

Clonazione animale: tecnologia innovativa o dilemma etico?

Carlo Modonesi* e Monica Oldani**

Introduzione

In questo contributo vengono esaminati alcuni problemi scientifici ed etici che attengono all'impiego della clonazione animale in zootecnia. Non vi è dubbio che i temi qui proposti meriterebbero di essere sottoposti a una pubblica discussione, poiché la manipolazione degli animali non umani, spesso molto vicini (in senso evolutivo) alla nostra specie, determina inquietudini sociali che, se possibile, vanno oltre la già complessa riflessione sugli usi tecnologici dei viventi. Del resto, con i cosiddetti animali "superiori", oltre alle motivazioni che sono alla base di un ampio conflitto sociale dovuto all'uso di alcune biotecnologie – si pensi all'introduzione in agricoltura delle piante geneticamente modificate – entrano in gioco anche altre motivazioni che, come tali, pongono nuove sfide. La crescente riluttanza scientifica e culturale a uno sfruttamento economico degli animali disinteressato alla loro natura biologica, etologica e cognitiva può mettere in crisi un paradigma scientifico e al tempo stesso generare una domanda sociale che una collettività matura e pluralista dovrebbe saper intercettare.

Come si può intuire, le questioni qui toccate possono essere affrontate secondo prospettive differenti, ed è per questa ragione che il quadro che ne viene dato non ha alcuna pretesa di esaustività. Le implicazioni delle biotecnologie animali, soprattutto quando queste esulano dalla pratica scientifica di stretta pertinenza della biomedicina umana, forse non sono ancora totalmente prevedibili. Per necessità di sintesi, si è quindi scelto di non entrare nel merito di molti problemi, che qui verranno solo accennati o deliberatamente omessi. Tra questi: la proprietà intellettuale dei derivati biotecnologici animali e la relativa regolamentazione; il monopolio delle risorse zootecniche; la riduzione della biodiversità animale (fauna domestica e possibilmente selvatica); l'inosservanza delle tradizioni alimentari, culturali e religiose delle comunità umane; il progressivo avallo della clonazione umana; l'incentivazione del consumo di prodotti di origine animale e la conseguente riduzione della sostenibilità delle produzioni zootecniche; la gestione e la comunicazione del rischio (alimentare, sanitario e ambientale); la partecipazione sociale al policymaking zootecnologico; la tracciabilità degli alimenti e la loro etichettatura; il global trade.

Riprodurre animali saltando il sesso

Le obiezioni a un impiego della clonazione animale per fini alimentari attengono sostanzialmente a due differenti questioni: 1) l'esigenza di tutelare sempre più la qualità delle filiere alimentari e la salute dei consumatori; 2) l'esigenza di garantire un sistema di allevamento in linea con i principi dell'*animal welfare*, così come previsto dall'attuale riflessione bioetica e dalla stessa legislazione europea.

Cominciando dal primo punto, che è anche quello di maggiore interesse scientifico, si deve precisare che la clonazione animale è uno di quei temi intorno ai quali aleggia la

* Carlo Modonesi è biologo e direttore scientifico della Fondazione Diritti Genetici. Insegna al Corso di laurea specialistica in Conservazione della natura dell'Università di Parma.

** Monica Oldani è PhD in Etologia. Dopo la laurea in Medicina e chirurgia e la specializzazione in Psicologia, ha lavorato nell'ambito della psicologia comparata e della biologia del comportamento animale. Attualmente collabora con la facoltà di Medicina veterinaria dell'Università di Milano.

confusione più totale. *In primis* c'è da chiarire un nodo essenzialmente terminologico, dipendente dal fatto che in qualche caso con il termine “clonazione” vengono descritte procedure di laboratorio decisamente differenti. La vera clonazione (o clonaggio) animale consiste nel far partire lo sviluppo di un nuovo animale trasferendo il nucleo di una cellula somatica di un individuo all'interno di una cellula uovo precedentemente denucleata di un altro individuo (da cui l'acronimo SCNT, Somatic Cell Nuclear Transfer).

Da tale procedura effettuata *in vitro*, in linea di principio si dovrebbe sviluppare un embrione che per arrivare a completarsi necessita di essere impiantato nell'utero di una madre surrogata, che normalmente coincide con la donatrice del gamete femminile. Il percorso di laboratorio della clonazione, quindi, consiste di due fasi: una prima fase che si compie *in vitro* e produce il clone, e una seconda fase che si realizza *in vivo* e favorisce i processi di sviluppo del clone appena formato.

Questo genere di sperimentazione appartiene a una tradizione di ricerca varata dai biologi del secolo scorso, ed è oggi recuperato con l'obiettivo di generare artificialmente copie di animali geneticamente identici tra loro e al tempo stesso a un individuo “genitore”¹. Le due cose infatti (identità tra figli e identità tra genitori e figli) non vanno necessariamente insieme, e la confusione terminologica ricordata sopra nasce proprio dal fatto che talvolta sono etichettate come “clonazione” biotecnologie caratterizzate da presupposti e metodi di lavoro molto diversi dalla SCNT².

