

# MANEIO REPRODUTIVO EM OVINOS E CAPRINOS

## 8. RAÇAS PROLÍFICAS DE OVINOS

Por: Sandra Sacoto<sup>3,4</sup>/ Jorge Azevedo<sup>1,3,4</sup>/  
Maria José Gomes<sup>4</sup>/ Ramiro Valentim<sup>2</sup>/  
Isilda Rodrigues<sup>4</sup>/ Teresa Montenegro<sup>2</sup>  
[jazevedo@utad.pt](mailto:jazevedo@utad.pt)

<sup>2</sup>CIMO, ESAB, IPB; <sup>3</sup>CECAV; <sup>4</sup>UTAD

### INTRODUÇÃO

A prolificidade é um dos parâmetros reprodutivos que os produtores de pequenos ruminantes desejam otimizar de forma a aumentar, em cada época de parição, o número de crias nascidas por fêmea parida. Geneticamente, é um parâmetro de baixa heritabilidade ( $\approx 0,10$ ) e dependente de vários componentes como o desenvolvimento folicular, a taxa de ovulação (influenciada por mutações genéticas singulares, época do ano, paridade, nutrição e fatores hormonais), taxa de fertilidade e sobrevivência embrionária e fetal.

Esta característica está sujeita a um forte determinismo genético e é passível de ser melhorada pela introdução de genes melhoradores em raças nas quais se pretende fixar esta característica – introgressão genética – com aumentos na taxa de ovulação.

O aumento do número de borregos obtidos por ovelha e por ano pode ser conseguida com recurso a raças de elevada prolificidade. Esta é uma entre outras estratégias possíveis de intensificação reprodutiva que permitem elevar a taxa de nascimentos anual.

Independentemente da estratégia adotada, a expressão do potencial máximo da fêmea só será possível sob condições de manejo que:

- satisfaçam as necessidades nutricionais de ovelhas gestantes de mais de 2 fetos;
- otimizem as taxas de concepção, pela gestão reprodutiva adequada de machos e fêmeas;
- estimulem a taxa de sobrevivência das crias, quer adotando práticas durante a gestação quer no período neonatal;
- aumentem o n.º de borregos desmamados através da prática de intensificação da frequência de partições [1].

### ESTRATÉGIAS PARA AUMENTO DA PROLIFICIDADE

A taxa de prolificidade pode ser melhorada através de programas de seleção e melhoramento genético e também pela introdução de genes de raças prolíficas no rebanho a melhorar [2].

As ovulações múltiplas, sendo pouco comuns em humanos, bovinos e em muitas raças de ovelhas, têm o desenvolvimento folicular regulado pelas gonadotrofinas pituitárias e fatores ováricos para que apenas um folículo seja selecionado para ovular [3].

A *taxa de ovulação* é o fator determinante da capacidade reprodutiva em mamíferos. Existe uma variação considerável na taxa de ovulação entre as raças de ovinos e entre linhas de ovinos dentro da mesma raça. As diferenças

na taxa de ovulação estão relacionadas com diferentes padrões na fase terminal do desenvolvimento folicular [4].

O aumento da produtividade anual, traduzido pelo número de crias desmamadas por fêmea, é um parâmetro de crucial importância na produção ovina. Quer em raças de aptidão carne ou nas raças de aptidão mista (carne e leite) o incremento do número de produtos comercializáveis por ovelha tem sido sempre um fator objeto de melhoria.

Experiências conduzidas com o objetivo de melhorar a produção de borregos em raças de mercado cariz leiteiro, como a Awassi e a Assaf, que recorreram a esquemas de melhoramento para a introdução do alelo B do gene FecB (Booroola) nestes rebanhos. A raça Awassi é a principal raça de ovinos do médio





Oriente com um efetivo estimado em 80 milhões de animais. Apesar da sua elevada capacidade leiteira, verificou-se que a produção de borregos era igualmente uma importante fonte de rendimento (40% do total) mas que o número de borregos nascidos por ovelha parida era relativamente baixo (1,2 a 1,6). Esta metodologia possibilitou a formação de duas linhas (Afec–Awassi e Afec–Assaf) com uma prolificidade a rondar as 2,0 crias nascidas por parto por ovelha [5].

