



## ESTUDIO GENETICO COLOR DE CAPA

Fecha Solicitud : 28-abr-16

Fecha Informe : 11-may-16

Nº Informe : 4125589

<b>Nombre :</b> PANADERO DIMOBA	<b>Capa LG :</b> CASTAÑA	<b>Sexo :</b> M
<b>Código LG :</b> 724015160319287	<b>Microchip :</b> 10010000724010150051135	
<b>Ganadería :</b>	<b>Titular :</b>	

### METODOLOGIA

El color de la capa del caballo está determinado genéticamente por una serie de genes que establecen el tipo de pigmento que se va a producir, la localización e intensidad del pigmento y su evolución. De todos los genes implicados en estos procesos, tres de ellos explican los tipos básicos de capas mientras que el resto (más de 15) explican las variaciones dentro de cada una de las categorías básicas de las capas. En este estudio se analizan los dos genes responsables del tipo y localización del pigmento (Extensión y Agouti), los factores de dilución Cream, Pearl, Champagne y Silver así como el gen responsable de la aparición de la capa torda (Grey), mediante amplificación en cadena de la polimerasa (PCR) de las regiones polimórficas y escrutinio de las variaciones mediante un analizador genético modelo ABI3130.

### RESULTADO

FORMULA GENÉTICA (Genotipo)
<b>ggEeAaCrCpPchzz</b>

COLOR DE CAPA* (Fenotipo)
<b>PERLA</b>

\* Fenotipo esperado en función de los genes analizados. Además de dichos genes, existen otros que no se contemplan en este estudio y que podrían alterar el fenotipo indicado. Para cualquier información adicional que precise póngase en contacto con el laboratorio.

### Análisis de descendencia

El ejemplar analizado, en función del genotipo del caballo con el que se cruce, y sin tener en cuenta otros genes implicados en el color de la capa, podría tener descendencia de las siguientes capas:

Negro	N.Cenizo	C.Cenizo	Castaña	Bayo	Perla	Alazán	Palomino	Cremello	Tordo	Isabelo	Perlino
NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI

\* Puesto que no se ha identificado ningún P.R.E. que porte los alelos responsables de las diluciones Champagne o Silver, no se contempla la posibilidad de este tipo de dilución.

Para mayor información, consultar con el laboratorio

Responsable Laboratorio  
Ismael M. González Berraquero



ANEXO I: PREDICCIÓN BÁSICA DE DESCENDENCIA

La siguiente tabla muestra los fenotipos así como las proporciones de cada capa esperadas al cruzar el ejemplar analizado con cada una de los genotipos posibles (columna de la izquierda).

\* Puesto que no se ha identificado ningún P.R.E. que porte los alelos responsables de las diluciones Champagne o Silver, no se contempla la posibilidad de este tipo de dilución.

Table with columns for genotype and phenotype percentages. Rows include various combinations like ggEEAACCPrlPrIC, ggEEAACPrpCH, etc., with corresponding color and percentage outcomes.



