



## Latte di capra: proprietà nutrizionali e nuove prospettive di utilizzo

Elvira Verduci  
Carlotta Lassandro  
Benedetta Mariani  
Francesca Moretti  
Enza D'Auria  
Giuseppe Banderali

Clinica Pediatrica,  
Dipartimento di Scienze della Salute  
Ospedale San Paolo,  
Università degli Studi di Milano

### Parole chiave

**latte di capra, latte vaccino,  
digeribilità, formule per  
lattanti**

### Abstract

Un prodotto del settore lattiero-caseario che ultimamente sta andando incontro ad una rapida crescita è il latte di capra; la sua diffusione nella popolazione è legata alla sua maggiore digeribilità rispetto al latte vaccino, oltre che alla percezione di questo prodotto come alimento sano, salutare e maggiormente sostenibile per l'ambiente.

Per quanto globalmente sia abbastanza simile al latte vaccino tradizionale, il latte di capra presenta differenze importanti: i lipidi in esso contenuti sono strutturalmente di dimensioni inferiori (e, quindi, più semplici da digerire) e qualitativamente diversi (la percentuale di acidi grassi a media catena è maggiore), ha un contenuto proteico mediamente più elevato, maggiori quantità di soluti e basso contenuto di vitamine e di folati. Per quanto concerne i carboidrati invece, presenta un buon profilo olisaccaridico con attività prebiotica, come il latte materno, ed elevate quantità di lattosio, importante per l'assorbimento di calcio, fosforo e magnesio e per l'utilizzo di vitamina D.

Essendo, nel complesso, abbastanza simile al latte vaccino tradizionale, non deve essere proposto come alternativa nei lattanti e nei bambini con allergia alle proteine del latte vaccino, anche perché, pur avendo un carico antigenico inferiore, sono stati riportati casi di cross-reattività tra proteine bovine e caprine e casi di reattività verso le sole proteine caprine. Ad oggi, in Italia, le formule a base di latte di capra non sono disponibili; secondo l'EFSA, comunque, se adeguatamente modificato, il latte di capra potrebbe essere utilizzato quale alternativa al latte vaccino per la preparazione delle formule per lattanti.

In molti paesi industrializzati, il consumo di latte vaccino è in riduzione nonostante il latte ed i prodotti lattiero-caseari siano importanti fonti di calcio e proteine. Tuttavia, un prodotto del settore lattiero-caseario che, ultimamente, sta andando incontro ad una rapida crescita è il latte di capra. Negli ultimi anni nei paesi occidentali si è diffusa, difatti, la percezione del latte di capra come alimento salutare e dietetico, il che ha reso possibile reperire facilmente questo prodotto.

Sebbene in rapida crescita, si tratta comunque di un prodotto ancora di nicchia, consumato abitualmente da una cerchia di consumatori che presenta spesso problemi con l'assunzione di latte vaccino, ad esempio per una scarsa digeribilità.

Il latte di capra, rispetto al latte vaccino, sembra essere un prodotto maggiormente sostenibile per l'ambiente: le capre occupano meno spazio, utilizzano meno risorse e richiedono meno trattamenti medici rispetto ai bovini nella produzione del loro latte. Un altro aspetto importante è che i caseifici che producono latte di capra raramente si affidano a trattamenti a base di ormoni per aumentare la produzione di latte<sup>1</sup>. La composizione del latte di capra, così

### Corrispondenza

Elvira Verduci  
Clinica Pediatrica,  
Dipartimento di Scienze della  
Salute, Ospedale San Paolo,  
Università degli Studi di Milano  
E-mail: elvira.verduci@unimi.it

come succede per altri tipi di latte, varia a seconda della dieta e della razza del caprino, nonché delle condizioni ambientali e della località in cui pascola, dello stadio di lattazione e dello stato di salute della mammella. Inoltre, a differenza del latte vaccino, che non subisce modifiche stagionali, il latte di capra è un prodotto la cui composizione varia stagionalmente<sup>2</sup>. Una delle principali sostanze strettamente dipendente dalla stagionalità è il colostro del latte di capra. Il colostro delle capre, il primo latte dopo il parto, si forma solo una volta all'anno, è ricco di immunoglobuline, di citochine, di lattoferrina, di molte altre molecole con funzione immunitaria e fattori biologici<sup>1</sup>.

