

Distribución F-Fisher

El tipo más sencillo de análisis de la varianza es aquél en que las observaciones se clasifican en grupos tomando como base una sola propiedad. Los valores de observación en cada grupo se registran en columnas separadas en una tabla. Habrá tantas celdas en una columna como experimentos se realicen.

Para la explicación, considérese los datos de la tabla 1. Estos datos representan las calificaciones logradas por 24 mecanógrafos en un experimento que tenía por objeto determinar si habría diferencias entre 3 marcas de máquinas de escribir. Los mecanógrafos se separaron en grupos por selección aleatoria, asignando a cada grupo de 8 una de las marcas.

I	II	III
44	40	54
39	37	50
33	28	40
56	53	55
43	38	45
56	51	66
47	45	49
58	60	65

Tabla 1

Si una marca no aventaja a las otras, y si las calificaciones medias de población para las tres marcas son μ_1, μ_2 y μ_3 , entonces el problema se reduce a la prueba de hipótesis.

(1)
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Cuando la hipótesis H_0 es verdadera, la clasificación de los datos en 3 columnas no tiene sentido y todo el conjunto de medidas puede tratarse como una muestra de tamaño 24 tomada de una sola población. Esto supone que la variación en las puntuaciones mecanográficas se debe a los mecanógrafos y nada tiene que ver con las diferencias entre las máquinas. Así es que, esencialmente si la hipótesis verdadera, el experimento se supone equivalente a uno en el que cada uno de los 245 mecanógrafos usará la misma máquina. Si σ^2 designa a la varianza de población, puede obtenerse una estimación de σ^2 por la varianza de muestra bien conocida basada en las 24 mediciones. Pero hay muchas otras formas de obtener estimaciones válidas de σ^2 . Por ejemplo, la varianza de muestra en la primera columna de medidas es una estimación válida insesgada de σ^2 aunque no sea tan buena como la que se basa en todas las medidas. De modo semejante, las varianzas de muestras de las columnas segunda y tercera son también estimaciones válidas de σ^2 . Además, la media de las 3 estimaciones de columnas de σ^2 es una estimación insesgada válida de σ^2 y casi tan buena como la estimación familiar basada en la combinación de los tres conjuntos de medidas. Si s_1^2, s_2^2 y s_3^2 designan a las varianzas de muestra para las 3 columnas, esta última estimación, que designamos V_c , es:

$$(2) \quad V_c = \frac{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}{3}$$

El subíndice c se usa aquí para indicar que la estimación se basa en las varianzas de columna.

Otro tipo de estimación diferente, de σ^2 , puede observarse usando la relación entre la varianza de una media de muestra y la varianza de la población a saber $\sigma_x^{-2} = \frac{\sigma^2}{n}$. Aquí es conveniente expresar esta relación en la forma:

$$(3) \quad \sigma^2 = n\sigma_x^{-2}$$

Supóngase que se han tomado varias muestras de tamaño n en cierta población. Si se han calculado las medias de muestra, entonces la varianza de muestra de estas medidas de muestra serán una estimación válida de σ_x^{-2} . En general, la varianza de muestra de un conjunto de medidas es una estimación válida de la varianza de población de las medidas sin atención a que las medidas sean simples, o medias de medidas simples, u otras funciones de tales medidas. De (3) se infiere que se dispone de una estimación de σ_x^{-2} que se puede multiplicar por n para dar una estimación de σ^2 . En nuestro problema hay 3 medias de muestras tales que podemos usar para construir una estimación de σ_x^{-2} . Son las 3 medias de columnas que designamos son \bar{x}_1, \bar{x}_2 y \bar{x}_3 . Ahora bien, la media de estas 3 medias es igual a la media \bar{x} , de todas las medias; luego, una estimación insesgada de σ_x^{-2} es $\sum_{j=1}^3 (\bar{x}_j - \bar{x})^2 / 2$. Como las medias están basadas en muestras de tamaño 8 cada una, se infiere que $n = 8$ y, por tanto, de (3) que la estimación deseada de σ^2 esta dada por:

$$(4) \quad V_m = 8 \frac{\sum_{j=1}^3 (\bar{x}_j - \bar{x})^2}{2}$$

El subíndice m se usa para indicar que la estimación se basa en las medias de las columnas.

