

# **Planificación y Gestión Integral de la Pandemia COVID-19 en Paraguay. Una integración de herramientas analíticas epidemiológicas, económicas y sociales**

PINV20-271

**Evaluación del impacto económico de las intervenciones no  
farmacéuticas adoptadas por la Covid-19 en Paraguay**

*Cesar Blanco*  
*Instituto Desarrollo (ID)*  
*Asunción, Paraguay*

*Gustavo Rivas*  
*Instituto Desarrollo (ID)*  
*Asunción, Paraguay*

Febrero – 2021

## 1. Introducción

La llegada de la Covid-19 ha generado un impacto económico a nivel mundial. Ante la falta de un tratamiento médico eficaz contra la enfermedad, en la mayoría de los países los gobiernos decidieron implementar intervenciones no farmacéuticas con el objetivo de frenar el avance de la infección y prevenir la saturación de los sistemas nacionales de salud (Hevia y Neumeyer, 2020). Como resultado, la actividad económica fue afectada negativamente. El Fondo Monetario Internacional (FMI) proyecta una caída de la economía a nivel mundial de 4,4 % para fines de 2020. La misma organización también proyecta que la caída de la actividad económica será mayor en Latinoamérica y Caribe (8,1 %) que en países avanzados (5,8 %) (Fondo Monetario Internacional, 2020).

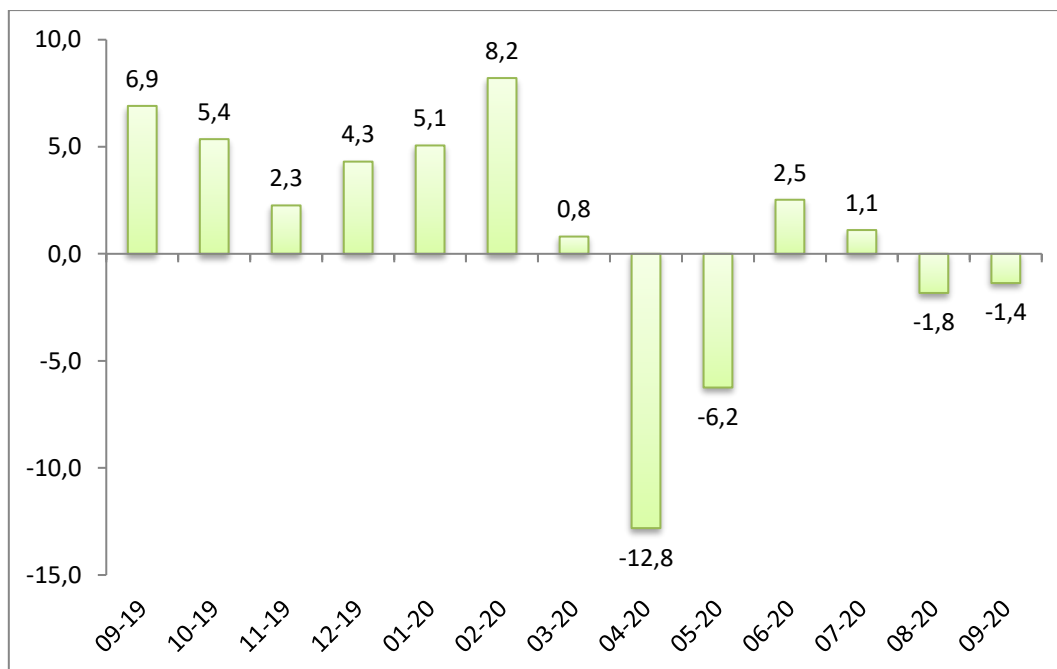
En Paraguay, el primer caso registrado de la Covid-19 se produjo el 7 de marzo de 2020. La reacción de las autoridades sanitarias paraguayas fue establecer una cuarentena casi total al tercer día del primer caso detectado. La decisión de establecer una cuarentena temprana mantuvo los índices de infección bajos por varios meses. Sin embargo, la consecuencia fue una severa contracción de la actividad económica.

Es importante aclarar que si bien la cuarentena implica una caída de la actividad económica esto no implica que la cuarentena sea una mala política. De acuerdo a Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020), las cuarentenas son herramientas válidas porque las personas no internalizan por completo el efecto negativo que sus acciones tienen en el avance del virus. Además, a pesar de su costo, una cuarentena en una etapa inicial de infección puede ser útil para acumular la infraestructura necesaria para contener la infección, especialmente en países en vías de desarrollo (Hevia y Neumeyer, 2020). La evidencia indica que aquellos países que han reaccionado rápido para contener la infección, como Japón o Corea del Sur, han evitado el resultado económico negativo observado en otras regiones como Europa o Estados Unidos (WSJ 2020).

El impacto económico en Paraguay puede apreciarse en la Figura 1, donde se observa una caída interanual del Índice de Actividad Económica del Paraguay (IMAEP) medido por el Banco Central del Paraguay (BCP) de 12,8 % en el mes de abril de 2020 (Banco Central del Paraguay, 2020). Para contextualizar, esta es la peor caída interanual registrada desde 1994, año en que se inicia el registro del índice. Además, en la Figura 1 se puede observar que la actividad económica crecía a un ritmo

expansivo en los meses de enero de 2020 (5,1 %) y febrero del mismo año (8,2 %). La llegada de la Covid-19 genera un quiebre en el ritmo de expansión.<sup>1</sup>

Figura 1: IMAEP (variación interanual, en %)



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central del Paraguay (2020)

A medida que la cuarentena fue flexibilizándose, la actividad económica mostró signos de recuperación. En la Figura 1 se puede notar que, en los meses que siguen a abril, la caída de la actividad económica fue desacelerándose. En junio y julio el indicador incluso muestra un leve crecimiento de la economía. De hecho, en comparación a otras economías de la región y del mundo, la recuperación de Paraguay es rápida.<sup>2</sup> Sin embargo, el repunte económico estuvo asociado con un avance del número de infectados en Paraguay.