La SCNT permette in sostanza di riprodurre copie geneticamente e (almeno in via teorica) fenotipicamente uguali di nuovi individui, eludendo il fenomeno biologico della riproduzione sessuale. Ma qui occorre già una precisazione. In base agli assunti della clonazione animale mediante SCNT, facendo sviluppare embrioni animali dotati dello stesso patrimonio genetico (quello della cellula somatica di partenza), alla fine si dovrebbero ottenere individui fenotipicamente identici al donatore. Tuttavia la cautela sarebbe d'obbligo, poiché il fenotipo intrattiene con il genotipo rapporti complessi e a tutt'oggi poco chiari. Di fatto il fenotipo non si afferma per esito diretto del genoma, ma dinamicamente, nel tempo, sotto l'effetto delle altrettanto importanti influenze ambientali³ che incanalano le possibilità di sviluppo di un individuo verso esiti differenti e imprevedibili. A ciò si aggiunga che il genoma mitocondriale dell'embrione non deriva dalla cellula somatica di partenza, come quello nucleare, ma dall'ovocita, il che non fa altro che introdurre nella SCNT ulteriori elementi di imprevedibilità.

¹ Attenzione: con il termine “genitore”, in questo caso specifico si deve intendere l'animale donatore della cellula somatica, senza la minima allusione alla vera accezione biologica del termine, che implica processi di riproduzione sessuale.

² Con la separazione *in vitro* dei blastomeri di un embrione (*embryo splitting*) nelle primissime fasi di sviluppo, è possibile ottenere individui uguali tra loro. Grazie a tale procedura, in sostanza, viene artificialmente replicato un fenomeno biologico analogo a quello che nella specie umana porta alla nascita di gemelli identici (monovulari), per cui dallo stesso ovocita fecondato si originano due (o più) embrioni. La ragione per cui l'*embryo splitting* non può essere considerato una vera tecnica di clonazione è che gli individui che si ottengono in questo modo sono sì geneticamente identici tra loro, ma non lo sono nei confronti di nessuno dei due genitori. Ogni individuo figlio, infatti, eredita metà del patrimonio genetico di ciascun individuo parentale, per cui il suo patrimonio genetico non può essere davvero identico né al fornitore del gamete maschile né al fornitore del gamete femminile.

³ Influenze ambientali che sono molteplici, a partire proprio da quelle stabilite dall'ambiente intracellulare dell'ovocita in cui il nucleo della cellula somatica viene a trovarsi dopo la SCNT.

In ogni caso, forzando un po' il linguaggio della biomedicina, si potrebbe dire che la SCNT è una variante "asessuata" delle tecniche di riproduzione assistita, poiché basata su meccanismi indotti artificialmente che escludono il ricorso a procedure naturali o artificiali di inseminazione e fecondazione⁴.

La SCNT allora non è altro che un espediente biotecnologico per tentare di conferire agli animali superiori (vertebrati) la proprietà di generare individui uguali tra loro conservando inalterate le caratteristiche biologiche dell'individuo "genitore". Il suo presupposto è quello di produrre animali il cui genotipo e, almeno in prima approssimazione, il cui fenotipo siano non solo identici ma anche prevedibili, ossia noti in partenza, evitando il carico di variazioni che invece sono implicate nei normali meccanismi della sessualità⁵.

L'animale fotocopia

A questo punto però, per comprendere se davvero la completa previsione dell'animale menzionata sopra viene rispettata, è necessario passare dal puro piano speculativo al risultato sperimentale. La letteratura scientifica sulla clonazione dei vertebrati evidenzia che le previsioni, o se si preferisce le "speranze del biotecnologo", di avere multipli identici di uno stesso animale "genitore" sono smentite in una larghissima percentuale di casi. Il problema è che, soprattutto se si lavora con i mammiferi, l'attivazione "epigenetica"⁶ di un nucleo trasferito in un ovocita avviene con maggiore probabilità nei casi in cui la cellula donatrice è totipotente, ossia ancora immatura e indifferenziata: caratteristiche che si trovano soltanto in cellule prelevate da embrioni a stadi di sviluppo molto precoci (blastocisti, corrispondente alla blastula degli altri vertebrati). È evidente, tuttavia, che un embrione così immaturo, ottenuto per fecondazione, quindi soggetto al potenziale di variabilità implicito nella riproduzione sessuale, non permette di conoscere nel dettaglio quelle che saranno le sue caratteristiche future, cioè le caratteristiche dell'individuo interamente formato. La SCNT mostrerà i suoi risultati soltanto a sviluppo embrionale concluso, quando l'animale sarà completamente formato, ammesso e non concesso che sopravviva fino a quel momento. L'utilità di una SCNT praticata secondo queste modalità, vale a dire impiegando nuclei di cellule embrionali, è di natura più teorica che pratica, in quanto le valutazioni fenotipiche che si possono azzardare allo stadio di blastula riguardano essenzialmente la conformità "a monte" del processo morfogenetico di un vertebrato: in altre parole, l'indagine può dire se il piano organizzativo dell'embrione viene conservato e riflette quello assai più generale della classe tassonomica a cui esso appartiene (per esempio quello dei mammiferi); ma certamente non vi è alcuna possibilità di sapere se l'animale adulto produrrà molto latte, se sarà di dimensioni maggiori o minori rispetto alla norma, eccetera. E anche lavorando con embrioni che

