



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UNICEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE**

CAROLINA CARDOSO DE OLIVEIRA

**PELAGENS DILUÍDAS EM EQUINOS: FATORES GENÉTICOS,
VARIACIONES FENOTÍPICAS E MIMETISMOS**

BRASÍLIA – DF

2022

CAROLINA CARDOSO DE OLIVEIRA

**PELAGENS DILUÍDAS EM EQUINOS: FATORES GENÉTICOS,
VARIAÇÕES FENOTÍPICAS E MIMETISMOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Ciências da
Educação e Saúde para obtenção do grau
de bacharel em Medicina Veterinária
Orientador: Prof. MSc. Francisco José
Gonçalves de Oliveira

BRASÍLIA – DF

2022

CAROLINA CARDOSO DE OLIVEIRA

**PELAGENS DILUÍDAS EM EQUINOS: FATORES GENÉTICOS, VARIAÇÕES
FENOTÍPICAS E MIMETISMOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Ciências da
Educação e Saúde para obtenção do grau
de bacharel em Medicina Veterinária
Orientador: Prof. MSc. Francisco José
Gonçalves de Oliveira

Brasília, _____ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emanuel Elzo Leal de Barros

Prof. MSc. Francisco José Gonçalves de Oliveira

Prof. Mv. Marcel Batista dos Passos

“A ignorância gera mais frequentemente confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência.”

Charles Darwin

RESUMO

Os cavalos (*Equus caballus*) apresentam uma grande variedade de cores de pelagem, que variam desde tons escuros saturados até diluições suaves. As pelagens são bastante diversas, advém de múltiplas combinações específicas de genes e possuem alto valor zootécnico. Com os avanços no estudo do genoma equino, é possível estudar o genótipo destes animais e reproduzir adequadamente indivíduos puros de linhagem, trazendo aumentos econômicos e maximizando a reprodução de características e produção de animais superiores. No entanto, a nível nacional, ainda não há uso sistemático dessas estratégias como forma de complementar a classificação e identificação das pelagens e, por isso, nota-se frequentemente que os registros e a reprodução destes animais não estão sendo realizados de forma consistente e padronizada. Devido aos diversos e complexos obstáculos envolvidos na correta identificação das pelagens é fundamental que veterinários, zootecnistas e agrônomos compreendam a genética das cores, sua expressão fenotípica e herdabilidade. Conjuntamente, também é fundamental que associações, criadores e técnicos revisem e redefinam os critérios e nomenclaturas incluídos nos setores de *pedigree* e melhoramento genético de maneira a favorecer o estudo e introdução de ferramentas da genética molecular .

Palavras-chave: melhoramento genético; genética da pelagem equina; caracterização da pelagem equina; resenha de equinos.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os genes são porções de DNA contidas nos cromossomos dos cavalos.....	17
Figura 2 – Os genes são porções de DNA contidas nos cromossomos	18
Figura 3 – A expressão deste gene é, portanto, um animal com pelagem preta quando há pelo menos um alelo dominante ou um animal alazão quando homozigoto ao alelo recessivo.....	19
Figura 4 – Quando presente, o gene Agouti inibe a ação do gene Extension no corpo do cavalo mas não em suas extremidades gerando a pelagem castanha. No entanto, por modificar apenas o pigmento preto não atua fenotipicamente sobre o pigmento vermelho.....	20
Figura 5 – Exemplo de pelagem classificada como preta.....	22
Figura 6 – Comparação do mesmo animal de pelagem preta apresentando pêlos de cor desbotada (à direita) e pêlos de cor mais viva (à esquerda).....	23
Figura 7 – Exemplo de pelagem classificada como Castanha.....	24
Figura 8 – Exemplo de pelagem classificada como alazã.....	25
Figura 9 – Exemplos de pelagem classificada como Alazão <i>Flaxen</i> /Alazão Crinado.....	25
Figura 10 – Comparação de pelagens com crina e cauda em cores mais claras que o corpo, evidenciando a semelhança entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem alazão <i>flaxen</i> , pelagem <i>palomino</i> e pelagem castanho <i>silver</i>	26

- Figura 11** – Em animais diluídos o transporte de pigmentos para a haste do pêlo é parcialmente ou totalmente interrompido. Ilustrados respectivamente da esquerda para a direita: pêlo de animal *silver* (sem pigmentação alguma); pêlo de animal *dun* (pigmentação se dispondo desigualmente); pêlo de animal diluído por creme, champanhe ou pérola (menos pigmentação disposta uniformemente); e pêlos de cor natural (uniformemente pigmentados).....28
- Figura 12** – Diferentes pelagens e tonalidades da diluição *dun* (*D*) exibindo listras dorsais e sub pêlos da crina e cauda mais claros em animais da raça Fjord.....29
- Figura 13** – Em animais *dun*, o transporte de pigmentos para a haste do pêlo é parcialmente interrompido se dispondo desigualmente (à esquerda) enquanto pêlos de cor natural são uniformemente pigmentados (à direita).....30
- Figura 14** – Exemplos das três variedades dos alelos no gene *TBX3* sendo, respectivamente, *dun* (pelagem lobuno), não-*dun1* (pelagem preto pseudo-baio) e não-*dun2* (pelagem preto natural).....31
- Figura 15** – Exemplo de pelagem classificada como Alazã sobre Baio (esquerda); Listra dorsal escura em animal alazão, característica do gene *Dun* (direita).....32
- Figura 16** – Exemplo de pelagem classificada como Dunskin/Baio Dun (esquerda). Listra dorsal escura em animal baio *dun*, característica do gene *Dun* (direita).....33
- Figura 17** – Em animais *dun*, os pigmentos da haste do pêlo é disposto desigualmente (à esquerda) enquanto pêlos de animais diluídos por creme (ex. *buckskin*) apresentam menor disposição de pigmentos de maneira uniforme (à direita).....34
- Figura 18** – Exemplo de pelagem classificada como Lobuna (esquerda). Listra dorsal escura em animal lobuno, característica do gene *Dun* (direita).....34
- Figura 19** – Exemplo de pelagem classificada como Palomino.....36
- Figura 20** – Exemplo de pelagem classificada como *buckskin*/baio-simples.....37

Figura 21 – Detalhes da pelagem classificada como <i>buckskin</i> (à direita) e de seu mimetismo <i>dunskin</i> (à esquerda). A principal diferença visual é que os cavalos <i>dun</i> geralmente têm marcações primitivas mais fortes e sub pêlos clareados.....	38
Figura 22 – Exemplo de pelagem classificada como <i>smoky black</i>	39
Figura 23 – Comparação de pelagens homozigoto creme (duplo creme) evidenciando a imensa semelhança entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem <i>cremelo</i> , pelagem <i>perlino</i> e pelagem <i>smoky cream</i>	40
Figura 24 – Comparação entre o olho azul pálido levemente pigmentado de um animal homozigoto creme (esquerda) e um olho azul puro não pigmentado associado a manchas brancas, que apresenta cor mais profunda (direita).....	42
Figura 25 – Variação de pigmentação ocular em animais de pelagem champanhe. Respectivamente da esquerda para a direita: olhos azuis em um potro, olhos verdes, e olhos âmbar em animais adultos.....	44
Figura 26 – Pele rosada e manchada por sardas pretas evidenciada no focinho, ao redor dos olhos (esquerda) e úbere (direita) de animais champanhe.....	44
Figura 27 – Comparação do mesmo animal “ <i>Dior-Linde CH</i> ” de pelagem champanhe clássico evidenciando a variação da tonalidade do corpo e cor dos olhos ao longo do amadurecimento; à esquerda, animal com 6 semanas de vida e, à direita, animal com 2 anos de idade.....	45
Figura 28 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Clássico.....	46
Figura 29 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Âmbar.....	47
Figura 30 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Dourado.....	47

Figura 31 – Animal “ <i>Pearl of Peace</i> ” de pelagem homozigoto pérola (<i>Prl/Prl</i>) de tonalidade pérola âmbar apresentando diluição de cor e evidentes reflexos luminosos exacerbados de seus pêlos.....	48
Figura 32 – Comparação de pelagens homozigoto pérola evidenciando a diferença entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem pérola dourado, pelagem pérola âmbar e pelagem pérola clássico.....	49
Figura 33 – Descrição fenotípica de cavalos de pelagem <i>silver</i> . À esquerda, cavalo <i>Rocky Mountain</i> de pelagem preto <i>silver</i> com bastante expressão de <i>dapples</i> ; À direita, dois cavalos <i>Rocky Mountain</i> expressando diferentes tonalidades de preto <i>silver</i>	50
Figura 34 – Pelagem classificada como castanho <i>silver</i>	51
Figura 35 – Pelagem classificada como preto <i>silver</i>	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Cor de pelagens base e seus respectivos genes, alelos, <i>locus</i> e método de expressão.....	18
Tabela 2 – Mutações gênicas de cor de pelagens diluídas e suas nomenclaturas, genes, alelos e expressão, correspondentes.....	27
Tabela 3 – Modificação de pelagens base sob efeito da dupla diluição do <i>locus</i> creme.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Problematização	13
1.2. Objetivos	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Pelagem equina	16
2.1.2 Conceitos genéticos	16
2.2. Pelagens base	18
2.2.1. <i>Locus Extension</i>	18
2.2.2. <i>Locus Agouti</i>	20
2.3. Pelagens diluídas	26
2.3.1 Gene <i>Dun</i> /Baio	28
2.3.2. Gene Creme	35
2.3.2.1. Pelagens <i>Single Cream</i> /Único Creme	35
2.3.2.2 Pelagens <i>Double Cream</i> /Duplo Creme	39
2.3.3. Gene Champanhe	43
2.3.4. Gene Pérola	48
2.3.5. Gene <i>Silver</i>	49
3. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Uma das primeiras características a serem selecionadas, as cores das pelagens dos equídeos parecem ser objeto de fascínio humano desde o princípio da domesticação dos cavalos (ANTHONY & BROWN, 2011; PEROBELLI & MOSCOPE, 2019). Os cavalos (*Equus caballus*) apresentam uma ampla variedade de cores de pelagem, variando de tons escuros saturados à diluições suaves, sendo que as mesmas possuem uma grande variação e nomenclaturas específicas (NÉSIO et al., 2004). Há apenas alguns genes, cores e padrões, mas eles podem ser combinados de muitas maneiras diferentes, levando à diversidade de cores de pelagem que esta espécie tem hoje. (SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017)

Atualmente a cor da pelagem tornou-se um ponto crítico no registro zootécnico (COELHO & OLIVEIRA, 2008; ROSA, 2020). Pelagens de coloração distinta são muito valorizadas em equinos, compradores com predileções pessoais de pelagens pagam facilmente um preço mais alto por uma pelagem atraente (MAIA et al., 2013; GOWER, 2021) e, em média, algumas pelagens podem duplicar o valor de um potro (BORGES, 2015), embora a pelagem dos animais pouco influencie em seu desempenho (STACHURSKA et al., 2007; MENDES et al., 2019). Em contraste, algumas pelagens podem ser consideradas desclassificadoras impedindo, em certas raças, o registro para o Stud-book, podendo estas também estar atreladas a condições de saúde específicas que podem vir a impactar o bem-estar e longevidade do animal, desvalorizando o indivíduo (MARIAT et al. 2003; COELHO & OLIVEIRA, 2008; BELLADONA, 2010; GOWER, 2021).

Apesar destes fatores importantíssimos, diversos autores mencionam erros recorrentes e bastante frequentes no reconhecimento e identificação de pelagens levando a falhas no registro genealógico e resenhas (documento para controle de sanidade, utilizado como identificação única para o registro nacional e oficial de cada equino), influenciando de forma negativa no valor de mercado dos animais, em seus atestados de sanidade e suas condições reprodutivas, ao dificultar a definição certa das pelagens e sua herdabilidade (BRIQUET, 1959; MARIAT et al., 2003; STACHURSKA et al., 2003; NÉSIO et al., 2004; CIESLAK et al., 2013; HORECKÁ et al., 2017; SPONENBERG et al., 2017; MENDES et al., 2019).

