



Universidad de
SanAndrés

Universidad de San Andrés
Departamento de Economía
Maestría en Economía

**El impacto del pase sanitario sobre las tasas de
vacunación: evaluación a nivel país**

Federico DI CARLO
DNI: 41874857

Mentor: Amelia GIBBONS

29 de Diciembre, 2022

Tesis de Maestría en Economía de

Federico DI CARLO

“El Impacto del Pase Sanitario sobre las tasas de vacunación: Evaluación a nivel país”

Resumen

El pase sanitario ha sido una política de combate contra el COVID-19 muy controvertida a nivel mundial. La justificación utilizada fue la mejora en los incentivos para que las personas cumplieran con sus esquemas de vacunación. En este trabajo, estudiamos el impacto del pase sanitario sobre las tasas de vacunación a nivel país. Para realizarlo, recopilamos datos sobre tasas de vacunación de primera dosis y esquema completo que extraemos de Our World in Data. También, buscamos las fechas de implementación del pase sanitario para los distintos países en la muestra. Utilizamos una metodología de *Two Way Fixed Effects* y la complementamos con el estimador de [Callaway y Sant’Anna \(2021\)](#). Obtenemos que el pase sanitario aumenta el ritmo de la vacunación alrededor de 43 % y en 33 % para el corto plazo. No encontramos efectos para nuevos vacunados sugiriendo que la política es efectiva para completar los esquemas de vacunación.

Keywords: COVID-19, Vacunación, Pase sanitario, TWFE

“The Impact of COVID vaccine certificate on vaccine rates: A Country Level approach”

Abstract

The COVID health certificate has been a highly controversial policy to combat COVID-19 worldwide. The justification used was the improvement in the incentives for people to comply with their vaccination schedules. In this paper, we study the impact of the health pass on vaccination rates at the country level. To do this, we collected data on first-dose and full schedule vaccination rates from Our World in Data. Also, we look for the dates of implementation of the health pass for the different countries in the sample. We use a *Two Way Fixed Effects* methodology and complement it with the [Callaway y Sant’Anna \(2021\)](#) estimator. We find that the health pass increases the vaccination rate by around 43 % and by 33 % in the short term. We did not find effects for new vaccinated, suggesting that the policy is effective in completing vaccination schedules.

Keywords: COVID-19, Vaccination, Covid Vaccine certificate, TWFE

Códigos JEL: I10, I12, I18, I28, I38, H12

1. Introducción

Durante el año 2021 distintos países alrededor del mundo comenzaron con programas de vacunación para combatir la pandemia del COVID-19. Con la intención de acelerar el proceso de inoculación y ante las dudas de diferentes sectores sobre la seguridad de las dosis¹, algunos gobiernos alrededor del mundo decidieron implementar el pase sanitario. La implementación de esta política se debió, además, a un estancamiento en los niveles de vacunación.

El pase sanitario, de forma general, se trató de un certificado (físico o virtual) que daba constancia del nivel de vacunación que poseía una persona. A partir de esta certificación, la persona veía coartadas ciertas actividades y libertades tales como el acceso a espacios cerrados o incluso restricciones de movilidad. El objetivo era que al aplicar estos costos a la población, la termine incentivando a vacunarse. Tenemos un modelo que muestra esto en la Sección 5.

Esta medida fue adoptada por el estancamiento en la evolución de las tasas de vacunación. el freno ocurrió tanto para vacunaciones de primera dosis como de esquema completo. Una de las razones de este freno fue el de los movimientos anti-vacuna que apuntaban a la poca seguridad que brindaban las vacunas producidas en corto tiempo. [Sarin y cols. \(2022\)](#) muestran que las personas con mayor propensión a rechazar el certificado de vacunación son tanto las personas no vacunadas como aquellos que no confían en los gobiernos. Estos resultados también son hallados en [Caserotti y cols. \(2022\)](#). Como consecuencia de estos grupos los gobiernos adoptaron el pase sanitario para incentivar a las personas a vacunarse. Esto generó marchas y reclamos en los diferentes países del mundo.²

Debido a la polémica generada por la implementación del pase sanitario resulta relevante realizar la evaluación de impacto de ésta. En este trabajo analizamos el impacto del pase sanitario en las tasas de vacunación. El objetivo será encontrar si la inclusión de este certificado de salud fuerza a las personas a vacunarse aún cuando percibieran potenciales efectos secundarios. Vamos a realizar la investigación tanto para la tasa de primera dosis como para la de esquema completo.

Para realizarlo recopilamos datos de vacunaciones mensuales desde Our World In Data. Se utiliza, dentro de esta base de datos, tasas de vacunación como porcentaje de la población. Empleamos las tasas de vacunación que corresponden a la primera dosis y al esquema completo. Esto quiere decir que distinguimos el impacto que se genera hacia aquellas personas que nunca se vacunaron y las que sí lo hicieron de forma parcial. También, obtenemos datos sobre la implementación de la política para países de América, Europa, Asia y África. Como explicaremos más adelante en la sección 3 del trabajo, elegimos países que no hayan hecho la vacuna obligatoria ya que estaría capturando el efecto de la obligatoriedad y no del incentivo.

Encontramos un efecto positivo y significativo en la tasa de esquema completo. Arribamos a

¹<https://www.cronista.com/espana/actualidad-es/covid-19-por-que-este-grupo-de-espanoles-rechaza-vacunarse-pese-a-la-suba-de-contagios/>

²<https://www.france24.com/es/europa/20220115-francia-protestas-pase-sanitario-covid19-vacunacion>

este resultado mediante dos métodos, *Two Way Fixed Effects*(TWFE) y el estimador de [Callaway y Sant'Anna \(2021\)](#). Además, vemos que el efecto es de corto plazo y se genera en el primer mes. El resultado para todo el período post tratamiento indica un aumento de 43% y para el corto plazo de 33%. En cuanto a la tasa de primera dosis no podemos evaluar la intervención ya que no cumple con los supuestos que nos permiten realizar inferencia.

Este trabajo se enmarca dentro de la literatura de *health economics*. Encontramos trabajos que analizan el impacto del certificado covid [Mills y Rüttenauer \(2022\)](#); [Oliu-Barton y cols. \(2022\)](#) sobre la vacunación. A diferencia de nuestro enfoque, estos artículos buscan analizar el impacto inmediato (en días) de la política. Además, utilizan una metodología diferente a la nuestra. La contribución de este trabajo es analizar el efecto en el corto y mediano plazo diferenciando por tipos de dosis.