Il contenuto proteico medio del latte di capra può essere più alto di quello del latte vaccino, ma sia il contenuto che la composizione delle proteine possono variare ampiamente. C'è un'alta omologia (84-95%) tra la composizione aminoacidica delle 6 principali proteine del latte vaccino ( $\alpha_{s1}$ -caseina,  $\alpha_{s2}$ -caseina,  $\beta$ -caseina e  $\kappa$ -caseina,  $\beta$ -lattoglobulina,  $\alpha$ -lattoalbumina) e quelle del latte di capra. Nelle capre è stato osservato un alto polimorfismo per i geni delle 4 caseine con diversi alleli associati ad una ridotta o assente espressione delle rispettive proteine. Particolare variabilità è stata osservata per il contenuto di  $\alpha_{s1}$ -caseina. Alti livelli di  $\alpha_{s1}$ -caseina sono associati ad un alto contenuto proteico totale, un alto contenuto in caseine ed un alto contenuto lipidico; al contrario, la carenza di  $\alpha_{s1}$ -caseina è associata ad un'alta proporzione di lipidi totali, come fosfolipidi, e dimensioni dei globuli di grasso più piccole<sup>3</sup>. Indipendentemente dalla variabilità genetica, la  $\beta$ -caseina, la principale caseina del latte materno, sembra essere comunque la caseina più abbondante (circa il 50%)<sup>2</sup>. Nel latte di capra le micelle delle caseine sono generalmente piccole a causa di alte concentrazioni di calcio e fosforo. Per quel che riguarda le proteine presenti in minori quantità, come la lattoferrina, la transferrina, la prolattina e le immunoglobuline, le loro concentrazioni sono simili nel latte di capra e nel latte vaccino, mentre il contenuto della proteina che lega il folato è più alto nel latte di capra rispetto al latte vaccino (12 vs. 8  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )<sup>2,3</sup>.

Nel latte di capra, le concentrazioni dell'azoto non proteico si avvicinano a quelle presenti nel latte materno e solitamente rappresentano il 5-8 % dell'azoto totale (più alte nel latte di capra rispetto al latte vaccino). Anche il profilo della frazione azotata non proteica è molto diverso da quello del latte vaccino, mostrando

alti livelli di nucleotidi monofosfati, presenti in concentrazioni che si avvicinano a quelle presenti nel latte materno<sup>4</sup>, aminoacidi liberi, urea e acido sialico.

Per quel che riguarda il profilo lipidico del latte di capra, oltre ai trigliceridi, presenti circa al 98%, la composizione lipidica comprende altri lipidi semplici (diacilgliceroli, monoacilgliceroli ed esteri di colesterolo), lipidi complessi (fosfolipidi) e composti liposolubili (steroli, coliolesteri e idrocarburi). I lipidi sono presenti sotto forma di globuli: i globuli di grasso del latte di capra presentano una grandezza inferiore (meno di 3,5  $\mu\text{m}$ ) rispetto ai globuli del latte vaccino<sup>2</sup>. Tale caratteristica sembra rendere il latte di capra maggiormente digeribile rispetto a quello vaccino perché vi è una maggiore superficie esposta all'azione degli enzimi digestivi. La crema del latte di capra è ricca di acidi grassi a catena media e corta, cruciali per le funzioni immunitarie e metaboliche oltre ad apportare energia. Questi acidi grassi a catena media, che prendono il nome di caproico (C6), caprilico (C8) e caprico (C10), contribuiscono al 15% del contenuto totale di acidi grassi nel latte di capra rispetto al 5% del latte vaccino<sup>1</sup>. Inoltre, a seconda dell'alimentazione degli animali, il latte di capra può avere un più alto contenuto di acido linoleico coniugato (CLA), che sembra avere un'azione anticancerogena, antitrombotica e immunomodulatoria<sup>2</sup>. Il principale zucchero del latte è il lattosio. Il lattosio favorisce l'assorbimento intestinale di calcio, magnesio e fosforo e l'utilizzo di vitamina D. Il contenuto di lattosio nel latte di capra è inferiore dello 0,2-0,5% circa rispetto al latte vaccino. Il latte di capra contiene, oltre al lattosio, oligosaccaridi, glicopeptidi, glicoproteine e zuccheri nucleotidici in maggiore quantità rispetto al latte vaccino<sup>2</sup>, mostrando un profilo oligosaccaridico (con attività prebiotica) simile a quello del latte materno<sup>1</sup>.

Per quanto riguarda la concentrazione di minerali e vitamine, il latte di capra presenta un elevato contenuto in potassio, calcio, magnesio, fosforo e riboflavina, mentre la quantità di selenio, utile per un buon funzionamento del sistema immunitario, è simile a quella del latte materno. Rispetto al latte vaccino, il latte di capra ha un maggiore contenuto di vitamina A, mentre ha un basso contenuto di vitamina B12 e acido folico. Sia il latte vaccino che il latte di capra sono carenti in piridossina (vitamina B6), vitamine C e D<sup>2</sup> (Tab. I).