Em decorrência da quantidade de erros causadas por falhas humanas no preenchimento da resenha e da agregação de valor à pelagens específicas, este autor objetiva realizar uma revisão de literatura ressaltando os principais aspectos relacionados à classificação e identificação das diferentes pelagem dos equinos salientando seus fenótipos, respectivos genótipos e mimetismos com foco na categoria das pelagens diluídas, devido a sua grande popularização. Com os avanços no estudo do genoma equino é possível produzir potros com as cores de pelagem desejadas; evitar pelagens que não são aceitáveis para registro em determinadas raças e evitar/se atentar à possíveis problemas de saúde associados com mutações genéticas de cores, maximizando a probabilidade de produção de animais superiores. Logo, compreender a genética das cores, como estas se desenvolveram ao longo do tempo, sua expressão fenotípica e herdabilidade é uma habilidade valiosa e necessária para médicos veterinários, zootecnistas e agrônomos, responsáveis por orientar adequadamente criadores de animais e preencher adequadamente os registros definitivos e resenhas, evitando perdas econômicas.

1.1. Problematização

São diversos os obstáculos para a identificação correta das pelagens com base apenas em fenotípi, as cores dos equinos existem em uma variedade considerável e são muitas suas combinações, muitas vezes exigindo um estudo minucioso para a identificação correta (THIRUVENKADAN et al., 2008). Animais com a mesma descrição de cor podem não ter o mesmo genótipo ao mesmo tempo que animais com o mesmo genótipo podem ter descrições distintas (BRIQUET, 1959; HORECKÁ et al., 2017), isto porque uma pelagem pode existir em várias tonalidades, sendo possível a existência de indivíduos que se encontram no limite entre duas cores distintas (SPONENBERG et al., 2017) levando à variações regionais de nomenclaturas, por exemplo, um animal tido como castanho zaino em algumas regiões é denominado como castanho escuro em outras (BRIQUET, 1959). Além disso, estas nuances de cor são muitas vezes causadas pela nutrição e idade do animal, estação do ano, ou condições climáticas; por exemplo, após a muda de pêlos os equinos se tornam mais escuros apresentando tonalidades mais vivas e pêlos brilhantes enquanto que se expostos demasiadamente ao sol, vento ou chuva se

tornam mais desbotados com pêlos ressecados (SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017). Uma vez que é difícil identificar a pelagem do cavalo com base apenas em métodos visuais, o ideal é que isto seja sempre verificado a nível genético sendo essencial a pesquisa e introdução de ferramentas da genética molecular, a fim de verificar também genes que podem não ser expressos mas podem ser herdados e influenciar diretamente na saúde e cor dos descendentes (NÉSIO et al., 2004; COELHO & OLIVEIRA, 2008; HORECKÁ et al., 2017; SPONENBERG et al., 2017), evitando falhas nas resenhas e *pedigrees*, e seus consequentes nascimentos surpresa – quando o potro apresenta pelagem e genética supostamente incompatíveis com os padreadores (BRIQUET, 1959; MENDES et al., 2019). Porém, ainda não há o emprego sistematizado destas estratégias como forma de complementar a classificação e identificação das pelagens e, tanto o conhecimento genético quanto a literatura científica atualizada em português não tem acompanhado as descobertas recentes (ROSA, 2020). Por isso, no Brasil a única testagem genética realizada nos animais previamente ao seu registro costumam ser relacionados à comprovação de parentesco e, quando são realizados testes para identificação de genes que codificam cor de pelagem, se limitam às pelagens conjugadas (COELHO & OLIVEIRA, 2008), incluindo o pampa e suas variedades: tobiano, oveiro e toveiro (GOIÁS, 2012).

1.2. Objetivos

Objetivo geral

Realizar uma revisão de literatura narrativa ressaltando os principais aspectos relacionados à classificação e identificação das diferentes pelagem dos equinos, salientando seus fenótipos e respectivos genótipos com foco na categoria das pelagens diluídas.

Objetivo Específico

Explicar a genética das cores, como estas se desenvolveram ao longo do tempo, sua expressão fenotípica, particularidades especiais e herdabilidade para que médicos veterinários e zootecnistas possam melhor orientar criadores de animais a

fins de produzir potros com as cores de pelagem desejadas; evitar cores que não são aceitáveis para registro em determinadas raças; evitar erros de registro em resenhas; e evitar e/ou se atentar à possíveis problemas de saúde associados a algumas mutações genéticas de cores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Pelagem equina

A pelagem é o revestimento externo do cavalo formado por pêlos, de uma ou várias cores espalhadas pela superfície e extremidades do corpo, assim dizendo, os pêlos que determinam a cor do animal. Essa cor é determinada através da interação e combinação de, pelo menos, onze genes alelos (BELLONE, 2010; SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017) atuantes em diferentes *locus* gênicos para determinar a cor de cavalos sendo assim possível a obtenção das diversas pelagens (NÉSIO et al., 2004; SICHINELI, 2016) que são um meio primordial de identificação e também o primeiro indicador de questionável parentesco (THIRUVENKADAN et al., 2008).

2.1.2 Conceitos genéticos

Como as cores da pelagem parecem, na maioria das vezes, seguir os simples princípios da herança mendeliana, as pelagens estiveram entre os primeiros traços a serem sistematicamente reproduzidos e analisados. Além disso, elas fornecem modelos únicos para estudar genes, sua função e regulação, e investigar relações entre variação fenotípica e genótipos (CASTLE, 1954; RIEDER, 2009). Para alguns, entender a genética pode ser um desafio, e uma das dificuldades está relacionada à terminologia usada para discuti-la.

Como esquematizado pela figura 1, o corpo de um equino é composto de trilhões de **células**, estruturas minúsculas que são a unidade básica dos organismos vivos, dentre elas, os **melanócitos** são as células encontradas nos folículos pilosos, pele, íris e alguns tecidos internos que, quando preenchidos por melanina, resultam nas diversas pelagens (TÓTH et al., 2006). Cada melanócito tem um **núcleo** que contém 64 cromossomos, sendo 32 herdados do garanhão e 32 herdados da égua (COELHO & OLIVEIRA, 2008). Os **cromossomos** correspondem à condensação de filamentos de **DNA** (ácido desoxirribonucleico), onde estão presentes minúsculas estruturas denominadas **genes** que codificam todas as informações genéticas do animal (i.e. genótipo). Cada gene reside em um local específico no cromossomo, chamado **locus** (SPONENBERG et al., 2017).

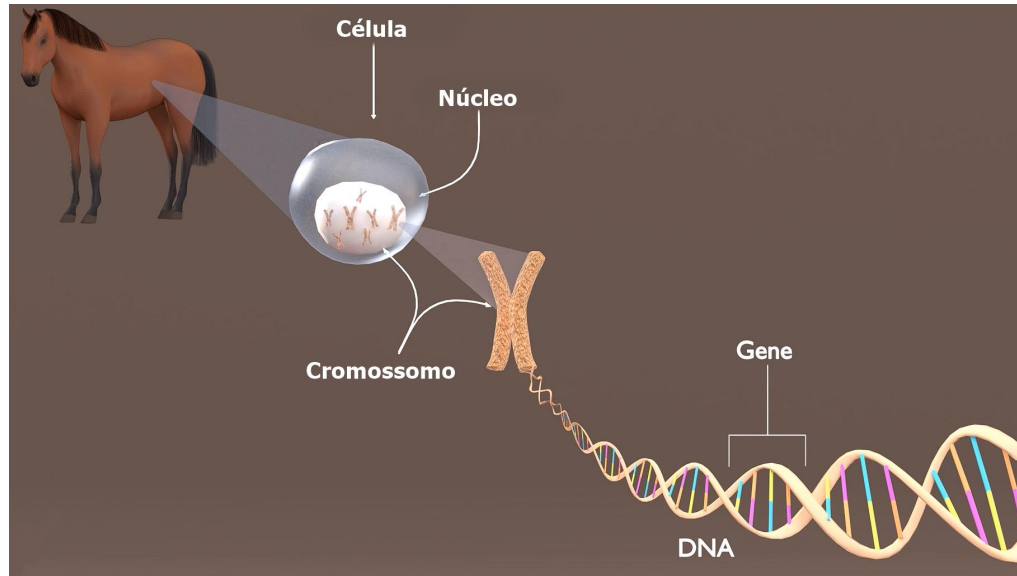


Figura 1 – Os genes são porções de DNA contidas nos cromossomos dos cavalos.

Fonte: HORSES & US, 2022.

Um gene pode ter diferentes variantes que são denominadas de alelos. O **alelo** é responsável pelas características físicas (i.e. fenótipo), sejam essas características visíveis ou não. Como os cromossomos vêm em pares, cada cavalo carrega dois alelos em um *locus* específico sendo um alelo herdado do garanhão e o outro da égua. Um potro, portanto, terá uma combinação de características de ambos os pais (COELHO & OLIVEIRA, 2008; SPONENBERG et al., 2017).

De maneira geral, os alelos dominantes são representados com uma letra maiúscula e os alelos recessivos com uma letra minúscula (Figura 2). Os **alelos dominantes** (E) são expressos mesmo que o cavalo tenha apenas uma cópia do alelo. Portanto, heterozigotos (E/e) terão a mesma aparência de homozigotos (E/E). **Alelos recessivos** (e) só são expressos quando o alelo dominante está ausente. Portanto, somente quando o cavalo tem duas cópias do alelo recessivo (e/e). **Alelos dominantes incompletos** (E) têm um efeito aditivo, ou seja, eles se expressarão com mais intensidade à medida que mais cópias do alelo estiverem presentes. Assim, homozigotos (E/E) serão mais intensamente expressos do que heterozigotos (E/e) (RIEDER, 2009; BELLONE, 2010; IMSLAND et al., 2016; GOWER, 2021).

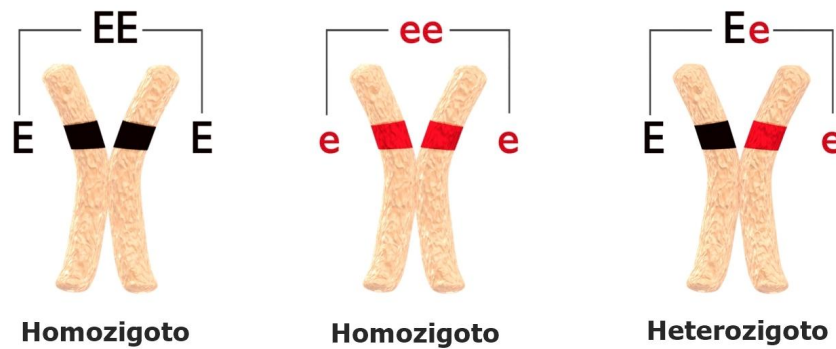


Figura 2 – Os genes são porções de DNA contidas nos cromossomos.

Fonte: HORSES & US, 2022.

2.2. Pelagens base

Por mais exóticas que as pelagens pareçam, apenas três cores bases fomentam a diversidade de cores e padrões vistos nos cavalos hoje: preto, castanho e alazão (PRUVOST et al., 2011; GOWER, 2021). Estas, por sua vez, emergem a partir de dois pigmentos produzidos pelos equinos: a eumelanina, responsável pelos pigmentos preto e marrom, e a feomelanina, responsável pelos pigmentos vermelho e amarelo (ABDEL-MALEK et al., 2001; MARIAT et al., 2003; THIRUVENKADAN et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017). A produção e expressão destes pigmentos depende da interação de genes alelos dominantes em dois diferentes *locus* sumarizados pela Tabela 1 e aprofundados nos seguintes subtópicos.

Tabela 1 – Cor de pelagens base e seus respectivos genes, alelos, *locus* e método de expressão.

Pelagem Base	<i>Locus</i>	Genes	Alelos	Expressão
Alazão	Extension (<i>E</i>)	MC1R	Eumelanina (<i>E</i>) Feomelanina (<i>e</i>)	Dominante completo
Castanho/Preto	Agouti (<i>A</i>)	MC1R e ASIP	Castanho (<i>A</i>) Preto (<i>a</i>)	Dominante completo

2.2.1. *Locus Extension*

Descrito pela primeira vez por Marklund cols. (1996), o gene MC1R (receptor de melanocortina-1) age em conjunto com a tirosinase (enzima limitante da síntese de melanina) e apresenta dois alelos no *locus Extension* (Figura 3), sendo:

Alelo dominante (*E*) – de origem selvagem, este alelo estimula a produção de altos níveis de tirosinase, que é essencial na cascata de produção e transporte de melanina e, especificamente, de seu subtipo a eumelanina, responsável pelos pigmentos preto e marrom. Por ser dominante, esse alelo é expresso tanto no estado heterozigoto (*E/e*) quanto no homozigoto (*E/E*). Nestes casos, o cavalo exibirá a pelagem base preta (ABDEL-MALEK et al., 2001; SPONENBERG et al., 2017).