Existen distintos artículos académicos publicados sobre incentivos a la vacunación como veremos en la sección 2. Resulta pertinente revisar otros métodos de estímulo como respuestas alternativas al pase sanitario. Una alternativa es el acceso a mayores niveles de información como se estudia en [Lawler \(2020\)](#); [Böhm y cols. \(2017\)](#); [Chang \(2018\)](#); [Arrow y cols. \(2020\)](#). Otro tipo de incentivo que encuentra la literatura son los económicos. Los artículos de [Chang \(2016\)](#); [DeLeire y cols. \(2017\)](#) estudian el impacto de los incentivos económicos encontrando un efecto positivo y significativo hacia la aceptación de las dosis. Nuestro aporte hacia esta literatura, es el estudio de un incentivo que afecta la vida cotidiana de las personas y buscar limitar sus actividades.

El trabajo continúa de la siguiente manera, en la Sección 2 realizamos un repaso de la literatura previa sobre incentivos de vacunación. En la sección 3 describimos los datos con los cuales realizamos la estimación. En la cuarta sección realizamos las estimaciones y exponemos los resultados. Luego en la sección 5 modelizamos los resultados con un modelo matemático y finalmente, en la sección 6 realizamos una conclusión. Todas las figuras y gráficos citados en el trabajo se encuentran en el apéndice.

2. Literatura previa

Para comenzar con el apartado encontramos un artículo que evalúa si la introducción del certificado sanitario para viajar dentro del Reino Unido incentiva la vacunación. [de Figueiredo y cols. \(2021\)](#) encuentran que las personas encuestadas no parecen tener mayores incentivos a vacunarse. Explican que no encuentran efecto. Si bien utilizan una metodología diferente a la nuestra es un buen punto de referencia para nuestro aporte a la literatura.

Otros dos artículos que van en una dirección similar a la nuestra son [Mills y Rüttenauer \(2022\)](#); [Oliu-Barton y cols. \(2022\)](#). En ambos se utiliza la metodología de control sintético para estimar el impacto del pase sanitario a nivel europeo. Encuentran que existe un impacto positivo

entre los certificados de vacunación y el consumo de las vacunas en el corto plazo. Sin embargo, nuestro enfoque busca analizar el impacto de corto y mediano plazo de la política. En esta línea, nuestro aporte es estudiar el efecto a lo largo de los meses y diferenciando por tipos de nivel de vacunación.

En cuanto a literatura previa que se relaciona de forma indirecta con nuestro trabajo, existen una gran cantidad de estudios acerca de cómo incentivar a la población a vacunarse. Dentro de los principales artículos académicos encontramos incentivos económicos, de información y educación. Diversas investigaciones se centran en analizar el impacto de hacer a la vacunación obligatoria. Nuestro aporte se basa en analizar un programa con incentivos muy fuertes que afecta el día a día de las personas.

El primer tipo de incentivo lo podemos encontrar en el artículo de [Lawler \(2020\)](#) que investiga el impacto de dar recomendaciones a los adolescentes sobre la vacunación. Este paper es especialmente relevante para nuestro estudio ya que los jóvenes se han opuesto fuertemente a vacunarse en diversos países del mundo ([Sarin y cols., 2022](#)). Encuentran que proveyendo recomendaciones se logra incrementar 21 puntos porcentuales los niveles de vacunación. Otro paper que se centra en cómo la información afecta a las decisiones de vacunación es [Böhm y cols. \(2017\)](#). Realizan un experimento con un juego repetido para la vacunación. Dentro de este, evalúan si la información cambia el comportamiento frente a las inoculaciones. El enfoque que proponen es distinguir la información entre específica a un grupo, universal o no dar información. Encuentran que cuando hay muchas personas con bajo riesgo de ser afectados por la enfermedad es mejor brindar información universal para que las tasas de vacunación no disminuyan. Lo contrario pasa en el escenario con muchas personas de alto riesgo. Como es indispensable que se vacunen, la mejor política es brindar información específica al grupo.

La información puede también tener un impacto negativo como muestran [Chang \(2018\)](#). En este paper, se estudia el efecto que tuvo la noticia de la correlación entre la vacuna contra el sarampión y el autismo. Encuentra que la consecuencia fue una disminución en la aplicación de esta vacuna y un *spillover effect* hacia otras vacunas. Muestran que este efecto se profundiza para las personas más educadas, indicando nuevamente que el nivel y la forma de la información es importante.

Por último, encontramos un artículo sobre la información y los médicos. [Arrow y cols. \(2020\)](#) analiza el impacto del acceso de los médicos a datos sobre medicamentos que posteriormente son recetados a pacientes. Encuentran que aquellos que acceden a menores niveles de información recomiendan medicamentos genéricos, muy reconocidos. Este paper resulta interesante para nuestro estudio dado que se centra en el comportamiento de los médicos ante falta de información que puede afectar a la salud de los pacientes. Una de las polémicas generadas por el pase sanitario estuvo relacionada a la falta de información y la desconfianza hacia la comunidad científica por

sugerir la vacunación ³.

Otras medidas se basan en mejorar el concepto de las personas sobre el sistema de salud. [Christensen y cols. \(2021\)](#) estudia el impacto de mejorar la percepción de la calidad en el sistema de salud sobre el cuidado de la salud de los niños. Para realizarlo, aleatorizan el mejoramiento de hospitales en Sierra Leone. Muestran que antes de la crisis del Ebola, las intervenciones aumentaron la asistencia a los hospitales y el grado de satisfacción de los clientes.

Una política que ha sido estudiada en la literatura son los incentivos económicos. Estos son especialmente relevantes dado que podrían haber sido una alternativa al pase sanitario. En [Goldin y cols. \(2021\)](#) estudia el impacto de un incentivo económico sobre la cobertura de salud. Para realizarlo, envía letras de forma aleatoria explicitando que serán multados aquellos que no cumplan con la cobertura de salud. Sus resultados muestran que, en el grupo de tratamiento, se elevan los niveles de cobertura. También [De y Timilsina \(2020\)](#) estudia el programa de transferencias hacia madres de India y su impacto en la vacunación. Encuentran que, dentro de los recién nacidos, la probabilidad de vacunarse aumenta.

Finalmente, [Chang \(2016\)](#) analiza el efecto de obligar a las prepagas a proporcionar las vacunas a los niños de forma gratuita (sin pagar un costo adicional). Así, quita la restricción económica de los aportantes. Sus resultados muestran que esta medida logra aumentar en 1.8 puntos porcentuales las tasas de vacunación. Otro paper que va en la misma dirección es [DeLeire y cols. \(2017\)](#).

