

A Genética da Cor da Pelagem da Raça Holandês



A maior parte dos produtores de leite que trabalham com gado Holandês sabe que a raça apresenta dois padrões de cor – preto e branco ou vermelho e branco. Enquanto é simples determinar visualmente o fenótipo da vaca, a genética por trás da cor da pelagem da raça Holandês é complexa, com muitos genótipos possíveis determinando a aparência do animal.

Há dois *loci* diferentes dentro do genoma da raça Holandês que influenciam a cor da pelagem. ¹ Um locus afeta a cor da pelagem Vermelha Recessiva e a forma de cores preta/vermelha, enquanto o outro locus afeta uma cor Vermelha Dominante. A cor Recessiva Vermelha é a forma mais comum de cor da pelagem vermelha em bovinos da raça Holandês. É importante observar que o Recessivo Vermelho está localizado numa parte diferente do Vermelho Dominante no genoma – são diferentes condições, mas ambas afetam a característica de cor da pelagem. Testes genéticos estão disponíveis para ambos os *loci* e pesquisas estão em curso para aperfeiçoar a compreensão da genética que determina a cor da pelagem.

Vermelho Recessivo e Preto/Vermelho

Há quatro formas conhecidas do gene no locus Vermelho Recessivo. Há duas cópias do gene (uma do touro e outra da vaca) que interagem entre si, dependendo da(s) forma(s) presente(s), para produzir padrões de cores. Essa interação é uma hierarquia de dominância simples descrita na Figura 1.

Figura 1. Ordem de Dominância para Formas de Vermelho Recessivo

Alelo	Descrição	Função
E ^D	Forma dominante	Codifica a cor de pelagem preta e branca
E ^{BR}	Forma Preto/Vermelho	Codifica a condição preto/vermelho
E ⁺	Forma “Selvagem”	Codifica a cor de pelagem vermelha e branca
e	Forma recessiva	Codifica a cor de pelagem vermelha e branca

Os animais com pelo menos uma cópia da forma de E^D do gene serão preto e branco, independentemente da outra cópia (a não ser se alterada pelo Vermelho Dominante, como descrito abaixo). E^D domina a outra cópia no locus Vermelho Recessivo.

Os animais com a condição preto/vermelho normalmente nascem vermelhos e se tornam pretos ao longo da vida, algumas vezes mantendo parte da coloração vermelha ao redor do nariz, orelhas e abaixo sua linha superior. Preto/vermelho é por vezes referido como “Vermelho Telstar”, em referência ao animal originalmente identificado como um portador desta condição, Roybrook Telstar. Estes animais têm pelo menos uma cópia da forma E^{BR} do gene, e não têm a forma dominante E^D.

A forma selvagem foi identificada recentemente e é semelhante em efeito à forma recessiva do gene (e). Animais com duas cópias da forma selvagem, duas cópias da forma recessiva ou uma cópia selvagem e outra recessiva possuirão o tipo mais comum da aparência vermelha e branca.

A Figura 2 explica os genótipos potenciais relacionados ao Vermelho Recessivo, com seus resultados de haplótipos e fenótipos correspondentes.

Figura 2. Exemplos de Genótipos e Fenótipos Associados

Genótipo	HHR Código Haplótipo	Código Haplótipo HBR	Fenótipo	Denominação ou Código(s) Genético(s)
$E^D E^D$	HHRT	HBRT	Preto	TR
$E^D E^{BR}$	HHRT	HBRC	Preto	B/R
$E^D E^+$	HHRC	HBRT	Preto	RC
$E^D e$	HHRC	HBRT	Preto	RC
$E^{BR} E^{BR}$	HHRT	HBRH	Preto/Vermelho	B/R
$E^{BR} E^+$	HHRC	HBRC	Preto/Vermelho	B/R RC
$E^{BR} e$	HHRC	HBRC	Preto/Vermelho	B/R RC
$E^+ E^+$	HHRH	HBRT	Vermelho	-RED
$E^+ e$	HHRH	HBRT	Vermelho	-RED
ee	HHRH	HBRT	Vermelho	-RED

Embora haja uma variedade de genótipos potenciais, Vermelho Recessivo segue um padrão tradicional de herança de características recessivas. A seguir, na Figura 3, estão exemplos de uso e E^D e alelos, mas o exemplo pode ser aplicado a qualquer uma das combinações de genótipos.