Alelo recessivo (*e*) – originado após a domesticação do cavalo, este alelo causa disfunção na cascata de produção e transporte de melanina resultando na baixa produção de tirosinase e levando à produção do subtipo da melanina, a feomelanina, responsável pelos pigmentos vermelho e amarelo. Por ser recessivo, esse alelo só é expresso no estado homozigoto (*e/e*), resultando na pelagem de base avermelhada conhecida como alazã (THIRUVENKADAN et al., 2008; HORECKÁ et al., 2017).

Em outras espécies, alterações no MC1R e seus alelos recessivos (*e*) são correlacionadas a fenótipos de pigmento vermelho (ruivos), e também a resistência aumentada à anestésicos, com maior sensibilidade à dor (ROSA, 2020). Em contraste, nenhuma alteração fisiológica ou particularidade associados ao alelo dominante (*E*) foram relatados ainda (RIEDER et al., 2001).

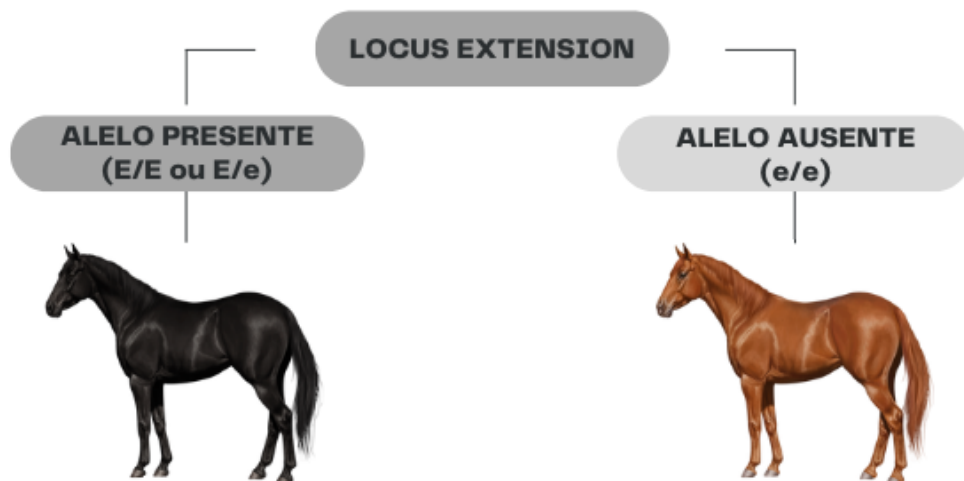


Figura 3 – A expressão deste gene é, portanto, um animal com pelagem preta quando há pelo menos um alelo dominante ou um animal alazão quando homozigoto ao alelo recessivo.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022; elaborado pela autora.

2.2.2. Locus Agouti

O *locus Agouti* está amplamente distribuído entre mamíferos. Em cavalos, se estiverem presentes no *locus agouti* um ou dois alelos dominantes (*A*) do gene denominado ASIP (proteína sinalizadora *agouti*) o resultado será a distribuição da cor base preta para as extremidades do animal – crina, cauda, parte distal dos membros e borda das orelhas – resultando em um animal de pelagem castanha ($E/_ A/_$) enquanto que, se os alelos dominantes estiverem completamente ausentes e substituídos por alelos recessivos (*a*) este efeito de redistribuição de cor não ocorre, permanecendo a pelagem preta ($E/_ a/a$) sobre toda a superfície do animal. Juntos, Extension e Agouti são responsáveis pelas três pelagens base dos cavalos (Figura 4). (ABDEL-MALEK et al., 2001; REISSMANN et al., 2007; STACHURSKA et al., 2008).

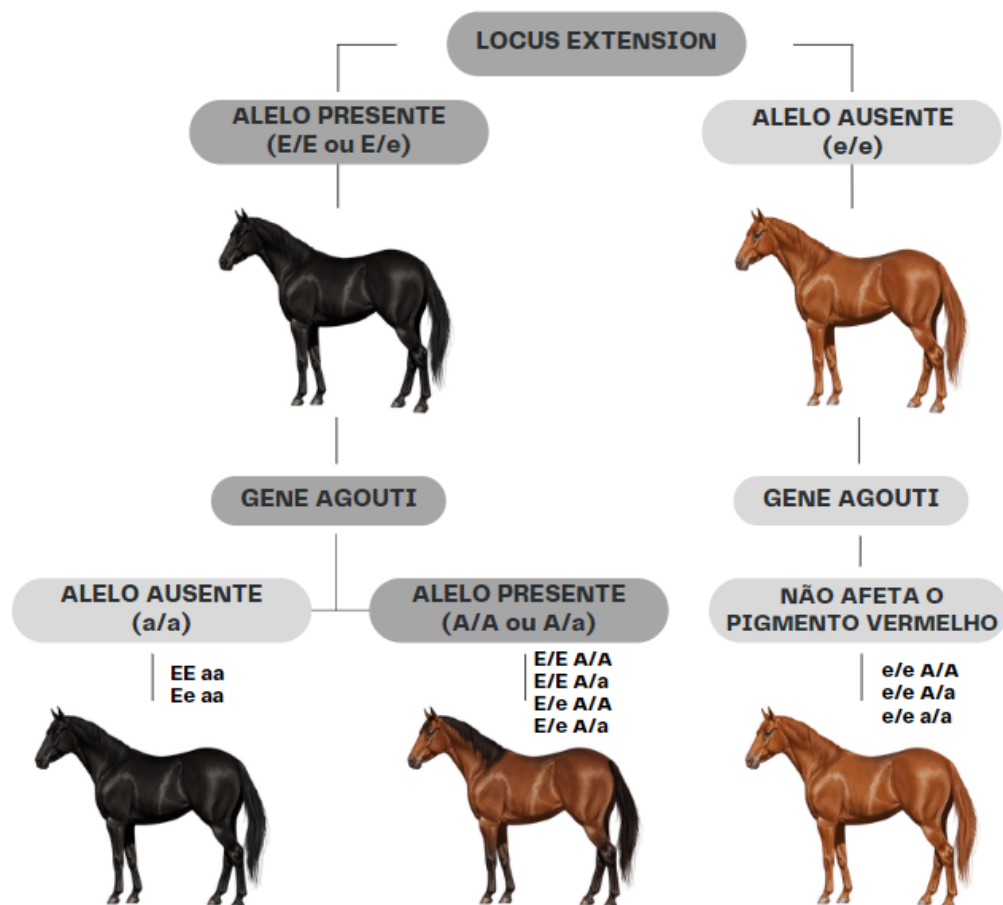


Figura 4 – Quando presente, o gene Agouti inibe a ação do gene Extension no corpo do cavalo mas não em suas extremidades gerando a pelagem castanha. No entanto, por modificar apenas o pigmento preto não atua fenotipicamente sobre o pigmento vermelho.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.; elaborado pela autora.

Rieder et al. (2001) afirma que, quando alelos dominantes *Agouti* (*A*) interagem e atuam sobre animais heterozigotos para alelos *Extension* (*E/e*) geram animais que expressam tons mais claros de castanho, enquanto que ao atuar sobre animais homozigotos para alelos *Extension* (*E/E*) geram animais que expressam tons mais escuros de castanho. Enquanto que, Thiruvankadan et al. (2008) afirma que as tonalidades das pelagens advém de poligenia.

Pelagem Preta

Genótipo: E/_ a/a

A pelagem preta é considerada ancestral em equinos, foi retratada em pinturas rupestres pré-históricas e seu genótipo foi identificado em fósseis de cavalos ibéricos da época do Holoceno Inicial, há aproximadamente 7.000 anos (PRUVOST et al., 2011). Provavelmente seu padrão tenha evoluído e prosperado ao fornecer camuflagem e proteção contra predadores (THIRUVENKADAN et al., 2008). Atualmente esta pelagem é relativamente incomum, embora possa ser encontrada em muitas raças; algumas raças como Friesian só aceitam animais de pelagem preta (ROSA, 2020).

Em um cavalo preto, não há cores marrons, vermelhas ou mais claras e todo o pêlo é preto, incluindo suas extremidades, crina e cauda; têm olhos castanhos e pele escura (BATISTA et al., 2016), como representado na figura 5. São categorizados em preto maltino, quando com reflexos avermelhados, ou pretos azeviche, quando com reflexos azulados (GOIÁS, 2012). No entanto, ao nascer podem apresentar pelagem acinzentada, castanha ou castanha escura (SPONENBERG et al., 2017; GOWER, 2021).



Figura 5 – Exemplo de pelagem classificada como preta.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Alguns cavalos pretos podem adquirir uma aparência desbotada, se assemelhando a cavalos castanhos escuros, isto acontece pois seus pêlos frequentemente perdem a cor preta e desbotam para uma cor amarronzada devido à exposição excessiva à luz solar (Figura 6), contudo, geneticamente seus pêlos são preenchidos completamente pela pigmentação preta. Uma diferença visível entre um preto desbotado e um castanho escuro é vista nos pêlos de suas extremidades, principalmente, ao redor dos olhos e focinho, pois em um verdadeiro cavalo preto estes pêlos permanecem pretos mesmo que seja descolorido pelo sol enquanto que em outras pelagens esses pelos costumam clarear (SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017; SPONENBERG et al., 2017).



Figura 6 – Comparação do mesmo animal de pelagem preta apresentando pêlos de cor desbotada (à direita) e pêlos de cor mais viva (à esquerda).

Fonte: ROHACH, 2018.

Pelagem Castanha

Genótipo: E/_ A/_

Cerca de 58% dos fósseis de cavalos pré-domésticos estudados por Pruvost et al. (2011), apresentaram genótipo para a pelagem castanha, além disso, a pelagem castanha também foi a mais reproduzida em pinturas rupestres, sendo seguro afirmar que este fenótipo foi o mais comum em tempos pré-domésticos. Em equinos modernos o genótipo castanho ainda é o mais comum, mesmo que em combinação com outros genes, isto se dá devido ao caráter dominante dos genes envolvidos resultando na maior herdabilidade destas características (MENDES et al. 2019; GOWER, 2021).

Animais com a pelagem castanha, num geral, são caracterizados pela presença de pelos amarronzados em todo o corpo com exceção de suas extremidades, onde crina, cauda e membros apresentam cor preta (Figura 7)(BATISTA et al., 2016). Existem, no entanto, inúmeras tonalidades diferentes variando entre tons mais claros com fundo avermelhado e tons mais escuros quase pretos, as quais são classificadas por múltiplas nomenclaturas tais como: castanho claro, castanho escuro, castanho zaino e castanho pinhão (GOIÁS, 2012). Devido a contradições entre cada associação, um animal tido como castanho zaino em

algumas regiões e raças pode ser denominado como castanho escuro em outras, gerando inconsistências de registro (BRIQUET, 1959).



Figura 7 – Exemplo de pelagem classificada como Castanha.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Dentre as cores básicas, o animal com pelagem castanha é o que tende a apresentar menos marcações brancas, sendo o castanho homozigoto ($E/_ A/A$) comumente de cor mais sólida do que o castanho heterozigoto ($E/_ A/a$). Isto se dá devido a fatores poligênicos, envolvendo múltiplos genes (GOWER, 2021).

Pelagem Alazã

Genótipos: $e/e a/a - e/e A/_$

O primeiro relato de um cavalo apresentando heterozigose no *locus* Extension (E/e) surgiu a partir de uma amostra genética em um fóssil romeno de mais de 7.000 anos, mas cavalos alazões (homozigotos recessivos – e/e) só foram observados em fósseis de 5.000 anos atrás. Fazendo da pelagem alazã a mais recente das 3 cores base da história do cavalo aparecendo apenas após a domesticação (PRUVOST et al., 2011).

Atualmente, o alazão, também referido como gateado ou colorado (MAIA et al., 2012) é uma cor muito comum e pode ser vista em quase todas as raças de cavalos. A pelagem é caracterizada por pêlos do corpo, extremidades, crina e cauda uniformes e de uma só tonalidade vermelha (BATISTA et al., 2016), como representado pela figura 8. Variações de cor podem resultar em animais mais claros, denominados alazões-cereja, ou mais escuros, denominados alazões-tostados (NEVES et al., 2019).