En esta sección hemos repasado los principales artículos académicos que tratan la temática sobre incentivos a la vacunación. Primero analizamos los artículos relacionados a nuestra pregunta de investigación [Mills y Rüttenauer \(2022\)](#); [Oliu-Barton y cols. \(2022\)](#); [DeLeire y cols. \(2017\)](#). Luego nos centramos en el uso de la información en [Lawler \(2020\)](#); [Böhm y cols. \(2017\)](#); [Arrow y cols. \(2020\)](#); [Christensen y cols. \(2021\)](#) y en todos encontramos un efecto positivo y significativo de la información. Por su parte, en el artículo de [Chang \(2018\)](#) vemos que la información negativa reduce la propensión a vacunarse. Luego hemos analizado los incentivos económicos en [Goldin y cols. \(2021\)](#); [De y Timilsina \(2020\)](#) y en ambos muestran que ayudas económicas directas o indirectas genera mayores niveles de vacunación.

3. Data

Con el objetivo de estimar el impacto del pase sanitario en la vacunación utilizamos diversas fuentes de datos. Por un lado, tenemos datos para distintas medidas de tasa de vacunación por día y mes. Por otro lado, tenemos los meses en los que se implementó la intervención para 38 países. En la Tabla 1 pueden verse las estadísticas descriptivas.

³<https://www.cronista.com/espana/actualidad-es/covid-19-por-que-este-grupo-de-espanoles-rechaza-vacunarse-pese-a-la-suba-de-contagios/>

Con respecto a los datos de vacunación, tenemos una base muy completa y detallada que obtuvimos de Our World in Data⁴. En la misma obtenemos datos por día de distintos tipos de medidas de tasas de vacunación que las calculamos mensuales. Contamos con datos para esquema completo y primera dosis. Estas tasas de vacunación las calculamos como porcentaje de la población. Estudiamos el impacto de la intervención en ambas variables ya que son diferentes entre ellas. En algunos países se registraban bajos niveles de vacunación parcial (primera dosis) y en otros bajos niveles de esquema completo (primera dosis y segunda dosis). El objetivo es estudiar cambios en la pendiente de la curva de vacunación luego de la implementación del pase sanitario.

Hemos extraído datos de implementación del pase sanitario de 38 países entre Europa, Sudamérica, África y Asia. Obtuvimos los datos de los ministerios de salud de las diferentes países y a partir de los anuncios emitidos por las entidades oficiales. Como complemento, hemos utilizado el monitor global COVID que cubre noticias día a día de los diferentes países⁵. Los datos los encontramos en la Tabla 2. Tomamos en cuenta sólo países que hayan implementado esta herramienta sin acudir a la obligatoriedad de la vacunación. Si bien existen diversos países que implementaron ambas políticas, si la vacuna es obligatoria sesga nuestro resultado. Esto ocurre porque se estaría capturando el efecto sobre el cumplimiento de las personas hacia el mandato de vacunarse en vez de capturar los cambios en el incentivo cuando se restringen ciertas actividades. Además, los países elegidos implementaron el pase sanitario en momentos distintos. Podemos ver la distribución del tratamiento en la Figura 1. Como podemos observar, la distribución de la política sobre el pase sanitario se concentra a lo largo de todo el año 2021 abarcando enero del 2022.

Los países europeos que elegimos aplicaron la medida diferenciada de la creación del EU COVID Digital Certificate. Este certificado digital en principio tenía como objetivo restringir el traslado entre países europeos para los no vacunados. Sin embargo luego diversos países lo utilizaron como pase sanitario. Por lo tanto, cuando se adopta esta medida se tratan todos los países de Europa. Sin embargo, los países europeos electos para este trabajo lo utilizaron para restringir el ingreso de extranjeros provenientes de países de la Unión Europea. Esto quiere decir que en paralelo, utilizaban sus propias pruebas de vacunación que afectaban a los residentes.

Finalmente, dentro de nuestra base no contamos con países no tratados. Así, cuando realicemos la estimación debemos tener en cuenta que no tenemos controles puros.

4. Estrategia empírica

En la siguiente sección describiremos la estrategia de identificación utilizada para estimar el impacto del pase sanitario en la vacunación. Se utilizará una metodología de *difference-in-*

⁴<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?>

⁵<https://www.global-monitoring.com/en/collection-covid-19/>

differences para capturar la incorporación del pase sanitario en los distintos países a través del tiempo.

4.1. Estrategia TWFE

Tenemos datos para distintos países alrededor del mundo que se tratan en distintos momentos. Realizaremos una estimación de *TWFE* (Two Way Fixed Effects). Esta estrategia contiene un supuesto que consiste en que, en ausencia del tratamiento, las observaciones tratadas y las de control se comportarían igual. Utilizaremos el método de *leads and lags* para ver como se comportan los datos antes y después de la política. Finalmente, llevaremos a cabo la evaluación para primera dosis y esquema completo. Esto quiere decir que evaluaremos si la política hace que las personas que nunca se vacunaron lo hagan o si incentiva a completar sus dosis restantes. Estimaremos:

$$TasaVacunacion_{it} = \beta PaseSanitario_{it} + \alpha_i + \mu_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

donde $TasaVacunacion_{it}$ es la tasa de vacunación en el país i para el mes t . Notar que esta variable puede ser de primera dosis o de esquema completo. $PaseSanitario_{it}$ es una dummy que toma valor 1 en el país i en el mes t si la política está en vigencia. Por su parte, α_i son efectos fijos por país, μ_t son efectos fijos por mes-año (17 meses) y ϵ_{it} es el término de error. Explotaremos la variabilidad de la implementación del pase sanitario en los distintos países.

El método utilizado depende de un supuesto fundamental para funcionar que implica que las observaciones tratadas y los controles se hubieran comportado de la misma forma en ausencia del tratamiento. Este supuesto es conocido como *parallel trends assumptions*. Para probar eso, utilizaremos la metodología de *leads and lags*. Así, veremos si existían diferencias en la tasa de vacunación previas al tratamiento. Lo que buscamos es que esas diferencias sean no significativas. Por lo tanto estimamos:

$$TasaVacunacion_{it} = \sum_{\tau=-12}^{\tau=12} \beta^{\tau} PaseSanitario_{it}^{\tau} + \alpha_i + \mu_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

donde $TasaVacunacion_{it}$ es, nuevamente, la tasa de vacunación para un país i en el momento t . Los períodos pre-tratamiento y post-tratamiento son de 12 meses. $PaseSanitario_{it}^{\tau}$ es una variable dummy que toma valor 1 cuando se trata en τ . Por su parte, β^{τ} mide el efecto del tratamiento en los períodos anteriores o posteriores. El objetivo aquí será evaluar si el efecto previo al tratamiento es significativo o no. Por último, α_i mide efectos fijos por país y μ_t por tiempo.