Gli oligosaccaridi presenti nel latte di capra sembrano rendere più facile la digestione, specialmente in casi

**Tabella I.** Valori medi di composizione dei nutrienti del latte di capra, di mucca e umano.

Composizione	Latte di capra	Latte di mucca	Latte umano
Grassi (%)	3,8	3,6	4,0
Lattosio (%)	4,1	4,7	6,9
Proteine (%)	3,4	3,2	1,2
Caseine (%)	2,4	2,6	0,4
Albumine, Globuline (%)	0,6	0,6	0,7
<b>Proteine presenti in minori quantità</b>			
Lattoferrina (µg/ml)	20-200	20-200	<2000
Transferrina (µg/ml)	20-200	20-200	<50
Prolattina (µg/ml)	44	50	40-160
Proteina che lega il folato (µg/ml)	12	8	-
<b>Immunoglobuline</b>			
Ig A (latte: µg/ml)	30-80	140	1000
Ig A (colostro: mg/ml)	0,9-2,4	3,9	17,35
Ig M (latte: µg/ml)	10-40	50	100
Ig M (colostro: mg/ml)	1,6-5,2	4,2	1.59
Ig G (latte: µg/ml)	100-400	590	40
Ig G (colostro: mg/ml)	50-60	47,6	0,43
Azoto non proteico (%)	0,4	0,2	0,5
<b>Minerali</b>			
Ca (mg)	134	122	33
P (mg)	121	119	43
Mg (mg)	16	12	4
K (mg)	181	152	55
Na (mg)	41	58	15
Cl (mg)	150	100	60
S (mg)	28	32	14
Fe(mg)	0,07	0,08	0,20
Cu (mg)	0,05	0,06	0,06
Mn (mg)	0,032	0,02	0,07
Zn (mg)	0,56	0,53	0,38
I (mg)	0,022	0,021	0,007
Se (µg)	1,33	0,96	1,52
Al (mg)	n.a	n.a	0,06
<b>Vitamine</b>			
Vitamina A (IU)	185	126	190
Vitamina D (IU)	2,3	2,0	1,4
Tiamina (mg)	0,068	0,045	0,017
Riboflavina (mg)	0,21	0,16	0,02
Niacina (mg)	0,27	0,08	0,17
Acido Pantotenico (mg)	0,31	0,32	0,20
Vitamina B6 (mg)	0,046	0,042	0,011
Acido Folico (µg)	1,0	5,0	5,5
Biotina (µg)	1,5	2,0	0,4
Vitamina B 12	0,065	0,357	0,03
Vitamina C	1,29	0,94	5,00
Kcal/100 ml	70	69	68

(da Park et al., 2007<sup>2</sup>, mod.).

di funzionalità intestinale compromessa. Questo fattore, assieme alla ridotta dimensione dei globuli lipidici, potrebbe giocare un ruolo importante nella migliore tollerabilità del latte di capra rispetto a quello vaccino. Come il latte vaccino anche il latte di capra non modificato presenta troppe proteine, non presenta quantità sufficienti di acidi grassi essenziali e a lunga catena, acido folico, vitamina B6, 12, C, D, E, ferro e altri minerali necessari per soddisfare i fabbisogni nutrizionali dei neonati. Inoltre il latte di capra ha un carico di soluti elevato, contenendo molti sali minerali che possono determinare un sovraccarico renale non ideale per il lattante. Pertanto tali tipi di latti devono essere modificati per poter diventare idonei all'alimentazione dei più piccoli. Un vantaggio del latte di capra, rispetto al latte vaccino, è che viene secreto con un processo simile alla secrezione del latte materno. Il latte viene prodotto formando goccioline contenenti proteine, lattosio, minerali e vitamine all'interno delle cellule nella ghiandola mammaria e viene secreto sia attraverso la secrezione merocrina (le cellule che producono latte rilasciano le gocce di latte senza la perdita di altri elementi cellulari) che attraverso la secrezione apocrina, in cui insieme alla secrezione delle gocce di latte vengono rilasciate anche altre componenti cellulari. Quest'ultimo processo è maggiormente presente nelle capre rispetto a quanto si verifici nelle vacche e sembra che per tale motivo, il latte di capra, come il latte materno, contenga numerose particelle citoplasmatiche. Si pensa che proprio queste particelle citoplasmatiche conferiscano al latte di capra e al latte materno numerose componenti cellulari come nucleotidi e aminoacidi liberi<sup>1</sup>.

L'European Food Safety Authority (EFSA), con un'opinione scientifica pubblicata nel 2012, ritiene ci siano sufficienti evidenze per concludere che le proteine del latte di capra possano essere adatte per l'utilizzo nelle formule per lattanti e nelle formule di proseguimento. La composizione del latte formulato testato nell'ultimo documento EFSA ha mostrato un valore energetico pari a 66 kcal/100 mL, un contenuto proteico di 2,0 g/100 kcal (total Nx6.25) con un rapporto siero-caseine di 20:80. La formula era composta dai seguenti ingredienti: 43% di componenti solidi di latte di capra, lattosio, oli vegetali (olio di canola, olio di girasole ad alto contenuto di acido oleico e olio di girasole), minerali, regolatori dell'acidità (acido citrico), vitamine, cloruro di colina, isoleucina, triptofano, taurina e L-carnitina<sup>3</sup>.