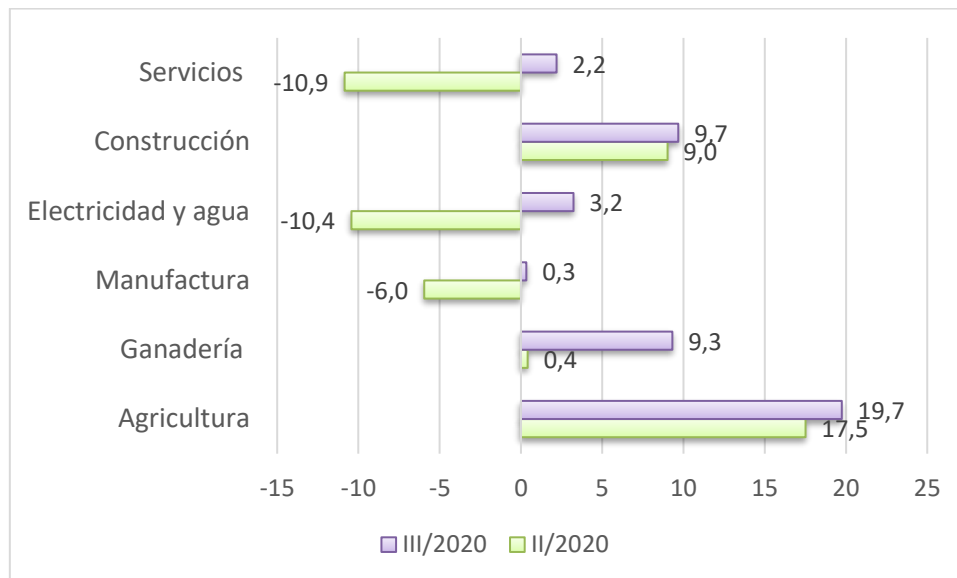
Los impactos en la economía paraguaya han sido heterogéneos. La Figura 2 muestra la manera en que fueron afectados distintos sectores que componen el Producto Interno Bruto (PIB). Los sectores con mayor contracción económica durante el segundo trimestre del 2020 fueron servicios (-11 %), electricidad y agua (-10 %) y manufacturas (-5,9 %). Por otro lado, sectores como la agricultura y la construcción no fueron afectados mostrando crecimientos de 17,5 % y 9,0 %, respectivamente. Como

<sup>1</sup> El IMAEP sin agricultura ni binacionales muestra una caída interanual en abril de 15,8 %. Cuando comparamos el nivel del IMAEP sin agricultura ni binacionales de abril con el de enero y febrero de 2020 (periodo pre Covid-19) la caída registrada es del 21 %. Esta última medida remueve el efecto base de la variación interanual.

<sup>2</sup> De acuerdo a un informe de The Economist (Paraguay weathers economic crisis best in region, 5 de octubre de 2020), el producto interno de Paraguay ha sido el que menos se contrajo durante la primera mitad de 2020 en comparación con las principales economías de Latinoamérica.

es de esperar, las medidas de contención no sanitarias tienen un mayor efecto sobre las actividades económicas relacionadas al sector servicios, dada la naturaleza del sector. A fines del año 2019 los servicios representaron un 54 % del PIB de Paraguay y además es el sector que más trabajadores emplea (Banco Central del Paraguay, 2020).

Figura 2: PIB trimestral a precios constante por sectores (variación interanual, en %)



Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central del Paraguay (2020)

Claramente, existe una relación negativa entre el desempeño de la actividad económica y las medidas no farmacéuticas implementadas por las autoridades para mitigar la infección. Sin embargo, dicha relación es desconocida y será el problema principal abordado en este trabajo. En concordancia con el problema descrito, el objetivo principal de este trabajo es cuantificar la relación negativa entre actividad económica y la contención de la Covid-19 mediante la implementación de medidas no farmacéuticas. Para dar respuesta a este objetivo, se trabaja con un modelo económico de equilibrio general que incluye un bloque epidemiológico.

Como objetivo secundario se pretende conocer el efecto de nuevas medidas de contención no sanitarias, que podrían establecerse para limitar la infección y la evolución de la actividad económica de Paraguay. Para esto se utiliza el modelo económico calibrado a datos de Paraguay y se simulan escenarios con distintos ritmos de infección. Estas simulaciones permiten visualizar la reducción de actividad económica que resultaría tras la adopción de nuevas medidas de contención.

El modelo económico adoptado está basado en el propuesto por Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020). Se opta por este modelo porque estudia la interacción entre las decisiones económicas de

consumir o trabajar y la dinámica de la infección, lo cual está relacionado con el problema abordado en este estudio.

El modelo establece que ante la expectativa de infectarse con la Covid-19, los consumidores deciden reducir el consumo y la oferta de trabajo, lo cual genera un shock de demanda y otro de oferta en la economía. En este modelo los propios consumidores son los que reducen la actividad económica ante la llegada del Covid-19, mediante la reducción de la demanda de consumo y de la oferta de trabajo a las empresas. En el modelo, las empresas contratan trabajadores y producen el producto disponible para el consumo y el gobierno tiene la capacidad de imponer una cuarentena con el objetivo de disminuir el avance de la infección mediante restricciones al consumo.

La dinámica de la infección se modela ampliando las ecuaciones de un modelo S-I-R (susceptible, infectado, recuperado) estándar para considerar decisiones de consumo y trabajo y su efecto en el ritmo de la infección.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2, se presenta una revisión de la literatura que contextualiza los aportes del presente trabajo. La metodología adoptada está descrita en la Sección 3. En la Sección 4, se presentan los principales resultados y la discusión. En la Sección 5 se resumen los hallazgos y en la Sección 6 se presentan detalles técnicos sobre el modelo calibrado.