Figura 3. Exemplos de Resultados de Acasalamento para Vermelho Recessivo

Genótipos dos Pais	Aparência da Progenie	Genótipo da Progenie
$E^D E^D \times E^D E^D$	Todos preto e branco	Todos $E^D E^D$
$E^D E^D \times E^D e$	Todos preto e branco	50% $E^D E^D$ e 50% $E^D e$
$E^D E^D \times ee$	Todos preto e branco	Todos $E^D e$
$E^D e \times E^D e$	75% preto e branco, 25% vermelho e branco	50% $E^D e$, 25% $E^D E^D$, 25% ee
$E^D e \times ee$	50% preto e branco, 50% vermelho e branco	50% $E^D e$ e 50% ee
ee x ee	Todos vermelho e branco	Todos ee

Vermelho Dominante

O Vermelho Dominante é uma característica recentemente reportada que é completamente independente de Vermelho Recessivo. Rastreamento de uma vaca canadense chamada Suriname Sheik Rosabel-Red, observou-se que o Vermelho Dominante era anteriormente referido como "Vermelho Variável." Há uma incidência muito baixa de animais que expressam o Vermelho Dominante na população da raça Holandês norte-americana. O Vermelho Dominante segue um padrão de herança típico de outras características dominantes, como a característica mocha.

É importante observar que a forma Dominante (D) deste gene também será dominante sobre o Vermelho Recessivo, de modo que um animal que se espera ser preto e branco, devido à parte Vermelha Recessiva do genoma, será vermelho e branco, caso tenha pelo menos uma cópia da forma D do gene Vermelho Dominante. Veja as Figuras 4 e 5.

Há uma variedade de códigos genéticos que são impressos em pedigrees de animais e outros documentos oficiais relativos a cada genótipo. Veja a Figura 6.

Figura 4. Genótipos Vermelho Dominante Possíveis e Fenótipos Associados

Genótipo	Código Haplótipo HDR	Fenótipo	Denominação ou Código(s) Genético(s)
dd	HDRT	Preto	DR0
Dd	HDRC	Vermelho	DR1
DD	HDRH	Vermelho	DR2

Figura 5. Exemplos de Resultados de Acasalamento para Vermelho Dominante

Genótipos dos Pais	Aparência da Progenie	Genótipo da Progenie
DD x DD	Todos vermelho e branco	Todos DD
DD x Dd	Todos vermelho e branco	50% DD e 50% Dd
DD x dd	Todos vermelho e branco	Todos Dd
Dd x Dd	75% vermelho e branco, 25% preto e branco	50% Dd, 25% DD, 25% dd
Dd x dd	50% vermelho e branco mocho, 50% preto e branco	50% Dd e 50% dd
dd x dd	Todos preto e branco	Todos dd

Figura 6. Descrição dos Códigos Genéticos Oficiais e Denominações Associadas à Expressão da Cor de Pelagem Vermelha

Denominação ou Código Genético	Interpretação
TR	Testado livre de quaisquer alelos para a cor de pelagem vermelha
RC	Portador de vermelho (tanto e quanto E+)
B/R	Portador do alelo causador do fenótipo preto/vermelho
-RED	Código genético não oficial – animais observados com cor de pelagem vermelha são classificados com o sufixo “-RED” em seus nomes.
DR0	Testados livres de Vermelho Dominante
DR1	Portador de Vermelho Dominante
DR2	Homozigoto para Vermelho Dominante

Interpretação de um relatório CLARIFIDE

Os resultados de CLARIFIDE® incluirão informações do genótipo para Vermelho Recessivo e Vermelho Dominante e utiliza informações de haplótipo para preto/vermelho. Na figura 7 é mostrado um quadro de cores da raça Holandês para compreensão do relatório e interpretação.

