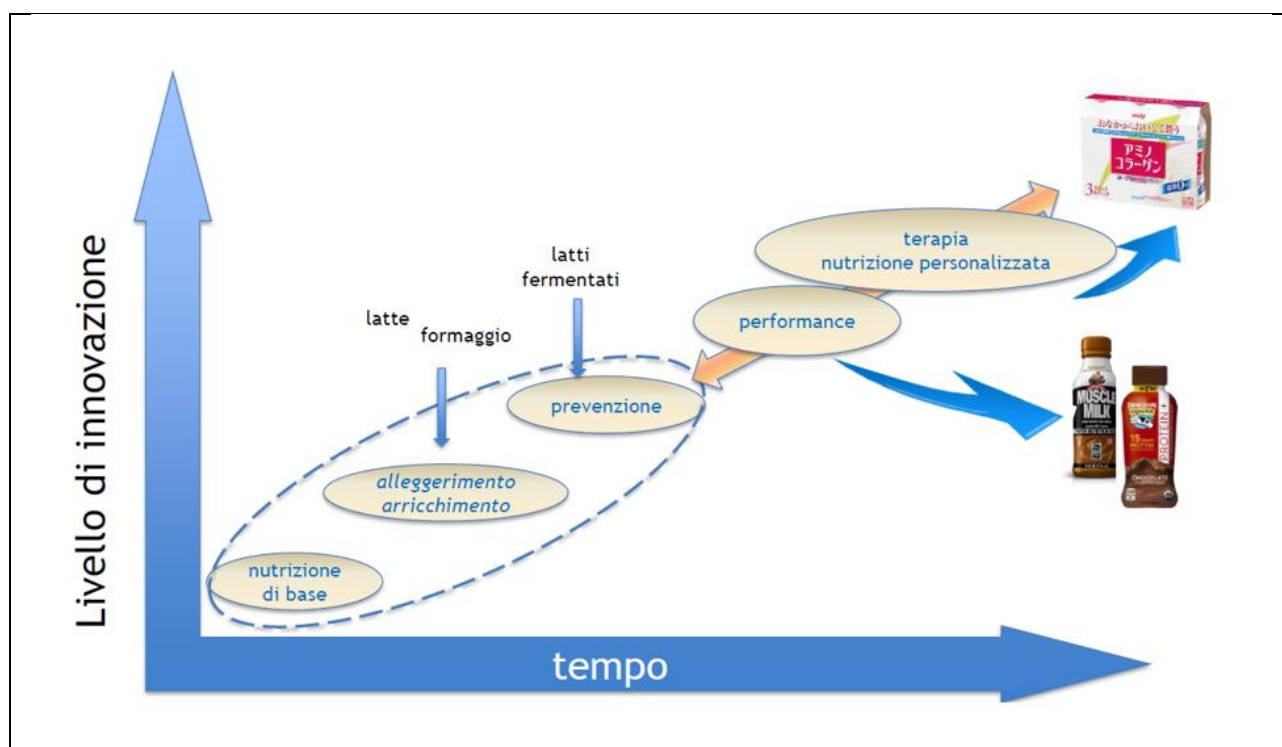


Figura 2 - Evoluzione nel tempo del livello di innovazione del latte e dei latticini e relativo significato nutrizionale salutistico

## SALUTE E SOSTENIBILITÀ

Le preferenze dei consumatori oggi coinvolgono anche aspetti non strettamente nutrizionali. All'ondata salutista si è aggiunta la richiesta di sostenibilità della filiera latte. Un obiettivo che passa per il meno acqua, meno emissioni e meno terra per produrre latte. Esigenze che, ad oggi, la filiera latte non soddisfa ancora pienamente. Argomenti di scottante attualità, spesso utilizzati (quasi sempre impropriamente) per scoraggiare il consumo di latte e derivati. Fino a identificare la zootecnia intensiva come un problema, da risolvere con il ritorno a un modello estensivo. Modello che il consumatore ritiene credibile e attuabile. In questo contesto il tema di una maggior sostenibilità della filiera dovrà necessariamente far parte di un modo diverso di comunicare al consumatore il latte e il suo valore alimentare e nutrizionale. La mancanza di questo tipo di (in)formazione ha favorito la percezione (o peggio, la convinzione) di equivalenza tra latte e bevande vegetali, prodotti che non possono competere con il latte per densità e qualità nutritiva, e non ultimi gusto e prezzo. Peraltro, a differenza di latte e derivati, mancano dati certi sugli effetti a lungo termine di diete a base vegetale. Considerazione non irrilevante visto che molti prodotti *plant-based* sono "ultraprocessati" e formulati con additivi e coadiuvanti per ottenere caratteristiche sensoriali simili a quelle dei prodotti lattiero-caseari. Una criticità recentemente sottolineata dalla WHO che ha messo in guardia dai "surrogati" vegetali di latte e derivati per la presenza di troppi additivi e aromi, e soprattutto la non equivalenza nutrizionale.

Peraltro, chi fosse convinto che è possibile fare totalmente a meno degli alimenti di origine animale, dovrebbe leggere il report FAO *"Contribution of terrestrial animal source food to healthy diets for improved nutrition and health outcomes - An evidence and policy overview on the state of knowledge and gaps"*. Oltre 500 documenti scientifici considerati in questo report, che sottolineano il contributo di latte e derivati alla sicurezza alimentare, rimarcando il positivo effetto per la nutrizione e la salute di larga parte della popolazione mondiale. Non a caso, perché il latte contribuisce alla disponibilità globale di 28 su 29 nutrienti considerati essenziali per l'alimentazione umana ed è il principale

alimento per gli apporti di: Calcio (49% della disponibilità globale), vitamina B2 (24%), lisina (18%), grassi (15%), più del 10% per quelli di altri aminoacidi essenziali, proteine, vitamine A, B5 e B12, fosforo e potassio.

A tutte queste sfide e opportunità nell'ambito della tecnologia e della nutrizione, oggi si aggiunge la zootecnia cellulare e la fermentazione di precisione. Tecnologie con cui produrre "latte" o sue singole frazioni proteiche, riducendo (potenzialmente) i costi di produzione e l'impatto ambientale. Obiettivi dei più strenui sostenitori delle diete *animal-free* e rispettose dell'ambiente. Un pericolo per altri che paventano un rischio di confusione tra proteine "naturali" e "artificiali" e, chissà, anche tra latte e derivati "naturali" e "artificiali".

## CONCLUSIONI

In conclusione, il latte e i suoi derivati sono ancora al centro delle linee guida per una corretta alimentazione, in qualsiasi fascia di età. Nonostante alcuni segni di debolezza, le possibilità di crescita del mercato lattiero-caseario non mancano. Tuttavia, i prodotti tradizionali oggi non bastano. Salute, benessere e sostenibilità si affiancheranno alla sicurezza e saranno attributi qualitativi chiave del prodotto per le scelte di acquisto. Attributi che richiedono cambiamenti verso i quali il settore lattiero-caseario ha spesso mostrato scarsa resilienza, non anticipandoli e subendone gli effetti. Nuovi aspetti qualitativi da affrontare con un approccio olistico all'innovazione di processo e di prodotto, ma anche alla comunicazione.

## BIBLIOGRAFIA

- De Noni I. (2019). Il puzzle del casaro. *Il Latte*, 6. [www.lattenews.it/il-puzzle-del-casaro/](http://www.lattenews.it/il-puzzle-del-casaro/).
- De Noni I. (2019). Una sostenibilità sostenibile. *Il Latte*, 7/8. [www.lattenews.it/una-sostenibilita-sostenibile/](http://www.lattenews.it/una-sostenibilita-sostenibile/).
- De Noni I. (2020). Latte artificiale. *Il Latte*, 9. [www.lattenews.it/latte-artificiale/](http://www.lattenews.it/latte-artificiale/).
- De Noni I. (2021). La struttura del cranio. *Il Latte*, 4. [www.lattenews.it/la-struttura-del-cranio/](http://www.lattenews.it/la-struttura-del-cranio/).
- De Noni I. (2021). La ricetta sostenibile. *Il Latte*, 11. [www.lattenews.it/la-ricetta-sostenibile/](http://www.lattenews.it/la-ricetta-sostenibile/).
- De Noni I. (2022). Difficile farne a meno. *Il Latte*, 5. [www.lattenews.it/difficile-farne-a-meno/](http://www.lattenews.it/difficile-farne-a-meno/).
- De Noni I. (2023). Plant-based: non tutto il veg fa bene. *Il Latte*, 3. [www.lattenews.it/plant-based-non-tutto-il-veg-fa-bene/](http://www.lattenews.it/plant-based-non-tutto-il-veg-fa-bene/).
- De Noni I. (2023). One whey. *Il Latte*, 11. [www.lattenews.it/one-whey/](http://www.lattenews.it/one-whey/).
- FAO - Food and Agriculture Organization (2023). Contribution of terrestrial animal source food to healthy diets for improved nutrition and health outcomes - An evidence and policy overview on the state of knowledge and gaps. Rome, FAO. doi.org/10.4060/cc3912en.
- Smith N.W., Fletcher A.J., Hill J.P., McNabb W.C. (2022). Modeling the Contribution of Milk to Global Nutrition. *Front Nutr.*, 8:716100. doi: 10.3389/fnut.2021.716100.
- WHO - World Health Organization (2021). Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment: a review of the evidence: WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://iris.who.int/handle/10665/349086>



# ALLA RICERCA DELLE RAZZE BOVINE E OVICAPRINE IN ITALIA NELL'OTTO-NOVECENTO: ZOOTECNICI, ALLEVATORI, ISTITUZIONI

*Gianpiero Fumi<sup>1</sup> e Marco Marigliano<sup>2</sup>  
Università Cattolica del Sacro Cuore (Milano)*



## **Riassunto**

In questo studio si esamina l'evoluzione della selezione e classificazione delle razze bovine e ovicaprine in Italia tra l'Unità e il Novecento, mettendo in luce il ruolo determinante di studiosi, allevatori e istituzioni nel perfezionamento del bestiame. A partire dall'Ottocento, infatti, il miglioramento genetico e la specializzazione delle razze divennero obiettivi centrali, sostenuti dall'aumento della domanda di prodotti animali, dallo sviluppo dell'editoria zootecnica e dall'adozione di strumenti scientifici per la caratterizzazione delle popolazioni allevate. Tuttavia, il settore si trovò a fronteggiare ostacoli significativi, tra cui la dipendenza dalle importazioni di bestiame pregiato e la frammentazione organizzativa. Per rispondere a queste sfide, vennero introdotti strumenti di controllo e selezione, come i libri genealogici e i registri di produzione, sebbene le statistiche ufficiali abbiano tardato a riconoscere la varietà zootecnica nazionale. L'analisi mostra come, comunque, nel corso del XX secolo la zootecnia italiana abbia progressivamente abbandonato modelli di allevamento tradizionali in favore di un approccio più razionale e standardizzato, delineando un processo di modernizzazione che ha ridefinito la gestione e la valorizzazione delle razze allevate.

## **Abstract**

### **In Search of Cattle and Sheep-Goat Breeds in Italy in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> Centuries: Zootechnicians, Breeders, Institutions**

This study examines the evolution of the selection and classification of bovine and ovicaprine breeds in Italy from Unification to the twentieth century, highlighting the crucial role played by scholars, breeders, and institutions in livestock improvement. From the nineteenth century onward, genetic enhancement and breed specialization became central objectives, driven by the increasing demand for animal products, the development of zootechnical literature, and the adoption of scientific tools for characterizing livestock populations. However, the sector faced significant challenges, including dependence on imports of high-quality livestock and organizational fragmentation. To address these issues, control and selection tools such as herd books and production registers were introduced, although official statistics were slow to recognize the diversity of national livestock breeds. Nevertheless, the analysis shows that, throughout the twentieth century, Italian animal husbandry gradually moved away from traditional breeding

---

<sup>1</sup> Professore ordinario di Storia economica

<sup>2</sup> Dottore di ricerca in Sistemi Agroalimentari, relatore al seminario

models in favor of a more rational and standardized approach, outlining a modernization process that redefined the management and valorization of domestic breeds.

## INTRODUZIONE

Le modifiche apportate agli animali allevati possono essere viste come nuove tappe nel lungo percorso di domesticazione. A partire dall'Ottocento, il "perfezionamento" degli animali è stato perseguito con crescente determinazione, attraverso lo sviluppo di nuove conoscenze e strumenti utili a caratterizzare le diverse popolazioni animali e a rafforzarne l'identità genetica. La specializzazione delle razze è stata influenzata da molteplici fattori: l'aumento del consumo di alimenti di origine animale, grazie al loro elevato contenuto proteico a costi contenuti; la crescita dei commerci e la nascita di grandi mercati dedicati a carne, pesce, pollame, uova e latticini; la pressione esercitata dalle industrie di trasformazione; l'impiego di sottoprodotti industriali nell'alimentazione animale. Un ruolo ancora più significativo è stato svolto dagli studiosi e dalle istituzioni, impegnati nella classificazione, selezione e riproduzione degli animali, fino a sviluppare nuovi modelli di allevamento e a differenziarli secondo standard specifici (Derry 2006; Theunissen 2008; Matz 2009; Derry 2015; Pawley 2016; Derry 2022). Tant'è che già prima dell'avvento della genetica cominciarono a emergere le prime teorie sull'appropriazione dei "nuovi" prodotti viventi, piante e animali (Kevles 2008; Gaudillière, Kevles, Rheinberger (a cura di, 2009); Matz 2023). Queste pagine ricostruiscono alcuni momenti e problemi dell'identificazione delle razze allevate in Italia dall'Unità secondo al Novecento<sup>1</sup>.

## LA QUALITÀ DEGLI ANIMALI TRA SCIENZA E INDUSTRIA

Nell'Ottocento si sviluppò un nuovo modo di considerare gli animali. In un'epoca segnata dall'evoluzionismo, i progressi della biologia e il crescente sfruttamento delle risorse agricole favorirono lo studio dell'anatomia e della fisiologia animale, oltre all'analisi dei fattori che influenzavano la loro produttività. Le teorie tradizionali sull'ereditarietà iniziarono a essere messe in discussione (Cobb 2012; Müller-Wille, Rheinberger 2012) e si pensò alla modifica degli organismi per migliorarne le capacità rispetto alle loro attitudini "naturali". Un esempio significativo è rappresentato da Robert Bakewell ed Émile Baudement, che nei loro paesi si dedicarono al perfezionamento del bestiame, il primo dal punto di vista pratico e il secondo anche da quello della teoria e della classificazione. Anche la raffigurazione dei corpi animali suscitò un crescente interesse (Schinto 2006; Denis, Baudement 2016; Triplett 2023) e contribuì all'emergere di "anxieties about class, race and national identity into projects of breeding domestic animals"<sup>2</sup>.