ggEaaCCrPrpCH	Cremello 12,5%	Crema C. 18,8%	Perla 18,8%	Perlino 50,0%		
ggEaaCCrppCHc	Bayo 18,8%	Cremello 12,5%	Crema C. 18,8%	Negro C. 18,8%	Palomino 12,5%	Perla 18,8%
ggEaaCrCrrpCHc	Cremello 25,0%	Crema C. 37,5%	Perla 37,5%			
ggeeAACCPriPrIC	Perlino 100,0%					
ggeeAACCPriPCH	Bayo 25,0%	Palomino 25,0%	Perlino 50,0%			
ggeeAACCPpCHch	Bayo 50,0%	Palomino 50,0%				
ggeeAACCrPrpCH	Cremello 25,0%	Perla 25,0%	Perlino 50,0%			
ggeeAACCrppCHc	Bayo 25,0%	Cremello 25,0%	Palomino 25,0%	Perla 25,0%		
ggeeAACrCrrpCH	Cremello 50,0%	Perla 50,0%				
ggeeAaCCPriPrIC	Perlino 100,0%					
ggeeAaCCPrpCHc	Bayo 18,8%	Negro C. 6,3%	Palomino 25,0%	Perlino 50,0%		
ggeeAaCCppCHch	Bayo 37,5%	Negro C. 12,5%	Palomino 50,0%			
ggeeAaCCrPrpCH	Cremello 25,0%	Crema C. 6,3%	Perla 18,8%	Perlino 50,0%		
ggeeAaCCrppCHc	Bayo 18,8%	Cremello 25,0%	Crema C. 6,3%	Negro C. 6,3%	Palomino 25,0%	Perla 18,8%
ggeeAaCrCrrpCHc	Cremello 50,0%	Crema C. 12,5%	Perla 37,5%			
ggeeaaCCPriPrCH	Perlino 100,0%					
ggeeaaCCPrpCHc	Bayo 12,5%	Negro C. 12,5%	Palomino 25,0%	Perlino 50,0%		
ggeeaaCCppCHch	Bayo 25,0%	Negro C. 25,0%	Palomino 50,0%			
ggeeaaCCrPrpCH	Cremello 25,0%	Crema C. 12,5%	Perla 12,5%	Perlino 50,0%		
ggeeaaCCrppCHc	Bayo 12,5%	Cremello 25,0%	Crema C. 12,5%	Negro C. 12,5%	Palomino 25,0%	Perla 12,5%
ggeeaaCrCrrpCHc	Cremello 50,0%	Crema C. 25,0%	Perla 25,0%			
GgEEAACCPriPrIC	Tordo 50,0%	Perlino 50,0%				
GgEEAACCPriPCH	Bayo 25,0%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%			
GgEEAACCPpCHc	Bayo 50,0%	Tordo 50,0%				
GgEEAACCrPrpC	Perla 25,0%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%			
GgEEAACCrppCH	Bayo 25,0%	Perla 25,0%	Tordo 50,0%			
GgEEAACrCrrpCH	Perla 50,0%	Tordo 50,0%				
GgEEAaCCPriPrIC	Tordo 50,0%	Perlino 50,0%				
GgEEAaCCPrpCH	Bayo 18,8%	Negro C. 6,3%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%		
GgEEAaCCppCHc	Bayo 37,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%			
GgEEAaCCrPrpC	Crema C. 6,3%	Perla 18,8%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%		
GgEEAaCCrppCH	Bayo 18,8%	Crema C. 6,3%	Negro C. 6,3%	Perla 18,8%	Tordo 50,0%	
GgEEAaCrCrrpCH	Crema C. 12,5%	Perla 37,5%	Tordo 50,0%			
GgEEEaCCPriPrIC	Tordo 50,0%	Perlino 50,0%				
GgEEEaCCPrpCH	Bayo 12,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%		
GgEEEaCCppCHc	Bayo 25,0%	Negro C. 25,0%	Tordo 50,0%			
GgEEEaCCrPrpC	Crema C. 12,5%	Perla 12,5%	Tordo 50,0%	Perlino 25,0%		
GgEEEaCCrppCHc	Bayo 12,5%	Crema C. 12,5%	Negro C. 12,5%	Perla 12,5%	Tordo 50,0%	
GgEEEaCrCrrpCH	Crema C. 25,0%	Perla 25,0%	Tordo 50,0%			

Laboratorio Autorizado por la Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera. Junta de Andalucía, Registro de Laboratorios Agroganaderos y de Especies Silvestres Nº 41/04/PR/PSX

Paseo de Bollullos de la Mitación - Parque Industrial A-49 (PIBO) Bollullos de la Mitación. 41110. Sevilla.

