

Ejemplo de resolución de problemas de Hardy-Weinberg por χ^2

Problema 2.

En una población se han determinado los genotipos de todos sus individuos para el locus A y se han encontrado 200 individuos homocigóticos A1A1, 522 homocigóticos A2A2 y 678 heterocigóticos A1A2. ¿Se encuentra esta población en equilibrio de Hardy-Weinberg? Comprobar la hipótesis mediante el uso del test estadístico de la χ^2

Respuesta

Las frecuencias genotípicas observadas son [N = número total de individuos = 1400]:

$$D = \text{frecuencia de individuos A1A1} = 200/1400 = 0.143$$

$$H = \text{frecuencia de individuos A1A2} = 678/1400 = 0.484$$

$$R = \text{frecuencia de individuos A2A2} = 522/1400 = 0.373$$

De donde:

$$p = \text{frecuencia del alelo A1} = D + 1/2 H = 0.143 + 1/2 \cdot 0.484 = 0.385$$

$$q = \text{frecuencia del alelo A2} = R + 1/2 H = 0.373 + 1/2 \cdot 0.484 = 0.615$$

En equilibrio, las frecuencias genotípicas esperadas serían:

$$p^2 = \text{frecuencia de individuos A1A1} = (0.385)^2 = 0.148$$

$$2pq = \text{frecuencia de individuos A1A2} = 2 (0.385) (0.615) = 0.474$$

$$q^2 = \text{frecuencia de individuos A2A2} = (0.615)^2 = 0.378$$

[Recuerda que $p^2 + 2pq + q^2 = 1$]

En valores absolutos, el número esperado de individuos sería:

$$\text{Frecuencia de individuos A1A1} = 0.148 \times 1400 = 207$$

$$\text{Frecuencia de individuos A1A2} = 0.474 \times 1400 = 664$$

$$\text{Frecuencia de individuos A2A2} = 0.378 \times 1400 = 529$$

Las frecuencias observadas y esperadas son parecidas por lo que cabría suponer que la población está en equilibrio, algo que vamos a comprobar mediante el test estadístico de la χ^2 :

$$\chi^2_{exp} = \sum \frac{(Observados - Esperados)^2}{Esperados} = \frac{(200 - 207)^2}{207} + \frac{(678 - 664)^2}{664} + \frac{(522 - 529)^2}{529} =$$

$$0.237 + 0.295 + 0.093 = 0.625$$

Para evaluar el equilibrio de Hardy-Weinberg, el número de grados de libertad no es igual al número de clases fenotípicas menos uno, sino al número de clases fenotípicas menos el número de alelos. Esto es debido a que, conociendo la frecuencia de un alelo (o la frecuencia de un fenotipo o genotipo) y el total de individuos, se pueden conocer las frecuencias de todos los genotipos, dado que los valores esperados se basan en las frecuencias alélicas observadas.

Por tanto, la χ^2 teórica con la que hay que comparar esta χ^2 experimental es la correspondiente a 1 grado de libertad (3 clases fenotípicas – 2 alelos). El valor de la χ^2 teórica para un nivel de significación de 0.05 es de 3.84:

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad											
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001	
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83	
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82	
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27	
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47	
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52	
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46	
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32	
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12	
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88	
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59	
	No significativo								Significativo			

Dado que la χ^2 experimental es menor que la χ^2 teórica, no rechazamos la hipótesis nula y asumimos que los valores observados se ajustan a los esperados en equilibrio ($0.3 < p < 0.5$).

IMPORTANTE: Recuerden utilizar los valores enteros (número de individuos) en la cuenta de χ^2 , no los valores de frecuencia de cada genotipo