Universidad de
Castilla~La Mancha

UCLM

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

etsiam

Escuela Técnica Superior
de Ingenieros Agrónomos y de Montes

MGA: Cálculo de coeficientes de parentesco

ASIGNATURA: MEJORA GENÉTICA VEGETAL Y ANIMAL

GRADO EN BIOTECNOLOGÍA

Manuel Ramón Fernández – manuel.Ramon@uclm.es

Coeficiente de parentesco

- El coeficiente de parentesco (*kinship coefficient; Malecot, 1948*) entre 2 individuos *X* e *Y* ($r_{XY;}$ $\varphi_{XY;}$) es la probabilidad de que, para un gen dado, al extraer un alelo al azar de cada individuo, estos sea idénticos por descendencia (IBD)

- El coeficiente de consanguinidad (*inbreeding coefficient*) de un individuo X (F_X) es la probabilidad de que los dos alelos de un mismo gen de ese individuo sean idénticos por descendencia (IBD). Indica la probabilidad de que un animal reciba el mismo alelo de ambos progenitores por estar emparentados dichos progenitores

- El coeficiente de consanguinidad de un individuo coincide con el coeficiente de parentesco de sus padres

Coeficiente de parentesco

- Para un pedigrí dado, este coeficiente de parentesco (φ_i) se puede calcular de forma recursiva aplicando las 2 siguientes ecuaciones:

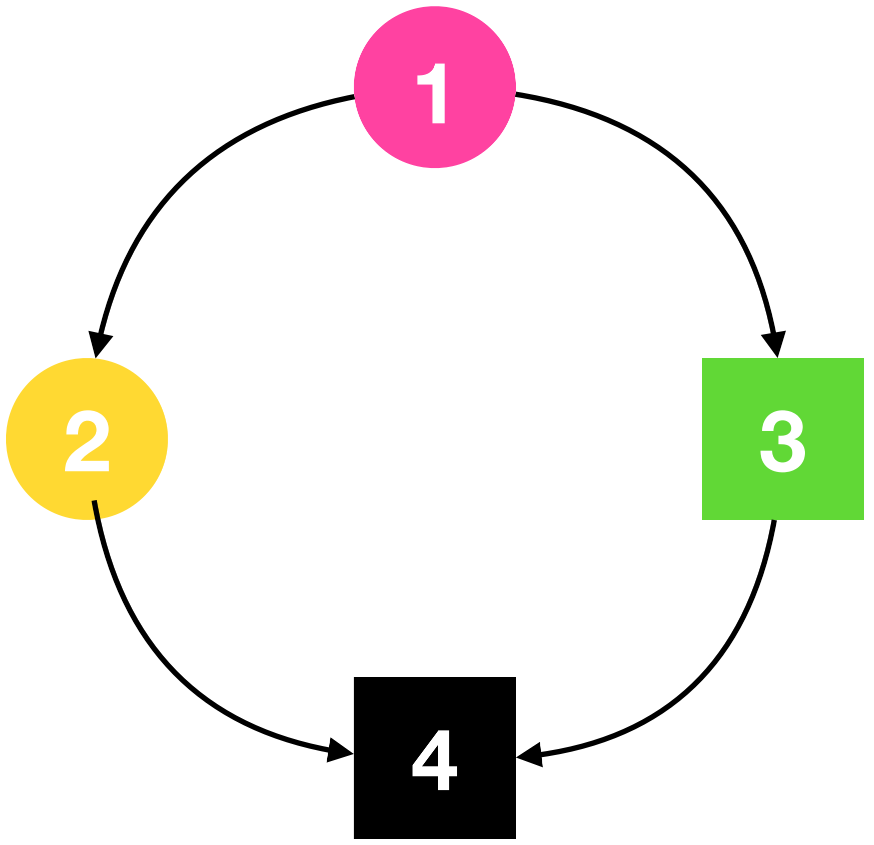
$$\phi_{x,x} = \frac{1}{2}(1 + F_{x,x}) = \frac{1}{2}(1 + \phi_{mx,fx})$$

$$\phi_{x,y} = \frac{1}{2}(\phi_{x,my} + \phi_{x,fy})$$

- Sí x e y pertenecen a la población base, $\varphi_{x,y}=0$

- Es requisito que el pedigrí esté ordenado, es decir, los progenitores siempre van antes de sus descendientes