⁴ In linea generale, con le piante le cose funzionano in modo più semplice, perché sfruttando le loro assai più accentuate proprietà di rigenerazione, si possono produrre molti individui identici a un individuo parentale. Così, laddove una nuova pianta possiede caratteristiche vantaggiose per finalità economiche (o di altro tipo), è possibile disporre di altre piante con caratteristiche identiche ricorrendo a tecniche che sfruttano la naturale predisposizione dei vegetali a riprodursi per via asessuata, e da questo punto di vista l'esempio della "talea" è semplice e calzante. Non a caso, il termine greco *klôn* significa giustappunto germoglio, piccola pianta.

⁵ A rigor di precisione, comunque, non bisogna scordare che in natura l'incapacità di riproduzione asessuata è tipica dei vertebrati, mentre per gli invertebrati la situazione può variare di molto.

⁶ Nel senso di attivata da fattori non genetici.

si trovano a stadi di sviluppo più avanzati, l'esame delle caratteristiche fenotipiche non offre informazioni granché migliori, senza contare il fatto che via via che il differenziamento cellulare dell'embrione procede, diminuisce la possibilità di prelevare cellule il cui nucleo sia riprogrammabile mediante SCNT⁷. È quindi evidente che dal punto di vista dell'allevamento industriale, una simile procedura non riveste interesse economico, poiché non consente previsioni sull'effettiva rispondenza del "prodotto" (l'animale finito) agli obiettivi di mercato fissati, per esempio produrre "linee di animali" in grado di sviluppare una biomassa commestibile significativamente superiore alla media.

Perché la tecnologia abbia un valore economico è necessario lavorare con animali di cui si possano conoscere in anticipo le caratteristiche interessanti dal punto di vista produttivo. E ciò si può fare soltanto se gli animali da utilizzare come possibili "capostipiti" sono individui adulti, o comunque già nati e completamente formati. Il passo successivo è clonare questi animali mediante SCNT con la speranza di ottenerne perfette "fotocopie", anche se, come abbiamo visto, la probabilità di vedere realizzato il secondo tipo di previsione (i fenotipi) presenta enormi margini di incertezza.

Il problema è che quando si ha a che fare con animali "fatti e finiti" si lavora con cellule somatiche adulte, di conseguenza la probabilità che la SCNT funzioni è bassissima visto che la riprogrammazione corretta del nucleo della cellula somatica è molto più difficoltosa. La testimonianza di questa difficoltà ci viene mostrata dall'altissima percentuale di insuccessi e di mortalità (nei mammiferi oltre il 90%) rilevabile quando la SCNT viene effettuata usando cellule adulte. La casistica qualitativa di ciò che si osserva è grossomodo la seguente: gli embrioni non si sviluppano affatto; gli embrioni che si sviluppano muoiono prima di essere trasferiti in utero; gli embrioni vengono traslocati in utero ma sono abortiti nelle prime fasi della gestazione; gli embrioni non arrivano al termine della gestazione; i neonati muoiono poco tempo dopo il parto; i giovani muoiono prematuramente; gli adulti si ammalano più facilmente. Pochissimi, alla fine, saranno gli individui clonati con un'aspettativa di vita analoga a quella degli animali sviluppati da ovociti normalmente fecondati (per via naturale o artificiale). In pratica, accade che nella stragrande maggioranza dei casi molti fenomeni epigenetici, imprevedibili e deleteri, si sovrappongono ai pochi fenomeni prevedibili, vanificando i pronostici e le "speranze del biotecnologo".

Dolly e gli altri

Come già accennato, la clonazione per trasferimento di nucleo ha in sé ben poco di innovativo, dal momento che già negli anni '50 del secolo scorso venne collaudata dagli embriologi sperimentali per studiare la stabilità funzionale del genoma di cellule somatiche soprattutto di anfibi anuri adulti (rane e rospi). Negli anni '60 furono i pesci a vestire i panni del "modello sperimentale" per questo tipo di manipolazioni, ma a parte il cambiamento nel modello impiegato, per almeno 30 anni la clonazione continuò a rappresentare una tecnica al servizio della ricerca biologica di base.

⁷ Nei *taxa* animali meglio conosciuti, i cambiamenti morfologici dell'embrione sono stati codificati secondo una serie di tappe standardizzate – definite "stadi normali" – che scandiscono i tempi delle principali transizioni dello sviluppo. Ma questo genere di ricerca descrittiva, ritenuto in passato fondamentale per l'embriologia comparata, è stato successivamente abbandonato per lasciare posto ad approcci di tipo diverso, purtroppo non sempre forieri degli stessi risultati interessanti.

