

# **CLASE 5**

## **GENÉTICA DE CARACTERES CUANTITATIVOS**

**DBT 792**

## **GENÉTICA Y GENÓMICA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Profesor**

**Dr. José Gallardo**

# PLAN DE LA CLASE

## Introducción

- Variación continua y categórica
- Rasgos cuantitativos y su importancia en producción animal
- Modelo básico: 1 gen con 2 alelos.

## Práctica

- Simular herencia poligénica
- Calcular efecto de un gen y breeding value.
- Tarea datacamp

# VARIACIÓN CONTINUA

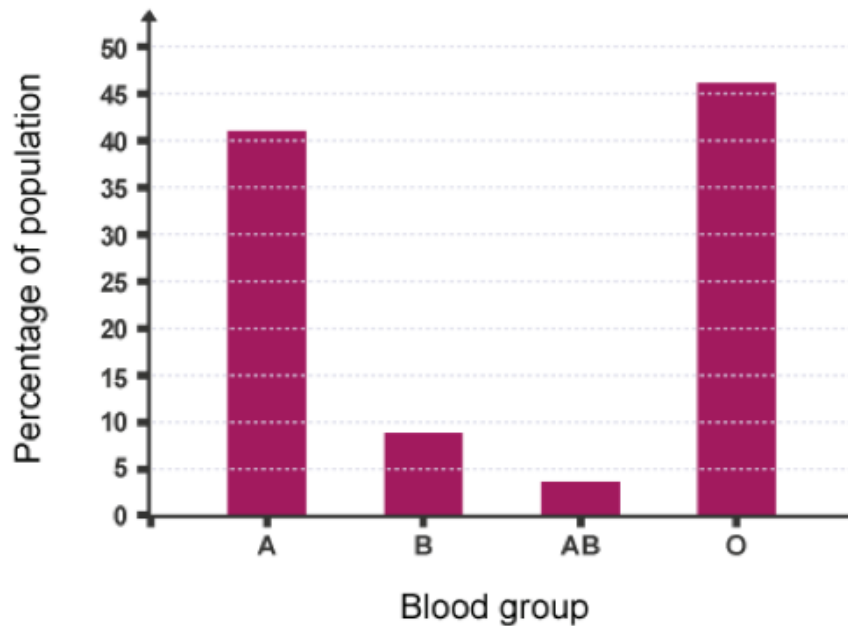
$v/s$

# VARIACIÓN DISCRETA

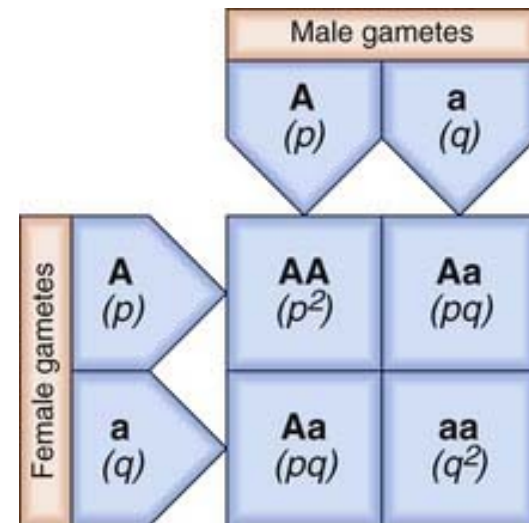
# VARIACIÓN Y HERENCIA DE CARACTERES CUALITATIVOS

- Variación discontinua o discreta o cualitativa.
- La herencia se transmite por elementos particulados (alelos).
- Segregación y transmisión independiente de caracteres.
- Equilibrio de H-W, mutación, selección, migración, deriva.