Il latte di capra può quindi esser utilizzato come alternativa al latte vaccino per la produzione di formule per lattanti, soluzione a cui le mamme devono ricorrere in caso di impossibilità ad allattare al seno.

Tuttavia le informazioni riguardanti la qualità delle proteine e la digeribilità degli aminoacidi (AA) di questo latte rispetto al latte vaccino sono limitate. Uno studio pubblicato nel 2006<sup>5</sup> e realizzato su porcellini di 3 settimane di vita (modello animale corrispondente a lattanti di 3 mesi di vita), alimentati per due settimane con formula derivata da latte di capra o vaccino, ha messo in evidenza come la formula derivata da latte di capra fosse simile alla formula da latte vaccino per quanto riguardava il contenuto di AA e la disponibilità proteica e che la digeribilità degli AA a livello dell'ileo fosse simile tra le due formule per tutti gli AA, fatta eccezione per la glicina ed il triptofano (minore digeribilità nel latte di capra). Inoltre la formula di capra presentava elevate quantità di azoto non-AA, rispetto alla formula vaccina, e parte di questo azoto non proteico era presente sotto forma di colina, taurina e carnitina<sup>5</sup>. Infatti, è stato osservato che le formule provenienti dal latte di capra contenevano il 10 % di azoto non proteico, espresso come percentuale sull'azoto totale, rispetto al 7.1 % presente nelle formule derivate da latte vaccino. Inoltre le formule da latte di capra contenevano 4 mg/100 ml di nucleotidi monofosfato, tutti derivanti dal latte di capra stesso<sup>4</sup>.

Per quel che riguarda i grassi, questi forniscono dal 40 al 54% dell'energia delle formule ma sono importanti anche dal punto di vista funzionale. Molto spesso nelle formule per lattanti vengono utilizzati olii vegetali, piuttosto che grassi provenienti dal latte, per fornire un profilo di acidi grassi simile a quello del latte materno. Gli olii vegetali presentano il 5-20 % dei grassi saturi in posizione sn-2 dei trigliceridi a meno che non vadano incontro ad un processo di interesterificazione, che serve ad aumentare i livelli di acidi grassi saturi presenti in posizione sn-2 al 40-60%. Uno studio pubblicato nel 2010<sup>6</sup> ha verificato un approccio alternativo: 55 % dei grassi totali provenienti dal grasso del latte di capra e 45 % dei grassi provenienti da una miscela di olii vegetali. Questo studio ha confermato che è possibile raggiungere il profilo in acidi grassi raccomandato per i lattanti mediante una formula costituita da una miscela di grassi del latte di capra e di olii vegetali. Inoltre, con il 17 % di acido palmitico e con il 31 % di questo acido grasso presente in posizio-

ne sn-2, questa formula è equivalente alle formule che sembrano avere la maggiore capacità di assorbimento di grassi nei lattanti<sup>6</sup>.

Il latte è molto più che una semplice fonte di nutrienti. Infatti, aldilà del valore nutrizionale dei suoi componenti, altri elementi, tra cui le glicoproteine, gli anticorpi e gli oligosaccaridi proteggono il lattante riducendo il numero di infezioni da parte dei microrganismi patogeni e promuovendo lo sviluppo della parete intestinale. La lattoferrina è una delle più abbondanti glicoproteine presenti nel latte umano e dei ruminanti, sebbene in questi ultimi sia presente in concentrazioni molto inferiori (10-100 volte in meno rispetto al latte umano). La lattoferrina ha una serie di attività biologiche tra cui attività antiossidante, antibatterica, antivirale, immunomodulante e di chelante del ferro e di altri metalli. Queste funzioni sono modulate dalla catena polipeptidica e dalla sua glicosilazione. La lattoferrina del latte di capra sembra possa mimare meglio le proprietà funzionali di quella umana e il suo utilizzo sembra possa rappresentare, per quel che riguarda la supplementazione delle formule per lattanti, un miglioramento rispetto all'utilizzo di quella vaccina. Difatti, un recente studio<sup>7</sup> ha mostrato che la lattoferrina del latte di capra è un buon candidato per la supplementazione delle formule vaccinate grazie all'omologia presente nella composizione degli N-glicani nel latte di capra e nel latte umano<sup>7</sup>.

L'assorbimento e la deposizione di minerali a partire dai due diversi tipi di formula è stata studiata su modello animale<sup>8</sup>: porcellini di 3 settimane di vita (modello animale corrispondente a lattanti di 3 mesi di vita) alimentati con formula da latte di capra (8 porcellini) o formula da latte vaccino (8 porcellini). È stato osservato che sia la formula da latte vaccino che quella da latte di capra presentano un'elevata digeribilità di tutti i minerali testati (circa al 97%). Inoltre la formula da latte di capra ha mostrato un pattern di mantenimento dei minerali, nei porcellini, molto simile a quello mostrato dalla formula derivata da latte vaccino. In termini di digeribilità e utilizzo dei minerali, la formula da latte di capra sembra quindi essere un idoneo sostituto di quella vaccina per l'alimentazione dei lattanti<sup>8</sup>.