Intorno a metà Ottocento nacquero le prime cattedre di zootecnia (termine coniato da Adrien de Gasparin) distinte da quelle di veterinaria. In Francia il primo docente della nuova disciplina presso l'Institut national agronomique di Versailles fu Émile Baudement, poi professore di zoologia applicata all'industria e all'agricoltura al Conservatorio di arti e mestieri di Parigi. Il programma del corso di zootecnia sviluppava l'insegnamento in modo pratico, focalizzandolo "sur le problème des différentes races d'animaux domestiques, leurs qualités, leur utilisation, les possibilités de les modifier" (cit. in Jussiau, Montméas 2000). Di qui l'atlante delle razze che lo stesso Baudement fu incaricato di realizzare in occasione del Concorso agricolo internazionale tenutosi nella

---

<sup>1</sup> Non verrà preso in considerazione il settore equino, su cui cfr. Marigliano 2024.

<sup>2</sup> Dall'abstract di Triplett 2023.

capitale francese nel 1856 (Fig. 1)<sup>1</sup>. Intanto, basandosi sul materiale zootecnico fornito da vari concorsi agricoli, egli analizzava le differenze morfologiche e produttive tra le qualità di bovini allevati in Francia e le loro diverse attitudini<sup>2</sup>. Convinto che l'allevamento dovesse essere considerato un'industria e che l'animale potesse essere visto come una macchina, lo studioso francese è riconosciuto come il fondatore della zootecnia moderna, sebbene alcune delle sue teorie siano state successivamente riviste.



Figura 1. Frontespizio del volume di tavole in Émile Baudement, *Les races bovines* (1861-1862)  
Fonte: [gallica.bnf.fr/Bibliothèque nationale de France](http://gallica.bnf.fr/Bibliothèque_nationale_de_France)

Tra i fattori che hanno favorito lo sviluppo della zootecnia nei paesi dell'Europa centrale e settentrionale va ricordata l'organizzazione tecnica ed economica degli allevatori, soprattutto di bovini da latte. Essa ha rappresentato "l'elemento decisivo del progresso zootecnico, con l'istituzione dei libri genealogici (Herd books), l'attuazione dei controlli funzionali, la selezione su basi razionali, ecc. I maggiori centri europei di produzione di bovini selezionati da riproduzione sono pertanto divenuti la Gran Bretagna, l'Olanda, la Svizzera, la Francia" (Bonadonna 1952, p. 948).

In Italia questi approcci furono seguiti in ritardo. Cinquant'anni dopo l'Unità il biologo Giovanni Battista Grassi tracciò un quadro negativo della zootecnia e della zooniatria nel Paese. Riguardo alla zooniatria sottolineava che "troppo tardi (e questo accadde anche all'estero) si è cominciato a rendersi esatto conto dell'esistenza, dell'estensione e della gravità di molte malattie infettive degli animali domestici e dei pericoli che esse rappresentano per tutto il bestiame: troppo tardi si comprese che la scienza può insegnarci ad evitare questi flagelli: così è avvenuto che, invece di ascoltare i suggerimenti dati dai migliori professori di veterinaria, per gran tempo non si è seguita altra strada che

<sup>1</sup> Baudement 1861-1862 comprende un volume d'introduzione, con quattro carte geografiche sulla distribuzione delle razze bovine, e un volume con 87 tavole di tori, vacche e bufali in Gran Bretagna, Olanda e Danimarca, Svizzera e Germania, Impero austriaco e Francia.

<sup>2</sup> Ad esempio, Émile Baudement, *Observations physiologiques et pratiques sur les rapports qui existent entre le développement de la poitrine et les aptitudes des races bovines*, in « *Annales du Conservatoire impérial des arts et métiers* », 2 (1861-1862), pp. 1-77; Id., *Observations sur la valeur comparée de plusieurs races bovines et ovines au point de vue de la production de la viande, de la structure et du rendement*, ivi, 4 (1863-1864), pp. 526-596.

quella dell'empirismo" (Grassi 1911, p. 344). Per quanto riguarda la zootecnia, nonostante alcuni progressi negli ultimi trent'anni, l'Italia rimaneva un importatore netto di animali riproduttori. Grassi individuava le debolezze del settore in due aspetti principali: "non avere apprezzato sufficientemente il valore del miglioramento del bestiame come fonte di ricchezza nazionale; non avere stimata degnamente l'importanza dei tecnici". Il primo problema era evidente nei limitati finanziamenti pubblici destinati al bestiame nel bilancio del Ministero di agricoltura, industria e commercio, sebbene il ministro Giovanni Raineri stesse allora promuovendo una legge per aumentarli significativamente. Il secondo punto faceva riferimento alla scarsa qualificazione tecnica dei dirigenti ministeriali. Infine, Grassi evidenziava la mancanza di coordinamento nel settore: "l'organizzazione, le forze sono sparse e i vari risultati non si sommano". Il maggiore esperto di suinicoltura, Ildefonso Stanga, confermava questa visione, affermando che "gli allevatori italiani continuano anche a quest'ora a presentare l'esempio del massimo e del più riprovevole isolamento. Ne venne di conseguenza una vera e propria anarchia zootecnica (...). I tentativi sin qui fatti per incamminare il paese verso un progresso zootecnico, non avendo avuto nessun carattere di uniformità e di generalità, a nulla hanno approdato" (citato in Grassi 1911, pp. 352-353).

Eppure, dal quadro d'insieme di Grassi traspaiono anche alcuni significativi cambiamenti in atto. Ad esempio, l'uso continuato del toro Schwyz (razza bruna) portò a "un miglioramento notevole - afferma Grassi - nelle province di Brescia (qui si rese benemerito soprattutto Gorio), di Bergamo, di Milano, della Valtellina e in genere nelle regioni montane lombarde". In Friuli, grazie all'Associazione agraria friulana e all'impegno di Giambattista Romano e Domenico Pecile, la razza bovina locale fu migliorata con l'incrocio di tori svizzeri Simmenthal-Friburgo, ottenendo "bovini grandi, pesanti, precoci, soprattutto per aumentare l'elemento carne: e questo risultato è stato raggiunto. Finora il Friuli non era che importatore per la propria rigenerazione; oggi tende a diventare creatore di bestiame miglioratore per sé ed eventualmente per gli altri paesi".

Un altro caso significativo riguarda l'ingegner Leopoldo Tosi e il grande allevamento bovino della tenuta Torlonia di San Mauro Pascoli in Romagna. Qui fu raggiunto "il risultato più importante che in questo campo possa vantare l'Italia": partendo dalla razza locale, si sviluppò una nuova razza bovina "con eminenti attitudini a produrre carne e lavoro, la quale ora esercita la sua azione di immegliamento in tante regioni italiane. Questi bovini all'esposizione di Parigi del 1900 ebbero la massima onorificenza in confronto ed in lotta con altre razze rinomate" (Grassi 1911, pp. 355-356; cfr. Barducci 2022).

Certo, nonostante l'impegno di questi allevatori illuminati, la zootecnia italiana continuava a presentare molte carenze. Le importazioni di equini e bovini restavano elevate, gli ovini erano in crescita ma spesso di razza poco pregiata, i caprini non mostravano "nessun miglioramento di qualità, perché l'allevamento caprino è stato trascurato così dallo Stato come dai privati" (Grassi 1911, p. 364). Queste considerazioni si basavano sull'osservazione diretta della situazione in Italia, ma è plausibile ipotizzare che l'aumento dell'allevamento nell'Italia liberale non sia stato del tutto separato da un miglioramento qualitativo (Fumi 2014; Mazzotti 2022). A favorire questo processo contribuì la diffusione di strutture dedicate alla zootecnia: istituti superiori di medicina veterinaria, scuole di agricoltura, cattedre ambulanti con sezioni zootecniche, scuole di zootecnia e caseificio, stazioni pubbliche di monta, associazioni di allevatori, congressi e concorsi zootecnici. Malgrado le risorse finanziarie limitate, anche l'amministrazione statale svolse un ruolo importante, in particolare la Direzione generale dell'agricoltura, il servizio zooiatico (Ministero degli Interni) e il servizio ippico (Ministero della Guerra), oltre ai vari organismi consultivi come il Consiglio di agricoltura, il Consiglio zootecnico e per le epizootie, il Consiglio superiore di sanità, il Consiglio superiore per l'istruzione agraria. Le strategie per incentivare il settore variavano a seconda degli obiettivi. Per i

cavalli, ad esempio, “l’incessante e crescente bisogno di aumentare in numero e qualità il bestiame, e per di più l’imperiosa necessità di avere una potente cavalleria atta a difendere il paese nelle guerre che ci si preparano feroci, e in cui la cavalleria è chiamata a uffici nuovi e di prima importanza, ha indotto le nazioni a tentare ogni via per raggiungere questi scopi, vitali per ogni loro rapporto, igienico, commerciale, agricolo, militare, politico”. In generale, tra la metà dell’Ottocento e la prima metà del Novecento furono adottati numerosi strumenti per migliorare la qualità degli animali e degli allevamenti (Lemoigne 1900, pp. 58-81):

- esposizioni di bestiame, corse equestri, premi, monta gratuita;
- misure in materia di commercio di animali: acquisti per la rimonta, dazi protettivi, dazio di consumo sugli animali da macello;
- animali riproduttori: il permesso di monta concesso solo agli stalloni autorizzati, la castrazione forzata dei cavalli scartati, l’approvazione degli stalloni privati;
- istituzioni dirette a perfezionare e diffondere buone razze, come gli stabilimenti ippici e i depositi di riproduttori;
- l’insegnamento della zootecnia nelle scuole superiori di agricoltura e veterinaria, coadiuvate da stazioni zootecniche dimostrative e da veterinari condotti.

### **UN FATTORE DI CAMBIAMENTO: L’EDITORIA ZOOTECNICA E VETERINARIA**

Dopo l’unificazione l’analfabetismo era una piaga diffusissima. Al 1861 nella popolazione d’età superiore a 6 anni esso colpiva il 54% degli abitanti in Piemonte e il 90% in Sardegna. Da allora il problema fu affrontato con molta determinazione e grandi investimenti da parte dello Stato e degli enti locali, con l’obiettivo dell’istruzione di base di tutta la popolazione più giovane e anche di una quota di quella adulta. Nell’arco di cinquant’anni la percentuale di analfabeti crollò, passando rispettivamente all’11% e al 58% nelle due regioni indicate - ma la Calabria presentava ancora il 70% di abitanti che non sapevano né leggere né scrivere -. Sebbene non mancassero altri segnali di marginalità culturale della popolazione rurale (i livelli risibili di istruzione post-elementare, la scarsissima diffusione della lettura, ecc.), come si ridussero gli analfabeti così si diffuse la carta stampata, che spingeva ad assimilare nuove pratiche, far conoscere l’innovazione, stimolare il desiderio dell’emulazione.

L’editoria agraria è un capitolo piuttosto negletto degli studi di storia dell’agricoltura. Dalla “Banca dati bibliografica sull’agricoltura in Italia” iniziata diversi anni fa e in via di completamento presso il Dipartimento di Storia dell’economia e della società dell’Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, abbiamo estrapolato i titoli di zootecnia e di veterinaria pubblicati tra 1850 e 1914. Si tratta di pubblicazioni molto diverse: manuali universitari, trattati enciclopedici, cataloghi delle esposizioni, estratti di riviste accademiche e di periodici tecnici, saggistica locale e nazionale, opuscoli diffusi in migliaia di copie dalle istituzioni di propaganda agraria. Rispetto alla base dati complessiva (35.000 pubblicazioni), i titoli su tematiche di zootecnia e veterinaria sono circa 4.900. La loro distribuzione nel tempo riflette l’importanza crescente dell’allevamento come materia di discussione, di lettura e di studio (Fig. 2). Le sedi di stampa erano localizzate prevalentemente nelle regioni settentrionali, seguite dal Lazio e dalla Toscana. Un grande numero di titoli fu pubblicato su iniziativa di editori milanesi e torinesi, ma molte altre città diedero vita a scritti sull’allevamento, sulla salute degli animali o sulla lavorazione dei loro prodotti (Fig. 3). Relativamente ai settori, la Figura 4 visualizza l’importanza del settore equino, superato tra Otto e Novecento dalla pubblicistica sui bovini e sul caseificio, mentre altri rami dell’allevamento restano minoritari.

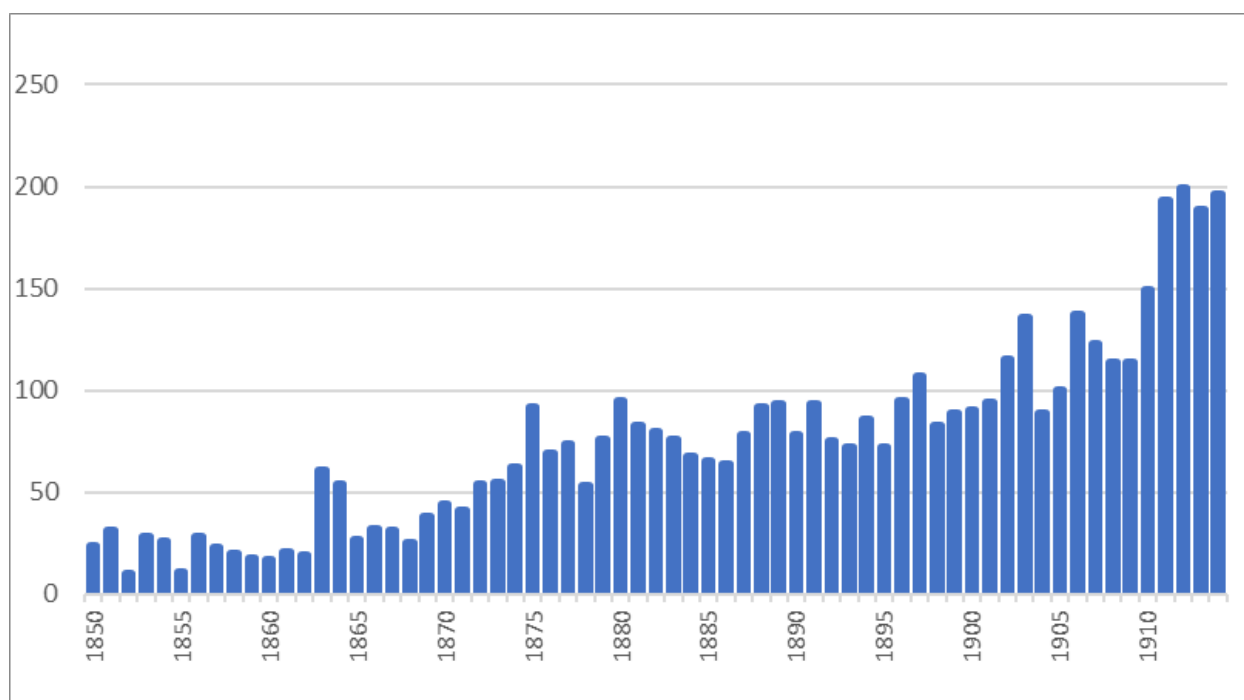


Figura 2. Numero di pubblicazioni di zootecnia, veterinaria e produzioni animali in Italia (1850-1914)

