

MUSEO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE MORANDO BOLOGNINI



SOCIETÀ AGRARIA DI LOMBARDIA

Atti del seminario

10 ottobre 2025

Castello Bolognini - Sant'Angelo Lodigiano

Piante, animali e società

L'AMERICA PRECOLOMBIANA E L'AGRICOLTURA EUROPEA

a cura di

Anna Sandrucci e Osvaldo Failla



MULSA EDITORE

CON IL PATROCINIO DI



A CURA DI

Anna Sandrucci

Consigliera del Museo di Storia dell'Agricoltura

Professoressa ordinaria di Zootecnia 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

EDITORE



Museo di Storia dell'Agricoltura e Centro Studi e Ricerche per la Museologia Agraria ETS
Via Celoria 2, 20133 Milano

6 gennaio 2026

© Museo di Storia dell'Agricoltura e Centro Studi e Ricerche per la Museologia Agraria ETS

www.mulsa.it

ISBN 978-88-947927-9-9

I CAMELIDI SUDAMERICANI: ORIGINE, DOMESTICAZIONE E ALLEVAMENTO

Silvana Mattiello¹ e Anna Sandrucci^{2}*

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

**Museo di Storia dell'Agricoltura*



Riassunto

I camelidi sudamericani, guanaco, vigogna, lama e alpaca, rappresentano un modello unico per lo studio dell'evoluzione, della domesticazione e dei sistemi pastorali andini. Originatisi in Nord America e giunti in Sud America attraverso l'istmo di Panama, essi mostrano adattamenti morfologici, fisiologici e comportamentali che permettono la sopravvivenza in ambienti estremi ad alta quota. La domesticazione del lama e dell'alpaca, processi distinti ma in parte intrecciati, si sviluppò tra 4.500 e 3.500 anni fa, e svolse un ruolo centrale nelle civiltà preincaiche e incaiche. Infatti, oltre alle funzioni economiche e produttive (carne, fibra e trasporto), questi animali ebbero un forte significato culturale e simbolico nelle società andine. Dopo il declino post-conquista, le popolazioni selvatiche e domestiche hanno conosciuto un importante recupero grazie a politiche di conservazione e gestione comunitaria. Oggi i sistemi produttivi variano da piccoli allevamenti familiari a imprese associative strutturate, mentre l'interesse globale verso la fibra di alpaca e di vigogna, insieme agli impieghi turistici e didattici, sta favorendo la valorizzazione di queste specie anche al di fuori degli areali di origine.

Abstract

South American camelids: origin, domestication and husbandry

South American camelids, guanaco, vicuña, llama, and alpaca, represent a unique model for studying evolution, domestication, and Andean pastoral systems. Originating in North America and reaching South America through the isthmus of Panama, they developed distinctive morphological, physiological, and behavioural adaptations that enable survival in extreme high-altitude environments. The domestication of llamas and alpacas, two related yet partly intertwined processes, occurred between 4,500 and 3,500 years ago and played a central role in pre-Inca and Inca civilizations. Beyond their economic and productive functions (meat, fibre, and transport), these animals also held profound cultural and symbolic significance within Andean societies. After the post-conquest decline, both wild and domestic populations experienced a substantial recovery thanks to conservation policies and community-based management. Today, production systems range from small family herds to large associative enterprises, while global interest in alpaca and vicuña fibre, together with touristic and educational uses, is fostering the appreciation of these species even outside their original range.

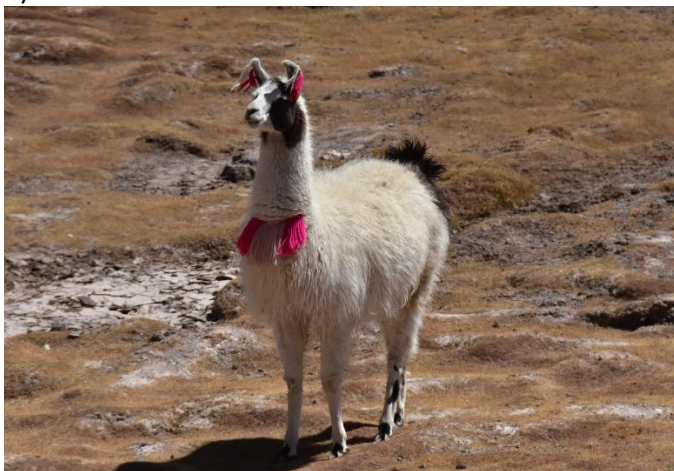
¹ Professoressa associata di Zootecnia speciale

² Professoressa ordinaria di Zootecnia speciale

INTRODUZIONE

I camelidi sudamericani appartengono alla tribù dei Lamini e rappresentano un gruppo di grande interesse per l'archeozoologia e la zootecnia. Comprendono due specie selvatiche, guanaco (*Lama guanicoe*) e vigogna (*Vicugna vicugna*), e due domestiche, lama (*Lama glama*) e alpaca (*Vicugna pacos*) (Fig. 1), che hanno avuto un ruolo cruciale nello sviluppo economico, culturale e religioso delle civiltà andine (Vilá & Arzamendia, 2022). Tra queste specie, lama e alpaca rappresentano l'unico caso di ungulati domestici nelle Americhe (Yacobaccio, 2021). Il loro studio fornisce informazioni essenziali sui processi di domesticazione, sugli adattamenti fisiologici agli ambienti estremi e sulle potenzialità di utilizzo sostenibile delle risorse in contesti pastorali.