Lo que esperaríamos es que no haya efectos significativos previos al tratamiento. Mediante este test podemos atribuir causalidad a los resultados expuestos previamente. En la Tabla 3 se muestran los resultados para el esquema completo y la primera dosis.

En primer lugar observamos que, en el esquema completo los *leads*, es decir, los períodos antes de la implementación del pase sanitario resultan no significativos individualmente. A su vez, tenemos diversos periodos hacia adelante significativos aunque van perdiendo significatividad. Esto resulta razonable ya que cada vez menos personas quedan por vacunar. Por lo tanto, podemos asumir que las diferencias pre-tratamiento que resultan no significativas se sostendrían en caso de ausencia del tratamiento. Podemos observar el gráfico en la Figura 2. Este primer resultado puede indicar la existencia de un resultado de corto plazo.

En segundo lugar, tenemos los resultados para la primera dosis. En este caso observamos que los *leads* resultan significativos. Esto indica que las diferencias pre-tratamiento resultan significativas. Por lo tanto, no podemos asegurar que se hubieran mantenido con la misma tendencia en ausencia del tratamiento. La consecuencia de esto es que no podemos realizar inferencia causal sobre el pase sanitario sobre la medida de primera dosis por lo que no sería correcto realizar la estimación de *TWFE*. El gráfico lo podemos ver en la Figura 3 del apéndice.

4.2. Callaway Sant'Anna

La forma en la que se implementó la política provee de un tratamiento escalonado. Esto quiere decir que las unidades tratadas lo hacen en distintos momentos del tiempo. El problema que surge es la potencial aparición de efectos heterogéneos entre los distintos grupos. El potencial sesgo derivado del tratamiento *staggered* surge del paper de [Goodman-Bacon \(2021\)](#). En este, se desarrolla un algoritmo para descomponer el efecto y mostrar que existen efectos diferenciados entre los estados tratados más tarde en comparación con los tratados previamente. Por lo tanto, existe una parte del efecto que esta siendo provisto por el *timing* de la implementación de la política.

Con el objetivo de comprobar si esto resulta un problema en nuestra estimación utilizamos la metodología de [Callaway y Sant'Anna \(2021\)](#). La principal diferencia con el método convencional es que controla por el momento en el que los distintos grupos son tratados generando un *ATT* distinto para cada grupo. Esta metodología nos proveerá de un *ATT* promedio para el período post-tratamiento y nos permitirá ver la significatividad de los períodos pre-tratamiento.

Realizamos entonces el estudio de la dinámica del efecto a través de los períodos para encontrar significatividad pre-tratamiento. lo hacemos tanto para la primera dosis como para el esquema completo.

Los resultados del esquema completo se exponen en el gráfico en la Figura 4 del apéndice. Como podemos observar, tenemos que todos los períodos pre-tratamiento resultan no significativos. Podemos suponer que las diferencias no significativas se hubieran mantenido en ausencia del tratamiento. Observamos que el primer período resulta significativo. Por lo tanto, podemos inferir que cuando controlamos por el *timing* de la implementación vemos que el efecto es de corto plazo. Este resultado nos permite realizar una estimación de *TWFE* que se mostrará en

los resultado acotando al primer período de post-tratamiento para encontrar qué efecto surge.

Con respecto a la primera dosis, observamos que los períodos pre-tratamiento aparentan no ser significativos como lo expone la Figura 5. Podemos realizar el test de significatividad conjunta para resolver si todos los *leads* resultan ser cero. En la Tabla 4 vemos los resultados del test. El test indica que se rechaza la hipótesis nula. Así, no podemos asegurar que las diferencias pre-tratamiento sean cero. Como consecuencia, no sería correcto realizar la estimación.

4.3. Resultados

En la Tabla 5 se exponen los resultados de la estimación por *TWFE* del esquema completo. Vemos en la columna (1) el efecto utilizando todos los períodos post tratamiento. Como se observa, el efecto resulta positivo y significativo generando un aumento de 43 %. En la columna (2) tenemos el resultado para un solo período post tratamiento. En este caso, el efecto se reduce un poco con un cambio porcentual de 33 %. Esta estimación la realizamos dado que en el Callaway Sant’Anna encontramos que el efecto cuando controlamos por momento de implementación es de corto plazo.

En cuanto al ATT promedio de Callaway y Sant’Anna (2021) obtenemos un resultado no significativo. Podemos observarlo en la Tabla 6. Esta discrepancia en los resultados puede deberse a cómo esta construido el ATT en el caso de Callaway y Sant’Anna (2021). En este caso, el ATT está definido como:

$$ATT(g, t) = E\left[\left(\frac{G_g}{E(G_g)} - \frac{\frac{p(X)C}{1-p(X)}}{\frac{p(X)C}{1-p(X)}}\right)(Y_t - Y_{g-1})\right]$$

La fórmula nos muestra que el estimador va comparando grupo a grupo. Al estar definido de esta forma permite controlar por la introducción del tratamiento en distintos momentos del tiempo. Por otro lado, esto genera que pierda fuerza nuestro tratamiento a medida que pasa el tiempo. Esto sucede porque las diferencias en la tasa de vacunación entre los meses es cada vez menor.

Podemos descomponer el ATT por mes de aplicación del tratamiento. En otros términos, podemos analizar el efecto para el grupo que implementó el tratamiento en el mes *i*. Obtenemos entonces en la Tabla 7 los resultados. Observamos que en los meses de abril, mayo, junio, agosto y septiembre tenemos un efecto positivo y significativo a través de la metodología de Callaway y Sant’Anna (2021). Esto refuerza la conclusión acerca de la existencia de un efecto en la implementación del pase sanitario. Además, vemos que el mes de mayor aporte al tratamiento es agosto de 2021. Dentro de este mes encontramos los países: Bélgica, Italia, Canadá y Malasia.

Los resultados muestran que la magnitud del efecto para el esquema completo es positivo y relevante. En particular, tanto para el efecto agregado como para el de corto plazo vemos un cambio de tendencia significativo en la curva de vacunación. Los hallazgos son consistentes con

Oliu-Barton y cols. (2022); Mills y Rüttenauer (2022). Esto sugiere que el pase sanitario incentiva a aquellas personas que no finalizaron su proceso de vacunación a hacerlo. Además, el análisis dinámico indica que la mayor parte del efecto se da en el corto plazo. Al pasar los meses, cada vez menos personas quedan por vacunarse por lo que el efecto va perdiendo fuerza.

