

---

## Informe de resultados de COVID-19

### México

15 de octubre de 2021

Este documento contiene información resumida sobre las últimas proyecciones del modelo IHME sobre COVID-19 en México. El modelo se ejecutó el 13 de octubre de 2021, con datos hasta el 11 de octubre de 2021.

En esta semana, además de los cambios de métodos (ver sección de actualizaciones de modelos) también se ha realizado un cambio en los indicadores que se informan. En esta ocasión se muestran, en las herramientas de visualización y en los resúmenes, las muertes reportadas y totales por COVID-19, mientras que anteriormente mostramos reportadas y en exceso. Cabe aclarar que las muertes reportadas en el caso de México derivan de las estadísticas vitales y no de las notificaciones diarias del sistema de vigilancia epidemiológica. Lo anterior es porque hemos visto diferencias sustanciales entre las muertes notificadas y las asignadas a COVID a través del proceso de revisión de certificación de las defunciones.

Esta semana la epidemia mantiene una tendencia descendente con una disminución de 8% de los infectados y de 9% de los casos con respecto a la semana anterior. Así mismo las defunciones por COVID-19 reportadas y totales cayeron 18% con respecto a las estimaciones de la semana anterior. Lo anterior no impide que COVID-19 siga siendo la primera causa de muerte en México. Actualmente 13 estados presentan una tasa de mortalidad total superior a 4 por 1 millón de habitantes. Chihuahua y Baja California mantienen una R efectiva superior a 1.

Sigue aumentando la movilidad en todo el país y la relajación de los mandatos cada vez es más evidente en todos los estados. Al 11 de octubre nueve estados han llegado a 70% o más de la población que ha recibido al menos una dosis de vacuna y 4 estados han llegado a 50% o más de la población que está completamente vacunada

En nuestro escenario de referencia, que representa lo que creemos que es más probable que suceda, nuestro modelo proyecta 551,000 muertes totales debido a COVID-19 el 1 de enero. Esto representa 28,000 muertes adicionales del 11 de octubre al 1 de enero. Las muertes reportadas diariamente disminuirán a 220 para el 17 de noviembre de 2021. Si se alcanzara la cobertura universal de mascarillas (95%) en la próxima semana, nuestro modelo proyecta 3,200 muertes reportadas menos en comparación con el escenario de referencia el 1 de enero. Los casos diarios en el escenario de referencia se reducirán a 3500 para el 11 de noviembre de 2021. Los casos diarios en el peor escenario aumentarán a 28,600 para el 13 de diciembre de 2021.

Aunque las infecciones, los casos y las muertes están disminuyendo en todo el país, los problemas de la pérdida de inmunidad y la aparición de nuevas variantes, con una mayor transmisibilidad y escape inmunológico, siguen planteando amenazas importantes. De hecho, nuestros modelos aún no tienen en cuenta ninguno de estos factores, por lo que nuestras previsiones actuales pueden resultar optimistas, una vez que sean incluidos.

## Situación actual

- Las infecciones diarias en la última semana disminuyeron a 64,400 por día en promedio en comparación con 70,200 la semana anterior (Figura 1). El censo hospitalario diario en la última semana (hasta el 11 de octubre) disminuyó a 4,300 por día en promedio en comparación con 5,000 la semana anterior.
- Los casos reportados diariamente en la última semana disminuyeron a 7,000 por día en promedio en comparación con los 7,700 de la semana anterior (Figura 2).
- Las muertes reportadas por COVID-19 en la última semana disminuyeron a 360 por día en promedio en comparación con 440 la semana anterior (Figura 3).
- El total de muertes por COVID-19 en la última semana disminuyó a 490 por día en promedio en comparación con 600 la semana anterior (Figura 3). Esto convierte a COVID-19 en la causa número 1 de muerte en México esta semana (Tabla 1). El total estimado de muertes diarias por COVID-19 en la última semana fue 1.4 veces mayor que el número reportado de muertes.
- La tasa diaria de muertes reportadas por COVID-19 es mayor a 4 por millón en Aguascalientes, Baja California, Campeche, Colima y Tabasco (Figura 4).
- La tasa diaria de muertes totales por COVID-19 es superior a 4 por millón en 13 estados (Figura 4).
- Estimamos que el 66% de las personas en México han sido infectadas al 11 de octubre (Figura 6).
- La R efectiva, calculada usando casos, hospitalizaciones y muertes, es mayor que 1 en Baja California y Chihuahua. (Figura 7).
- La tasa de detección de infecciones en México fue cercana al 6% el 11 de octubre (Figura 8).
- Basándonos en el GISAID y varias bases de datos nacionales, combinado con nuestro modelo de dispersión de variantes, estimamos la prevalencia actual de variantes de interés (Figura 9). Estimamos que la variante Beta no circula en ningún estado, que la variante Delta circula en 32 estados y que la variante Gamma circula en 7 estados.

## Tendencias en los impulsores de la transmisión

- La movilidad la semana pasada fue un 2% más alta que la línea de base anterior a COVID-19 (Figura 11). La movilidad estuvo cerca de la línea de base (dentro del 10%) en 30 estados.
- Al 11 de octubre, en la Encuesta de Tendencias e Impacto de COVID-19, el 81% de las personas informan que siempre usaban una máscara al salir de casa en comparación con el 81% de la semana pasada (Figura 13).

- Hubo 19 pruebas de diagnóstico por cada 100,000 personas el 11 de octubre (Figura 15).
- Al 11 de octubre nueve estados ha llegado a 70% o más de la población que ha recibido al menos una dosis de vacuna y ningún estado ha llegado a 70% o más de la población que está completamente vacunada (Figura 17).
- En México, el 89.2% de la población de 12 años o más dice que aceptaría o probablemente aceptaría una vacuna para COVID-19. Tenga en cuenta que la aceptación de la vacuna se calcula utilizando datos de encuestas de la población mayor de 18 años. La proporción de la población que está dispuesta a recibir la vacuna COVID-19 oscila entre el 71% en Chiapas y el 97% en la Ciudad de México (Figura 19).
- En nuestro escenario de referencia actual, esperamos que 75.0 millones de personas sean vacunadas con al menos una dosis para el 1 de enero (Figura 20). Esperamos que 52% de la población esté completamente vacunada para el 1 de enero de 2022.
- Con base en la estimación de la población que ha sido infectada con COVID-19 y vacunada hasta la fecha, combinada con supuestos sobre la protección contra la infección con la variante Delta proporcionada por infección natural, vacunación o ambas, estimamos que el 58% de la región es inmune a la variante Delta. En nuestro escenario de referencia actual, esperamos que para el 1 de enero, 65% de las personas sean inmunes a la variante Delta (Figura 21). Estos dos cálculos no tienen en cuenta la disminución de la inmunidad natural o derivada de la vacuna.

## Proyecciones

- En nuestro escenario de referencia, que representa lo que creemos que es más probable que suceda, nuestro modelo proyecta 408,000 muertes reportadas acumuladas debido al COVID-19 el 1 de enero. Esto representa 20,000 muertes adicionales del 11 de octubre al 1 de enero. Las muertes reportadas diariamente disminuirán a 220 para el 17 de noviembre de 2021 (Figura 22).
- Bajo nuestro escenario de referencia, nuestro modelo proyecta 551,000 muertes totales acumuladas debido a COVID-19 el 1 de enero. Esto representa 28,000 muertes adicionales del 11 de octubre al 1 de enero (Figura 22).
- Si se alcanzara la cobertura universal de mascarillas (95%) en la próxima semana, nuestro modelo proyecta 3.200 muertes reportadas acumulativas menos en comparación con el escenario de referencia el 1 de enero.
- En nuestro peor escenario, nuestro modelo proyecta 453,000 muertes reportadas acumuladas el 1 de enero, 45,000 muertes adicionales en comparación con nuestro escenario de referencia. Las muertes reportadas diariamente en el peor escenario aumentarán a 1.730 para el 27 de diciembre de 2021 (Figura 22).
- Las infecciones diarias en el escenario de referencia se elevarán a 74.280 al 24 de diciembre de 2021 (Figura 23). Las infecciones diarias en el peor escenario aumentarán a 417,950 para el 3 de diciembre de 2021 (Figura 23).

- Los casos diarios en el escenario de referencia se reducirán a 3500 para el 11 de noviembre de 2021 (Figura 24). Los casos diarios en el peor escenario aumentarán a 28,600 para el 13 de diciembre de 2021 (Figura 24).
- El censo hospitalario diario en el escenario de referencia se reducirá a 3.040 al 9 de noviembre de 2021 (Figura 25). El censo hospitalario diario en el peor escenario aumentará a 22.580 para el 17 de diciembre de 2021 (Figura 25).
- La Figura 26 compara nuestros pronósticos de escenarios de referencia con otros modelos archivados públicamente. Los pronósticos son muy divergentes.
- En algún momento, desde octubre hasta el 1 de enero, 1 estado tendrá una presión alta o extrema en las camas de hospital (Figura 27). En algún momento, desde octubre hasta el 1 de enero, 6 estados tendrán una presión alta o extrema en la capacidad de la unidad de cuidados intensivos (UCI) (Figura 28).

## Actualizaciones de los modelos

En esta nueva versión, hemos introducido tres cambios importantes. Primero, hemos actualizado sustancialmente los datos y métodos utilizados para estimar el exceso de mortalidad relacionado con la pandemia. En segundo lugar, ahora estamos estimando la fracción de exceso de mortalidad en cada país que está directamente relacionada con COVID-19 y la fracción de aumento de la mortalidad en individuos que no resultaron positivos por PCR en el momento de la muerte. En tercer lugar, la estimación de la triangulación de infecciones pasadas en casos, hospitalizaciones, muertes y la tasa de detección de infección, la tasa de infección-hospitalización y la tasa de letalidad se ha revisado para captar múltiples fuentes de incertidumbre. A continuación, proporcionamos más detalles sobre estas revisiones.

Además de los cambios de métodos, también hemos realizado un cambio en los indicadores que informamos. Ahora mostramos en nuestras herramientas y resúmenes las muertes reportadas y totales por COVID-19, mientras que anteriormente mostramos reportadas y en exceso.

1. Revisiones para estimar el exceso de mortalidad. Para este análisis, los países se pueden dividir en dos grupos: a) países que han reportado muertes mensuales o semanales por todas las causas antes y durante la pandemia, y b) países que no han reportado muertes durante la pandemia. La mayoría de los países están en el grupo b.

Como se describió anteriormente, proporcionamos estimaciones del exceso de mortalidad para los países que informan datos de mortalidad por todas las causas que se basan en un conjunto de seis modelos diferentes. Estos seis modelos están ponderados por sus errores cuadráticos medios de una prueba de validez predictiva fuera de la muestra. Como en nuestro análisis anterior, el registro tardío se evalúa comparando las publicaciones sucesivas de datos de mortalidad por todas las causas semanales o mensuales. Las semanas / meses más recientes en los que la mortalidad por todas las causas informada es inferior a 99% se excluyeron de nuestro análisis. Además, también incluimos estimaciones de la tasa de exceso de mortalidad a nivel provincial proporcionadas por el Consejo de Investigación

Médica de Sudáfrica y el exceso de mortalidad con base en las muertes reportadas en el sistema de registro civil para períodos durante la primera y segunda oleadas de COVID-19 de nueve estados en India. La inclusión de datos de registro civil para estos estados en la India aumenta sustancialmente las estimaciones de exceso de mortalidad para la India, particularmente durante el aumento de la variante Delta. En total, tenemos datos para 163 países y 220 estados / provincias dentro de los países.

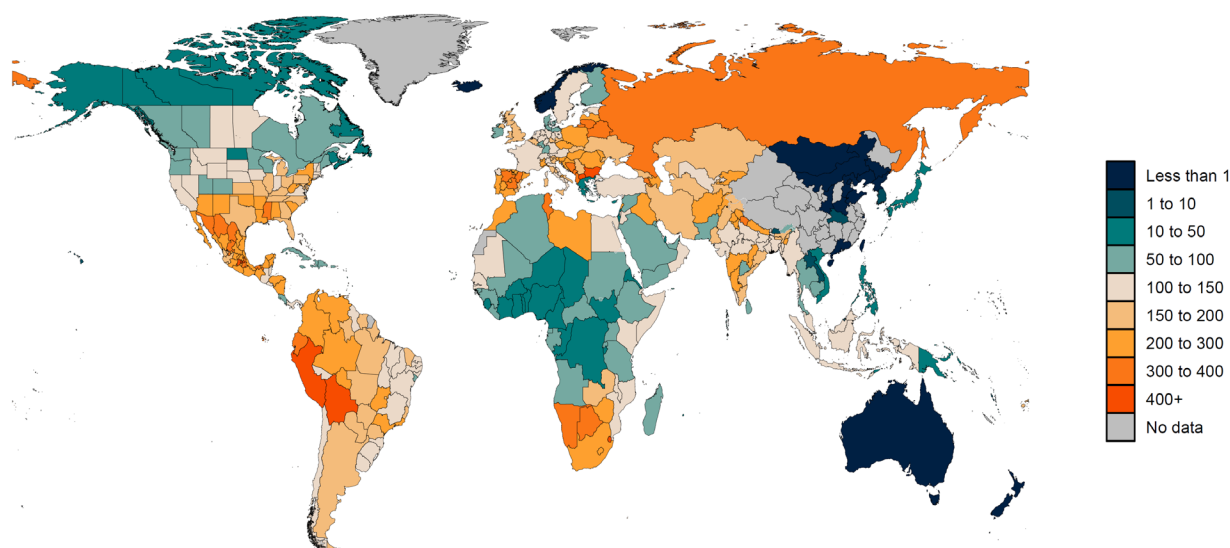
Para predecir el exceso de mortalidad para todas las ubicaciones sin medir directamente la mortalidad por todas las causas, evaluamos la relación entre la tasa de exceso de mortalidad y una lista de covariables relacionadas con COVID-19, como la tasa de detección de infección y las covariables sugeridas por el metanálisis realizado por el Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de EE. UU. Para llegar a un modelo parsimonioso con covariables con una dirección de efecto sensible sobre la tasa de mortalidad excesiva, ejecutamos nuestro modelo usando la regresión del Operador de Selección y Contracción Mínima Absoluta (LASSO) para ayudar a identificar las covariables que se incluirán en nuestro análisis. A través de nuestro proceso de selección de modelos, la lista de covariables incluidas son:

- Seroprevalencia acumulativa (rezagada)
- Movilidad (rezagada)
- Tasa de detección de infecciones (rezagada)
- Tasa de mortalidad de COVID-19 notificada
  - Tasa bruta de mortalidad
- Prevalencia de diabetes
- Prevalencia del tabaquismo
- Tasa de mortalidad por VIH
- Tasa de hospitalización
- Calidad del registro de defunciones
- Latitud promedio
- Proporción de población mayor de 75 años
- Prevalencia de hipertensión
- Índice de calidad y acceso a la atención médica

Para calcular los niveles incertidumbre tanto en el exceso de mortalidad estimado directamente en función de las muertes registradas como en las covariables seleccionadas, repetimos la estimación 100 veces en función del exceso de mortalidad en el nivel de extracción y en las covariables de nivel de extracción. En cada estimación usamos los residuales no explicados por los efectos fijos de las covariables seleccionadas al hacer predicciones para países o localidades con mortalidad por todas las causas para que

coincidieran con los datos observados. Cuando no se cuenta con datos de mortalidad se usan los residuales a nivel regional y por super-región a las que pertenecen cada una de los países o localidades incluidas en esas jerarquías de ubicaciones agregada. Dado el período de tiempo diverso e incompleto cubierto por los datos del registro civil de la India, el promedio de los residuales a nivel estatal se utiliza para todos los estados de la India. Predecimos el exceso de mortalidad desde el 1 de marzo de 2020 hasta el 26 de septiembre de 2021, utilizando 100 extracciones de covariables para este período acumulado y los coeficientes y residuales del modelo de nivel de estimación en el paso anterior. La Figura 1 muestra la tasa de exceso de mortalidad estimada (muertes por 100.000) para el período de tiempo antes mencionado.