## 2. Revisión de la literatura

Como resultado del avance de la Covid-19 en el mundo, se ha producido una destacable cantidad de literatura donde se busca estudiar el efecto de la pandemia sobre la economía. En esta sección proveemos un breve resumen de esta literatura, haciendo hincapié en los trabajos relacionados al presente documento y sobre los cuales hacemos una contribución.

Una primera rama de la literatura vincula el efecto del avance de la epidemia con variables macroeconómicas. En estos trabajos se busca caracterizar la política óptima para contener la infección y generar así la menor pérdida de utilidad para la sociedad. Un ejemplo es el trabajo de Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020), mencionado más arriba, donde los autores condicionan la política óptima a que tan preparada está la economía para hacer frente a la pandemia, y a la posible aparición de un tratamiento o una vacuna en el futuro. Los autores muestran que, si el sistema de salud no cuenta con los recursos suficientes, es necesario establecer una cuarentena de lo contrario el número de fallecidos aumenta porque no hay forma de tratar a todos los infectados en estado grave. Además, en el caso que exista una probabilidad alta de que llegue una vacuna, la política óptima es establecer una

fuerte cuarentena desde el comienzo de la pandemia y limitar las muertes hasta la llegada de la vacuna. La política óptima es muy distinta cuando no hay buena probabilidad de llegada de una vacuna, pero si de un tratamiento de los síntomas. En este caso la política óptima consiste en tener una cuarentena baja al principio, cuando el número de infectados es bajo, y luego creciente, a medida que los infectados aumentan. Esta política no busca prevenir la infección, si controlarla.

En esta misma línea, Acemoglu et al. (2020) muestran que la infección, hospitalización y fallecimiento varían de acuerdo a grupos de edad, y que una política que establezca una cuarentena diferenciando grupos de edad es más eficiente que una cuarentena general para todos los grupos. En particular la cuarentena óptima implica restringir la actividad de las personas de mayor edad. Por otra parte, Álvarez et al. (2020) estudian las características de la cuarentena óptima. De acuerdo a estos autores, en una situación donde se empieza con 1 % de la población infectada, y no hay curas para la enfermedad, pero si hay posibilidad de hacer pruebas para detectar la infección, la cuarentena optima es una que inicialmente cubre al 60 % de la población susceptible y se reduce progresivamente hasta el 20 % en los siguientes tres meses. El indicador clave para determinar la seriedad de la cuarentena es la cantidad de fallecidos en función a los infectados. Guerrieri et al. (2020) argumentan que la política óptima implica cerrar únicamente sectores económicos donde haya contacto interpersonal intensivo y proveer seguro de desempleo o transferencias a trabajadores que quedan desempleados a consecuencia de esto. Finalmente, Moll et al. (2020) introducen un modelo donde las pérdidas económicas que sufren las personas están vinculadas a la vulnerabilidad financiera anterior a la pandemia. Por lo tanto, las políticas públicas, entre ella la política fiscal, debe atender las necesidades de los más vulnerable para que se produzca la menor perdida de bienestar. La vulnerabilidad financiera está asociada a la ocupación de las personas, donde aquellas personas con trabajos que impliquen la producción de bienes sociales y servicios es la más vulnerable.

La contribución de nuestro trabajo a esta rama de la literatura, es calibrar el modelo de Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020) a la economía de Paraguay con el objeto de cuantificar el impacto de diferentes escenarios de infección sobre la actividad económica.

Una segunda rama de la literatura que resulta de interés, es la que discute los efectos a largo plazo que podría generar la pandemia. Correia, Luck y Verner (2020) hacen la siguiente pregunta: ¿Tienen las cuarentenas un efecto negativo en la economía en el largo plazo? Para responder esta pregunta analizan distintas ciudades de Estados Unidos luego de la pandemia de 1918. Los resultados indican que las ciudades que aplicaron cuarentena tuvieron un mejor desempeño económico en el mediano plazo que aquellas ciudades que no realizaron cuarentenas. Por otro lado, Buera et al. (2020), reportan que en la mayoría de los países habrá una recuperación rápida luego de la que sin duda es una de las

peores contracciones económicas de la historia a consecuencia de la Covid-19. Sin embargo, si existen riesgos a largo plazo asociados a la reubicación de recursos que se producirá dentro de cada economía. Por ejemplo, habrá empresas que cerrarán o que no se crearán debido a la combinación del shock de la Covid-19 y las restricciones financieras presentes en la economía, especialmente en países en desarrollo. Finalmente, Jorda et al. (2020) estudian los efectos a largo plazo de las mayores pandemias, usando las tasas de retornos a los activos financieros como variable de interés. Estos autores encuentran que los efectos de las pandemias se sienten durante décadas. A diferencia de las guerras, donde el capital se destruye, el efecto negativo de las pandemias se siente en una escasez del factor trabajo y una mayor tendencia al ahorro preventivo, lo que mantiene el consumo bajo y la demanda deprimida. La contribución de este trabajo en esta línea, es la de proveer resultados de la actividad económica a mediano y corto plazo en Paraguay, teniendo en cuenta escenarios alternativos de infección que serán simulados.