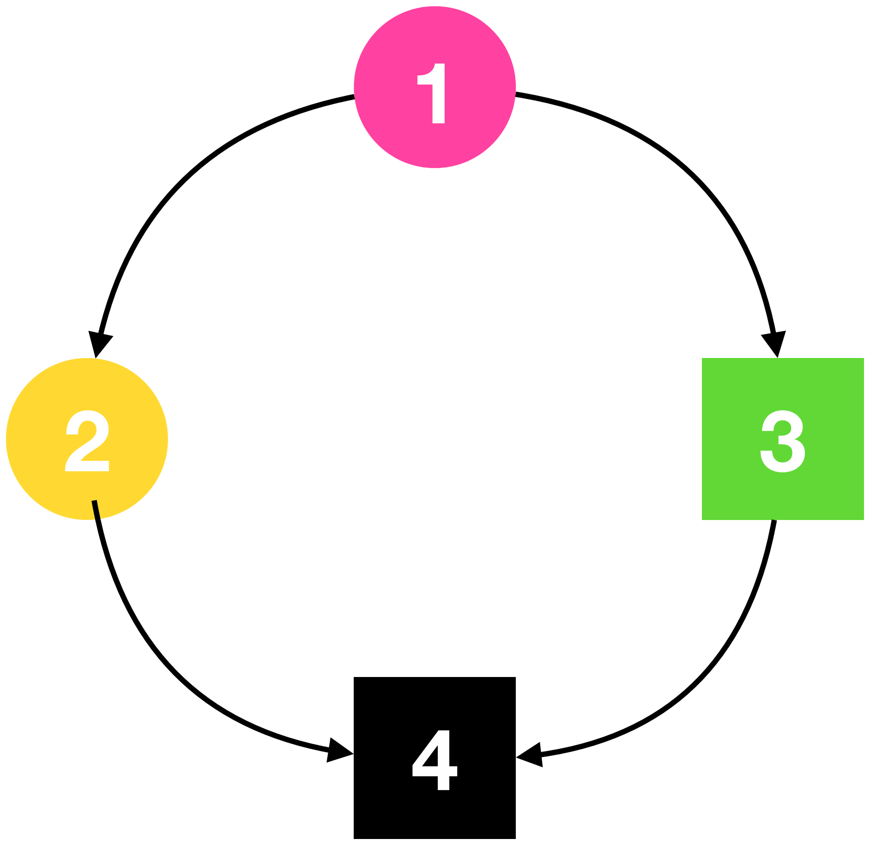
Coeficiente de parentesco



φ	1	2	3	4
1	0.5			
2				
3				
4				

$$\phi_{1,1} = \frac{1}{2}(1 + F_{1,1}) = \frac{1}{2}(1 + 0) = \frac{1}{2}$$

Coeficiente de parentesco

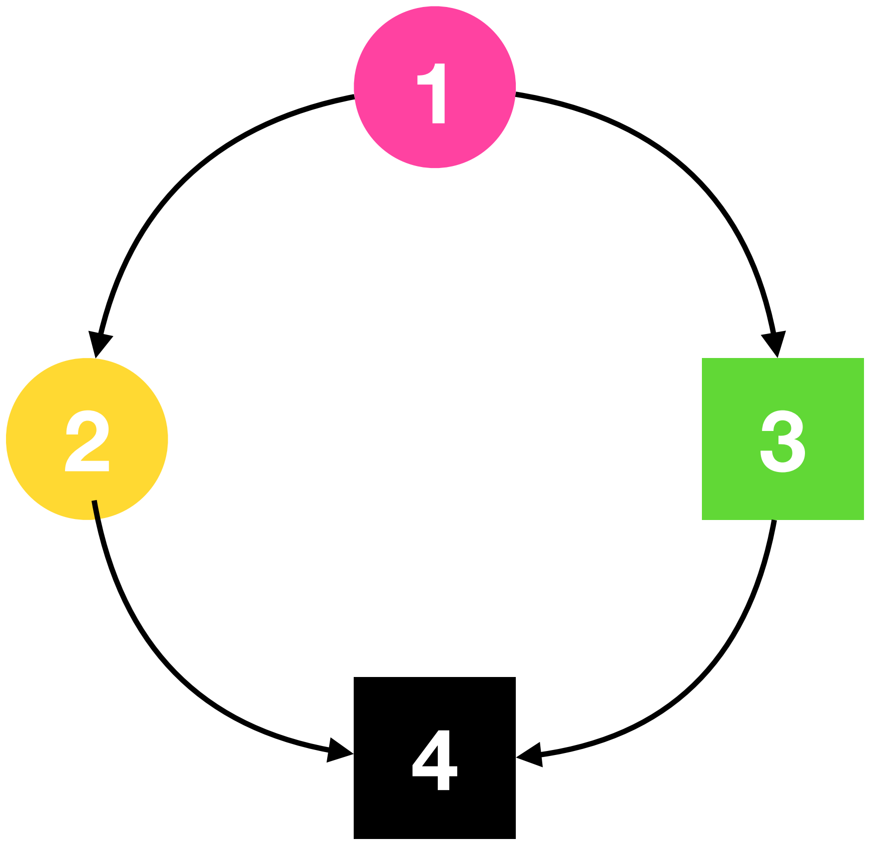


φ	1	2	3	4
1	0.5	0.25		
2		0.5		
3				
4				