No entanto, as metodologias genéticas apesar de eficazes são de longo prazo e na tentativa de obter resultados mais rápidos torna-se, muitas vezes, necessário a aplicação de métodos não-genéticos que promovam um aumento na taxa de ovulação [2].

As metodologias não genéticas incluem o manejo nutricional e a manipulação imunológica e hormonal. A taxa de ovulação pode ser aumentada através da injeção de gonadotropinas (eCG – gonadotropina coriônica equina; FSH – hormona foliculo-estimulante; hCG – gonadotropina coriônica humana). De um modo geral, o uso das gonadotropinas tem sido dificultado pela grande variabilidade na resposta ovulatória que, apesar de resultados imediatos, estes apenas prevalecem por uma época reprodutiva [2].

A prática do *flushing* alimentar é a forma mais comum de incrementar a prolificidade

em ovinos potenciando a taxa de ovulação. [6] No entanto, tal como os métodos hormonais, os seus resultados são variáveis, esta prática requer conhecimentos e dietas mais dispendiosas, sendo igualmente o resultado variável e apenas visível na época reprodutiva em que é aplicado.

### RAÇAS PROLÍFICAS

Numerosos estudos têm sido dedicados ao estudo da prolificidade, em raças ovinas. Com maior ênfase a partir da década de 80 do século passado, tentou-se identificar a presença das mutações genéticas que contribuem para uma maior expressão da prolificidade e como podem ser utilizadas no sentido de promover um acréscimo significativo no número de crias nascidas em fêmeas ovinas [7].

As raças prolíficas são caracterizadas por valores elevados de fertilidade e fecundidade. No entanto, mesmo dentro das raças categorizadas como “prolíficas” há uma grande variação no número de crias nascidas por parto, assim como com a época do ano, com a paridade e com a alimentação.

Raças como a Romanov, a Finnish Landrace e a Merino Booroola apresentam um número de borregos nascidos/ovelha/parto muito acima das 2 crias, enquanto as outras raças de merinos se situam abaixo das 1,3. As raças

mais populares utilizadas para a produção de borregos, como a Border Leicester e a Dorset, apresentam taxas de prolificidade intermédias entre as mencionadas. Face a estas características particulares as raças Romanov e Merino Booroola têm sido utilizadas em inúmeros programas de cruzamentos com outras raças [1].

A raça **Merino Booroola** foi a primeira raça de ovinos na qual foi demonstrado que a taxa de ovulação e o número de crias nascidas/fêmea parida são afetados por um gene principal segregante [8]. Estes ovinos integram uma linha de elevada prolificidade derivada dos Merinos Australianos que apresenta uma taxa de ovulação média de 4,2 (variando entre 1 e 10) e um correspondente tamanho médio da prole de 2,5 (variando entre 1 e 7). Este desempenho reprodutivo destaca-a dos restantes Merinos (tamanho da ninhada entre 1,3 e 1,9) e situa-a entre as raças ovinas mais prolíficas do mundo [8].

Esta elevada prolificidade deve-se à presença do denominado gene Booroola (FecB), que é um gene autossômico dominante, localizado no cromossoma 6, com um efeito aditivo na taxa de ovulação cujo efeito se deve a uma mutação específica no gene da proteína morfogenética óssea BMPR-1B [8] [9] [10] [11].

Uma cópia do gene Booroola induz um aumento na taxa de ovulação (óvulos libertados/fêmea/ciclo éstrico) de aproximadamente 1,5

enquanto a presença de duas cópias provoca incrementos de 3,0. Estas ovulações extras aumentam consequentemente o número de crias nascidas por fêmea parida em cerca de 1,0 e 1,5, respetivamente [12].