Una tercera rama de la literatura describe las dificultades de Latinoamérica y otros países emergentes para enfrentar la pandemia. En el reporte de Hevia y Neumeyer (2020) se analizan el impacto de las intervenciones no farmacológicas en economías en desarrollo. De acuerdo a estos autores los costos directos de las intervenciones pueden representar hasta 20 % del PIB. Los costos indirectos también serían grandes, siendo el principal la necesidad de sostener a todos los hogares que dejarán de percibir ingresos, o los verán reducidos, durante la pandemia. Al mismo tiempo, los autores mencionan que los países en desarrollo se verán afectados negativamente por una caída en el precio de las materias primas y mayor dificultad de acceso al crédito externo. Estos dos factores reducen la disponibilidad de fondos, por parte del gobierno, para hacer frente a las necesidades de empresas y hogares. Los autores resaltan la necesidad de hacer cuarentenas eficientes que generen la menor pérdida de empleo posible. Ejemplos de estas medidas son: realizar pruebas masivas para detectar contagiados y personas inmunes, realizar pruebas aleatorias para obtener información de la población, crear equipos de estadísticos y epidemiólogos para realizar pruebas y pronósticos inmediatos por zonas y grupos sociales, y buscar soluciones basadas en cooperación multilateral.

De manera similar, Levy (2020) argumenta que esta crisis será particularmente difícil para Latinoamérica. La razón es que esta crisis encuentra a la región con finanzas públicas muy empobrecidas y deuda elevada lo que hará más difícil la respuesta por parte del gobierno. Si sumamos a esto la dificultad para obtener fondos del exterior, el desafío es mayor para países de la región que para países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés). Aun así, el autor recomienda ser cautos con las finanzas públicas ya que desequilibrios presentes tendrán graves consecuencias en el futuro. Por su parte, Levy Yeyati y Valdes (2020) indican

que los efectos en Latinoamérica serán heterogéneos. Perú y Chile mantendrán su acceso a mercados financieros internacionales por lo que serán capaces de tomar medidas fiscales a gran escala. Colombia, México y Uruguay tienen un espacio fiscal más limitado ya que el acceso al financiamiento es menor. En un grupo de mayor riesgo, Argentina, Brasil y Ecuador carecen de acceso a mercados por lo que solo les resta préstamos multilaterales. Estos autores argumentan que la región podría verse en la situación de tener que implementar medidas de contención no sanitarias de manera intermitente y de distinta magnitud hasta mediados de 2021 y que la recuperación económica será lenta.

En cuanto a literatura específica para Paraguay, existen documentos técnicos donde se estima la transmisibilidad de la Covid-19, incluso desde etapas iniciales de la pandemia. Entre estos trabajos figuran Pérez-Estigarribia (2020), Shin (2020) y von Lücken (2020). En cuanto a literatura que vincula la infección con la actividad económica podemos mencionar el reporte de la Oficina de PNUD de Paraguay (PNUD Paraguay, 2020) donde se destacan las dificultades del país para hacer frente a la pandemia, principalmente por la informalidad laboral, la elevada fracción de la población en situación de vulnerabilidad, la poca infraestructura sanitaria pública y la falta de mecanismos que conecten al estado con la población vulnerable. Además, en el reporte del BCP elaborado por Biedermann et al. (2020) se realizan pronósticos de las principales variables macroeconómicas, entre ellas el crecimiento económico y la inflación, luego de distintos shocks asociados a la Covid-19. El aporte de este trabajo en este sentido es cuantificar la relación entre infección y actividad económica en Paraguay y proveer impactos en la economía nacional sobre la base de distintos escenarios de infección simulados.

### 3. Metodología

Para estudiar la relación entre el avance de la infección de la Covid-19 y la actividad económica utilizamos un modelo económico de equilibrio general con un bloque epidemiológico basado en Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020). Se calibró el modelo con los datos de Paraguay con el objetivo de obtener la sensibilidad de la actividad económica a cambios en la infección. Posteriormente, utilizamos el modelo calibrado para simular la trayectoria de la actividad económica y de la infección. Consideramos tres casos. En el primero, analizamos el efecto de una flexibilización total de las medidas de contención que aún se mantienen vigentes. En un segundo caso evaluamos un escenario donde la infección ha aumentado en un 40 % y las autoridades establecen medidas para controlar el ritmo acelerado de infección. En el tercer caso evaluamos la posibilidad de reducir el ritmo actual de la infección. El análisis de estos casos nos permite entender y cuantificar la pérdida de actividad económica que se produce al implementar medidas para controlar el avance de la infección.



Para la calibración del modelo utilizamos información sobre la actividad económica y la transmisibilidad de la infección medida por el  $R_t$ . Como mencionan Hevia y Neumeyer (2020), hay que tener en cuenta que las estimaciones de  $R_t$  están sujetas a incertidumbre, ya que no conocemos el número real de contagios, solo aquellos casos que fueron obtenidos mediante pruebas. Además, el cálculo del  $R_t$  es sensible a la elección del modelo. En este caso nos basamos en el cálculo realizado por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) del Paraguay (ver documento Estimación de número reproductivo COVID-19 en Paraguay, 5 de julio de 2020).

Teniendo en cuenta esta limitación, utilizamos esta calibración para simular la actividad económica dado un escenario de infección determinado en la siguiente sección.

## 4. Resultados

Utilizamos el modelo y los parámetros calibrados (ver Apéndice) para simular la trayectoria de la actividad económica, el número de casos activos de individuos infectados, la población susceptible y el número de fallecidos. Estas variables dan un panorama de la interrelación entre actividad económica y el avance de la covid-19. Se consideran tres casos, donde las distintas dinámicas de infección, basadas en decisiones de políticas adoptadas, afectan la actividad económica. En las Figuras 3, 4 y 5 el eje horizontal corresponde al tiempo medido en semanas epidemiológicas<sup>3</sup>.