$$\phi_{2,2} = \frac{1}{2}(1 + F_{2,2}) = \frac{1}{2}(1 + 0) = \frac{1}{2}$$

$$\phi_{1,2} = \frac{1}{2}(\phi_{1,1} + \phi_{1,?}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{2} + 0) = \frac{1}{4}$$

Coeficiente de parentesco



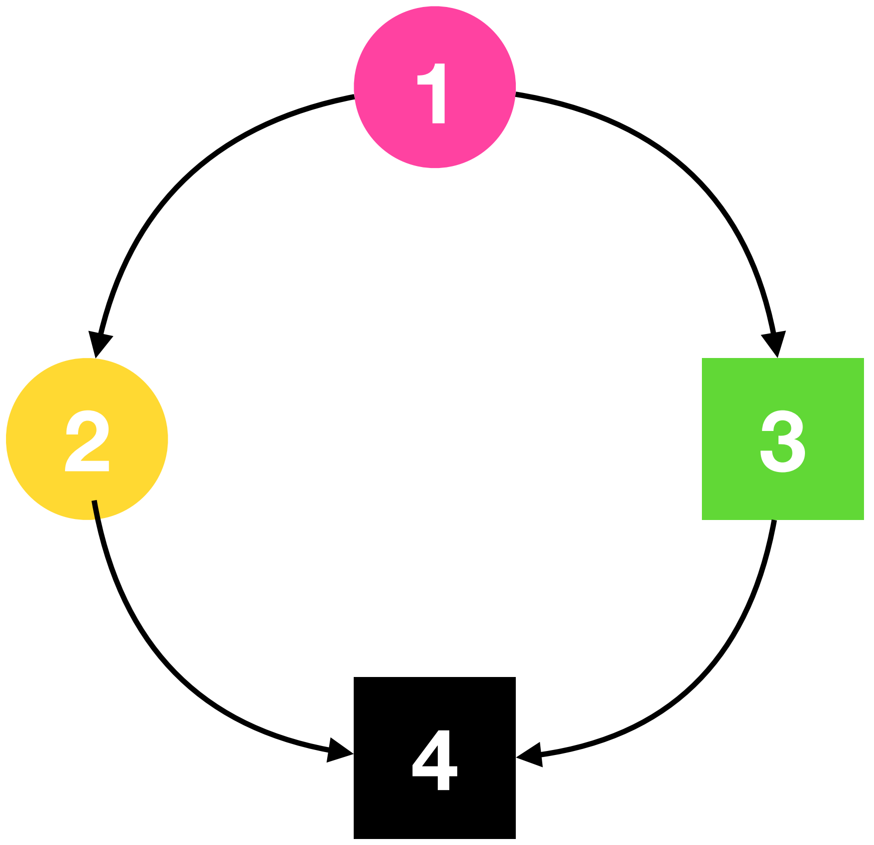
φ	1	2	3	4
1	0.5	0.25	0.25	
2		0.5	.125	
3			0.5	
4				