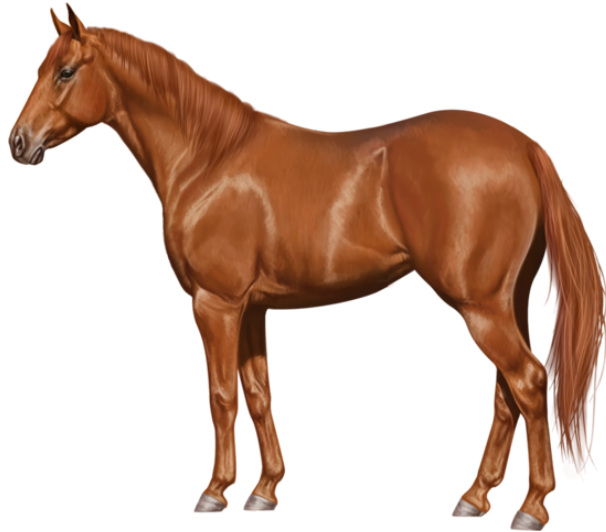


Figura 8 – Exemplo de pelagem classificada como alazã.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Diversos autores relatam que, comumente cavalos alazões de qualquer tonalidade podem apresentar crina e, na maioria das vezes, cauda visivelmente mais claras do que a cor da pelagem do corpo, apresentando um tom louro, branco ou desbotado (INTERNATIONALE, 2000; REISSMANN et al., 2007; LASSALINE et al., 2015). No Brasil, estes são rotulados como alazões crinados (SICHINELI, 2016) ou crinalvos (BATISTA et al., 2016), ilustrado na figura 9.



Figura 9 – Exemplos de pelagem classificada como Alazão *Flaxen*/Alazão Crinado.

Fontes: MORETON, 2012; STUDIO DELORYAN, 2022.

Reissmann et al., 2007, sugere que uma das causas dessa despigmentação resulta da herança do fator *Flaxen*, que afeta fenotipicamente apenas animais alazões, resultando na distinta crina branca ou linho sem diluir ou clarear a cor do

corpo – cuja herdabilidade ainda está em discussão, suspeitando-se de fatores poligênicos (THIRUVENKADAN et al., 2008).

Algumas raças, como o Suffolk Punch e o Haflinger, têm cavalos exclusivamente alazões e alazões *Flaxen* (LASSALINE et al., 2015). Frequentemente a sua coloração de crina e cauda claras com a cor do corpo mais escura é identificada erroneamente e confundida por pelagens *single cream*, como o palomino, ou pelagens *silver* (Figura 10), que surgem a partir de outros mecanismos genéticos conhecidos como genes de diluição (SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017), a serem discutidos mais adiante.



Figura 10 – Comparação de pelagens com crina e cauda em cores mais claras que o corpo, evidenciando a semelhança entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem alazão *flaxen*, pelagem *palomino* e pelagem castanho *silver*.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.; elaborado pela autora.

Gower (2021), alega que, nestas ocasiões de mimetismo, por mais parecidos que sejam, os animais alazões flaxen terão o brilho dos pêlos em cor avermelhada enquanto animais verdadeiramente palominos terão o brilho dos pêlos em cor dourada ou prateada.

2.3. Pelagens diluídas

Em cavalos, cores básicas como alazão, castanho ou preto, podem ser parcialmente diluídas resultando, por exemplo, na pelagem palomino, ou extremamente diluídas como acontece nas pelagens duplo creme (MARIAT, et al. 2003; GOWER, 2021). Sendo estas mutações genéticas reunidas e sumarizadas na tabela 2, e descritas com maior profundidade adiante.

Tabela 2 – Mutações gênicas de cor de pelagens diluídas e suas nomenclaturas, genes, alelos e expressão, correspondentes.

Pelagem	Mutação	Gene	Expressão	Alelos
<i>Baio-clássico/Alazã sobre baio/Lobuno</i>	<i>Dun</i> (D)	TBX3	Dominante completo	Diluição de cor presente (D) Cor natural (nd)
Palomino/Buckskin/ Smoky Black Cremelo/Perlino/ Smoky Cream	Creme (CR)	MATP e SLC45A2	Dominante incompleto	Diluição de cor presente (Cr) Cor natural (n)
Champanhe Âmbar/ Champanhe Clássico/ Champanhe Dourado	Champanhe (Ch)	MATP e SLC36A1	Dominante completo	Diluição de cor presente (Ch) Cor natural (n)
Pérola Alazão/ Pérola Castanho/ Pérola Preto	Pérola (PrI)	MATP e SLC45A2	Recessivo	Diluição de cor presente (PrI) Cor natural (n)
Preto Silver/ Castanho Silver	<i>Silver</i> (Z)	PMEL17 e SILV	Dominante completo	Diluição de cor presente (Z) Cor natural (z)

Com exceção dos animais de pelagem *silver*, a maioria dos equinos que apresentam alelos de diluição de cor produzem quantidades normais de melanina e de seus subtipos (eumelanina e feomelanina), mas o transporte desses pigmentos para os melanócitos é parcialmente ou totalmente interrompido afetando em sua distribuição. Assim, menos pigmento é incorporado na haste do pêlo, afetando a intensidade da pelagem e também a pigmentação da íris, dando à pelagem uma cor desbotada e diluída e aos olhos uma cor possivelmente mais clara mais próxima do âmbar que do castanho (Figura 11)(MARIAT, et al. 2003; THIRUVENKADAN et al., 2008; IMSLAND, et al., 2016).

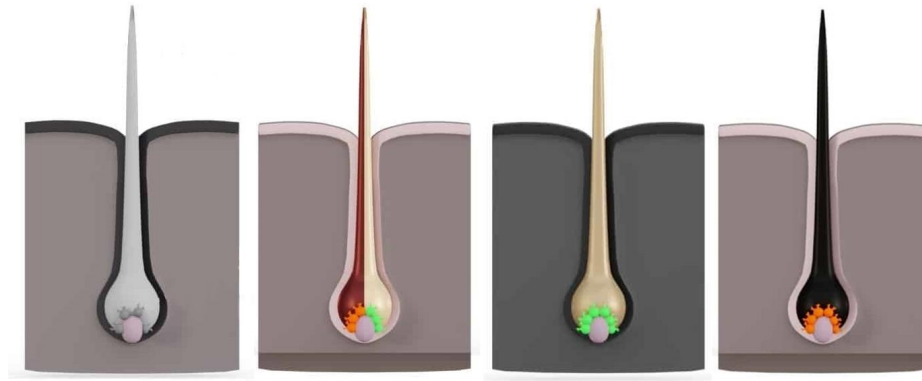


Figura 11 – Em animais diluídos o transporte de pigmentos para a haste do pêlo é parcialmente ou totalmente interrompido. Ilustrados respectivamente da esquerda para a direita: pêlo de animal *silver* (sem pigmentação alguma); pêlo de animal *dun* (pigmentação se dispondo desigualmente); pêlo de animal diluído por creme, champanhe ou pérola (menos pigmentação disposta uniformemente); e pêlos de cor natural (uniformemente pigmentados).

Fonte: HORSES & US, 2022; elaborado pela autora.

2.3.1 Gene *Dun*/Baio

O gene *dun* é um dos mais antigos e prevalentes na natureza (PRUVOST et al., 2011; GOWER, 2021) presentes em equídeos selvagens como os cavalos de Przewalski (ORLANDO et al., 2013) e datando, de acordo com fósseis, desde 42.700 anos atrás (IMSLAND et al., 2016). Em cavalos modernos e domésticos as pelagens baias, que apresentam o gene *dun*, são as mais comuns dentre as pelagens diluídas, apresentando alta frequência na população de equinos e representando, pelo menos, 46,59% da população total em algumas raças, sendo a pelagem mais prevalente em ambos os sexos (MENDES et al., 2019).

De caráter dominante completo, este gene tem alta herdabilidade e sua expressão é comum a praticamente todas as raças (RIEDER, 2009). Em especial, algumas raças como Fjord, Highland Pony, Quarto de Milha e o Campolina, apresentam frequentemente animais de pelagem *dun* (THIRUVENKADAN et al., 2008; MAIA et al., 2012; IMSLAND, 2016; MENDES et al., 2019).

Do inglês “baio”, o gene *dun* afeta o transporte de ambos os pigmentos vermelho e preto (feomelanina e eumelanina), clareando a pelagem do corpo e de sub pêlos entremeados na crina e cauda. Não atuando, no entanto, na parte distal dos membros e pelo externos da crina e cauda, que mantém a cor base (RIEDER, 2009; ROSA, 2020). O resultado são animais denominados baios (Figura 12), que apresentam pelagem em tons mais amarelados, extremidades mais escuras, e

marcações primitivas como listra dorsal/listra de burro, zebruras, faixa crucial e (GOIÁS, 2012; BATISTA et al., 2016), marcações estas as quais são valorizadas por criadores e agregam valor comercial ao animal (MENDES et al., 2019).



Figura 12 – Diferentes pelagens e tonalidades da diluição *dun* (*D*) exibindo listras dorsais e sub pêlos da crina e cauda mais claros em animais da raça Fjord.

Fonte: THE EQUINE RAINBOW, 2022.

Imslund et al., (2016) relata o fato interessante e incomum de que os pêlos com pigmentação diluída em cavalos *dun* não são uniformemente pigmentados de forma que há uma seção de pigmentação intensa ao longo do comprimento do pêlo em sua face externa, enquanto a face que está voltada internamente quase não tem pigmento – ou seja, estes animais em realidade apresentam corpos pilosos (pêlos individuais) com dupla pigmentação. No entanto, os pêlos das áreas escuras (extremidades e marcações primitivas) são adequadamente e intensamente pigmentados (Figura 13).

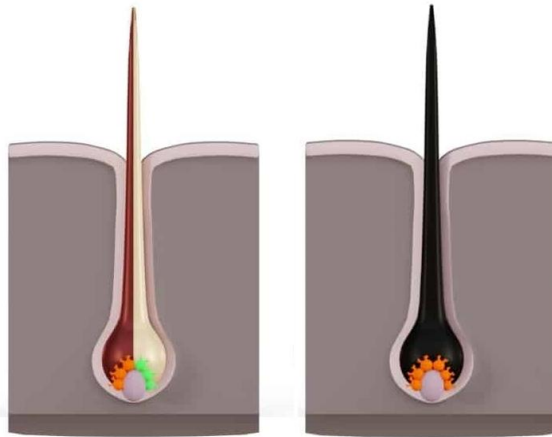


Figura 13 – Em animais *dun*, o transporte de pigmentos para a haste do pêlo é parcialmente interrompido se dispendo desigualmente (à esquerda) enquanto pêlos de cor natural são uniformemente pigmentados (à direita).

Fonte: HORSES & US, 2022

De maneira mais complexa que os demais genes de diluição, é composto por não somente uma, mas três mutações no gene *TBX3* (*T-box 3*), denominadas de alelos *dun* (*D*), *não-dun1* (*nd1*) e *não-dun2* (*nd2*). Sendo o alelo *dun* (*D*) totalmente dominante sobre os alelos recessivos *não-dun* (*nd*), possuindo maior expressão e sobrepondo as variantes *nd1* e *nd2* quando em conjunto (*D/nd1* ou *D/nd2*) (IMSLAND et al., 2016; CIESLAK et al., 2021).

O *dun* verdadeiro é a variante dominante (*D*), que causa os padrões de pelagem denominados baios (*D/_*), com marcações primitivas e diluição de pelagem. Este alelo dominante (*D*) quando sobre a base alazã resulta em um animal alazão-sobre-baio, sobre pelagem de base castanha gera animais de pelagem baio-clássico (em suas diversas variedades); e quando sobre pelagem de base preta, leva a coloração lobuna (*i.e grulla*). As variantes recessivas *não-dun* ou pseudo-*dun* existem em dois tipos: *não-dun1* (*nd1*), que não causa diluição da pelagem mas resulta em um animal pseudo-baio, que apresenta listra dorsal (geralmente menos destacada e/ou incompleta), com ou sem outras marcações primitivas; e o *não-dun2* (*nd2*) que não apresenta marcações primitivas e nem diluição, gerando uma pelagem natural (THIRUVENKADAN et al., 2008; IMSLAND et al., 2016; ROSA, 2020; CIESLAK et al., 2021). Sendo estes fenótipos comparados e ilustrados pela figura 14.



Figura 14 – Exemplos das três variedades dos alelos no gene TBX3 sendo, respectivamente, *dun* (pelagem lobuno), *não-dun1* (pelagem preto pseudo-baio) e *não-dun2* (pelagem preto natural).

Fonte: IMSLAND et al., 2016.

Estas breves diferenciações, ao gerar fenótipos semelhantes, podem vir a ser simultaneamente e erroneamente reconhecidos como a mesma pelagem, havendo a possibilidade de animais de genótipo *não-dun1* serem registrados como animais de genótipo *dun* (IMSLAND et al., 2016).