## Variación discontinua

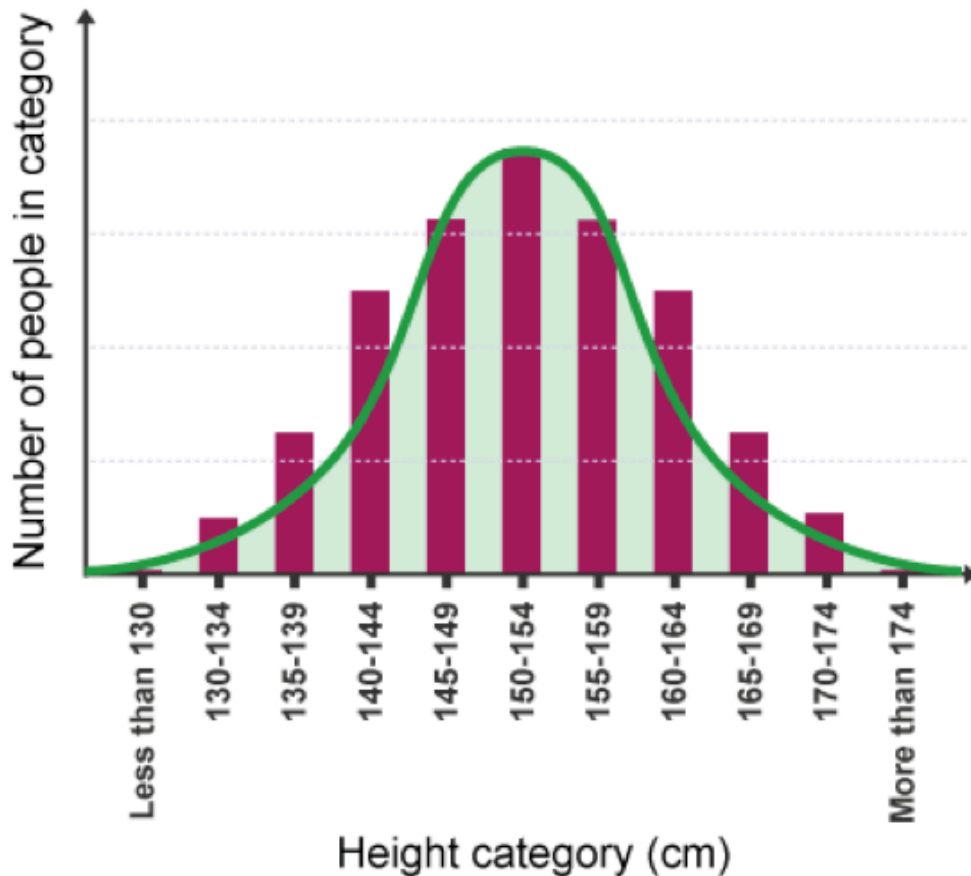


## Modo de herencia



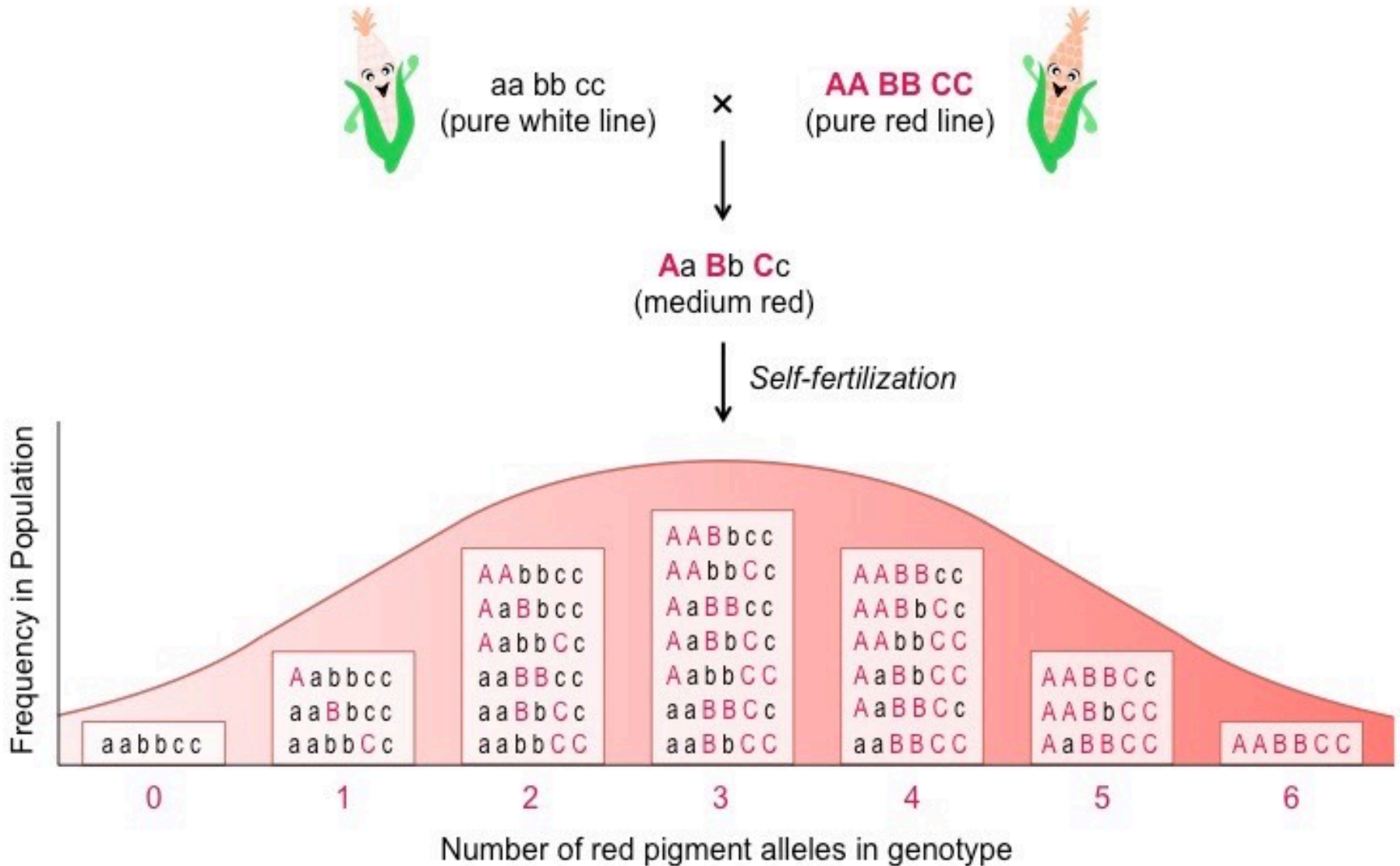
# VARIACIÓN DE CARACTERES CUANTITATIVOS

Variación continua (estatura).



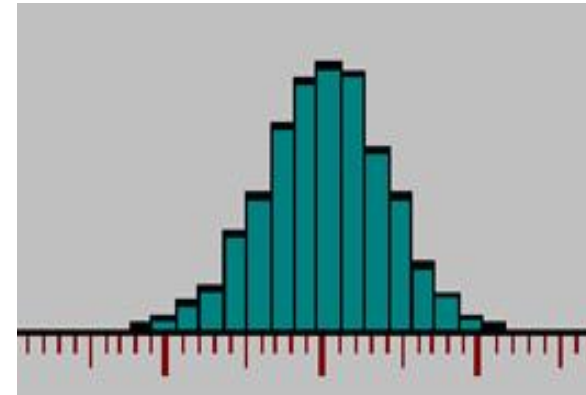
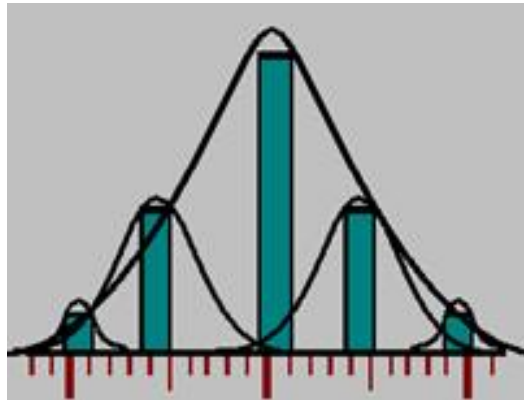
- ¿Cuál es el modo de herencia?
- ¿Cómo explicamos la variación continua?
- ¿Aplican los mismos principios a nivel poblacional?