Outra raça de ovinos que se destaca pela sua prolificidade é a *Inverdale Romney*. Esta raça possui uma mutação natural ligada ao cromossoma X (FecXI) no gene da proteína morfogenética óssea 15 (BMP15). Esta mutação provoca um aumento na taxa de ovulação e nos nascimentos duplos e triplos em genótipos heterozigóticos (FecXI/FecX+) mas falha ovárica primária em indivíduos homozigóticos (FecXI/FecXI) [3].

A *raça Romanov* apresenta uma prolificidade que se situa entre os 1,85 e os 2,90 borregos nascidos/parto/ovelha dependendo do local de exploração e do manejo alimentar. Tem sido das raças mais utilizadas a nível mundial para cruzamento com raças locais e mesmo na criação de novas raças. Um dos exemplos mais conhecidos é a linha materna criada no INRA em 1979 obtida do cruzamento Romanov × Berrichon du Cher denominada INRA 401 [1]. Esta apresenta uma prolificidade de 2,0, com excelente capacidade reprodutiva em contra estação, boa produção de leite e notável capacidade maternal.

A *raça Lacaune* é a principal raça criada em França, com cerca de 1,2 milhões de ovelhas. Existem diferentes linhas desta raça, dependendo da finalidade de produção (leite ou carne). O gene de efeito principal para a prolificidade *FecL* foi descrito pela primeira vez nesta raça em 1998 e localiza-se no cromossoma 11. Desde então foi possível estimar com maior segurança o efeito deste gene no número de borregos nascidos/ovelha/parto. A genotipagem desta raça possibilitou estimar que a população de ovelhas é composta por 71% ovelhas homozigóticas (++) , 27% fêmeas heterozigóticas para a mutação *FecL* (L+) e 2% homozigóticas mutantes (LL). Em média, as ovelhas L+ produzem mais 0,5 borregos por parição que as ovelhas ++. As ovelhas mutantes homozigóticas (LL) são muitas vezes preteridas em relação às heterozigóticas devido à elevada frequência de partos triplos que acarretam exigências de manejo a que as explorações não estão adaptadas [13].

Dados de rebanhos prolíficos com origem em vários países revelaram posteriormente mais genes com efeito principal (*major genes*) que incrementam a prolificidade em ovinos. Existem, disseminadas mundialmente, diversas raças ovinas que apresentam um padrão de ovulação e de prolificidade muito superior



**Tabela 1**

Número de borregos nascidos por parto e por ovelha, em algumas raças de ovinos (adaptado de [7])

