Tutoría Semestre Primavera 2021
Genética Básica S2

Módulo 4 – Genética Cuantitativa

Estimación del valor de cría: Modelo Animal y BLUP

Tutor: Bastián Fernández S.

Algunas definiciones

Algunas definiciones

- Valor genético

  "**Efecto de los genes** que posee un individuo sobre la característica de interés".

- Valor de cría

Algunas definiciones

- Valor genético

- Valor de cría

"**Porción del efecto de los genes** que posee un individuo que puede ser transmitida a su descendencia (potencial genético)".

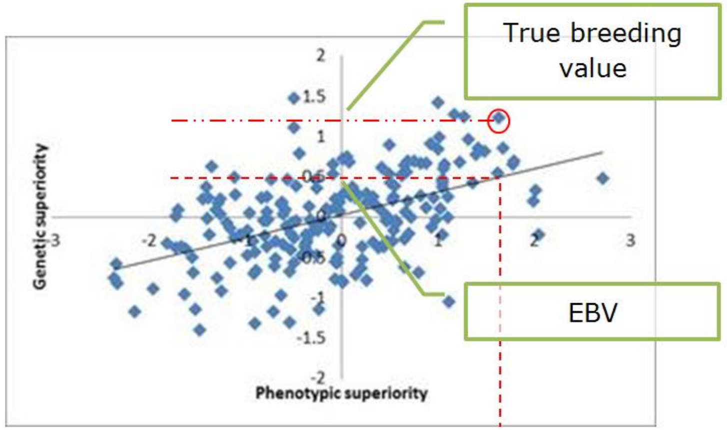
Valor de cría verdadero (TBV)

- Prácticamente nunca se conoce con certeza
- Determinación compleja

Valor de cría estimado (EBV)

- Estima al TBV
- Puede ser determinado más fácilmente
- **Expresado como desviación del promedio**

$$\boldsymbol{EBV = h^2(P_i - \mu)}$$



Modelo Animal

Modelo Animal

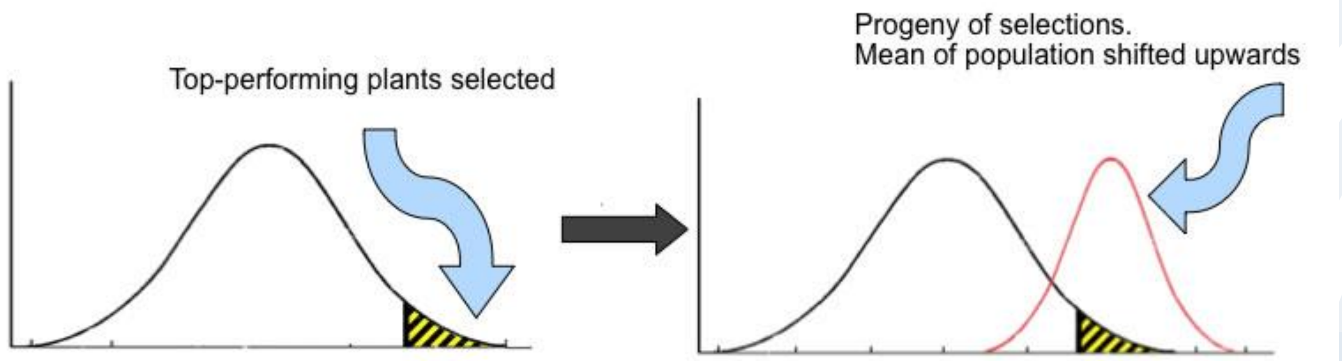
Para la selección de individuos en un programa de mejoramiento se describen 3 métodos:

Selección masal

- Animales son **jerarquizados en base a su fenotipo/performance**
- Se **eligen** a los individuos con **valores fenotípicos más altos**

Problemas:

- Fenotipo no siempre representa potencial genético
- **Depende fuertemente de h^2 para ser "efectivo"**
- Requiere conocer el fenotipo para todos los individuos