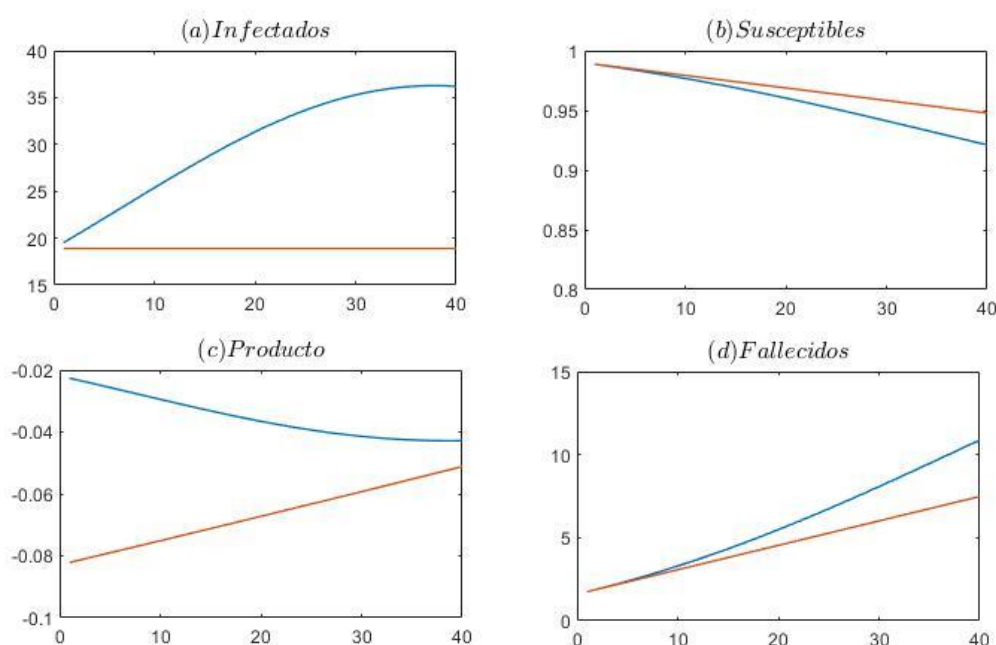
En el primer caso, resumido en la Figura 3, se considera un escenario base (línea roja) donde el ritmo de infección se mantiene constante en aproximadamente 20 mil casos activos. Esta cifra es igual al número de casos activos observado durante el mes de noviembre de 2020. Este supuesto se justifica en el interés de mantener el número de infectados dentro de cierto límite y mantener así la capacidad del sistema de salud. Este objetivo coincide con mantener un  $R_t$  cercano a 1<sup>4</sup>. Se contrasta este escenario con un contrafactual (línea azul) donde se produce una flexibilización total de las medidas de contención no farmacéuticas. Esta flexibilización puede entenderse como la liberación de aquellas las actividades que aún permanecen restringidas, pero manteniendo las medidas de distanciamiento social.

---

<sup>3</sup> El día 1 de la epidemia corresponde al 7 de marzo de 2019.

<sup>4</sup> En la simulación, reducir la transmisibilidad a 1 es consistente con una pérdida inicial de producto 8%. Esta pérdida se reduce luego de 40 semanas a 5% (panel c, línea roja).

Figura 3: Resultados de la simulación 1



**Notas:** La línea azul es el escenario de flexibilización total, la línea roja el escenario base. El panel (a) muestra los casos activos en miles de individuos. El panel (b) muestra la población susceptible donde la población total está normalizada a uno. El panel (c) muestra la caída de la actividad como como proporción del producto potencial de prepandemia. El panel (d) muestra el número de fallecidos en miles de individuos. El eje horizontal esta medido en semanas.

La comparación entre estos dos escenarios nos permite observar que, a pesar de la flexibilización total, la actividad económica permanece negativa. Es decir, no se observa un crecimiento positivo de la economía, al menos en el horizonte del ejercicio de 40 semanas a partir del 1 diciembre de 2020. La razón es que los individuos reducen voluntariamente su oferta de trabajo y su consumo con el objetivo de disminuir el riesgo de contagio, generando así shocks negativos de demanda y de oferta. Inicialmente, cuando la infección es aún baja la actividad económica decrece en 2 %, pero a medida que la infección se incrementa la actividad económica decrece en 4 %, esto se observa en la línea azul del panel (c) de la Figura 3. Por otro lado, la pérdida de la actividad económica es mucho mayor en el escenario en que los casos activos se limitan durante el periodo, esto se observa en la línea roja del panel (c) de la Figura 3. El costo de limitar el número de infectados mediante las medidas no farmacéuticas se ve reflejado en esta mayor caída del producto (la diferencia entre las líneas azul y roja en el panel c). Sin embargo, los paneles (a) y (d) muestran que mantener las medidas de contención no farmacéuticas resultan en menos infectados durante todo el periodo y en un número acumulado de fallecidos mucho menor. En el escenario con contención, el número de fallecidos es aproximadamente 45 % menor al término del periodo de 40 semanas.