a) lama



b) alpaca



c) vigogna



d) guanaco



Figura 1 - Le quattro specie di camelidi sudamericani: a) lama; b) alpaca; c) vigogna; d) guanaco.
Foto: S. Mattiello, A. Sandrucci

ORIGINE ED EVOLUZIONE DEI CAMELIDI SUDAMERICANI

Le quattro specie attualmente esistenti di camelidi sudamericani derivano da un progenitore comune, condiviso anche con i camelidi del Vecchio Mondo (cammello, *Camelus bactrianus* e dromedario, *Camelus dromedarius*), comparso nel Nord America durante l'Eocene, circa 40-50 milioni di anni fa. A partire da questo antenato comune, circa 17 milioni di anni fa, all'interno della famiglia *Camelidae*, si verificò la separazione evolutiva tra la tribù dei Lamini e quella dei Camelini.

I Camelini si spostarono verso nord e, attraverso il ponte di Bering, raggiunsero l'Asia e poi l'Africa, dando origine ai camelidi del Vecchio Mondo, mentre i progenitori dei Lamini rimasero in Nord America per milioni di anni, evolvendosi in generi quali *Pliauchenia* (Miocene) e *Hemiauchenia* (Pliocene-Pleistocene). Solo dopo la formazione dell'istmo di Panama (circa 3 milioni di anni fa), alcuni Lamini migrarono verso sud, colonizzando il Sud America nell'ambito del *Great American Biotic Interchange*. Da queste popolazioni sudamericane si originarono le quattro specie attuali di camelidi sudamericani, mentre le forme nordamericane si estinsero (Wheeler, 2012; Fig. 2).

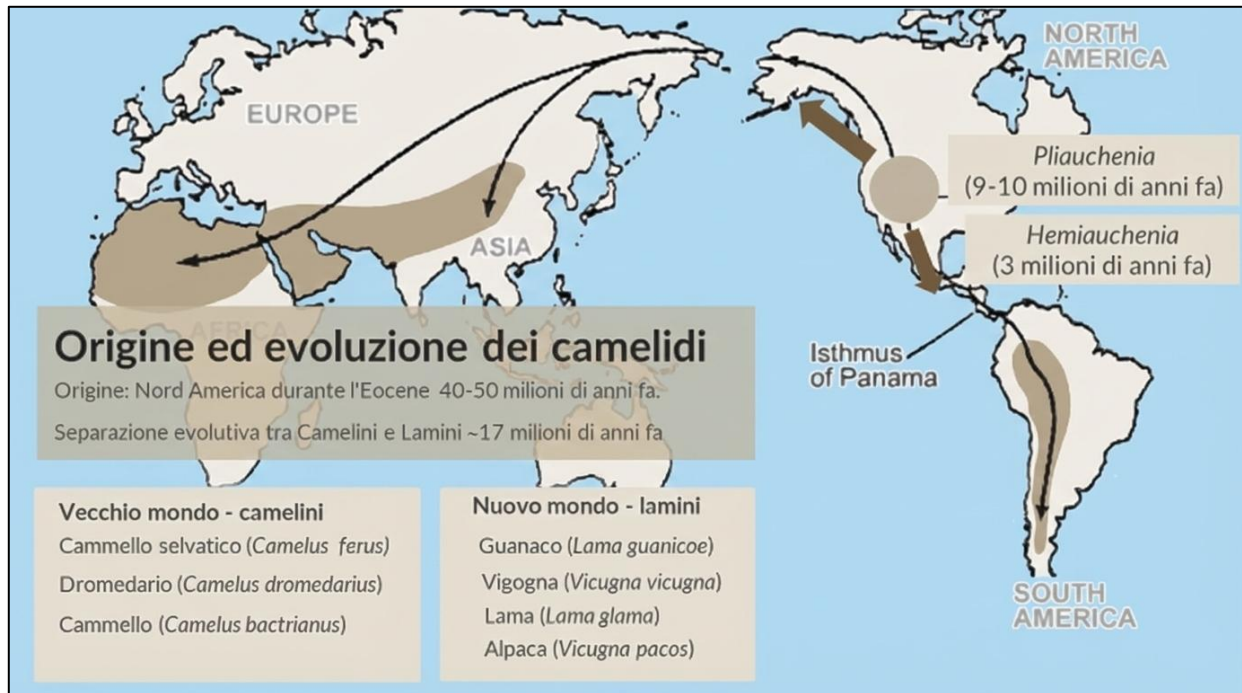


Figura 2 - Origine e dispersione dei Camelidae

Dal punto di vista tassonomico, i *Camelidae* sono mammiferi artiodattili appartenenti al sottordine dei Tylopoda, che, pur condividendo alcune convergenze funzionali con il sottordine dei Ruminantia, costituiscono una categoria sistematica distinta. L'apparato digerente presenta tre compartimenti, tra cui un compartimento a funzione fermentativa, funzionalmente analogo al ruminale (*pseudoruminale*). Altre caratteristiche peculiari della famiglia dei *Camelidae*, includono la dentizione con un incisivo laterale superiore e canini sviluppati, la presenza di cuscinetti plantari (Fig. 3), e la particolare articolazione degli arti posteriori, che consente il decubito sternale con le ginocchia ripiegate e i garretti diretti caudalmente.