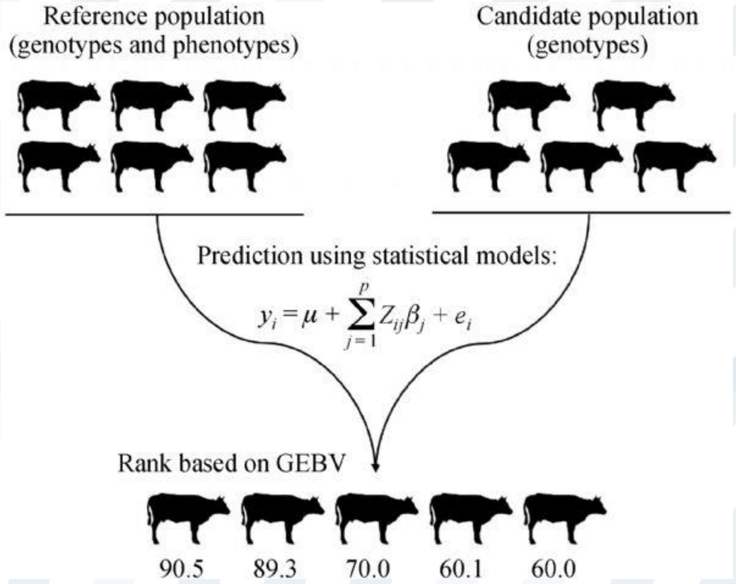


Modelo Animal

Para la selección de individuos en un programa de mejoramiento se describen 3 métodos:

Selección genómica

- Se toma una **población referencia** (con información fenotípica y genotípica detallada) donde se **evalúa la relación entre distintos SNPs (genotipo) y la característica estudiada (fenotipo)**
- Los individuos de la **población de interés** son **posteriormente evaluados en base a esta relación estimando el EBV**, **sin la necesidad de poseer los valores fenotípicos para los individuos de esta población**.



En general es un método caro, por lo que se utiliza en:

- Fenotipos difíciles y/o caros de evaluar
- Estimar el valor genético de animales jóvenes (sin tener su fenotipo)
- Caracteres limitados a un sexo (ej. Producción láctea)

Modelo Animal

Para la selección de individuos en un programa de mejoramiento se describen 3 métodos:

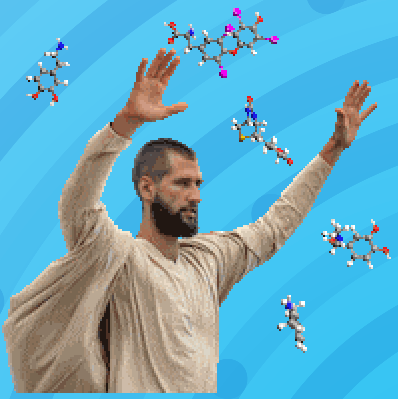
Modelo Animal

- Modelo genético estadístico que combina la información fenotípica individual con la de individuos relacionados de manera de obtener una mejor estimación del EBV
- **Utiliza el fenotipo de animales relacionados para estimar el EBV, evitando la necesidad de tener el fenotipo de todos los animales**

Ventajas:

- No es necesario poseer el fenotipo de todos los animales para obtener su valor de cría (ej. útil para caracteres limitados a un sexo)
- La información fenotípica que se posee sirve para mejorar la precisión de la estimación (EBV)
- En general no es un método caro

Métodos de predicción del valor de cría



LOS 2 MÉTODOS MÁS COMUNES Y SUS DIFERENCIAS

Mejor → *Mínima varianza del error de estimación*

$$(y-\hat{y})^2$$

Lineal → *Función lineal de los datos*

Insesgado → *Esperanza matemática del estimador coincide con el valor real*

BLUE

Mejor **estimador** lineal insesgado

- ***Genotipos como efectos fijos***
- ***No considera la heredabilidad o el parentesco***
- ***Estimador sub-óptimo***
- ***La esperanza (media) del valor estimado para un individuo equivale al valor real***

BLUP

Mejor **predictor** lineal insesgado

- ***Genotipos como efectos aleatorios***
- ***Considera la heredabilidad y el parentesco***
- ***Todos los efectos son estimados al mismo tiempo (fijos y aleatorios)***
- ***La media esperada para todos los individuos es igual a la media esperada para todos los efectos***

Ambos parte del **Modelo Animal** (modelo lineal mixto para la determinación de valores de cría)

Ecuaciones de modelos mixtos (MME) de Henderson

Efectos fijos

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{\mu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