Hemos visto que los resultados de primera dosis no son significativos. Esto muestra que aquellas personas que decidieron no vacunarse no se vieron incentivadas a hacerlo mediante esta política. Este hallazgo es esperable dado que como muestran Sarin y cols. (2022); Caserotti y cols. (2022) las personas que mayor rechazo tienen hacia esta política son quienes no se vacunaron y quienes no confían en los gobiernos.

5. Modelo Teórico

En esta sección desarrollaremos un modelo teórico para ilustrar los resultados mostrados anteriormente. Utilizaremos el modelo expuesto en Courbage y Peter (2021) donde se analiza el comportamiento de los agentes cuando deben tomar decisiones sobre su salud. El objetivo será estudiar cómo el pase sanitario afecta la utilidad de los agentes incentivándolos a vacunarse teniendo en cuenta que las personas temen un posible efecto secundario que sea peor que contraer la enfermedad.

Partimos de un agente con una función de utilidad que depende del ocio y de la salud:

$$U(L, H)$$

donde L es leisure (ocio) y H es health (salud). La función de utilidad es creciente en ambos factores por lo que mayor nivel de ocio y salud le generan mayor nivel de bienestar de forma tal que $U_L > 0$ y $U_H > 0$. El agente enfrenta dos posibles decisiones, vacunarse o no hacerlo. Esta determinación deriva en dos escenarios de utilidad esperada.

El agente puede enfermarse de COVID-19 con probabilidad p lo que le genera una caída en su nivel de ocio y salud de s . Obviamente, al contraer la enfermedad se restringen sus actividades habituales y empeora su estado de salud. Por lo tanto su utilidad se ve afectada de tal forma que ahora $L_s = (1 - s)L$ y $H_s = (1 - s)H$.

Si el agente decide no vacunarse enfrentará la posibilidad de enfermarse y ver afectada su utilidad. Por lo tanto, su utilidad esperada de no vacunarse vendrá determinada por:

$$U^n = pu(L_s, H_s) + (1 - p)u(L, H)$$

donde U^n denota la utilidad esperada de no estar vacunado y vemos que $u(L_s, H_s) < u(L, H)$.

Cuando el agente decide vacunarse enfrenta un trade-off. Por un lado, reduce su posibilidad de contagio en e al acudir a la vacuna. Esto quiere decir que ahora la probabilidad dentro de su función de utilidad será $p - e$. Sin embargo, esta decisión generará una probabilidad q de

contraer un efecto secundario debido a la vacuna. Este efecto secundario afecta en c a la salud en la utilidad del agente. Por ello, la utilidad esperada de vacunarse es:

$$U^v = (p - e)(qu(L_s, H_s - c) + (1 - q)u(L_s, H_s)) + (1 - p - e)(qu(L, H - c) + (1 - q)u(L, H))$$

Una vez que el agente ha derivado sus dos posibles utilidades esperadas, decidirá vacunarse si $U^v > U^n$. Dejando todo lo demás constante, la elección de vacunarse está ligada a que el costo del efecto secundario de la vacuna es menor al costo de enfermarse, ajustado por probabilidad. Por lo tanto, podemos definir el valor de la vacuna como $V = U^v - U^n$. Necesitará el agente que la desigualdad sea estricta. Esto sucede porque ante la indiferencia, el agente prefiere no vacunarse. Por lo tanto, el agente percibe mayor nivel de riesgo en el efecto secundario que en contraer la enfermedad.

Ahora, incluiremos a la política del pase sanitario dentro de la función de utilidad. La medida ingresa como un costo extra fijo al ocio de no vacunarse. De esta forma estamos capturando la restricción a las actividades de ocio principalmente. Por lo tanto, la utilidad esperada de vacunarse no cambia ya que los agentes no reciben un premio por vacunarse sino un castigo por no hacerlo. La utilidad esperada de no vacunarse sí cambia. Esto se da ya que, al no vacunarse, el agente incurre en un costo v . De esta forma, la utilidad esperada de no vacunarse será:

$$U^n = pu(L_s - v, H_s) + (1 - p)u(L - v, H)$$

El costo es asumido por el agente tanto si contrae la enfermedad como si no la contrae. Cabe resaltar que esto reduce el nivel de bienestar del agente tras la disminución en el ocio. Si volvemos a la ecuación del valor de la vacunación, $V = U^v - U^n$ vemos que ahora, U^n se reduce haciendo más valiosa a la vacuna. Lo que el trabajo muestra es que esta caída en el bienestar hace que el agente decida vacunarse. Por lo tanto, el costo extra logra generar que $U^v > U^n$. Así, el modelo muestra de forma simplificada cómo cambia el comportamiento del agente ante la introducción del pase sanitario como política de sanidad.

6. Conclusiones

A lo largo de este trabajo hemos estudiado el impacto del pase sanitario sobre las tasas de vacunación. A fin de analizarlo hemos capturado datos de 38 países alrededor del mundo donde se implementó el pase sanitario. Llevamos a cabo la evaluación de impacto tanto para nuevos vacunados como para aquellos que debían completar su esquema de vacunación.

Desarrollamos un modelo acompaña los resultados de forma teórica. En el mismo vemos que el pase sanitario incorpora un costo adicional a las personas limitando su libertad de movilidad.

Se genera un incentivo adicional que logra cambiar el accionar de las personas.

También realizamos estimaciones con dos metodologías diferentes. Utilizamos *TWFE* y [Callaway y Sant'Anna \(2021\)](#). Mostramos que en ambos casos tenemos un efecto positivo y significativo de la implementación del pase sanitario sobre las tasas de vacunación de esquema completo. Encontramos un impacto positivo 43% para todo el período post tratamiento y de 33% para el corto plazo.

A modo de conclusión, el pase sanitario genera un incentivo adicional para que las personas se vacunen. La política genera un impacto positivo en las tasas de vacunación y cumple su objetivo de mejorar la cantidad de vacunados.