Le quattro specie di camelidi sudamericani condividono lo stesso numero di cromosomi ($2n=74$) e possono incrociarsi tra loro, anche se gli incroci non sono sempre fertili. Classici esempi sono il *huanaco* (lama x alpaca) e il *pacovicugna* (alpaca x vigogna) (Wheeler, 2012). Questi incroci possono talvolta verificarsi casualmente, dovuti all'incontro occasionale tra individui di specie diverse, ma a volte vengono prodotti intenzionalmente per ottenere animali con caratteristiche intermedie tra quelle delle due specie parentali. Nel *pacovicugna*, ad esempio, la quantità di fibra è superiore a quella della vigogna, mentre la qualità è inferiore, ma comunque migliore di quella dell'alpaca.



Figura 3 - I camelidi sono dotati di particolari cuscinetti plantari, in corrispondenza del 3° e del 4° dito, che alleggeriscono l'azione di calpestamento al pascolo. Foto: S. Mattiello

LA DOMESTICAZIONE DEL LAMA E DELL'ALPACA

Storicamente, i camelidi selvatici furono sfruttati dai gruppi umani sudamericani fin dal tardo Pleistocene, almeno 10.000-11.000 anni fa. Le evidenze archeologiche, dai siti preistorici dell'Altipiano andino fino alle iconografie patagoniche della Cueva de las Manos (Fig. 4), indicano che vigogna e guanaco ebbero un ruolo essenziale nella sopravvivenza e nell'adattamento dei primi cacciatori, fornendo carne, pelle, pelliccia e ossa per la fabbricazione di utensili (Vilá & Arzamendia, 2022). La domesticazione dei camelidi sudamericani è stato un processo lungo e complesso. I resti archeologici provenienti da siti come Telarmachay (Perù), Cruces de Molinos e Tulán (Argentina nord-occidentale) mostrano un progressivo aumento delle dimensioni ossee e altre modificazioni morfologiche associabili a un crescente controllo umano sulle popolazioni e al loro possibile utilizzo come animali da soma (Goñalons & Yacobaccio, 2006). Secondo una lettura aggiornata delle evidenze archeozoologiche e genetiche (Yacobaccio, 2021), la domesticazione dei camelidi sudamericani sarebbe tuttavia più recente di quanto proposto in passato: le prime forme di gestione intensiva emersero tra 4.500 e 3.600 anni fa. A questo periodo risalgono anche diverse evidenze paleopatologiche che suggeriscono restrizioni del movimento e un uso sempre più strutturato degli animali: tra queste, periostiti ed esostosi in falangi e metapodi compatibili con lunghi percorsi o carichi da soma, osteofiti da sovrassollecitazione articolare e, in alcuni casi, traumi cervicali interpretati come possibili effetti di cavezze o museruole utilizzate per controllare gli animali. Tali indizi confermano che il processo di domesticazione non fu improvviso, ma il risultato di un graduale intensificarsi delle interazioni uomo-camelide, culminato nella comparsa di veri e propri sistemi pastorali strutturati. Le analisi genomiche moderne indicano che il lama deriva dal guanaco, con due possibili centri di domesticazione distinti, nelle Ande centrali e meridionali mentre l'alpaca discende dalla vigogna, con evidenti introgressioni da lama o da guanaco, o forse da entrambe le specie (Fan *et al.*, 2020; Díaz-Marotto *et al.*, 2021). L'omogeneità del cariotipo che consente ibridazioni fertili tra i quattro *taxa*, giocò un ruolo anche durante il processo di domesticazione. Come in altri processi di domesticazione, la transizione fu graduale: dalle prime forme di sfruttamento tramite la caccia nel Tardo Pleistocene e nel primo Olocene (ca. 11.000-9.000 anni fa), testimoniate da scene di arte rupestre, si passò a forme estensive di gestione durante l'Olocene Medio (ca. 6.000-5.000 anni fa), raffigurate in rappresentazioni di pastorizia e carovane, fino alla comparsa di recinti per il confinamento tra 4.500 e 3.600 anni fa (Goñalons & Yacobaccio, 2006; Yacobaccio, 2021) (Fig. 4).

Le evidenze osteometriche indicano che i camelidi sudamericani mostrarono un progressivo aumento della taglia durante il processo di domesticazione. Le prime prove di individui più grandi compaiono nel Medio Olocene, attorno a 7.100 anni fa, con un incremento più marcato tra 5.800 e 4.200 anni fa, quando nelle Ande meridionali si osservano esemplari significativamente più grandi rispetto ai guanachi attuali (Yacobaccio, 2021). Questo fenomeno rappresenta un'anomalia rispetto a quanto osservato durante il processo di domesticazione della maggior parte delle specie domestiche. Tale aumento dimensionale, almeno per il lama, è probabilmente legato al suo impiego per il trasporto, oltre che per la produzione di carne (Yacobaccio, 2021; Balcarcel *et al.*, 2021). Non sorprende quindi che oggi il lama sia la specie di maggiori dimensioni corporee tra i camelidi sudamericani, seguito dall'alpaca e, tra le forme selvatiche, dal guanaco e infine dalla vigogna.