Como V_c y V_m son estimaciones validas no sesgadas de σ^2 cuando H_0 es verdadera, se infiere que deberían tener aproximadamente el mismo valor, y su cociente cercano a 1. Pero si H_0 no es verdadera y las medias de columnas difieren en forma considerable, las dos estimaciones de V_c y V_m difieran mucho en valor. Como la estimación V_c se basa en el cálculo de las varianzas de las

columnas por separado, no se verá afectada alterando las medias de las columnas pues la varianza de un conjunto de medias es independientemente de su media. Por (4) queda claro, sin embargo, que la estimación V_m se verá directamente afectada y aumentará su valor al separarse las medias de la muestra. Así, se verá que el cociente de V_m por V_c excederá al valor 1 cuando H_0 no es verdadera. Esta razón (cociente) se usará como la cantidad deseada para la prueba de la hipótesis H_0 . Se le designará con la letra F ; entonces:

$$(5) \quad F = \frac{V_m}{V_c}$$

En el experimento de las máquinas de escribir, los cálculos con los datos de la Tabla 1 dieron los valores $\bar{x}_1 = 47$, $\bar{x}_2 = 44$ y $\bar{x}_3 = 53$, $s_1^2 = 81.1$, $s_2^2 = 106.3$ y $s_3^2 = 82.3$. Como consecuencia, de (2) se infiere que $V_c = 89.9$. Cálculos adicionales dieron el valor $\sum_{j=1}^3 (\bar{x}_j - \bar{x})^2 / 2 = 21$; así es que de (4) se tiene $V_m = 168$. El valor de F es, por lo tanto,

$$F = \frac{V_m}{V_c} = \frac{168}{89.9} = 1.87$$

Ahora se presenta la pregunta: ¿Este valor de F es demasiado elevado comparado con los valores de F que podrían esperarse en experimentos reiterados del mismo tipo en máquinas de escribir idénticas, es decir, con el supuesto de que H_0 es verdadera? Para contestarla es necesario determinar la distribución de muestreo de F -fisher. Es lo que se hará a continuación.

El estudio, hasta este punto ha sido primordialmente de tipo cualitativo, diciendo que F puede esperarse que tenga un valor cercano a 1 como H_0 es verdadera y un valor considerablemente mayor que 1 cuando H_0 no es verdadera y las medias de población difieran ampliamente. Esta información

no es suficiente para construir una prueba basada en la probabilidad; antes de efectuar la prueba es necesario conocer la distribución de muestreo F -fisher.

Tal como ocurre para otras distribuciones de muestreo, es posible aproximar la distribución de F efectuando experimentos reiterados de muestreo del tipo considerado aquí y construyendo el histograma de los valores resultantes de F ; pero la distribución de muestreo exacta de F puede obtenerse matemáticamente, con hipótesis adecuadas. La hipótesis requerida ahora es que las 24 variables de las celdas sean variables normales independientes, con la misma media μ y varianza σ^2 .

De hecho, la distribución F depende sólo de cuántos datos disponibles habrá para la estimación del denominador. La Tabla IX presenta valores críticos de cada derecha de F , del 5% y del 1%, correspondiendo a diferentes valores de los parámetros v_1 y v_2 llamados números de grados de libertad en el numerador y en el denominador de F .

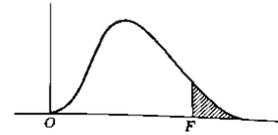
Aquí los grados de libertad son los que naturalmente se asociarán con las varianzas de muestra que se usan. Como el número de grados de libertad para la estimación usual de σ^2 está dada por $v = n - 1$, o uno menos que el número de medias, el número de grados de libertad para el numerador de F para este problema es $v_1 = 2$ porque la estimación se basa en 3 medias de muestreo. El número de grados de libertad para el denominador de F para este problema es $v_2 = 21$ porque cada varianza de columna contribuye con 7 grados de libertad y se emplean las varianzas de 3 columnas.

Se infiere de la Tabla IX que el valor crítico de F , correspondiente al 5% del área, y para $v_1 = 3$ y $v_2 = 21$, es de 3.47. Dado que $F = 1.87$ en este problema, se

acepta la hipótesis. Los datos concuerdan con la opinión de que la habilidad del mecanógrafo no se ve afectada por la marca de la máquina que use.

Aunque esta manera de llegar a la variable F para probar la hipótesis de que un conjunto de medias de columnas son iguales, para probar la igualdad de las medias de columnas, se puede mostrar que la prueba F aplicada a probar la igualdad de dos medias de columnas es equivalente a la prueba t . Así la prueba basada en F es una generalización de la prueba anterior para dos columnas basadas en t .