Soltanto poco più di un decennio fa si è pensato che la SCNT potesse trasformarsi in una procedura di interesse industriale. Non è un caso che dal 1996 a oggi siano stati clonati mediante SCNT la pecora, la mucca, il maiale, la capra e il coniglio. Nel frattempo sono stati clonati anche il topo, il ratto, il gatto, il cane e il furetto (la variante domestica della puzzola), destinati tuttavia a settori commerciali diversi da quello alimentare. I roditori, per esempio, vengono clonati per garantire modelli sperimentali da utilizzare nella ricerca farmacologica e biomedica. I primi animali clonati per essere destinati a filiere industriali extra-farmaceutiche sono stati i bovini. E si può ben dire che molta della recente attenzione che la clonazione ha polarizzato nel settore zootecnico si è concentrata proprio sulla fauna domestica da reddito, e segnatamente su quella di grandi dimensioni.

Il caso ancora oggi più noto – anche perché fu il primo a essere documentato su una rivista scientifica – resta quello della pecora Dolly, clonata dodici anni fa in Scozia a partire da una cellula dell'epitelio ghiandolare-mammario di una femmina di razza Finn Dorset (la donatrice, ossia il vero “genitore”) e da un ovocita denucleato di una femmina di razza Scottish Blackface (la ricevente). La seconda pecora partorì Dolly dopo cinque mesi di gestazione, previo impianto in utero dell'embrione clonato. È importante notare che per arrivare a produrre Dolly furono utilizzati circa 300 ovociti, e che degli embrioni così ottenuti soltanto 29 sopravvissero *in vitro* per qualche giorno. Di questi, solo 13 furono impiantati nell'utero di altrettante madri surrogate, e alla fine una soltanto diede alla luce un animale vivo, ossia Dolly, deceduta poi prematuramente all'età di 6 anni (una pecora vive in media 12 anni).

Sulle cause della morte della prima pecora clonata esiste ormai una vasta letteratura più o meno attendibile, tante sono le interpretazioni che ne sono state date; e, in verità, anche sulle modalità della sua vera nascita gli scienziati hanno nutrito più di un dubbio. Secondo la versione più diffusa, comunque, Dolly sarebbe stata sottoposta a eutanasia in giovane età per risparmiarle le sofferenze dovute a una serie di problemi di salute che la affliggevano, compreso un tumore. Oltretutto, è noto che dopo la nascita Dolly non è mai stata confrontata con la vera “madre” biologica (la donatrice della cellula somatica) per verificarne la perfetta identità fenotipica⁸.

La rincorsa alla clonazione zootecnica

Una parentesi che a questo punto vale la pena di aprire riguarda un piccolo nodo difficile da dirimere. Molti scienziati si sono sorpresi dell'impegno profuso dalle Agenzie per la sicurezza alimentare statunitense ed europea (Food and Drug Administration, FDA, e European Food Safety Authority, EFSA) per rilasciare pareri e valutazioni sull'impiego della SCNT per produrre cibi di origine animale, in considerazione del fatto che per ora il bilancio di tale tecnologia, in termini di costi/ricavi, non può essere considerato positivo. È infatti cosa risaputa che in zootecnia, per le ragioni illustrate sopra, le percentuali di successo ottenute con la clonazione sono modestissime. In buona sostanza, quando l'industria agro-zootecnica

⁸ A questo proposito vale la pena di fare una piccola precisazione. Chiaramente, mentre possiamo immaginare una somiglianza genotipica basata su varie tecniche ormai assodate, come PCR o analisi del genoma con enzimi di restrizione, il concetto di “perfetta identità fenotipica” è assolutamente sfuggente, in quanto non esiste un elenco finito di tutti i possibili caratteri biologici. Allora si può scegliere un quadro di misura più o meno arbitrario, come per esempio il fingerprint metabolomico, o altri metodi. Più semplicemente, allora, si dice che l'animale “assomiglia fisicamente” a un altro animale, oppure che fa più o meno la stessa quantità di latte, e usiamo questo concetto come etichetta di “identità fenotipica”.

parla delle grandi promesse della clonazione, non sempre si capisce di che cosa si stia parlando, né le ragioni. È molto probabile quindi che la soluzione di alcuni aspetti poco chiari della sorprendente attenzione riservata alla clonazione degli animali da reddito sia legata alle logiche economiche e finanziarie del mondo degli affari (concorrenza industriale, brevetti biotecnologici, ecc.).

Vittorio Sgaramella (Parco Tecnologico Padano), uno dei biologi molecolari italiani più apprezzati, ha recentemente argomentato che i dati non offrono indicazioni ragionevoli per ritenere che la SCNT abbia un futuro in questo settore: «Gli animali clonati sono molto pochi. Dalle tabelle pubblicate su *Nature* nel 2007 risulta chiaro che, su mille sperimentazioni, i risultati finali parlano al massimo di cinque cloni riusciti. Una parte degli animali muore prima di raggiungere l'età adulta, e chi sopravvive, nella maggioranza dei casi, non è sano. E la *conditio sine qua non* perché un animale possa essere usato nella catena alimentare umana, è che sia sano». Oltretutto, si deve aggiungere che il tentativo di mitigare i dubbi degli scettici (A) sostenendo che la tecnologia presenta ampi margini di miglioramento, e (B) assicurando che gli animali clonati “sani” sono del tutto identici a quelli fatti riprodurre con metodi convenzionali, scatena forti obiezioni. Molti studiosi infatti sostengono che, contrariamente a quanto viene talvolta affermato da alcuni operatori del settore zootecnico, (A) le procedure di clonazione animale vanno perfezionandosi sempre più nella direzione della produzione di cellule staminali embrionali di roditori da usare nella ricerca biomedica, mentre nell'ambito della produzione zootecnica stanno per essere progressivamente abbandonate, proprio a causa dei loro risultati poco promettenti. Inoltre, (B) la valutazione dello stato di salute degli animali da reddito clonati e delle loro progenie deve essere ancora effettuata, anche per la carenza di dati sottolineata in precedenza; essa deve peraltro tenere conto di un quadro zootecnico che con l'introduzione della SCNT muta significativamente, come vedremo tra breve, mentre nel frattempo i nuovi criteri di valutazione non sono ancora stati definiti. Tutto ciò chiama in causa alcuni punti fondamentali contenuti nel pronunciamento dell'European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE).⁹