Pelagem Alazã-Sobre-Baio

Genótipos: e/e A/_ D/_ – e/e a/a D/_

Um cavalo alazão-sobre-baio vem de uma diluição *dun* sobre uma camada de base alazã (ROSA, 2020). A cor do corpo pode variar de um pêssego muito claro a um vermelho profundo com extremidades (crina, cauda e membros) geralmente de um tom avermelhado mais escuro (o tom da pelagem base não diluída); sua listra dorsal e outras marcações primitivas também são avermelhadas (Figura 15)(MAIA et al., 2012; BATISTA et al., 2016).

Stachurska et al. (2003) relata que ambos animais de pelagem alazão-sobre-baio e alazão comum têm sido registrados igualmente como alazões e, portanto, que não é tão costumeiro distinguir, na prática, um do outro.



Figura 15 – Exemplo de pelagem classificada como Alazã sobre Baio (esquerda); Listra dorsal escura em animal alazão, característica do gene *Dun* (direita).

Fontes: DILUTES AUSTRALIA, 2022; STUDIO DELORYAN, 2022.

Pelagem *Dunskin*/Baio-Clássico

Genótipo: *E/_ A/_ D/_*

Na natureza, os animais castanhos com gene *dun* (*dunskins*/baio-clássicos) são os mais comuns, isto se dá a alta chance de herdabilidade do gene em vista de que, em uma cruzada onde ambos os animais são *dun*, há 75% de chances de que o gene seja herdado (GOWER, 2021). Estes apresentam coloração amarelada uniforme no corpo porém com crina, cauda e extremidades pretas ou castanhas; devem apresentar também, em graus variados, as marcações primitivas (GOIÁS, 2012) representado na figura 16. Estes existem em diferentes tonalidades que vão de uma mistura clara de palha de trigo até um tom muito escuro e bronzeado (MAIA et al., 2012; UCHÔA, et al., 2013).



Figura 16 – Exemplo de pelagem classificada como Dunskin/Baio Dun (esquerda). Listra dorsal escura em animal baio dun, característica do gene Dun (direita).

Fontes: ARSDELICATA, 2009; STUDIO DELORYAN, 2022.

Devido o traço *dun* ser geralmente encontrado em raças que também têm o gene creme (a ser discutido mais adiante) às cavalos *dunskin* e *buckskin* são frequentemente confundidos um com o outro porque são muito semelhantes. A principal diferença visual é que os cavalos *dun*/baios geralmente têm marcações primitivas mais fortes e sub pêlos clareados mas, em alguns casos, mesmo essas diferenças são tão sutis que são quase indistinguíveis (ADALSTEINSSON, 1978; THIRUVENKADAN et al., 2008). Se não através de genotipagem de DNA, a diferenciação destes pode também ser feita através da visão ampliada de um corpo piloso, o que só pode ser feito usando um microscópio, revelando a diferença de disposição dos pigmentos na haste do pêlo, sendo que animais *dun* apresentam a particularidade de pigmentação assimétrica enquanto animais creme, como o *buckskin*, apresentam diluição simétrica da cor em todo o pêlo (IMSLAND et al., 2016) como esquematizado na figura 17.

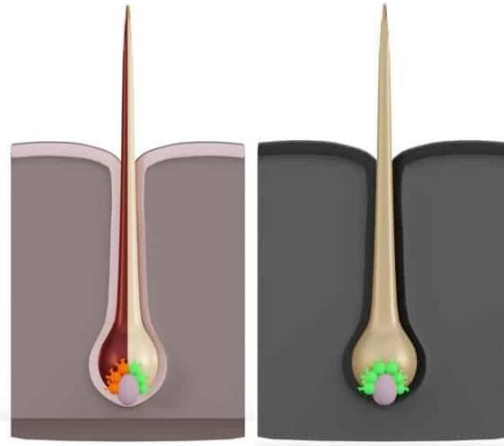


Figura 17 – Em animais *dun*, os pigmentos da haste do pêlo é disposto desigualmente (à esquerda) enquanto pêlos de animais diluídos por creme (ex. *buckskin*) apresentam menor disposição de pigmentos de maneira uniforme (à direita).

Fonte: HORSES & US, 2022; elaborado pela autora.

Pelagem Lobuna

Genótipo: $E/_a/a D/_$

Considerada até recentemente no Brasil como uma incógnita genética (REZENDE & COSTA, 2012) a pelagem lobuna (*i.e. grulla*), também conhecida como pêlo de rato (MAIA et al., 2012), caracteriza um animal cuja cor do pêlo é acinzentada ou esfumaçada com predomínio de pêlos pretos nas extremidades, incluindo cabeça (GOIÁS, 2012), como representado na figura 18. Este é o mais raro e o mais procurado de todos os tons baios/*dun* e sua popularidade e seleção têm crescido em algumas raças nos últimos anos (MENDES et al., 2019).



Figura 18 – Exemplo de pelagem classificada como Lobuna (esquerda). Listra dorsal escura em animal lobuno, característica do gene Dun (direita).

Fontes: STUDIO DELORYAN, 2022.; VALREN, 2019.

Neves et al. (2019) descreve que este fenótipo acinzentado se dá através da interpolação de pelos amarelos e pretos em todo o corpo do animal, com o predomínio de pêlos pretos nas extremidades. Sendo a pelagem, portanto, erroneamente categorizada como pelagem composta por outros autores (MAIA et al., 2012; BATISTA et al., 2016; SICHINELI, 2016) inclusive em cartilhas oficiais (GOIÁS, 2012). No entanto, já foi comprovado que cavalos lobunos, assim como todos os outros cavalos dun, em realidade apresentam pêlos individuais com dupla pigmentação (IMSLAND et al., 2016)

Stachurska et al. (2004) obteve resultados que demonstram que no inverno (quando há menor incidência de luz) a pelagem acinzentada destes animais se torna mais clara, menos vermelha e mais amarela do que no verão. Além disso, relata que as éguas geralmente têm pelagens em tonalidades mais claras que os garanhões, sendo os potros, num geral, mais claros que os animais adultos.

2.3.2. Gene Creme

A mutação Creme, incide sobre o gene SLC45A2 (transportador da família 45 do soluto 2), que codifica proteínas de transporte de melanina associadas a membrana (MATP) cuja produção pode ser parcialmente – em caso de heterozigose – ou totalmente interrompida – em caso de homozigose (MARIAT et al., 2003; RIEDER, 2009; BELLONE, 2010; SPONENBERG et al., 2017). Isto é também ilustrado pelos fenótipos e, portanto, está em conformidade com o estatuto de dominância incompleta (NEWTON et al., 2001; COOK et al., 2008; THIRUVENKADAN et al., 2008; RIEDER, 2009). O que significa que se apenas um alelo está presente, a cor do pêlo é parcialmente diluída, e se ambos os alelos estiverem presentes, a cor do pêlo será completamente diluída (CASTLE, 1954; HORECKÁ et al., 2017).

Em combinação com alelos *Agouti* (*A*) e *Extension* (*E*), o alelo Creme (*Cr*) cria uma variedade interessante de fenótipos diluídos muito populares (LOCKE et al., 2001).

2.3.2.1. Pelagens *Single Cream*/Único Creme

Quando presente uma única cópia deste alelo no genótipo do animal o resultado é a diluição da feomelanina (pigmento vermelho) em tons amarelados

(LOCKE et al., 2001; COOK et al., 2008), produzindo as pelagens *Palomino*, *Buckskin* e *Smoky Black* (MARIAT, et al., 2003; BROOKS & BAILEY, 2005; GEORGESCU et al., 2007). Sendo *Palomino* e *Buckskin* consideradas as mais chamativas que, conseqüentemente, se tornaram bastante populares, principalmente em categorias de morfologia, andamento e adestramento (SPONENBERG et al., 2017).

Pelagem *Palomino*/Alazão Amarelo

Genótipos: $e/e A/_ Cr/nc$ – $e/e a/a Cr/nc$

O Palomino, também referenciado como alazão-amarelo (BATISTA et al., 2016; SICHINELI, 2016), é resultado da diluição da pelagem base alazã, apresenta coloração amarela dourada e possui os pêlos da crina e cauda bem mais claras que os pêlos do corpo (LOCKE et al., 2001; BATISTA et al., 2016; SICHINELI, 2016), além disto, frequentemente, apresentam olhos e pele ligeiramente mais claros do que os seus equivalentes não diluídos (LOCKE et al., 2001) como representado na figura 19.



Figura 19 – Exemplo de pelagem classificada como Palomino.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Um cavalo palomino de tonalidade muito clara pode ser confundido e registrado como um animal pseudo-albino de pelagem duplo creme, como constatado por Mariat et al. (2003), enquanto que, de acordo com Sponenberg et al. (2017), um indivíduo de tonalidade mais dourada pode ser confundido por um animal de pelagem champanhe e, ademais, se apresentar pelagem de tonalidade mais escura pode ainda ser confundido por um animal alazão crinado (HORECKÁ et al., 2017), dentre

outras confusões – sendo a diferença revelada idealmente através de genotipagem e/ou com base em sua cor ao nascimento e por seus olhos pigmentados de cor castanha ou âmbar (MARIAT et al., 2003; HORECKÁ et al., 2017).

Pelagem *Buckskin*/Baio-Simples

Genótipo: *E/_ A/_ Cr/nc*

A atuação do gene de diluição creme sobre uma pelagem castanha gera a pelagem *buckskin* (GOWER, 2021), também referenciado como baio-simples (BATISTA et al., 2016; SICHINELI, 2016), caracteriza-se pelo corpo de tonalidade amarelada ou dourada com crina, cauda e extremidades dos membros pretos podendo apresentar ou não marcações primitivas, embora estas sejam um pouco apagadas (LOCKE et al., 2001; BATISTA et al., 2016; SICHINELI, 2016), representado na figura 20. Frequentemente apresentam olhos e pele ligeiramente mais claros do que os seus equivalentes não diluídos (LOCKE et al., 2001).



Figura 20 – Exemplo de pelagem classificada como *buckskin*/baio-simples.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Além do mimetismo da pelagem *buckskin* com o *dunskin* (Figura 21), citada anteriormente, cavalos com pelagem *buckskin* podem ser confundidos fenotipicamente por cavalos castanhos devido que, em alguns indivíduos, a presença de pêlos amarelados na pelagem pode ser pouco notável, sendo assim, nestes casos a diferenciação concreta se dá apenas através de genotipagem (MARIAT et al., 2003).



Figura 21 – Detalhes da pelagem classificada como *buckskin* (à direita) e de seu mimetismo *dunskin* (à esquerda). A principal diferença visual é que os cavalos *dun* geralmente têm marcações primitivas mais fortes e sub pêlos clareados.

Fonte: ARSDELICATA, 2017; elaborado pela autora.

Pelagem *Smoky Black*

Genótipo: *E/_ a/a Cr/nc*

Cavalos pretos podem ser portadores heterozigotos para o alelo *Cr* (*Cr/n*) e apresentar fenotipicamente pouca ou nenhuma diluição da pelagem, resultando em animais que apresentam cor marrom escuro, castanho ou chocolate (Figura 22). Por isso, erros de identificação ocorrem com frequência (MARIAT et al., 2003; HORECKÁ et al., 2017; HOLL, et al., 2019).

Geralmente não há reconhecimento do *smoky black* entre os criadores, que frequentemente rotulam incorretamente estes animais como castanhos ou baios-escuros ao nascimento – sendo notado e corrigido o erro apenas em caso de testes genéticos de DNA, como foi feito no estudo de Horecká et al. (2017), que relatou que animais geneticamente testados pelo mesmo como *smoky black* estavam na realidade registrados como sendo de outra pelagem. Situações similares também foram encontradas no estudo de Mariat et al. (2003), onde animais registrados como baios-escuros foram geneticamente comprovados como *smoky black*. Justificando assim, a necessidade da genotipagem destes animais.



Figura 22 – Exemplo de pelagem classificada como *smoky black*.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

2.3.2.2 Pelagens *Double Cream*/Duplo Creme

Locke et al. (2001) e Rosa (2020) mencionam que, dois alelos creme (*Cr*) causam a diluição de ambas feomelanina (pigmento vermelho) e eumelanina (pigmento preto) resultando na expressão fenotípica dos tons creme encontrados em pelagens pseudo-albinas. São estas: *cremelo*, *perlino* e *smoky cream* (HORECKÁ et al., 2017; ROSA, 2020) representadas em comparativo na figura 23. A diferenciação fenotípica destes é baseada na tonalidade das extremidades (THIRUVENKADAN et al., 2008): o mais comum é o *cremelo* que apresenta crina e cauda brancas ou marfim; o *perlino* é frequentemente associado a um tom brevemente mais escuro da crina e cauda, enquanto o *smoky cream* têm a crina em tom mais escuro dentre todos (GUEST & MATTFELD, 2019; GOWER, 2021).