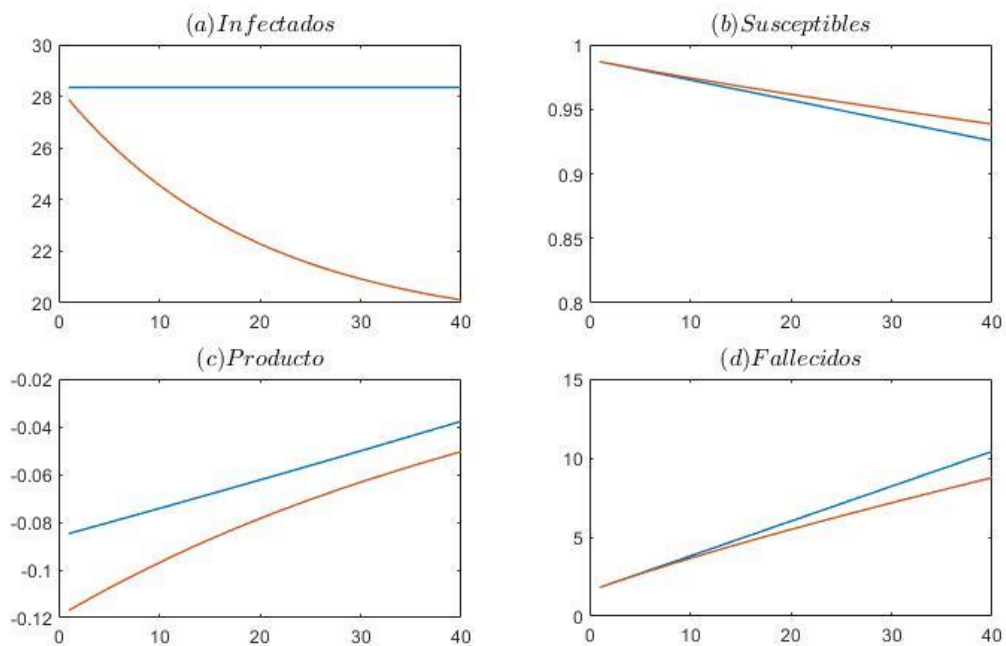
En el segundo caso, resumido en la Figura 4, se considera un escenario donde se parte de un nivel de casos activos de aproximadamente 28 mil, que se mantiene a lo largo del periodo. Esto se observa en

la línea azul del panel (a) de la misma figura. En este escenario, el ritmo de infección se ha acelerado tanto que el punto de partida es un número de casos activos 40 % superior a lo que teníamos en promedio durante noviembre de 2020. Contrastamos esta situación, con un escenario alternativo donde las autoridades deciden reforzar las medidas de intervención no farmacéuticas para retornar a niveles previos de infección. Como resultado del aumento de las restricciones, la infección se reduce lentamente a lo largo del periodo hasta alcanzar nuevamente un nivel de casos activos de aproximadamente 20 mil, esto se observa en la línea roja del panel (a) de la Figura 4.

La comparación entre estos dos escenarios muestra que el costo, en términos de actividad económica, de contener la aceleración de la infección se eleva a casi 12 % del producto inicialmente y la pérdida persiste en el tiempo (panel (c) de la Figura 4). En ningún momento, la actividad económica recupera su nivel anterior. Además, incluso si se logra contener la infección, el número de fallecimientos es mayor al caso anterior donde se mantenía el número de casos activos en aproximadamente 20 mil durante todo el periodo (panel (d) de la Figura 4). Este resultado nos revela que, cuando la infección se acelera y las autoridades buscan controlarla, la pérdida no es solamente económica, sino que también de vidas.

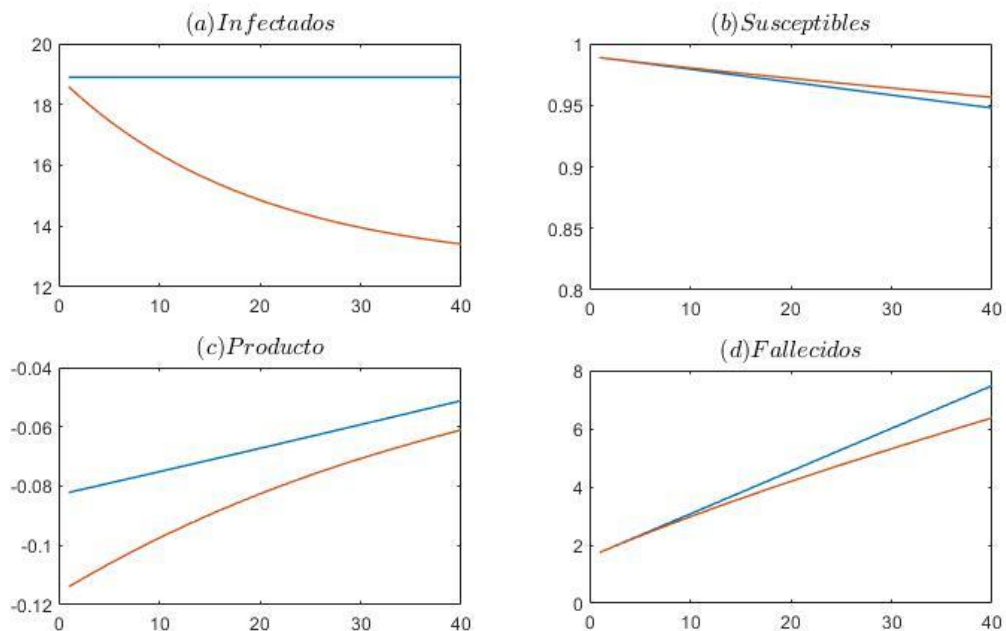
En el último caso, resumido en la Figura 5, se compara un escenario donde se mantiene el número de caso activos en aproximadamente 20 mil (línea azul), con un escenario alternativo donde las autoridades refuerzan las medidas de intervención no farmacéuticas para reducir el número de casos activos en un 30% a lo largo del periodo (línea roja). El resultado principal de este ejercicio es que la pérdida de actividad económica es muy similar al segundo caso (inicialmente se pierde cerca del 12 % del producto, y la pérdida es persistente en el tiempo), esto se ve en el panel (c) de la Figura 5. Sin embargo, la diferencia es considerable en términos de fallecimientos, esto se observa en el panel (d) de la Figura 5. En este caso, el número acumulado de fallecidos es mucho menor al final del periodo que en el caso anterior donde la infección se aceleraba desde un comienzo.

Figura 4: Resultados de la simulación 2



**Notas:** La línea azul es el escenario donde la infección se acelera, la línea roja el escenario de contención. El panel (a) muestra los casos activos en miles de individuos. El panel (b) muestra la población susceptible donde la población total está normalizada a uno. El panel (c) muestra la caída de la actividad como como proporción del producto potencial de prepandemia. El panel (d) muestra el número de fallecidos en miles de individuos. El eje horizontal esta medido en semanas.