Efectos aleatorios

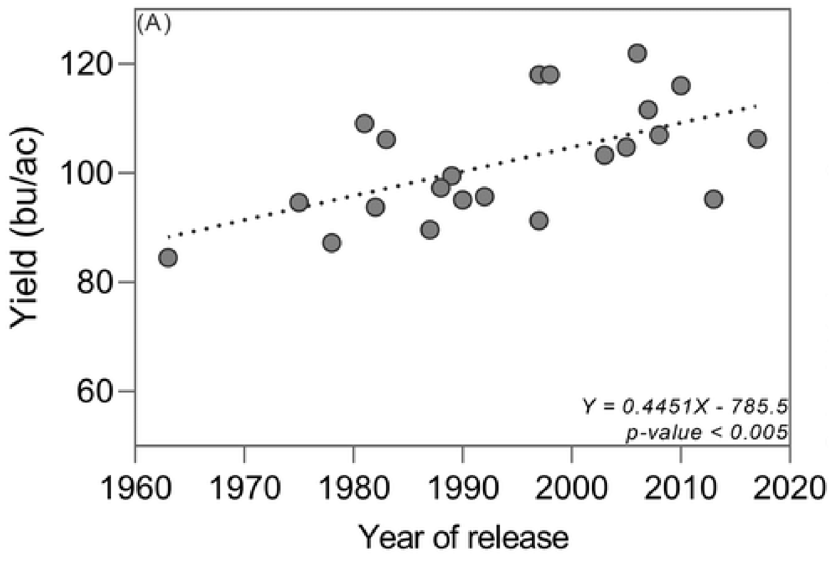
Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

Mejor por:
1) *Shrinkage property* (ajusta valores extremos)
2) Uso del parentesco

BLUP

En estadística, el mejor predictor lineal insesgado (BLUP por sus siglas en inglés) es **usado en modelos lineales mixtos para la estimación de efectos aleatorios**.

En genética, es utilizado para **predecir el EBV con mayor precisión**, ya que éste tiene la **capacidad de corregir las desviaciones ambientales** dadas por **efectos fijos** así como **utilizar la información del pedigrí** para ajustar cambios asociados a la selección y las tendencias genéticas



Modelo lineal mixto

$$y = X\beta + Z\alpha + e$$

Requiere el pedigree de toda la población

Donde:
y es el valor fenotípico
β representa los efectos fijos (ambientales)
α representa los efectos genéticos aleatorios
e representa los valores residuales ("error")
X y Z son las matrices de incidencia

Índice de Selección

Índice de selección

"El índice de selección es un **método de puntaje total** en el cual se desarrolla una **ecuación de regresión múltiple** que da **valores óptimos a la importancia económica de cada característica**, la **heredabilidad de cada característica** y a las **correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características**, de manera que **permite separar genotipos con base en la evaluación simultánea de varios caracteres y ordenar los animales basándose en el valor obtenido**".

$$\boldsymbol{EBV = h^2(P_i - \mu)}$$

$$X_n = Observación\ para\ el\ individuo\ n$$

$$b_n = Peso\ o\ ponderador\ para\ el\ individuo\ n$$

Problema → Asume que se conocen los **valores verdaderos de medias y varianzas** (falso en la práctica) → La **estimación simultánea de los efectos fijos y los valores de cría** ayuda a eliminar algunas de estas fuentes de error

BLUP

Cálculo del Índice de Selección

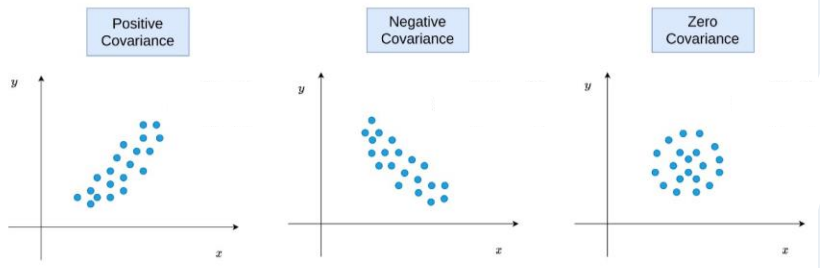
Calculando el EBV con distintas fuentes de información

El EBV puede ser descrito como un índice donde son ponderadas (pesos o ponderadores) distintos tipos de información:

