



Recuadro 3

SEMÁFOROS EPIDEMIOLÓGICOS REGIONALES: NÚMERO DE REPRODUCCIÓN R Y FLUJO DE MUERTES

Existen diversos indicadores que permiten hacer el seguimiento de la evolución de la pandemia del COVID-19, entre los cuales figuran el número de reproducción R y el flujo de mortalidad por millón de habitantes. Debido a que la dinámica de estos indicadores no necesariamente es la misma en todo el país, resulta útil su seguimiento diario y en tiempo real por regiones, a través de indicadores como la velocidad de reproducción del virus del COVID-19 y la intensidad del ritmo de mortalidad.

R por regiones

El número de reproducción R mide la capacidad de transmisión de una enfermedad; es decir, qué tan contagiosa es dicha enfermedad. El R básico mide el grado de contagio natural de una enfermedad al inicio de esta, mientras que el R efectivo permite medir el número promedio de personas que en un momento de tiempo " t " pueden contagiarse de un caso secundario de contagio. Si $R > 1$, el número de nuevos casos crece en el tiempo y la enfermedad prolifera; mientras que si $R < 1$, el número de casos nuevos disminuye en el tiempo y el virus se vuelve manejable.

La estimación del R efectivo para cada región se realiza a partir de los R efectivos estimados para cada departamento del Perú. El método de estimación es el que se describe en Lahura y Vega¹³, el cual utiliza información diaria en tiempo real del número de infectados y del número de fallecimientos. Para cada departamento, se estiman cinco números R alternativos, los cuales se diferencian en la cifra de nuevos infectados que utilizan. El siguiente cuadro resume las principales características de los estimados del número de reproducción efectivo y las fuentes de información utilizadas:

ESTIMACIONES DEL NÚMERO DE REPRODUCCIÓN R E INFORMACIÓN DE FLUJO DE INFECTADOS UTILIZADA

R	Definición de serie de infectados	Fuente
R1	Número oficial de nuevos infectados que fueron identificados con cualquier tipo de prueba	Sala Situacional MINSA
R1*	Número oficial de nuevos infectados que fueron identificados solo con pruebas PCR ¹⁴ .	Datos Abiertos MINSA
R2	Número de nuevos infectados estimados a partir de las cifras oficiales de muertes	Sala Situacional MINSA
R3	Número de nuevos infectados estimados a partir de los excesos de muertes.	SINADEF
R3*	Número de nuevos infectados estimados a partir de los excesos de muertes ajustadas por corrección de sesgo de fin de muestra.	SINADEF

El siguiente cuadro muestra un ejemplo del semáforo epidemiológico que se puede construir con la información regional de $R1^*$ y $R3^*$, para los días 1 de julio, 31 de julio y 1 de diciembre

13 Lahura, E., Vega, M. (2020). Estimación del número de reproducción R en tiempo real para el Perú. Revista Moneda 184.

14 PCR hace referencia a las siglas en inglés de "Reacción en Cadena de la Polimerasa". La prueba PCR es una prueba de diagnóstico que permite detectar un fragmento del material genético de un patógeno o microorganismo.

de 2020, y 15 de enero de 2021. El cuadro se denomina semáforo puesto que los valores del R efectivo están asociados a tres colores: verde si $R < 1$, lo cual implica que los contagios están en caída; naranja si $1 < R < 2$, lo que implica que el virus sigue multiplicándose, pero no se duplica; y rojo si $R > 2$, lo que significa que el virus continúa diseminándose a una alta velocidad. Usualmente sólo se observan valores de $R > 2$ al inicio de una epidemia. La información de los departamentos se agrupa en cuatro regiones: (i) Norte: Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes; (ii) Centro: Ancash, Callao, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lima y Pasco; (iii) Sur: Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Moquegua, Puno y Tacna; y (iv) Oriente: Amazonas, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali.

Entre los días 1 y 31 de julio de 2020, periodo previo al pico de la primera ola nacional, el número de reproducción medido como $R1^*$ o $R3^*$ aumentó o se mantuvo por encima de 1, lo que implica que los contagios aún estaban en aumento. El comportamiento por regiones fue heterogéneo en esta primera ola. Por un lado, en el mes de julio las regiones norte y oriente tuvieron una tendencia decreciente en el ritmo de contagios mientras que las regiones sur y centro aún estaban en aumento.