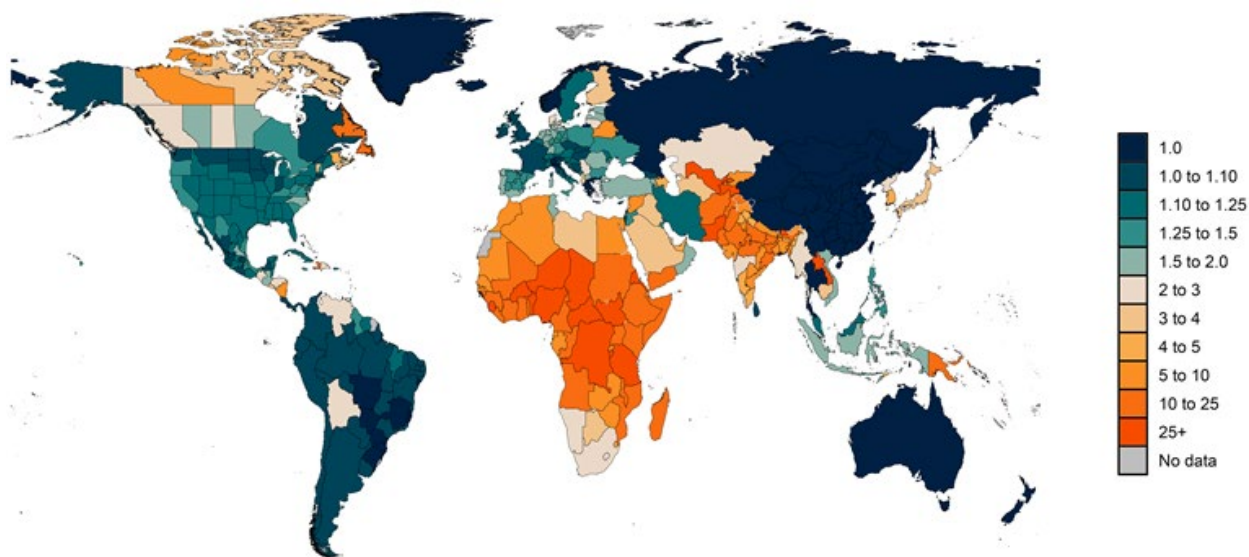
Figura 1: Tasa de exceso de mortalidad estimada (muertes por 100.000) desde el 1 de marzo de 2020 hasta el 26 de septiembre de 2021



2. Estimación de la fracción de exceso de mortalidad directamente atribuible a la infección por COVID-19. Calcular las muertes en individuos que ocurrieron cuando se infectaron activamente con COVID-19 es un desafío. Algunas jurisdicciones dentro de países y algunos países, como la Federación de Rusia, han informado muertes en las que se informa COVID-19 en el certificado de defunción como la causa subyacente de muerte y, además, pacientes con PCR positiva que tienen otra causa de muerte listada como causa subyacente en el certificado de defunción. Siguiendo las recomendaciones de la OMS, definimos en principio las muertes totales por COVID-19 como todas las muertes en las que el individuo estaba infectado activamente en el momento de la muerte. Sin embargo, el número de jurisdicciones que reportan este tipo de datos detallados es muy limitado. Hemos tenido que utilizar un enfoque de estimación estadística para aproximar la fracción de muertes en exceso que son muertes totales por COVID-19. En particular, utilizamos el análisis de regresión para el exceso de mortalidad y calculamos un nivel hipotético de exceso de mortalidad en el que la tasa de detección de infección se establece en el nivel máximo observado y la movilidad en la línea de base anterior a COVID-19. Estos están destinados a corregir el exceso de mortalidad por cambios debidos a la notificación insuficiente y cambios en el comportamiento, como la búsqueda de atención relacionada con la movilidad. En una

ubicación determinada, si las muertes por COVID-19 informadas son más altas que las muertes por COVID-19 totales estimadas, usamos el COVID-19 informado como la estimación de las muertes por COVID-19 totales. La Figura 2 muestra la relación entre el total estimado de muertes por COVID-19 y las muertes por COVID-19 notificadas por ubicación.

Figura 2: Relación estimada entre el total de muertes por COVID-19 y las muertes por COVID-19 notificadas desde el 1 de marzo de 2020 hasta el 26 de septiembre de 2021



3. Hemos mejorado la forma en que estimamos las infecciones de COVID-19 pasadas para reflejar mejor las diversas fuentes de incertidumbre que afectan ese proceso de estimación. Esto incluye los siguientes cambios que se introdujeron en el lanzamiento de esta semana:

a) Hemos implementado un modelo de conjunto para nuestros modelos de tasa de infección-letalidad y tasa de infección-hospitalización que utiliza las 100 combinaciones más predictivas de las siguientes covariables (además del tiempo). Estas covariables se basaron en un metanálisis de los CDC de EE. UU. De factores relacionados con la infección por COVID-19.

I. Prevalencia de obesidad

ii. Prevalencia de enfermedades cardiovasculares

iii. Prevalencia de cáncer

iv. Prevalencia de la enfermedad renal crónica

v. Prevalencia de la diabetes

vi. Prevalencia de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

vii. Prevalencia del tabaquismo

viii. Cobertura sanitaria universal

ix. Índice de calidad y acceso a la asistencia sanitaria

b) También usamos un modelo de conjunto para la tasa de detección de infecciones basado en las siguientes covariables (una usada en cada modelo, junto con la capacidad de prueba):

I. Cobertura sanitaria universal

ii. Índice de calidad y acceso a la asistencia sanitaria

iii. Proporción de la población de 65 años o más

c) Generamos 100 muestras de cada observación de seroprevalencia basándonos en el error informado en los estudios de seroprevalencia, y luego creamos muestras de arranque de esos 100 conjuntos de datos de seroprevalencia para incluir en cada modelo en el conjunto.

d) Al corregir los estudios de seroprevalencia por subregistro debido a la seroreversión, tomamos muestras de las curvas de las funciones de disminución de la sensibilidad específicas del ensayo en función del error informado en esos estudios en lugar de utilizar solo las estimaciones puntuales.

e) En lugar de asumir un único valor fijo de inmunidad de variante cruzada en 0.5, tomamos muestras de una distribución uniforme que variaba de 0.3 a 0.7 (como ya se hizo en nuestro modelo Susceptible-Expuesto-Infeccioso-Recuperado [SEIR]).

f) En lugar de asumir un valor fijo único de mayor riesgo de hospitalización y mortalidad para variantes no ancestrales en relación con ancestrales, utilizamos una estimación encontrada en la literatura (<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n579>) de 1,64 (IC del 95%: 1,32–2,04), un aumento de la fuente anterior de la que nos basamos, que informó 1,29.

g) Al triangular las infecciones en función de los casos, las muertes y las hospitalizaciones, le damos más peso a una de esas tres series de entrada en cada submodelo para capturar mejor la heterogeneidad entre estos datos.



---

## COVID-19 Results Briefing

### Mexico

October 15, 2021

This document contains summary information on the latest projections from the IHME model on COVID-19 in Mexico. The model was run on October 13, 2021, with data through October 11, 2021.

This week, in addition to the method changes (see model updates section), a change has also been made to the reported indicators. On this occasion, the reported and total deaths from COVID-19 are shown in the visualization tools and in the summaries, while previously we showed reported and in excess. It should be clarified that the deaths reported in the case of Mexico derive from vital statistics and not from daily notifications from the epidemiological surveillance system. This is because we have seen substantial differences between reported deaths and those assigned to COVID-19 through the death certification review process.

This week the epidemic maintains a downward trend with a decrease of 8% of those infected and of 9% of cases compared to the previous week. Likewise, reported and total deaths from COVID-19 fell 18% compared to the estimates of the previous week. The foregoing does not prevent COVID-19 from continuing to be the leading cause of death in Mexico. Currently 13 states have a total mortality rate greater than 4 per 1 million inhabitants. Chihuahua and Baja California maintain an effective R greater than 1.

Mobility continues to increase throughout the country and the relaxation of mandates is increasingly evident in all states. As of October 11, nine states have reached 70% or more of the population that has received at least one dose of vaccine and four states have reached 50% or more of the population that is fully vaccinated.

In our baseline scenario, which represents what we think is most likely to happen, our model projects 551,000 total deaths due to COVID-19 on January 1. This represents an additional 28,000 deaths from October 11 to January 1. Daily reported deaths will decrease to 220 by November 17, 2021. If universal mask coverage (95%) is reached in the next week, our model projects 3,200 fewer reported deaths compared to the baseline scenario on January 1. Daily cases in the baseline scenario will drop to 3,500 by November 11, 2021 (Figure 24). Daily worst-case scenarios will increase to 28,600 by December 13, 2021

Although infections, cases, and deaths are declining across the country, problems of loss of immunity and the emergence of new variants, with increased transmissibility and immune escape, continue to pose significant threats. In fact, our models do not yet take into account any of these factors, so our current forecasts may be optimistic, once they are included.

### Current situation

- Daily infections in the last week decreased to 64,400 per day on average compared to 70,200 the week before (Figure 1). Daily hospital census in the last week (through October 11) decreased to 4,300 per day on average compared to 5,000 the week before.

- Daily reported cases in the last week decreased to 7,000 per day on average compared to 7,700 the week before (Figure 2).
- Reported deaths due to COVID-19 in the last week decreased to 360 per day on average compared to 440 the week before (Figure 3).
- Total deaths due to COVID-19 in the last week decreased to 490 per day on average compared to 600 the week before (Figure 3). This makes COVID-19 the number 1 cause of death in Mexico this week (Table 1). Estimated total daily deaths due to COVID-19 in the past week were 1.4 times larger than the reported number of deaths.
- The daily rate of reported deaths due to COVID-19 is greater than 4 per million in Aguascalientes, Baja California, Campeche, Colima, and Tabasco (Figure 4).
- The daily rate of total deaths due to COVID-19 is greater than 4 per million in 13 states (Figure 4).
- We estimate that 66% of people in Mexico have been infected as of October 11 (Figure 6).
- Effective R, computed using cases, hospitalizations, and deaths, is greater than 1 in Chihuahua and Baja California. (Figure 7).
- The infection-detection rate in Mexico was close to 6% on October 11 (Figure 8).
- Based on the GISAID and various national databases, combined with our variant spread model, we estimate the current prevalence of variants of concern (Figure 9). We estimate that the Delta variant is circulating in 32 states and that the Gamma variant is circulating in seven states.

## Trends in drivers of transmission

- Mobility last week was 2% higher than the pre-COVID-19 baseline (Figure 11). Mobility was near baseline (within 10%) in 30 states. Mobility was lower than 30% of baseline in no locations.
- As of October 11, in the COVID-19 Trends and Impact Survey, 81% of people self-report that they always wore a mask when leaving their home, about the same as last week (Figure 13).
- There were 19 diagnostic tests per 100,000 people on October 11 (Figure 15).
- As of October 11, nine states have reached 70% or more of the population who have received at least one vaccine dose and no states have reached 70% or more of the population who are fully vaccinated (Figure 17).
- In Mexico, 89.2% of the population that is 12 years and older say they would accept or would probably accept a vaccine for COVID-19. Note that vaccine acceptance is calculated using survey data from the 18+ population. This is about the same as last week. The proportion of the population who are open to receiving a COVID-19 vaccine ranges from 71% in Chiapas to 97% in Mexico City (Figure 19).

- In our current reference scenario, we expect that 75.0 million people will be vaccinated with at least one dose by January 1 (Figure 20). We expect that 52% of the population will be fully vaccinated by January 1.
- Based on the estimate of the population that have been infected with COVID-19 and vaccinated to date, combined with assumptions on protection against infection with the Delta variant provided by either natural infection, vaccination, or both, we estimate that 58% of the region is immune to the Delta variant. In our current reference scenario, we expect that by January 1, 65% of people will be immune to the Delta variant (Figure 21). These two calculations do not take into account waning of natural or vaccine-derived immunity.

## Projections

- In our **reference scenario**, which represents what we think is most likely to happen, our model projects 408,000 cumulative reported deaths due to COVID-19 on January 1. This represents 20,000 additional deaths from October 11 to January 1. Daily reported deaths will decline to 220 by November 17, 2021 (Figure 22).
- Under our **reference scenario**, our model projects 551,000 cumulative total deaths due to COVID-19 on January 1. This represents 28,000 additional deaths from October 11 to January 1 (Figure 22).
- If **universal mask coverage (95%)** were attained in the next week, our model projects 3,200 fewer cumulative reported deaths compared to the reference scenario on January 1.
- Under our **worse scenario**, our model projects 453,000 cumulative reported deaths on January 1, an additional 45,000 deaths compared to our reference scenario. Daily reported deaths in the **worse scenario** will rise to 1,730 by December 27, 2021 (Figure 22).
- Daily infections in the **reference scenario** will rise to 74,280 by December 24, 2021 (Figure 23). Daily infections in the **worse scenario** will rise to 417,950 by December 3, 2021 (Figure 23).
- Daily cases in the **reference scenario** will decline to 3,500 by November 11, 2021 (Figure 24). Daily cases in the **worse scenario** will rise to 28,600 by December 13, 2021 (Figure 24).
- Daily hospital census in the **reference scenario** will decline to 3,040 by November 9, 2021 (Figure 25). Daily hospital census in the **worse scenario** will rise to 22,580 by December 17, 2021 (Figure 25).
- Figure 26 compares our reference scenario forecasts to other publicly archived models. Forecasts are widely divergent.
- At some point from October through January 1, one state will have high or extreme stress on hospital beds (Figure 27). At some point from October through January 1, six states will have high or extreme stress on intensive care unit (ICU) capacity (Figure 28).

