



## ESTUDIO GENETICO COLOR DE CAPA

Fecha Solicitud : 08-feb-11

Fecha Informe : 16-feb-11

Nº Informe : 3945445

<b>Nombre :</b> DOLCA	<b>Capa LG :</b> TORDA	<b>Sexo :</b> H
<b>Código LG :</b> 190101002008697	<b>Microchip :</b> 7F7F300354	
<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

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

<b>COLOR DE CAPA* (Fenotipo)</b>
<b>TORDO</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	Castaño	Bayo	Perla	Alazán	Palomino	Cremello	Tordo	Isabelo	Perlino
SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO

\* 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  
Dr. José Redondo Nevado  
Colegiado Número: 1791



## 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.

ggEEAACCPrlPrl	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEEAACCPrlp	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEEAACCpp	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEEAACCrPrp	Bayo	Castaño	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEEAACCrpp	Bayo	Castaño	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEEAACrCrpp	Bayo	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEEAaCCPrIPrl	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEEAaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEEAaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEEAaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	18,8%	18,8%	6,3%	6,3%	50,0%
ggEEAaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	18,8%	18,8%	6,3%	6,3%	50,0%
ggEEAaCrCrpp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEEaaCCPrIPrl	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEEaaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEEaaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEEaaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	50,0%
ggEEaaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	50,0%
ggEEaaCrCrpp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeAACCPrlPrl	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEeAACCPrlp	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEeAACCpp	Castaño	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEeAACCrPrIp	Bayo	Castaño	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeAACCrpp	Bayo	Castaño	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeAACrCrpp	Bayo	Tordo			
	50,0%	50,0%			
ggEeAaCCPrIPrl	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEeAaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEeAaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEeAaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	18,8%	18,8%	6,3%	6,3%	50,0%
ggEeAaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	18,8%	18,8%	6,3%	6,3%	50,0%
ggEeAaCrCrpp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	37,5%	12,5%	50,0%		
ggEeaaCCPrIPrl	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeaaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeaaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	25,0%	25,0%	50,0%		
ggEeaaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	50,0%



ggEeaaCCrpp	Bayo 12,5%	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%
ggEeaaCrCrrp	Bayo 25,0%	Negro C. 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeAACCPrIPri	Castaño 50,0%	Tordo 50,0%			
ggeeAACCPrIp	Castaño 50,0%	Tordo 50,0%			
ggeeAACCpp	Castaño 50,0%	Tordo 50,0%			
ggeeAACCPrIp	Bayo 25,0%	Castaño 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeAACCrrpp	Bayo 25,0%	Castaño 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeAACrCrrp	Bayo 50,0%	Tordo 50,0%			
ggeeAaCCPrIPri	Castaño 37,5%	Negro 12,5%	Tordo 50,0%		
ggeeAaCCPrIp	Castaño 37,5%	Negro 12,5%	Tordo 50,0%		
ggeeAaCCpp	Castaño 37,5%	Negro 12,5%	Tordo 50,0%		
ggeeAaCCrPrIp	Bayo 18,8%	Castaño 18,8%	Negro 6,3%	Negro C. 6,3%	Tordo 50,0%
ggeeAaCCrrpp	Bayo 18,8%	Castaño 18,8%	Negro 6,3%	Negro C. 6,3%	Tordo 50,0%
ggeeAaCrCrrp	Bayo 37,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%		
ggeeaaCCPrIPri	Castaño 25,0%	Negro 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeaaCCPrIp	Castaño 25,0%	Negro 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeaaCCpp	Castaño 25,0%	Negro 25,0%	Tordo 50,0%		
ggeeaaCCrPrIp	Bayo 12,5%	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%
ggeeaaCCrrpp	Bayo 12,5%	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 50,0%
ggeeaaCrCrrp	Bayo 25,0%	Negro C. 25,0%	Tordo 50,0%		
GgEEAACCPrIPri	Castaño 25,0%	Tordo 75,0%			
GgEEAACCPrIp	Castaño 25,0%	Tordo 75,0%			
GgEEAACCpp	Castaño 25,0%	Tordo 75,0%			
GgEEAACCrPrIp	Bayo 12,5%	Castaño 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEEAACCrrpp	Bayo 12,5%	Castaño 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEEAACrCrrp	Bayo 25,0%	Tordo 75,0%			
GgEEAaCCPrIPri	Castaño 18,8%	Negro 6,3%	Tordo 75,0%		
GgEEAaCCPrIp	Castaño 18,8%	Negro 6,3%	Tordo 75,0%		
GgEEAaCCpp	Castaño 18,8%	Negro 6,3%	Tordo 75,0%		
GgEEAaCCrPrIp	Bayo 9,4%	Castaño 9,4%	Negro 3,1%	Negro C. 3,1%	Tordo 75,0%
GgEEAaCCrrpp	Bayo 9,4%	Castaño 9,4%	Negro 3,1%	Negro C. 3,1%	Tordo 75,0%
GgEEAaCrCrrp	Bayo 18,8%	Negro C. 6,3%	Tordo 75,0%		
GgEEaaCCPrIPri	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEEaaCCPrIp	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEEaaCCpp	Castaño 12,5%	Negro 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEEaaCCrPrIp	Bayo 6,3%	Castaño 6,3%	Negro 6,3%	Negro C. 6,3%	Tordo 75,0%
GgEEaaCCrrpp	Bayo 6,3%	Castaño 6,3%	Negro 6,3%	Negro C. 6,3%	Tordo 75,0%
GgEEaaCrCrrp	Bayo 12,5%	Negro C. 12,5%	Tordo 75,0%		
GgEeAACCPrIPri	Castaño 25,0%	Tordo 75,0%			
GgEeAACCPrIp	Castaño 25,0%	Tordo 75,0%			