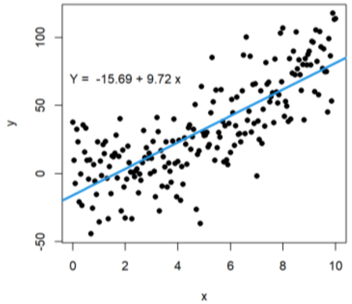
$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n}$$

Lo más común es que para ponderar cada valor se realice una regresión del valor esperado (*y*) sobre el valor observado (*x*):

$$\boxed{\frac{Cov(x,y)}{Var(x)}}$$



Covarianza
Indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias respecto a sus medias



Regresión
Describe la relación funcional entre 2 o más variables

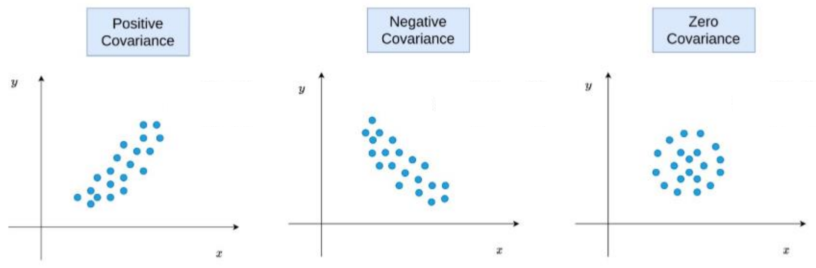
Calculando el EBV con distintas fuentes de información

El EBV puede ser descrito como un índice donde son ponderadas (pesos o ponderadores) distintos tipos de información:

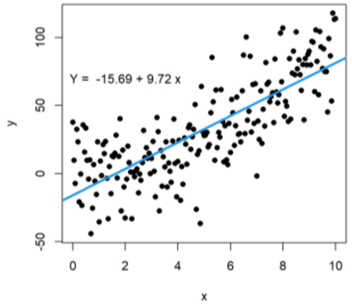
$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n}$$

Lo más común es que para ponderar cada valor se realice una regresión del valor esperado (*y*) sobre el valor observado (*x*):

$$\boxed{\frac{Cov(X_i, A)}{Var(X_i)}}$$



Covarianza
Indica el grado de variación conjunta de dos variables aleatorias respecto a sus medias



Regresión
Describe la relación funcional entre 2 o más variables

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

El EBV puede ser descrito como un índice donde son ponderadas (pesos o ponderadores) distintos tipos de información:

$$EBV = b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n$$

Para ponderar cada valor se realiza una regresión del valor esperado (*A*) sobre el valor observado (X_i):

$$\frac{Cov(X_i, A)}{Var(X_i)}$$

En este caso, el valor óptimo para los ponderadores son obtenidos por **regresión múltiple**, requiriéndose del uso de **matrices**:

$$b = P^{-1}Ga$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

La ecuación para el índice de selección en este caso sería:

$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2}$$

También:

$$\boldsymbol{I = b_1X_1 + b_2X_2}$$

En notación matricial, los ponderadores deben ser calculados como:

$$\boldsymbol{b = P^{-1}Ga}$$

Vector con ponderadores desconocidos

Matriz de (co)varianzas fenotípicas

Matriz de (co)varianzas genético aditivas

Vector con ponderadores económicos

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	[illegible]
9	0,7	[illegible]
10	5,9	2,[illegible]

La ecuación para el índice de selección en este caso sería:

$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2}$$

También:

$$\boldsymbol{I = b_1X_1 + b_2X_2}$$

En notación matricial, los ponderadores deben ser calculados como:

$$\boldsymbol{b = P^{-1}Ga}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1,X_2) \\ Cov(X_2,X_1) & Var(X_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Var(A_1) & Cov(A_1,A_2) \\ Cov(A_1,A_2) & Var(A_1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

En este caso se está evaluando sólo una característica, por lo que el valor económico es igual para todas las observaciones

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

La ecuación para el índice de selección en este caso sería:

$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2}$$

También:

$$\boldsymbol{\hat{A} = b_1X_1 + b_2X_2}$$

En notación matricial, los ponderadores deben ser calculados como:

$$\boldsymbol{b = P^{-1}G}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Cov(X_1, A) \\ Cov(X_2, A) \end{bmatrix}$$