# HERENCIA POLIGÉNICA DE CARACTERES CUANTITATIVOS



# EFFECTO AMBIENTAL SOBRE CARACTERES CUANTITATIVOS

aa bb x AA BB



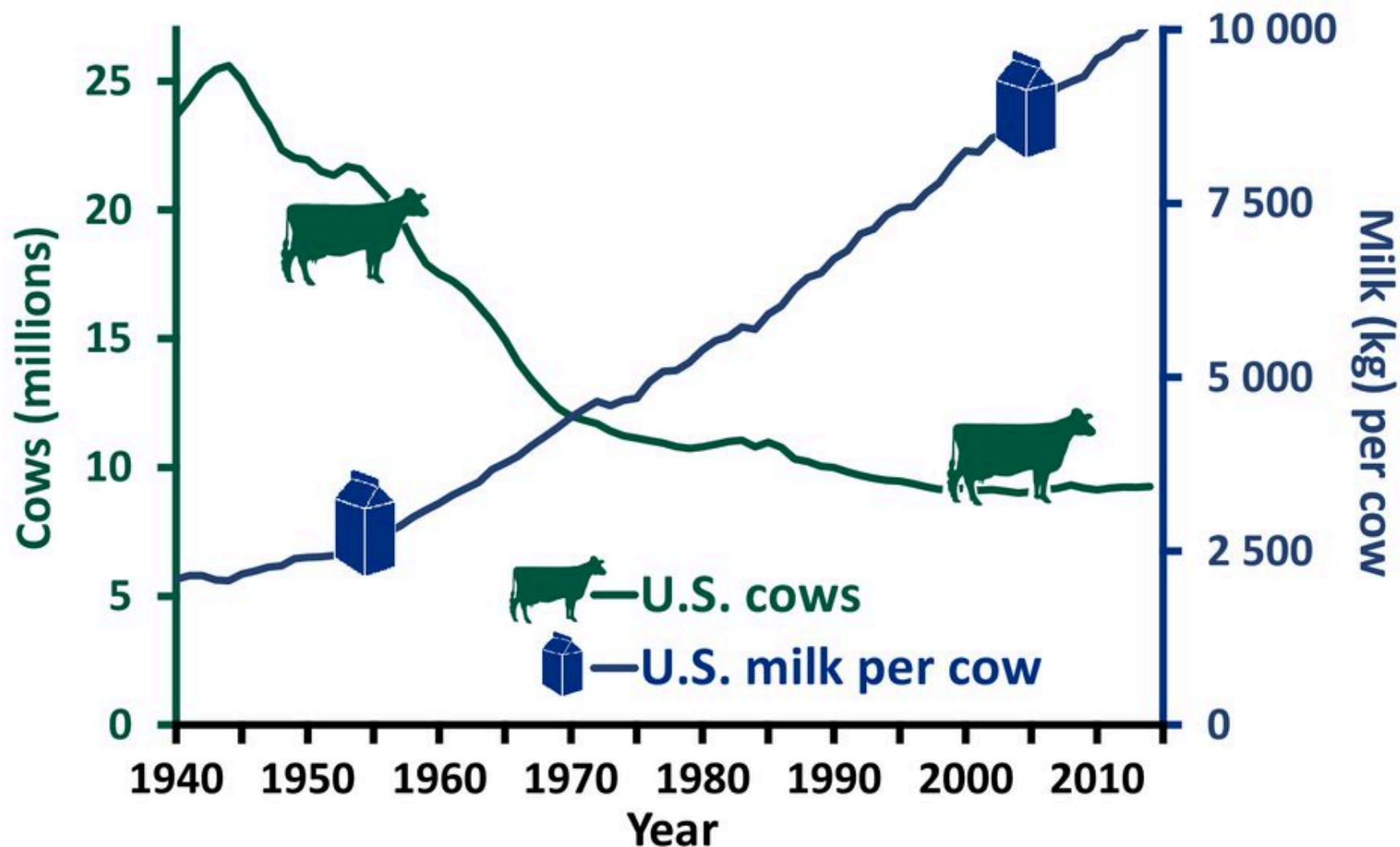
(1 x 2 x 3 x 2 x 1)