7. Apéndice

Table 1: Estadísticas descriptivas

Variable	Observaciones	Promedio	Desvío Estándar.	Min	Max
Esquema Completo	646	0.423	0.296	0	0.910
Primera Dosis	646	0.485	0.294	0	0.933



Universidad de
San Andrés

Tabla 2: Países y tratamientos

Continente	País	Tratamiento
América del Sur	Argentina	1/1/2022
América del Sur	Chile	23/5/2021
América del Sur	Colombia	16/11/2021
América del Sur	Ecuador	2/12/2021
América del Sur	Perú	10/12/2021
Oceania	Australia	12/6/2021
Europa	Bélgica	13/8/2021
Europa	Chipre	11/5/2021
Europa	Dinamarca	28/5/2021
Europa	Estonia	30/4/2021
Europa	Francia	9/6/2021
Europa	Alemania	16/6/2021
Europa	Grecia	16/7/2021
Europa	Hungría	8/5/2021
Europa	Irlanda	26/7/2021
Europa	Italia	5/8/2021
Europa	Países Bajos	1/7/2021
Europa	Noruega	5/5/2021
Europa	España	1/7/2021
Europa	Suiza	7/6/2021
América del Sur	Bolivia	1/1/2022
América del Sur	Uruguay	1/9/2021
Europa	Checoeslovaquia	18/11/2022
Europa	Eslovenia	1/9/2021
América del Norte	Canadá	1/8/2021
Europa	Bulgaria	1/10/2021
Europa	Reino Unido	7/5/2021
Europa	Serbia	23/10/2021
Asia	Azerbaijan	1/9/2021
Asia	Japón	1/12/2021
Asia	Jordania	1/6/2021
Asia	Kazakhstan	20/5/2021
Asia	Malasia	9/8/2021
África	Sudáfrica	8/10/2021
Europa	Latvia	18/5/2021
Europa	Liechtenstein	15/9/2021
Europa	Lituania	19/5/2021
América del Norte	Costa Rica	1/12/2021

Figura 1: Distribución del tratamiento a través de los meses. En el eje X se exponen los distintos meses y en el eje Y la frecuencia

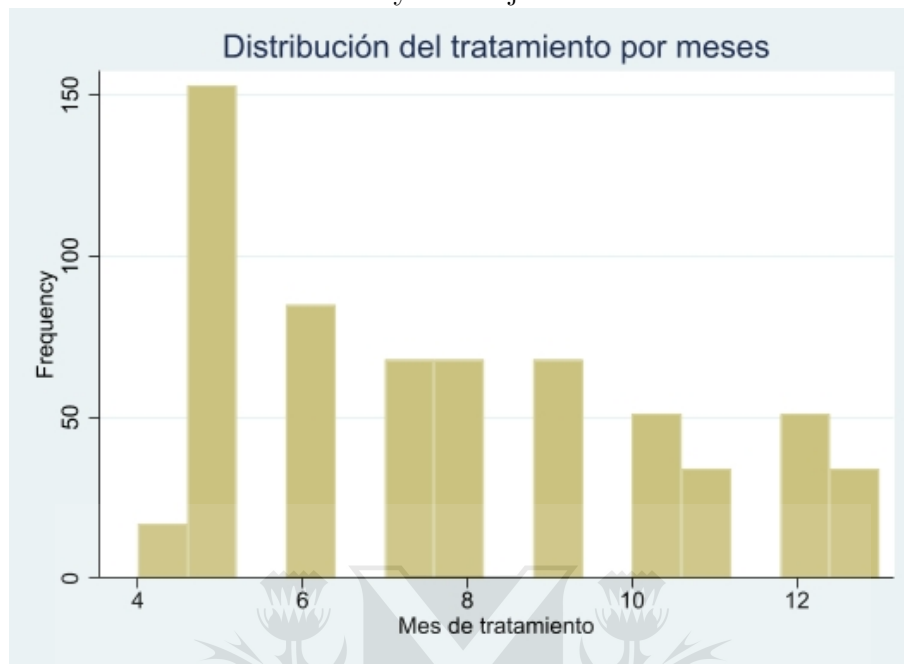


Tabla 3: Event Study con metodología *TWFE*

	(1)	(2)
VARIABLES	Esquema Completo	Primera Dosis
lead12	0.0699 (0.104)	-0.0805 (0.126)
lead11	0.0195 (0.0739)	-0.114 (0.0730)
lead10	0.0121 (0.0632)	-0.108* (0.0621)
lead9	0.0482 (0.0727)	-0.0497 (0.0786)
lead8	0.0245 (0.0632)	-0.0642 (0.0692)
lead7	-0.00707 (0.0567)	-0.0914 (0.0603)
lead6	-0.0337 (0.0497)	-0.0914* (0.0510)
lead5	-0.0249 (0.0412)	-0.0665* (0.0387)
lead4	-0.0234 (0.0311)	-0.0687** (0.0307)
lead3	-0.0273 (0.0224)	-0.0447** (0.0208)
lead2	-0.0186 (0.0116)	-0.0254** (0.0117)

VARIABLES	(1) Esquema Completo	(2) Primera Dosis
lag0	0.0307*** (0.00975)	-0.000948 (0.0184)
lag1	0.0454*** (0.0151)	0.0177 (0.0111)
lag2	0.0445** (0.0170)	0.0194 (0.0117)
lag3	0.0406** (0.0157)	0.0205 (0.0124)
lag4	0.0344** (0.0144)	0.0196 (0.0122)
lag5	0.0272* (0.0138)	0.0200 (0.0127)
lag6	0.0123 (0.0129)	0.0116 (0.0161)
lag7	0.00951 (0.0125)	0.00340 (0.0112)
lag8	0.0242* (0.0122)	0.0144 (0.0114)
lag9	0.0322*** (0.0114)	0.0207* (0.0115)
lag10	0.0204 (0.0129)	0.0141 (0.0128)
lag11	0.0113 (0.0160)	0.0112 (0.0153)
lag12	-0.00832 (0.0125)	-0.00213 (0.0159)
Observaciones	646	646
R-Cuadrado	0.919	0.905
Países	38	38

Errores estándar clusterizados en paréntesis.