Figura 5: Resultados de la simulación 3



**Notas:** La línea azul es el escenario base donde la infección se mantiene en 20 mil casos aproximadamente, la línea roja el escenario de contención. El panel (a) muestra los casos activos en miles de individuos. El panel (b) muestra la población susceptible donde la población total está normalizada a uno. El panel (c) muestra la caída de la actividad como como proporción del producto potencial de prepandemia. El panel (d) muestra el número de fallecidos en miles de individuos. El eje horizontal esta medido en semanas.

De estos ejercicios podemos concluir que los trade-offs dependen del escenario en consideración. La Tabla 1 resume estos resultados. En esta tabla comparamos, para cada caso, ambos escenarios. Por ejemplo, en el Caso 1 comparamos el número de fallecidos en el escenario de flexibilización total con el número de fallecidos en el escenario de contención. Esto da una idea de la cifra de fallecidos, en exceso, debido a la política de flexibilización total. De la misma manera, comparamos el producto y los infectados.

**Tabla 1**

	$\Delta$ Producto	$\Delta$ Infectados	$\Delta$ Fallecidos
<b>Caso 1</b>	-3,14%	-183.600	-3.400
<b>Caso 2</b>	-1,82%	-89.500	-1.700
<b>Caso 3</b>	-1,71%	-59.700	-1.100

La Tabla 1 indica que en el Caso 1 el costo económico de mantener las medidas no farmacéuticas genera una caída de la actividad económica de 3,14 % en comparación al escenario de flexibilización total. Sin embargo, de acuerdo con las simulaciones del modelo, esta política (es decir, mantener las medidas de contención) evita 183 mil nuevos casos y genera 3400 fallecidos menos, a lo largo de 40 semanas. En el Caso 2, establecer medidas no farmacéuticas para reducir el número de casos activos de 28 mil a 20 mil aproximadamente, genera un perdida producto de 1,82%. Sin embargo, la medida implica aproximadamente 89 mil menos infectados y 1700 menos muertos, a lo largo de las 40 semanas. Finalmente, en el Caso 3 donde asumimos que se establecen medidas para reducir el número de casos activos en 30 %, la pérdida económica es del 1,71 %, el número de casos infectados se reduce en 59 mil y los fallecidos se reducen en 1100 individuos. De esta manera se muestran las estimaciones del trade-off entre actividad económica y el número de infectados en los tres casos simulados.

Finalmente, cabe mencionar que teniendo en cuenta que el sector servicios representa alrededor 54 % de la actividad económica (Banco Central de Paraguay, 2020), y que la mayor parte de las medidas no farmacéuticas se aplican a este sector, la mayor parte de la caída económica que se observa en las Figuras 3, 4 y 5 se concentra en el sector servicios, no así en otros sectores como la agricultura, la manufactura o la construcción.

## 5. Conclusiones

- Este trabajo ha cuantificado la relación entre actividad económica y avance de la Covid-19 en Paraguay y simular distintos efectos que ciertas medidas de contención podrían tener sobre la infección y la evolución de la actividad económica de Paraguay, en base lo propuesto en Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020).
- Los resultados indican que efectivamente existe un trade-off entre contener el avance de la infección y la actividad económica.
- Las simulaciones indican que una flexibilización total de la economía implicaría 3,14 % más de actividad económica en comparación al escenario con contención a lo largo de 40 semanas a partir del 1 de diciembre de 2020. Sin embargo, este resultado tendría como consecuencia un avance muy rápido de la infección hasta más de 35 mil casos activos generando un exceso de 183600 infectados y 3400 fallecidos. Las cifras de fallecidos podrían estar subestimadas, ya que el modelo no contempla que 35 mil casos activos podrían implicar una saturación del sistema sanitario y una mayor mortalidad.
- En otro escenario simulado el costo de bajar la infección de 28 mil casos activos a 20 mil casos activos mediante una medida de contención no farmacéutica como la implementada al inicio de la pandemia podría implicar una pérdida adicional de producto de 1,82 % y 1700 fallecidos adicionales. Esto refleja el alto costo, tanto en términos económicos como de vidas, de permitir una aceleración fuera de control de la infección.

Es importante aclarar que una limitación del estudio es la incertidumbre sobre la calibración de los parámetros y sobre los supuestos del modelo. Por lo tanto, los resultados del trabajo no deben interpretarse como proyecciones exactas sino como información de tipo cualitativo.

Finalmente, cabe mencionar que de acuerdo con Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020) la política óptima ante la expectativa de una vacuna es establecer una cuarentena fuerte desde el comienzo de la infección. Al momento en que este documento se elaboró, hay noticias positivas sobre la posible llegada de una vacuna a comienzos del 2021. Por lo tanto, la cuarentena establecida en Paraguay a inicios de la pandemia puede ser considerada como acertada, aun a pesar de los elevados costos económicos que impuso.