La salute e il welfare degli animali “replicati”

Esplicitamente, l'EGE avanza seri dubbi sul fatto che, al momento, la clonazione secondo la tecnica del trasferimento di nucleo da cellula somatica possa essere “giustificabile sul piano etico”, in particolare in considerazione “dei problemi di salute fisica e del livello di sofferenza attualmente sperimentati dagli animali clonati e dalle madri surrogate” e “della necessità di dati più consistenti e di più lungo periodo sulle condizioni degli animali delle generazioni successive”.

Questa seconda precisazione, sebbene di natura attendista, dovrebbe essere, ai fini del pronunciamento finale della CE, altrettanto pregnante del rilievo sullo stato di salute dei cloni e delle fattrici utilizzate per partorarli. Infatti, la previsione – formulata dalla Food and Drug Administration nella sua comunicazione – che nella filiera produttiva entrerebbero prevalentemente i figli degli animali clonati, mentre questi ultimi sarebbero destinati finché possibile alla riproduzione, e l'osservazione che essi sembrano godere di condizioni di salute paragonabili a quelle dei nati da animali riprodotti con le tecniche convenzionali, non sono, dal punto di vista etico, elementi

⁹ *Ethical aspects of animal cloning for food supply – opinion N°2.*
http://ec.europa.eu/european_group_ethics/avis/index_en.htm

sufficienti. E non lo sono per la semplice ragione che, essendo la SCNT una tecnica di recente introduzione, le informazioni disponibili sui discendenti di cloni (e a dire il vero, anche quelle sui cloni attualmente in vita) non coprono l'intero ciclo vitale di questi animali. Non si sa, per esempio, se saranno longevi quanto gli altri e, nel caso, invece, essi subissero un invecchiamento o una morte prematura quali potrebbero esserne le cause.

Forse, nell'ottica della FDA, il dato che le progenie di cloni finora studiate siano apparentemente sane – peraltro riguardante un numero di individui ancora limitato – dovrebbe servire a garanzia della sicurezza dei prodotti commestibili da essi derivati, soprattutto in considerazione del fatto che la vita degli animali destinati alla produzione alimentare viene comunque interrotta ben prima del suo completamento naturale. Ammesso e non concesso che l'apparente incolumità delle progenie sia soddisfacente anche solo da questo punto di vista, essa non può ovviamente rappresentare un'informazione esaustiva sulle potenzialità vitali e sulle condizioni di benessere degli animali coinvolti, rispetto alle quali un appello al principio di precauzione è quindi d'obbligo.

Sul fatto, invece, che i due parametri appena citati – potenzialità vitali e benessere – siano gravemente compromessi nel caso degli individui clonati e delle loro madri surrogate, i dati esistenti riportati sia dall'EGE sia dall'EFSA¹⁰ sono inequivocabili. Per quanto riguarda le madri surrogate portatrici di embrioni clonati, la frequenza con cui esse vanno incontro a complicazioni della gravidanza e del parto, decisamente più alta che con le altre tecniche riproduttive, rappresenta un fattore certo di rischio per la loro salute, per la loro futura fertilità e per il loro benessere.

Secondo i dati attualmente disponibili, che riguardano per lo più i bovini, la percentuale di gravidanze di embrioni clonati che si concludono con la nascita di un piccolo vivo si aggira intorno al 13%. Una quota di fallimenti così consistente viene attribuita a una serie di anomalie dello sviluppo del feto, della placenta e degli altri annessi fetali, che giustificano anche l'alta mortalità neonatale dei pochi nati vivi: alle perdite che occorrono nel corso della gestazione va aggiunto, infatti, un 20% di vitelli che non sopravvivono oltre le prime 24 ore dalla nascita e un altro 15% di vitelli che muoiono prima dello svezzamento.

Di fronte a tali percentuali viene spontaneo interrogarsi in primo luogo sul numero di madri surrogate tuttora necessarie per compensare un così modesto successo riproduttivo e sulla probabilità che molte delle gravidanze (con le relative modificazioni ormonali e fisiche) da esse affrontate siano del tutto inutili.