También se muestra el comportamiento hacia el inicio de la segunda ola. El indicador $R1^*$ basado en pruebas PCR muestra que a inicios de diciembre de 2020 el número R ya era superior a 1 pero hacia la quincena de enero de este año se ubica en 1,45 lo que confirma la segunda ola. De otro lado, el indicador $R3^*$ basado en la mortalidad de sospechosos COVID-19 en SINAEF, muestra también un incremento del número de reproducción desde un valor menor a 1 hasta 1,3. A diferencia de la primera ola, esta segunda ola muestra un comportamiento más homogéneo entre las regiones.

ESTIMADOS DEPARTAMENTALES DEL NÚMERO DE REPRODUCCIÓN BASADOS EN PRUEBAS Y EN LA MORTALIDAD SINAEF

Región	Ritmo de contagios basados en pruebas moleculares ($R1^*$)				Ritmo de contagios derivados del ritmo de mortalidad ($R3^*$)			
	1-Jul-20	31-Jul-20	1-Dic-20	15-Ene-21	1-Jul-20	31-Jul-20	1-Dic-20	15-Ene-21
Norte	● 0,64	● 0,82	● 1,10	● 1,33	● 1,04	● 0,96	● 1,10	● 1,10
Centro	● 0,88	● 1,01	● 1,09	● 1,41	● 1,06	● 1,02	● 0,98	● 1,34
Sur	● 1,06	● 1,15	● 1,08	● 1,47	● 1,07	● 1,24	● 0,88	● 1,42
Oriente	● 1,21	● 0,94	● 0,90	● 1,59	● 0,83	● 0,88	● 0,85	● 1,45
Perú	● 0,88	● 1,01	● 1,07	● 1,45	● 1,02	● 1,03	● 0,97	● 1,29

Fuente: MINSa y SINAEF.

Mortalidad por regiones

Otro indicador clave en el seguimiento del COVID-19 es la tasa de mortalidad diaria. El siguiente cuadro muestra un semáforo regional basado en el incremento del número de muertes por millón de habitantes registrado en SINAEF. En el semáforo, el color rojo denota un incremento superior a 4 en el número de muertes por millón de habitantes entre las dos fechas adyacentes. El ámbar denota un crecimiento del número de muertes por millón de habitantes entre 0 y 2 (incremento leve) y el color verde denota una caída del número de muertes. Por ejemplo, a nivel





nacional, el 31 de julio de 2020 el semáforo estuvo en ámbar puesto que las muertes por millón de habitantes aumentaron de 13,5 a inicio de ese mes hasta 15,5 al 31 de julio.

Al igual que lo mostrado por los indicadores del número de reproducción, el ritmo de mortalidad en la primera ola también es heterogéneo. Mientras que la región norte y oriente ya están en descenso, la región centro y sur tienen mortalidad en aumento. Hacia inicios de diciembre de 2020, todos los semáforos se ponen verde lo que evidencia que a nivel nacional y regional la mortalidad llegó a valores mínimos en comparación a los niveles de fines de julio de 2020.

Los semáforos de la quincena de enero del presente año muestran que la mortalidad se incrementó respecto al 1 de diciembre de 2020 de manera uniforme en todas las regiones. Al igual que la información brindada por los estimados del número de reproducción, el ritmo de mortalidad en la quincena de enero muestra el inicio homogéneo de la segunda ola.

MORTALIDAD DIARIA POR MILLÓN DE HABITANTES POR DEPARTAMENTO

Departamento	1-Jul-20	31-Jul-20	1-Dic-20	15-Ene-21
Norte	12,2	● 10,2	● 3,2	● 5,7
Centro	17,2	● 19,7	● 2,3	● 9,0
Sur	6,1	● 18,0	● 1,4	● 4,9
Oriente	10,3	● 6,2	● 1,0	● 1,2
Perú	13,5	● 15,7	● 2,1	● 6,9

Nota: La mortalidad se mide como el promedio móvil 7 días del flujo de muertes por millón de habitantes.
Fuente: MINSA y SINADEF.

Conclusión

La combinación del semáforo regional para el número R con el semáforo de mortalidad permite apreciar la dinámica de la pandemia. Se muestra que la dinámica de la pandemia fue heterogénea en la primera ola ya que la región oriente y norte alcanzaron máximos antes que las regiones centro y sur. En cambio, el inicio de la segunda ola es más homogéneo a lo largo de las regiones.