Figura 4 - Pitture e incisioni rupestri raffiguranti camelidi sudamericani. A sinistra: scena di caccia ai guanachi dalla Cueva de las Manos (ca. 9.300-7.300 anni fa). A destra: rappresentazione di carovane di lama dal sito di Cruces de Molinos (ca. 1000-1100 d.C.). Fonti: Wikimedia Commons, SantaCruz-CuevaManos-P2210063b.jpg; Valenzuela *et al.*, 2019.

CONSISTENZE E DISTRIBUZIONE

Durante l'impero Inca (1438-1532 d.C.), le popolazioni di lama e alpaca raggiunsero una diffusione senza precedenti, risultando ampiamente distribuite lungo la fascia andina del Sud America. In questo periodo questi animali rappresentavano le principali fonti di carne, fibra e forza lavoro, fondamentali per il sostegno delle economie pastorali andine. Sebbene nessuna fonte archeologica o etnostorica fornisca una stima complessiva dei camelidi domestici in epoca precolombiana, diverse evidenze indicano che il sistema pastorale incaico gestiva mandrie di dimensioni molto elevate. Wheeler *et al.* (1995) riportano che, entro un secolo dalla conquista europea, oltre il 90% del patrimonio di camelidi era scomparso, suggerendo consistenze molto elevate nel periodo pre-conquista (Tab. 1). Le specie domestiche subirono un drastico declino dopo la conquista spagnola in seguito all'introduzione di bovini e ovini, che modificarono profondamente i sistemi pastorali tradizionali (Vergara, 2018). Parallelamente le vigogne furono cacciate in modo indiscriminato per ottenere la loro preziosa fibra. Le stime indicano che negli anni '60 del Novecento, sopravvivevano circa 6.000 vigogne, ma l'adozione del *chaku* in forma controllata, i programmi di conservazione e la protezione garantita dalla convenzione CITES (Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione) hanno permesso un recupero che ha portato la popolazione a oltre 350.000 capi (Vilà & Arzamendia, 2022).

Tabella 1 - Evoluzione della consistenza stimata dei camelidi sudamericani in Sudamerica

PERIODO	CONSISTENZA STIMATA	FONTI
Specie selvatiche (guanachi e vigogne)		
~ 1500 (epoca precolombiana)	guanachi: 30-50 milioni? vigogne: 2 milioni	Gonzales <i>et al.</i> , 2006; Wheeler, 2012; Vilà & Arzamendia, 2022
~ 1600 (dopo la conquista)	guanachi: 7 milioni? vigogne: < 1 milione?	Wheeler, 2012
Oggi (consistenze attuali)	guanachi: ~2 milioni vigogne: ~500.000	Gonzales <i>et al.</i> , 2006; Acebes <i>et al.</i> , 2018
Specie domestiche (lama + alpaca)		
~ 1500 (epoca incaica)	alcuni milioni?	Wheeler <i>et al.</i> , 1995
~ 1600 (dopo la conquista)	?	-
Oggi (consistenze attuali)	~ 8 milioni complessivi	FAOSTAT, 2023

Grazie a queste politiche di tutela, i camelidi sono oggi diffusi in gran parte delle regioni andine, da Nord a Sud. Il guanaco è la specie che ha la distribuzione geografica più ampia, dal Perù fino alla Terra del Fuoco, mentre la vigogna, che presenta consistenze numeriche inferiori, ha un areale di diffusione più limitato e occupa esclusivamente aree comprese tra i 3.000 e i 5.000 metri s.l.m. Il lama è ampiamente allevato nelle regioni secche e aride del Perù, della Bolivia e dell'Argentina nord-occidentale, in una fascia altitudinale che si colloca tra i 2.500 e i 4.000 metri s.l.m., sulla Cordigliera andina. Infine, l'alpaca presenta una diffusione più limitata, andando ad occupare le zone fredde e talvolta umide della Cordigliera andina, ad altitudini comprese tra i 3.500 e i 5.500 metri s.l.m. (Mattiello, 1996).

Oggi nelle regioni di origine si contano circa 8,6 milioni di camelidi allevati (FAOSTAT, 2023). Lama e alpaca vengono, inoltre, allevati in numero crescente anche fuori dal Sud America, soprattutto in Oceania, Nord America ed Europa, dove l'allevamento assume forme diversificate, che includono, oltre alla produzione di fibra, anche impieghi turistici, educativi e di pet therapy (Tab. 2).