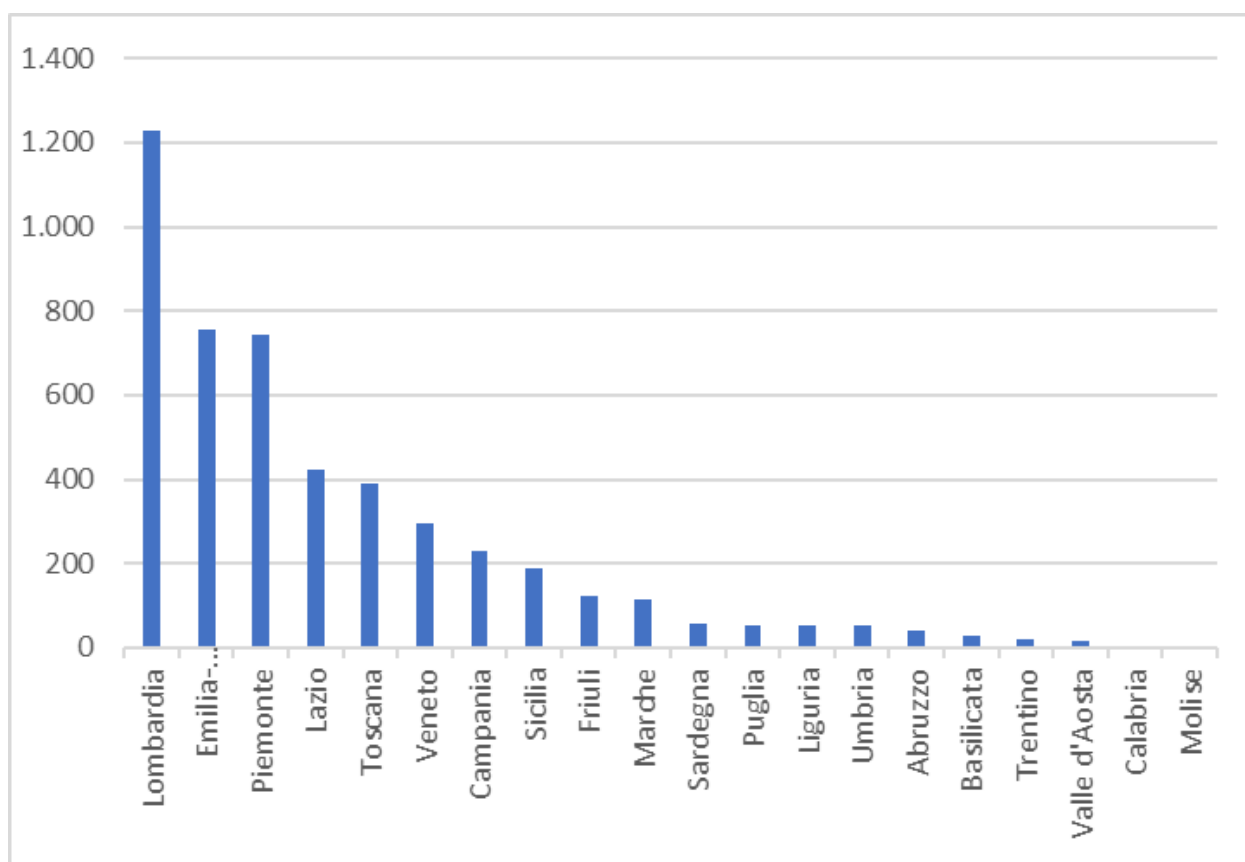


Figura 3. Pubblicazioni di zootecnia, veterinaria e produzioni animali per area di stampa (1850-1914)

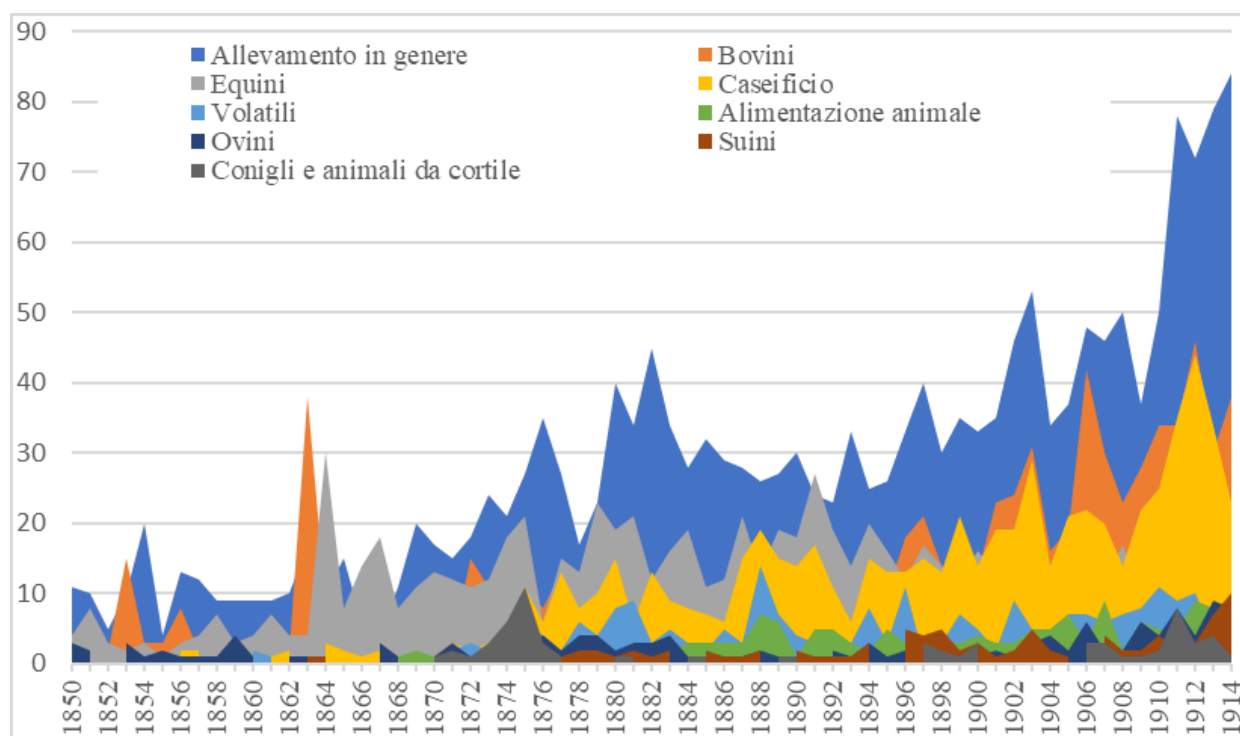


Figura 4. Pubblicazioni di zootecnia, veterinaria e produzioni animali per settore (1850-1914)

Per entrare ancor più in tema, numerose pubblicazioni davano conto delle esposizioni e dei concorsi zootecnici che si svolsero nell'Italia liberale, un'occasione per discutere anche dei criteri e metodi di valutazione degli animali per scopi zootecnici. Se ne vedano alcuni esempi nella tabella 1.

Tabella 1. Alcune pubblicazioni concernenti le esposizioni e i concorsi zootecnici (1881-1914)

Arnaud, Alessandro

*Discorso pronunciato nella circostanza della distribuzione dei premi del concorso dei riproduttori bovini e della inaugurazione delle conferenze agrarie nel capoluogo della provincia di Cuneo: 8 marzo 1881.*

Cuneo, Tip. Galimberti, 1881

Ohlsen, Carlo

*Concorso internazionale di animali riproduttori della specie bovina, ovina, suina ed animali da cortile tenuto a Parigi nel 1889: relazione.*

Napoli, Tip. D. De Falco e figlio, 1891

Bonora, Dialma

*Considerazioni zootecniche sulla esposizione di cavalli stalloni e di cavalle madri e di quelle destinate alla riproduzione di tipo carrozziere e di grosso attiraglio fra le provincie di Mantova, Ferrara, Reggio Emilia, Modena, Rovigo, Cremona, Verona avvenuta in Mantova nel maggio 1889.*

Mantova, Tip. A. Manuzio, 1889

*Catalogo riguardante il concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione tenuto in Ferrara nei giorni di sabato 27 e domenica 28 settembre 1890.*

Ferrara, Stab. tip. Bresciani, 1890 (in testa al frontesp.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

Ohlsen, Carlo

*Esposizione universale di animali riproduttori equini a Parigi nel 1889: relazione.*

Milano, Tip. del Riformatorio patronato, 1890

---

*Catalogo del concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione, il quale sarà tenuto in Sassari nei giorni di sabato 30 e domenica 31 maggio 1891.*

Sassari, Tip. G. Chiarella, 1891 (in testa al frontesp.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*Concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione tenutosi a Pisa nei giorni 5 e 6 settembre 1891.*

Pisa, Tip. A. Valenti, 1891 (in testa alla cop.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*Catalogo riguardante il concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione che sarà tenuto in Pisa nei giorni di sabato 5 e domenica 6 settembre 1891.*

Pisa, Tip. A. Valenti, 1891 (in testa alla cop.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*Catalogo riguardante il concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione che sarà tenuto in Treviso nei giorni di sabato 6 e domenica 7 agosto 1892.*

Ferrara, Stab. tip. Bresciani, 1892 (in testa al frontesp.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*Concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione tenutosi a Grosseto nei giorni 19 e 20 maggio 1894. [Relatore: Giacinto Fogliata].*

Pisa, Tip. A. Valenti, 1894 (in testa alla cop.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*Il 3. Congresso agrario marchigiano; la 1. Esposizione zootecnica regionale marchigiana (riproduttori bovini, equini e suini), Osimo, 15-18 settembre 1903. [Atti].*

Roma, Tip. dell'Unione coop. ed., 1903 (in testa al frontesp.: Cattedra ambulante di agricoltura per la provincia di Ancona)

---

*7. Esposizione zootecnica tenuta in Firenze il 30 marzo 1904: relazione della Commissione giudicatrice dei bovini da riproduzione della razza di Val di Chiana. Relatore: prof. Ezio Marchi. Firenze, Stab. tipo-lit. pei minori corrigendi di G. Ramella e C., 1904 (in testa al frontesp.: Comizio agrario di Firenze)*

---

Fogliata, Giacinto

*3. concorso di animali bovini da riproduzione, allevamento e da carne indetto dal Comizio agrario di Pisa: relazione.*

Pisa, Tip. ed. F. Mariotti, 1905

---

*Concorso di puledre e cavalle destinate alla riproduzione: mostra zootecnica interprovinciale in Grosseto 13, 14 e 15 maggio 1905: catalogo.*

Grosseto, Tip. F. Perozzo, 1905 (in testa al frontesp.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

*9. Esposizione zootecnica (11 aprile 1906): relazione della Commissione giudicatrice per i bovini da riproduzione della Val di Chiana e per i bovini da latte. [Rel.: Carlo Pucci].*

Firenze, Stab. tip. Ramella, 1906

---

Torresini, Ugo

*Esposizione provinciale di animali bovini riproduttivi: relazione.*

Treviso, Arti grafiche Longo, 1906

---

Benzi, G.

*L'Esposizione provinciale di animali bovini riproduttori in Treviso 1906.*

Treviso, Longo, 1906

---

Sacchi, R.

*Relazione sulla mostra di riproduttori bovini nati ed allevati nei distretti di Conegliano, Oderzo Motta, Valdobbiadene e Vittorio Conegliano, 1905.*

Treviso, Tip. Istituto Turazza, 1906

---

---

Bartolucci, Alfredo

*Relazione sulla 1. Mostra locale di riproduttori bovini, Osimo 1908.*

Piacenza, Tip. Porta, 1908

---

Comizio agrario, Grosseto

*Mostra zootecnica provinciale: catalogo dei puledri e cavalle destinate alla riproduzione che prenderanno parte alla mostra zootecnica da tenersi in Grosseto nei giorni 7, 8 e 9 maggio 1910.*

Grosseto, Tip. F. Perozzo, 1910 (in testa al frontesp.: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura)

---

Gillio, Vittorio

*Esposizione zootecnica circondariale di bovini da riproduzione, da lavoro e da carne e di suini, tenuta in S. Miniato l'8 marzo 1910: relazione.*

San Miniato, Tip. V. Bongi e figli, 1910 (in testa al frontesp.: Comizio agrario)

---

*Concorso di bovini da latte da riproduzione in Cremona, 14-16 settembre 1912: bovini iscritti alla mostra.*

[Cremona?], s.n., [1912?]

---

*Concorso metodico circondariale di bovini e di cavalli da riproduzione tenuto in Casalmaggiore il 31 agosto 1913: relazione ed elenco dei premiati. [A cura di Luigi Rossi].*

Casalmaggiore, Tip. e cart. ved. Aroldi, 1913 (in testa al frontesp.: Comizio agrario del circondario di Casalmaggiore)

---

Società del libro genealogico dei bovini scelti di razza bruna della provincia di Cremona

*Relazioni del 1. e del 2. concorso per la conquista di una coppa d'allevamento e del 1. concorso metodico provinciale per bovini da latte di razza bruna di Schwyz destinati alla riproduzione e all'allevamento, anni 1913-1914.*

Crema, Tip. V. Moretti, 1914

---

*Concorso di cavalli da riproduzione, Cremona, 19-20 settembre 1914: cavalli iscritti al concorso.*

Cremona, Tip. D. Sanclemente e c., 1914

---

## DALLA "SCOPERTA" DELLE RAZZE AI LIBRI GENEALOGICI

Nel 1880 su iniziativa di Alessio Lemoigne venne fondata una Lega per studi zootecnici, tra i cui scopi vi era quello di realizzare un inventario "delle nostre ricchezze e delle nostre miserie zootecniche" (Lemoigne 1880)<sup>1</sup>. Poco tempo dopo Antonio Poli e Giovanni Magri diedero alle stampe *Il bestiame bovino in Italia. Razze e varietà principali, mezzi per migliorarle*, un lavoro concepito come "manuale popolare" e premiato in uno dei concorsi zootecnici promossi dal Ministero di agricoltura (Poli, Magri 1884). I due autori intendevano anche promuovere l'idea "che anche noi abbiamo razze bovine rispettabili e che le dobbiamo gelosamente tenere nel debito conto perché necessarie ed utili". Nel volume le razze erano classificate ancora sulla base della forma esteriore, cioè il colore del mantello e altre "marche speciali" della pelle, come macchie e disposizione dei peli (ad esempio lungo la linea dorsale) e sulla base dell'età (rilevabile dall'ispezione dei denti e delle corna), della statura, della misura delle principali regioni del corpo e del peso (Fig. 5). Per riconoscere le buone vacche lattifere ci si rifaceva ancora al vecchio sistema di Guénon, che aveva tipizzato le diverse forme di "scudo" o "stemma" osservabili nella parte posteriore dell'animale (Possenti 1870, la prima edizione di questo scritto uscì nel 1841). La parte centrale dell'opera di Poli e Magri trattava delle razze bovine italiane, identificate ancora in modo empirico e approssimativo, ma fornendo informazioni e disegni sulla loro diffusione, sui caratteri zootecnici e le modalità di allevamento, sulle attitudini prevalenti di ciascuna "razza", in un'ottica di valorizzazione e specializzazione

---

<sup>1</sup> Poi trasformata nella Società dei zootecnici italiani.

dei tipi. La rassegna iniziava dalle “razze” derivate dal bue italico: l’indigena romana, la napoletana, le razze dell’Appennino centrale tra cui la Cabella, la siciliana, la sarda, la reggiana, la modenese, la parmigiana di pianura, la friulana. Passava quindi a considerare le razze tipiche straniere (delle steppe, podolica, ungherese) e quelle italiane del tipo podolico od ungarico (pugliese, grande di pianura, di montagna, pugliese di Sicilia, pugliese dell’Agro romano, razze pugliesi delle Marche di pianura e di collina, umbra, bolognese di pianura, pugliese nel Ferrarese, Bardigiana, pugliese veneta, pugliese nel Padovano e nel Veronese, pugliese nel Trevisano, pugliese della Toscana, Maremmana, Chianina), le razze piemontesi (razza scelta della pianura, ordinaria della pianura, piemontese di montagna o di Demonte, bestiame bovino del Canavese, della Valle d’Aosta, della Valle di Susa, delle valli valdesi o di Pinerolo, di Luserna) e le razze del tipo alpino, suddivise in straniere (Schwytz o razza bruna, friburghese, di Berna, di Simmenthal, tirolese o montanina tedesca) e italiane del tipo alpino (bellunese, bresciana, tirolese nel Veronese e Vicentino, bestiame montanino alpestre, bestiame delle montagne di Biella e dei monti d’Oropa, montanina di Camandona, pisana). Seguiva una panoramica delle razze straniere consigliate per la rigenerazione dei bovini italiani: Durham, Jersey, bretonne, Olandese, Savoiarda, Charolais.