Nei termini della loro salute e del loro benessere, la questione appare ancora più critica, in quanto anche le gravidanze che vengono portate a termine sono gravate da complicanze in grado di comprometterne le condizioni fisiche e la qualità di vita. Per esempio, sono molto comuni i parti distocici, tanto da rendere necessario nella maggior parte dei casi il ricorso al taglio cesareo. Entrambe le evenienze, il parto vaginale distocico e il parto chirurgico, comportano per le madri surrogate un aumento della sofferenza e dello stress implicati dalla gravidanza. Infine, nelle femmine che hanno subito un taglio cesareo a seguito di complicazioni di un parto vaginale già avviato si può verificare una riduzione della fertilità futura.

Per quanto riguarda la vitalità e la salute dei cloni, il periodo più sfavorevole è quello perinatale, a causa delle numerose anomalie dello sviluppo fetale possibilmente

¹⁰ *Scientific Opinion on Food Safety, Animal Health and Welfare and Environmental Impact of Animals derived from Cloning by Somatic Cell Nucleus Transfer – SCNT – and their Offspring and Products Obtained from those Animals.*
<http://www.efsa.europa.eu>

connesse con la SCNT. Tra queste ultime, nei vitelli e negli agnelli è stata tipicamente osservata una condizione nota come LOS (Large Offspring Syndrome) o macrosomia fetale, che consiste in un abnorme aumento di dimensioni del piccolo durante l'ultima fase della vita intrauterina (spesso responsabile delle complicanze del parto), mentre nei suinetti si è visto, al contrario, un rallentamento della crescita fetale. Inoltre, nei cloni neonati sono stati descritti, con frequenza diversa a seconda delle specie considerate, malformazioni di organi (a carico del fegato, dell'apparato urogenitale, del cervello), fegato e cuore di dimensioni superiori alla norma, steatosi epatica, difficoltà respiratorie, disfunzioni immunitarie, alterazioni della termoregolazione, ritardo nella normalizzazione di alcuni parametri ematologici ed ematochimici, anomalie del metabolismo dei tessuti muscolari; vale a dire, una serie di condizioni patologiche, alcune delle quali sono transitorie ma possono comunque compromettere la salute e la qualità di vita dei piccoli e le loro possibilità di sopravvivenza fino all'età adulta.

Una volta superato questo periodo critico, i cloni che raggiungono la maturità sessuale sembrano, da lì in poi, non differenziarsi in modo significativo dai coetanei ottenuti con le altre tecniche riproduttive, anche se, come già accennato, al momento non è dato fare previsioni di lungo periodo sul loro futuro stato di salute e sulla durata della loro vita.

In ogni caso, cioè comunque si concluda o proceda la loro vita, nella valutazione delle condizioni di benessere di questi animali va tenuto conto del fatto – dimostrato dagli studi sulla percezione del dolore nelle prime fasi della vita – che le esperienze precoci, anche prenatali, di sofferenza possono produrre effetti permanenti sullo sviluppo del sistema nervoso centrale e influenzare la percezione del dolore e le risposte di adattamento allo stress nelle età successive, indipendentemente dal livello di consapevolezza presente al momento dell'esposizione agli stimoli dolorifici. È indubbio che i piccoli cloni che hanno problemi di salute nel periodo perinatale, a causa di alterazioni delle funzioni placentari, parto difficoltoso o anomalie organiche, sono soggetti a esperienze dolorose e stressogene, che possono influire a lungo termine sulla loro qualità di vita qualora sopravvivano.

Come si può capire dai dati presentati nei documenti dell'EGE e dell'EFSA, al momento l'analisi dell'impatto della clonazione sulla qualità di vita degli animali coinvolti (madri surrogate, cloni, discendenti dei cloni) fa riferimento quasi esclusivamente alla loro salute fisica. Gli studi che li abbiano confrontati con gli animali riprodotti con le tecniche tradizionali rispetto a degli indicatori comportamentali sono ancora pochi, sono stati condotti su pochissimi individui e, oltretutto, sono di difficile interpretazione dal momento che a influenzare lo sviluppo del comportamento di questi animali potrebbero essere non solo le loro caratteristiche biologiche ma anche fattori ambientali peculiari ai quali sono esposti: nel caso dei cloni, per esempio, le esperienze precoci strettamente legate alla loro specifica condizione (relative allo sviluppo fetale, alle modalità di nascita, alle procedure mediche alle quali vengono sottoposti nel periodo neonatale, ecc).

Inoltre, la valutazione resta di natura prettamente qualitativa, in quanto il grado di compromissione del benessere di questi animali nelle sue varie dimensioni non è stato quantificato.

Le biotecnologie e lo *status* morale e giuridico degli animali da reddito

Che la prospettiva dell'applicazione delle tecniche di clonazione in campo zootecnico abbia sollevato, accanto alle preoccupazioni per gli eventuali rischi sanitari connessi

all'alimentazione umana, tanta sollecitudine per le implicazioni inerenti all'etica e al benessere animale non stupisce.

Oltre alle evidenti questioni attinenti alla tutela del benessere degli animali direttamente coinvolti, fin qui delineate, la clonazione - così come la creazione di animali modificati geneticamente - suscita una serie di perplessità di ordine morale di più ampio respiro.

