



enucleado. Essa célula, que contém um núcleo com material genético, é fusionada com o oócito enucleado, processo pelo qual o oócito e a célula somática se fundem em uma única célula. Logo, tem-se um oócito com novo material genético (núcleo) doado pelo animal doador da célula, formando um embrião. Esse embrião reconstruído não é fecundado, mas passa por um processo chamado de ativação partenogenética, para que comece a se desenvolver como se fosse um embrião fecundado. O embrião clone é então cultivado da mesma maneira que se cultivam embriões produzidos *in vitro* e, sete ou oito dias após o processo de enucleação e reconstrução, aqueles embriões que se desenvolverem até o estágio de blastócitos podem ser transferidos para o útero de uma receptora.

O grande diferencial desta técnica é a utilização de uma célula somática, isto é, uma célula que já está diferenciada em algum tipo de tecido, como pele, gordura, músculos etc., transformando-a em um novo embrião com o uso do oócito enucleado. Essas células somáticas somente podem dar origem ao mesmo tipo de tecido; assim, células musculares somente podem formar músculos e células de gordura somente podem formar gordura. Porém, quando são transferidas para o oócito, essas células sofrem reprogramação em seu núcleo e passam a se comportar como células de embriões, que podem dar origem a qualquer tecido de um animal, inclusive a um novo animal. Esse processo permite que a informação genética de um animal adulto, contida em seu DNA genômico, possa ser utilizada para formar um novo animal com essa mesma informação genética, como se fosse uma cópia.

Contudo, isso não significa que o animal clone seja 100% idêntico ao animal doador da célula. Algumas características de um animal somente se expressam ou deixam de se expressar em determinadas condições externas. Como essas condições dificilmente serão exatamente iguais para o animal doador e o clone, diferenças entre esses animais podem surgir. Existe também a possibilidade de, por algum motivo, alguns genes da célula doadora não se reprogramarem eficientemente, resultando em diferenças entre o animal doador e os clones. Além disso, existe também o DNA mitocondrial que permanece no oócito enucleado e, portanto, não é de origem do animal doador da célula, mas representa menos de 1% de todo o DNA das células do animal.

4 CONHECER A TRANSFERÊNCIA NUCLEAR COM CÉLULAS SOMÁTICAS (CLONAGEM)

A transferência nuclear com células somáticas (TNCS) permite que um animal seja gerado de células (somáticas) de um outro animal sem o uso dos espermatozóides, isto é, sem a fecundação de um oócito.

4.1 CONHEÇA A CLONAGEM

Nessa técnica, um oócito de uma fêmea (vaca ou novilha) doadora de oócitos é maturado *in vitro*, e seu núcleo é removido em um processo chamado enucleação. Assim, tem-se um oócito sem núcleo, isto é, sem o DNA genômico do animal doador do oócito e, portanto, sem as qualidades ou defeitos genéticos desse animal. O oócito enucleado recebe uma célula de um animal doador de células, isto é, o animal que se deseja clonar doa uma célula que é então transferida para o oócito

4.2 CONHEÇA O HISTÓRICO DA CLONAGEM

O primeiro nascimento de um animal zootécnico usando a TNCS ocorreu em 1995, quando duas ovelhas, Megan e Morgan, foram geradas de células diferenciadas cultivadas *in vitro*. Contudo, o grande estouro na mídia foi com o nascimento da ovelha Dolly, em 1996, gerada de células epiteliais da glândula mamária de um animal adulto. Tanto Megan e Morgan como Dolly foram geradas pelo mesmo grupo de pesquisa do Instituto Roslin, da Universidade de Edimburgo, Escócia. Antes dessas três ovelhas, animais clones já haviam sido gerados na década de 80, incluindo ovinos, porém utilizando-se células de embriões em estádios iniciais de desenvolvimento, ainda indiferenciadas, e não de animais adultos. O nascimento



da Dolly foi um marco neste aspecto, pois provou ser possível uma célula diferenciada e mantida em cultivo *in vitro* voltar a se tornar um embrião. Isso abriu caminho para muitas outras possibilidades, como o desenvolvimento de técnicas para geração de animais geneticamente modificados e produção de células tronco embrionárias a partir de um animal adulto.

No Brasil, o primeiro animal clone, chamado Vitória, nasceu em 2001, utilizando-se células de embriões, e, em 2002, nasceu o primeiro clone de uma célula diferenciada (bezerro Marcolino). Atualmente, a técnica tem sido empregada comercialmente por alguns laboratórios para produtores que desejam clonar algum animal que tenha características de grande valor, seja genético ou comercial.

4.3 CONHEÇA AS VANTAGENS E APLICAÇÕES DA CLONAGEM

Uma vantagem da técnica é manter a informação genética de um animal em seu clone. Com isso espera-se que características genéticas sejam mantidas, o que pode ser de valia para animais de alto valor genético.

Apesar do fenótipo não ser necessariamente o mesmo, como já comentado anteriormente, esta técnica permite a formação de rebanhos com a mesma informação genética e, portanto, mais homogêneos em suas necessidades de manejo e capacidade de produção. Contudo, se por um lado essa homogeneidade pode facilitar o manejo e predição de produção, por outro pode ser um problema para a nova geração desse rebanho, uma vez que os bezerros terão as mesmas informações genéticas da mãe (isto é, serão meio-irmãos maternos, pois as mães são clones de um único animal), resultando em menor variabilidade genética, importante para programas de melhoramento genético.

Uma vantagem da técnica é usar células que podem ser cultivadas *in vitro*. Isso permite que essas células sejam modificadas geneticamente durante seu cultivo e, posteriormente, usadas para gerar embriões geneticamente modificados com um gene de interesse, e, conseqüentemente, o nascimento de um animal que possua alguma característica zootécnica ou farmacêutica, visando à produção de alimentos de melhor qualidade ou de algum biofármaco útil à saúde humana ou animal.

4.4 CONHEÇA AS LIMITAÇÕES DA CLONAGEM

A grande limitação é técnico-biológica. A eficiência da clonagem é extremamente baixa, geralmente com menos de 10% de animais nascidos com saúde. Portanto, muitos embriões e receptoras são necessários para se ter poucos animais saudáveis, tornando o preço da produção de um animal clone muito elevado, impossibilitando, atualmente, sua aplicação em escala. Muitas dessas perdas se devem à má formação de placenta e feto, mostrando que muitos estudos ainda são necessários para tornar a técnica viável em termos comerciais.