Alcuni studi su animali hanno mostrato un aumentato utilizzo di proteine, minerali e grassi a partire dal latte di capra rispetto al latte vaccino. A tal proposito, mediante modelli animali è stato studiato il ruolo della caseina del latte di capra sulla biodisponibilità

di calcio <sup>9</sup>. Da questo studio, realizzato su 72 ratti di 3 settimane randomizzati a diete contenenti 3 diverse concentrazioni di caseina a partire dal latte di capra, è risultato che, dopo le 9 settimane di trial, le diete contenenti l'80% o il 57% di proteine del latte di capra sotto forma di caseina aumentavano l'assorbimento di calcio rispetto alla dieta contenente solo il 17% di caseina, suggerendo che è necessaria una concentrazione minima di caseina per ottimizzare l'assorbimento di calcio a partire dal latte di capra. Tuttavia un incremento nell'assorbimento di calcio non sembra influenzare l'uptake e il mantenimento del minerale a livello del femore <sup>9</sup>.

Altri studi hanno invece suggerito che una supplementazione con latte di capra possa non solo influenzare il mantenimento dei minerali durante la crescita ma possa avere anche effetti positivi nelle fasi successive riducendo la perdita minerale ossea. A tal proposito, uno studio pubblicato nel 2008 <sup>10</sup>, realizzato su ratti, randomizzati a ricevere 3 differenti formule da latte di capra (latte intero in polvere, latte scremato in polvere con aggiunta di olii vegetali e latte di crescita fortificato con pre e probiotici), ha osservato che il latte intero di capra e la formula fortificata miglioravano l'assorbimento e il mantenimento di calcio e di fosforo e che la formula fortificata si associava a maggiore contenuto corporeo di questi due minerali, valutato mediante analisi della composizione corporea. Sono stati inoltre osservati i risultati a lungo termine: i topi che assumevano la dieta fortificata dallo svezzamento avevano un picco di massa ossea maggiore rispetto ai controlli, avevano contenuto minerale osseo e densità minerale ossea maggiori a livello lombare e dopo ovariectomia, sebbene con perdite di massa ossea, mantenevano livelli più elevati di massa minerale ossea e densità minerale ossea <sup>10</sup>.

Un altro punto critico su cui dobbiamo soffermarci sono le allergie alimentari ed in particolar modo le allergie al latte vaccino, che colpiscono circa il 2-3 % dei bambini. Per quel che riguarda il latte di capra, sono stati riportati numerosi casi di cross-reattività tra proteine bovine e caprine, per la presenza di epitopi comuni, e inoltre, sono stati riportati casi di allergie alle sole proteine del latte di capra, anche se l'esatta incidenza non è nota <sup>3</sup>. Tuttavia, sebbene il latte di capra sia simile al latte vaccino e nonostante sia stata documentata una certa cross-reattività, alcuni studi hanno suggerito che il latte di capra possa essere meno allergenico ri-

spetto al latte vaccino stesso <sup>11</sup>. Quale potrebbe essere il motivo ipotizzato di una ridotta allergenicità del latte di capra? Latte di mucca e latte di capra presentano un diverso profilo di caseine: sebbene entrambi i tipi di latte contengano le 4 principali classi di caseina ( $\alpha$ S1-CN,  $\alpha$ S2-CN,  $\beta$ -CN, e  $\kappa$ -CN), il livello di  $\alpha$ S1-CN (che sembra essere la maggior componente allergizzante) nel latte di capra può variare da alto (7 g/L), medio (3,2 g/L) a basso (1,2 g/L), o assente, a seconda del polimorfismo genetico, mentre il latte vaccino presenta solo elevati livelli (~ 12 g/L) di questa caseina.

A partire da queste premesse è stato realizzato uno studio, pubblicato nel 2012 <sup>11</sup> con il fine di esaminare la risposta immunitaria a diversi livelli di  $\alpha$ S1-CN di capra, mediante un modello murino di allergia gastrointestinale: in seguito a sensibilizzazione mediante antigene, sui topi è stato realizzato un challenge test con soluzione salina oppure con 2, 10 o 20 mg di  $\alpha$ S1-CN. Da questo esperimento è risultato che il gruppo con challenge con la più alta dose di  $\alpha$ S1-CN mostrava un incremento di 10 volte di MMCP1 (mouse mast cell protease-I) rispetto al gruppo con soluzione salina e che complessivamente la produzione di citochine associate con le allergie era stimolata da  $\alpha$ S1-CN, in modo dose-dipendente.