La più immediata è che l'applicazione di queste biotecnologie al settore zootecnico, ovviamente mirata all'ottimizzazione dei ritorni economici, possa ulteriormente avallare l'equiparazione degli animali a macchine da produzione, di fatto già insita nell'allevamento intensivo, e rinforzare quella percezione culturale degli animali quali risorse materiali (rinnovabili) di cui disporre incondizionatamente, che ha dominato il rapporto tra l'uomo e gli altri esseri viventi per larga parte della storia del pensiero occidentale e che solo da poco più di un secolo a questa parte è stato messo a confronto con visioni filosofiche un po' meno antropocentriche.

Un altro tipo di riflessione chiama in causa i temi attualmente dibattuti all'interno dei paradigmi filosofici che si occupano di delineare un nuovo *status* morale per gli animali in quanto portatori di interessi e bisogni propri - e non più solo oggetti di interessi umani - e l'opportunità di riconoscere a essi alcuni diritti giuridici fondamentali.

In quest'ottica, la clonazione e l'ingegneria genetica applicate agli animali portano inevitabilmente a interrogarsi sulla liceità di interventi che ne pregiudicano addirittura l'integrità biologica, andando nella direzione non solo di un appiattimento della diversità genetica naturalmente presente nelle popolazioni, ma anche di un'omogeneizzazione genetica basata esclusivamente su tratti desiderabili dal punto di vista delle esigenze umane.

Questo secondo tipo di valutazione precede, ovviamente, quella relativa all'impatto di queste tecniche sul benessere dei singoli individui coinvolti. Pur essendo di natura più teorica è, tuttavia, estremamente rilevante anche in questa sede, soprattutto in considerazione delle ormai imprescindibili sollecitazioni culturali verso una maggiore tutela giuridica e una diversa considerazione morale degli animali.

Etica animale e opinione pubblica

Dal punto di vista dell'etica animale, i dati sulle condizioni di salute delle varie categorie di animali coinvolti (madri surrogate, cloni, progenie) giustificano di per sé la posizione critica dell'EGE. Ma la CE dovrà valutarli anche alla luce della politica di miglioramento delle condizioni di vita degli animali da reddito del settore agroalimentare intrapresa negli ultimi dieci anni. Nel 1998, in osservanza delle dichiarazioni di principio contenute nel *Protocollo sulla protezione e il benessere degli animali* (n.33), considerati "in quanto esseri senzienti", allegato al Trattato di Amsterdam (1997), fu emessa dal Consiglio d'Europa la Direttiva n.58, che per prima stabiliva per gli animali di allevamento dei requisiti minimi di benessere, facendo riferimento al modello delle cinque libertà (libertà dalla fame e dalla sete, libertà dal disagio fisico, libertà dal dolore e dalla malattia, libertà dalla paura e dallo stress, libertà di esibire i normali pattern comportamentali) formulato qualche anno prima dal Farm Animal Welfare Council (FAWC) britannico. Negli anni seguenti il tema della protezione degli animali allevati a scopo alimentare è stato affrontato in interventi normativi aggiuntivi di carattere più specifico, nella riforma della Politica Agricola Comune (CAP, Common Agriculture Policy) attuata nel 2003, e di recente nel *Community Action Plan on the Protection and Welfare of Animals 2006-2010* varato all'inizio del 2006. Il Piano d'azione comunitario prevede, tra l'altro, l'innalzamento

dei requisiti minimi di benessere, lo sviluppo di indicatori standardizzati applicabili nella valutazione del benessere, il sostegno a iniziative di scala internazionale che aumentino la sensibilità e allarghino il consenso sui temi della tutela del benessere animale. Come obiettivo ultimo, per il 2010, il Piano ventila anche la possibilità di creare il marchio European Quality Standard per i prodotti alimentari derivati da pratiche di allevamento connotate da alti standard di benessere animale.

La strategia della CE non nasce dal nulla. In Europa la crescente pressione culturale verso una maggiore attenzione nei confronti degli animali in generale e degli animali destinati alla produzione alimentare in particolare è stata determinante nell'improntare le politiche comunitarie in questi settori. Lo stesso Piano d'azione 2006-2010, originato dal lavoro dell'Advisory Group on the Food Chain and Animal Plant Health, ha tenuto conto dei risultati di una consultazione pubblica e di un sondaggio dell'Eurobarometro effettuati nel corso del 2005. In quest'ultimo, in particolare, il 77% dei consumatori ha rilevato l'urgenza di un miglioramento delle attuali condizioni di vita degli animali di allevamento, oltre il 70% si è pronunciato a favore di ricompense finanziarie per i produttori che applichino standard più alti in materia di benessere animale, l'89% ha sottolineato la necessità di imporre gli stessi standard ai prodotti importati, il 74% si è detto convinto di poter influire sul miglioramento delle condizioni di vita degli animali attraverso le proprie scelte di acquisto e oltre il 50% si è dichiarato disposto a spendere di più per prodotti riconoscibili come "welfare-friendly". Percentuali che sono state sintetizzate nella conclusione che in Europa le esigenze dei cittadini in tema di benessere animale sono mediamente più alte che in altri paesi (Special Eurobarometer n.229 *Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals*, 2005).