Figura 7. Quadro de Relatório de Cores da Associação da raça Holandês dos EUA (HAUSA)

	Genótipo Real	Genótipo a partir de CLARIFIDE	Haplótipos de CDCB	Relatório CLARIFIDE	Interpretação	Fenótipo	Freq. Aprox. na raça Holandês	Relatório HAUSA sem Teste Genético Direto	Relatório HAUSA com Teste Genético Direto
Vermelho Dominate (a partir de teste direto ou HDR)	Genótipo de ZL2								
	d d	DR0	HDRT	DR0	Preto, Vermelho Recessivo	Preto	>99%	HDRO	
	D d	DR1	ADRC	DR1	Heterozigoto, Vermelho Dominante	Vermelho		HDR1	DR1
	D D	DR2	HDRH	DR2	Homozigoto, Vermelho Dominante	Vermelho		HDR2	DR2
		Genótipo a partir de CLARIFIDE	Haplótipos a partir de CDCB						
Vermelho Recessivo (a partir de teste direto HHR e HBR)	E ^D E ^D	E ^D E ^D	HHR=0/HBR=0	E ^D /E ^D	Preto	Preto	91,0%	HHRT, HBRT	TR
	E ^D E ^{BR}	E ^D E ⁺	HHR=0/HBR=1	E ^D /E ^{BR}	Preto, portador preto/vermelho	Preto	0,9%	HHRT, HBRC	B/R*
	E ^D E ⁺	E ^D E ⁺	HHR=1/HBR=0	E ^D /E ⁺	Preto, portador vermelho selvagem	Preto	0,4%	HHRC, HBRT	RC*
	E ^D e	E ^D e	HHR=1/HBR=0	E ^D /e	Preto, portador vermelho recessivo	Preto	5,6%	HHRC, HBRT	RC
	E ^{BR} E ^{BR}	E ⁺ E ⁺	HHR=0/HBR=2	E ^{BR} /E ^{BR}	Homozigoto preto/vermelho	Vermelho, depois Preto	0,1%	HHRT, HBRH	B/R*
	E ^{BR} E ⁺	E ⁺ E ⁺	HHR=1/HBR=1	E ^{BR} /-	Preto/vermelho, portador vermelho (recessivo ou selvagem)	Vermelho, depois Preto	0,1%	HHRC, HBRC	RC B/R*
	E ^{BR} e	E ⁺ e	HHR=1/HBR=1	E ^{BR} /-	Preto/vermelho, portador vermelho (recessivo ou selvagem)	Vermelho, depois Preto	0,1%	HHRC, HBRC	RC B/R*
	E ⁺ E ⁺	E ⁺ E ⁺	HHR=2/HBR=0	E ⁺ /E ⁺	Homozigoto, vermelho selvagem	Vermelho	0,1%	HHRH, HBRT	
	E ⁺ e	E ⁺ e	HHR=2/HBR=0	E ⁺ /e	Vermelho selvagem, portador vermelho recessivo	Red	0,3%	HHRH, HBRT	
	e e	e e	HHR=2/HBR=0	e/e	Homozygous, Recessive Red	Red	1,8%	HHRH, HBRT	

* Devido ao fato de o teste genético direto não estar disponível no portfólio CLARIFIDE para diferenciar E + de B/R, para um genótipo contendo E +, o código RC ou B/R não seria classificado em pedigrees ou produtos oficiais de desempenho; análise de pedigree será realizada mediante a solicitação e o código apropriado será adicionado caso possa ser determinado.

Resumo

Os produtores que desejarem aumentar o número de animais vermelhos em seu rebanho devem primeiramente identificar os animais que podem ser portadores. Uma vez identificados, esses animais podem fazer parte de programas de acasalamento para proliferarem os genes adequados para a cor da pelagem vermelha.

© 2014 Zoetis Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Zoetis, Inc., its affiliates and/or licensors. All other trademarks are the property of their respective owners. CLR-00034