Tel.: 955 77 67 10 . Fax.: 955 77 67 11 [info@nbt.es](mailto:info@nbt.es) [www.nbt.es](http://www.nbt.es)





GgEeAACCPriPrIC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgEeAACCPripCH	Bayo	Palomino	Tordo	Perlino					
	18,8%	6,3%	50,0%	25,0%					
GgEeAACCPpCHc	Bayo	Palomino	Tordo						
	37,5%	12,5%	50,0%						
GgEeAACCrPrpC	Cremello	Perla	Tordo	Perlino					
	6,3%	18,8%	50,0%	25,0%					
GgEeAACCrppCH	Bayo	Cremello	Palomino	Perla	Tordo				
	18,8%	6,3%	6,3%	18,8%	50,0%				
GgEeAACrCrppCH	Cremello	Perla	Tordo						
	12,5%	37,5%	50,0%						
GgEeAaCCPrIPriC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgEeAaCCPrIpCH	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo	Perlino				
	14,1%	4,7%	6,3%	50,0%	25,0%				
GgEeAaCCppCHc	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo					
	28,1%	9,4%	12,5%	50,0%					
GgEeAaCCrPrpC	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo	Perlino				
	6,3%	4,7%	14,1%	50,0%	25,0%				
GgEeAaCCrppCHc	Bayo	Cremello	Crema C.	Negro C.	Palomino	Perla	Tordo		
	14,1%	6,3%	4,7%	4,7%	6,3%	14,1%	50,0%		
GgEeAaCrCrppCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo					
	12,5%	9,4%	28,1%	50,0%					
GgEeaaCCPrIPriC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgEeaaCCPrIpCH	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo	Perlino				
	9,4%	9,4%	6,3%	50,0%	25,0%				
GgEeaaCCppCHc	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo					
	18,8%	18,8%	12,5%	50,0%					
GgEeaaCCrPrpCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo	Perlino				
	6,3%	9,4%	9,4%	50,0%	25,0%				
GgEeaaCCrppCHc	Bayo	Cremello	Crema C.	Negro C.	Palomino	Perla	Tordo		
	9,4%	6,3%	9,4%	9,4%	6,3%	9,4%	50,0%		
GgEeaaCrCrppCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo					
	12,5%	18,8%	18,8%	50,0%					
GgeeAACCPriPrIC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgeeAACCPripCH	Bayo	Palomino	Tordo	Perlino					
	12,5%	12,5%	50,0%	25,0%					
GgeeAACCPpCHc	Bayo	Palomino	Tordo						
	25,0%	25,0%	50,0%						
GgeeAACCrPrpC	Cremello	Perla	Tordo	Perlino					
	12,5%	12,5%	50,0%	25,0%					
GgeeAACCrppCHc	Bayo	Cremello	Palomino	Perla	Tordo				
	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	50,0%				
GgeeAACrCrppCH	Cremello	Perla	Tordo						
	25,0%	25,0%	50,0%						
GgeeAaCCPrIPriC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgeeAaCCPrIpCH	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo	Perlino				
	9,4%	3,1%	12,5%	50,0%	25,0%				
GgeeAaCCppCHc	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo					
	18,8%	6,3%	25,0%	50,0%					
GgeeAaCCrPrpCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo	Perlino				
	12,5%	3,1%	9,4%	50,0%	25,0%				
GgeeAaCCrppCHc	Bayo	Cremello	Crema C.	Negro C.	Palomino	Perla	Tordo		
	9,4%	12,5%	3,1%	3,1%	12,5%	9,4%	50,0%		
GgeeAaCrCrppCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo					
	25,0%	6,3%	18,8%	50,0%					
GgeeaaCCPrIPriC	Tordo	Perlino							
	50,0%	50,0%							
GgeeaaCCPrIpCH	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo	Perlino				
	6,3%	6,3%	12,5%	50,0%	25,0%				
GgeeaaCCppCHc	Bayo	Negro C.	Palomino	Tordo					
	12,5%	12,5%	25,0%	50,0%					
GgeeaaCCrPrpCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo	Perlino				
	12,5%	6,3%	6,3%	50,0%	25,0%				
GgeeaaCCrppCHc	Bayo	Cremello	Crema C.	Negro C.	Palomino	Perla	Tordo		
	6,3%	12,5%	6,3%	6,3%	12,5%	6,3%	50,0%		
GgeeaaCrCrppCH	Cremello	Crema C.	Perla	Tordo					
	25,0%	12,5%	12,5%	50,0%					

\* Fenotipo esperado en función de los genes analizados. Además de dichos genes, existen otros que no se contemplan en este estudio y que podrían alterar el fenotipo indicado. Para cualquier información adicional que precise póngase en contacto con el laboratorio.