Ciò nonostante ad oggi non ci sono dati sufficienti che supportino che l'incidenza delle reazioni allergiche è più bassa in caso di assunzione di formule a base di latte di capra rispetto a quelle a base di latte vaccino <sup>3</sup> (Tab. II).

Per indagare gli effetti legati all'assunzione di formule a base di latte di capra sono stati realizzati anche diversi studi clinici su lattanti. A tal proposito sono stati recentemente pubblicati i risultati di un trial randomizzato controllato, in doppio cieco, realizzato su 200 lattanti randomizzati a ricevere una formula derivante da latte di capra o vaccino, dalle due settimane ad almeno i 4 mesi di vita <sup>12</sup>. Inoltre, per permettere un ulteriore confronto, è stata coinvolta anche una coorte di 101 lattanti allattati al seno. Questo studio è stato il primo a valutare l'effetto dell'assunzione di formula a base di latte di capra sulla crescita, lo stato nutrizionale, tolleranza e diversi outcomes clinici fino ai 12 mesi di vita. Tra il gruppo con formula caprina e quello con formula vaccina, fino al dodicesimo mese di vita, non è risultata alcuna differenza nello Z-score per peso, lunghezza, circonferenza cranica e peso per lunghezza. Sono state invece osservate delle dif-

Tabella II. Studi preclinici.

Argomento	Tipo di studio	Risultato principale e conclusioni	Pubblicazione
Composti bioattivi	Metodo analitico	Riassume le diverse frazioni di azoto non proteico del latte e delle formule da capra rispetto al latte e alla formula da latte vaccino	Int J Food Sci and Nutr 2008;59:123
Biodisponibilità di aminoacidi	Studio su modello animale	Afferma che la formula da latte di capra ha elevata qualità proteica e biodisponibilità di aminoacidi	J Dairy Sci 2006;89:2408
Profilo in acidi grassi	Metodo analitico	Afferma che il profilo in acidi grassi della formula da latte di capra a base di grasso del latte di capra è conforme alle raccomandazioni delle formule per lattanti	J Dairy Sci 2010;93:2857
Composti bioattivi	Metodo analitico	Suggerisce che il latte di capra potrebbe essere una fonte di composti bioattivi, compresa la lattoferrina	Electrophoresis 2014;35:1560
Biodisponibilità di minerali	Studio su modello animale	Dimostra che la biodisponibilità di minerali nella formula da latte di capra è del 97%	J Dairy Sci 2006;90:4520
Assorbimento di calcio	Studio su modello animale	Dimostra che la caseina del latte di capra può aumentare l'uptake di calcio	J Sci Food Agric 2010;90:112
Resistenza dell'osso	Studio su modello animale	Dimostra i benefici potenziali del latte di capra nel raggiungimento di una massa ossea ottimale in animali in crescita	J Sci Food Agric 2008;88:1082
$\alpha$ 1-caseina e allergie	Studio su modello animale	Conferma che bassi livelli di $\alpha$ 1-caseina nel latte di capra possono indurre una minore risposta immunitaria in modelli animali di allergia	J Dairy Sci 2012;95:83

ferenze negli Z-score per il peso e peso per lunghezza tra i due gruppi alimentati con formula e il gruppo di controllo degli allattati al seno. Un'interessante osservazione è che mentre tali differenze persistono a 12 mesi tra il gruppo degli allattati al seno e quello degli alimentati con formula da latte vaccino, queste differenze non si osservano, a 12 mesi, tra allattati al seno e alimentati con formula a base di latte di capra. Per quel che riguarda i biomarkers a livello ematico, sono risultate delle piccole differenze tra i due gruppi alimentati con formula, probabilmente a causa di differenze nella composizione stessa della formula. Ciononostante, le concentrazioni di questi biomarkers, misurati a 4 mesi, erano entro i normali range di riferimento per lattanti di quell'età. Inoltre, anche il profilo aminoacidico plasmatico era differente tra i due gruppi alimentati con formula ma queste differenze, seppur statisticamente significative, non sembrano esser importanti dal punto di vista clinico. Infine, non sono state osservate differenze nella manifestazione di eventi avversi, nell'incidenza di dermatiti o allergie alimentari. Questo studio ha quindi concluso che la formula a base di latte di capra determina un pattern di crescita e di biomarkers nutrizionali simili a quelli della formula a base di latte vaccino <sup>12</sup>.