Tra l'altro, già in passato l'opinione pubblica europea ha manifestato la sua propensione a passare le innovazioni biotecnologiche al vaglio della valutazione etica almeno tanto quanto a quello del bilancio rischi/benefici. E anzi, soprattutto rispetto agli interventi di ingegneria genetica e alla loro applicazione agli animali, si è dimostrata disposta, in alcuni casi, a mettere le relative perplessità morali davanti alle preoccupazioni sulla loro utilità e sicurezza.

Tale atteggiamento ha connotato, in modo pressoché costante, i sondaggi condotti dall'Eurobarometro a partire dal 1991 sulle tematiche biotecnologiche. In particolare, nel 1996 la maggior parte degli intervistati dichiarava il proprio sostegno all'impiego dell'ingegneria genetica nei campi più "convenzionali" della medicina (quelli della diagnosi e dello sviluppo di sostanze farmacologiche attraverso batteri), ma ben pochi si dicevano favorevoli alla creazione di animali transgenici, sia pure per scopi inerenti la ricerca biomedica. In un sondaggio successivo, del 1999, il giudizio degli europei delineava un analogo distinguo tra la clonazione di cellule umane, il cui sviluppo considerava auspicabile, e la clonazione di animali, sulla cui legittimità morale sollevava forti dubbi (Eurobarometer n.46.1 *The Europeans and modern biotechnology*, 1997; Eurobarometer n.52.1 *The Europeans and biotechnology*, 2000).

Sembra pertanto chiaro che, almeno in Europa, gli organi regolatori che nel campo delle innovazioni biotecnologiche si limitino ad affrontare le questioni tradizionalmente a essi demandate, cioè quelle concernenti l'utilità e la sicurezza, rischiano di scotomizzare una componente molto rilevante della percezione sociale delle stesse.

Nel valutare l'opportunità di autorizzare la clonazione in campo zootecnico la CE non potrà dunque non tenere in debito conto da un lato le esigenze dei cittadini dell'Unione in termini di accettabilità morale delle applicazioni biotecnologiche, dall'altro le loro puntuali richieste in materia di benessere animale. A maggior

ragione, non potrà lasciare disattese le legittime aspettative che la recente integrazione del testo del Protocollo di Amsterdam nel corpo del nuovo Trattato di Lisbona (firmato il 13 dicembre scorso e in attesa di ratifica da parte dei paesi membri) ha creato rispetto alle future politiche comunitarie in materia di protezione e benessere degli animali.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il dottor Alessandro Giuliani, dell'Istituto Superiore di Sanità di Roma, e il dottor Michael Fox, del Council for Agriculture, Science and Technology Farm Animal Welfare Committee, USA.

Bibliografia di riferimento

Balinsky Boris, **An Introduction to Embriology** (4th edition), Saunders Company, Philadelphia, USA, 1980.

Buiatti Marcello, **Lo stato vivente della materia**, UTET, Torino, 2000.

Carrol Sean (et al.), **From DNA to Diversity: Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design**, Blackwell, Malden, USA, 2001.

Cavalieri Paola, **La questione animale. Per una teoria allargata dei diritti umani**, Bollati Boringhieri, Torino 1999.

Fox Michael W, **Eating with conscience. The bioethics of food**, New Sage Press, Troutdale, USA, 1997.

Fox Michael W, **Killer foods. When scientists manipulates genes, better is not always best**, The Lyons Press, Guilford, USA, 1999.

Lewontin Richard, **The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment**, Harvard University Press, Harvard, USA, 2002.

Mehta Michael D. (ed.), **Biotechnology Unglued**, UBC Press, Vancouver, Canada, 2005.

Nordenfelt Lennart, **Animal and human health and welfare: a comparative philosophical analysis**, CABI Publishing, Wallingford, USA, 2006.

Oyama Susan et al. (ed.), **Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution**, MIT Press, Cambridge, USA, 2002.

Oyama Susan, **The Ontogeny of Information**, Duke University Press, Durham, USA, 2000.

Pocar Valerio, **Gli animali non umani. Per una sociologia dei diritti**, Editori, Laterza, Roma, 2005.

Poli Giorgio et al., **Bioteconologie: conoscere per scegliere**, Utet, Torino, 2001.

Rescigno Francesca, **I diritti degli animali. Da res a soggetti**, Giappichelli Editore, Torino 2005.

Reggio Mario, **Da Dolly in poi troppi fallimenti, quella tecnica è stata abbandonata** (intervista a Vittorio Sgaramella), La Repubblica, 12/01/2008.

Rifkin Jeremy, **Ecocidio. Ascesa e caduta della cultura della carne**, Mondadori, Milano, 2001.

Rollin Bernard E., **Animal rights and human morality** (3rd edition), Prometheus Books, Amherst, USA, 2006.

Sgaramella Vittorio, **Boom delle frodi scientifiche**, La Repubblica, 06/02/07.

Webster John, **Animal welfare. Limping towards Eden**, Blackwell, Oxford, UK, 2005.