Puntos del 5% (Tipo Romano) y 1% (negritas) para la distribución F



Grados de libertad para el denominador (r_2)	Grados de libertad para el numerador (r_1)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞		
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5764	234 5859	237 5928	239 5981	241 6022	242 6056	243 6082	244 6106	245 6142	246 6169	248 6208	249 6234	250 6258	251 6286	252 6302	253 6323	253 6334	254 6352	254 6361	254 6366		
2	18.51 98.49	15.00 99.01	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.35 99.34	19.37 99.36	19.38 99.38	19.39 99.40	19.41 99.41	19.42 99.42	19.43 99.43	19.44 99.44	19.45 99.45	19.46 99.46	19.47 99.47	19.47 99.48	19.48 99.49	19.48 99.49	19.49 99.49	19.49 99.49	19.50 99.50	19.50 99.50		
3	10.13 34.12	9.55 30.81	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.62 26.50	8.60 26.41	8.58 26.30	8.57 26.27	8.56 26.23	8.54 26.18	8.54 26.14	8.53 26.12		
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.69 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46		
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.27	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02		
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.99	3.69 6.99	3.68 6.90	3.67 6.88		
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.70	3.24 5.67	3.23 5.65		
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.51	3.84 6.93	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74	3.28 5.67	3.23 5.56	3.20 5.48	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.96	2.96 4.91	2.94 4.88	2.93 4.86		
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31		

10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.96	2.55 3.93	2.54 3.91	
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.78	2.47 3.70	2.45 3.61	2.42 3.56	2.41 3.49	2.40 3.46	2.40 3.43
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.98	2.54 3.86	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.56	2.36 3.49	2.35 3.46	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36	2.30 3.33
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.59 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16	2.21 3.16
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 4.69	2.96 4.46	2.85 4.28	2.77 4.14	2.70 4.00	2.65 3.89	2.60 3.80	2.56 3.73	2.53 3.67	2.48 3.60	2.44 3.51	2.39 3.43	2.35 3.34	2.31 3.26	2.27 3.21	2.24 3.14	2.21 3.11	2.19 3.06	2.16 3.02	2.14 3.00	2.13 2.98	2.13 2.97
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.43 3.56	2.39 3.48	2.33 3.36	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.96	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87	2.07 2.86
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.55	2.37 3.45	2.33 3.37	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.12 2.96	2.09 2.89	2.07 2.86	2.04 2.82	2.02 2.79	2.01 2.77	2.01 2.75
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.91	2.08 2.83	2.04 2.78	2.02 2.71	1.99 2.68	1.97 2.65	1.96 2.62	1.96 2.61
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.65	1.93 2.62	1.92 2.60	1.92 2.59
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.29 3.30	2.25 3.23	2.21 3.13	2.15 3.05	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.70	1.96 2.63	1.94 2.60	1.91 2.54	1.89 2.51	1.88 2.49	1.88 2.48
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	1.99 2.69	1.96 2.63	1.92 2.56	1.90 2.53	1.87 2.47	1.85 2.44	1.84 2.42	1.84 2.41
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.69	1.93 2.63	1.89 2.56	1.87 2.53	1.84 2.47	1.82 2.44	1.81 2.42	1.81 2.41
22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 4.01	2.55 3.76	2.47 3.59	2.40 3.45	2.35 3.35	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.03	2.13 2.95	2.07 2.84	2.03 2.76	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.78 2.33	1.78 2.31	1.78 2.31
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.41	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.14	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.78 2.32	1.77 2.28	1.76 2.26	1.76 2.26
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.35	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 2.93	2.13 2.85	2.09 2.74	2.02 2.66	1.98 2.58	1.94 2.49	1.89 2.44	1.86 2.36	1.82 2.33	1.80 2.27	1.76 2.23	1.74 2.21	1.73 2.20	1.73 2.20
25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.68	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.41 3.46	2.34 3.32	2.28 3.21	2.24 3.13	2.20 3.05	2.16 2.99	2.11 2.89	2.06 2.81	2.00 2.70	1.96 2.62	1.92 2.54	1.87 2.45	1.84 2.40	1.80 2.32	1.77 2.29	1.74 2.23	1.72 2.19	1.71 2.17	1.71 2.17