Tabella 2 - Consistenze attuali dei camelidi sudamericani domestici al di fuori del Sud America

REGIONE	ALPACA (n)	LAMA (n)	USI PRINCIPALI	FONTI
Oceania (Australia + Nuova Zelanda)	~357.000	~5.000	Industria della fibra, allevamento commerciale	Sharpe <i>et al.</i> , 2009; Boughey <i>et al.</i> , 2024; Stats NZ, 2025.
Europa	14.203*	5.689*	Fibra, pet therapy, turismo rurale, attività ricreative	Kiesling, 2017 (LAREU Registry)
Regno Unito	~45.000	~4.000	Fibra, trekking, turismo	Halsby <i>et al.</i> , 2017
Nord America (USA + Canada)	~124.500	~36.700	Fibra, trekking, attività ricreative, compagnia	Llama Canada 2022; USDA, 2024

* I dati europei rappresentano solo gli animali registrati presso i registri volontari europei dei camelidi sudamericani. Fonte: LAREU - Llama and Alpaca Registry Europe.

PECULIARITÀ BIOLOGICHE DEI CAMELIDI SUDAMERICANI

I camelidi sudamericani presentano adattamenti anatomici, fisiologici e comportamentali peculiari. Sono pseudoruminanti con tre compartimenti gastrici, nei quali avviene una digestione fermentativa, funzionalmente analoga a quella dei ruminanti: un interessante caso di convergenza evolutiva tra gruppi privi di un antenato ruminante comune (Van Saun *et al.*, 2006). Possiedono labbra mobili con solco mediano, placca dentaria e un incisivo laterale superiore, che consentono una prensione selettiva dei foraggi; presentano inoltre dei veri canini, particolarmente sviluppati nei maschi e utilizzati nelle interazioni agonistiche. Dal punto di vista metabolico i camelidi sono altamente efficienti nell'utilizzo di vegetali fibrosi e di scarso valore nutritivo e hanno un ridotto fabbisogno idrico. L'adattamento all'alta quota si manifesta con un'elevata concentrazione di eritrociti ricchi di emoglobina e che presentano forma ellittica, caratteristica che facilita lo scambio di ossigeno grazie ad un vantaggioso rapporto superficie/volume. La termoregolazione avviene anche mediante eterotermia adattativa, che permette abbassamenti controllati della temperatura corporea fino a circa 34 °C, con un risparmio energetico del 5-15% (Raggi, 2000). Dal punto di vista morfologico, i camelidi presentano cuscinetti plantari che contribuiscono a ridurre la compattazione del suolo durante il pascolamento, favorendo la conservazione degli ecosistemi andini (Raggi, 2000).

Sotto il profilo comportamentale, i camelidi vivono in piccoli gruppi familiari guidati da un maschio dominante, marcano il territorio con feci (Fig. 5) e mostrano repertori agonistici complessi, che comprendono lo sputo quale principale strumento difensivo e comunicativo, oltre ad altri comportamenti di minaccia (testa alzata, orecchie indietro, salivazione) e di aggressione fisica (spinte con il collo, morsi) (Aba *et al.*, 2010).



Figura 5 - Comportamento di marcatura: a sinistra, alpaca mentre deposita le feci, in un cumulo; a destra: cumulo di feci utilizzato per marcare visivamente e olfattivamente il territorio.
Foto: S. Mattiello

RUOLO ECONOMICO, CULTURALE E PRODUTTIVO

Nelle civiltà preincaiche e incaiche, i camelidi rappresentavano molto più di semplici animali da produzione: erano al centro della vita economica, sociale e spirituale delle comunità andine. I lama venivano utilizzati come animali da soma lungo le vie imperiali, mentre gli alpaca fornivano un vello fine riservato alle élite e alle produzioni tessili di pregio gestite dallo Stato (Moore, 2016). Gli esemplari bianchi, simbolicamente associati alla purezza spirituale, erano offerti in sacrificio alle divinità solari e montane. Le vigogne, considerate proprietà della *Pachamama*, la dea Madre Terra, erano catturate e tosate collettivamente durante il *chaku*, una cerimonia rituale, per poi essere rilasciate in natura (Wheeler, 1995). Questa pratica, ancora oggi adottata in Perù e Bolivia come unica

modalità legale di raccolta del vello di vigogna, costituisce un raro esempio di conservazione comunitaria e di utilizzo etico delle risorse naturali.

La carne di lama e alpaca ha sempre rappresentato e continua ancora oggi a costituire la più importante fonte di proteine animali per le comunità andine. È caratterizzata da un elevato contenuto proteico (23-25%) e un basso tenore di grasso e colesterolo; viene consumata fresca oppure, per aumentarne la conservabilità, trasformata in *ch'arqui* (carne salata ed essiccata al sole; Valdez, 2000).