**Genotipo + Ambiente (manejo productivo) = Fenotipo**

# **IMPORTANCIA DE LOS CARACTERES CUANTITATIVOS EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



# U.S. dairy population & milk yield





## Past Success in feed efficiency (Plastow 2012)

**1972**



**836 pounds**



**220 pounds**

**FCR: 3.8**



**32%**

**2007**



**715 pounds**



**275 pounds**

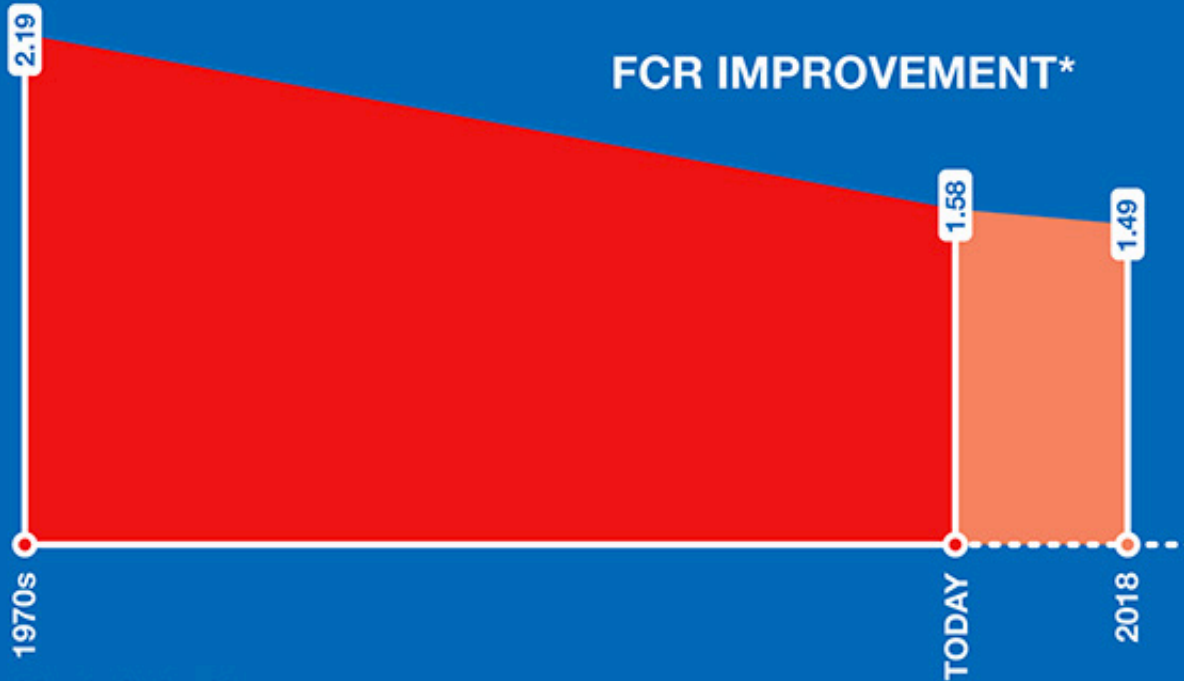
**FCR: 2.6**

ROSS® CELEBRATES 60 YEARS OF SUCCESS

# IMPROVED PRODUCT PERFORMANCE<sup>1</sup>



## FCR IMPROVEMENT\*



\*Adjusted to 2kg liveweight



## WEIGHT FOR AGE

**45g** per year heavier

## BREAST MEAT YIELD

**0.25%** improvement year on year



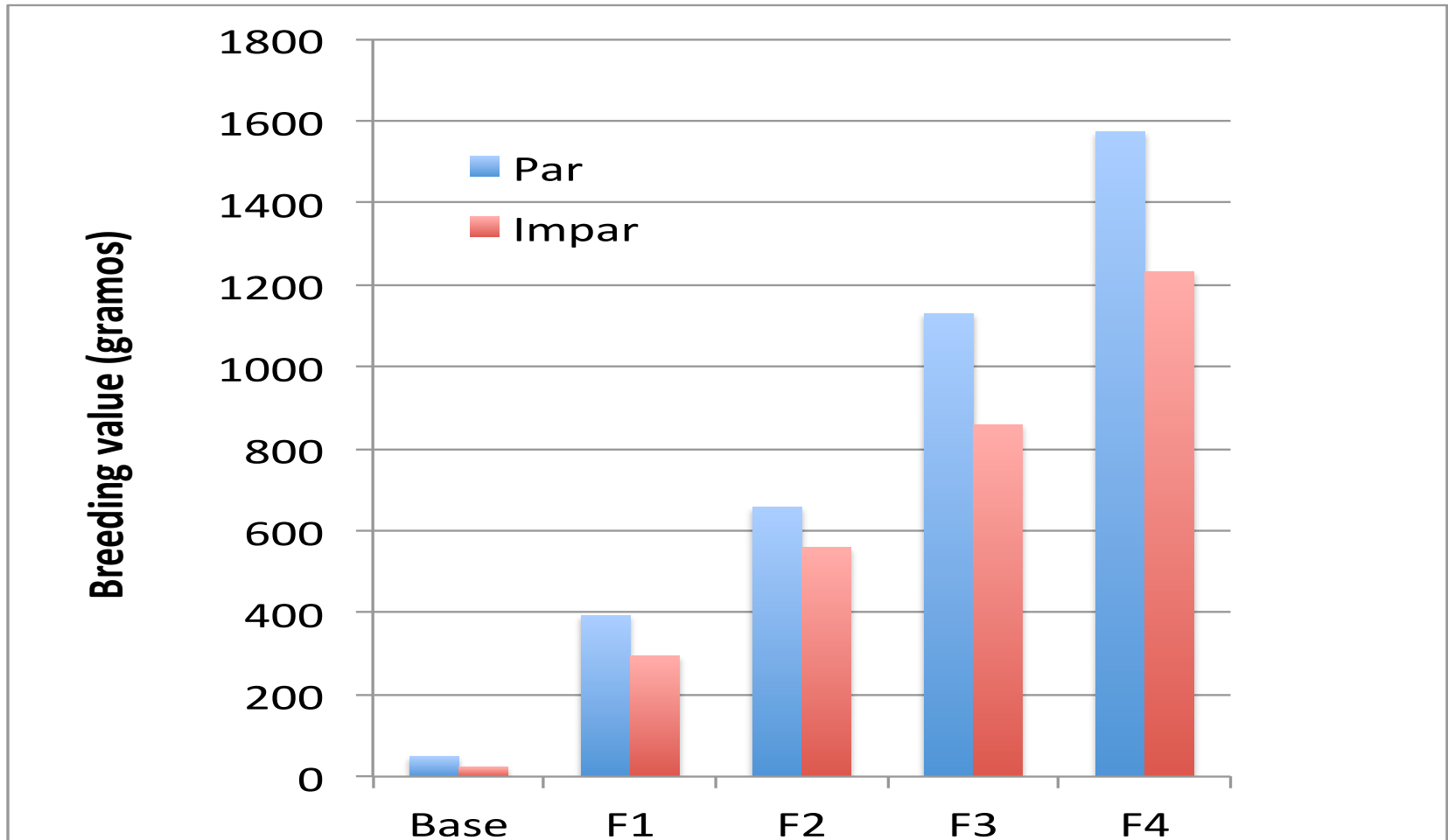
REFERENCE 1. Genetic predictions from Aviagen Breeding Program verified by product trials.

