

RANKING DE PAISES POR NUMERO R

Informe Diario sobre el Estado de la Pandemia de Coronavirus en Chile y el Mundo

N° 5

6 de mayo, 2020



Jerome Smith

Profesor Adjunto de Econometría y Estadística

Escuela de Administración y Economía

Universidad Católica Silva Henríquez

CONTENIDO

EDITORIAL: RANKING DE PAISES POR NUMERO R.....	1
PROYECCIÓN	7
METODOLOGÍA	8

EDITORIAL: RANKING DE PAISES POR NUMERO R

Queridos lectores,

Hoy les entrego el ranking de países por número R del día. Como es del día, es muy variable; cambia significativamente todos los días, como las acciones de la bolsa. Lo preocupante es estar con un número R sobre 1 consistentemente por muchos días. Nuestro país ocupa el lugar poco prestigioso de 21 en el ranking mundial, de un total de 192 países, con un número R de 1,73 y un crecimiento de casos activos de 9,73%, justo debajo de Somalia y Gabón.

Es de esperar que mañana mejore nuestro ranking por el cual no quisiéramos salir en los diarios...

Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
1	French Polynesia	8,79	60	6	1	16,67%
2	Equatorial Guinea	8,77	439	422	122	28,91%
3	Yemen	7,94	21	17	8	47,06%
4	Chad	6,43	170	110	42	38,18%
5	Madagascar	5,77	168	67	17	25,37%
6	Nicaragua	3,32	16	4	1	25,00%
7	Guinea Bissau	3,29	475	454	62	13,66%
8	Kenya	2,75	535	329	36	10,94%
9	Afghanistan	2,68	3.224	2.708	301	11,12%
10	Honduras	2,40	1.270	1.055	81	7,68%
11	Kuwait	2,37	5.804	3.732	441	11,82%
12	Burkina Faso	2,25	688	92	11	11,96%
13	Colombia	2,19	8.613	6.222	414	6,65%
14	Bahamas	2,10	89	52	5	9,62%
15	Sierra Leone	1,98	199	145	13	8,97%
16	Ethiopia	1,98	145	50	-12	-24,00%
17	Bolivia	1,94	1.802	1.529	104	6,80%
18	Azerbaijan	1,86	2.060	526	48	9,13%
19	Somalia	1,79	835	722	62	8,59%
20	Gabon	1,78	397	298	30	10,07%
21	Chile	1,73	22.016	11.031	1.073	9,73%
22	Sudan	1,69	778	663	87	13,12%
23	Kyrgyzstan	1,60	871	259	2	0,77%
24	Qatar	1,60	17.142	15.206	837	5,50%
25	Bangladesh	1,58	10.929	9.343	591	6,33%
26	South Africa	1,49	7.572	4.678	342	7,31%
27	Cape Verde	1,48	186	147	11	7,48%
28	Armenia	1,48	2.619	1.468	71	4,84%
29	Russia	1,41	155.370	134.054	8.237	6,14%
30	India	1,40	49.391	33.555	1.537	4,58%
31	Iraq	1,29	2.431	758	54	7,12%
32	Uruguay	1,28	670	185	-8	-4,32%
33	Saudi Arabia	1,27	30.251	24.620	631	2,56%
34	Pakistan	1,27	22.550	16.223	843	5,20%
35	Egypt	1,23	7.201	5.019	274	5,46%
36	Bahrain	1,23	3.720	1.950	169	8,67%

Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
37	Paraguay	1,23	431	286	11	3,85%
38	Guinea	1,21	1.811	1.303	52	3,99%
39	Peru	1,20	51.189	34.332	2.731	7,95%
40	Indonesia	1,20	12.071	9.002	233	2,59%
41	Mexico	1,20	26.025	6.708	-2.479	-36,96%
42	Morocco	1,17	5.219	3.190	-21	-0,66%
43	Brazil	1,16	114.715	58.573	3.929	6,71%
44	Iran	1,14	99.970	13.155	164	1,25%
45	Costa Rica	1,12	755	336	-1	-0,30%
46	Mali	1,12	612	352	24	6,82%
47	Jordan	1,10	471	87	1	1,15%
48	Denmark	1,08	9.821	2.022	-67	-3,31%
49	Poland	1,08	14.431	9.435	222	2,35%
50	Algeria	1,07	4.838	2.301	116	5,04%
51	Albania	1,05	820	219	-10	-4,57%
52	Guatemala	1,01	763	665	33	4,96%
53	Belarus	1,00	18.350	14.472	345	2,38%
54	Nigeria	0,99	2.950	2.371	79	3,33%
55	Oman	0,98	2.735	1.865	56	3,00%
56	Kazakhstan	0,96	4.277	2.969	50	1,68%
57	Dominican Republic	0,96	8.480	6.221	103	1,66%
58	Sweden	0,93	23.216	16.288	410	2,52%
59	Democratic Republic of the Congo	0,93	705	581	11	1,89%
60	Finland	0,90	5.412	1.666	79	4,74%
61	Senegal	0,87	1.329	848	2	0,24%
62	Romania	0,85	13.837	7.556	116	1,54%
63	Palestine	0,84	538	407	-11	-2,70%
64	Moldova	0,84	4.363	2.683	-10	-0,37%
65	Bulgaria	0,82	1.689	1.269	16	1,26%
66	Luxembourg	0,82	3.840	332	5	1,51%
67	Angola	0,80	36	23	1	4,35%
68	Argentina	0,79	5.007	3.271	99	3,03%
69	Ukraine	0,77	12.697	10.506	97	0,92%
70	Singapore	0,74	19.410	17.873	570	3,19%
71	Niger	0,70	763	182	-2	-1,10%
72	United Arab Emirates	0,70	15.192	11.893	266	2,24%

Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
73	Cote d'Ivoire	0,69	1.464	745	23	3,09%
74	Sri Lanka	0,68	771	549	-4	-0,73%
75	Philippines	0,67	9.684	7.639	92	1,20%
76	Panama	0,67	7.523	6.490	-53	-0,82%
77	Maldives	0,66	573	552	20	3,62%
78	Georgia	0,66	604	355	-6	-1,69%
79	Liberia	0,66	170	92	2	2,17%
80	Turkey	0,65	129.491	52.686	-3.346	-6,35%
81	Canada	0,63	62.046	30.997	109	0,35%
82	Australia	0,62	6.849	778	-65	-8,35%
83	United States of America	0,62	1.204.475	943.606	19.086	2,02%
84	Germany	0,61	164.897	22.801	-1.528	-6,70%
85	Togo	0,60	128	45	2	4,44%
86	Malta	0,59	482	74	-3	-4,05%
87	Czechia	0,57	7.896	3.633	-127	-3,50%
88	Ireland	0,56	21.983	7.258	241	3,32%
89	Zambia	0,54	139	43	-13	-30,23%
90	Uganda	0,50	98	43	1	2,33%
91	Venezuela	0,48	367	199	6	3,02%
92	San Marino	0,48	589	456	1	0,22%
93	Hungary	0,47	3.111	2.029	-43	-2,12%
94	Croatia	0,47	2.112	469	-30	-6,40%
95	Cuba	0,41	1.685	662	-61	-9,21%
96	Bosnia and Herzegovina	0,41	1.946	956	-37	-3,87%
97	Uzbekistan	0,41	2.207	696	-78	-11,21%
98	North Macedonia	0,37	1.526	427	-14	-3,28%
99	United Kingdom	0,37	194.990	165.219	3.713	2,25%
100	Montenegro	0,36	324	63	1	1,59%
101	Serbia	0,36	9.677	7.754	-32	-0,41%
102	Mozambique	0,35	81	62	1	1,61%
103	Guyana	0,35	93	56	0	0,00%
104	Haiti	0,34	101	79	0	0,00%
105	France	0,31	132.967	54.665	-591	-1,08%
106	Slovakia	0,30	1.421	655	-90	-13,74%
107	Japan	0,30	15.354	10.315	-239	-2,32%
108	Spain	0,29	219.329	70.230	-1.010	-1,44%
109	Malaysia	0,29	6.383	1.710	-54	-3,16%

Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
110	Isle of Man	0,28	326	32	1	3,13%
111	Greece	0,26	2.642	1.122	10	0,89%
112	Italy	0,25	213.013	98.467	-1.513	-1,54%
113	Portugal	0,23	25.702	22.885	136	0,59%
114	Tunisia	0,23	1.022	497	-72	-14,49%
115	Norway	0,20	7.903	7.662	55	0,72%
116	Cyprus	0,19	878	562	4	0,71%
117	Austria	0,19	15.586	1.518	-135	-8,89%
118	Estonia	0,17	1.711	1.395	6	0,43%
119	Israel	0,17	16.289	5.586	-361	-6,46%
120	Slovenia	0,15	1.445	1.103	2	0,18%
121	Lithuania	0,15	1.423	699	-36	-5,15%
122	Switzerland	0,14	29.926	3.044	-178	-5,85%
123	Netherlands	0,14	41.087	35.669	231	0,65%
124	Djibouti	0,13	1.120	373	-28	-7,51%
125	Belgium	0,13	50.509	30.052	87	0,29%
126	Jamaica	0,12	473	408	-16	-3,92%
127	Andorra	0,12	751	191	-15	-7,85%
128	China	0,09	83.968	461	-76	-16,49%
129	Thailand	0,08	2.988	187	-6	-3,21%
130	Lebanon	0,06	741	510	-5	-0,98%
131	Kosovo	0,05	856	340	-86	-25,29%
132	South Korea	0,04	10.806	1.218	-49	-4,02%
133	Antigua and Barbuda	0,00	25	6	-1	-16,67%
134	Aruba	0,00	100	16	-1	-6,25%
135	Barbados	0,00	82	28	-1	-3,57%
136	Benin	0,00	96	44	0	0,00%
137	Bermuda	0,00	115	54	0	0,00%
138	Bhutan	0,00	7	2	0	0,00%
139	Botswana	0,00	23	14	0	0,00%
140	British Virgin Islands	0,00	7	3	0	0,00%
141	Brunei Darussalam	0,00	138	6	-1	-16,67%
142	Burundi	0,00	19	11	0	0,00%
143	Cambodia	0,00	122	2	0	0,00%
144	Cameroon	0,00	2.104	1.087	0	0,00%
145	Cayman Islands	0,00	75	44	-16	-36,36%
146	Central African Republic	0,00	94	84	0	0,00%

Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
147	Congo	0,00	236	200	0	0,00%
148	Curaçao	0,00	16	2	0	0,00%
149	Dominica	0,00	16	2	-1	-50,00%
150	Ecuador	0,00	31.881	26.879	0	0,00%
151	El Salvador	0,00	587	368	-26	-7,07%
152	Eritrea	0,00	39	9	-4	-44,44%
153	Eswatini	0,00	116	103	0	0,00%
154	Faroe Islands	0,00	187	2	0	0,00%
155	Fiji	0,00	18	4	0	0,00%
156	Gambia	0,00	17	7	0	0,00%
157	Ghana	0,00	2.719	2.407	0	0,00%
158	Gibraltar	0,00	144	11	0	0,00%
159	Grenada	0,00	21	8	0	0,00%
160	Holy See	0,00	11	9	0	0,00%
161	Iceland	0,00	1.799	56	-10	-17,86%
162	Jersey	0,00	293	-137	0	0,00%
163	Laos	0,00	19	10	0	0,00%
164	Latvia	0,00	896	531	-1	-0,19%
165	Libya	0,00	63	37	0	0,00%
166	Liechtenstein	0,00	83	27	0	0,00%
167	Malawi	0,00	41	29	0	0,00%
168	Mauritania	0,00	8	1	0	0,00%
169	Mauritius	0,00	332	3	-3	-100,00%
170	Monaco	0,00	95	10	-3	-30,00%
171	Mongolia	0,00	41	28	-1	-3,57%
172	Montserrat	0,00	11	3	0	0,00%
173	Myanmar	0,00	161	106	0	0,00%
174	Namibia	0,00	16	8	0	0,00%
175	Nepal	0,00	82	66	0	0,00%
176	New Caledonia	0,00	18	1	0	0,00%
177	Rwanda	0,00	261	132	-1	-0,76%
178	Saint Kitts and Nevis	0,00	15	3	-4	-133,33%
179	Saint Lucia	0,00	18	3	0	0,00%
180	Saint Vincent and the Grenadines	0,00	17	8	0	0,00%
181	Sao Tome and Principe	0,00	174	167	0	0,00%
182	Seychelles	0,00	11	3	-2	-66,67%