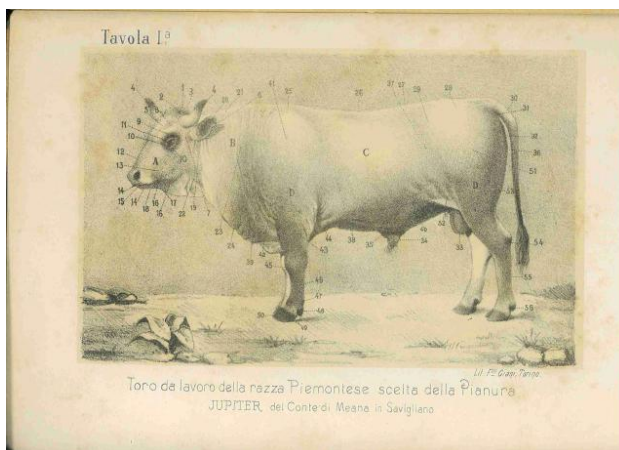
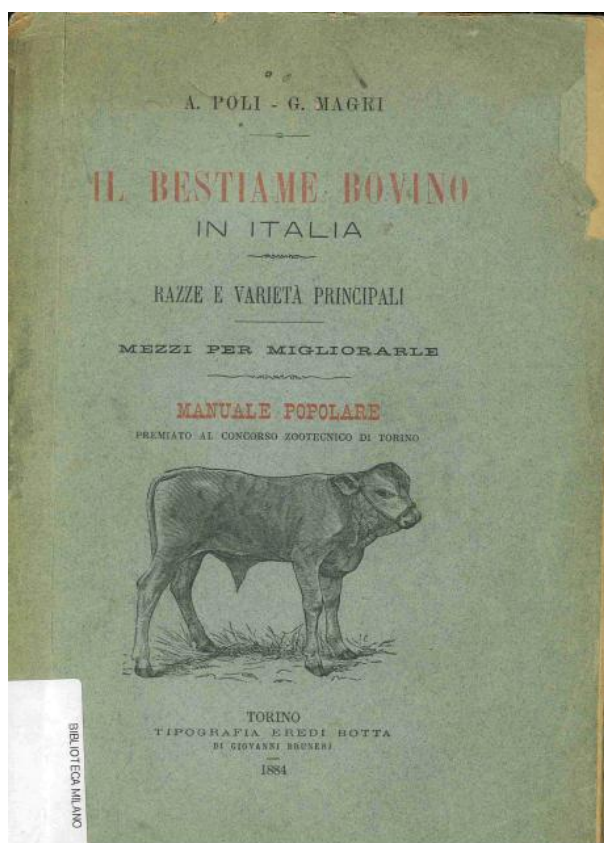


Figura 5. L’importanza della conformazione esterna per il riconoscimento della razza e della qualità produttive in una pubblicazione di fine Ottocento. Fonte: Poli, Magri, 1889.

Ben diverso è il volume *Razze bovine, equine, suine, ovine e caprine* di Ferruccio Faelli, uscito vent’anni dopo tra i “Manuali Hoepli” (Faelli 1903, su cui cfr. Gaddini 2017). Docente di zootecnica, Faelli considerava i paesi in cui gli interventi selettivi avevano portato a un sensibile miglioramento genetico. Per l’Inghilterra erano presentate sedici razze già specializzate nella produzione di latte o di carne. Alcune erano guardate con attenzione anche in Italia, ad esempio la Shorthorn come razza da ingrasso, ma per l’inadeguatezza al clima della penisola e per i bassi prezzi della carne il docente torinese

sollecitava gli allevatori italiani a migliorare le razze nazionali. Seguiva la Svizzera di cui erano presentate due razze, tra cui la Bruna, e relative sottorazze; e i Paesi Bassi con l'Olandese, dotata di vari libri genealogici secondo la regione. Per la Francia il volume presentava ben 31 razze, alcune d'importanza locale e oggi scomparse, altre in via di miglioramento nella produzione di carne. Erano quindi passati in rassegna i bovini della Germania, con molte razze locali, poi estinte o assorbite da altre razze, e con la razza dei polders dell'Holstein, probabile antenata della Holstein-Friesian, le cui vacche erano "molto lattifere", e con la razza Simmenthal migliorata rispetto all'originaria razza elvetica. Numerose varietà erano richiamate anche per l'Impero austro-ungarico, ma poche erano migliorate. Tra le razze alpine se ne ricordano due la cui zona di allevamento oggi è in territorio italiano, la Rendena (dell'omonima valle trentina) e la Etchtal (*recte* Etschtal) della Val d'Adige, poi denominata Grigia della Val d'Adige. La panoramica si estendeva alle razze di altri paesi, dalla Russia al Belgio, dalla Danimarca alla penisola iberica.

A breve distanza di tempo uscì il volume *Araldica zootecnica. I libri genealogici degli animali domestici*, di Eugenio Canevazzi, anch'esso nella serie dei "Manuali Hoepli" (Fig. 6). Il testo descriveva con chiarezza i diversi metodi di riproduzione animale per scopi di miglioramento; quindi, dava indicazioni ed esempi per costituire i libri genealogici, dalla fissazione dei requisiti qualitativi alla verifica della loro presenza negli animali mediante prove di mungitura, di tosatura, di macellazione, ecc., sino alla compilazione dei registri con le informazioni e le fotografie necessarie (Canevazzi 1904).

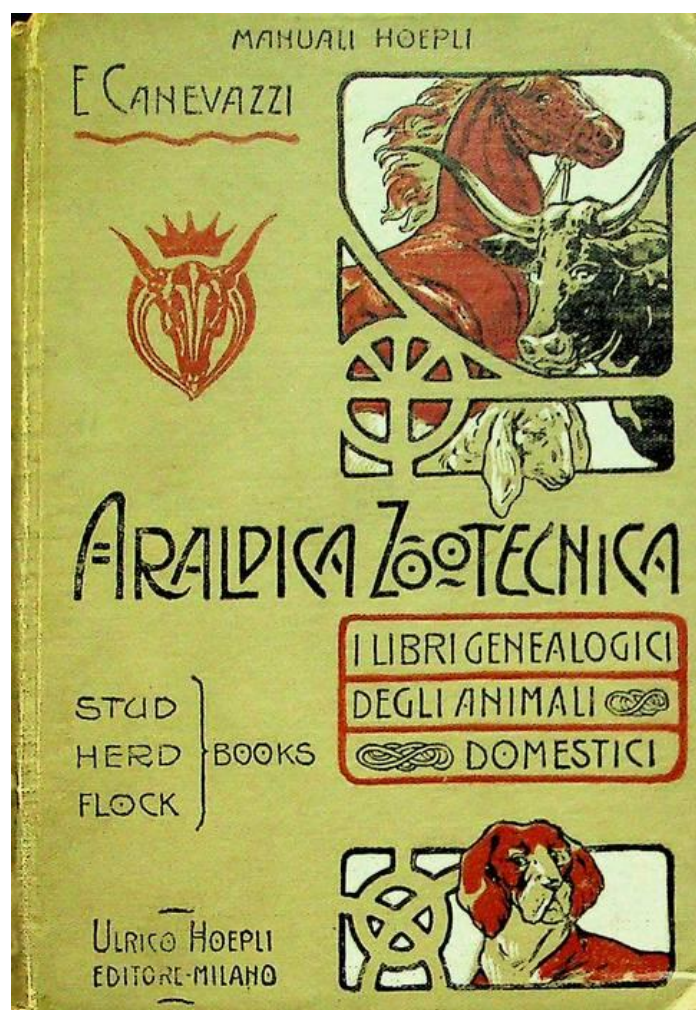


Figura 6. Canevazzi 1904

Tra gli zootecnici che più si applicarono al miglioramento del bestiame incontriamo Salvatore Baldassarre, Antonio Barpi, Ferruccio Faelli, Giacinto Fogliata (specialmente per i cavalli), Alessio Lemoigne, Ezio Marchi, Antonio Pirocchi, Carlo Pucci, Renzo Giuliani e altri (Grassi 1911; Pirocchi 1939; *Carlo Pucci* 1997; Ferretti *et al.* 2008; Matassino 2011). Non è possibile qui esaminare distintamente la loro opera. Merita un accenno l'*Atlante monografico delle principali razze bovine italiane*, di Carlo Pucci (1912-1916)<sup>1</sup>. All'epoca la maggior parte degli studiosi conveniva ormai sull'individuazione delle principali razze della penisola e delle isole. Anche le grandi opere enciclopediche attinsero al sapere e all'esperienza sul campo di questi specialisti. La parte di zootecnia speciale della "Nuova enciclopedia agraria italiana in ordine metodico" fu affidata a Ettore Mascheroni, docente al R. Istituto superiore di medicina veterinaria di Torino. Nei tre tomi dedicati agli equini, ai bovini e ai suini trovano spazio tutte le razze autoctone: origine, area di diffusione, attitudini, modalità di allevamento (Mascheroni 1927a, 1927b, 1927c). Poi erano descritte le azioni compiute fino a quel momento per promuovere la razza, documentate da fotografie provenienti dalle aziende e dai concorsi zootecnici (cfr. Tab. 2 per i bovini). L'azione di miglioramento delle razze italiane si avvale dei libri genealogici, come si vede dalla cronologia nella Tabella 3.

Tabella 2. Razze bovine autoctone in Italia (1927)

| Regione                              | Razze                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piemonte                             | Piemontese, Valdostana, Demonte, d'Oropa, Tortonese                                                                                     |
| Liguria                              | Pontremolese, Garfagnina                                                                                                                |
| Lombardia                            | Bruna alpina                                                                                                                            |
| Trentino-Alto Adige, Veneto e Friuli | Pusteria (Pustertaler), Rendena, Grigia di Val d'Adige e Grigia alpina, Borlina o Bassanese, Pezzata rossa friulana, Pugliese o Poggese |
| Emilia-Romagna                       | Reggiana, Modenese di pianura, Romagnola, Pugliese o podolica, Montanara                                                                |
| Toscana                              | Chianina, Mucca nera pisana Maremmana                                                                                                   |
| Marche                               | Marchigiano gentile, Marchigiano brino o marino                                                                                         |
| Mezzogiorno continentale             | -                                                                                                                                       |
| Sicilia                              | Siciliana in tre varietà: di marina o di pianura detta Modicana, mezzalina o di collina, di montagna                                    |
| Sardegna                             | Sarda o di montagna, Schwyz-sardo (svitto-sardo)                                                                                        |

Fonte: elaborazioni da Mascheroni 1927, pp. 874-1048.

## ARALDICA E INSALATA ZOOTEKNICA. LE STRATEGIE RIPRODUTTIVE

Di fatto la situazione nelle campagne era assai più confusa rispetto alle classificazioni nei libri. Attorno alla selezione e alla riproduzione si svilupparono lunghe discussioni e contrasti, anche perché fino alla riscoperta di Mendel i meccanismi dell'ereditarietà non erano ben compresi. Gli stessi specialisti segnalavano i rischi connessi alla riproduzione animale. Lemoigne, docente di zootecnia a Milano, chiariva che "la generazione e le conseguenti ereditarietà a cui dà luogo costituiscono per lo zootecnico un mezzo efficacissimo per conservare i pregi delle razze che coltiva e per preparare i prodotti più adatti alle sempre mutabili nuove esigenze della società e alle ricerche del mercato". Ma

<sup>1</sup> Le razze considerate sono: Maremmana, Romagnola, Marchigiana, di Val di Chiana, della Colonia eritrea, Mucca nera pisana, Modenese di pianura, Reggiana, Siciliana, della Tripolitania e della Cirenaica, Piemontese, Friulana.

subito aggiungeva che “vista la complessità e le incertezze dei fenomeni dell’eredità, i metodi di riproduzione sono armi a due tagli, che se da un lato possono recare indubitati vantaggi, possono dall’altro nuocere alla impresa zootecnica in causa di inaspettati disinganni; o in altri termini conducono al conseguimento di cercati *miglioramenti*, quando non preparano disastrose *degenerazioni*”. E ancora: “la generazione nulla crea in fatto di miglioramenti; essa conserva il bene ottenuto, e non trasmette che le qualità dei genitori e le attitudini indispensabili per la continuazione dei miglioramenti”. Semmai “lo sviluppo o la continuazione di un dato miglioramento sono devoluti all’ambiente, a cui in seconda linea soccorre la generazione” (Lemoigne 1900, pp. 36 e sgg.).

Tabella 3. Libri genealogici e standard di razza istituiti in Italia fino al 1945

| Razza                                      | Anno |
|--------------------------------------------|------|
| <b>Equini</b>                              |      |
| Purosangue orientale                       | 1875 |
| Trottatore italiano                        | 1896 |
| Cavallo delle Murge, Murgese               | 1926 |
| Avellignese, Halflinger                    | 1931 |
| <b>Ovini</b>                               |      |
| Ile de France                              | 1921 |
| Sarda                                      | 1928 |
| Leccese, Moscia Leccese                    | 1937 |
| Barbaresca (Siciliana)                     | 1942 |
| Bergamasca, Gigante di Bergamo             | 1942 |
| Comisana, Lentinese, Pecora a testa rossa  | 1942 |
| Di Benevento, Quadrella, Gentile di Puglia | 1942 |
| Lamon, Lamone, Feltrina                    | 1942 |
| Sopravissana                               | 1942 |
| <b>Bovini</b>                              |      |
| Chianina                                   | 1932 |
| Bianca Val Padana/Modenese                 | 1935 |
| Garfagnina                                 | 1935 |
| Pontremolese, Bardigiana, Bettinese        | 1935 |
| Reggiana, Formentina, Fromentina           | 1935 |
| Sardo-Modicana                             | 1936 |

Fonte: nostra elaborazione. Le date si riferiscono perlopiù all’approvazione del libro genealogico da parte del ministero.