Aviagen® and the Aviagen logo and Ross and the Ross logo are registered trademarks of Aviagen in the US and other countries. All other trademarks or brands are registered by their respective owners. © 2015 Aviagen.



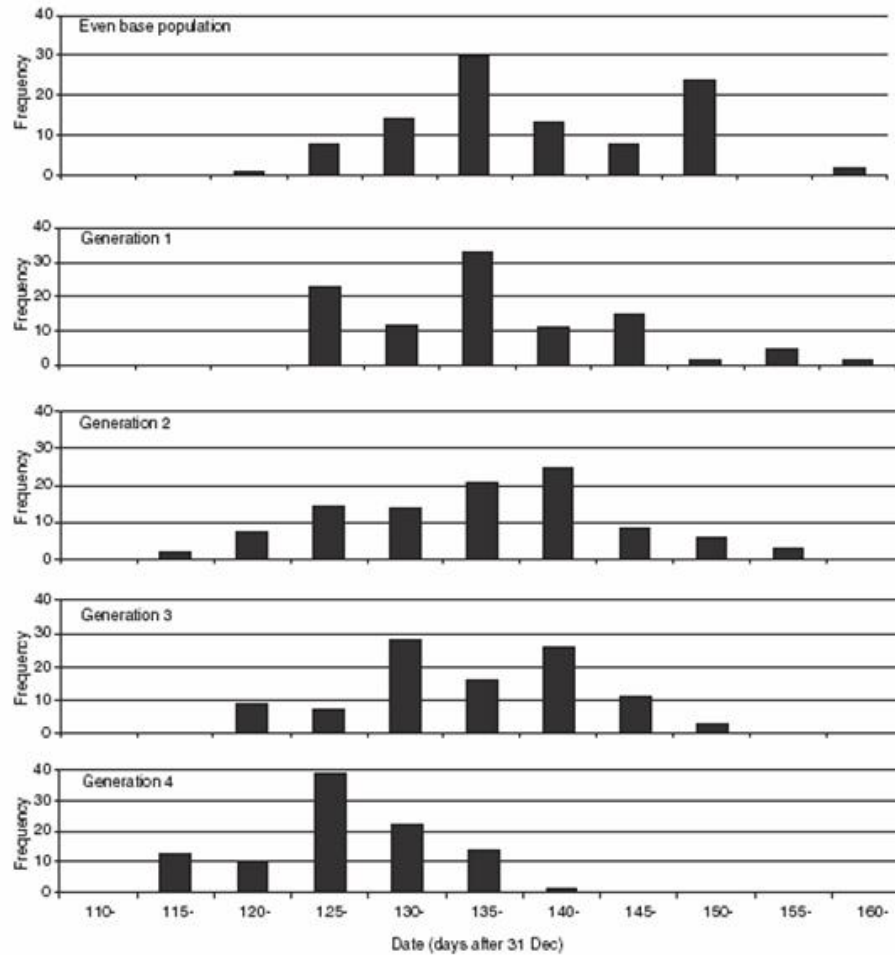
# MEJORA GENÉTICA DE SALMÓN COHO EN CHILE

## CRECIMIENTO



# MEJORA GENÉTICA DE SALMÓN COHO EN CHILE

## FECHA DE DESOVE



# **MODELO BÁSICO**

1 GEN CON 2 ALELOS

# MEDIDAS DEL VALOR DE UN INDIVIDUO.

$$P = G + E$$

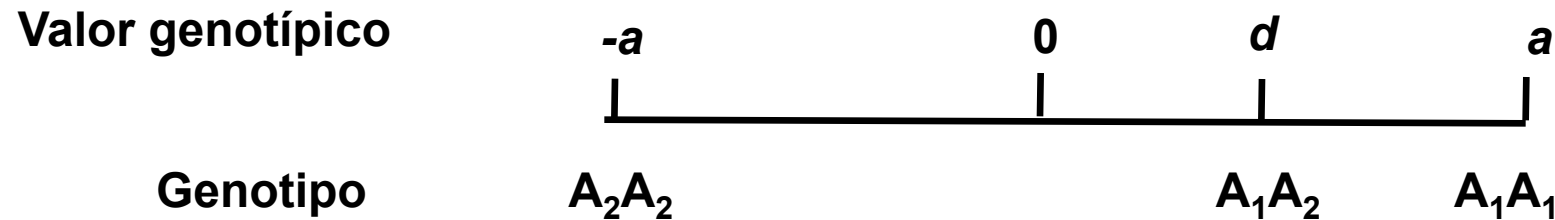
**1. Valor fenotípico (Phenotypic):** Se refiere al fenotipo de un individuo medido en un momento dado (Ej, peso cosecha, producción de leche).

**2. Valor genotípico o genético (Genotypic):** Se refiere a la habilidad genética total de un individuo en relación a su población, producto del conjunto particular de genes que tiene.

**3.- Desviación ambiental (Environment):** Se refiere a todas las circunstancias no genéticas (ambiente y manejo productivo) que determinan el valor fenotípico.

# EFFECTO DE UN GEN SOBRE UN CARÁCTER CUANTITATIVO

**Interacción entre alelos:** los alelos quizás interactúan entre sí para producir un fenotipo diferente al esperado.



El valor de “ $d$ ” depende del grado de dominancia.