Il vello, in particolare quello di vigogna e, in misura minore, quello di alpaca, è sicuramente uno dei principali prodotti ottenuti dai camelidi sudamericani. La produzione globale di fibra di vigogna è estremamente limitata, pari a sole 7 tonnellate/anno (CITES, 2019), poiché ogni animale produce appena 200 g di fibra ogni 2 anni (Aréstegui Otazú, 2004). La produzione scarsa, unita alle difficoltà legate al metodo di raccolta (*chaku*) e alla straordinaria finezza (la fibra più fine al mondo tra quelle animali, con diametro medio di 12-14 μm), fanno sì che la fibra di vigogna abbia un valore di mercato molto elevato (Quispe *et al.*, 2010). La maggior parte della produzione è destinata all'esportazione, soprattutto verso l'Europa (Italia, Francia), e rappresenta un prodotto di nicchia ad alto valore aggiunto. La produzione annua di fibra di alpaca è invece decisamente maggiore e si attesta intorno alle 5.000 tonnellate/anno di cui il 90% prodotte in Perù. Questa fibra è destinata principalmente all'esportazione verso Cina, Stati Uniti, e Italia, per la trasformazione in prodotti tessili di lusso (León Carrasco, 2024). Un alpaca produce mediamente 1,5-2 kg di fibra all'anno, con qualità inferiore a quella di vigogna e un diametro medio di 21-30 μm ma molto apprezzato per la sua morbidezza, lucentezza e variabilità cromatica (Vilá & Arzamendia, 2022). Inoltre, come quella di tutti i camelidi, non contiene lanolina, ed è pertanto ipoallergenica.

La diversità intra-specifica riveste un ruolo importante dal punto di vista produttivo. Nei lama sono stati descritti diversi ecotipi tradizionali, selezionati nel corso dei secoli per funzioni differenti. Tra questi il *Ch'aku*, caratterizzato da un vello abbondante e utilizzato per la produzione di fibra, e il *K'ara*, il più diffuso, a fibra più scarsa, ma con maggiore robustezza e spiccata attitudine al trasporto (Wheeler, 2012).

Negli alpaca si distinguono due principali fenotipi, strettamente legati alla produzione di fibra: l'Huacaya, che costituisce la maggior parte della popolazione e produce una fibra soffice, ondulata e molto apprezzata dall'industria tessile, e il Suri, caratterizzato da ciocche lunghe, lucenti e cadenti, particolarmente pregiate e utilizzate nel tessile di lusso (Wheeler, 2012). La diversità morfologica e produttiva degli alpaca è il risultato di una lunga selezione condotta dalle popolazioni andine e ha un impatto diretto sul valore commerciale della fibra e sulle possibilità di valorizzazione nelle filiere tessili moderne.

I lama non furono mai utilizzati per trazione o cavalcatura, ma esclusivamente come animali da soma nelle civiltà andine, con una capacità di carico fino a 30-45 kg (Browman, 1974; Wheeler, 2012). Questa caratteristica ebbe importanti implicazioni per l'organizzazione economica e tecnologica delle società preincaiche e incaiche: l'assenza di animali adatti alla trazione contribuì infatti alla mancata diffusione dell'aratro trainato e limitò l'impiego della ruota come mezzo di trasporto, pur essendo tale tecnologia conosciuta (Storey & Widmer, 2006). Il movimento delle merci avveniva quindi attraverso estese reti di sentieri montani e tramite carovane di lama, fondamentali per il funzionamento dell'apparato imperiale e per l'integrazione economica dei territori andini.

La produzione media di latte di lama è stimata tra 0,75 e 2,5 kg al giorno. Il latte dei lamini, sebbene simile a quello bovino per composizione (Tab. 3), non è mai stato utilizzato né come alimento fresco né per la caseificazione (Rosenberg, 2006; Van Saun, 2006). Tale assenza d'uso è coerente con la bassissima frequenza della persistenza della

lattasi nelle popolazioni indigene andine: studi genetici mostrano infatti che né gli antichi né gli attuali nativi americani presentano varianti associate alla lattasi persistente, in accordo con l'assenza di consumo di latte in epoca precolombiana (Guimarães Alves *et al.*, 2021). Dal punto di vista funzionale, né il lama né l'alpaca sono stati selezionati per la produzione di latte: le mammelle sono piccole, la mungitura è complessa e la quantità disponibile è appena sufficiente al fabbisogno del piccolo. A differenza di quanto accaduto nel Vecchio Mondo con bovini, ovini e caprini, nelle Ande il latte non costituì quindi una risorsa strategica e non si svilupparono tecniche di trasformazione lattiero-casearia. L'alimentazione umana si basava prevalentemente su mais, patata, quinoa e carne essiccata, mentre il latte rimase una risorsa esclusivamente neonatale, priva di valore economico e culturale.

Tabella 3 - Composizione media approssimativa del latte prodotto da alcune specie di mammiferi. Fonte: adattato da Rosenberg, 2006.

Specie	Solidi totali	Grasso	Proteine	Caseina	Lattosio
Lama	13,1-17,0	2,70-5,66	3,40-6,90	1,00-3,16	3,34- 6,50
Vacca	12,7	3,90	3,20	2,60	4,60
Capra	13,3	4,50	3,60	3,00	4,30
Cammella	13,1-13,4	4,10-4,50	3,40	2,70	3,70-4,50
Pecora	18,8	7,50	5,60	4,60	4,60
Yak	17,7	6,70	5,50	NA	4,60

I SISTEMI DI ALLEVAMENTO

Negli areali di origine, i camelidi sudamericani vengono allevati in sistemi di tipo estensivo. I sistemi d'allevamento possono essere suddivisi in tre categorie principali: allevamenti familiari, piccoli e medi produttori e imprese associative.

