



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
“LUIZ DE QUEIROZ”
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA
LGN0313 – Melhoramento Genético**



O EQUILÍBRIO DE HARDY-WEINBERG E A SELEÇÃO

Prof. Roberto Fritsche-Neto

roberto.neto@usp.br

Piracicaba, 1 e 2 de junho de 2020

O equilíbrio de Hardy-Weinberg

- Em uma população alógama **infinitamente grande**, as **frequências** genotípicas e alélicas **permanecerão constantes** no decorrer das gerações, a não ser que haja, **seleção, acasalamento não ao acaso, deriva, migração ou mutação**
- **Consequências na prática**
 - trabalhar com **amostras**
 - **multiplicação** de populações melhoradas
 - aumento na **média** de populações
 - aumento da **frequência** de alelos e indivíduos desejados

Populações alógamas

- **Grupo de indivíduos** que constituem um **conjunto de genes** e são mantidos por meio de **fecundação cruzada** em um mesmo local e época
- Os pais **não** transferem integralmente o genótipo a descendência - formada aleatoriamente a cada geração
- Embora a avaliação seja do **fenótipo**, o que é selecionado são os **alelos**

Frequências genotípicas

População com **1000** plantas (**N**)
50 AA (**D**), **500** Aa (**H**) e **450** aa (**R**)

- Freq. (**AA**) = **D** / **N** = 50 / 1000 = 0,05
- Freq. (**Aa**) = **H** / **N** = 500 / 1000 = 0,50
- Freq. (**aa**) = **R** / **N** = 450 / 1000 = 0,45

Frequências alélicas

- $p = A$ e $q = a$

População com **1000** plantas (**N**)
50 AA (**D**), **500** Aa (**H**) e **450** aa (**R**)

- Freq. (**p**) = $(2D+H)/2N = (2 \times 50 + 500) / (2 \times 1000) = 0,30$

- Freq. (**q**) = $(2R+H)/2N = (2 \times 450 + 500) / (2 \times 1000) = 0,70$

$$p + q = 1,00$$

Acasalamento ao acaso

- Para gerar a **geração seguinte**, os indivíduos, independente da frequência e do sexo, produzem **somente o alelo **A** ou **a****

		Gametas ♀	
		p (A)	q (a)
♂	p (A)	p ² (AA)	pq (Aa)
	q (a)	pq (Aa)	q ² (aa)

$$p (A) \text{ e } q (a) \leftrightarrow p + q = 1 \leftrightarrow p^2 (AA), 2pq (Aa) \text{ e } q^2 (aa)$$

A população esta em equilíbrio?

População Observada = 50 AA (D), 500 Aa (H) e 450 aa (R)

- Freq. (**p**) = $(2D+H)/2N = (2 \times 50 + 500)/(2 \times 1000) = 0,30$
- Freq. (**q**) = $(2R+H)/2N = (2 \times 450 + 500)/(2 \times 1000) = 0,70$

População Esperada em EHW = p^2 (AA), $2pq$ (Aa) e q^2 (aa)

Precisa simular um ciclo de acasalamento ao acaso

- AA = $p^2 * N = 0,30^2 * 1000 = 90$
- Aa = $2pq^2 * N = 2 * 0,30 * 0,70 * 1000 = 420$
- aa = $q^2 * N = 0,70^2 * 1000 = 490$

- **A população está em EHW?** $\chi^2 = \sum_i \frac{(O - E)^2}{E}$ $\chi_{calc}^2 = 36,28$
 $\chi_{tab(1;0,01)}^2 = 6,63$

E após 1 ciclo de acasalamento ao acaso?

População observada pós 1 ciclo de aaa

90 AA (D), 420 Aa (H) e 490 aa (R)

- Freq. (**p**) = $(2D+H)/2N = (2 \times 90 + 420)/(2 \times 1000) = 0,30$
- Freq. (**q**) = $(2R+H)/2N = (2 \times 490 + 420)/(2 \times 1000) = 0,70$

População Esperada em EHW = p^2 (AA), $2pq$ (Aa) e q^2 (aa)

Mais um ciclo de acasalamento ao acaso

- $AA = p^2 * N = 0,30^2 * 1000 = 90$
- $Aa = 2pq^2 * N = 2 * 0,30 * 0,70 * 1000 = 420$
- $aa = q^2 * N = 0,70^2 * 1000 = 490$
- **E agora, a população está em EHW?**
- **Ao atingir o EHW, as frequências mudam?**

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(O - E)^2}{E}$$

Efeitos da seleção na população

Valores genéticos para cada classe = **AA** (4) **Aa** (4) **aa** (2)

Observada = **50 AA (D)**, **500 Aa (H)** e **450 aa (R)**

- $(p) = 0,30$
 - $(q) = 0,70$
 - $f(AA) = 0,05$; $f(Aa) = 0,50$; $f(aa) = 0,45$
- $$\bar{x} = \sum_i f(y_i) \bar{y}$$
- $$X_0 = 3,10$$

Selecionada = **50 AA (D)**, **500 Aa (H)** e ~~**450 aa (R)**~~

- Freq. $(p) = (2D+H)/2N = (2 \times 50 + 500)/(2 \times 550) = 0,54$
 - Freq. $(q) = (H)/2N = (500)/(2 \times 550) = 0,46$
 - p^2 (AA), $2pq$ (Aa) e q^2 (aa)
 - $f(AA) = 0,29$; $f(Aa) = 0,50$ e $f(aa) = 0,21$
- $$X_M = 3,58$$

Referências

Borém, A, Miranda GV, Fritsche-Neto R (2017) (7ed.) **Melhoramento de plantas**. Editora UFV, Viçosa, 543p. (**Cap. 20**)