Tabla 2 Distribución F

libertad para el denominador (r_2)	Grados de libertad para el numerador (r_1)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞		
26	4.22 7.72	3.37 5.53	2.89 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.39 3.42	2.32 3.29	2.27 3.17	2.22 3.09	2.18 3.02	2.15 2.96	2.10 2.86	2.05 2.77	1.99 2.66	1.95 2.50	1.90 2.50	1.85 2.41	1.82 2.36	1.78 2.28	1.76 2.25	1.72 2.19	1.70 2.15	1.69 2.13		
27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.96 4.60	2.73 4.11	2.57 3.79	2.46 3.56	2.37 3.39	2.30 3.26	2.25 3.14	2.20 3.06	2.16 2.98	2.13 2.93	2.08 2.83	2.03 2.74	1.97 2.63	1.93 2.55	1.88 2.47	1.84 2.38	1.80 2.33	1.76 2.28	1.74 2.25	1.71 2.21	1.68 2.16	1.67 2.12		
28	4.20 7.64	3.34 5.45	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.76	2.44 3.53	2.36 3.36	2.29 3.23	2.24 3.11	2.19 3.03	2.15 2.95	2.12 2.90	2.06 2.80	2.02 2.71	1.96 2.60	1.91 2.52	1.86 2.44	1.81 2.35	1.78 2.30	1.75 2.22	1.72 2.18	1.69 2.13	1.67 2.09	1.65 2.06		
29	4.18 7.60	3.33 5.52	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.50	2.35 3.33	2.28 3.20	2.22 3.08	2.18 3.00	2.14 2.92	2.10 2.87	2.05 2.77	2.00 2.68	1.94 2.57	1.90 2.49	1.85 2.41	1.80 2.32	1.77 2.27	1.73 2.19	1.71 2.15	1.68 2.10	1.66 2.06	1.64 2.03		
30	4.17 7.56	3.32 5.39	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.34 3.30	2.27 3.17	2.21 3.06	2.16 2.98	2.12 2.90	2.07 2.84	2.02 2.74	1.97 2.66	1.91 2.55	1.86 2.47	1.82 2.38	1.78 2.29	1.74 2.24	1.71 2.16	1.69 2.13	1.66 2.07	1.64 2.03	1.62 2.01		
32	4.15 7.50	3.30 5.34	2.90 4.46	2.67 3.97	2.51 3.66	2.40 3.42	2.32 3.25	2.25 3.12	2.19 3.01	2.14 2.94	2.10 2.86	2.07 2.80	2.02 2.70	1.97 2.62	1.91 2.51	1.86 2.42	1.82 2.34	1.78 2.25	1.74 2.20	1.71 2.12	1.69 2.08	1.67 2.02	1.64 2.02	1.61 1.98		
34	4.13 7.44	3.28 5.29	2.88 4.42	2.65 3.93	2.49 3.61	2.38 3.38	2.30 3.21	2.23 3.08	2.17 2.97	2.12 2.89	2.08 2.82	2.05 2.76	2.00 2.66	1.95 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.80 2.30	1.74 2.21	1.71 2.15	1.67 2.08	1.64 2.04	1.61 1.98	1.59 1.94	1.57 1.91		
36	4.11 7.39	3.26 5.25	2.86 4.38	2.63 3.89	2.48 3.58	2.36 3.35	2.28 3.18	2.21 3.04	2.15 2.94	2.10 2.86	2.06 2.78	2.03 2.72	1.89 2.62	1.93 2.54	1.87 2.43	1.82 2.35	1.78 2.26	1.72 2.17	1.69 2.12	1.65 2.04	1.62 2.00	1.59 1.94	1.56 1.90	1.55 1.87		
38	4.10 7.35	3.25 5.21	2.85 4.34	2.62 3.86	2.46 3.54	2.35 3.32	2.26 3.15	2.19 3.02	2.14 2.91	2.09 2.87	2.05 2.75	2.02 2.69	1.96 2.51	1.92 2.51	1.85 2.40	1.80 2.32	1.76 2.22	1.71 2.14	1.67 2.08	1.63 2.00	1.60 1.97	1.57 1.90	1.54 1.86	1.53 1.84		