## Model updates

In this new release, we have introduced three major changes. First, we have very substantially updated the data and methods used to estimate excess mortality related to the pandemic. Second, we are now estimating the fraction of excess mortality in each country that is directly related to COVID-19 and the fraction that is increased mortality in individuals who were not PCR-positive at the time of death. Third, the estimation of past infection triangulating on cases, hospitalizations, deaths, and the infection-detection rate, infection-hospitalization rate, and infection-fatality rate has been revised to capture multiple sources of uncertainty. Below, we provide more detail on these revisions.

In addition to the methods changes, we have also made a change in the indicators we report. We now show in our tools and briefs reported and total COVID-19 deaths, while previously we were showing reported and excess.

1. *Revisions to estimating excess mortality.* For this analysis, countries can be divided into two groups: a) countries that have reported monthly or weekly deaths due to all causes before and during the pandemic, and b) countries that have not reported deaths during the pandemic. Most countries are in group b.

As previously described, we provide estimates of excess mortality for countries that report all-cause mortality data which are based on an ensemble of six different models. These six models are weighted by their root mean squared errors from an out-of-sample predictive validity test. As in our previous analysis, late registration is evaluated by comparing successive releases of weekly or monthly all-cause mortality data. The more recent weeks/months where reported all-cause mortality is less than 99% complete were excluded from our analysis. In addition, we also included provincial-level excess mortality rate estimates provided by the Medical Research Council of South Africa and excess mortality based on reported deaths in the civil registration system for periods during the first and second waves of COVID-19 from nine states in India. Inclusion of civil registration data for these states in India very substantially increases estimates of excess mortality for India, particularly during the Delta variant surge. In total, we have data for 163 countries and 220 states/provinces within countries.

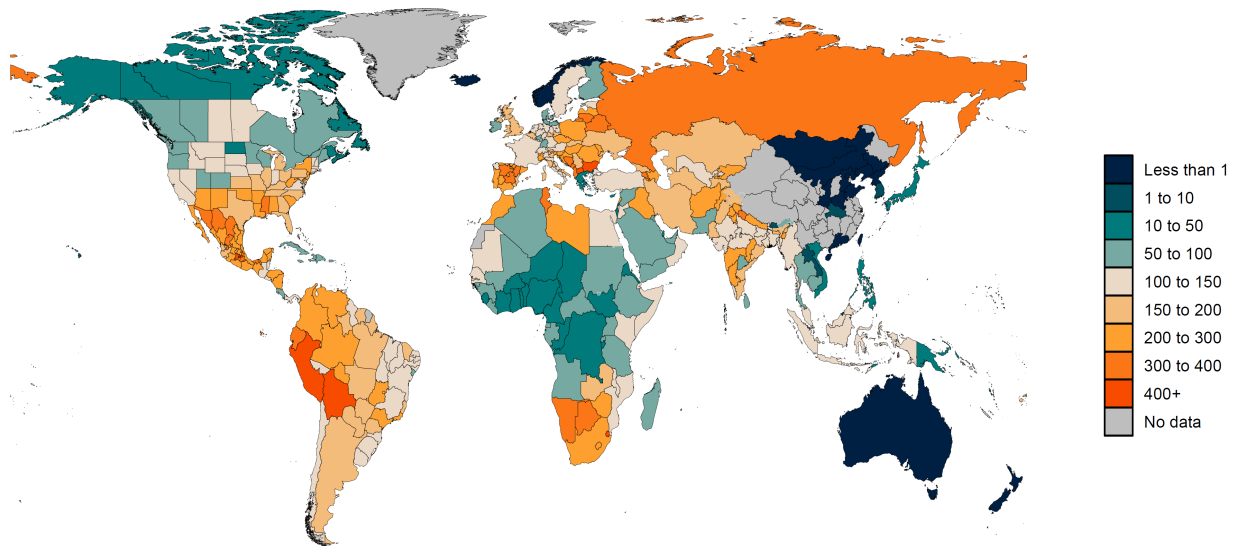
To predict excess mortality for all locations without directly measured all-cause mortality, we evaluated the relationship between the excess mortality rate and a list of COVID-19-related covariates such as infection-detection rate and covariates suggested by meta-analysis conducted by the US Centers for Disease Control and Prevention. To arrive at a parsimonious model with covariates with sensible direction of effect on excess mortality rate, we run our model using Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) regression to help identify covariates to be included in our analysis. Through our model selection process, the list of covariates included are:

- Cumulative seroprevalence (lagged)
- Mobility (lagged)
- Infection-detection rate (lagged)
- Reported COVID-19 mortality rate
- Crude death rate
- Prevalence of diabetes
- Prevalence of smoking
- HIV death rate
- Inpatient admission rate
- Quality of death registration
- Average latitude
- Proportion of population over age 75
- Prevalence of hypertension
- Healthcare Access and Quality Index

To account for uncertainty in both directly estimated excess mortality based on registered deaths and the selected covariates, we run our estimation 100 times based on draw-level excess mortality and draw-level covariates. We use the draw-level residuals not explained by the fixed effects of the selected covariates in making predictions for locations with all-cause mortality to match the observed data. Regional and

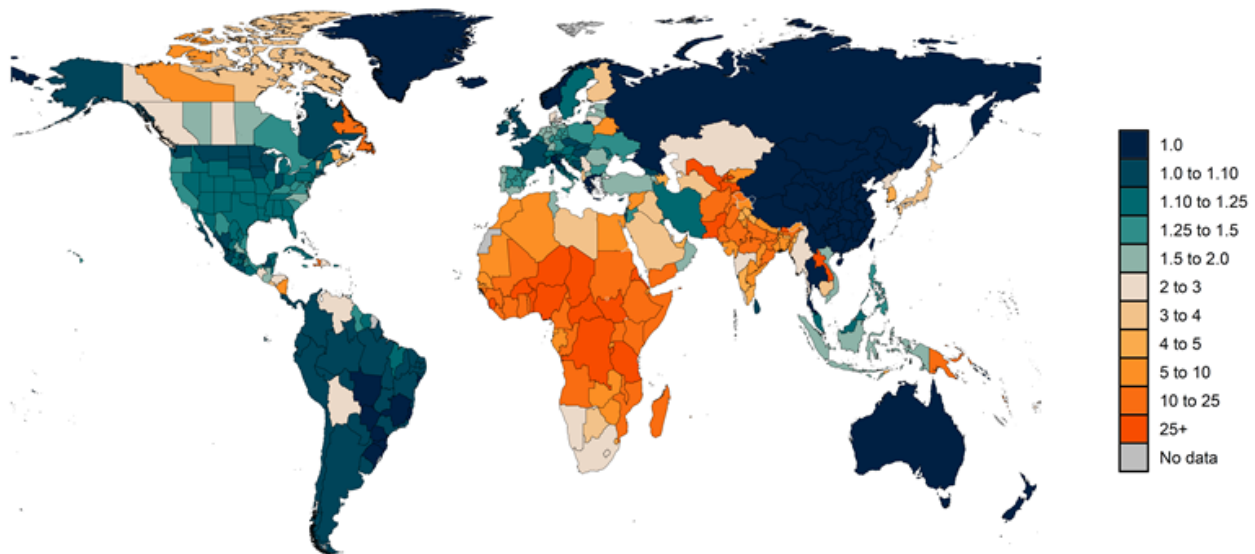
super-region-level residuals are generated as the mean of locations included in those aggregated location hierarchies. Given the diverse and incomplete time period covered by the civil registration data from India, the average of state-level residuals is used for all states in India. We predict excess mortality from March 1, 2020, to September 26, 2021, using 100 draws of covariates for this cumulative period and the draw-level model coefficients and residuals estimated in the previous step. Figure 1 shows the estimated excess mortality rate (deaths per 100,000) for the aforementioned time period.

**Figure 1: Estimated excess mortality rate (deaths per 100,000) from March 1, 2020, to September 26, 2021**



2. *Estimating the fraction of excess mortality directly attributable to COVID-19 infection.* Estimating the deaths in individuals that occurred when actively infected with COVID-19 is challenging. Some jurisdictions within countries and some countries, such as the Russian Federation, have reported deaths where COVID-19 is reported on the death certificate as the underlying cause of death and, in addition, PCR-positive patients who have another cause of death listed as underlying cause on the death certificate. Following WHO recommendations, we define in principle total COVID-19 deaths as all deaths where the individual was actively infected at the time of death. The number of jurisdictions reporting this sort of detailed data, however, is very limited. We have had to use a statistical estimation approach to approximate the fraction of excess deaths that are total COVID-19 deaths. In particular, we use the regression analysis for excess mortality and compute a counterfactual level of excess mortality where the infection-detection rate is set to the observed maximum level and set mobility to the pre-COVID-19 baseline. These are meant to correct excess mortality for changes due to under-reporting and changes in behavior such as care-seeking related to mobility. In a given location, if reported COVID-19 deaths are higher than estimated total COVID-19 deaths, we use reported COVID-19 as the estimate of total COVID-19 deaths. Figure 2 shows the ratio of estimated total COVID-19 deaths to reported COVID-19 deaths by location.

**Figure 2: Estimated ratio of total COVID-19 deaths to reported COVID-19 deaths from March 1, 2020, to September 26, 2021**



3. We have improved how we estimate past COVID-19 infections to better reflect the various sources of uncertainty that impact that estimation process. This includes the following changes which were introduced in this week's release:
  - a) We have implemented an ensemble model for our infection-fatality rate and infection-hospitalization rate models that uses the 100 most predictive combinations of the following covariates (in addition to time). These covariates were based on a US CDC meta-analysis of factors related to COVID-19 infection.
    - i. Obesity prevalence
    - ii. Cardiovascular disease prevalence
    - iii. Cancer prevalence
    - iv. Chronic kidney disease prevalence
    - v. Diabetes prevalence
    - vi. Chronic obstructive pulmonary disease prevalence
    - vii. Smoking prevalence
    - viii. Universal health care coverage
    - ix. Healthcare Access and Quality Index
  - b) We also used an ensemble model for infection-detection rate based on the following covariates (one used in each model, along with testing capacity):
    - i. Universal health care coverage
    - ii. Healthcare Access and Quality Index
    - iii. Proportion of the population 65 years and older
  - c) We generated 100 samples of each seroprevalence observation based on the reported error in seroprevalence studies, and then created bootstrapped samples from those 100 sets of seroprevalence data to include in each model in the ensemble.
  - d) When correcting seroprevalence studies for under-reporting due to seroreversion, we sampled curves from the assay-specific sensitivity decay functions based on the error reported in those studies rather than using the point estimates only.
  - e) Rather than assuming a single fixed value of cross-variant immunity at 0.5, we sampled from a uniform distribution ranging from 0.3 to 0.7 (as is already done in our Susceptible–Exposed–Infectious–Recovered [SEIR] model).

- f) Rather than assuming a single fixed value of increased risk of hospitalization and mortality for non-ancestral variants relative to ancestral, we use an estimate found in the literature (<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n579>) of 1.64 (95% CI: 1.32–2.04) – an increase from the previous source we drew from, which reported 1.29.
- g) When triangulating infections based on cases, deaths, and hospitalizations, we give more weight to one of those three input series in each sub-model to better capture heterogeneity among these data.

Figure 1. Daily COVID-19 hospital census and infections

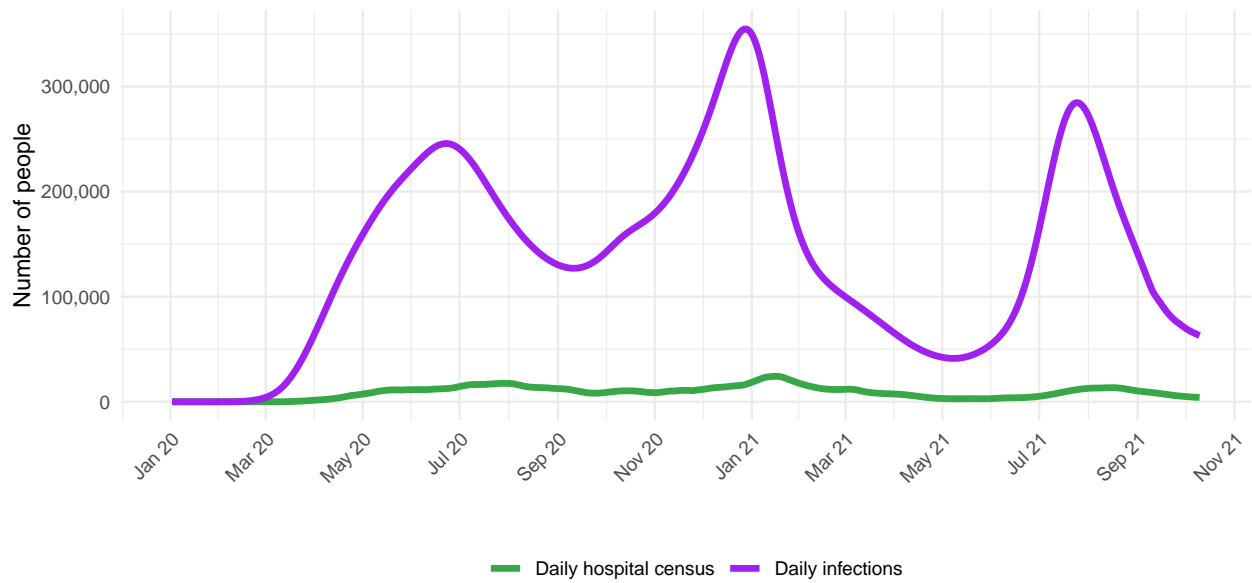
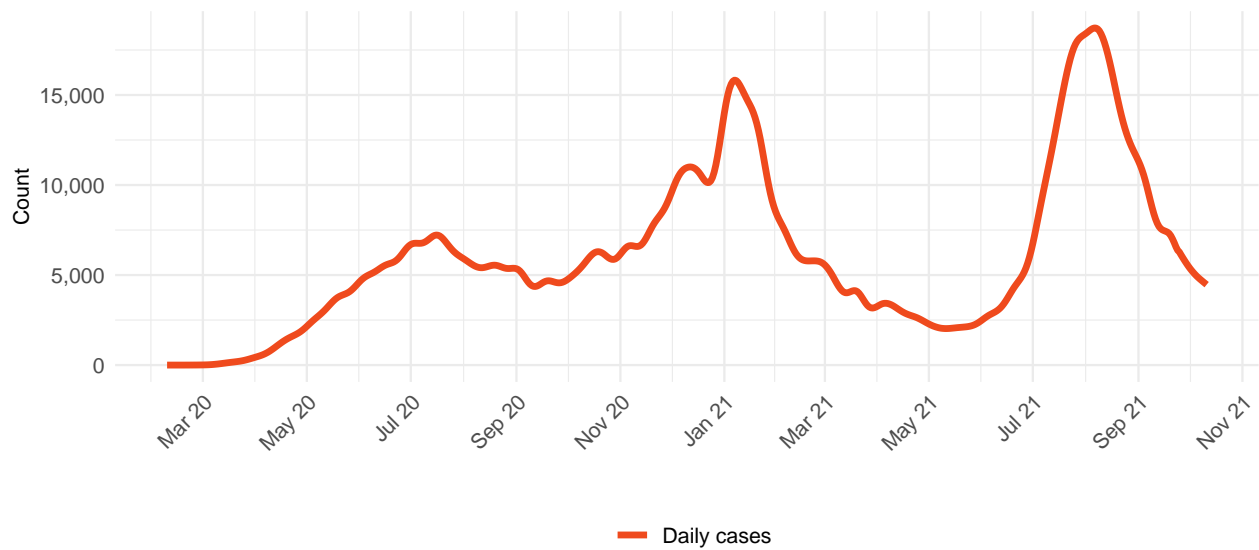