Mais comuns nas raças Lusitano e Quarto de Milha (GOIÁS, 2012; MAIA et al., 2012), estes animais intitulados no Brasil amplamente e sem distinção como gázeos, pombos ou isabelinos (GOIÁS, 2012), são apreciados por sua raridade e também pela garantia de que, em caso de reprodução, sua progênie herdará obrigatoriamente pelagens *single cream* altamente populares e valorizadas economicamente (LOCKE et al., 2001; GOWER, 2021).



Figura 23 – Comparação de pelagens homocigoto creme (duplo creme) evidenciando a imensa semelhança entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem *cremelo*, pelagem *perlino* e pelagem *smoky cream*.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.; elaborado pela autora.

Apesar de ser a medida amplamente adotada, a diferenciação visual destes animais não é tão fácil e, geralmente, não é possível determinar as cores base (*extension* e *agouti*) em cavalos pseudo albinos com base apenas em sua fenotipia devido às suas tênues diferenças – ou seja, na maioria dos casos é praticamente impossível diferenciar visualmente as três diferentes pelagens derivadas da ação dupla do gene creme umas das outras (MARIAT et al., 2003; SPONENBERG, 2003; GUEST & MATTFELD, 2019; GOWER, 2021) principalmente considerando que a expressão fenotípica depende não apenas de fatores genéticos, como também de fatores ambientais, entre outros (SICHINELI, 2016; HORECKÁ et al., 2017) sendo que, animais pseudo-albinos expostos à estes fatores ambientais também sofrem alteração da cor de suas pelagens, obtendo tons alaranjados (GOWER, 2021). Em suma, animais com a mesma descrição de cor podem não ter o mesmo genótipo (BRIQUET, 1959; HORECKÁ et al., 2017) e, neste caso, possuem nomenclaturas diferentes (Tabela 3).

Tabela 3 – Modificação de pelagens base sob efeito da dupla diluição do *locus* creme.

Pelagem Base	Pelagem Diluída	Genótipo	Fenótipo
Alazão	<i>Cremelo</i>	$e/e A/_ Cr/Cr$ $e/e a/a Cr/Cr$	Os pêlos podem ser brancos ou creme bem claro, apresentando também crina e cauda marfim, além de pele rosada por todo o corpo e olhos azuis pálidos.
Castanho	<i>Perlino</i>	$E/_ A/_ Cr/Cr$	
Preto	<i>Smoky Cream</i>	$E_ a/a Cr/Cr$	

Estes cavalos homozigotos (Cr/Cr) são denominados pseudo-albinos e diferem de animais albinos. Pois, em animais verdadeiramente albinos a cascata de produção da melanina (melanogênese) é interrompida, causando completa despigmentação e resultando em animais com pêlos completamente brancos, pele rosada e olhos avermelhados. Enquanto que, animais com pelagens pseudo-albina produzem quantidades normais de melanina e de seus subtipos, sendo a disfunção no transporte desses pigmentos para a haste do pêlo a verdadeira responsável pela cor creme pálida, pele rosada e olhos azuis (INTERNATIONALE, 2000; MARIAT et al. 2003; THIRUVENKADAN et al., 2008; MAIA et al., 2012).

Em qualquer caso, estas características podem ser consideradas um defeito que impede, em certas raças, o registro para o *Stud-book* (MARIAT et al. 2003; GOWER, 2021) sendo pelagens duplo creme restritas à minoria das raças e a pelagem verdadeiramente albina desprezada historicamente e banida de todas as associações (GUEST & MATTFELD, 2019), sequer havendo relatos atuais desta mutação em equinos (RIEDER, 2009; MAIA et al., 2012).

Os olhos azuis estão sempre presentes em animais que apresentam homozigose para a diluição do gene creme, no entanto, esta característica também foi associada a padrões de manchas brancas e, portanto, podem estar presentes em praticamente qualquer pelagem; não devendo ser confundidos (Figura 24) (MARIAT et al. 2003; HAUSWIRTH et al. 2012).



Figura 24 – Comparação entre o olho azul pálido levemente pigmentado de um animal homocigoto creme (esquerda) e um olho azul puro não pigmentado associado a manchas brancas, que apresenta cor mais profunda (direita).

Fonte: ANEMONE PROJECTORS, 2011.

Em comparação com animais que apresentam olhos castanhos ou âmbar os animais pseudo-albinos com olhos azuis pálidos demonstram maior sensibilidade à luz resultando em óbvio desconforto quando expostos à claridade, além disto, a pele rosada destes animais também apresenta maior sensibilidade à luz solar e, se expostos em demasia, podem desenvolver diversas patologias incluindo melanomas dérmicos e melanomas oculares (BELLADONA, 2010; CARDONA et al., 2016; GOWER, 2021).

Guest & Mattfeld (2019) abordam minuciosamente o caso mais ilustre envolvendo confusão na classificação e identificação de pelagens que foi primeiramente documentados por volta de 1714, envolvendo os cavalos hanoverianos creme (i.e. *hanoverian creams*) que eram os cavalos oficiais para ocasiões cerimoniais da família real da Inglaterra. Adquiridos originalmente como animais de pelagem isabel (duplo creme), sua pelagem e linhagem incomuns foram muito prezadas e sua reprodução foi realizada e mantida por séculos, no entanto, devido ao pouco entendimento genético a herdabilidade dos traços tinha taxas baixíssimas, levando à total extinção da linhagem. É sugerido que estes animais, em realidade, sequer se tratavam de animais com genótipo creme mas de animais com genótipo champanhe, a ser descrito em seguida.

2.3.3. Gene Champanhe

As pelagens champanhe são raras e geralmente limitadas a raças como o Lusitano, Tennessee Walking e Quarto de Milha. A mutação responsável por essa diluição codifica a produção de uma proteína de transporte denominada SLC36A1 (transportador de aminoácidos acoplado a prótons 1) associada a membrana (MATP) e é representada pelo alelo dominante (*Ch*) que controla sua expressão (COOK et al., 2008; BELLONE, 2010; SPONENBERG et al., 2017).

Apesar de similares aos animais duplamente diluídos são classificadas como outro grupo de pelagens pálidas, diferentes geneticamente mas similares fenotipicamente às pelagens com alelos creme (*Cr*) pois também causam diluição de ambos pigmentos preto e vermelho (eumelanina e feomelanina), diluindo a expressão dos pigmentos e fazendo com que os pêlos exibam tons achocolatados ou dourados, a pele exiba um tom rosado e a íris exiba um tom âmbar, verde ou azul. Sendo, no entanto, a variedade de tons em animais champanhe muito maior (COOK et al., 2008; THIRUVENKADAN et al., 2008; BELLONE, 2010; SPONENBERG et al., 2017).

Porém, deve-se atentar que, diferentemente do gene creme (*Cr*) o gene champanhe (*Ch*) dilui tanto a feomelanina quanto a eumelanina em sua forma heterozigótica (*Ch/_*), devido a seu caráter dominante completo, enquanto que, por ser um gene de caráter dominante incompleto, animais heterozigotos para creme (*Cr/n*) e homozigotos para creme (*Cr/Cr*) são fenotipicamente diferentes (COOK et al., 2008).

Os olhos dos cavalos de pelagem normal geralmente apresentam íris de cores castanhas acompanhadas de esclera também pigmentada. Diferentemente destes animais comuns, os cavalos de pelagem champagne costumam apresentar olhos com variados graus de despigmentação de cor azulada, esverdeada ou âmbar (Figura 25), além disso, também apresentam escleras brancas (COOK et al., 2008; THIRUVENKADAN et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017).



Figura 25 – Variação de pigmentação ocular em animais de pelagem champanhe. Respectivamente da esquerda para a direita: olhos azuis em um potro, olhos verdes, e olhos âmbar em animais adultos.

Fontes: ANEMONE PROJECTORS, 2011; HARRISON, 2022; elaborado pela autora..

Estes animais também apresentam pele rosada que, à medida que o animal amadurece, adquire uma aparência sardenta com pontos mais escuros ao redor dos olhos, focinho e genitália; no entanto, se o cavalo estiver molhado, as sardas da mutação champanhe poderão ser vistas por toda a pele.(COOK et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017) característica salientada na figura 26.



Figura 26 – Pele rosada e manchada por sardas pretas evidenciada no focinho, ao redor dos olhos (esquerda) e úbere (direita) de animais champanhe.

Fonte: DILUTES AUSTRALIA, 2022; ICHR, 2015.

Os erros de registro destes animais são comuns, isto acontece porque a maioria dos registros são feitos quando o animal ainda é potro, apresentando pelagem menos característica e, por via de regra em champanhes, mais escura que sua equivalente em animais adultos (COOK et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017) como pode-se observar na figura 27.



Figura 27– Comparação do mesmo animal “Dior-Linde CH” de pelagem champanhe clássica evidenciando a variação da tonalidade do corpo e cor dos olhos ao longo do amadurecimento; à esquerda, animal com 6 semanas de vida e, à direita, animal com 2 anos de idade.

Fonte: COLOURED HORSES, 2019.

Curiosamente, quando em combinação com o gene creme (*Cr*) ocorre ação aditiva resultando em uma cor indistinguível de um animal duplamente diluído com pelagem pseudo-albina. Gerando assim, combinações de diluição ainda mais difíceis de serem identificadas e classificadas tais como, por exemplo, a pelagem champanhe marfim (*e/e A/_ Ch/Cr* ou *e/e a/a Ch/Cr*) caracterizada por possuir ambos os alelos *Ch* e *Cr* sobre uma base alazã, originando fenotipicamente um animal de aparência similar àqueles de pelagem *cremelo*, mas com genótipo diferente de dupla mutação (THIRUVENKADAN et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017).

Pelagem Champanhe Clássica

Genótipo: *E/_ a/a Ch/Ch*

Em cavalos pretos, a diluição do champanhe resulta em uma coloração pálida de castanho com crina, cauda e pernas mais escuras (Figura 28). Esta pelagem é caracterizada por sua cor próxima ao chocolate, apresentando extremidades em tons brevemente mais escuros que o do corpo; a cor de sua pele é definitivamente mais clara do que a de animais de pelagem escura natural, mas ainda assim não tão clara quanto a pele das outras pelagens champanhe. Estes animais também apresentam

as alterações dérmicas (sardas) e oculares (despigmentação) comuns ao gene champanhe (THIRUVENKADAN et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017).



Figura 28 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Clássico.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

O champanhe clássico apresenta similaridades fenotípicas com animais *smoky black* (único creme) sendo a diferenciação costumeiramente realizada através da observação da cor da íris dos indivíduos, onde um animal champanhe sempre apresenta despigmentação ocasionando olhos de cores mais claras como o verde e o âmbar (SPONENBERG et al., 2017).

Pelagem Champanhe Âmbar

Genótipo: $E/_ A_ Ch/Ch$

Em uma base castanha a homozigose de champagne produz cor amarelada mantendo as extremidades em tons marrons (Figura 29). O champanhe âmbar é caracterizada por sua cor bege clara, apresentando extremidades (membros, crina e cauda) em tons brevemente mais escuros que o do corpo; com pele rosada púrpura apresentando sardas e apresentando também olhos em cor âmbar ou verde (THIRUVENKADAN et al., 2008).

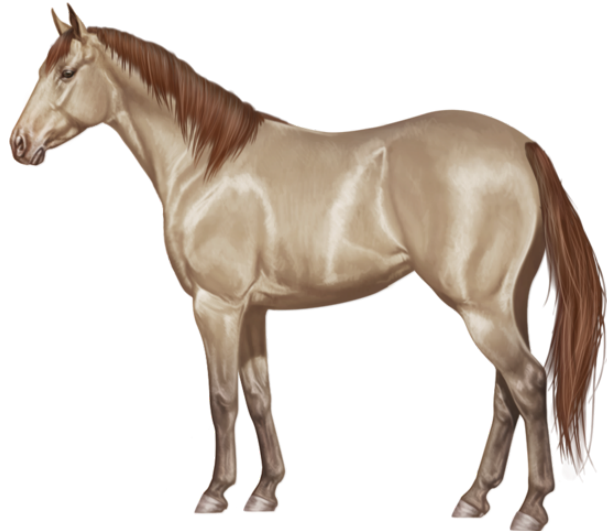


Figura 29 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Âmbar

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

Pelagem Champanhe Dourado

Genótipos: $e/e A/_ Ch/Ch$ – $e/e a/a Ch/Ch$

O gene champanhe produz animais de cor dourada ou amarelada sobre o fundo alazão, incluindo clareamento de sua crina e cauda que atinge tons marfim, quase brancos (Figura 30). Estes animais também apresentam pele rosada com pontos pretos e despigmentações oculares comuns ao gene champanhe (THIRUVENKADAN et al., 2008).