All’incertezza degli esiti si aggiungeva la diversità dei metodi di riproduzione, secondo la finalità assegnata. La selezione puntava a garantire la purezza della linea di sangue e a mantenerla tale nel lungo periodo. Invece l’incrocio creava ibridi senza preoccuparsi “dell’avvenire delle razze, ma semplicemente [per] combinare le condizioni dell’agricoltura colla richiesta del mercato”. A maggior ragione il meticciamiento o bimeticciamiento assommava caratteri provenienti da più razze diverse, allontanandosi dalle razze di partenza (*ibid.*) (Fig. 7).

Di qui la confusione lamentata da molti osservatori. Nelle regioni del Triveneto, scriveva Mascheroni, “quasi ovunque non si seguì per molto tempo un razionale indirizzo nello allevamento bovino; con gli incroci compiuti senza regola e con i successivi meticciami si ottenne in gran parte una popolazione a caratteri non uniformi e disordinatamente variabili. E solo in questi ultimi decenni in alcune zone si ebbero, in seguito ad un lavoro

lungo e paziente, miglioramenti sensibilissimi. La guerra mondiale venne però in gran parte a distruggere, specialmente dove imperversò il tremendo cataclisma, quello che era stato fatto” (Mascheroni 1927b, pp. 902-903) <sup>1</sup>. In alcune zone s’era perseguita la sostituzione delle razze locali con incroci con riproduttori scelti esterni. Per assecondare la tendenza a ottenere una maggior produzione di latte, in Alto Adige si registrò nel numero di bovini “una sensibile depressione specialmente per ciò che riguarda la razza grigia alpina, come ad esempio si nota nelle località più elevate di Fassa, Primiero e Tesino. E la razza d’Uten a sua volta veniva man mano trascurata, perché gli allevatori erano più proclivi a preferire soggetti maggiormente lattiferi. Così pure dicasi della produzione di Val di Fiemme, Val di Non e Val di Sole, nelle quali l’industria casearia andava assumendo sempre maggiore importanza a scapito della produzione dei manzetti e dei giovenchi destinati all’esportazione” (Muratori 1926, citato in Mascheroni 1927b, p. 909). A questa crisi il Consiglio provinciale di agricoltura di Trento pose rimedio “in un primo tempo con la selezione e in un secondo tempo con la sostituzione del bestiame locale con quello della razza bruna di Schwyz, mediante la continua introduzione dalla Svizzera di tori molto distinti e di taglia vantaggiosa. E così man mano scomparve la razza d’Uten e la Grigia alpina dal Trentino dall’Alto Adige, ottenendo così però dei bovini la cui produzione latte si è elevata di un terzo e il cui peso tende ad aumentare con un maggior rendimento al macello” (Mascheroni 1927b, p. 909).

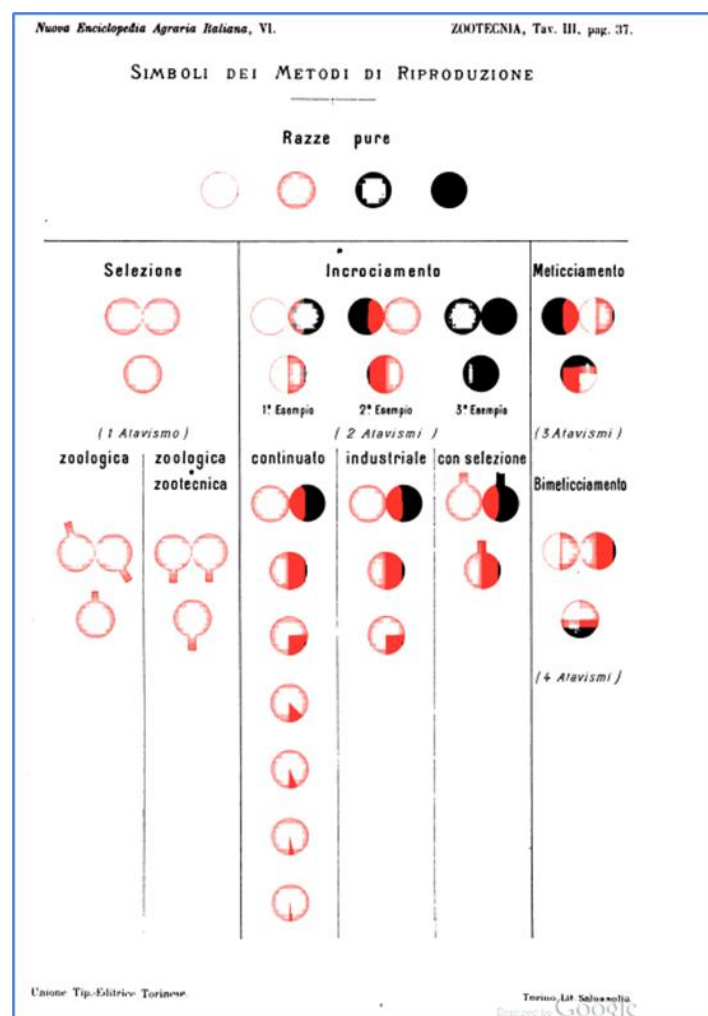


Figura 7. Confronto tra metodi di riproduzione del bestiame (circa 1900). Fonte: Lemoigne 1900, dopo p. 36

<sup>1</sup> Alcuni rilievi di Mascheroni si trovano già in Pirocchi, Monti 1900.

I percorsi dell'innovazione zootecnica furono dunque diversi secondo l'ambiente, ragione per cui è difficile delineare una storia unitaria dell'allevamento in Italia. I risultati più tangibili si registrarono nella Pianura padana, dove l'allevamento era più intensivo e la domanda di latticini e di carne più elevato, così da sollecitare gli allevatori a preferire razze specializzate e con un'elevata produttività. Però la spinta a potenziare gli animali fu più ampia e toccò anche aree di collina e di montagna, grazie all'azione dei tecnici delle cattedre ambulanti, nonché dell'associazionismo e della cooperazione attraverso comitati zootecnici, sindacati di allevamento, latterie sociali e caseifici cooperativi, società di assicurazione contro la mortalità del bestiame, società per l'alpeggio, consorzi stallonieri e stazioni di monta taurina, libri genealogici (Ministero di agricoltura, industria e commercio 1911; per il caso mantovano cfr. Guizzardi 2020). Dopo la prima guerra mondiale Bartolomeo Moreschi, ispettore capo del Servizio zootecnico del Ministero di agricoltura, osservò i requisiti morfologici (forma, costituzione) e funzionali (peso medio, produzione di latte, prova di macellazione, prove di trazione) degli animali presentati alle esposizioni e ai concorsi e constatò che un miglioramento dei bovini, degli equini e degli ovicapri era in atto, grazie anche al passaggio alla stabulazione al posto dell'allevamento brado, alla maggior cura dell'alimentazione, alla scelta della specializzazione, alla maggior cura della riproduzione per fissare le novità nella discendenza. Alla base di questa trasformazione stavano non "dottrine accademiche" ma "fatti". A suo dire dovevano essere abbandonate le "molte, lunghe, troppe discussioni" intorno ad "alcune gocce di sangue" della val di Chiana immesse nella Romagnola (Moreschi 1906, p. 10). Se si puntava al rendiconto economico dell'allevamento, più che la purezza valeva il meticciamiento, a condizione di mantenere un indirizzo chiaro negli incroci.

In questo modo la tanto vituperata "insalata zootecnica" poteva essere orientata a obiettivi precisi. Nei primi decenni del Novecento come razza miglioratrice riscosse grande attenzione la Schwyz (Bruna alpina), adatta a tutti i climi della penisola e valida lattifera, ma con buoni rendimenti di carne. L'Olandese (Frisona o Holstein-Frisona) venne introdotta da alcuni allevatori del Nord, ma era troppo esigente sul piano alimentare. Per migliorare la zootecnia da latte fu anch'essa introdotta, ma non per allevarla in purezza ma per incrociarla con altre razze. L'incrocio più comunemente praticato fu quello con la razza Bruna Alpina, una pratica che al di fuori della Lombardia destò "da una parte preoccupazioni e dall'altra correnti contrarie" (Rognoni 2006, p. 376; Marigliano 2022). Tra le due guerre la discussione sulle razze da impiegare nell'evoluzione assistita continuò, nei limiti consentiti dal regime. Crebbe l'interesse anche verso la Frisona proveniente dagli Stati Uniti ma, ricorda Bonadonna, il favore per questa razza all'epoca era "quasi sempre in contrasto con le 'direttive' ufficiali e con le convinzioni di vari tecnici italiani [...]" (Bonadonna 1959, pp. 428-429). Tale "zootecnia ufficiale" è stata poco indagata a differenza di altri momenti dell'agricoltura nazionale come la politica cerealicola, le bonifiche, la riforma fondiaria, la politica commerciale. Nella diatriba su Bruna alpina o Frisona, la linea "ufficiale" - in cui "gran voce" aveva il Ministero dell'agricoltura, secondo i tecnici e gli agricoltori più critici a Cremona e nella Bassa Lombardia - aveva una "autorità assoluta in materia di scelta di razza, nei giudizi morfologici, nell'approvazione tori, in tema di permessi di importazione, nelle manifestazioni ed esposizioni zootecniche guidate, pilotate, giudicate sempre dagli stessi esperti [...]". Questo stato di cose coagulava attorno a sé un enorme cumulo di interessi tra funzionari, importatori, mediatori, qualche allevatore [...] e, a seconda che prevale[ssero] più i filo-olandese o i filo-svizzera, in una provincia ci si orientava per l'una o per l'altra razza. Un certo dissenso serpeggiava però nella base degli allevatori appoggiati da alcuni tecnici che capivano come in presenza di una popolazione bovina a caratteri molto disgiunti, in mancanza di uno standard [...] era assurdo basare la zootecnia solo sul criterio morfologico. Il fine dell'allevatore cremonese secondo la zootecnia ufficiale avrebbe dovuto essere la *bella vacca olandese importata*

come per il bresciano o bergamasco avrebbe dovuto essere la *bella vacca svizzera importata*” (Cervi Ciboldi 1990).

## IL BESTIAME SENZA RAZZA DELLE STATISTICHE UFFICIALI

I primi governi del nuovo Regno si interessarono solo marginalmente all'allevamento bovino e ovicaprino. Le politiche agrarie si ispirarono ai concetti di libero mercato della terra, con l'obiettivo di combattere la servitù dei condomini, cosa che inficiava un uso il più possibile razionale della terra. Il compito non era dei più semplici, dato che era necessario sopprimere tutti quei vincoli caratterizzanti il sistema agrario precedente (Vaccaro 1996). Ad ogni modo la corretta gestione del patrimonio zootecnico passò in secondo piano, rimanendo nella penna del legislatore. Se tuttavia andiamo ad analizzare l'andamento del patrimonio di animali domestici a livello nazionale, nei decenni postunitari esso risulta in costante aumento, e non soltanto per le due categorie di nostro interesse, bovini e ovicaprini, ma anche per equini e suini (Tabella 4). Sono dati da prendere con una certa cautela, poiché le statistiche postunitarie sugli animali non presentano un sufficiente grado di attendibilità, essendo stati redatti su base volontaria e con finalità militari per valutare l'effettiva capacità di mobilitazione degli equini o quella di ammasso dei bovini in caso di eventi bellici, con i prevedibili “nascondimenti” di animali da parte degli allevatori. Oppure si tratta di rilevazioni effettuate con sistemi differenti da regione a regione e in maniera non sincronica, in mesi o anni diversi. Soltanto nel 1927 le funzioni relative alla statistica agraria furono concentrate nell'Istituto centrale di statistica, garantendo coerenza e completezza delle informazioni (Barsanti 2002).

*Tabella 4. Patrimonio zootecnico in Italia (in migliaia di capi) (1870-1940)*

| Anno | Bovini e bufalini | Cavalli, asini e muli | Ovini e caprini | Suini |
|------|-------------------|-----------------------|-----------------|-------|
| 1870 | 3.608             | 1.287                 | 8.705           | 1.618 |
| 1880 | 4.506             | 1.585                 | 10.415          | 1.983 |
| 1890 | 5.014             | 1.679                 | 8.700           | 1.800 |
| 1900 | 5.415             | 1.804                 | 9.760           | 2.008 |
| 1910 | 6.337             | 2.251                 | 14.527          | 2.541 |
| 1920 | 6.193             | 2.252                 | 14.824          | 2.379 |
| 1930 | 7.149             | 2.411                 | 12.888          | 3.487 |
| 1940 | 8.215             | 1.817                 | 11.670          | 3.474 |

Fonte: Bonsembiante, Gallo, Schiavon 2000, p. 631.

Quello che comunque appare evidente, anche con scarsi dati statistici, era la preponderanza dell'allevamento di bovini da latte nella zona padana, mentre i bufali e gli ovo-caprini erano concentrati nel Centro-Sud. Anche la popolazione di ovini e caprini crebbe sensibilmente, con una netta preponderanza dei primi, mediante un sistema di allevamento fondamentalmente estensivo ma essenziale in quanto era praticato laddove l'allevamento bovino non era conveniente o possibile. Invece nelle regioni settentrionali gli ovini e i caprini hanno da sempre avuto una funzione integrativa, specialmente per le famiglie contadine più povere e per un'economia indirizzata all'autoconsumo. In montagna e nelle aree collinari le greggi potevano sfruttare i pascoli meno produttivi o troppo impervi per i bovini, mentre le capre usufruivano di pascoli arborati o cespugliati, utilizzando risorse foraggere indisponibili per i bovini e talvolta anche per gli stessi ovini. In pianura il mantenimento del gregge era quasi sempre dipendente dal pascolo su terreni incolti, collettivi o altrui (Barsanti 2002, pp. 96 e segg.; Bonsembiante, Gallo, Schiavon 2000, pp. 632-633).