40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.83	2.45 3.51	2.34 3.29	2.25 3.12	2.18 2.99	2.12 2.88	2.07 2.80	2.04 2.73	2.00 2.66	1.95 2.56	1.90 2.49	1.84 2.37	1.79 2.29	1.74 2.20	1.69 2.11	1.66 2.05	1.61 1.97	1.59 1.94	1.55 1.88	1.53 1.84	1.51 1.81		
42	4.07 7.27	3.22 5.15	2.83 4.29	2.59 3.80	2.44 3.49	2.32 3.26	2.24 3.10	2.17 2.96	2.11 2.86	2.06 2.77	2.02 2.70	1.99 2.64	1.94 2.54	1.89 2.46	1.82 2.35	1.78 2.26	1.73 2.17	1.68 2.08	1.64 2.02	1.60 1.94	1.57 1.91	1.54 1.85	1.51 1.80	1.49 1.78		
44	4.06 7.24	3.21 5.12	2.82 4.26	2.58 3.78	2.43 3.46	2.31 3.21	2.23 3.07	2.16 2.94	2.10 2.84	2.05 2.75	2.01 2.68	1.98 2.62	1.92 2.52	1.88 2.44	1.81 2.32	1.76 2.24	1.72 2.15	1.66 2.06	1.63 2.00	1.58 1.92	1.56 1.88	1.52 1.80	1.50 1.78	1.48 1.75		
46	4.05 7.21	3.20 5.10	2.81 4.24	2.57 3.76	2.42 3.44	2.30 3.22	2.22 3.05	2.14 2.92	2.09 2.82	2.04 2.73	2.00 2.66	1.97 2.60	1.91 2.50	1.87 2.42	1.80 2.30	1.75 2.22	1.71 2.13	1.65 2.04	1.62 1.98	1.57 1.90	1.54 1.86	1.51 1.80	1.48 1.76	1.46 1.72		
48	4.04 7.19	3.19 5.08	2.80 4.22	2.56 3.74	2.41 3.42	2.30 3.04	2.21 2.90	2.14 2.80	2.08 2.71	2.03 2.64	1.99 2.58	1.96 2.48	1.90 2.40	1.86 2.28	1.79 2.20	1.74 2.11	1.70 2.02	1.64 1.96	1.61 1.88	1.56 1.84	1.53 1.78	1.50 1.73	1.47 1.70	1.45 1.68		
50	4.03 7.17	3.18 5.06	2.79 4.20	2.55 3.72	2.40 3.41	2.29 3.18	2.20 3.02	2.13 2.88	2.07 2.78	2.02 2.70	1.98 2.62	1.95 2.56	1.90 2.46	1.85 2.39	1.78 2.26	1.74 2.18	1.69 2.10	1.63 2.00	1.60 1.94	1.55 1.86	1.52 1.82	1.48 1.76	1.46 1.71	1.44 1.68		
55	4.02 7.12	3.17 5.01	2.78 4.16	2.54 3.68	2.38 3.37	2.27 3.15	2.18 2.98	2.11 2.85	2.05 2.75	2.00 2.66	1.97 2.59	1.93 2.53	1.88 2.43	1.83 2.35	1.76 2.23	1.72 2.15	1.67 2.06	1.61 1.96	1.58 1.90	1.52 1.82	1.50 1.78	1.46 1.71	1.43 1.66	1.41 1.64		
60	4.00 7.08	3.15 4.98	2.76 4.13	2.52 3.65	2.37 3.34	2.25 3.12	2.17 2.95	2.10 2.82	2.04 2.72	1.99 2.63	1.95 2.56	1.92 2.50	1.86 2.40	1.81 2.32	1.75 2.20	1.70 2.12	1.65 2.03	1.59 1.93	1.56 1.87	1.50 1.78	1.48 1.74	1.44 1.68	1.41 1.63	1.39 1.60		
65	3.99 7.04	3.14 4.95	2.75 4.10	2.51 3.62	2.36 3.31	2.24 3.09	2.15 2.93	2.08 2.79	2.02 2.70	1.98 2.61	1.94 2.54	1.90 2.47	1.85 2.37	1.80 2.30	1.73 2.18	1.68 2.09	1.63 2.00	1.57 1.90	1.54 1.84	1.49 1.76	1.46 1.71	1.42 1.64	1.39 1.60	1.37 1.56		
70	3.98 7.01	3.13 4.92	2.74 4.08	2.50 3.60	2.35 3.29	2.32 3.07	2.14 2.91	2.07 2.77	2.01 2.67	1.97 2.59	1.93 2.51	1.89 2.45	1.84 2.35	1.79 2.28	1.72 2.15	1.67 2.07	1.62 1.98	1.56 1.88	1.53 1.82	1.47 1.74	1.45 1.69	1.40 1.63	1.37 1.56	1.35 1.53		