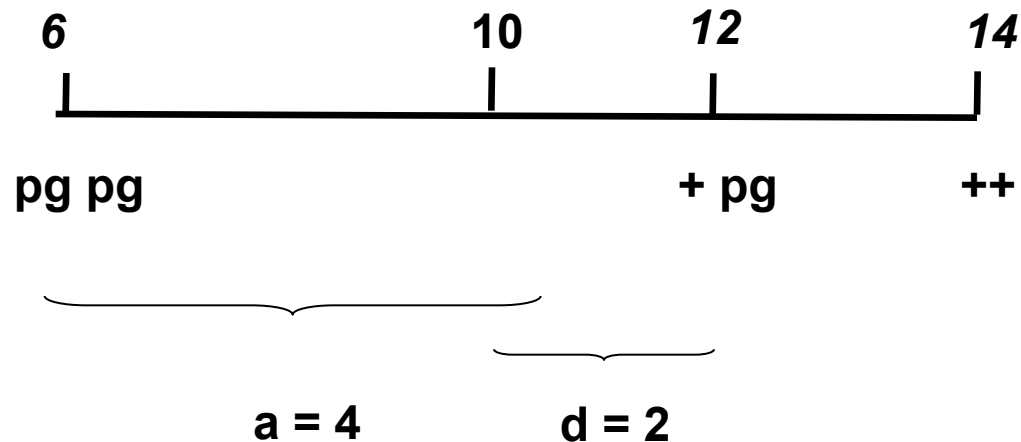
- 1.- **Acción totalmente aditiva ( $a$ )** implica que  $d = 0$ .
- 2.- **Con dominancia parcial.** Si  $A_1$  es dominante sobre  $A_2$  “ $d$ ” es positivo; si  $A_2$  es dominante sobre  $A_1$  “ $d$ ” es negativo.
- 3.- **Con dominancia completa.**  $d = -a$ ,  $d = a$ .
- 4.- **Con sobredominancia.** “ $d$ ” es mayor que “ $a$ ” o menor que “ $-a$ ”



# EJEMPLO GEN PIGMEO (pg)

Peso promedio a las 6 semanas de edad en una línea de ratones de laboratorio

	Genotipos		
	++	+pg	pg pg
Peso (g)	14	12	6



# VALOR PROMEDIO EN UNA POBLACIÓN

**Caso 1.** Un gen con dos alelos.

Genotipo	Frecuencia	Valor	Frec. x Valor
$A_1A_1$	$p^2$	+a	$p^2 a$
$A_1A_2$	$2pq$	d	$2pqd$
$A_2A_2$	$q^2$	-a	$-q^2 a$
		Suma	<b><math>M = a(p-q) + 2pqd</math></b>

**Ejercicio 1.** Cuál es el promedio poblacional si la frecuencia del alelo + = 0.

**Ejercicio 2.** Calcule el promedio fenotípico de una población de ratones en que la frecuencia del gen pg (q) es de 0.1, repita para otra población donde pg = 0.4.

**M (q=0.1)=**

**M (q=0.4)=**

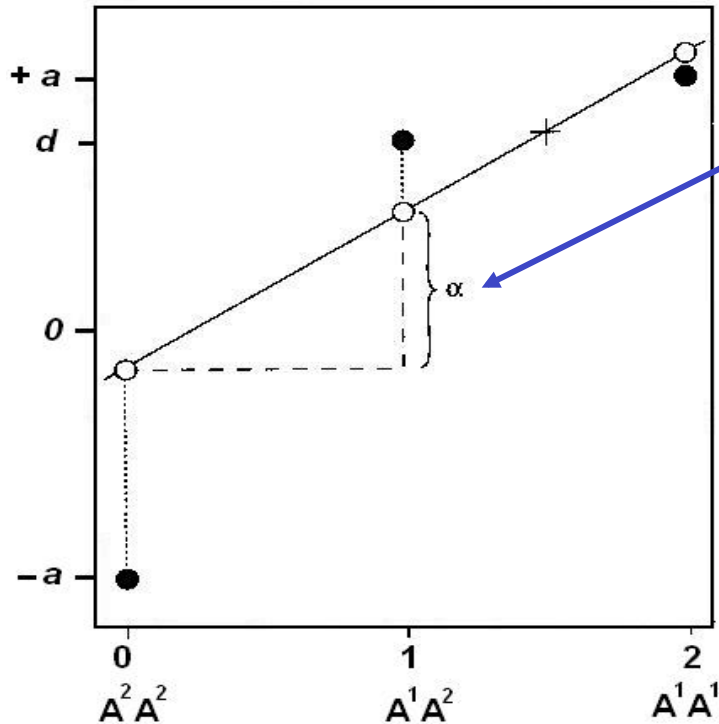
# EFEECTO PROMEDIO DE UN GEN.

Dado que los individuos pasan sus genes y no sus genotipos a la descendencia, es necesario establecer una nueva medida del valor de los genes de un individuo distinto al valor genotípico.

**Efecto promedio de un gen ( $\alpha_1$ )** = Es el desvío promedio desde el promedio poblacional (**M**) de los individuos que reciben ese gen (ej. A<sub>1</sub>) de un padre, y el otro gen del otro padre puede ser cualquiera de la población (ej. A<sub>1</sub> o A<sub>2</sub>).