Figure 2. Reported daily COVID-19 cases, moving average





**Table 1.** Ranking of total deaths due to COVID-19 among the leading causes of mortality this week, assuming uniform deaths of non-COVID causes throughout the year

Cause name	Weekly deaths	Ranking
COVID-19	3,403	1
Ischemic heart disease	2,044	2
Diabetes mellitus	1,420	3
Chronic kidney disease	1,395	4
Cirrhosis and other chronic liver diseases	891	5
Stroke	729	6
Chronic obstructive pulmonary disease	630	7
Interpersonal violence	590	8
Alzheimer’s disease and other dementias	455	9
Lower respiratory infections	434	10

**Figure 3.** Smoothed trend estimate of reported daily COVID-19 deaths (blue) and total daily deaths due to COVID-19 (orange)

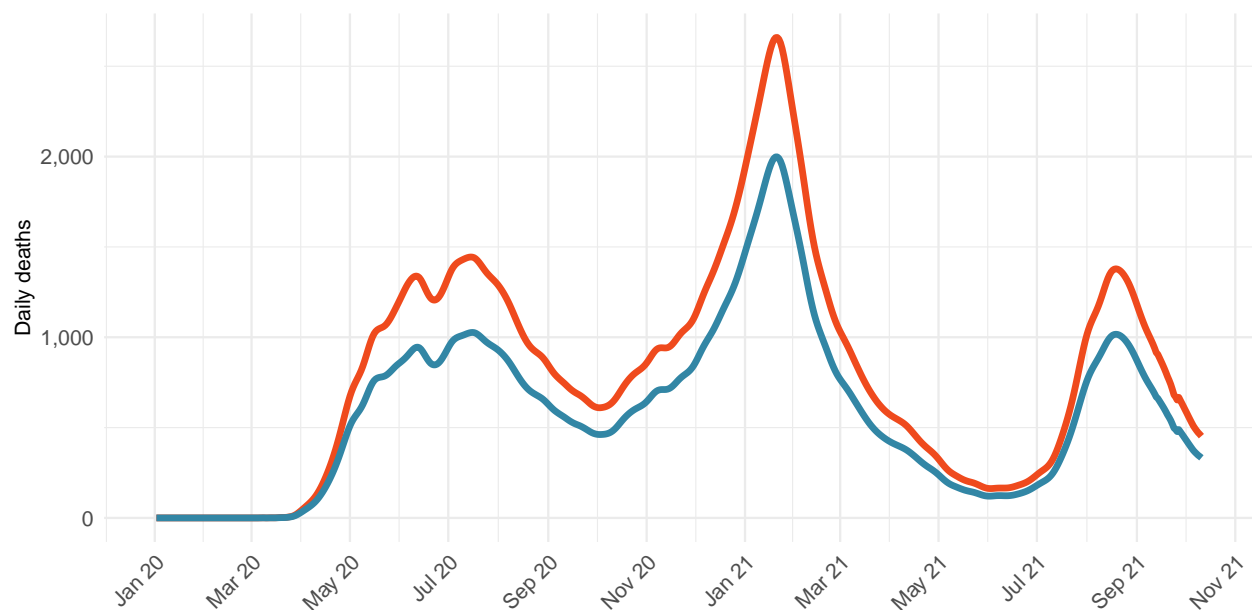
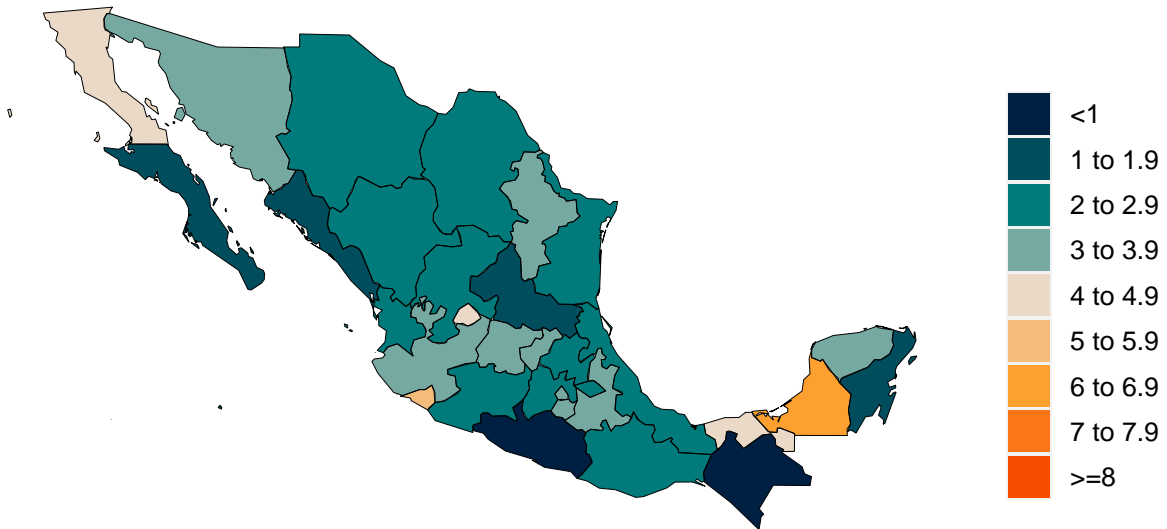
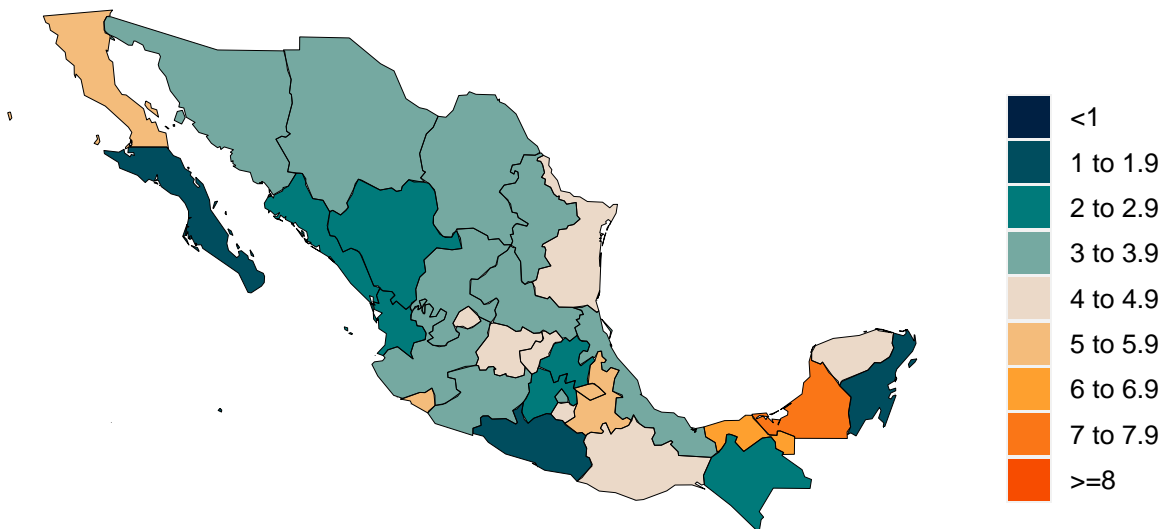


Figure 4. Daily COVID-19 death rate per 1 million on October 11, 2021

A. Daily reported COVID-19 death rate per 1 million

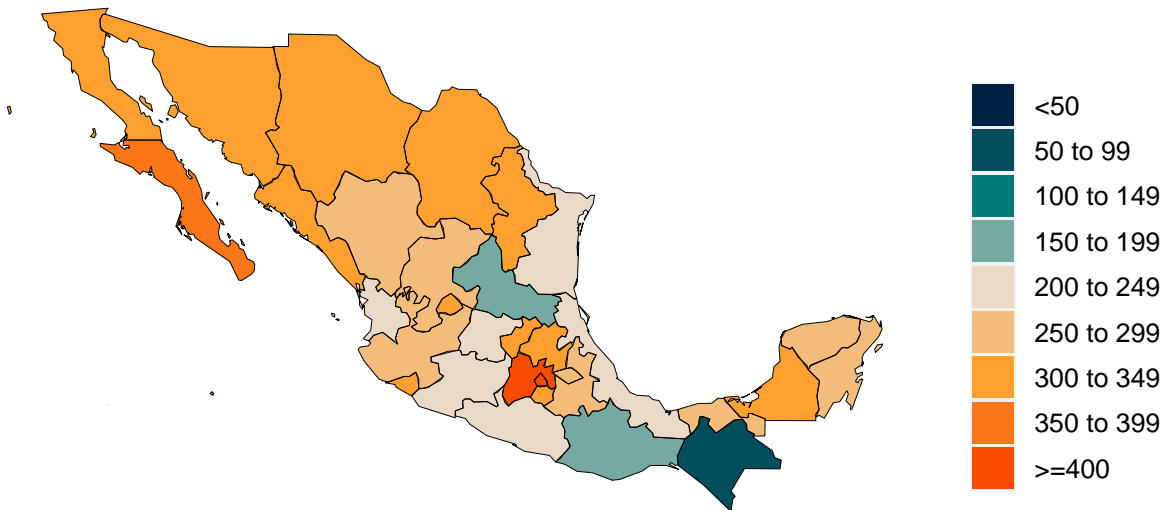


B. Daily total COVID-19 death rate per 1 million

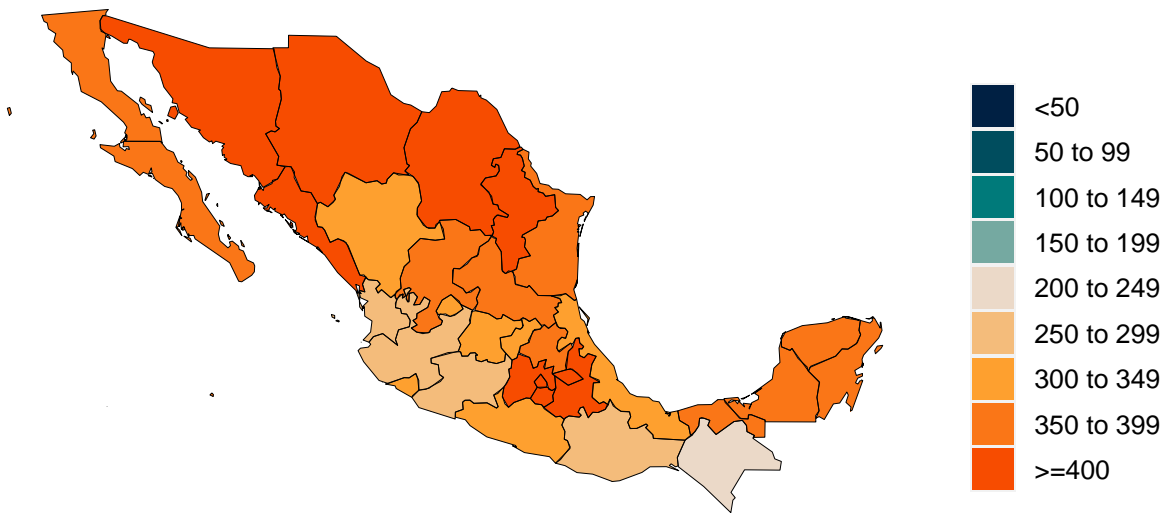


**Figure 5.** Cumulative COVID-19 deaths per 100,000 on October 11, 2021

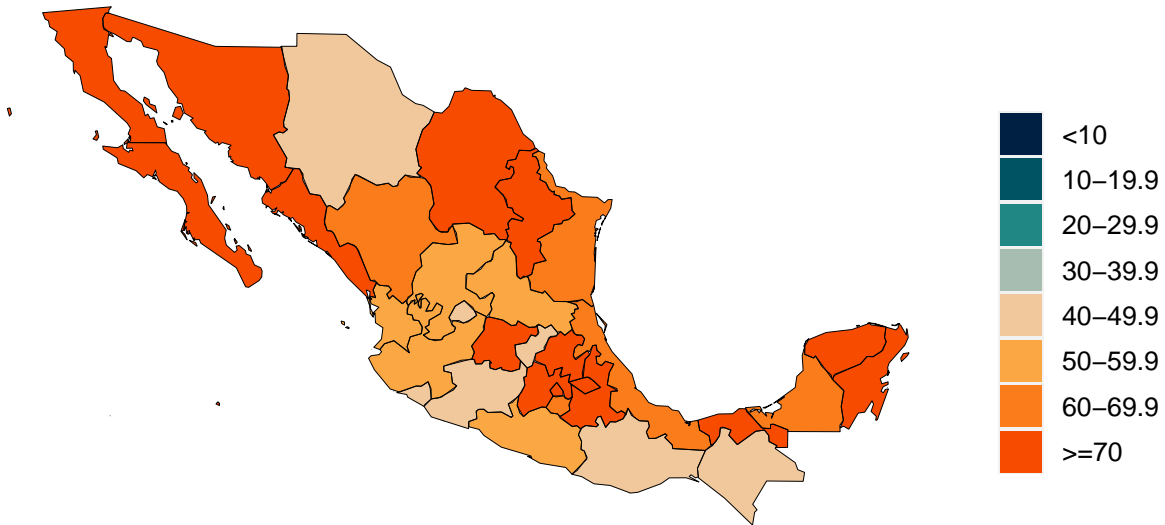
**A. Reported cumulative COVID-19 deaths per 100,000**