$$\phi_{3,3} = \frac{1}{2}(1 + F_{3,3}) = \frac{1}{2}(1 + 0) = \frac{1}{2}$$

$$\phi_{1,3} = \frac{1}{2}(\phi_{1,1} + \phi_{1,?}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{2} + 0) = \frac{1}{4}$$

$$\phi_{2,3} = \frac{1}{2}(\phi_{2,1} + \phi_{2,?}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{4} + 0) = \frac{1}{8}$$

Coeficiente de parentesco



φ	1	2	3	4
1	0.5	0.25	0.25	0.25
2		0.5	.125	0.3125
3			0.5	0.3125
4				0.5625

$$\phi_{4,4} = \frac{1}{2}(1 + F_{4,4}) = \frac{1}{2}(1 + \phi_{2,3}) = \frac{1}{2}(1 + \frac{1}{8}) = \frac{9}{16}$$

$$\phi_{1,4} = \frac{1}{2}(\phi_{1,2} + \phi_{1,3}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{4} + \frac{1}{4}) = \frac{1}{4}$$

$$\phi_{2,4} = \frac{1}{2}(\phi_{2,2} + \phi_{2,3}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{2} + \frac{1}{8}) = \frac{5}{16}$$

$$\phi_{3,4} = \frac{1}{2}(\phi_{3,2} + \phi_{3,3}) = \frac{1}{2}(\frac{1}{8} + \frac{1}{2}) = \frac{5}{16}$$

Coeficiente de parentesco

¿Por qué es tan importante?

- Los genotipos de caracteres monogénicos puede ser inferidos a partir del fenotipo, pero no así los de los caracteres poligénicos
- Al no disponer de información genómica, los análisis de los caracteres cuantitativos se basaron en la teoría de la covarianza entre parientes introducida por Fisher (1918), y desarrollada posteriormente por Cotterman, 1940; Malecot, 1948; Kempthorne, 1954.
- Bajo la acción génica aditiva, la covarianza genética entre los individuos *x* e *y* puede expresarse en términos de su coeficiente de parentesco como $2 \cdot \phi_{x,y} \cdot \sigma_a^2$, donde σ_a^2 es igual a la varianza genética aditiva
- La otra parte de la expresión, $2 \cdot \phi_{x,y}$, es lo que se incluye en la matriz de relaciones genéticas aditivas (A)

Matriz de relaciones genéticas aditivas

¿Por qué es tan importante?

- La otra parte de la expresión, $2 \cdot \phi_{x,y}$, es lo que se incluye en la matriz de relaciones genéticas aditivas (A)
- Describe la relaciones genéticas aditivas entre los individuos de una población
- Su inversa se usa en la predicción de valores genéticos aditivos
- En la práctica 1 vamos a ver como se calcula, y en la práctica 2 como se usa para la estima de valores genéticos

Coeficiente de consanguinidad

- El coeficiente de consanguinidad (*inbreeding coefficient*) de un individuo X (F_X) es la probabilidad de que los dos alelos de un mismo gen de ese individuo sean idénticos por descendencia (IBD). Indica la probabilidad de que un animal reciba el mismo alelo de ambos progenitores por estar emparentados dichos progenitores