L'85% delle realtà allevatoriali è di tipo familiare, con piccoli allevamenti estensivi di circa 50-100 capi, tipici delle comunità campesine andine (FAO, 2024). In questi allevamenti, gli indici produttivi sono molto bassi e la consistenza del gregge è generalmente insufficiente a garantire un'adeguata redditività. Queste attività sono finalizzate prevalentemente all'autoconsumo per carne, fibra e trasporto. Gli animali vengono generalmente gestiti in un unico gruppo senza separazione per specie e sesso. Molto spesso si tratta di allevamenti misti composti da alpaca e lama e, in alcuni casi, anche da qualche ovino o bovino. Le misure di controllo delle patologie sono inesistenti, le pratiche zootecniche non sono definite da un calendario preciso e i pascoli non vengono gestiti in modo razionale.

Esistono poi allevamenti gestiti da piccoli e medi produttori, che possiedono da 500 a 2.000 capi. Questi allevamenti vengono generalmente gestiti in modo più razionale, separando il gregge in funzione della specie, dell'età e del sesso, e la tosatura regolare degli animali assicura livelli produttivi decisamente superiori rispetto agli allevamenti familiari.

Una terza tipologia è rappresentata dalle Imprese associative, una realtà specifica del Perù, nata a seguito della Riforma Agraria introdotta negli anni '70. Queste strutture produttive derivano dalle grandi *haciendas* di proprietà privata convertite in Cooperative o Società Agricole di Interesse Sociale (SAIS). Queste realtà accorpano unità produttive di diverse migliaia di capi. Il livello tecnologico di questi allevamenti è simile a quello dei

medi produttori: solitamente allevano una sola specie e gli animali sono separati per categoria produttiva. Le operazioni zootecniche seguono un calendario ben definito durante l'anno, la tosa viene eseguita meccanicamente, gli accoppiamenti sono controllati (talvolta esistono anche piani di miglioramento genetico) e si effettua la rotazione dei pascoli. Questi allevamenti generalmente dispongono di maggior potere economico nel commercio della fibra, grazie ai maggiori volumi produttivi (FAO, 2005).

Altrove, nelle altre regioni andine dove si allevano lama e alpaca (Bolivia, Cile, Argentina, Ecuador), l'allevamento assume forme principalmente familiari, comunitarie o cooperative, che raramente raggiungono la scala e la strutturazione tecnico-organizzativa delle SAIS peruviane.

Al di fuori del continente sudamericano, lama e alpaca vengono allevati in sistemi generalmente di tipo semi-estensivo. In Europa, Nord America e Oceania essi sono infatti allevati in piccole-medie aziende, dove il pascolo viene alternato alla stabulazione in appositi ricoveri, vengono effettuati controlli sanitari regolari e viene praticata una selezione genetica per ottenere fibra di qualità superiore. In questi paesi si sta inoltre diffondendo il loro impiego per fini didattici e ricreativi, in allevamenti di tipo agrituristico, dove vengono praticate attività di trekking, educazione e pet therapy.

Per quanto riguarda invece vigogne e guanachi, solitamente non si parla di vere e proprie forme di allevamento, ma piuttosto di sistemi di gestione estensiva, anche se recentemente sono state sperimentate alcune forme di allevamento in recinto delle vigogne.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

I camelidi sudamericani rappresentano un esempio unico di domesticazione e adattamento ad ambienti estremi. Lama e alpaca hanno accompagnato per millenni lo sviluppo delle civiltà andine, contribuendo in modo decisivo all'economia, alla cultura e al simbolismo religioso delle popolazioni indigene. Le vigogne e i guanachi, pur non essendo stati domesticati, hanno svolto un ruolo fondamentale negli ecosistemi andini e continuano a costituire una componente essenziale della biodiversità di questi territori. Le caratteristiche fisiologiche, ecologiche e produttive dei camelidi sudamericani ne fanno oggi modelli di sostenibilità per l'allevamento in aree marginali. L'interesse crescente verso le fibre naturali di pregio e le attività di turismo sostenibile potrebbe favorire una nuova valorizzazione di queste specie anche nei Paesi ad alto reddito.

BIBLIOGRAFIA

- Aba, M. A., Bianchi, C., & Cavilla, V. (2010). South American camelids. *Behaviour of Exotic Pets*, 157-167.
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D. & Franklin, W.L. 2018. *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534.
- Aréstegui Otazú, D. (2004). Alpaca and vicuña: general perspectives. In: R. Cardellino, A. Rosati, & C. Mosconi (Eds.), *Current status of genetic resources, recording and production systems in African, Asian and American camelids* (pp. 159-167). ICAR/FAO.
- Balcarcel, A. M., Sánchez-Villagra, M. R., Segura, V., & Evin, A. (2021). Singular patterns of skull shape and brain size change in the domestication of South American camelids. *Journal of Mammalogy*, 102(1), 220-235.
- Boughey, I., Hall, E., & Bush, R. (2024). Australian Alpaca Demographics and Management: A National Survey. *Animals*, 14(19), 2861.
- Browman, D. L. (1974). Pastoral nomadism in the Andes. *Current Anthropology*, 15(2), 188-196.