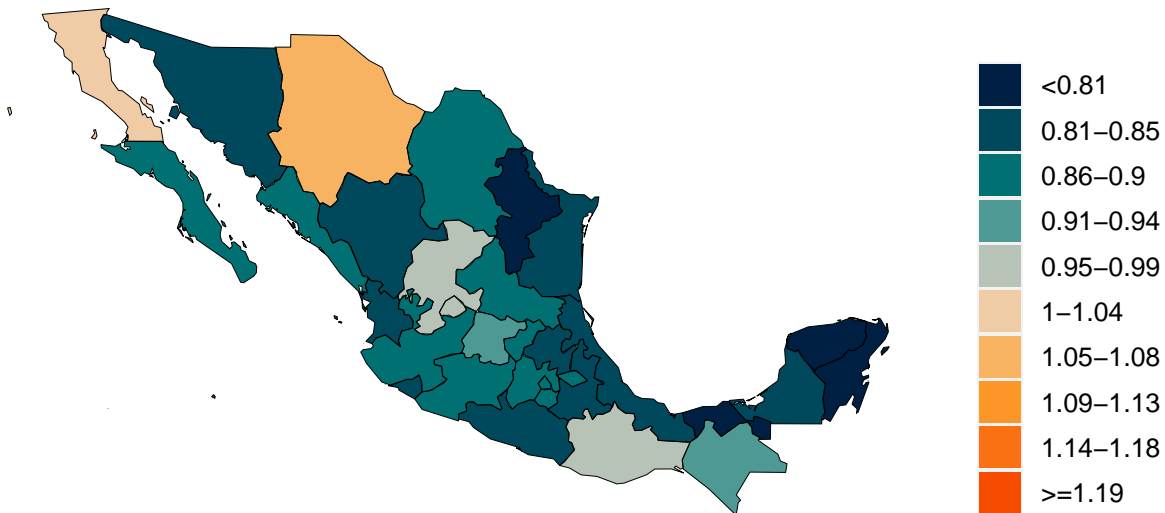
**B. Total cumulative COVID-19 deaths per 100,000**



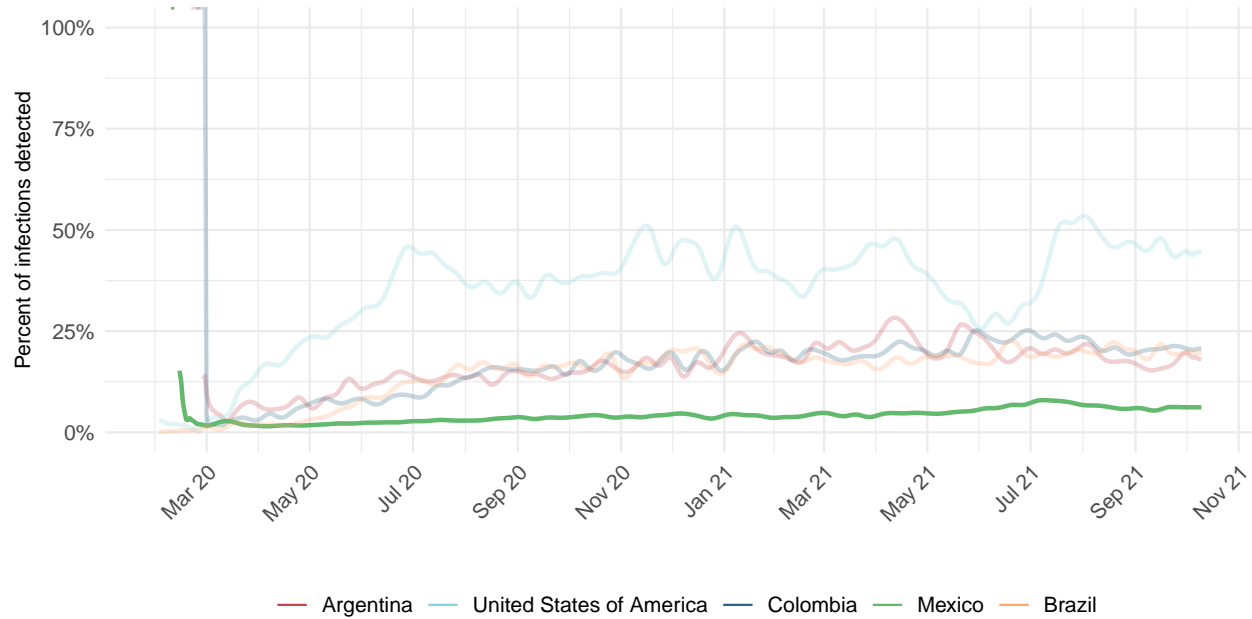
**Figure 6.** Estimated percent of the population infected with COVID-19 on October 11, 2021



**Figure 7.** Mean effective R on September 30, 2021. Effective R less than 1 means that transmission should decline, all other things being held the same. The estimate of effective R is based on the combined analysis of deaths, case reporting, and hospitalizations where available. Current reported cases reflect infections 11-13 days prior, so estimates of effective R can only be made for the recent past.



**Figure 8.** Percent of COVID-19 infections detected. This is estimated as the ratio of reported daily COVID-19 cases to estimated daily COVID-19 infections based on the SEIR disease transmission model. Due to measurement errors in cases and testing rates, the infection-detection rate can exceed 100% at particular points in time.



**Figure 9.** Estimated percent of circulating SARS-CoV-2 for primary variant families on October 11, 2021

**A. Estimated percent Alpha variant**



**B. Estimated percent Beta variant**



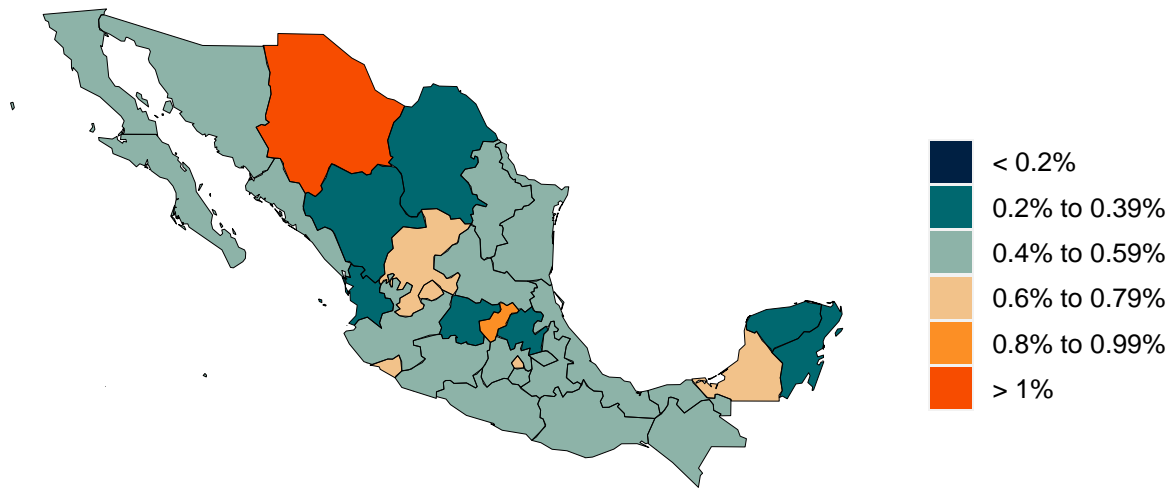
C. Estimated percent Delta variant



D. Estimated percent Gamma variant



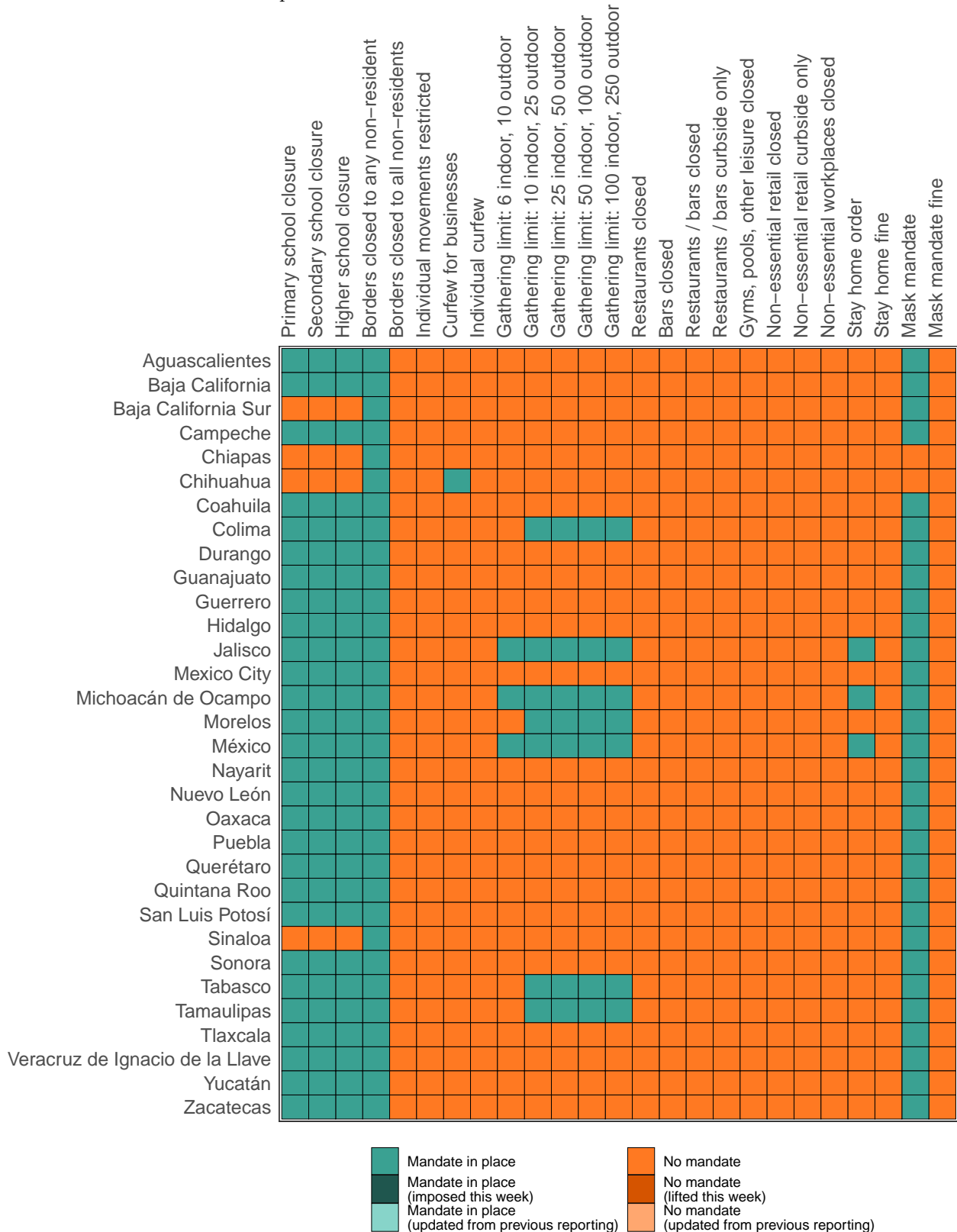
**Figure 10.** Infection-fatality rate on October 11, 2021. This is estimated as the ratio of COVID-19 deaths to estimated daily COVID-19 infections.



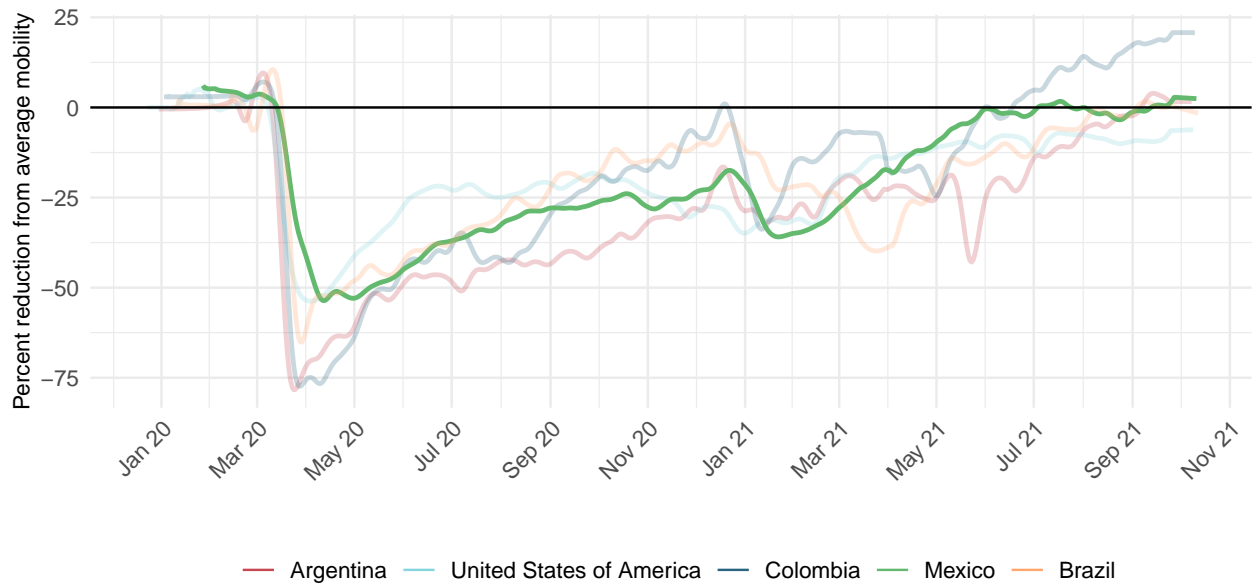


### Critical drivers

Table 2. Current mandate implementation



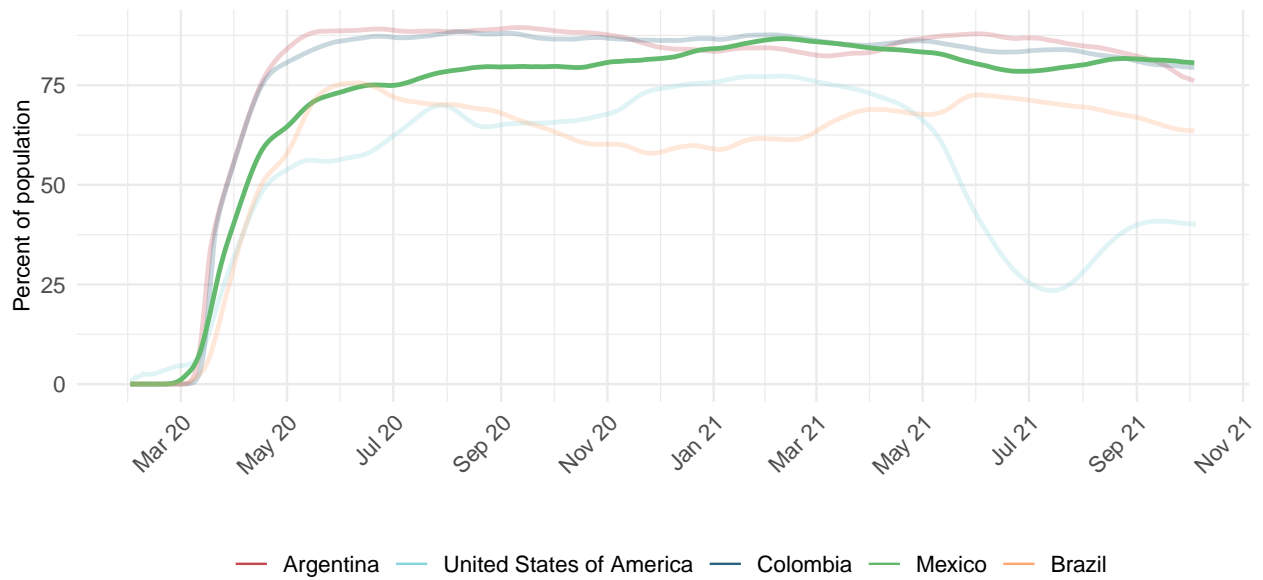
**Figure 11.** Trend in mobility as measured through smartphone app use, compared to January 2020 baseline