Fino a Novecento avanzato le statistiche non prestarono alcuna attenzione alle razze. Questo vale anche per la prima rilevazione considerata riuscita, il censimento del

bestiame del 19 marzo 1908, effettuato con metodo diretto; e per il censimento del bestiame del 19 marzo 1930 (nell'ambito del censimento dell'agricoltura), anch'esso ritenuto affidabile. Un economista particolarmente versato nel settore zootecnico, Gaetano Zingàli, aveva posto la questione: "Quali indicazioni deve raccogliere il censimento del punto di vista qualitativo? La domanda riguarda più particolarmente i bovini, che hanno tre diverse, principali, attitudini produttive (lavoro, carne, latte). Le rilevazioni eseguite sino ad oggi sono state al riguardo di una povertà desolante" (Zingàli 1926, pp. 288-289). Nel 1908 la relazione del ministro che accompagnava la proposta di legge del censimento aveva ritenuto che non fosse "opportuno allargare troppo il campo delle indagini. Meglio è chiedere poco, se si vuole che le risposte siano date in maniera soddisfacente e veritiera". Di conseguenza "nessuna indicazione deve essere chiesta relativamente alle razze, alle attitudini, alla destinazione, al peso, al valore degli animali"<sup>1</sup>. Nella relazione accompagnatoria al progetto di legge sul censimento, il ministro ammetteva che "la deficiente nozione della statistica del bestiame non consente oggi al zootecnico di studiare esaurientemente, tra gli altri, i gravi problemi dell'importazione, dell'esportazione e dell'approvvigionamento del mercato interno in vista del crescente consumo di carne"<sup>2</sup>. Per i bovini da latte sarebbe stato necessario rilevare il numero di vacche lattifere. È vero che i modelli di rilevazione del censimento del 1930 prevedevano la raccolta di dati per ciascuna razza, ma nello spoglio tali elementi furono accantonati perché giudicati "del tutto come inutilizzabili" (Spagnoli 1957, pp. 583-584 e 597).

Finalmente, sul finire degli anni Trenta la composizione delle popolazioni animali si affacciò nelle statistiche, anche se limitatamente agli animali bovini. Nel 1938 l'Istat rilevò il numero di vacche e la produzione media annua di latte distintamente per razza, per un complesso di 3,8 milioni di capi, oltre la metà dei bovini. Per ogni provincia furono censite le vacche di razza Piemontese, Friulana, Bolognese, Marchigiana, Bruna alpina, Grigia alpina, Reggiana, Chianina, Valdostana, Grigia della Val d'Adige, Modenese, Maremmana, Olandese, Podolica, Romagnola; le vacche meticce da tori di razza Bruna alpina, Chianina, Grigia alpina, Olandese, Podolica, varie. Fu rilevato anche il numero di tori approvati per la monta secondo la razza, con dati regionali: nel complesso 62.000 capi tra tori di Bruna alpina (1/3 del totale), Olandese, Pugliese, Romagnola, Maremmana, Piemontese, Grigia alpina, Modenese, Siciliana, Valdostana, Grigia della Val d'Adige, Reggiana, Marchigiana, Modicana, altra, meticci (Istat 1936-1938, pp. 128-132)<sup>3</sup>. A sua volta il censimento del bestiame del 31 ottobre 1940 quantificò gli animali bovini (non solo le vacche) per razza, sempre a livello provinciale (Istat 1939-1942, pp. 78-80; cfr. Tab. 5 e Fig. 8).

Durante e dopo la guerra le pubblicazioni dei censimenti tornarono a indicare la sola consistenza complessiva del bestiame, con l'eccezione del 1946, quando fu pubblicato il numero dei tori approvati per la monta distinguendo per razza e incrocio (Istat 1943-1946, p. 100). Qualche anno dopo, sulla base di dati forniti direttamente dal Ministero dell'agricoltura e delle foreste, Telesforo Bonadonna indicava la consistenza della popolazione bovina nel 1956 secondo la razza (più la popolazione meticcica) e quindi l'attitudine produttiva (latte, carne e lavoro, multipla)<sup>4</sup>. In realtà le pubblicazioni ufficiali

---

<sup>1</sup> Relazione del ministro F. Cocco Ortu sul disegno di legge per il censimento generale del bestiame e per l'istituzione di un servizio di statistica agraria, presentato alla Camera il 14 marzo 1907 (n. 694), in Ministero di agricoltura, industria e commercio 1910, pp. V-VII.

<sup>2</sup> *Ivi*, p. IV.

<sup>3</sup> La statistica del 1938 rilevò anche la produzione media annua di latte per vacca secondo la razza (pp. 332-333).

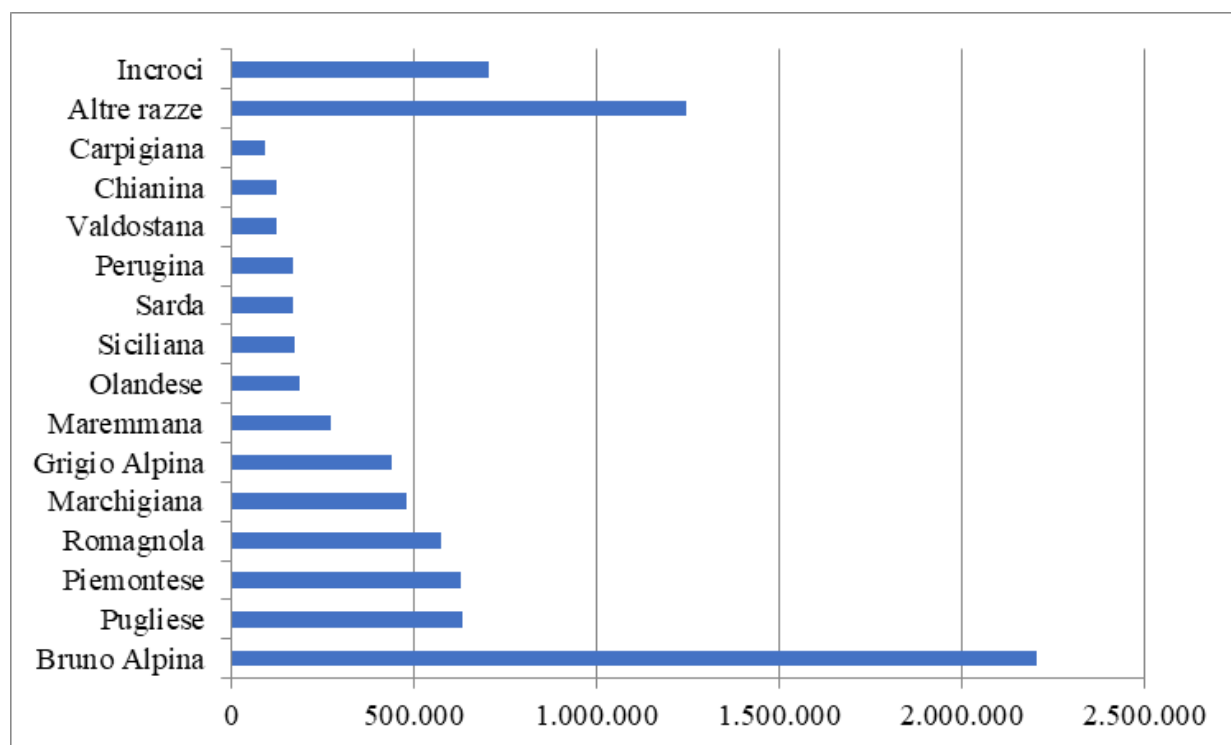
<sup>4</sup> Bonadonna 1959, pp. 11-26 e nei capitoli sulle singole razze: Bruna alpina, Chianina, Frisone italiana, Garfagnina, Grigia alpina, Marchigiana, Maremmana, Modicana, Piemontese, Podolica, (Pugliese),

non riportano tali informazioni, forse acquisite dall'Istat ma da questi non pubblicate perché ritenute poco affidabili.

*Tabella 5. Numero di animali bovini secondo la razza (1940)*

| Razze e incroci | Italia settentrionale |        | Italia centrale |        | Italia meridionale |        | Italia insulare |        | Italia    |        |
|-----------------|-----------------------|--------|-----------------|--------|--------------------|--------|-----------------|--------|-----------|--------|
|                 | N.                    | %      | N.              | %      | N.                 | %      | N.              | %      | N.        | %      |
| Bruna Alpina    | 1.964.225             | 35,7%  | 145.174         | 9,5%   | 86.554             | 12,0%  | 8.792           | 1,8%   | 2.204.745 | 26,8%  |
| Grigia Alpina   | 438.529               | 8,0%   | -               | -      | -                  | -      | -               | -      | 438.529   | 5,3%   |
| Olandese        | 143.720               | 2,6%   | 29.017          | 1,9%   | 15.302             | 2,1%   | 877             | 0,2%   | 188.916   | 2,3%   |
| Valdostana      | 125.529               | 2,3%   | -               | -      | -                  | -      | -               | -      | 125.529   | 1,5%   |
| Piemontese      | 631.570               | 11,5%  | -               | -      | -                  | -      | -               | -      | 631.570   | 7,7%   |
| Romagnola       | 472.122               | 8,6%   | 93.364          | 6,1%   | 8.235              | 1,1%   | -               | -      | 573.721   | 7,0%   |
| Carpigiana      | 93.238                | 1,7%   | -               | -      | -                  | -      | -               | -      | 93.238    | 1,1%   |
| Chianina        | -                     | -      | 125.454         | 8,2%   | -                  | -      | -               | -      | 125.454   | 1,5%   |
| Perugina        | -                     | -      | 168.228         | 11,1%  | -                  | -      | -               | -      | 168.228   | 2,0%   |
| Marchigiana     | -                     | -      | 373.935         | 24,6%  | 107.571            | 14,9%  | -               | -      | 481.506   | 5,9%   |
| Maremmiana      | -                     | -      | 268.840         | 17,7%  | 5.340              | 0,7%   | -               | -      | 274.180   | 3,3%   |
| Pugliese        | 220.409               | 4,0%   | 2.729           | 0,2%   | 407.686            | 56,6%  | 1.739           | 0,4%   | 632.563   | 7,7%   |
| Siciliana       | -                     | -      | -               | -      | -                  | -      | 173.553         | 35,6%  | 173.553   | 2,1%   |
| Sarda           | -                     | -      | -               | -      | -                  | -      | 168.951         | 34,6%  | 168.951   | 2,1%   |
| Altre razze     | 1.023.407             | 18,6%  | 129.889         | 8,5%   | 33.547             | 4,7%   | 57.919          | 11,9%  | 1.244.762 | 15,1%  |
| Totale Razze    | 5.112.749             | 92,9%  | 1.336.630       | 87,9%  | 664.325            | 92,2%  | 411.831         | 84,4%  | 7.525.535 | 91,4%  |
| Incroci         | 388.026               | 7,1%   | 184.179         | 12,1%  | 55.812             | 7,8%   | 75.924          | 15,6%  | 703.941   | 8,6%   |
| In complesso    | 5.500.775             | 100,0% | 1.520.809       | 100,0% | 720.137            | 100,0% | 487.755         | 100,0% | 8.229.476 | 100,0% |

Fonte: "Annuario statistico italiano", 1944-1948, p. 201-



*Figura 2. Consistenza delle principali razze di bovini in Italia (1940). Fonte: elaborazione da tabella 5.*

A supporto dell'analisi delle tendenze in atto circolavano dati semiufficiali. L'“Annuario dell'agricoltura italiana” del 1960 commentava: “circa la distribuzione delle razze, pur non potendosi disporre di precisi e completi dati, si può però confermare, quanto a razze specializzate per la produzione del latte, il progressivo aumento della Frisone, rispetto

Reggiana, Romagnola, Simmenthal (Pezzata rossa friulana) e Valdostana. I dati sono riferiti al 1954, 1955 o 1956.

alla Bruno-alpina e alle altre minori". La vigorosa espansione della Frisona o Pezzata nera e l'aumento della popolazione meticcia causavano il declino della razza Bruna alpina e di altre autoctone. Nel bestiame da carne le razze Piemontese, Romagnola, Chianina e Marchigiana restavano "ciascuna nel proprio ambiente le assolute dominatrici degli allevamenti", con un aumento del bestiame iscritto ai libri genealogici (Inea 1960, pp. 79-81).

Il primo censimento generale dell'agricoltura italiana (15 aprile 1961) si limitò a raggruppare gli animali allevati solo per categorie principali, nel caso dei bovini la razza Bruno-alpina, la razza Olandese e "altre razze" (Istat 1963, tavole 6 e 7).

Solo la Federconsorzi riuscì a elaborare due "atlanti di zootecnica" rispettivamente per i bovini e per gli ovini, contenenti una scheda per ciascuna razza che ne indicavano la distribuzione in Italia, una breve descrizione dei caratteri, l'esistenza di eventuali libri genealogici, la situazione della popolazione (in fase di espansione, stazionaria, in fase di graduale sostituzione, di graduale riduzione, di graduale eliminazione, ecc.) (Federconsorzi 1960; Federconsorzi 1961) (cfr. Fig. 9). Ma a parte queste pubblicazioni e forse alcuni nuovi libri genealogici, sulle razze autoctone sembrava essere calato il silenzio, proprio nel momento in cui alcune di esse stavano sperimentando la marginalizzazione nell'epoca del grande sviluppo e dell'intensificazione degli allevamenti. Anche gli studi sorvolavano sui precedenti che per qualche decennio avevano consolidato le razze autoctone. Uno specialista della razza Frisona, ad esempio, vedeva nella geografia delle razze bovine negli anni Sessanta ancora una conseguenza della geografia ottocentesca, con la suddivisione politica tra diversi stati (Fig. 10). È innegabile che la biodiversità zootecnica italiana, con la sua persistente numerosità di "tipi" e "razze" sparse nella penisola e nelle isole, fosse il portato della storia e della geografia del Paese. Ma anche le razze autoctone hanno avuto una storia in età contemporanea, come accennato in queste pagine.

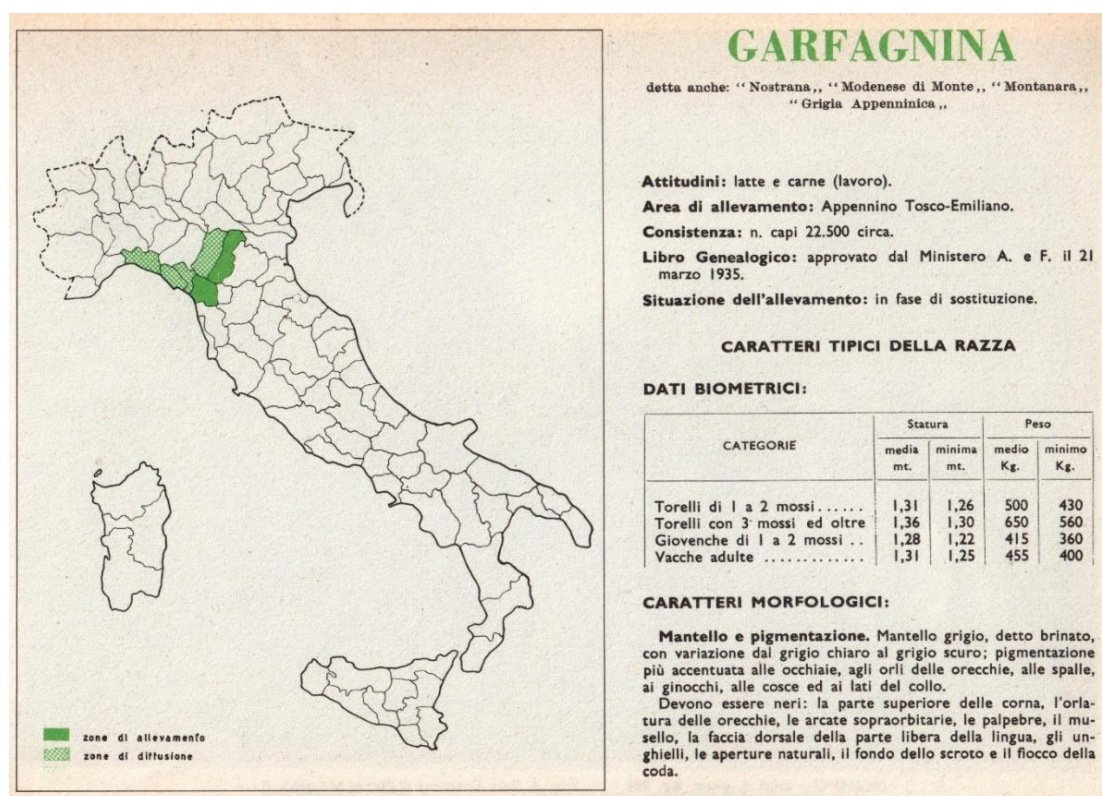


Figura 9. Scheda dell'Atlante di zootecnica della Federazione italiana dei consorzi agrari (1960).  
Fonte: Federconsorzi 1960.