- CITES Secretariat. (2019). Vicuña (*Vicugna vicugna*) trade and population status (AC31 Doc. 18). 31st Meeting of the Animals Committee, Geneva, Switzerland. <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/ac/31/E-AC31-18.pdf>
- 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, e63390.
- Fan, R., Gu, Z., Guang, X., Marín, J. C., Varas, V., González, B. A., & Dong, C. (2020). Genomic analysis of the domestication and post-Spanish conquest evolution of the llama and alpaca. *Genome Biology*, 21(1), 159.
- FAO. (2023). FAOSTAT: Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- FAO. (2024). Camelids: A means of subsistence for the Andean highlands. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/camelidos-medio-subsistencia-altiplanos-andinos/en>
- FAO. (2005). Situación Actual de los Camelidos Sudamericanos en Perú. Proyecto de cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los CSA en la Región Andina. TPC/RLA/2914, Junio, 62 pp.
- Goñalons, G. L. M., & Yacobaccio, H. D. (2006). The domestication of South American camelids. In *Documenting Domestication-New Genetic and Archaeological Paradigms*, 228-244.
- Gonzalez, B. A., Palma, R. E., Zapata, B., & Marín, J. C. (2006). Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). *Mammal Review*, 36(2), 157-178.
- Guimarães Alves, A. C., Kuzmickas, B. R., Dagnall, C. L., Abreu, F. L., da Silva Dechandt, C., Teixeira, J. C., & Santos, S. E. B. (2021). European lactase persistence alleles and their association with milk consumption in the Americas. *Frontiers in Genetics*, 12, 765176.
- Halsby, K., Twomey, D. F., Featherstone, C., Foster, A., Walsh, A., Hewitt, K., & Morgan, D. (2017). Zoonotic diseases in South American camelids in England and Wales. *Epidemiology & Infection*, 145(5), 1037-1043.
- Kiesling, C. (2017). The Camelid Registry LAREU: What Are We Breeding In Europe? In Gutiérrez, Lisa McKenna, Roman Niznikowski, Maria Wurzinger (eds.) *Advances in Fibre Production Science in South American Camelids and other Fibre Animals*, 97.
- León Carrasco, J. C. (2024, 2 agosto). Exportaciones peruanas de fibra de alpaca y derivados. Agraria.pe. <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-fibra-de-alpaca-y-derivados-sumaro-36576>
- Mattiello, S. (1996). I Camelidi sudamericani: un'importante risorsa per i popoli andini. *Obiettivi e Documenti Veterinari*, 7/8, 27-35.
- Moore, K. (2016). Camelids and Andean Ritual Economy. *Latin American Antiquity*, 27, 489-506.
- Quispe, E. C., Ramos, H., Mayhua, P., & Alfonso, L. (2010). Fibre characteristics of vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*). *Small ruminant research*, 93(1), 64-66.
- Raggi, L. A. (2000). Adaptación al ambiente de montaña, con especial énfasis en los camélidos sudamericanos. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 20(1).
- Rosenberg, M. (2006). Llama milk. In *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, 383-391.
- Sharpe, M. S., Lord, L. K., Wittum, T. E., & Anderson, D. E. (2009). Pre-weaning morbidity and mortality of llamas and alpacas. *Australian veterinary journal*, 87(1-2), 56-60.
- Stats NZ. (2025). Alpacas and llamas on New Zealand farms, 2012-2023. In *Agricultural Production Statistics: Variable by total New Zealand (Annual-Jun)*. <https://figure.nz/chart/73lEUpZcmPyFcUm4-pYPsoLyRbV88krfH>
- Statistics Canada. (2022). Other livestock on census day <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3210037301>
- Storey, R., & Widmer, R. (2006). The pre-Columbian economy. *The Cambridge Economic History of Latin America: The Colonial Era and the Short Nineteenth Century*, 1, 73-105.

- USDA - United States Department of Agriculture (2024). 2022 Census of Agriculture: United States summary and state data (Vol. 1, Geographic Area Series, Part 51). <https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2022/>
- Valenzuela, D., Cartajena, I., Santoro, C. M., Castro, V., & Gayo, E. M. (2019). Andean caravan ceremonialism in the lowlands of the Atacama Desert: the Cruces de Molinos archaeological site, northern Chile. *Quaternary International*, 533, 37-47.
- Valdez, L. M. (2000). On ch'arki consumption in the ancient central Andes: a cautionary note. *American Antiquity*, 65(3), 567-572.
- Van Saun, R. J. (2006). Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. *Small Ruminant Research*, 61(2-3), 165-186.
- Vergara, M. (2018). Andean pastoralism and the Inca Empire. *Anthropological Journal of Latin America*, 25, 77-98.
- Vilá, B., & Arzamendia, Y. (2022). South American Camelids: their values and contributions to people. *Sustainability Science*, 17(3), 707-724.
- Wheeler, J. C., Russel, A. J., & Redden, H. (1995). Llamas and alpacas: pre-conquest breeds and post-conquest hybrids. *Journal of Archaeological Science*, 22(6), 833-840.
- Wheeler, J. C. (2012). South American camelids-past, present and future. *Journal of Camelid Science*, 5:1-24
- Yacobaccio, H. (2021). Archaeozoological evidence of camelid domestication. *Latin American Antiquity*, 32, 300-317.