Efectos fijos por país y combinaciones mes-año.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Figura 2: *Event Study* correspondiente al esquema completo

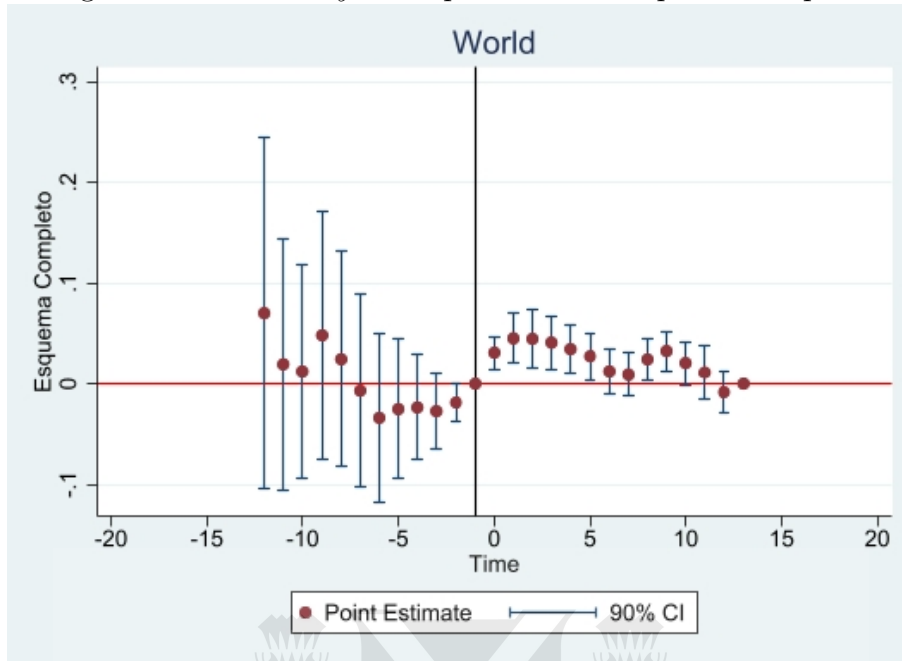


Figura 3: *Event Study* correspondiente a la primera dosis de vacunación

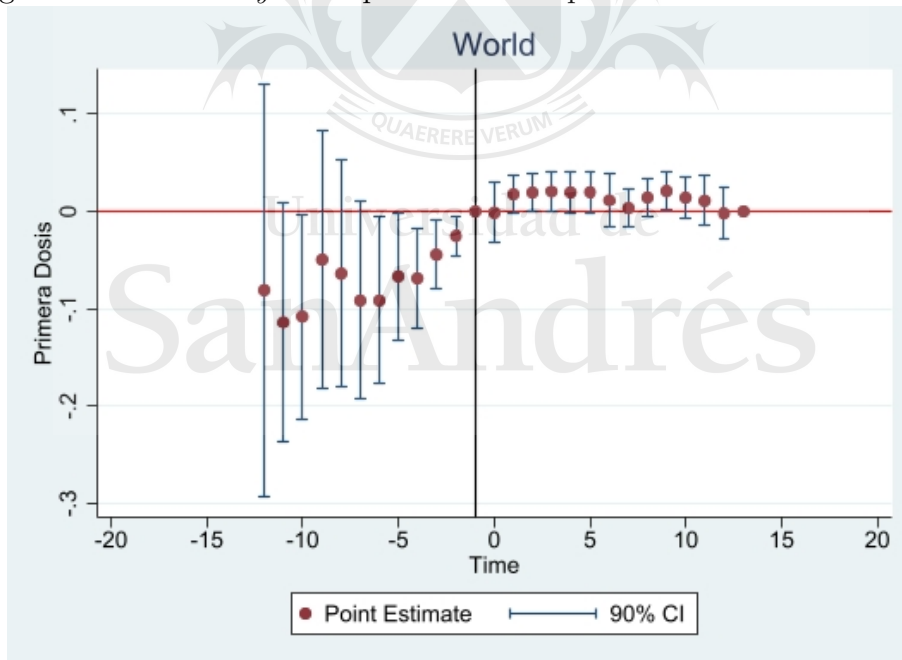


Figura 4: Estimador de Callaway y Sant'Anna (2021) correspondiente al esquema completo

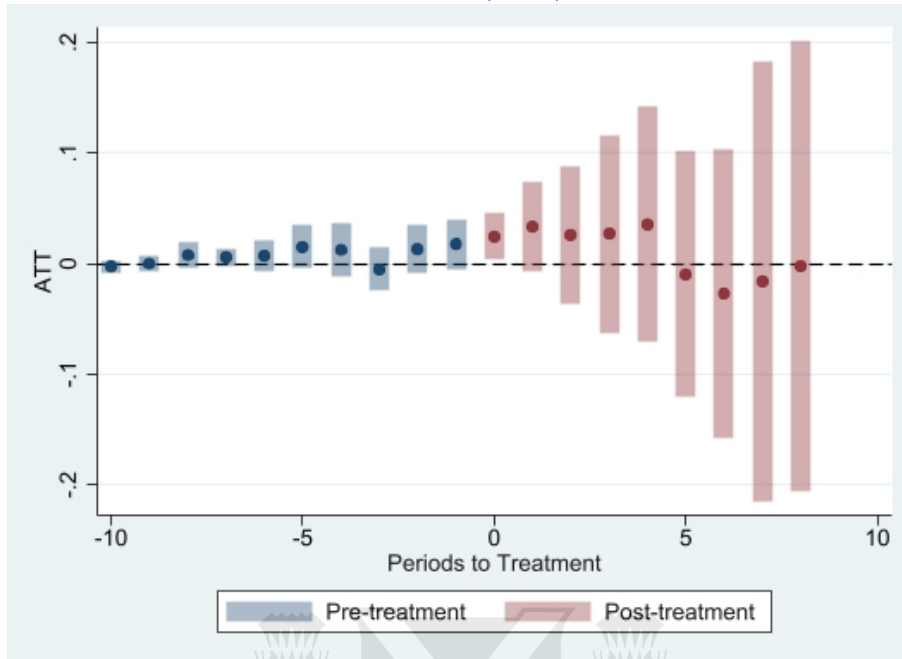


Figura 5: Estimador de Callaway y Sant'Anna (2021) correspondiente a la primera dosis