| Raça                                  | País          | Número partos<br>( $\bar{x} \pm SE$ ) | N.º borregos nascidos/<br>ovelha/parto ( $\bar{x} \pm SE$ ) |
|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---|
| Lley (N=16)                           | País de Gales | 3,0 ( $\pm 0,4$ )                     | 3,4 ( $\pm 0,2$ )   |
| Romanov (N=11)                        | Alemanha      | 3,4 ( $\pm 0,4$ )                     | 3,1 ( $\pm 0,1$ )   |
| Hu (N=12)                             | China         | 2,8 ( $\pm 0,2$ )                     | 3,0 ( $\pm 0,1$ )   |
| D'Man (N=15)                          | Marrocos      | 6,3 ( $\pm 0,3$ )                     | 3,0 ( $\pm 0,1$ )   |
| Han (N=12)                            | China         | 3,7 ( $\pm 0,6$ )                     | 2,9 ( $\pm 0,1$ )   |
| Loa (N=12)                            | Islândia      | 5,2 ( $\pm 0,6$ )                     | 2,9 ( $\pm 0,1$ )   |
| Teeswater (N=12)                      | Inglaterra    | 2,7 ( $\pm 0,7$ )                     | 2,5 ( $\pm 0,2$ )   |
| Chios (N=12)                          | Chipre        | 3,9 ( $\pm 0,3$ )                     | 2,5 ( $\pm 0,3$ )   |
| Barbados Blackbelly cruzados<br>(N=7) | EUA           | 3,6 ( $\pm 0,5$ )                     | 2,3 ( $\pm 0,2$ )   |
| St. Croix (N=2)                       | EUA           | 3,0 ( $\pm 2,0$ )                     | 2,2 ( $\pm 0,2$ )   |
| East Friesian (N=12)                  | Alemanha      | 5,2 ( $\pm 0,6$ )                     | 2,1 ( $\pm 0,1$ )   |
| Barbados Blackbelly (N=2)             | EUA           | 5,5 ( $\pm 0,5$ )                     | 2,0 ( $\pm 0,2$ )   |
| Blueface Leicester (N=12)             | Escócia       | 2,3 ( $\pm 0,4$ )                     | 2,0 ( $\pm 0,2$ )   |
| Mountain Sheep-castanha<br>(N=8)      | Alemanha      | 3,0 ( $\pm 0,0$ )                     | 1,8 ( $\pm 0,1$ )   |
| Tyrolian Mountain Sheep<br>(N=11)     | Austria       | 3,9 ( $\pm 0,4$ )                     | 1,8 ( $\pm 0,1$ )   |
| German Whiteheaded Mutton<br>(N=15)   | Alemanha      | 3,1 ( $\pm 0,3$ )                     | 1,6 ( $\pm 0,1$ )   |
| Mountain Sheep branca<br>(N=11)       | Alemanha      | 4,4 ( $\pm 0,9$ )                     | 1,5 ( $\pm 0,2$ )   |
| Finn linhagem superior<br>(N=21)      | Irlanda       | 3,9 ( $\pm 0,1$ )                     | 4,5 ( $\pm 0,1$ ) <sup>a</sup>                              |
| Finn linhagem controlo<br>(N=17)      | Irlanda       | 3,8 ( $\pm 0,2$ )                     | 2,4 ( $\pm 0,1$ ) <sup>a</sup>                              |

<sup>a</sup> Taxas de ovulação e não n.º de crias por parto/ovelha

à média. Foi testada a presença das mutações *FecB* (BM $PR$ 1B) e *FecX*<sup>1</sup> (BMP15) em 19 das raças e linhas mais prolíficas a nível mundial (Tabela 1).

## GENES PARA A PROLIFICIDADE E SUAS MUTAÇÕES

O conhecimento atual sobre os principais genes para prolificidade em ovinos divide-os em três categorias: (1) genes onde a mutação foi identificada e para os quais existem testes de ADN; (2) genes onde o modo de transmissão foi descrito, mas a mutação não foi identificada; e (3) genes putativos onde há evidência de aparente segregação genética, mas não há dados suficientes que permitam determinar o seu modo de herança [12].

Nas três linhagens de ovelhas prolíficas, Inverdale, Hanna e Booroola, foi mapeada uma mutação herdável na região do cromossoma X

(Inverdale, Hanna; *FecX*) ou no cromossoma 6 [14] (Booroola - *FecB*). Nesses cromossomas foi identificado um ponto de mutação no gene da proteína morfogenética do osso (BMP), relativo à superfamília do fator transformador de crescimento beta (TGF- $\beta$ ) ou seus recetores [15].

As mutações genéticas *BM $PR$ -1B* (*FecB*), *BMP15* (*FecX*) e *GDF9* (fator de diferenciação do crescimento 9 - cromossoma 5), que proporcionam o aumento da taxa de ovulação, foram descobertas em diversos genes e podem ser utilizadas para conferir ganhos substanciais na prolificidade, pela sua inclusão em programas de melhoramento genético. Os testes de ADN são um procedimento fundamental na utilização destes genes e mutações na produção ovina e também sido úteis na determinação da base genética da elevada prolificidade verificada em raças não aparentadas a nível mundial [12].