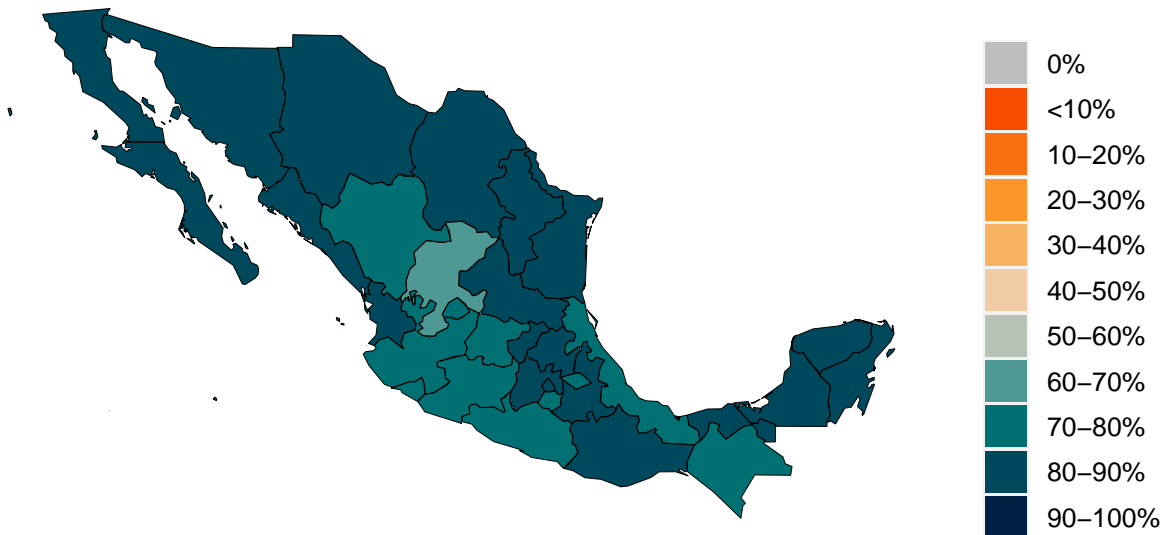
**Figure 12.** Mobility level as measured through smartphone app use, compared to January 2020 baseline (percent) on October 11, 2021



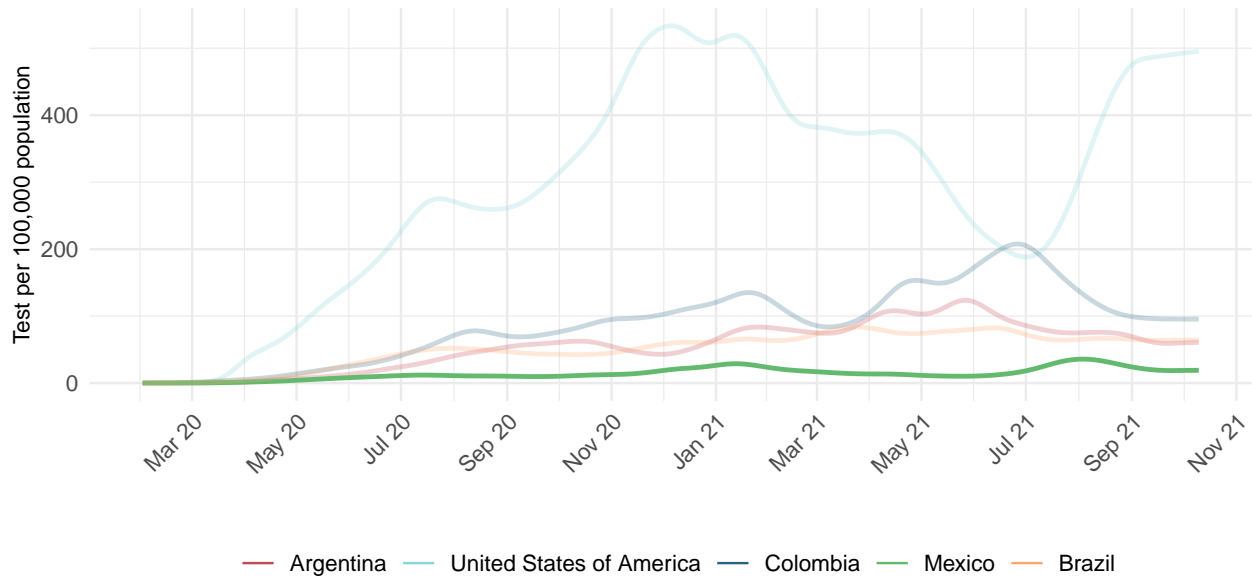
**Figure 13.** Trend in the proportion of the population reporting always wearing a mask when leaving home



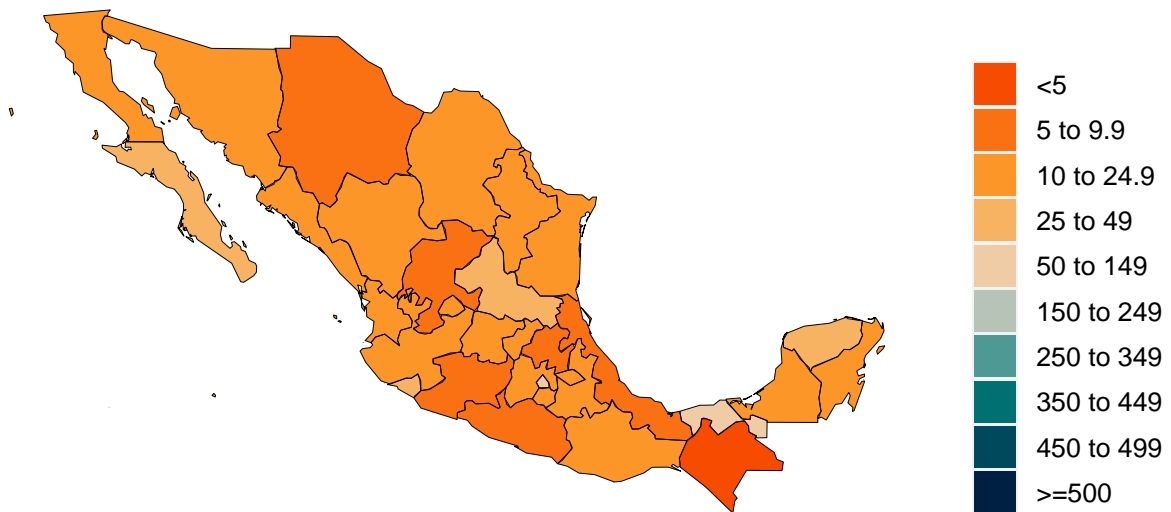
**Figure 14.** Proportion of the population reporting always wearing a mask when leaving home on October 11, 2021



**Figure 15.** Trend in COVID-19 diagnostic tests per 100,000 people



**Figure 16.** COVID-19 diagnostic tests per 100,000 people on October 11, 2021

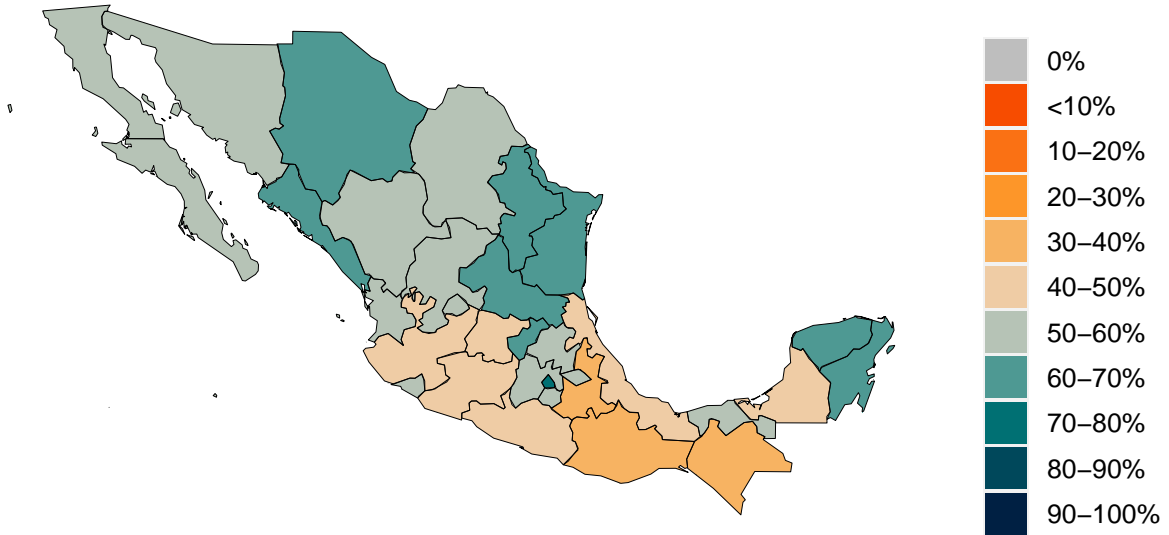


**Table 3.** Estimates of vaccine efficacy for specific vaccines used in the model at preventing disease and infection. The SEIR model uses variant-specific estimates of vaccine efficacy at preventing symptomatic disease and at preventing infection. We use data from clinical trials directly, where available, and make estimates otherwise. More information can be found on our [website](#).

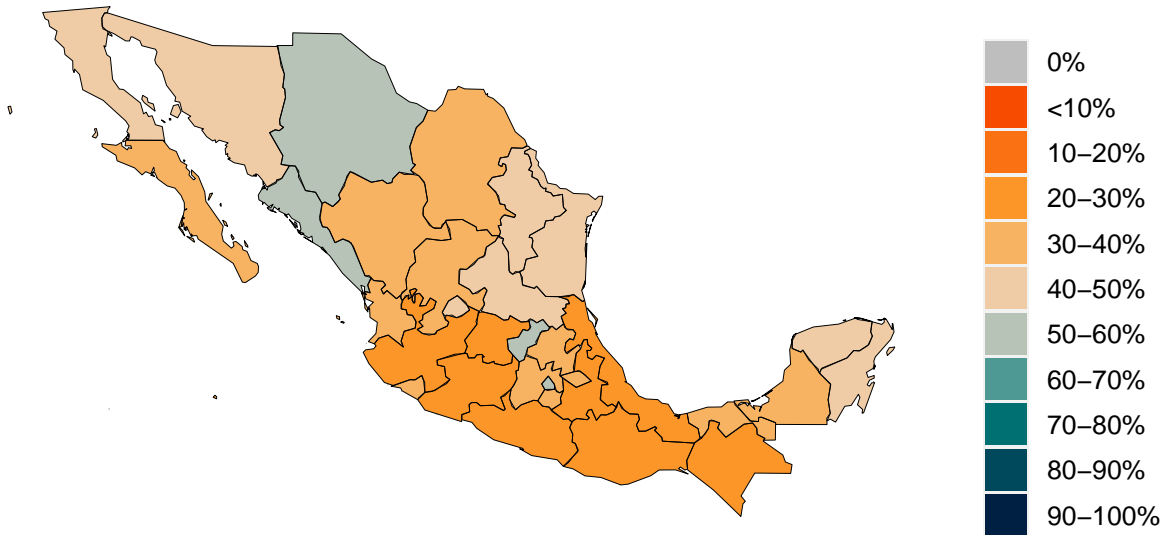
Vaccine	Efficacy at preventing disease: ancestral and Alpha	Efficacy at preventing infection: ancestral and Alpha	Efficacy at preventing disease: Beta, Delta, & Gamma	Efficacy at preventing infection: Beta, Delta, & Gamma
AstraZeneca	90%	52%	85%	49%
CoronaVac	50%	44%	43%	38%
Covaxin	78%	69%	68%	60%
Johnson & Johnson	86%	72%	60%	56%
Moderna	94%	89%	94%	80%
Novavax	89%	79%	79%	69%
Pfizer/BioNTech	94%	86%	85%	78%
Sinopharm	73%	65%	63%	56%
Sputnik-V	92%	81%	80%	70%
Tianjin	66%	58%	57%	50%
CanSino				
Other vaccines	75%	66%	65%	57%
Other vaccines (mRNA)	91%	86%	85%	78%

**Figure 17.** Percent of the population (A) having received at least one dose and (B) fully vaccinated against SARS-CoV-2 by October 11, 2021

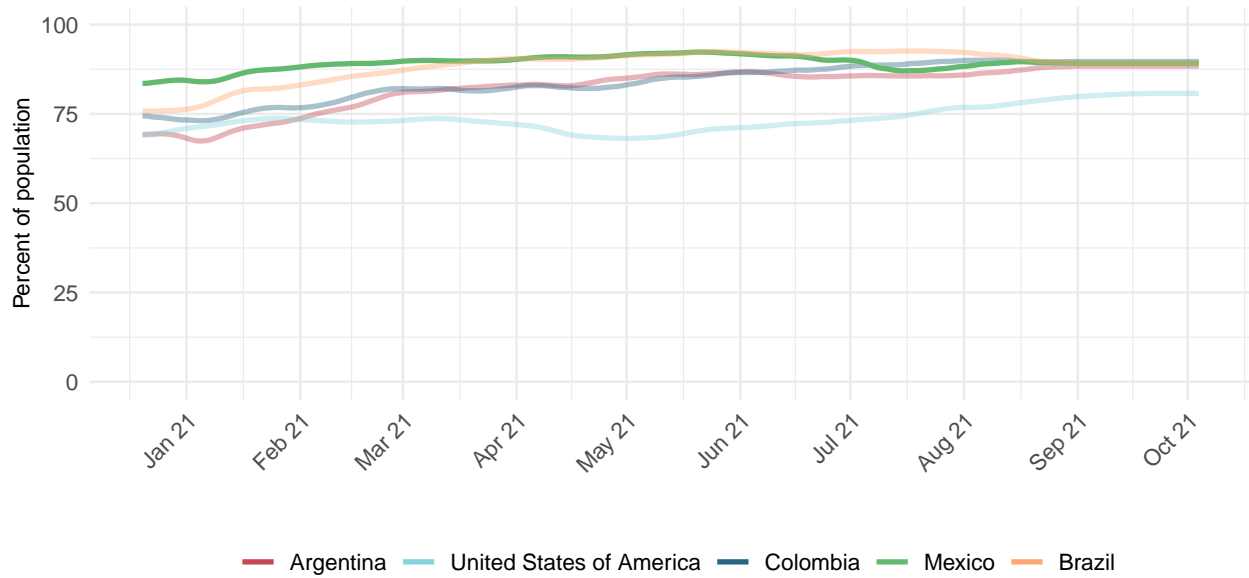
**A. Percent of the population having received one dose of a COVID-19 vaccine**



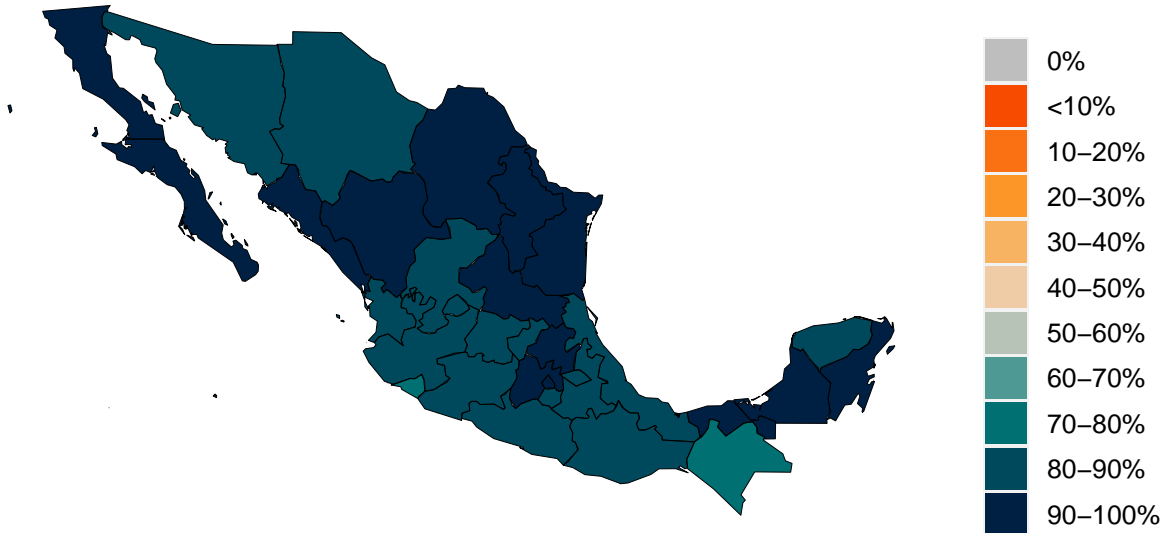
**B. Percent of the population fully vaccinated against SARS-CoV-2**



**Figure 18.** Trend in the estimated proportion of the population that is 12 years and older that has been vaccinated or would probably or definitely receive the COVID-19 vaccine if available. Note that vaccine acceptance is calculated using survey data from the 18+ population.