Precedentemente a questo studio, un altro trial randomizzato controllato, in doppio cieco <sup>13</sup> ha coinvolto 72 lattanti, randomizzati a ricevere formula a base di latte di capra o latte vaccino (36 in ciascun gruppo) e li ha seguiti nel tempo (14, 28, 56, 84, 112, 140 e 168 giorni). Anche da questo trial la differenza nell'incremento ponderale medio tra i due gruppi, durante il periodo di studio, non è risultata significativa. Inoltre, è stato osservato che la frequenza di "movimenti intestinali" era maggiore nel gruppo di lattanti alimentati con formula caprina rispetto al gruppo alimentato con formula vaccina. Tuttavia tale frequenza non era eccessiva e non era associata ad una diversa consistenza delle feci. La ragione di tale differenza tra i due gruppi, per quel che riguarda la motilità intestinale, non è chiara sebbene sembri possa esser associata ad una diversa digeribilità delle due formule. Inoltre, una diversa frequenza di movimenti intestinali tra bambini alimentati con i due tipi di formula è stata confermata anche da uno studio più recente <sup>14</sup>. In questo studio prospettico, pubblicato nel 2011, è stato messo in evidenza come la frequenza e la consistenza delle feci nei lattanti alimentati con formula a base di latte di capra era simile a quella dei bambini allattati al seno. Al

contrario, nei lattanti che assumevano formula a base di latte vaccino la frequenza era minore e la consistenza delle feci era più dura, rispetto agli altri gruppi <sup>14</sup>. Parlando di intestino e di "movimenti intestinali" è doveroso fare un accenno anche al microbiota. A tal proposito di recente pubblicazione è uno studio <sup>15</sup> che ha confrontato la composizione del microbiota fecale di lattanti alimentati con formula derivata da latte vaccino o da latte di capra e di lattanti allattati al seno, per un campione totale di 90 bambini (30 in ciascun gruppo), a due mesi di età. L'analisi della beta-diversità delle sequenze del microbiota e delle sequenze del *Lachnospiraceae* ha messo in evidenza come queste fossero maggiormente simili nel confronto latte materno/latte di capra rispetto al confronto latte materno/latte vaccino. Inoltre i *Lachnospiraceae*, sia nel gruppo degli allattati al seno che in quello degli alimentati con formula a base di latte di capra si limitavano principalmente ad una singola specie mentre nel gruppo degli alimentati con formula derivata da latte vaccino era presente una maggiore varietà di specie diverse (Tab. III).

Nel complesso, il latte di capra è per certi aspetti un alimento comunque simile al latte vaccino tradizionale, caratteristica che quindi non lo rende adatto al lattante e a chi ha un'allergia alle proteine del latte vaccino. Di certo non va quindi proposto come "panacea" contro le allergie: sebbene alcuni studi abbiano infatti ipotizzato un minor carico antigenico del latte di capra rispetto al latte vaccino, sono comunque stati riportati

casi di cross reattività tra proteine bovine e caprine e casi di reattività anche verso le sole proteine caprine. Tuttavia seppur rispetto al latte vaccino presenti un maggior contenuto proteico, un maggior carico di soluti, ed un minor contenuto di acido folico e di vitamina B12, dal punto di vista nutrizionale è da sottolineare la sua differente composizione lipidica. I globuli di grasso del latte caprino, infatti, hanno dimensioni inferiori rispetto al latte vaccino e questo rende ragione della sua maggiore digeribilità, facendone un prodotto ideale anche per chi poco "tollera" il latte tradizionale. Come già detto inoltre, il latte di capra è ricco in acidi grassi a media catena. Un altro aspetto positivo è la ricchezza di aminoacidi solforati, in particolare la taurina, cruciale per la funzionalità del sistema nervoso. Tuttavia nonostante queste caratteristiche nutrizionali più vantaggiose rispetto il latte vaccino anche il latte di capra se non modificato non è consigliabile nell'alimentazione del lattante. Per quanto ad oggi non vi possano essere delle chiare indicazioni riguardo l'utilizzo del latte di capra, secondo l'EFSA il latte di capra è sufficientemente sicuro da poter essere utilizzato nella preparazione delle formule per l'infanzia, come alternativa di partenza al latte vaccino anche se mancano studi volti ad indagare gli effetti funzionali a lungo termine.

La formula a partire da latte di capra non ha, ad oggi, ancora raggiunto il mercato italiano.

**Tabella III. Studi clinici.**

Argomento	Tipo di studio	Risultato principale e conclusioni	Pubblicazione
Crescita e parametri biochimici	Studio randomizzato, controllato, in doppio cieco	I risultati confermano la qualità nutrizionale e la sicurezza della formula da latte di capra per lattanti fino ai 12 mesi di vita	Brit J Nutr 2014;111:1641-51
Crescita	Studio randomizzato, controllato, in doppio cieco	La crescita dei lattanti alimentati con formula da latte di capra non differisce da quella con formula da latte vaccino	J Paediatr Child Health 2005;41:564
Crescita e caratteristiche delle feci	Studio prospettico di coorte	I risultati ottenuti nei lattanti alimentati con formula da latte di capra sono simili a quelli degli allattati al seno	Nutr Res Pract 2011;5:308
Microflora intestinale	Studio randomizzato, controllato, in doppio cieco	Le specie della microflora dei lattanti alimentati con formula da latte di capra sono più "in linea" con quelle degli allattati al seno	Appl Environ Microbiol 2013;79:3040