Figura 30 – Exemplo de pelagem classificada como Champanhe Dourado

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022.

.Como todas as outras pelagens champanhe, a pelagem champanhe dourado existe em várias tonalidades, em sua tonalidade mais clara é frequentemente confundida com a pelagem palomino e, em sua tonalidade mais escura é confundida

com a pelagem alazã, apesar de apresentar, na maioria das vezes, tonalidades mais vivas (COOK et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017).

2.3.4. Gene Pérola

A mutação pérola (*Prl*) advém da ação de uma variante recessiva do gene *SLC45A2* (transportador da família 45 do soluto 2) que, quando em homozigose, interfere na produção de proteínas de transporte de melanina associadas a membrana (MATP) afetando o pigmento preto e vermelho nos olhos, pêlos e pele de indivíduos homozigotos (*Prl/Prl*). Este efeito foi descoberto e estudado apenas recentemente em cavalos pois, apesar de ser identificado em outros mamíferos como camundongos, gorilas, tigres e humanos, é considerado raro na espécie equina (NEWTON et al. 2001; DU & FISHER,. 2002; PRADO-MARTINEZ et al. 2013; XU et al. 2013; HOLL, et al., 2019).

Cavalos pérola são amplamente reconhecidos pela translucidez e reflexos luminosos de seus pêlos, pelagem de cor diluída em tons dourados ou bege (com o pigmento vermelho sendo diluído para dourado e o preto para bege), pele sardenta em tons rosados e olhos despigmentados que frequentemente apresentam cor verde ou âmbar podendo também apresentar cor azulada – tal qual em animais champanhe – sendo a tonalidade do olho azul brevemente mais escura em animais pérola (SPONENBERG et al., 2017), características observáveis na figura 31.



Figura 31 – Animal “*Pearl of Peace*” de pelagem homozigoto pérola (*Prl/Prl*) de tonalidade pérola âmbar apresentando diluição de cor e evidentes reflexos luminosos exacerbados de seus pêlos.

Fonte: ASHTON, 2020.

Quando presentes, os alelos *Prl* causam fenótipos muito similares e praticamente indistinguíveis aos do gene dominante champanhe (*Ch*) levando a dificuldades significativas em sua diferenciação. Inclusive, a nomenclatura para animais pérola faz um paralelo nítido com a nomenclatura utilizada para animais champanhe, sendo as variantes desta mutação denominadas **pérola dourado** (e/e $A/_$ Prl/Prl ou e/e a/a Prl/Prl), a tonalidade mais clara em tons dourados com crina e cauda marfim, **pérola âmbar** ($E/_$ $A/_$ Prl/Prl), a tonalidade intermediária de coloração amarela dourada com crina e cauda mais claras que o corpo, e **pérola clássico** ($E/_$ a/a Prl/Prl), a tonalidade mais escura em tons bege claro com crina e cauda em tons mais escuros (BELLONE, 2010; SPONENBERG et al., 2017; HOLL et al., 2019), demonstrados em comparação na figura 32.



Figura 32 – Comparação de pelagens homozigoto pérola evidenciando a diferença entre seus padrões fenotípicos. Respectivamente, da esquerda para a direita: pelagem pérola dourado, pelagem pérola âmbar e pelagem pérola clássico.

Fonte: STUDIO DELORYAN, 2022; elaborado pela autora.

Apesar disto, em realidade o gene pérola é mais próximo e age de maneira mais similar ao gene creme (*Cr*), sendo ambos variantes diferentes do mesmo gene *SLC45A2*. Por isso, quando em conjunto os gene Creme (*Cr*) e pérola (*Prl*) têm efeito aditivo gerando cavalos com uma cópia do alelo creme e uma cópia do alelo pérola (Cr/Prl) que fenotipicamente se assemelham a cavalos homozigotos creme (Cr/Cr). Caracterizando um animal denominado de falso duplo diluído (BELLONE, 2010; HOLL et al., 2019).

2.3.5. Gene *Silver*

A diluição dominante do gene *silver* (*Z*) é a única dentre as diluições que afeta negativamente a síntese (e não o transporte) da melanina. Localizada no *locus* Z do

cavalo, essa mutação afeta a funcionalidade dos genes PMEL17 (proteína pré-melanossoma 17) e SILV (silver homólogo), reduzindo a produção de eumelanina (pigmento preto), sem afetar a síntese de feomelanina (pigmento vermelho) – afetando consequentemente animais de pelagem base preta ou castanha sem interferir na aparência de animais alazões, devido que estes não apresentam áreas de pelagem preta (CASTLE, 1954; COOK et al., 2008; SPONENBERG et al., 2017; ZHAO et al., 2018).

Rara nas maiorias das raças, o gene *silver* ou até mesmo *silver dapple* (i.e. prata apatacado) é encontrado principalmente nas raças Morgan, *Rocky Mountain* e *Shetland pony* (CASTLE, 1954; BRUNBERG et al., 2006), apresentando enorme variabilidade de expressão fenotípica, sendo suas tonalidades muito diversas (SPONENBERG et al., 2017).

Seu efeito principal causa interpolação de pêlos naturais e diluídos esboçando a forma de patacas (i.e. *dapples*) na pelagem do corpo e diluindo também a cor da crina e cauda tornando-as mais claras, quase brancas, características observáveis na figura 33. Também é especulado que cavalos que são homozigotos (ZZ) para *silver* parecem exibir cor da pelagem mais diluída em comparação com cavalos heterozigotos (Zz), mas essa suposição precisa ser verificada (BRUNBERG et al., 2006; REISSMANN et al., 2007; ZHAO, et al., 2018).



Figura 33 – Descrição fenotípica de cavalos de pelagem *silver*. À esquerda, cavalo *Rocky Mountain* de pelagem preto *silver* com bastante expressão de *dapples*; À direita, dois cavalos *Rocky Mountain* expressando diferentes tonalidades de preto *silver*.

Fonte: NEBELSIEK, 2022.

Os potros *silver* apresentam tonalidade pálida com corpo, crina e cauda esbranquiçados e, muitas vezes, exibem características únicas como cílios brancos e cascos listrados, cujas listras geralmente desaparecem após cerca de um ano. Como a cor da pelagem *silver* pode ser difícil de identificar em cavalos jovens, muitos destes são classificados como alazões *flaxen* (BRUNBERG et al., 2006).

Múltiplas anomalias oculares congênitas (MAOC) estão associadas a este genótipo de diluição (havendo alterações fenotípicas ou não). Sendo o gene *silver* (Z) amplamente culpabilizado por anormalidades como cistos de íris e de corpo ciliar (88%), hipoplasia de íris (100%), catarata (85%), córnea globosa (56%) e luxação da lente (8%); havendo, em algumas raças, apenas cerca de 11% da população adulta livre de patologias (EWART et al., 2000; DEPECKER et al., 2013; ZHAO et al., 2018). Alguns autores acreditam que, quando o cavalo é heterozigoto, as MAOC apresentam-se como um cisto iridociliar; e quando homozigotos, aparecem as anormalidades pupilares (ANDERSSON, et al., 2013; DEPECKER et al., 2013).

Pelagem Castanho *Silver*

Genótipo: *E/_ A/_ Z/_*

Os cavalos castanhos diluídos pelo gene *silver* (Z) são chamados de castanhos *silver* e, curiosamente, mantêm olhos e pele escuros, e a pelagem do corpo similar à de um cavalo castanho natural sem diluição com exceção das extremidades dos membros, que mudam de preto para acinzentado escuro, e da crina e cauda que se apresentam muito mais claras em tons brancos, prateados ou louros prateados (Figura 34)(BRUNBERG et al., 2006; THIRUVENKADAN et al., 2008).



Figura 34 – Pelagem classificada como castanho *silver*.

Fontes: BEHNING, 2017; STUDIO DELORYAN, 2022.

Este fenótipo com coloração de crina e cauda claras e cor do corpo em tons avermelhados/amarronzados gera confusão devido a sua similaridade com pelagens *single cream*, como o palomino, ou pelagens *flaxen*, que advém de outros mecanismos genéticos, incluindo fatores poligênicos (HORECKÁ et al., 2017; SICHINELI, 2016).

Pelagem Preto *Silver*

Genótipo: *E/_ a/a Z/_*

Em decorrência da presença do gene dominante *silver* (*Z*), a cor da pelagem base preta é diluída em tons chocolate, mantendo os olhos e a pele de cor escura, exibindo um fenótipo que consiste em um corpo ligeiramente diluído, muitas vezes com patacas (i.e *dapples*), enquanto a crina e cauda são diluídas para cinza, prata ou linho, que escurecem alguns tons ao longo do amadurecimento do animal (Figura 35)(BRUNBERG et al., 2006; THIRUVENKADAN et al., 2008).



Figura 35 – Pelagem classificada como preto *silver*.

Fontes: ROBINCHAUD, 2022; STUDIO DELORYAN, 2022.

3. CONCLUSÃO

Os equinos dispõem de uma grande variedade de cores de pelagens as quais são bastante diversificadas, derivam de múltiplas combinações específicas de genes e possuem alto valor zootécnico. É evidente que os principais aspectos relacionados à classificação da pelagem dos equinos são essenciais para a manutenção de animais puros de linhagem e, graças aos avanços no estudo do genoma equino, é possível estudar o genótipo desses animais e reproduzir adequadamente os indivíduos de raça pura, assegurando a presença ou ausência de características, produzindo animais superiores e mais saudáveis e, conseqüentemente, trazendo o aumento de ganhos econômicos.

No entanto, embora o complexo do agronegócio do cavalo seja de grande importância nacional e internacional, inúmeras publicações literárias referentes ao melhoramento genético de equinos indicam que os registros e a reprodução destes animais não estão sendo realizados de forma consistente e adequada. Isto se deve aos diversos e complexos obstáculos envolvidos na identificação correta das pelagens, sendo o reconhecimento visual o método mais adotado no Brasil, apesar de arcaico e geralmente ineficaz. Isto significa, de certa forma, que a maior parte dos resultados de estudos nesta área não geram aplicação prática e, portanto, pouco contribuem para o desenvolvimento da espécie. Na maioria das vezes, esta não aplicação decorre da falta de interesse e discordância de criadores, associações e técnicos em se atualizar e se readaptar de acordo com resultados científicos. Mesmo assim, o melhoramento genético em equinos tem grandes chances de ser aprimorado devido às ferramentas científicas existentes atualmente.

Tendo em vista os diversos e complexos obstáculos envolvidos na correta identificação das pelagens e considerando as recorrentes falhas de registro, resenhas e comunicação entre os profissionais envolvidos; torna-se imprescindível que os critérios e nomenclaturas a serem incluídos nos setores de *pedigree* e melhoramento genético sejam revistos e redefinidos. É fundamental favorecer o estudo e introdução de ferramentas de genética molecular e, a partir desse conhecimento, utilizá-las como auxiliares na identificação e no registro dos equinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-MALEK, Zalfa A. et al. The melanocortin 1 receptor is the principal mediator of the effects of agouti signaling protein on mammalian melanocytes. **Journal of Cell Science**, v. 114, n. 5, p. 1019-1024, 2001.

ADALSTEINSSON, STEFÁN. Inheritance of yellow dun and blue dun in the Icelandic toelter horse. **Journal of Heredity**, v. 69, n. 3, p. 146-148, 1978.

ANDERSSON, Lisa S. et al. Equine multiple congenital ocular anomalies and silver coat colour result from the pleiotropic effects of mutant PMEL. **PLoS One**, v. 8, n. 9, p. e75639, 2013.

ANEMONE PROJECTORS. **Horse eyes**, 2011. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Horse_eyes>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

ANTHONY, D.W.; BROWN, D.R. The Secondary Products Revolution, HorseRiding, and Mounted Warfare. **Journal of World Prehistory**, 24: 131-160, 2011.