80	3.96 6.96	3.11 4.88	2.72 4.04	2.48 3.56	2.33 3.25	2.21 3.04	2.12 2.87	2.05 2.74	1.99 2.64	1.95 2.55	1.91 2.48	1.88 2.41	1.82 2.32	1.77 2.24	1.70 2.11	1.65 2.03	1.60 1.94	1.54 1.84	1.51 1.78	1.45 1.70	1.42 1.65	1.38 1.57	1.35 1.52	1.32 1.49		
100	3.94 6.90	3.09 4.82	2.70 3.98	2.46 3.51	2.30 3.20	2.19 2.99	2.10 2.82	2.03 2.69	1.97 2.59	1.92 2.51	1.88 2.43	1.85 2.26	1.79 2.19	1.75 2.06	1.68 2.06	1.63 1.98	1.57 1.89	1.51 1.79	1.48 1.73	1.42 1.64	1.39 1.59	1.34 1.51	1.30 1.46	1.28 1.43		
125	3.92 6.84	3.07 4.78	2.68 3.94	2.44 3.47	2.29 3.17	2.17 2.95	2.08 2.79	2.01 2.65	1.95 2.56	1.90 2.47	1.86 2.40	1.83 2.33	1.77 2.23	1.72 2.15	1.65 2.03	1.60 1.94	1.55 1.85	1.49 1.75	1.45 1.68	1.39 1.59	1.36 1.54	1.31 1.46	1.27 1.40	1.25 1.37		
150	3.91 6.81	3.06 4.75	2.67 3.91	2.43 3.44	2.27 3.13	2.16 2.92	2.07 2.76	2.00 2.62	1.94 2.53	1.89 2.44	1.85 2.29	1.82 2.30	1.76 2.20	1.71 2.12	1.64 2.00	1.59 1.83	1.54 1.72	1.47 1.66	1.44 1.56	1.37 1.51	1.34 1.43	1.29 1.43	1.25 1.37	1.22 1.33		
200	3.89 6.76	3.04 4.71	2.65 3.88	2.41 3.41	2.26 3.11	2.14 2.90	2.05 2.73	1.98 2.60	1.92 2.50	1.87 2.41	1.83 2.34	1.80 2.28	1.74 2.17	1.69 2.09	1.62 1.97	1.57 1.88	1.52 1.79	1.45 1.69	1.42 1.62	1.35 1.53	1.32 1.48	1.26 1.39	1.22 1.33	1.19 1.28		
400	3.86 6.70	3.02 4.66	2.62 3.83	2.39 3.36	2.23 3.06	2.12 2.85	2.03 2.69	1.96 2.55	1.90 2.46	1.85 2.37	1.81 2.29	1.78 2.23	1.72 2.12	1.67 2.04	1.60 1.84	1.54 1.74	1.49 1.64	1.42 1.57	1.38 1.47	1.32 1.42	1.28 1.38	1.22 1.32	1.16 1.24	1.13 1.19		
1000	3.85 6.66	3.00 4.62	2.61 3.80	2.38 3.34	2.22 3.04	2.10 2.82	2.02 2.66	1.95 2.53	1.89 2.43	1.84 2.34	1.80 2.26	1.76 2.20	1.70 2.09	1.65 2.01	1.58 1.89	1.53 1.81	1.47 1.71	1.41 1.61	1.35 1.54	1.30 1.44	1.26 1.38	1.19 1.28	1.13 1.19	1.08 1.11		
	3.84 6.64	2.99 4.60	2.60 3.78	2.37 3.32	2.21 3.02	2.09 2.80	2.01 2.64	1.94 2.51	1.88 2.41	1.83 2.32	1.79 2.19	1.75 2.18	1.69 2.07	1.64 1.99	1.57 1.87	1.52 1.79	1.46 1.69	1.40 1.59	1.35 1.52	1.28 1.41	1.24 1.36	1.17 1.25	1.11 1.15	1.00 1.00		

Tabla 2 Continuación de la tabla 2

Referencias:

- Mendenhall, W. (2010). Introducción a la Probabilidad y Estadística. Cengage Learning Editores.*
- Hoel, P. G. (1984). Elementary Statistics. John Wiley & Sons.*
- KeImansky, D. (2009). Estadística para todos, Estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas. Recuperado a partir de:*
<http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001858.pdf>