Finalmente negli anni Settanta - anche per rispondere alle sollecitazioni della FAO - il Consiglio nazionale delle ricerche avviò un vasto programma di indagini sulle varietà intitolato “Difesa delle risorse genetiche delle popolazioni animali” diretto da Giuseppe Rognoni, che insieme ad altri lavori nazionali e regionali condusse alla pubblicazione degli *atlanti etnografici* delle popolazioni ovine e caprine, bovine, equine e asinine (CNR 1983a; CNR 1983b; CNR 1997). A distanza di anni dalle indagini condotte nei primi decenni del Novecento si tornava ad avere una visione complessiva, e aggiornata, della biodiversità zootecnica italiana. Nei tre volumi sono descritte 123 razze (28 bovine, 51 ovine, 22 caprine, 17 equine e 5 asinine), ma oramai la maggior parte delle popolazioni autoctone veniva segnalata come a rischio di estinzione (Bigi, Zanon 2020, pp. VII-VIII).

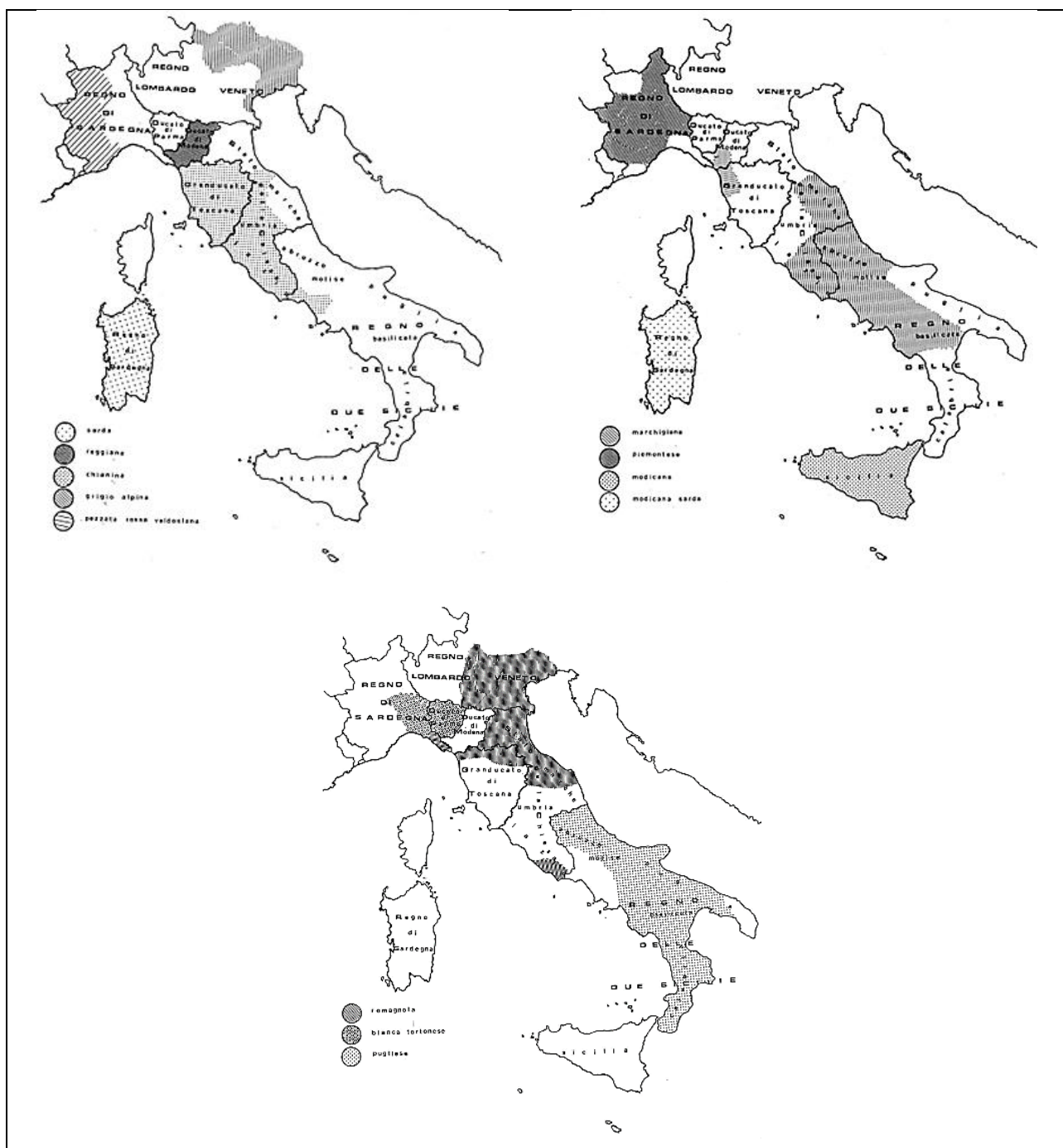


Figura 3. Diffusione delle principali razze bovine in Italia al 1960, confrontate con la suddivisione politica dell'Italia prima dell'unificazione. Fonte: Fusco 1990, pp. 14-16.

## CONCLUSIONI

Le statistiche nazionali hanno tardato a riconoscere la varietà zootecnica esistente nel Paese. Invece tra Otto e Novecento diversi studiosi ne hanno messo in luce i tratti essenziali, rimasti tali fino agli anni Cinquanta del secolo scorso, quando gli indirizzi zootecnici sono profondamente mutati. La crescita dell'allevamento che prese avvio nell'Italia liberale affrontò i problemi di un settore arretrato, che comportava crescenti importazioni di bestiame pregiato. Già nell'ampia trattatistica in materia di zootecnia e di veterinaria emergono tecnici, allevatori, scienziati, esponenti delle associazioni agrarie, dirigenti pubblici che si dedicarono intensamente al compito di migliorare le caratteristiche qualitative del bestiame. Insieme alla gestione dell'animale e della stalla furono intraprese molteplici iniziative per perfezionare le razze, in particolare con la selezione dei riproduttori e la registrazione genealogica. Le scelte in merito furono sempre più guidate dai risultati: se il valore di una vacca si doveva "misurare col secchio" anziché dalle sole forme esteriori, monitorare i rendimenti e analizzare i prodotti servirono anche a caratterizzare le singole razze e le relative attitudini.

## BIBLIOGRAFIA

- Barducci 2022: L. Barducci, "Questi capitali bestiami, che tanto mi stanno a cuore". Origine e sviluppo della razza bovina Romagnola nella Tenuta Torre di San Mauro di Romagna (secoli XIX-XX), in "OS. Opificio della storia", 2022, n. 3, pp. 40-53
- Barsanti 2002: D. Barsanti, L'allevamento, in Storia dell'agricoltura italiana, vol. III, L'età contemporanea, t. I, Dalle "rivoluzioni agronomiche" alle trasformazioni del Novecento, a cura di R. Cianferoni, Z. Ciuffoletti e L. Rombai, Firenze, Accademia dei Georgofili - Polistampa, 2002, pp. 95-128
- Baudement 1861-1862: É. Baudement, Les races bovines au Concours universel agricole de Paris en 1856. Études zootechniques publiées par ordre de s. exc. le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, Parigi, Impr. imperiale, 1861-1862
- Bigi, Zanon 2020: D. Bigi, A. Zanon, Atlante delle razze autoctone. Bovini, equini, ovicaprini, suini allevati in Italia, Milano, Edagricole, 2020
- Bonadonna 1952: T. Bonadonna, Bovini, in Enciclopedia agraria italiana, vol. I, Roma, Reda, 1952, pp. 941-952
- Bonadonna 1959: T. Bonadonna, Le razze bovine, bufali, cattali, zebù, Milano, Ed. Progresso zootecnico, 1959
- Bonsembiante, Gallo, Schiavon 2000: M. Bonsembiante, L. Gallo, S. Schiavon, L'allevamento e le produzioni animali nel XX secolo, in Società italiana degli agricoltori, L'Italia agricola nel XX secolo. Storia e scenari, Corigliano Calabro, Meridiana libri, 2000, pp. 627-716
- Canevazzi 1904: E. Canevazzi, Araldica zootecnica. I libri genealogici degli animali domestici, Stud- Herd- Flock-Books, Milano, U. Hoepli, 1904
- Carlo Pucci 1997: Carlo Pucci. Un veterinario socialista, Manduria, P. Lacaita, 1997
- Cervi Ciboldi 1990: E. Cervi Ciboldi, Piccola storia della Frisone italiana dall'intuito di Ettore Legori all'autorità di Vincenzo De Carolis, in "Cremona produce", settembre 1981, ripreso da Fusco 1990, pp. 159-163
- CNR 1983a: Consiglio nazionale delle ricerche, Atlante etnografico delle popolazioni bovine allevate in Italia, [Roma, 1983]
- CNR 1983b: Consiglio nazionale delle ricerche, Atlante etnografico delle popolazioni ovine e caprine allevate in Italia, [Roma, 1983]
- CNR 1997: Consiglio nazionale delle ricerche, Atlante etnografico delle popolazioni equine e asinine italiane, a cura di G. Gandini e G. Rognoni, Milano, Città Studi Edizioni, 1997
- Cobb 2012: M. Cobb, Heredity before genetics: a history, in "Nature Reviews Genetics", 7 (2007), n. 12, pp. 953-958; S. Müller-Wille, H.-J. Rheinberger, A Cultural History of Heredity, Chicago, University of Chicago Press, 2012

- Denis, Baudement 2016: B. Denis, É. Baudement, *Les vaches ont une histoire. Naissance des races bovines*, Parigi, Delachaux et Niestlé, 2016
- Derry 2006: M. Derry, *Horses in society: a story of animal breeding and marketing culture, 1800-1920*, Toronto, University of Toronto Press, 2006
- Derry 2015: M. Derry, *Masterminding nature. The Breeding of Animals, 1750-2010*, Toronto, University of Toronto Press, 2015
- Derry 2022: M. Derry, *Made to Order: The Designing of Animals*, Toronto, University of Toronto Press, 2022
- Faelli 1903: F. Faelli, *Razze bovine, equine, suine, ovine e caprine*, Milano, U. Hoepli, 1903
- Federconsorzi 1960: *Allevamenti italiani. 1. Bovini*, a cura dell'Ufficio tecnico agrario della Federazione italiana dei consorzi agrari, Roma, Ramo editoriale degli agricoltori, 1960
- Federconsorzi 1961: *Allevamenti italiani. 2. Ovini*, a cura dell'Ufficio tecnico agrario della Federazione italiana dei consorzi agrari, Roma, Ramo editoriale degli agricoltori, 1961
- Ferretti et al. 2008: L. Ferretti et al., *Ezio Marchi instauratore della zootecnia scientifica in Italia*, Sinalunga, Biblioteca comunale, 2008
- Fumi 2014: G. Fumi, *Iniziative per il progresso zootecnico nell'Italia settentrionale tra Otto e Novecento*, in *Seminari carne. Filiera zootecnica, valore alimentare*, a cura di T. Maggiore e L. Mariani, Sant'Angelo Lodigiano, Museo lombardo di storia dell'agricoltura, 2014, pp. 95-108
- Fusco 1990: R. Fusco, *La Frisone italiana: evoluzione, lotte e traguardi di cinque generazioni di allevatori*, Roma, Anafi - Bologna, Edagricole, 1990
- Gaddini 2017: A. Gaddini, *Le razze bovine in un trattato del 1903*, in "Eurocarni", 2017, n. 10, pp. 152-157
- Gaudillière, Kevles, Rheinberger (a cura di, 2009): J.-P. Gaudillière, D.J. Kevles, H.J. Rheinberger, (a cura di) 2009, *Living Properties: Making Knowledge and Controlling Ownership in the History of Biology*, Berlino, Max Planck Institute for the History of Science, 2009
- Grassi 1911: G.B. Grassi, *I progressi della biologia e delle sue applicazioni pratiche conseguiti in Italia nell'ultimo cinquantennio*, in *R. Accademia dei Lincei, Cinquanta anni di storia italiana*, Milano, U. Hoepli, 1911, vol. III, pp. 344-373
- Guizzardi 2020: F. Guizzardi, *Le stazioni taurine di monta pubblica e il miglioramento della zootecnia bovina da latte nel Mantovano dall'Unità d'Italia a fine Ottocento*, in *Associazione italiana Storia della medicina veterinaria e della mascalcia, Atti del I Convegno nazionale*, Grugliasco (Torino), 18-19 ottobre 2019, a cura di I. Zoccarato, Brescia, Fondazione Iniziative zooprofilattiche e zootecniche, 2020, pp. 141-150
- Inea 1960: Istituto nazionale di economia agraria, "Annuario dell'agricoltura italiana", 14 (1960)
- Istat 1936-1938: Istituto centrale di statistica, "Annuario statistico dell'agricoltura italiana", 1936-1938, vol. I, 1939
- Istat 1939-1942: Istituto centrale di statistica, "Annuario statistico dell'agricoltura italiana", 1939-1942
- Istat 1943-1946: Istituto centrale di statistica, Istat, "Annuario statistico dell'agricoltura italiana", 1943-1946
- Istat 1963: Istituto centrale di statistica, 1° Censimento generale dell'agricoltura (15 aprile 1961), vol. IV, *Bestiame*, Roma, Soc. Abete, 1963
- Jussiau, Montméas 2000: R. Jussiau, L. Montméas, *La zootechnie comme discipline d'enseignement, 1840-1950*, in *Les enjeux de la formation des acteurs de l'agriculture, 1760-1945*, sotto la direzione di M. Boulet, Dijon, Educagri éditions, 2000, pp. 83-90
- Kevles 2008: D. J. Kevles, *Innovation and Ownership in Living Products: Animals and Fruits in the United States, the 1870s to 1930*, in *A Cultural History of Heredity*, vol. IV, *Heredity in the Century of the Gene*, Berlino, Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2008, pp. 51-50
- Lemoigne 1880: A. Lemoigne, *Una lega per istudii zootecnici*, in "La clinica veterinaria", 3 (1880), p. 82-84