ARSDELICATA. **Dorsal stripe on a domestic horse**, 2009. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dorsal_stripe_on_a_domestic_horse_IMG_0233.jpg>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

ARSDELICATA. **Dun Horse Dorsal Stripes**, 2017. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dun_Horse_Dorsal_Stripes.jpg>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

ASHTON, Suzanne. Introducing Pearl of Peace EV, the Graded Stallion Carrying the Double Pearl Gene. **Everything Horse**, 2020. Disponível em: <<https://everythinghorseuk.co.uk/introducing-pearl-of-peace-ev-the-only-graded-stallion-carrying-the-double-pearl-gene/>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

BATISTA, Lorryne Moreira Nogueira et al. **INFORMATIZAÇÃO DA RESENHA DE EQUINOS E MUARES**. 2016.

BEHNING, Laura. **Brookridge Morgans**, 2017. Disponível em: <<http://www.brookridgemorgans.com/2006colt.htm>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

BELLONE, R. R. Pleiotropic effects of pigmentation genes in horses. **Animal Genetics**, v. 41, p. 100-110, 2010.

BORGES, C.A. **Doma racional e manejo dos equinos da cavalaria da polícia militar do estado do Ceará**. 2015. Relatório de Estágio Supervisionado (Conclusão de Estágio em Zootecnia). Univ. Federal de Ceará - Fortaleza, CE, 2015

BRIQUET, Raul. CONSIDERAÇÕES SÔBRE O ESTUDO GENÉTICO DE PELAGEM DO CAVALO. **BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE-Revista de Agricultura**, v. 34, n. 2, p. 85-92, 1959.

BROOKS, Samantha A.; BAILEY, Ernest. Exon skipping in the KIT gene causes a Sabino spotting pattern in horses. **Mammalian genome**, v. 16, n. 11, p. 893-902, 2005.

BRUNBERG, Emma et al. A missense mutation in PMEL17 is associated with the Silver coat color in the horse. **BMC genetics**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.

CASTLE, W. E. Coat color inheritance in horses and in other mammals. **Genetics**, v. 39, n. 1, p. 35, 1954.

CARDONA, JOSÉ; BUITRAGO, JHONNY; MONTES, DONICER. Melanoma ocular en un caballo criollo colombiano albino. **Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA**, v. 8, p. 293-296, 2016.

CIESLAK et al., Jakub; CHOLEWINSKI, Grzegorz; MACKOWSKI, Mariusz. Genotyping of coat color genes (MC1R, ASIP, PMEL17 and MATP) polymorphisms in cold-blooded horses bred in Poland reveals sporadic mistakes in phenotypic descriptions. **Animal Science Papers & Reports**, v. 31, n. 2, 2013.

CIESLAK, Jakub et al. Genetic Background of the Polish Primitive Horse (Konik) Coat Color Variation—New Insight into Dun Dilution Phenotypic Effect. **Journal of Heredity**, v. 112, n. 5, p. 436-442, 2021.

COELHO, Eduardo Geraldo Alves; OLIVEIRA, Denise Aparecida Andrade de. Testes genéticos na equideocultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 202-205, 2008.

COOK, Deborah et al. Missense mutation in exon 2 of SLC36A1 responsible for champagne dilution in horses. **PLoS genetics**, v. 4, n. 9, p. e1000195, 2008.

COLOURED HORSES. **Do you believe it's the same filly? 6 weeks and 2 years.** 9 jan. 2019. Instagram: @colouredcoloured Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/BsbmD8sHx7Y/>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

DEPECKER, M.; SÉGARD, E.; CADORÉ, J.-L. Phenotypic description of multiple congenital ocular anomalies in C omtois horses. **Equine Veterinary Education**, v. 25, n. 10, p. 511-516, 2013.

DILUTES AUSTRALIA. **Champagne Characteristics.** Disponível em: <<https://www.dilutesaustralia.net/Champagne-characteristics.html>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

DILUTES AUSTRALIA. **Dun Factors.** Disponível em: <<https://www.dilutesaustralia.net/Dun-factors.html>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

DU, Jinyan; FISHER, David E. Identification of Aim-1 as the underwhiteMouse Mutant and Its Transcriptional Regulation by MITF. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n. 1, p. 402-406, 2002.

EWART, Susan L. et al. The horse homolog of congenital aniridia conforms to codominant inheritance. **Journal of heredity**, v. 91, n. 2, p. 93-98, 2000.

GEORGESCU, Sergiu Emil et al. A new PCR-RFLP method for analyzing the Cream locus involved in the coat colour of horses. **Archiva Zootechnica**, v. 10, p. 107-110, 2007.

GOIÁS, Agência Goiana de Defesa Agropecuária. **Manual para Elaboração de Resenha de Equídeos com a Finalidade de Solicitação de Diagnóstico para Anemia Infecciosa Equina (AIE) e Mormo.** Goiânia, 2012. 41p.

GOWER, Jeanette. **Horse Color Explained: A Breeder's Perspective.** Echo Point Books & Media, LLC, 2021.

GUEST, Kristen; MATTFELD, Monica (Ed.). **Horse Breeds and Human Society: Purity, Identity and the Making of the Modern Horse.** Routledge, 2019.

HARRISON, Amber. **Champagne Foal eye.** Disponível em: <<https://colorgenetics.info/equine/gallery/dilutions/champagne/champagne-foal-eye>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

HOLL, H. M. et al. A candidate gene approach identifies variants in SLC 45A2 that explain dilute phenotypes, pearl and sunshine, in compound heterozygote horses. **Animal genetics**, v. 50, n. 3, p. 271-274, 2019.

HORECKÁ, Eliska et al. **Standardization of Methodology for Polymorphism Detection in ASIP, MC1R and MATP Genes in Relation to Colour in Horses**. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2017.

HORSES & US. **Multimedia Educational Content About Horses**. Disponível em: <<https://www.horsesandus.com>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. Color

ICHR (International Champagne Horse Registry). **Identifying the Champagne-Colored Horse**, 2015. Disponível em: <<http://www.ichregistry.com/identification.htm>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

IMSLAND, Freyja et al. Regulatory mutations in TBX3 disrupt asymmetric hair pigmentation that underlies Dun camouflage color in horses. **Nature genetics**, v. 48, n. 2, p. 152-158, 2016.

LASSALINE, Mary et al. Limbal squamous cell carcinoma in Haflinger horses. **Veterinary Ophthalmology**, v. 18, n. 5, p. 404-408, 2015.

LIMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do Complexo do Agronegócio Caval**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2006, 251 p.

LOCKE, M. M. et al. The cream dilution gene, responsible for the palomino and buckskin coat colours, maps to horse chromosome 21. **Animal genetics**, v. 32, n. 6, p. 340-343, 2001.

MAIA, F.D.R.B.; SILVA, R.A.; MARACAJÁ, P.B. et al. Caracterização dos tipos de pelagens dos filhos de reprodutores machos "PO" da raça Quarto de Milha em microrregião do sertão Paraibano. **Agropecu. Cient. Semiárido**, v.9, p.124-131, 2012.

MARIAT, Denis; TAOURIT, Sead; GUÉRIN, Gérard. A mutation in the MATP gene causes the cream coat colour in the horse. **Genetics Selection Evolution**, v. 35, n. 1, p. 119-133, 2003.

MARKLUND, L. et al. A missense mutation in the gene for melanocyte-stimulating hormone receptor (MC1R) is associated with the chestnut coat color in horses. **Mammalian Genome**, v. 7, n. 12, p. 895-899, 1996.

MENDES, L. J. et al. Caracterização de pelagens em equinos da raça Campolina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1364-1374, 2019

MORETON, Heather. **Willowbank Farm**, 2012. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Willowbank_Farm_\(8082468803\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Willowbank_Farm_(8082468803).jpg)>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

NEBELSIEK, Kersti. **Silver black horses**. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Silver_black_horses>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

NÉSIO, RACHEL SILVEIRA et al. Análise genética das pelagens dos cavalos registrados na Associação Brasileira dos Criadores do Cavallo Pampa. **SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL**, v. 5, 2004.

NEVES, Cayo Eduardo da Silva et al. IDENTIFICAÇÃO DE CORES DE EQUINOS E MUARES. 2019.

NEWTON, J. M. et al. Mutations in the human orthologue of the mouse underwhite gene (uw) underlie a new form of oculocutaneous albinism, OCA4. **The American Journal of Human Genetics**, v. 69, n. 5, p. 981-988, 2001.

ORLANDO, Ludovic et al. Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse. **Nature**, v. 499, n. 7456, p. 74-78, 2013.

PEROBELLI, F.; MOSCOPE, L.Q. Avaliação da força tolerada pelos equinos no uso de diversos tipos de embocaduras e equipamentos bitless, 2019.

PRADO-MARTINEZ, Javier et al. The genome sequencing of an albino Western lowland gorilla reveals inbreeding in the wild. **BMC genomics**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2013.

PRUVOST, Melanie et al. Genotypes of pre domestic horses match phenotypes painted in Paleolithic works of cave art. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 46, p. 18626-18630, 2011.

REGATIERI, I.C; MOTA, M. D. S. **Melhoramento Genético de Equinos: Aspectos Bioquímicos**. ARS VETERINARIA, Jaboticabal, SP, v.28, n.4, 227233, 2012.

REISSMANN, Monika; BIERWOLF, J.; BROCKMANN, G. A. Two SNPs in the SILV gene are associated with silver coat colour in ponies. **Animal Genetics**, v. 38, n. 1, p. 1-6, 2007.

REZENDE, A.S.C.; COSTA, M.D. **Pelagem dos equinos: nomenclatura e genética**. 2.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2012. 111p

RIEDER, Stefan et al. Mutations in the agouti (ASIP), the extension (MC1R), and the brown (TYRP1) loci and their association to coat color phenotypes in horses (*Equus caballus*). **Mammalian genome**, v. 12, n. 6, p. 450-455, 2001.

RIEDER, Stefan. Molecular tests for coat colours in horses. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 126, n. 6, p. 415-424, 2009.

ROBINCHAUD, Angela. **Black Silver Rocky Mountain Horse Filly**. Disponível em: <<https://www.silverequisite.org/black-silver.html>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

ROHACH, Raechel. **The Horseaholic**, 2018. Disponível em: <<https://thehorseaholic.com/apple-cider-vinegar-before-after/>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

ROSA, Laura Patterson. Atualizações na genética da pelagem equina. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária Equina**, Jacarei, São Paulo, n. 92, p. 4-10, Novembro/Dezembro, 2020.

SICHINELI, Leandro. **Cromotricologia em equinos**. 2016. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado de São Paulo, Barretos, 2016.

SPONENBERG, D. Phillip; BELLONE, Rebecca. **Equine color genetics**. John Wiley & Sons, 2017.

STACHURSKA, Anna; BRODACKI, Antoni. The issue of blue dun shade inheritance in the horse. **Electron. J. Pol. Agric. Univ**, 2003.

STACHURSKA, Anna et al. Colour variation in blue dun Polish Konik and Biłgoraj horses. **Livestock Production Science**, v. 90, n. 2-3, p. 201-209, 2004.

STACHURSKA, A. et al. Performance in racehorses of various colours. **Livestock Science**, v. 106, n. 2-3, p. 282-286, 2007.

STACHURSKA, Anna; BRODACKI, Antoni. Variation of gene frequencies in ASIP, MC1R and GREY loci in Thoroughbred horses. **Livestock Science**, v. 113, n. 2-3, p. 163-168, 2008.

STUDIO DELORYAN. Search horse. **Horse Reality**, 2022. Disponível em: <<https://www.horsereality.com/search?breed=13&discipline=&gender=mare&location=&stud=&onmarket=>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

THE EQUINE RAINBOW. **Dun**. Disponível em: <<https://equinerainbow.weebly.com/dun.html>>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

THIRUVENKADAN, A. K.; KANDASAMY, N.; PANNEERSELVAM, S. Coat colour inheritance in horses. **Livestock Science**, v. 117, n. 2-3, p. 109-129, 2008.

TÓTH, Zs et al. Quantitative genetic aspects of coat color in horses. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 10, p. 2623-2628, 2006.

VALREN, Tsaag. **Mouse dun pony**, 2019. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mouse_dun_pony_04.jpg>. Acesso em: 20 maio 2022. il. color.

XU, Xiao et al. The genetic basis of white tigers. **Current biology**, v. 23, n. 11, p. 1031-1035, 2013.

ZHAO, Ruo Yang et al. Overview of the genetic control of horse coat color patterns. **Yi Chuan= hereditas**, v. 40, n. 5, p. 357-368, 2018.