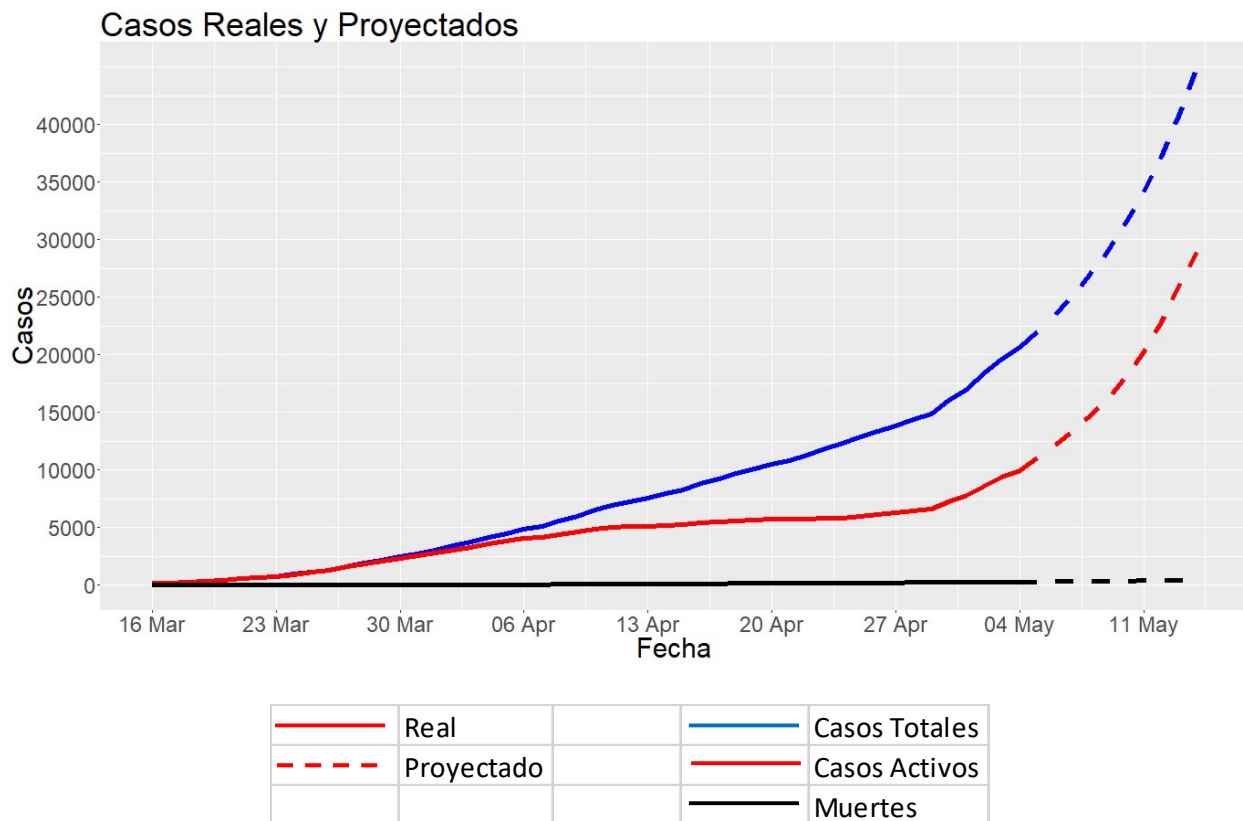
Escuela de Administración y Economía

Ranking	País	Número de Reproducción	Total Casos	Total Casos Activos	Cambio en Casos Activos	% Crecimiento Casos Activos
183	Sint Maarten	0,00	76	18	-1	-5,56%
184	Syria	0,00	44	14	0	0,00%
185	Taiwan	0,00	438	98	0	0,00%
186	Timor Leste	0,00	24	4	0	0,00%
187	Trinidad and Tobago	0,00	116	5	-4	-80,00%
188	Turks and Caicos islands	0,00	12	5	0	0,00%
189	United Republic of Tanzania	0,00	480	295	0	0,00%
190	Vietnam	0,00	271	39	-7	-17,95%
191	Zimbabwe	0,00	34	25	0	0,00%
192	New Zealand	-0,06	1.138	-199	-14	7,04%

PROYECCIÓN

El siguiente gráfico muestra la evolución de la pandemia en Chile hasta el día presente, y la proyección al futuro para los próximos 7 días. La parte proyectada se obtuvo con el modelo predictivo, cuya metodología se explica en la sección homónima.

La proyección al 11 de mayo es que tendremos 34.000 casos totales y 20.000 casos activos.



METODOLOGÍA

A continuación, se describe brevemente la metodología usada para desarrollar el modelo predictivo de evolución de la pandemia en Chile.

Para predecir el futuro de una pandemia, en epidemiología se usa una métrica muy importante llamado el **número de reproducción**, designado **R**. Es el número de personas a quien contagia en promedio cada persona infectada con un virus.