GgEeAACCPp	Castaño	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgEeAACCrPrp	Bayo	Castaño	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgEeAACCrpp	Bayo	Castaño	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgEeAACCrpp	Bayo	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgEeAaCCPrIPri	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgEeAaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgEeAaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgEeAaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	9,4%	9,4%	3,1%	3,1%	75,0%
GgEeAaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	9,4%	9,4%	3,1%	3,1%	75,0%
GgEeAaCrCrrp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgEeaaCCPrIPri	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgEeaaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgEeaaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgEeaaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	75,0%
GgEeaaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	75,0%
GgEeaaCrCrrp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeeAACCPriPri	Castaño	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgeeAACCPriP	Castaño	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgeeAACCPp	Castaño	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgeeAACCrPrIp	Bayo	Castaño	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeeAACCrpp	Bayo	Castaño	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeeAACCrpp	Bayo	Tordo			
	25,0%	75,0%			
GgeeAaCCPrIPri	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgeeAaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgeeAaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgeeAaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	9,4%	9,4%	3,1%	3,1%	75,0%
GgeeAaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	9,4%	9,4%	3,1%	3,1%	75,0%
GgeeAaCrCrrp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	18,8%	6,3%	75,0%		
GgeaaaCCPrIPri	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeaaaCCPrIp	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeaaaCCpp	Castaño	Negro	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		
GgeaaaCCrPrIp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	75,0%
GgeaaaCCrpp	Bayo	Castaño	Negro	Negro C.	Tordo
	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	75,0%
GgeaaaCrCrrp	Bayo	Negro C.	Tordo		
	12,5%	12,5%	75,0%		

\* 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 ser 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
PEARL	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.