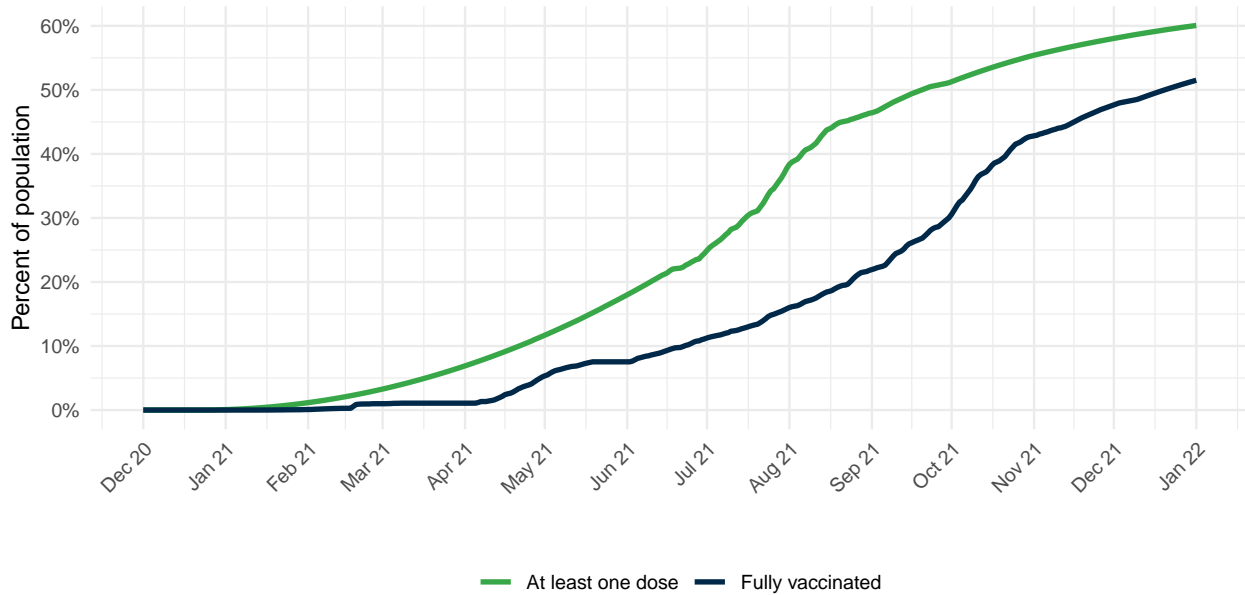


**Figure 19.** Estimated proportion of the population that is 12 years and older that has been vaccinated or would probably or definitely receive the COVID-19 vaccine if available. Note that vaccine acceptance is calculated using survey data from the 18+ population.

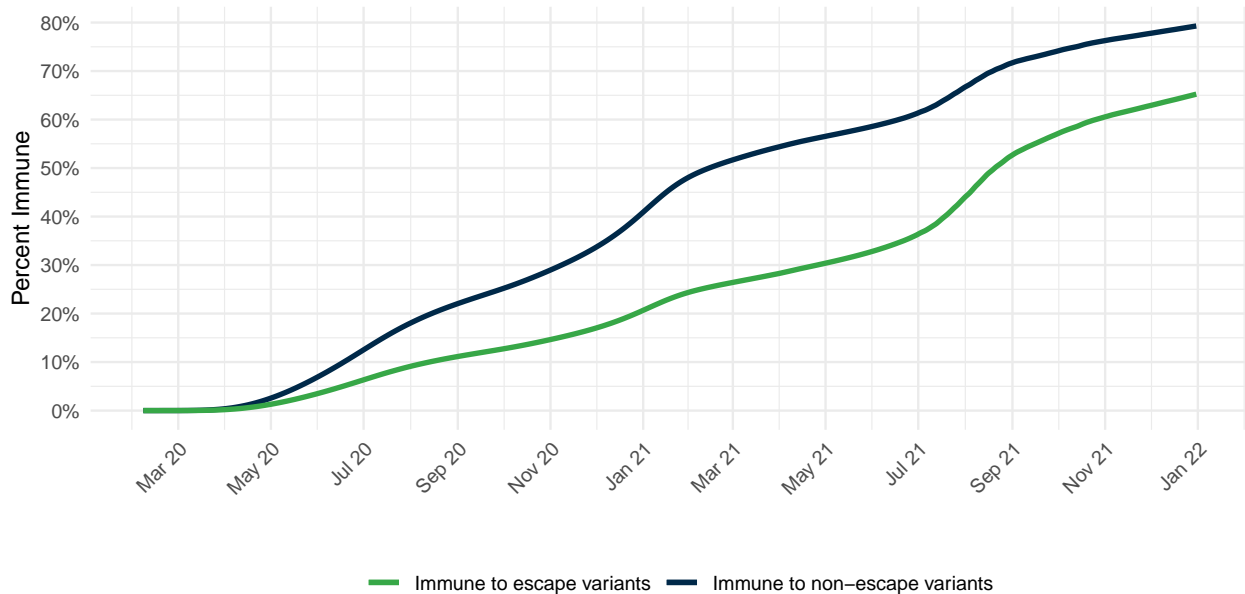




**Figure 20.** Percent of people who receive at least one dose of a COVID-19 vaccine and those who are fully vaccinated



**Figure 21.** Percentage of people who are immune to non-escape variants and the percentage of people who are immune to escape variants



## Projections and scenarios

We produce three scenarios when projecting COVID-19. The **reference scenario** is our forecast of what we think is most likely to happen:

- Vaccines are distributed at the expected pace. Brand- and variant-specific vaccine efficacy is updated using the latest available information from peer-reviewed publications and other reports.
- Future mask use is the mean of mask use over the last 7 days.
- Mobility increases as vaccine coverage increases.
- Governments adapt their response by re-imposing social distancing mandates for 6 weeks whenever daily deaths reach 8 per million, unless a location has already spent at least 7 of the last 14 days with daily deaths above this rate, and not yet re-imposed social distancing mandates. In this case, the reference scenario assumes that mandates are re-imposed when daily deaths reach 15 per million.
- Variants Alpha, Beta, Gamma, and Delta continue to spread regionally and globally from locations with sufficient transmission.

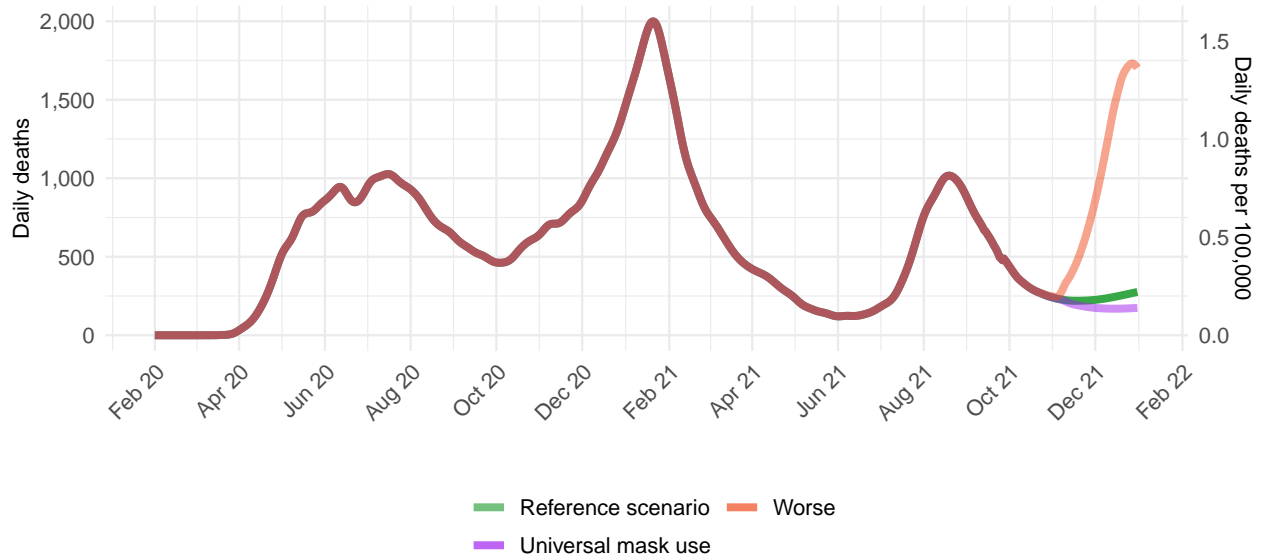
The **worse scenario** modifies the reference scenario assumption in four ways:

- 100% of vaccinated individuals stop using masks.
- Mobility increases in all locations to 25% above the pre-pandemic winter baseline, irrespective of vaccine coverage.
- Governments are more reluctant to re-impose social distancing mandates, waiting until the daily death rate reaches 15 per million, unless a location has already spent at least 7 of the last 14 days with daily deaths above this rate, and not yet re-imposed social distancing mandates. In this case, the reference scenario assumes that mandates are re-imposed when daily deaths reach 38 per million. In either case, we assume social distancing mandates remain in effect for 6 weeks.
- Variants Alpha, Beta, Gamma, and Delta spread between locations twice as fast when compared with our reference scenario.

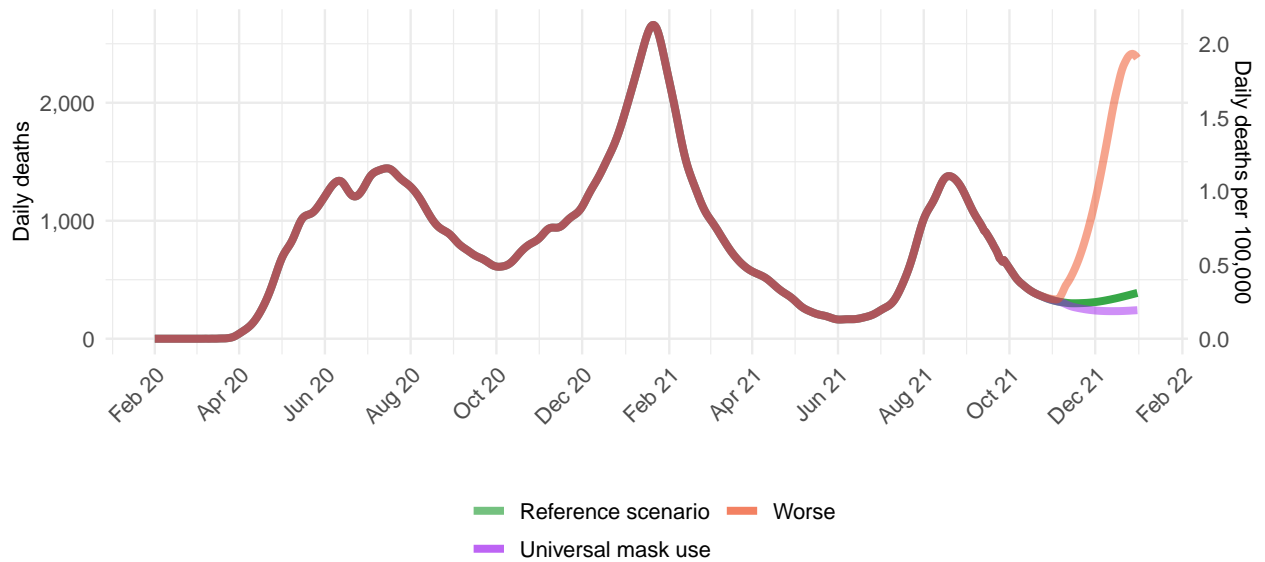
The **universal masks scenario** makes all the same assumptions as the reference scenario but assumes all locations reach 95% mask use within 7 days.