R depende de las características biológicas de la enfermedad, y también de las medidas públicas para prevenir el contagio.

Si $R > 1$, cada persona contagia a más de un otro y la epidemia aumenta exponencialmente. Por ejemplo, si $R = 2$, cada persona contagia a dos más, y la enfermedad crece según una serie geométrica: 1, 2, 4, 8, ... etc. Después de 24 pasos, la cantidad de infectados sería $2^{24} = 16.777.216$, y casi todo Chile estaría infectado.

Escuela de Administración y Economía

Si $R = 1$, la cantidad de personas infectadas se mantiene estable; no aumenta ni disminuye.

Si $R < 1$, la cantidad de personas infectadas disminuye y la epidemia termina.

La otra estadística importante es la cantidad total de infectados **activos**, no el total que incluye a los recuperados. Los que pueden infectar a otros son los activos, no los recuperados.

Entonces, para saber hacia dónde va la pandemia en cada país, más que mirar la cantidad total de infectados, hay que mirar el número R y la cantidad de infectados activos.

En este modelo el valor de R en cada tiempo t , R_t , se estima con la siguiente ecuación:

$$R_t = \frac{c_t T_t}{A_t} \dots\dots\dots(1)$$

- donde c_t = Casos nuevos diarios en día t
- T_t = Tiempo de duración de la enfermedad en día t
- A_t = Cantidad total de casos activos en día t

El tiempo de duración de la enfermedad, T_t , se estima mediante un proceso que mantiene la contabilidad precisa del stock de casos activos, estructurado como una cola a través de la cual los infectados transitan desde la infección inicial hasta un desenlace final: recuperación o muerte. Se lleva la cuenta de las cohortes y sus días de enfermedad respectivos.

La cantidad total de casos activos se obtiene de la siguiente ecuación:

$$A_t = C_t - R_t - D_t \dots\dots\dots(2)$$

- donde C_t = Cantidad total de casos
- R_t = Cantidad total de recuperados
- D_t = Cantidad total de muertos

Para la variación de R con el tiempo t , se propone el siguiente modelo hipotético:

$$R_t = \beta_0 e^{\beta_1 t} + \beta_2 \dots\dots\dots(3)$$

β_1 es un coeficiente cuyo valor determina el comportamiento de R con el tiempo. Si $\beta_1 < 0$ y $\beta_2 < 1$, R disminuirá con el tiempo, tendiendo a la asíntota β_2 . Si $\beta_1 > 0$, R crecerá exponencialmente. Si $\beta_1 = 0$, $R = \beta_0 + \beta_2 =$ constante.

Escuela de Administración y Economía

β_2 es el valor mínimo posible para R. Observando a los países que han logrado controlar la pandemia, como China y Corea del Sur, se estima $\beta_2 \approx 0,5$.

Ecuación (3) se puede reescribir de la siguiente manera:

$$R_t - \beta_2 = \beta_0 e^{\beta_1 t}$$

Tomando el logaritmo natural de cada lado:

$$\log(R_t - \beta_2) = \log \beta_0 + b_1 t \dots\dots\dots(3')$$

Ya que se cuenta con valores para R_t y t , se hace una regresión lineal de $\log(R_t - \beta_2)$ con t , y se obtienen estimaciones para β_0 y β_1 .

Se reemplazan las estimaciones en la ecuación (3), con el cual se estima el valor de R_t proyectado al futuro.

Para cada tiempo futuro, se estima la cantidad de casos nuevos a partir de la ecuación (1):

$$C_t = \frac{R_t A_t}{T} \dots\dots\dots(1')$$

Los recuperados diarios, r_t , se estiman aplicando la contabilidad proyectada a la cola de casos activos. Los fallecidos diarios, d_t , se estiman a partir de la tasa de fallecidos diarios, dado por:

$$Tasa\ media\ de\ fallecidos\ diarios = \frac{c_t}{A_t} \dots\dots\dots(4)$$

En síntesis, aplicando todas las ecuaciones y procedimientos descritos, se obtienen estimaciones a futuro de las siguientes variables:

- R_t = Número de reproducción
- c_t = Casos nuevos diarios
- C_t = Casos totales
- r_t = Recuperados diarios
- R_t = Recuperados Totales
- d_t = Muertes diarios
- D_t = Muertes totales
- a_t = Casos activos diarios
- A_t = Casos activos totales

Con el tiempo se irán incorporando mejoras y sofisticaciones al modelo, a fin de mejorar su precisión predictiva.