- La consanguinidad es una medida de la proporción de homocigotos en la población

- Al igual que para el parentesco, podemos calcular la consanguinidad a partir de la información de la genealogía (consanguinidad estimada), o haciendo uso de información genómica (consanguinidad realizada)

Coeficiente de consanguinidad

Cálculo a partir de información genealógica

- Recordemos que el coeficiente de parentesco de un individuo I, φ_I, era igual a $1/2 \cdot (1+F_I)$, es decir, se puede expresar en función de su consanguinidad
- A partir de la diagonal de la matriz de parentesco podemos calcular la consanguinidad

$$\phi_{x,x} = \frac{1}{2}(1 + F_{x,x})$$

$$F_{x,x} = 2 \cdot \phi_{x,x} - 1 = a_{x,x} - 1$$

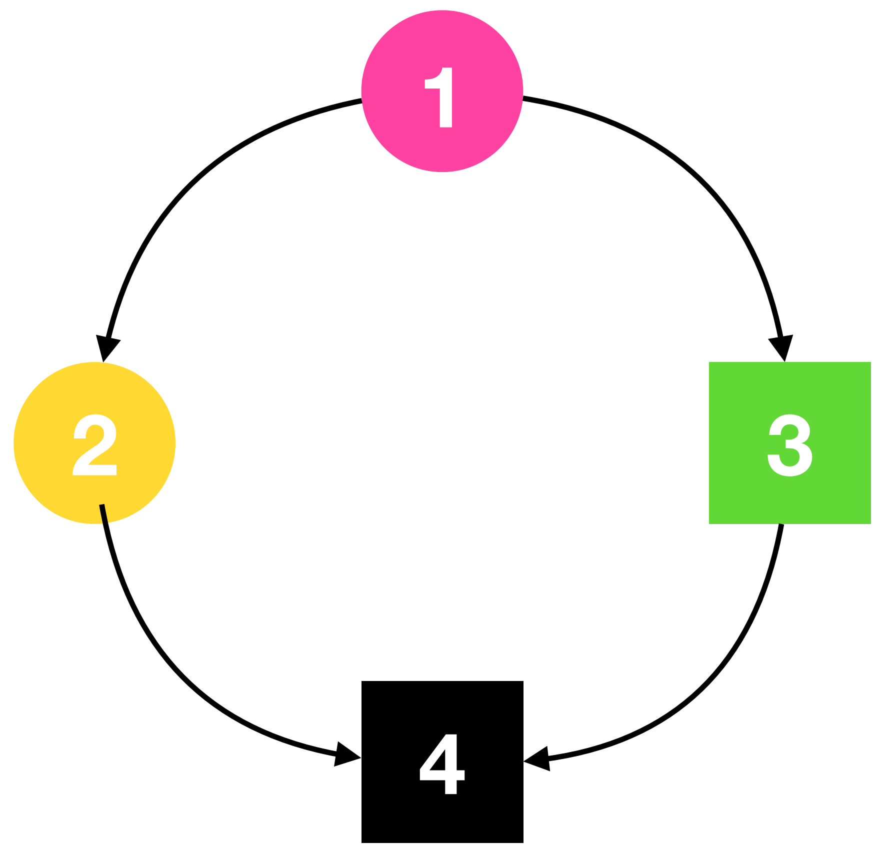
- Existe métodos más directos para el cálculo de la consanguinidad (*path method*)

Coeficiente de consanguinidad

Cálculo a partir de información genealógica

- El método de las trayectorias (path method) permite calcular la consanginidad de los individuos de una población de manera directa.