**Box 1. Composizione del latte di capra**

- **CARBOIDRATI** → Profilo oligosaccaridico con attività prebiotica simile a quello del latte materno (contiene più oligosaccaridi, glicopeptidi, glicoproteine e zuccheri nucleotidici rispetto al latte vaccino). Lo zucchero più rappresentato è il lattosio, che favorisce l'assorbimento intestinale di calcio, magnesio e fosforo e l'utilizzo di vitamina D.
- **PROTEINE** → Contenuto proteico medio variabile (in genere più elevato rispetto al latte vaccino e sicuramente maggiore rispetto al latte materno), con composizione peculiare: particolarmente ricco di  $\beta$ -caseina, poca lattoferrina, transferrina e immunoglobuline.
- **LIPIDI** → Diversa composizione lipidica rispetto a latte vaccino: globuli lipidici di dimensioni inferiori ( $< 3,5 \mu\text{m}$ ) → maggiore digeribilità, perché la superficie esposta all'azione degli enzimi digestivi è maggiore; maggiori quantità di acidi grassi a media catena (15%) → acido caproico, caprilico e caprico, cruciali per le funzioni immunitarie e metaboliche, oltre che per l'apporto energetico.
- **SOLUTI** → Maggiore carico di soluti (elevate quantità di potassio, calcio, magnesio, fosforo), con rischio di sovraccarico del rene del lattante, ancora immaturo.
- **VITAMINE e MINERALI** → Maggiore contenuto di vitamina A rispetto al latte vaccino. Basso contenuto di acido folico, vitamina B12, vitamina B6, vitamina C e vitamina D.

**Bibliografia**

- 1 Dairy Goat Co-operative, <http://www.dgc.co.nz/home.cfm>
- 2 Park YW, Juárez M, Ramos M, et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 2007;68:88-113.
- 3 Scientific Opinion on the suitability of goat milk protein as a source of protein in infant formulae and in follow-on formulae. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), *EFSA Journal* 2012;10:2603.
- 4 Prosser CG, McLaren RD, Frost D, et al. Composition of the non-protein nitrogen fraction of goat whole milk powder and goat milk-based infant and follow-on formulae. *Int J Food Sci Nutr* 2008;59:123-33.
- 5 Rutherford SM, Darragh AJ, Hendriks WH, et al. True ileal amino acid digestibility of goat and cow milk infant formulas. *J Dairy Sci* 2006;89:2408-13.
- 6 Prosser CG, Svetashev VI, Vyssotski MV, et al. Composition and distribution of fatty acids in triglycerides from goat infant formulas with milk fat. *J Dairy Sci* 2010;93:2857-62.
- 7 Le Parc A, Dallas DC, Duaut S, et al. Characterization of goat milk lactoferrin N-glycans and comparison with the N-glycomes of human and bovine milk. *Electrophoresis* 2014;35:1560-70.
- 8 Utherfurd SM, Darragh AJ, Hendriks WH, et al. Mineral retention in three-week-old piglets fed goat and cow milk infant formulas. *J Dairy Sci* 2006;89:4520-6.
- 9 McKinnon H, Kruger M, Prosser C, et al. The effect of formulated goats' milk on calcium bioavailability in male growing rats. *J Sci Food Agric* 2010;90:112-6.
- 10 Kruger MC, Chua W-H, Darragh A, et al. Impact of goat milk powdered formulations on mineral absorption, peak bone mass and bone loss due to ovariectomy in rats. *J Sci Food Agric* 2008;88:1082-90.
- 11 Hodgkinson AJ, McDonald NA, Kivits LJ, et al. Allergic responses induced by goat milk  $\alpha$ S1-casein in a murine model of gastrointestinal atopy. *J Dairy Sci* 2012;95:83-90.
- 12 Zhou SJ, Sullivan T, Gibson RA, et al. Nutritional adequacy of goat milk infant formulas for term infants: a double-blind randomised controlled trial. *Br J Nutr* 2014;111:1641-51.
- 13 Grant C, Rotherham B, Sharpe S, et al. Randomized, double-blind comparison of growth in infants receiving goat milk formula versus cow milk infant formula. *J Paediatr Child Health* 2005;41:564-8.
- 14 Han Y, Chang E-Y, Kim J, et al. Association of infant feeding practices in the general population with infant growth and stool characteristics. *Nutr Res Pract* 2011;5:308-12.
- 15 Tannock GW, Lawley B, Munro K, et al. Comparison of the compositions of the stool microbiotas of infants fed goat milk formula, cow milk-based formula, or breast milk. *Appl Environ Microbiol* 2013;79:3040-8.