O gene principal *FecX*, também de nominado de gene Inverdale, afeta positivamente a taxa

de ovulação e foi identificado nas ovelhas da raça Romney. Está localizado no cromossoma X [16] e possui a mutação identificada como *BMP15*. A expressão desta mutação está exclusivamente adstrita aos oócitos no estágio primário de crescimento folicular. Existe um bloqueio completo do desenvolvimento folicular normal nas ovelhas portadoras de 2 cópias da mutação Inverdale (II), duas cópias da mutação Hanna (HH), ou uma cópia de cada mutação (HI). Observa-se um aumento na taxa de ovulação em fêmeas ovinas que sejam portadoras apenas de uma cópia destas mutações (I+ ou H+) [15].

Nas ovelhas Booroola, foi identificada a mutação no recetor *BM $PR$ -1B*. Esta expressa-se nos oócitos dos folículos primordiais e pré-antrais e nas células da granulosa desde o estágio primário de desenvolvimento e também no corpo lúteo [12]. Este gene tem um efeito aditivo na taxa de ovulação verificando-se um



aumento de cerca de 1,6 corpos lúteos por ciclo éstrico por cada cópia [9]. Fêmeas com uma cópia da mutação têm uma taxa de ovulação de 3 ou 4, enquanto que nas que possuem 2 cópias esta taxa pode variar entre 5 e 14 [12]. Em média, este gene promove um aumento no tamanho da prole em 1 ou 2 borregos extra por cada cópia da mutação *FecB* [9].

As ovelhas portadoras da mutação genética *FecB* têm capacidade para ovular mais folículos que as não-portadoras, em condições de idênticas concentrações circulantes e padrões de FSH (hormona folículo-estimulante) e estimulação de LH (hormona luteinizante), suportando a hipótese que o gene *FecB* atua no ovário aumentando a sua sensibilidade à estimulação gonadotrófica e não pela alteração do nível de estimulação exercido pelas gonadotropinas [17].

Os padrões de transmissão genética associados a estes genes são diversos assim como se verifica uma amplitude elevada dos efeitos

provocados na taxa de ovulação. A extensão do efeito de uma cópia da mutação na taxa de ovulação varia entre 0,4 para a mutação *FecX2* até 1,5 ovulações extra por estro para a mutação *BMPR-1B* [12].

## CONCLUSÕES

A introgressão do gene Booroola nos rebanhos leiteiros Awassi e Assaf é uma situação particular mas similar a outras experiências de introdução em efetivos ovinos leiteiros ou de dupla aptidão lã-carne deste gene da fecundidade. Em raças não leiteiras, em que a produção de borregos assume-se como a principal fonte de rendimento, a contribuição económica do gene Booroola é visível a partir da primeira geração cruzada. No entanto, existe a convicção que os genes Merino têm um efeito adverso na produção de raças leiteiras de elevado potencial, e como tal o desenho experimental de introdução deste gene deve ser ponderado de forma a

sobrepôr à expectável quebra na produção de leite um aumento substancial na produção de borregos [5].

Mesmo nas raças identificadas como altamente prolíficas não se pode descurar o facto de estas estarem inseridas em sistemas de produção muito diferentes o que condiciona o efeito destas mutações espontâneas, na taxa de ovulação e no tamanho da prole, levando a que a expressão deste potencial genético se possa ou não expressar [7].

Convém realçar, no entanto, que o efeito da introdução destes genes em populações de raças menos prolíficas nem sempre se traduz no potencial aumento esperado dado por vezes as condições de manejo interferirem negativamente na expressão fenotípica deste ganho genético. Também muitas vezes os ganhos em nascimentos são reduzidos por perdas neonatais em partos gemelares ou triplos devido a falhas de afilhamento e/ou débeis condições de manejo e cuidados perinatais. ■