En el caso de que este caballo se cruce con un ejemplar tordo homocigótico el 100% de la descendencia será torda.

**ANEXO II: Genes Implicados en la determinación del color de la capa**

GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>E X T E N S I O N</b>	EE	Sólo se produce pigmentación negra. En ausencia de genes de dilución el caballo puede ser Castaño o Negro en función de la forma de localización del pigmento.	Solo aporta a la descendencia pigmento negro. Los caballos con esta combinación no pueden tener descendencia de capa Alazana sea cual sea el genotipo de la pareja.
	Ee	Existen ambos pigmentos, negro y rojo, en el pelo. El caballo puede Castaño o Negro en función de la forma de distribución del pigmento negro (dada por el gen Agouti) y en ausencia de genes diluyentes.	Aporta a la descendencia pigmento negro y rojo.
	ee	Solo se produce pigmento rojo. El caballo será Alazán en ausencia de genes diluyentes	Solo aporta a la descendencia pigmento rojo.

GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>G R E Y</b>	GG	El ejemplar será tordo con independencia del resto de la fórmula genética. El proceso de aclaración es más rápido y tienen mayor probabilidad de sufrir melanoma y vitiligo.	Toda la descendencia será torda, con independencia del animal con el que se cruce.
	Gg	Enmascara la pigmentación. El ejemplar será tordo con independencia del resto de la fórmula genética. El proceso de aclaración es menos homogéneo y tienen mayor probabilidad de mostrar moteado.	Este caballo puede dar descendencia torda y NO torda, en función del animal con el que se cruce.
	gg	No se enmascara la pigmentación. El ejemplar será fenotípicamente NO TORDO presentando el color de capa (fenotipo) que marque el resto de genes de la fórmula genética (genotipo).	Este caballo puede dar descendencia torda y NO torda, en función del animal con el que se cruce.

GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>A G O U T I</b>	AA	La presencia de "A" restringe el pigmento negro a las puntas del caballo (cola, crin, manos). El caballo será Castaño en ausencia de genes diluyentes.	Este caballo no puede tener descendencia de capa Negra sea cual sea el genotipo de la pareja
	Aa	La presencia de "A" restringe el pigmento negro a las puntas del caballo (cola, crin, manos). El caballo será Castaño en ausencia de genes diluyentes.	Este caballo puede tener descendientes de capa Negra o Castaña.
	aa	El pigmento negro se distribuye por todo el cuerpo. El caballo será Negro en ausencia de genes diluyentes. La presencia del alelo "a" aumenta la probabilidad de aparición de melanomas.	Solo aporta información para producir descendencia negra

GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>C R E A M</b>	CC	No se produce dilución del color. El caballo será Castaño, Alazán o Negro dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.	No aporta genes de dilución a la descendencia.
	CCr	Se produce una dilución simple del color. El caballo será Bayo, Palomino o Negro cenizo dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes.	El 50% de la descendencia llevará el gen de dilución.
	CrCr	Se produce una dilución doble del color. El caballo será Perla, Cremello o Crema cenizo dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes	Toda la descendencia tendrá, al menos un gen de dilución, por lo que será Bayo, Palomino o Negro cenizo dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.



GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>P E A R L</b>	pp	No se produce dilución del color. El caballo será Castaño, Alazán o Negro dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.	No aporta genes de dilución a la descendencia.
	PrPp	Se detecta una copia de la secuencia alterada. Si la dilución Cream también está presente, el caballo tendrá un fenotipo Perlino.	El 50% de la descendencia llevará el gen de dilución.
	PriPri	Las dos copias de la secuencia están alteradas. El fenotipo del caballo será Isabela.	Toda la descendencia llevará al menos un gen de dilución, por lo que su fenotipo dependerá de la presencia de otros genes de dilución.