**Figure 22.** Daily COVID-19 deaths until January 01, 2022 for three scenarios

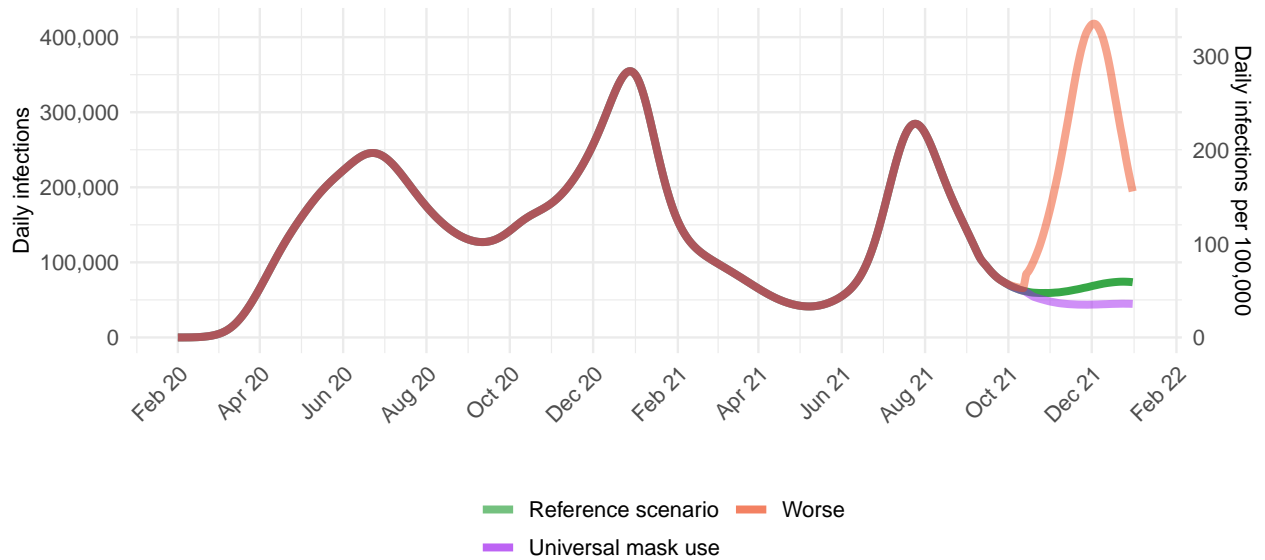
**A. Reported daily COVID-19 deaths per 100,000**



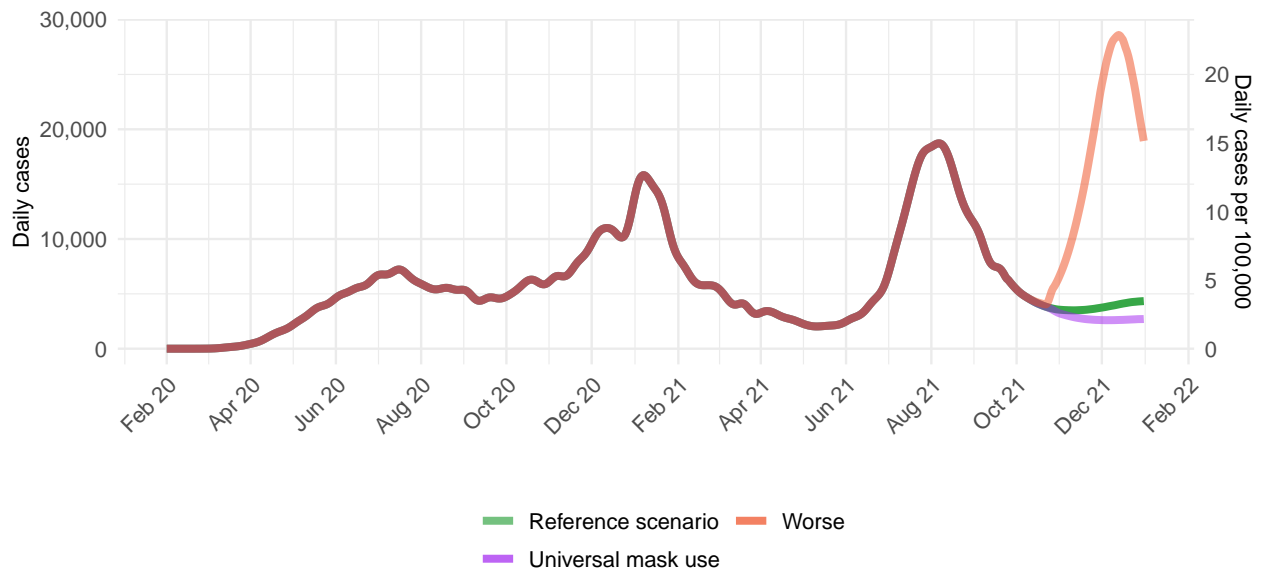
**B. Total daily COVID-19 deaths per 100,000**



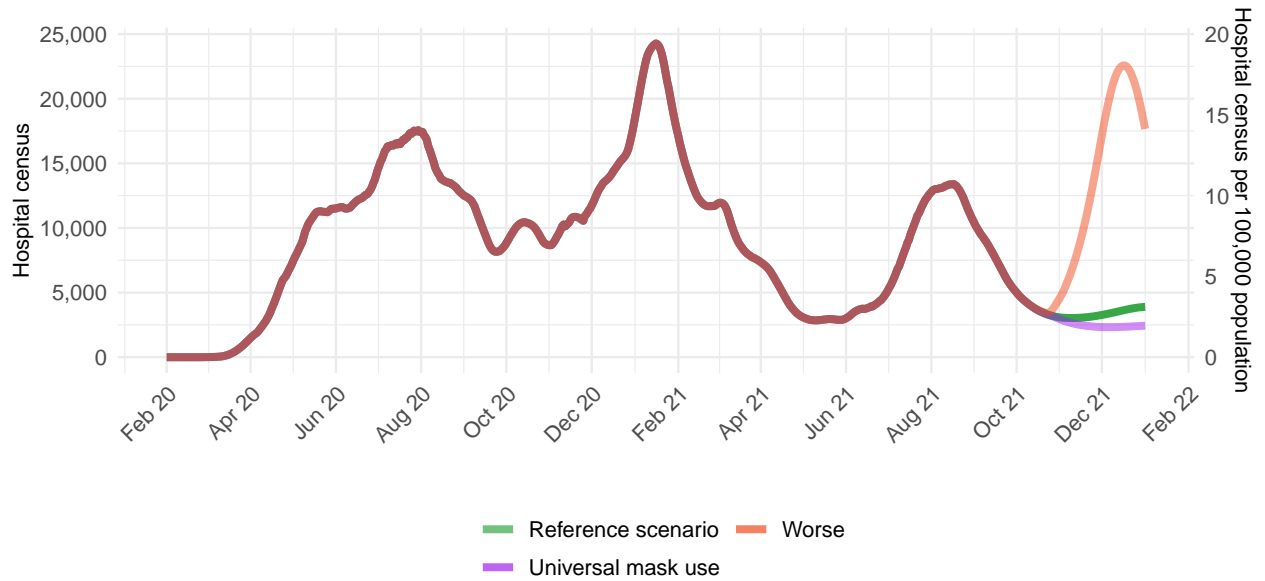
**Figure 23.** Daily COVID-19 infections until January 01, 2022 for three scenarios



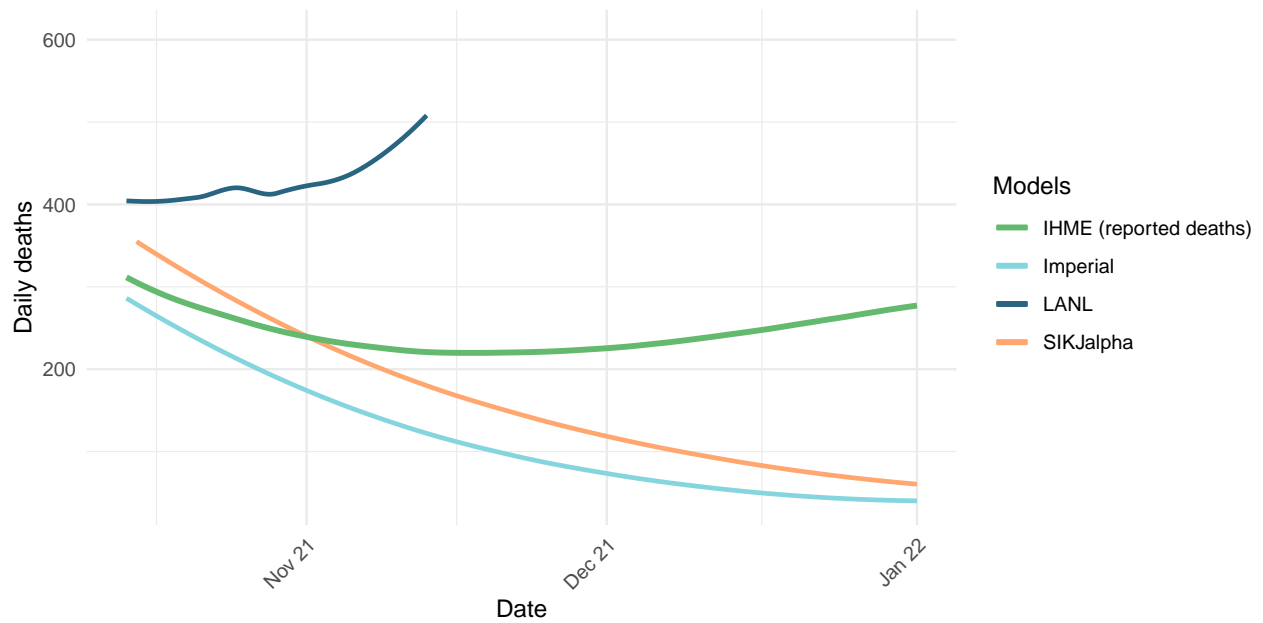
**Figure 24.** Daily COVID-19 reported cases until January 01, 2022 for three scenarios



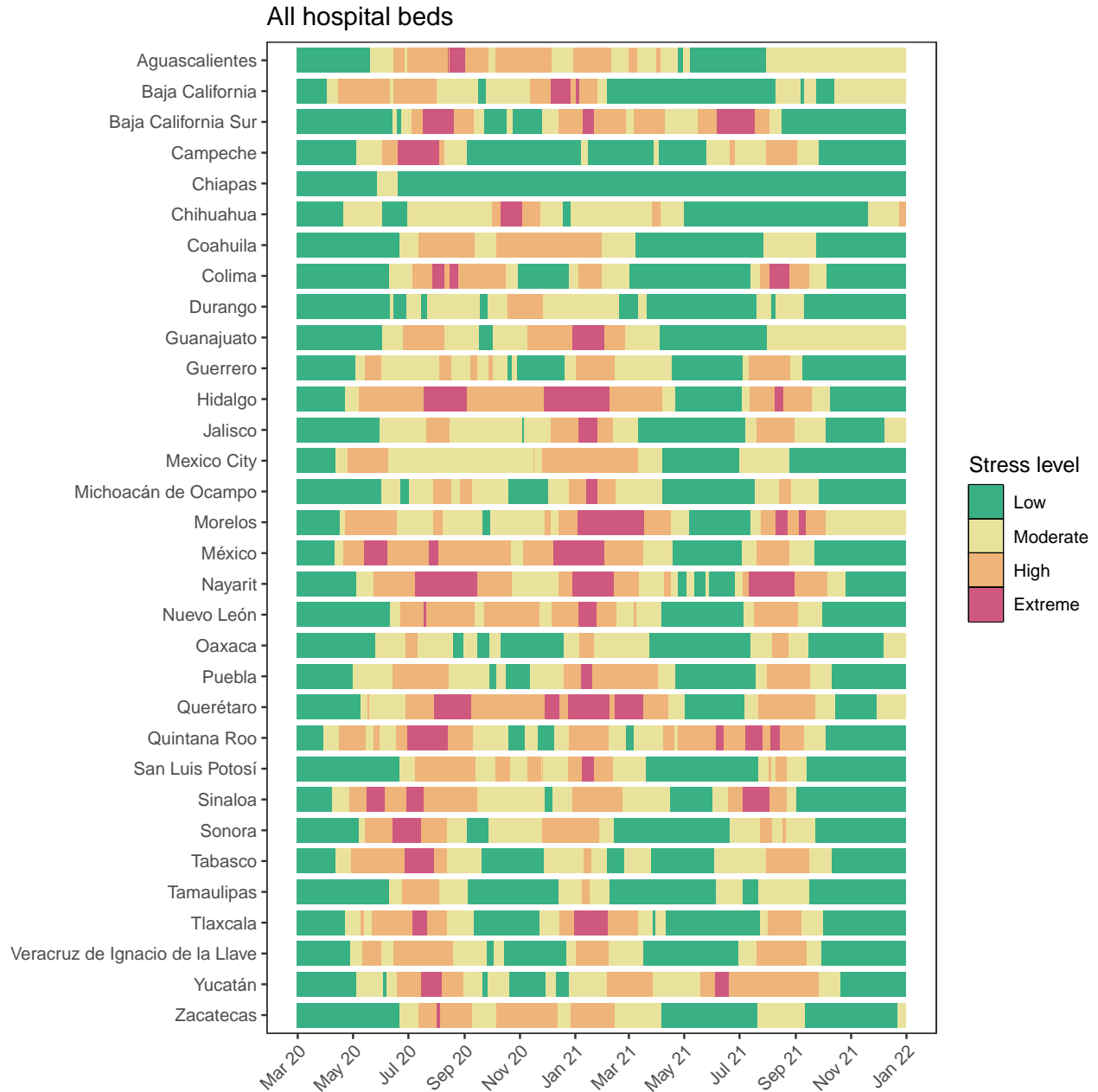
**Figure 25.** Daily COVID-19 hospital census until January 01, 2022 for three scenarios



**Figure 26.** Comparison of reference model projections with other COVID modeling groups. For this comparison, we are including projections of daily COVID-19 deaths from other modeling groups when available, last model update in brackets: Delphi from the Massachusetts Institute of Technology ([Delphi](#)) [October 15, 2021](#), Imperial College London ([Imperial](#)) [October 6, 2021], The Los Alamos National Laboratory ([LANL](#)) [September 26, 2021], the SI-KJalpha model from the University of Southern California ([SIKJalpha](#)) [October 15, 2021](#). Daily deaths from other modeling groups are smoothed to remove inconsistencies with rounding. Regional values are aggregates from available locations in that region.



**Figure 27.** The estimated inpatient hospital usage is shown over time. The percent of hospital beds occupied by COVID-19 patients is color-coded based on observed quantiles of the maximum proportion of beds occupied by COVID-19 patients. Less than 5% is considered *low stress*, 5-9% is considered *moderate stress*, 10-19% is considered *high stress*, and 20% or greater is considered *extreme stress*.



**Figure 28.** The estimated intensive care unit (ICU) usage is shown over time. The percent of ICU beds occupied by COVID-19 patients is color-coded based on observed quantiles of the maximum proportion of ICU beds occupied by COVID-19 patients. Less than 10% is considered *low stress*, 10-29% is considered *moderate stress*, 30-59% is considered *high stress*, and 60% or greater is considered *extreme stress*.





## More information

### Data sources:

Mask use and vaccine confidence data are from the [The Delphi Group at Carnegie Mellon University and University of Maryland COVID-19 Trends and Impact Surveys](#), in partnership with Facebook. Mask use data are also from [Premise](#), the Kaiser Family Foundation, and the [YouGov COVID-19 Behaviour Tracker](#) survey.

Genetic sequence and metadata are primarily from the GISAID Initiative. Further details available on the COVID-19 model [FAQ page](#).

### A note of thanks:

We wish to warmly acknowledge the support of [these](#) and others who have made our COVID-19 estimation efforts possible.

### More information:

For all COVID-19 resources at IHME, visit <http://www.healthdata.org/covid>.

To download our most recent results, visit our [Data downloads page](#).

Questions? Requests? Feedback? Please contact us at <https://www.healthdata.org/covid/contact-us>.