Valores para varianzas y covarianzas

Para la matriz P:

$$Var(X_i) = \sigma_P^2$$

$$Cov\left(X_i, X_j\right) = a_{ij} * h^2 * \sigma_P^2$$

Para el vector G:

$$\underbrace{Cov(X_i, A) = a_{ij} * \sigma_A^2}$$

También equivale a la semejanza entre parientes

Semejanza entre parientes

Tipo de parentesco	Covarianza genética
Gemelos idénticos	$\sigma_A^2 + \sigma_D^2$
Hermanos	$\frac{1}{2}\sigma_A^2 + \frac{1}{4}\sigma_D^2$
Padres-Descendencia	$\frac{1}{2}\sigma_A^2$
Medios hermanos	$\frac{1}{4}\sigma_A^2$
Tíos-Sobrinos	$\frac{1}{4}\sigma_A^2$
Abuelos-Nietos	$\frac{1}{4}\sigma_A^2$
Primos 1° Grado	$\frac{1}{8}\sigma_A^2$
Primos 2° Grado	$\frac{1}{32}\sigma_A^2$
No relacionados	0

Valores para varianzas y covarianzas

Para la matriz P:

$$Var(X_i) = \sigma_P^2$$

$$Cov\left(X_i, X_j\right) = a_{ij} * h^2 * \sigma_P^2$$

Para el vector G:

$$Cov(X_i, A\ ) = a_{ij} * \sigma_A^2$$

Reemplazando en la ecuación:

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Cov(X_1, A) \\ Cov(X_2, A) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_P^2 & a_{12} * h^2 * \sigma_P^2 \\ a_{12} * h^2 * \sigma_P^2 & \sigma_P^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{11} * \sigma_A^2 \\ a_{12} * \sigma_A^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_P^2 & \frac{1}{2} h^2 \sigma_P^2 \\ \frac{1}{2} h^2 \sigma_P^2 & \sigma_P^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sigma_A^2 \\ \frac{1}{2} \sigma_A^2 \end{bmatrix}$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_P^2 & \frac{1}{2} h^2 \sigma_P^2 \\ \frac{1}{2} h^2 \sigma_P^2 & \sigma_P^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sigma_A^2 \\ \frac{1}{2} \sigma_A^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 & \frac{1}{2} * 0{,}3 * 25 \\ \frac{1}{2} * 0{,}3 * 25 & 25 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ \frac{1}{2} * 7{,}5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 & 3{,}75 \\ 3{,}75 & 25 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

MULTIPLICACIÓN

Producto escalar

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58 & \end{bmatrix}$$

$$1 * 7 + 2 * 9 + 3 * 11 = 7 + 18 + 33 = 58$$

Cálculo matricial

MULTIPLICACIÓN

Producto escalar

$$\begin{array}{cc} m & \begin{bmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\end{bmatrix} \\ & n \end{array} x \begin{array}{cc} n & \begin{bmatrix}7 & 8\\ 9 & 10\\ 11 & 12\end{bmatrix} \\ & p \end{array} = \begin{array}{cc} m & \begin{bmatrix}58 & \\ & \end{bmatrix} \\ & p \end{array}$$

$$mxn * nxp = mxp$$

Cálculo matricial

MULTIPLICACIÓN

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 7 & 8 \\ 9 & 10 \\ 11 & 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 58 & 64 \\ 139 & 154 \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \underbrace{\frac{1}{|A|}}_{|A| = ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

$$|A| = ad - bc$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \underbrace{\frac{1}{|A|}\begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}}$$

$$|A| = 1 * 4 - 2 * 3$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \frac{1}{\underbrace{|A|}_{|A| = 4 - 6}} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\underbrace{[A]^{-1} = \frac{1}{|A|}\begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}}_{|A| = -2}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \frac{1}{-2} \begin{bmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|A| = -2$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \underbrace{\frac{1}{-2}\begin{bmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}}_{|A| = -2} = \begin{bmatrix} -\frac{4}{2} & \frac{2}{2} \\ \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1{,}5 & -0{,}5 \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$[A]^{-1} = \underbrace{\frac{1}{-2}\begin{bmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}}_{|A| = -2} = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1,5 & -0,5 \end{bmatrix}$$