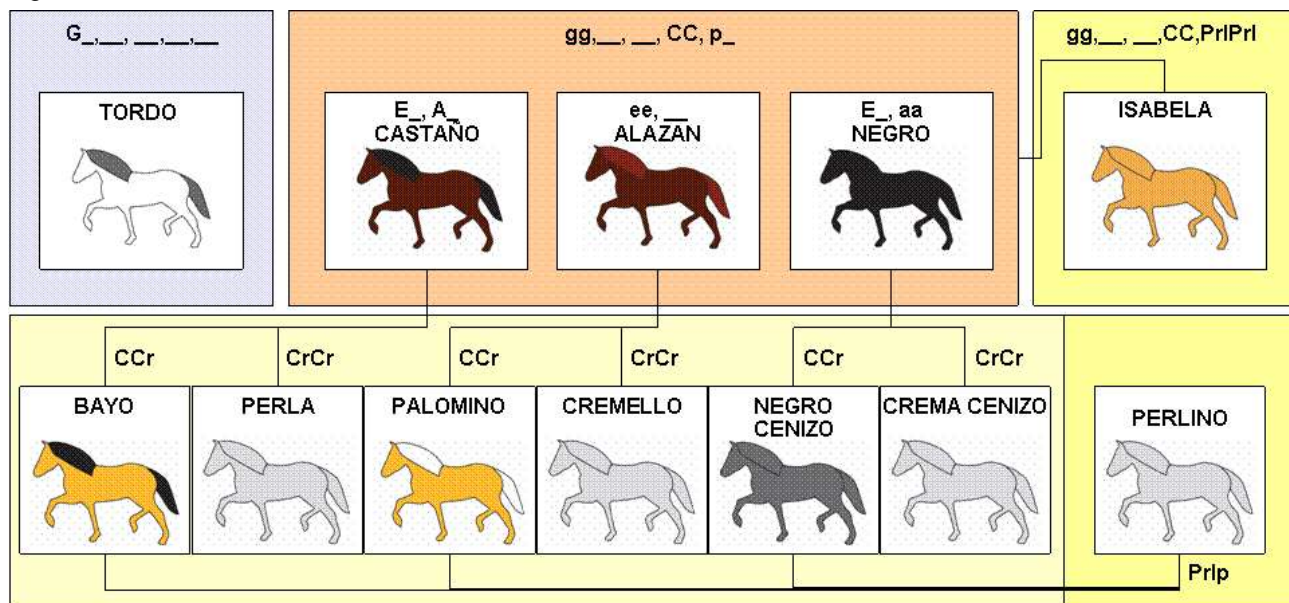
GEN		EJEMPLAR	DESCENDENCIA
CHAMPAGNE	chch	No se produce dilución del color. El caballo será Castaño, Alazán o Negro dependiendo de la capa básica y en ausencia de otros genes diluyentes.	No aporta genes de dilución a la descendencia.
	CHch	Se detecta una copia de la secuencia alterada. El caballo será 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
SILVER	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.

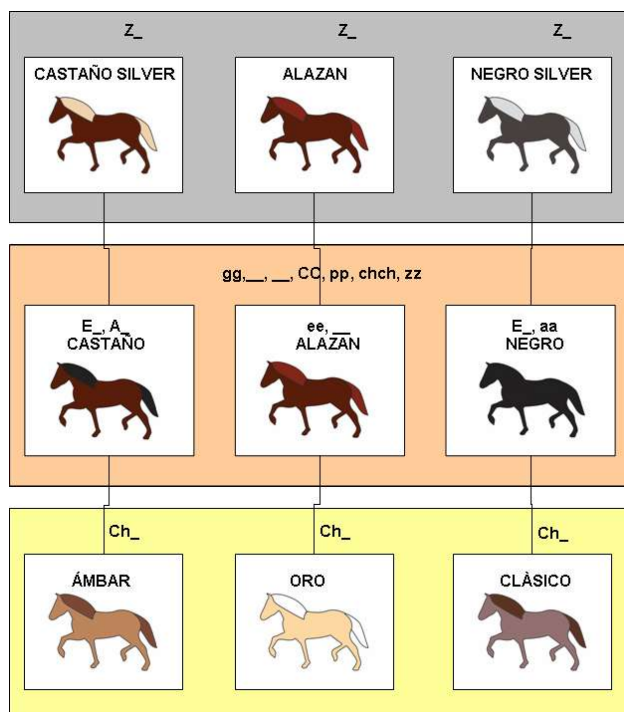


### ANEXO III: Capas Básicas y capas diluidas

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<sub>-</sub>, 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.