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. S. Kukovics, "Use of highly prolific breeds and crossbreeding," em *Small ruminant production in the developing countries*, V. M. Timon e J. P. Hanrahan, Edits., Rome, FAO, 1986, pp. 96-112.
2. W. Karet, K. Korman e M. Cegla, "Ovulation level and prolificacy in ewes depending on their age, birth type and percentage of prolific genotype," *Reprod Biol*, vol. Suppl 2, pp. 73-78, 2006.
3. S. M. Galloway, K. P. McNatty, L. M. Cambridge, M. P. E. Laitinen, J. L. Juengel, T. S. Jokiranta, R. J. McLaren, K. Luiro, K. G. Dodds, G. W. Montgomery, A. E. Beattie, G. H. Davis e O. Ritvos, "Mutations in an oocyte-derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner," *Nat. Genet*, vol. 25, pp. 279-283, 2000.
4. M. A. Driancourt, I. K. Gauld, M. Terqi e R. Webb, "Variations in patterns of follicle development in prolific breeds of sheep," *J. Reprod Fertil*, vol. 78(2), pp. 565-575, 1986.
5. E. Gootwine, A. Zenu, A. Bor, S. Yossafi, A. Rosov e G. E. Pollott, "Genetic and economic analysis of introgression the B allele of the *FecB* (Booroola) gene into the Awassi and Assaf dairy breeds," *Livestock Production Science*, vol. 71(1), pp. 49-58, 2001.
6. G. B. Martin, J. T. B. Milton, R. H. Davidson, G. E. Banchoer Hunzicker, D. R. Lindsay e D. Blache, "Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants," *Animal Reproduction Science*, Vols. %1 de %282-83, pp. 231-246, 2004.
7. G. H. Davis, L. Balakrishnan, I. K. Ross, T. Wilson, S. M. Galloway, B. M. Lumsden, J. P. Hanrahan, M. Mullen, X. Z. Mao, G. L. Wang, Z. S. Zhao, Y. Q. Zeng, J. J. Robinson, A. P. Mavrogenis, C. Papa-christoforou, C. Peter, R. Baumung, P. Cardyn, I. Boujenane, N. E. Cockett, E. Eythorsdottir, J. J. Arranz e D. R. Notter, "Investigation of the Booroola (*FecB*) and Inverdale (*FecXI*) mutations in 21 prolific breeds and strains of sheep sampled in 13 countries," *Animal Reproduction Science*, vol. 92, pp. 87-96, 2006.
8. L. R. Piper, B. M. Bindon e G. H. Davis, "The single gene inheritance of the high litter size of the Booroola," em *Genetics of Reproduction in Sheep*, R. B. Land e D. W. Robinson, Edits., London, Butterworths, 1985, pp. 115-125.
9. T. Wilson, X.-Y. Wu, J. L. Juengel, I. K. Ross, J. M. Lumsden, E. A. Lord, K. G. Dodds, G. A. Walling, J. C. McEwan, A. R. O'Connell, K. P. McNatty e G. W. Montgomery, "Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein 1B receptor (ALK-6) that is expressed in both oocytes and granulosa cells," *Biol. Reprod.*, vol. 64, pp. 1225-1235, 2001.
10. P. Mulsant, F. Lecerf, S. Fabre, L. Schibler, P. Monget, I. Laneluc, C. Pisselet, J. Riquet, D. Monniaux, I. Callebaut, E. Cribiu, J. Thimonier, J. Teyssier, L. Bodin, Y. Cognie e J. M. Elsen, "Mutation in bone morphogenetic protein receptor-1B is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes," *Proc. Natl Acad. Sci.*, vol. 98, pp. 5104-5109, 2001.
11. C. J. Souza, C. MacDougall, B. K. Campbell, A. S. McNeilly e D. T. Baird, "The Booroola (*FecB*) phenotype is associated with a mutation in the bone morphogenetic receptor type 1 B (*BMPRI1B*) gene," *J. Endocrinol.*, vol. 169, p. R1-R6, 2001.
12. G. Davis, "Fecundity genes in sheep," *Animal Reproduction Science*, Vols. 82-83, pp. 247-253, 2004.