Gamet o	Valor y Frec. de genotipos			Valor promedio de los genotipos producidos	Promedi o poblacio nal	Efecto promedio del gen
	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>			
	a	d	-a			
A <sub>1</sub>	p	q		pa +qd	M	$\alpha_1 = q[a + d(q-p)]$
A <sub>2</sub>		p	q	-qa + pd	M	$\alpha_2 = -p[a + d(q-p)]$

# EFECTO PROMEDIO DE LA SUSTITUCIÓN DE UN GEN.



$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 =$  el efecto promedio de la sustitución de un gen.

$$\alpha = a + d (q-p)$$

$$\alpha_1 = q[a + d(q-p)]$$

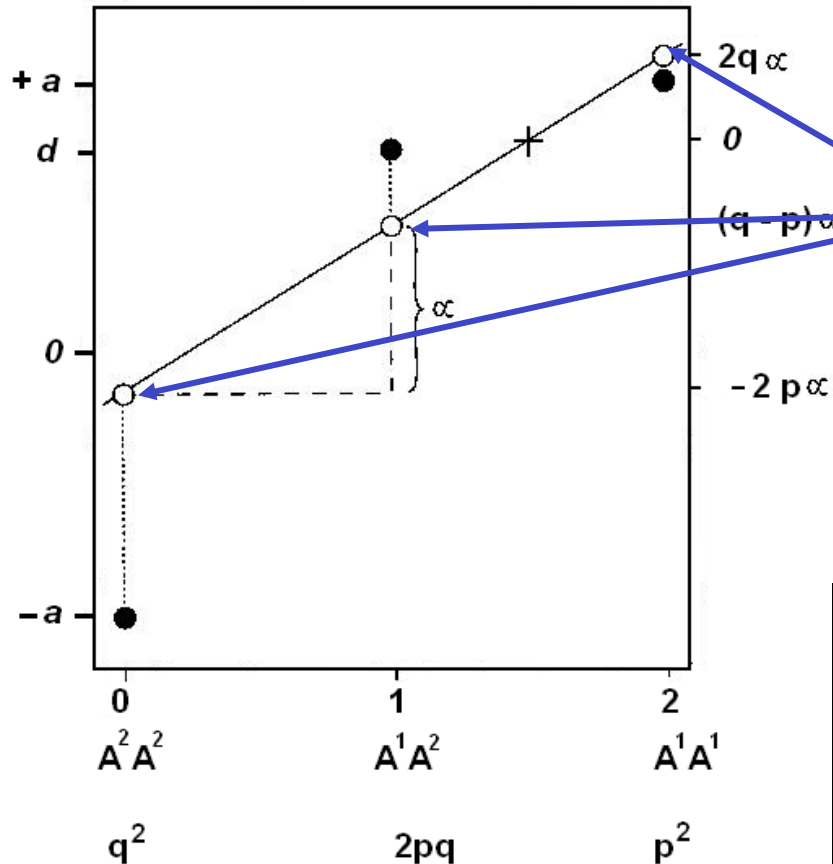
$$\alpha_2 = -p[a + d(q-p)]$$

**Ejercicio:**

Calcule el efecto promedio para el gen + y pg.

Efecto promedio	$q = 0.1$	$q = 0.4$
+ ( $\alpha_1$ )		
Pg ( $\alpha_2$ )		
$\alpha$		

# BREEDING VALUE - VALOR GENÉTICO ADITIVO



**El breeding value** es la suma de los efectos promedio de todos los genes que posee un individuo para un rasgo.

Genotipo	Breeding value
$A_1A_1$	$2 (\alpha_1) = 2q\alpha$
$A_1A_2$	$(\alpha_1 + \alpha_2) = \alpha (q-p)$
$A_2A_2$	$2 (\alpha_2) = -2p\alpha$

# EJERCICIO CÁLCULO DEL BREEDING VALUE

Genotipo	Valor de cría
$A_1A_1$	$2q\alpha$
$A_1A_2$	$\alpha (q-p)$
$A_2A_2$	$-2q\alpha$

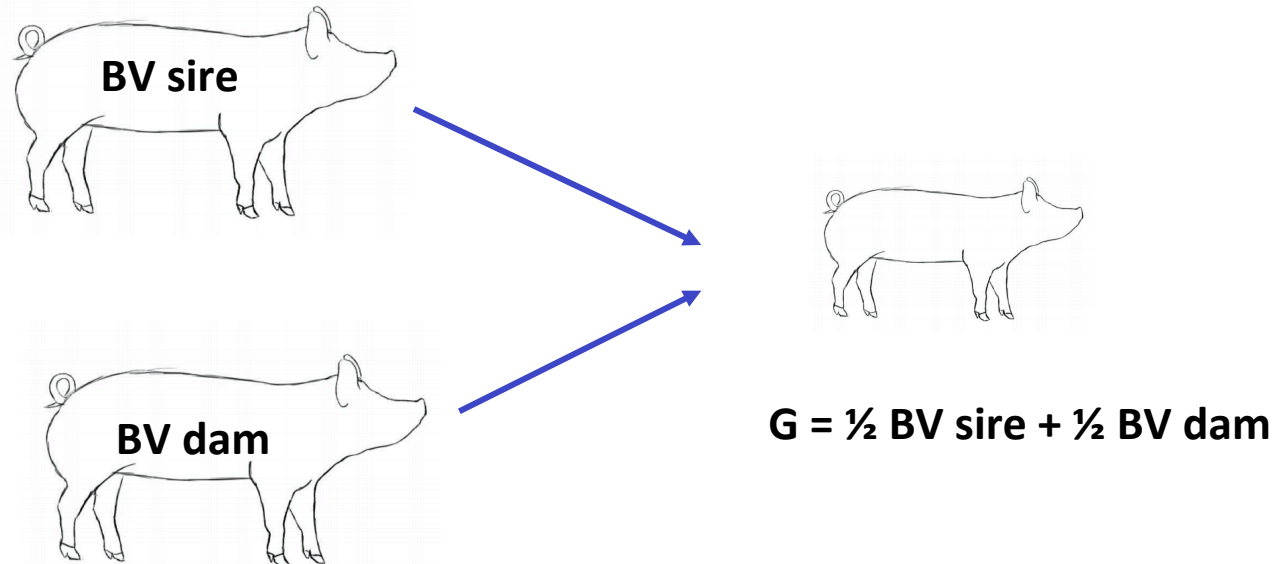
			Valor de cría		
	$\alpha$	M	++	+pg	pg pg
$q = 0.1$	2.40	13.56			
$q = 0.4$	3.60	11.76			