- Lemoigne 1900: A. Lemoigne, *Zootecnia generale*, Torino, Unione tipografico-editrice, 1900 (Nuova enciclopedia agraria italiana in ordine metodico, parte VI)
- Marigliano 2022: M. Marigliano, A Turning Point in the Italian Dairy Farming System: A Comparison between the Frisona Italiana and Bruna Alpina Breeds, in “*Historia Agraria*”, 88 (2022), pp. 159-190
- Marigliano 2024: M. Marigliano, Due mondi differenti? L'allevamento di cavalli da tiro o per l'artiglieria in Italia dall'Unità all'alba della prima guerra mondiale, in “*Proposte e ricerche. Rivista di storia economica e sociale*”, 47 (2024), n. 92, pp. 53-69
- Mascheroni 1927a: E. Mascheroni, *Zootecnia speciale*, t. I, Equini, premesso uno studio del prof. Ezio Marchi su l'evoluzione genealogica degli animali domestici, Torino, Utet, 1927 (Nuova enciclopedia agraria italiana in ordine metodico, parte VI)
- Mascheroni 1927b: E. Mascheroni, *Zootecnia speciale*, t. II, Bovini, Torino, Utet, 1927, pp. 587-1104 (Nuova enciclopedia agraria italiana in ordine metodico, parte VI)
- Mascheroni 1927c: E. Mascheroni, *Zootecnia speciale*, t. III, Suini, Torino, Utet, 1927 (Nuova enciclopedia agraria italiana in ordine metodico, parte VI)
- Matassino 2011: D. Matassino, La scuola di Renzo Giuliani: novanta anni di ricerca e di insegnamento al servizio delle produzioni animali in Italia, in “*I Georgofili*”, s. VIII, 8 (2011), t. 2, pp. 37-76
- Matz 2009: B. Matz, Herd Books, Breeders' Associations, and Livestock Exhibitions in Germany, 1864-1899, in Gaudillière, Kevles, Rheinberger (a cura di, 2009), pp. 31-38
- Matz 2023: B. Matz, Creating New Values in Animals in the Era of Mendel's Rediscovery, in *Intellectual Property and the Design of Nature*, a cura di J. Bellido e B. Sherman, Oxford, Oxford University Press, 2023, pp. 317-329
- Mazzotti 2022: O. Mazzotti, L'“allevamento razionale” dei bovini in Italia tra Otto e Novecento: teoria e prassi di un percorso di modernizzazione, in “*OS. Opificio della storia*”, 2022, n. 3 (monografico su Bovini. Dall'allevamento tradizionale alla zootecnia industriale), pp. 28-39
- Ministero di agricoltura, industria e commercio 1910: Ministero di agricoltura, industria e commercio, Censimento generale del bestiame del 19 marzo 1908, Roma, Stab. tip. G. Civelli, 1910
- Ministero di agricoltura, industria e commercio 1911: Ministero di agricoltura, industria e commercio. Ispettorato generale dei servizi zootecnici, Le associazioni zootecniche in Italia e all'estero, [a cura di V. Vezzani], Roma, Tip. nazionale di G. Bertero e C., 1911 (*Annali di agricoltura*, 267)
- Moreschi 1906: B. Moreschi, I progressi nell'allevamento dei bovini in Italia. Conferenza tenuta al Congresso delle cattedre ambulanti di agricoltura in Milano il 23 settembre 1906, Roma, Tip. agostiniana, 1906 (estr. da “*Bollettino quindicinale della Società degli agricoltori italiani*”)
- Müller-Wille, Rheinberger 2012: S. Müller-Wille, H.-J. Rheinberger, *A Cultural History of Heredity*, Chicago, University of Chicago Press, 2012
- Muratori 1926: M. Muratori, Le vicende e l'avvenire della razza grigia in alcune provincie venete, Venezia, Off. grafiche C. Ferrari, 1926
- Pawley 2016: E. Pawley, The Point of Perfection: Cattle Portraiture, Bloodlines, and the Meaning of Breeding, 1760-1860, in “*Journal of the early Republic*”, 36 (2016), n. 1, pp. 37-72; M. Derry, Purity. Its Role in Livestock Breeding and Eugenics, 1880-1920, in “*Agricultural History*”, 97 (2023), n. 4, pp. 580-609
- Pirocchi 1939: A. Pirocchi, Il contributo italiano al progresso della zootecnia negli ultimi cento anni, in *Un secolo di progresso scientifico italiano, 1839-1939*, a cura di L. Silla, Roma, Società italiana per il progresso delle scienze, 1939, vol. V, pp. 290-315
- Pirocchi, Monti 1900: A. Pirocchi, La popolazione bovina italiana, [unito a] A. Motti, Il miglioramento delle razze bovine dell'Alta Italia nell'ultimo ventennio, Roma, Tip. dell'Unione coop. ed., 1900 (in testa al frontesp.: Società degli agricoltori italiani, Monografie inviate alla Société des agriculteurs de France nell'occasione della Esposizione universale di Parigi del 1900, 25)

- Poli, Magri 1884: A. Poli, G. Magri, Il bestiame bovino in Italia. Razze e varietà principali, mezzi per migliorarle, Torino, Tip. Eredi Botta, 1884
- Possenti 1870: C. Possenti, Scoperta Guénon sulle vacche da latte, ossia metodo di giudicare della quantità e qualità del latte producibile tanto attualmente dalle vacche fattore, quanto in futuro dalle giovenche di pochi mesi, e ciò col sussidio della sola ispezione di segni facilmente riconoscibili all'esteriore delle medesime, esposta [...] per uso dei fittabili e coltivatori lombardi. 2. ed. riveduta, Milano, G. Brigola, 1870
- Schinto 2006: J. Schinto, Good Breeding. British Livestock Portraits, 1780-1900, in "Gastronomica", 6 (2006), n. 3, pp. 30-35
- Spagnoli 1957: [A. Spagnoli], Censimenti dell'agricoltura, in Istat, Le rilevazioni statistiche in Italia dal 1861 al 1956. Generalità sulle rilevazioni, ordinamento dei servizi statistici, lavori meccanografici, censimenti, Roma, Istat, 1957, pp. 575-608
- Theunissen 2008: L.T.G. Theunissen, Breeding without Mendelism: theory and practice of dairy cattle breeding in the Netherlands, 1900-1950, in "Journal of the history of biology", 41 (2008), n. 4, pp. 637-676
- Triplett 2023: S. Triplett, Bovine Reproductions: Animal Husbandry and Acclimatization in the Cattle Paintings and Prints of Rosa Bonheur, in "Art History", 46 (2023), n. 1, pp. 12-37
- Vaccaro 1996: R. Vaccaro, Bonifiche e tecnologia nella politica economica italiana (1860-1933). La difficile elaborazione di una legge sul territorio, in Società italiana degli storici dell'economia, Innovazione e sviluppo. Tecnologia e organizzazione fra teoria economica e ricerca storica (secoli XVI-XX), Bologna, Monduzzi, 1996, pp. 159-174
- Zingàli 1926: G. Zingàli, In attesa del censimento del bestiame, in "Giornale degli economisti e rivista di statistica", 41 (1926), vol. 67, pp. 279-291

## CONCLUSIONI

*Giuseppe Succi<sup>1</sup>*  
*Università degli Studi di Milano*



Brillante e intelligente l'idea di dedicare un seminario alla domesticazione dei Ruminanti anche perché l'influenza che essa ha avuto e ha tuttora sulla storia del genere umano è da molti sottovalutata, mentre esiste una letteratura vastissima, alla quale hanno contribuito etologi, sociologi, zoologi, archeologi, paleontologi, genetisti e zootecnici.

Nell'Oligocene prende avvio il processo evolutivo che porterà ai Ruminanti, animali inizialmente di piccola taglia e in grado di brucare le foglie delle piante, che si moltiplicheranno dando origine a diverse famiglie. Nell'era geologica successiva, il Miocene, si diffondono prati e pascoli e compaiono i primi bovidi, che si differenziano in numerose specie, molte delle quali adatte per il pascolamento.

Si dovrà attendere il IX millennio a.C. per la vera e propria domesticazione, a cominciare da pecore e capre, animali per diversi aspetti affini ai bovini ma senz'altro più facili da ridurre in cattività. Paola Crepaldi ricorda che la capra, insieme alle pecore, è stata tra le prime specie addomesticate per via della loro struttura sociale, che le rendeva più facilmente controllabili dall'uomo. La loro dieta variata e resistenza a condizioni difficili hanno ulteriormente favorito il processo evolutivo. Si può supporre che proprio l'esperienza acquisita con gli ovi-caprini abbia poi consentito di affrontare la ben più impegnativa domesticazione dell'uro e dei bovini derivati.

Secondo Silvana Mattiello non stupisce che tra i ruminanti le prime specie a intraprendere il percorso verso la domesticazione siano stati gli ovini e i caprini, e successivamente i bovini, che sono tutte specie altamente sociali e non territoriali. Tuttavia, altre specie di ruminanti possiedono queste caratteristiche e hanno iniziato in tempi più recenti questo percorso. Un esempio recente è rappresentato da alcune specie di Cervidi, e in particolare il cervo e il daino.

La storia della domesticazione è in continua evoluzione, e non si ferma ai Cervidi, ma possiamo osservarla anche in altre specie di ruminanti o pseudoruminanti in vari continenti, come ad esempio nel caso dell'antilope africana, del bue muschiato in Nord America o degli Auchenidi nell'America Latina.

---

<sup>1</sup> Professore Emerito di Zootecnia speciale

Quanto alla specie bovina vi è da tenere in evidenza il processo della sua frammentazione in razze che ha raggiunto il suo massimo nel XIX secolo e fino ai primi decenni del XX.

Il lavoro di miglioramento genetico iniziato in Gran Bretagna sul finire del XVIII secolo per l'attitudine alla produzione della carne e nell'Europa continentale, un secolo più tardi, per la produzione del latte ha creato alcune razze che hanno avuto una vasta diffusione, a scapito di molte altre legate alle diverse realtà territoriali. Secondo fonti recenti, su 277 razze bovine individuate in Europa, circa la metà sarebbe a rischio più o meno grave di contrazione numerica o addirittura di estinzione.

Ad esempio, in Italia, secondo Malossini (2001) e come è ben noto a tutti, la Bruna, e ancor più la Frisona, hanno soppiantato le preesistenti popolazioni autoctone meno produttive e meno competitive, ma che avevano mantenuto una loro utilità fino a quando il lavoro nei campi rappresentava ancora una componente importante delle prestazioni richieste ai bovini. In altri casi, riguardanti tipi genetici locali, presenti in collina e nelle valli montane, la scomparsa totale o la riduzione a reliquia, è stata la conseguenza dell'abbandono delle attività agricole e, come sottolineato da Fumi e Marigliano, di contraddittori indirizzi di politica zootecnica e di incerti e scarsi supporti statali all'attività dell'allevamento.

È ormai acquisito che nell'ambito delle stesse razze attualmente più diffuse esiste il rischio di perdita della variabilità genetica, come conseguenza del numero sempre più limitato di linee di tori utilizzati per la riproduzione. Da questo punto di vista le vecchie razze autoctone rappresentano un prezioso serbatoio di geni a cui attingere e quindi da conservare. Secondo Paolo Ajmone la storia demografica ed evolutiva dei bovini è stata studiata a fondo utilizzando marcatori del DNA genomico e mitocondriale. Un'analisi del DNA antico recuperato da reperti archeologici consente di validare o correggere i modelli demografici e migratori basati sullo studio del DNA delle razze esistenti. Inoltre, la genomica permette di identificare geni e varianti cruciali per l'adattamento all'ambiente. La protezione e la valorizzazione della biodiversità zootecnica sono essenziali per preservare le capacità di adattamento necessarie ad affrontare cambiamenti climatici, nuove malattie e altre sfide future e per fornire geni utili alle razze industriali.

In molti Paesi sono state intraprese azioni per la salvaguardia delle razze locali anche con il sostegno di istituzioni internazionali. In Italia, nel 1982 è stato fondato l'Istituto per la Difesa e la Valorizzazione del Germoplasma Animale (IDVGA) del CNR.

Anna Sandrucci ha illustrato l'evoluzione degli aspetti morfologici e funzionali dei bovini da latte affermando che sin dall'alba della civiltà, i ruminanti hanno accompagnato l'uomo e sono diventati parte integrante delle comunità umane e dell'identità culturale di molti popoli e ha concluso che la domesticazione dei ruminanti è stata uno degli eventi più significativi nella storia umana avendo contribuito allo sviluppo delle società moderne.

Ettore Cantù, nella sua interessante introduzione, ci ha ricordato che il 20 ottobre del 2022 a Dublino si è tenuto un incontro con la partecipazione di 220 scienziati di tutto il mondo per dare vita ad un simposio internazionale sulla zootecnia, al termine del quale veniva affermato, che *“la zootecnia è il metodo comprovato da millenni per creare un'alimentazione sana e mezzi di sussistenza sicuri”*.

Ivano De Noni ha ribadito che il latte e i suoi derivati sono ancora al centro delle linee guida per una corretta alimentazione.

Salute, benessere, sostenibilità, prezzo e valore sensoriale si affiancheranno alla sicurezza come attributi qualitativi chiave che condizionano la percezione di qualità e quindi l'accettabilità di latte e derivati.

In conclusione, sulla base delle attuali conoscenze si possono realizzare condizioni di vita adatte a qualsiasi specie, armonizzando scientificamente esigenze naturali dell'animale e necessità produttive: la conciliabilità potrà essere resa più agevole, superando la frattura

che ancora esiste tra cultura scientifica e cultura umanistica, tra produttività e sostenibilità, tra scienza ed etica.

In questo senso l'evoluzione dell'umanità ha di fronte questo alto traguardo a cui dovrà sempre più tendere.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Malossini F., 2001 - La domesticazione degli animali, in «Atti della Accademia Roveretana degli Agiati. B, Classe di scienze matematiche, fisiche e naturali» (ISSN: 1124-0350), s. 8 v. 1 (2001), pp. 5-40.







ACCADEMIA DEI GEORGOFILI  
Sezione Nord-Ovest



ASSOCIAZIONE MILANESE LAUREATI IN SCIENZE  
AGRARIE E IN SCIENZE FORESTALI



ORDINE  
DEI DOTTORI AGRONOMI  
E DEI DOTTORI FORESTALI  
DI MILANO



Province di Milano, Lodi, Monza e Brianza, Pavia

Ministero della Giustizia

Dalla comparsa dei primi ruminanti domestici fino alle moderne tecnologie di allevamento e di produzione e trasformazione del latte, il rapporto tra esseri umani e ruminanti ha influenzato profondamente non solo l'evoluzione genetica e fenotipica delle specie allevate, ma anche le strutture sociali, economiche e culturali delle popolazioni umane. Questo volume raccoglie gli atti del seminario dedicato ad analizzare le diverse dimensioni di questa relazione millenaria, approfondendo aspetti legati alla biodiversità genetica, all'evoluzione dei sistemi produttivi e alle implicazioni delle innovazioni tecnologiche e nutrizionali. Un approccio interdisciplinare che offre spunti di riflessione su come la coevoluzione tra uomo e ruminanti continui a modellare il presente e il futuro.