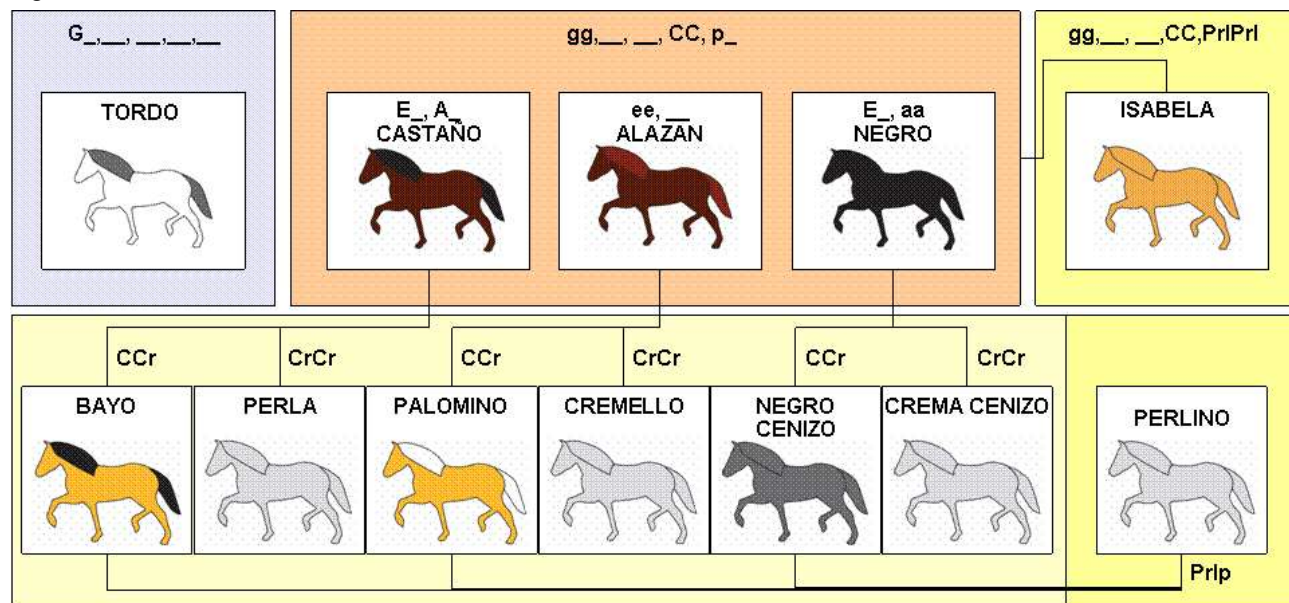
GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>C H A M P A G N E</b>	chch	No se produce dilución del color. El caballo será Castaño, Alazán o Negro dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.	No aporta genes de dilución a la descendencia.
	CHch	Se detecta una copia de la secuencia alterada. El caballo será Ámbar, Oro o Clásico en función de su capa básica.	El 50% de la descendencia llevará el gen de dilución.
	CHCH	Las dos copias de la secuencia están alteradas. Al ser un gen dominante no existe diferencia con el genotipo CHch.	Toda la descendencia portará el gen de dilución, por lo que será Ámbar, Oro o Clásico en función de su capa básica.

GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
<b>S I L V E R</b>	zz	No se produce dilución del color. El caballo será Castaño, Alazán o Negro dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.	No aporta genes de dilución a la descendencia.
	Zz	Se detecta una copia de la secuencia alterada. El pigmento negro se diluye, especialmente en crin y cola. Los caballos cuya capa básica sea la Alazana no se ven afectados.	El 50% de la descendencia llevará el gen de dilución.
	ZZ	Las dos copias de la secuencia están alteradas. Al ser un gen dominante no existe diferencia con el genotipo Zz.	Toda la descendencia portará el gen de dilución, por lo que su capa dependerá de la capa básica.