*Los valores de cría están calculados como desvío de M*

# CONSIDERACIONES DEL BREEDING VALUE

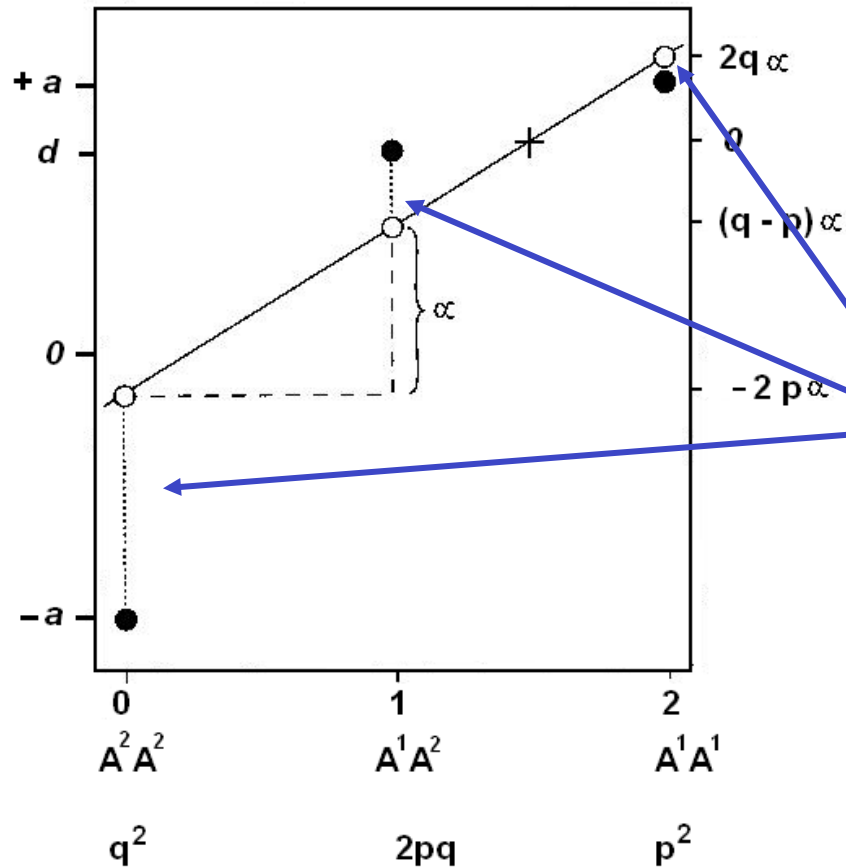
1.- Los animales traspasan sus genes a la progenie y no su genotipo, por lo tanto, el breeding value de un progenitor (reproductor) determinará el valor genotipo de la progenie.

2.- Como un individuo recibe sus genes de ambos progenitores, podemos predecir el valor genotípico de un individuo como el promedio del **breeding value** de sus padres.



# DESVIACIÓN DE DOMINANCIA

$$\mathbf{G} = \mathbf{A} \text{ (valor de cría)} + \mathbf{D} \text{ (desviación de dominancia)}$$



**4.- Desviación de dominancia (D):**  
Corresponde a la diferencia del valor genotípico con el breeding value.



# DESVIACIÓN DE DOMINANCIA

El valor de cría se expreso como un desvío de **M**, para calcular **D** también debemos entonces desviar el valor genotípico (**a**, **d** y **-a**) de **M**.

$$M = a(p-q) + 2pqd$$

$$\alpha = a + d(q-p)$$

	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
G	$a - M = 2q(a - pd)$	$d - M = a(q - p) + d(1 - 2pq)$	$-a - M = -2p(a + qd)$
A	$2q\alpha$	$\alpha(q - p)$	$-2q\alpha$
<b>D</b>	<b><math>-2q^2d</math></b>	<b><math>2pqd</math></b>	<b><math>-2p^2d</math></b>

# DESVIACIÓN DE DOMINANCIA

El valor de cría se expreso como un desvío de **M**, para calcular **D** también debemos entonces desviar el valor genotípico (**a**, **d** y **-a**) de **M**.

$$M = a(p-q) + 2pqd$$

$$\alpha = a + d(q-p)$$

	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
G	$a - M = 2q(a - pd)$	$d - M = a(q - p) + d(1 - 2pq)$	$-a - M = -2p(a + qd)$
A	$2q\alpha$	$\alpha(q - p)$	$-2q\alpha$
D	<b><math>-2q^2d</math></b>	<b><math>2pqd</math></b>	<b><math>-2p^2d</math></b>

# EJERCICIO CÁLCULO DESVÍO DE DOMINANCIA

Genotipo	Desvío de dominancia
$A_1A_1$	$-2q^2d$
$A_1A_2$	$2pqd$
$A_2A_2$	$-2p^2d$

			Desvío de dominancia		
	d	M	++	+pg	pg pg
q = 0.1	2	13.56			
q = 0.4	2	11.76			

*Los desvíos de dominancia están calculados como desvío de M*

# DESVIACIÓN DE INTERACCIÓN O EPISTASIS

**5.- Desviación de Interacción (I) o epistasis:** Corresponde a la diferencia del valor genotípico con el breeding value.

Consideraciones, si  $I_{AB} = 0$ , los genes actúan de forma aditiva

$$G = G_A + G_B + I_{AB}$$

# PRACTICA EN RSTUDIO

- 1.- Guía de trabajo Rmarkdown disponible en drive Clase 5.
- 2.- La tarea se realiza en Rstudio.cloud, proyecto 04 Variables cuantitativas continuas

# RESUMEN DE LA CLASE

- Podemos diferenciar variación continua de categórica.
- Reconocemos rasgos cuantitativos y su importancia en producción animal
- Comprendemos modelo básico 1 gen con 2 alelos.
- Simulamos herencia poligénica
- Calculamos efecto de un gen y breeding value.