- El método se basa en contar el numero de generaciones desde los progenitores de un individuo hasta su antecesor común

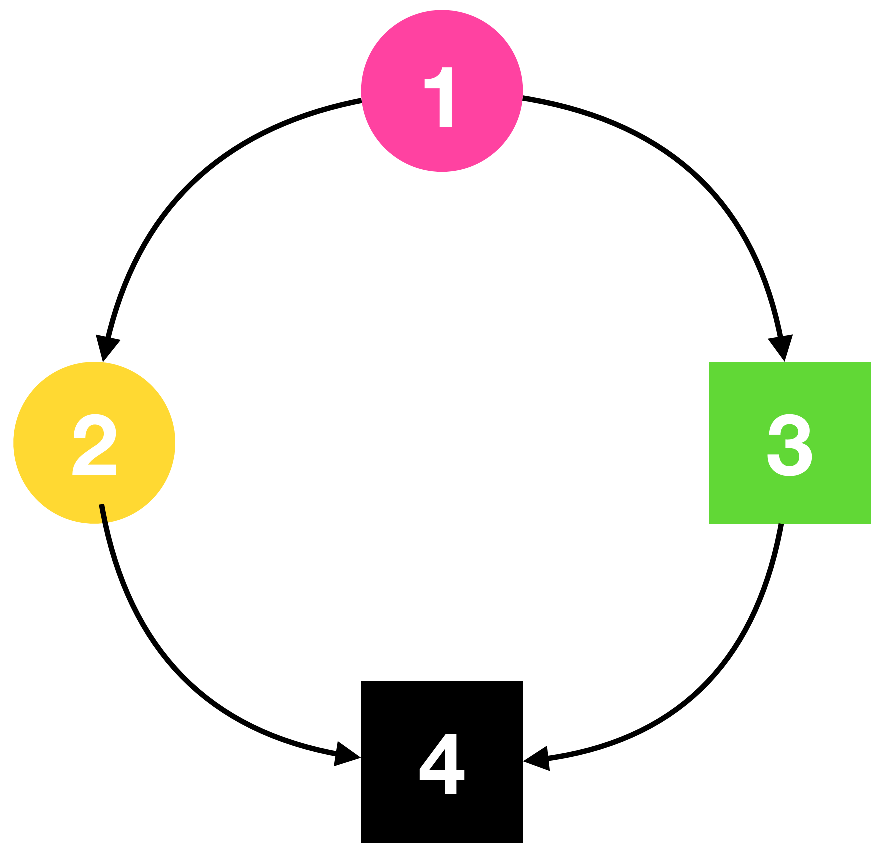


$$4 -> 2 -> 1 -> 3 -> 4$$

Universidad de Castilla-La Mancha

Coeficiente de consanguinidad
Cálculo a partir de información genealógica

$$F_i = \left(\frac{1}{2}\right)^n \cdot [1 + F_c]$$



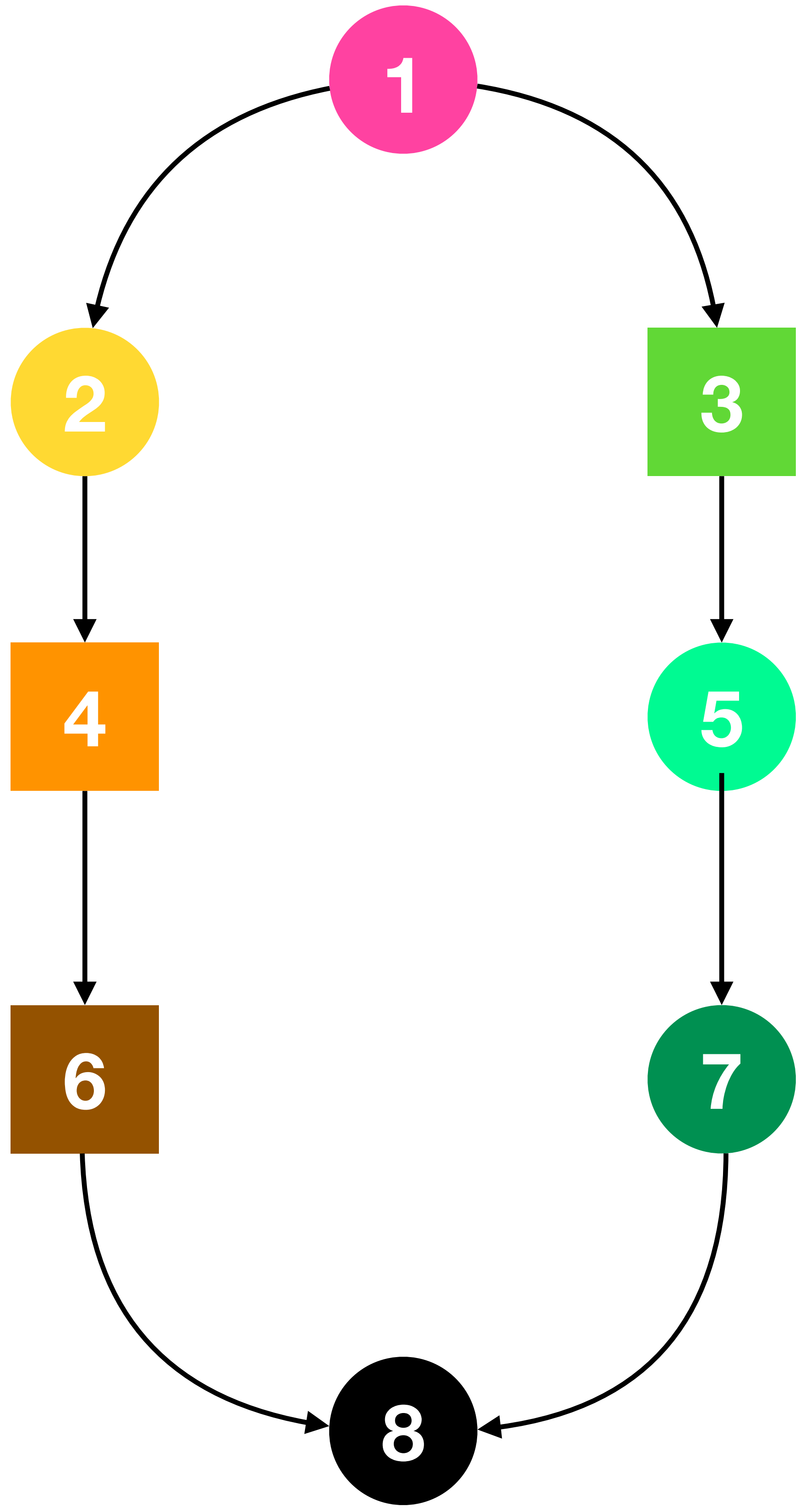
donde n es el sumatorio del número de generaciones del individuo i al antecesor común por vía paterna/materna

$$4 -> \boxed{2 -> 1 -> 3} -> 4$$

$$F_4 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \cdot [1 + F_1] = \frac{1}{8} + (1 + 0) = 0.125$$

Coeficiente de consanguinidad

Cálculo a partir de información genealógica



$$F_4 = \left(\frac{1}{2}\right)^7 \cdot [1 + F_1] = \frac{1}{8} + (1 + 0) = \frac{1}{128} = 0.0078$$

$$8 -> \boxed{6 -> 4 -> 2 -> 1 -> 3 -> 5 -> 7} -> 8$$

Coeficiente de parentesco

- Para un pedigrí dado, este coeficiente de parentesco (φ_i) se puede calcular de forma recursiva aplicando las 2 siguientes ecuaciones:

$$\phi_{x,x} = \frac{1}{2}(1 + F_{x,x}) = \frac{1}{2}(1 + \phi_{mx,fx})$$

$$\phi_{x,y} = \frac{1}{2}(\phi_{x,my} + \phi_{x,fy})$$

- Sí x e y pertenecen a la población base, $\varphi_{x,y}=0$

- Es requisito que el pedigrí esté ordenado, es decir, los progenitores siempre van antes de sus descendientes