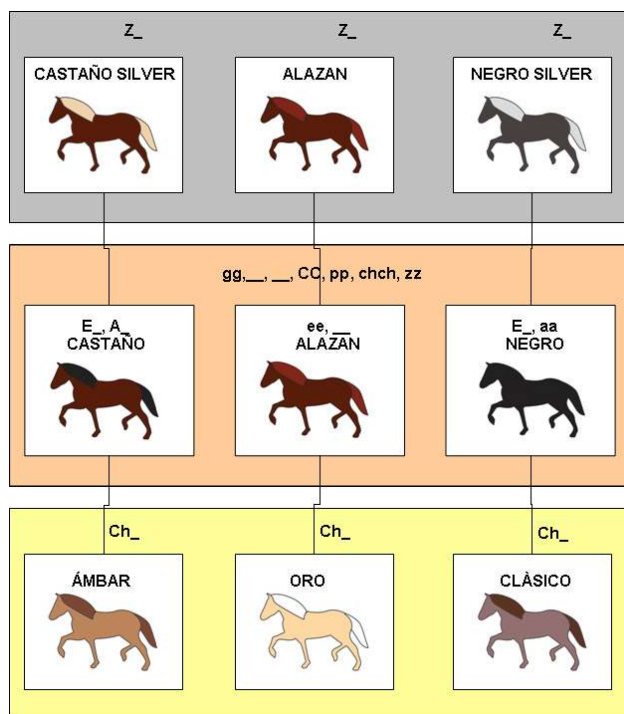


### ANEXO III: Capas Básicas y capas diluidas

Los genes Extension, Agouti y las diluciones Cream y Pearl se combinan entre sí para generar las tres capas básicas y ocho capas diluidas, según se esquematiza en la figura inferior. Dentro de cada una de estas capas, existe a su vez variaciones que están determinadas por el efecto aditivo de otros genes de dilución. La presencia de uno o dos alelos dominantes del gen Grey (Gg o GG), simbolizado como G\_, da lugar a caballos tordos.



La presencia de genes de dilución Champagne y Silver provoca la aparición de otras cinco capas diluidas (figura inferior).







### Capas básicas:

Castaño, Alazán y Negro: Para generar alguna de estas tres capas el gen Grey no debe ser funcional (simbolizado como gg) y no debe haber factores de dilución.

*Negro*: Existe al menos un alelo de producción de eumelanina (EE o Ee, simbolizado como E\_) y ningún alelo de acumulación parcial del pigmento (aa)

*Castaño*: Existe al menos un alelo de producción de eumelanina (EE o Ee, simbolizado como E\_) y al menos un alelo de acumulación parcial del pigmento (AA o Aa, simbolizado como A\_)

*Alazán*: La condición para obtener esta capa es que no se de ningún alelo de producción de eumelanina o pigmento negro.

### Capas diluidas:

La presencia de los factores de dilución Cream, Pearl, Champagne o Silver (simbolizados como Cr, Prl, CH o Z) y sus combinaciones generan los siguientes fenotipos:

- En ausencia de Pearl, la dilución Cream sobre individuos Castaño, Alazán o Negro genera Bayo o Perla; Palomino o Cremello y Negro cenizo o Crema cenizo respectivamente.
- La combinación de una dilución Cream y una dilución Pearl genera el fenotipo Perlino, este fenotipo es similar al generado por una doble dilución Cream.
- La presencia de doble dilución Pearl da lugar al fenotipo Isabelo.
- En individuos con doble dilución CrCr y CrPrl, la presencia de alelos G puede quedar enmascarada debido a la extrema falta de pigmento en estos animales, cuya piel es rosada.
- Silver y Champagne son genes dominantes, por lo que no se aprecia diferencia entre la presencia de uno o dos alelos mutantes.
- El gen de dilución Silver es específico del pigmento negro, por lo cual no ejerce efecto sobre aquellos caballos que carecen de dicho pigmento (Alazanes y sus diluidos).
- El gen de dilución Champagne no solo afecta al pigmento del pelo, sino también al presente en la piel, por lo que estos animales tienen la piel rosa y ojos de color claro. Además es el único factor de dilución cuyo efecto aumenta con la edad.
- La presencia de múltiples factores de dilución produce caballos de capas muy claras, que a veces son confundidos con albinos.