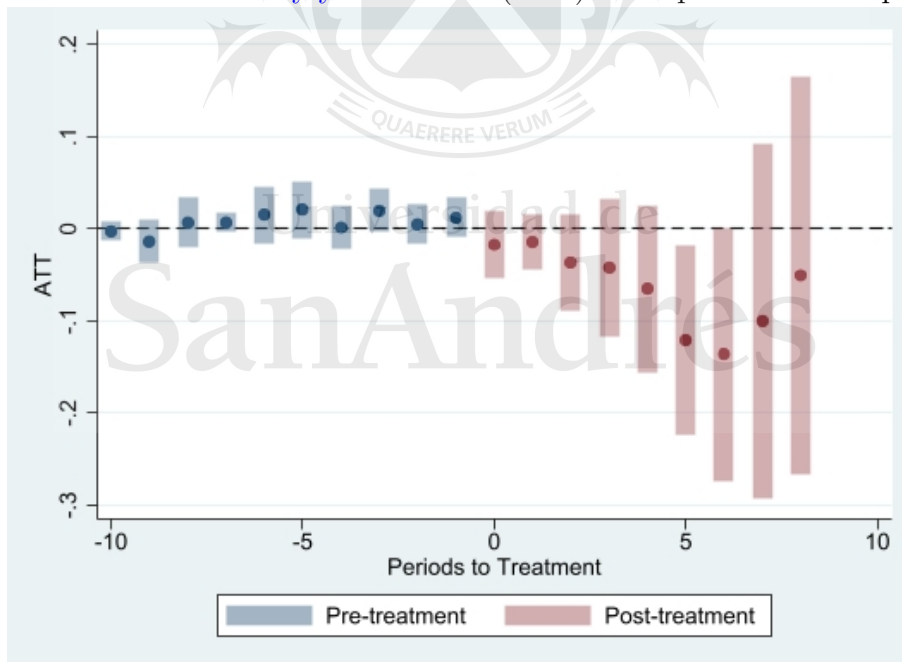


Tabla 4: Test de significatividad conjunta para leads de primera dosis

Pretrend Test. H0 All Pre-treatment are equal to 0	
chi2(54)	= 7551.5306
p-value	= 0.000

Tabla 5: Estimación *TWFE*

VARIABLES	(1)	(2)
	Esquema Completo	Esquema Completo
Pase Sanitario	0.0697*** (0.0228)	0.0586** (0.0219)
Cambio Porcentual	42.71	32.8
Observaciones	646	339
R-cuadrado	0.917	0.866
Países	38	38

Errores estándar clusterizados.

Incluye efectos fijos por país y por combinaciones mes-año.

El cambio porcentual está calculado en base a la media de esquema completo pre-tratamiento.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tabla 6: Average Treatment Effect on Treated

	Coeficiente	Error estándar	z	P>z	[95 % Intervalo de confianza]	
ATT	0.018	0.034	0.54	0.591	-0.047	0.084

Tabla 7: ATT por mes

	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95 % Conf. Interval]	
Promedio	0.036	0.0243	1.06	0.290	-0.022	0.073
Abril-21	-0.014	0.007	-1.95	0.051	-0.028	0.000
Mayo-21	0.054	0.016	3.34	0.001	0.022	0.085
Junio-21	0.048	0.024	1.98	0.048	0.000	0.095
Julio-21	0.065	0.031	2.08	0.037	0.004	0.126
Agosto-21	0.105	0.033	3.18	0.001	0.040	0.170
Septiembre-21	0.089	0.042	2.13	0.033	0.007	0.171
Octubre-21	-0.005	0.039	-0.13	0.894	-0.082	0.071
Noviembre-21	-0.073	0.044	-1.66	0.097	-0.160	0.013
Diciembre-21	-0.036	0.086	-0.42	0.672	-0.205	0.132

Referencias

- Abrevaya, J., y Mulligan, K. (2011). Effectiveness of state-level vaccination mandates: evidence from the varicella vaccine. *Journal of health economics*, 30(5), 966–976.
- Arrow, K. J., Bilir, L. K., y Sorensen, A. (2020). The impact of information technology on the diffusion of new pharmaceuticals. *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(3), 1–39.
- Böhm, R., Meier, N. W., Korn, L., y Betsch, C. (2017). Behavioural consequences of vaccination recommendations: an experimental analysis. *Health economics*, 26, 66–75.
- Callaway, B., y Sant’Anna, P. H. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200–230.
- Card, D., Dobkin, C., y Maestas, N. (2008). The impact of nearly universal insurance coverage on health care utilization: evidence from medicare. *American Economic Review*, 98(5), 2242–58.
- Caserotti, M., Gavaruzzi, T., Girardi, P., Sellaro, R., Rubaltelli, E., Tasso, A., y Lotto, L. (2022). People’s perspectives about covid-19 vaccination certificate: Findings from a representative italian sample. *Vaccine*, 40(51), 7406–7414.
- Chang, L. V. (2016). The effect of state insurance mandates on infant immunization rates. *Health economics*, 25(3), 372–386.
- Chang, L. V. (2018). Information, education, and health behaviors: Evidence from the mmr vaccine autism controversy. *Health Economics*, 27(7), 1043–1062.
- Christensen, D., Dube, O., Haushofer, J., Siddiqi, B., y Voors, M. (2021). Building resilient health systems: Experimental evidence from sierra leone and the 2014 ebola outbreak. *The Quarterly Journal of Economics*, 136(2), 1145–1198.
- Courbage, C., y Peter, R. (2021). On the effect of uncertainty on personal vaccination decisions. *Available at SSRN 3821166*.
- De, P. K., y Timilsina, L. (2020). Cash-based maternal health interventions can improve childhood vaccination—evidence from india. *Health Economics*, 29(10), 1202–1219.
- de Figueiredo, A., Larson, H. J., y Reicher, S. D. (2021). The potential impact of vaccine passports on inclination to accept covid-19 vaccinations in the united kingdom: Evidence from a large cross-sectional survey and modeling study. *EClinicalMedicine*, 40, 101109.

- DeLeire, T., Chappel, A., Finegold, K., y Gee, E. (2017). Do individuals respond to cost-sharing subsidies in their selections of marketplace health insurance plans? *Journal of health economics*, 56, 71–86.
- Gatua, J. G. (2021). Information and cooperation in preventive health behavior: The case of bed net use in rural kenya. *Health Economics*.
- Goldin, J., Lurie, I. Z., y McCubbin, J. (2021). Health insurance and mortality: Experimental evidence from taxpayer outreach. *The Quarterly Journal of Economics*, 136(1), 1–49.
- Goodman-Bacon, A. (2021). Difference-in-differences with variation in treatment timing. *Journal of Econometrics*, 225(2), 254–277.
- Lawler, E. C. (2020). Giving teens a boost? effects of adolescent meningococcal vaccine recommendations. *American Journal of Health Economics*, 6(2), 251–287.
- Mills, M. C., y Rüttenauer, T. (2022). The effect of mandatory covid-19 certificates on vaccine uptake: synthetic-control modelling of six countries. *The Lancet Public Health*, 7(1), e15–e22.
- Oliu-Barton, M., Pradelski, B. S., Woloszko, N., Guetta-Jeanrenaud, L., Aghion, P., Artus, P., ... others (2022). The effect of covid certificates on vaccine uptake, public health, and the economy. *Bruegel [Internet]*.
- Sarin, K., Faradiba, D., Sittimart, M., Isaranuwachai, W., Ananthakrishnan, A., Rachatan, C., ... others (2022). Factors associated with the opposition to covid-19 vaccination certificates: A multi-country observational study from asia. *Travel medicine and infectious disease*, 48, 102358.