Cálculo matricial

INVERSA DE UNA MATRIZ

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\boxed{[A]^{-1} = \frac{1}{-2}\begin{bmatrix} 4 & -2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1,5 & -0,5 \end{bmatrix}}$$

$$|A| = -2$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 & 3{,}75 \\ 3{,}75 & 25 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{|P|} \begin{bmatrix} 25 & -3{,}75 \\ -3{,}75 & 25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$|P| = 25 * 25 - 3{,}75 * 3{,}75$$

$$|P| = 625 - 14{,}06$$

$$|P| = 610{,}94$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 & 3{,}75 \\ 3{,}75 & 25 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{|P|} \begin{bmatrix} 25 & -3{,}75 \\ -3{,}75 & 25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{610{,}94} \begin{bmatrix} 25 & -3{,}75 \\ -3{,}75 & 25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}041 & -0{,}006 \\ -0{,}006 & 0{,}041 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7{,}5 \\ 3{,}75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}284 \\ 0{,}107 \end{bmatrix}$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}284 \\ 0{,}107 \end{bmatrix}$$

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$\sigma_P^2 = 25$

$h^2 = 0{,}3$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre
1	10,0	5,4
2	-7,3	-6,4
3	1,8	6,8
4	7,1	2,3
5	-8,0	-2,0
6	-3,0	-4,0
7	-1,0	3,6
8	-1,0	-2,7
9	0,7	8,3
10	5,9	2,1

$$\boldsymbol{EBV = b_1X_1 + b_2X_2}$$

$$\boxed{\boldsymbol{EBV = 0,284X_1 + 0,107X_2}}$$

$$\boldsymbol{EBV_1 = 0,284 * 10 + 0,107 * 5,4}$$

$$\boldsymbol{EBV_1 = 2,84 + 0,58}$$

$$\boldsymbol{EBV_1 = 3,42}$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}284 \\ 0{,}107 \end{bmatrix}$$

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre	EBV Índice
1	10,0	5,4	3,42
2	-7,3	-6,4	
3	1,8	6,8	
4	7,1	2,3	
5	-8,0	-2,0	
6	-3,0	-4,0	
7	-1,0	3,6	
8	-1,0	-2,7	
9	0,7	8,3	
10	5,9	2,1	

$$\boxed{\boldsymbol{EBV = 0,284X_1 + 0,107X_2}}$$

Calculando el EBV con distintas fuentes de información

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}284 \\ 0{,}107 \end{bmatrix}$$

Ejemplo

Se requiere seleccionar individuos dentro de una población de ovejas, basado en su peso al destete. Le entregan la siguiente información:

$$\sigma_P^2 = 25$$

$$h^2 = 0{,}3$$

Animal	X_1 Peso propio	X_2 Peso padre	EBV Índice
1	10,0	5,4	3,42
2	-7,3	-6,4	-2.76
3	1,8	6,8	1.24
4	7,1	2,3	2.23
5	-8,0	-2,0	-2.49
6	-3,0	-4,0	-1.28
7	-1,0	3,6	0.10
8	-1,0	-2,7	-0.57
9	0,7	8,3	1.09
10	5,9	2,1	1.87

$$\boldsymbol{EBV = 0,284X_1 + 0,107X_2}$$

Ejercicio

Le piden determinar el ponderador para un índice de selección, creado para seleccionar machos (sin fenotipo) a partir de la información de **una de sus tías**. Se le pide también determinar las matrices de un índice de selección formulado tanto con la información de **una tía, como de una sobrina, hija de su tía**. Considere los siguientes valores para su cálculo:

- $\sigma_A^2 = 25$
- $\sigma_P^2 = 40$

Ecuaciones importantes

Índice de selección

$$EBV = b_1X_1 + b_2X_2$$

Índice de selección con más de una fuente de información (notación matricial)

$$b = P^{-1}Ga$$

Para 2 fuentes de información:

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Var(A_1) & Cov(A_1, A_2) \\ Cov(A_1, A_2) & Var(A_1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

Índice de selección (notación matricial)

$$b = P^{-1}G$$

Para 2 fuentes de información:

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Var(X_1) & Cov(X_1, X_2) \\ Cov(X_2, X_1) & Var(X_2) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Cov(X_1, A) \\ Cov(X_2, A) \end{bmatrix}$$