## Apéndice

Las ecuaciones del modelo económico nos permiten vincular directamente la actividad económica con el avance de la infección. Para calibrar los parámetros relevantes que determinan esta relación utilizamos datos relacionadas a la evolución de dos variables. Una variable es el IMAEP que refleja el desempeño de la actividad económica y la otra es el número reproductor  $R_t$ . El  $R_t$  es el número de casos secundarios generado por un individuo infectado y es un indicador utilizado para medir la transmisibilidad de la enfermedad (Eichenbaum, Rebelo y Trabandt, 2020). A continuación, se describen las ecuaciones más importantes que caracterizan al modelo.<sup>5</sup>

### Bloque epidemiológico:

El número de nuevos infectados se determina mediante la siguiente ecuación:

$$T_t = \pi_1(S_t C_t^S)(I_t C_t^I) + \pi_2(S_t N_t^S)(I_t N_t^I) + \pi_3 S_t I_t,$$

donde  $T_t$  es el número total de nuevos infectados en el periodo  $t$ ,  $S_t$  es la población susceptible en el periodo  $t$ ,  $I_t$  es la población infectada en el periodo  $t$ . Las variables  $C_t^S$ ,  $C_t^I$ ,  $N_t^S$ , y  $N_t^I$  representan el consumo y las horas trabajadas de los individuos susceptibles e infectados, respectivamente. En este modelo, la unidad de tiempo  $t$  representa una semana. Los parámetros  $\pi_1$  y  $\pi_2$  indican la probabilidad de que se produzca contagio cuando individuos susceptibles e infectados interactúan mediante el consumo ( $\pi_1$ ) o el trabajo ( $\pi_2$ ). Es decir, tanto el consumo como el trabajo están asociados a mayor infección porque los individuos tienen que interactuar para desarrollar estas actividades. Si  $\pi_1 = \pi_2 = 0$  entonces la dinámica de la infección es igual que en el modelo S-I-R estándar, donde el contagio será mayor dependiendo del parámetro  $\pi_3$ .

El número de individuos susceptibles se determina de la siguiente forma:

$$S_{t+1} = S_t - T_t.$$

El número de individuos infectados, recuperados, fallecidos y la dinámica de la población se determinan por medio de las siguientes ecuaciones:

$$I_{t+1} = I_t + T_t - (\pi_r + \pi_d)I_t,$$

$$R_{t+1} = R_t + \pi_r I_t,$$

$$D_{t+1} = D_t + \pi_d I_t,$$

---

<sup>5</sup> Ver Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020) para más detalles.

$$Pop_{t+1} = Pop_t - \pi_d I_t,$$

donde los parámetros  $\pi_r$  y  $\pi_d$  representan la probabilidad de un infectado de recuperarse y de fallecer.  $R_t$ ,  $D_t$  y  $Pop_t$  representan la población recuperada, fallecida y la población total. Asumimos que en el periodo inicial hay una población inicialmente infectada tal que  $I_0 = \nu$ , donde  $\nu$  es una fracción pequeña de la población. Normalizamos la población inicial a 1, es decir  $Pop_0 = 1$ .

### Bloque económico:

En el modelo hay tres tipos de individuos: susceptibles, infectados y recuperados. Estos individuos deciden cuanto consumir y cuanto trabajar. Los individuos tienen en cuenta que al consumir y trabajar pueden infectarse y esto reduce la utilidad del individuo a lo largo de su vida. Por lo tanto, en este modelo se asume que la decisión de consumir y trabajar se ve afectada por la probabilidad de contagio.

Los individuos susceptibles deciden cuanto consumir y trabajar, maximizando la siguiente función de utilidad:

$$U_t^s = u(c_t^s, n_t^s) + \beta[(1 - \tau_t)U_{t+1}^s + \tau_t U_{t+1}^i]$$

En esta función de utilidad se tiene en cuenta que un individuo susceptible puede infectarse con probabilidad  $\tau_t$  en el periodo siguiente, es en base a esta probabilidad que un individuo puede decidir consumir menos (reducir  $c_t^s$ ) o trabajar menos (reducir  $n_t^s$ ). Si consume menos, se produce un shock de demanda en la economía, si trabaja menos se produce un shock de oferta donde las empresas no cuenta con suficiente oferta de trabajo para producir. La probabilidad de que un individuo susceptible se infecte está dada por

$$\tau_t = \pi_1 c_t^s (I_t C_t^i) + \pi_2 n_t^s (I_t N_t^i) + \pi_3 I_t$$

Es importante destacar, que mientras más individuos infectados haya y mientras mayor sea el consumo y el trabajo de estos, mayor será la probabilidad  $\tau_t$ .

Los individuos infectados deciden cuanto consumir y cuanto trabajar maximizando la siguiente función de utilidad:

$$U_t^i = u(c_t^i, n_t^i) + \beta[(1 - \pi_r - \pi_d)U_{t+1}^i + \pi_r U_{t+1}^r]$$

Los individuos recuperados maximizan la siguiente función de utilidad:

$$U_t^r = u(c_t^r, n_t^r) + \beta U_{t+1}^r$$



La utilidad instantánea, de todos los individuos, está dada por  $u(c_t, n_t) = \ln c_t - \frac{\theta}{2} n_t^2$ . En todos los casos los individuos maximizan la utilidad con respecto a una restricción presupuestaria dada por  $(1 + \mu_t)c_t^j = w_t n_t^j$ , donde  $c_t^j$  y  $n_t^j$  indican el consumo y el trabajo del individuo  $j=s,i,r$  y  $w_t$  es el salario.<sup>6</sup>

Finalmente  $\mu_t$ , es un impuesto al consumo que establece el gobierno. Este impuesto es la forma de introducir las medidas no farmacéuticas establecidas por el gobierno en el modelo la cuarentena en el modelo. Mientras mayor sea  $\mu_t$  más restringido estará el consumo y por la tanto el gobierno podrá mitigar la infección.

En esta economía, las empresas deciden cuanto trabajo contratar maximizando la función de beneficios dada por  $\Pi_t = AN_t - w_t N_t$ , done A indica la productividad laboral agregada.

En el equilibrio, el consumo de todos los individuos es igual a la producción de las empresas, es decir  $S_t C_t^s + I_t C_t^i + R_t C_t^r = AN_t$ . Además, el empleo demandado por las empresas es igual al total del empleo ofertado, es decir  $S_t N_t^s + I_t N_t^i + R_t N_t^r = N_t$ .

La solución a este modelo, que está caracterizada por la maximización de la utilidad y de los beneficios de las empresas sujeta a las restricciones y a las condiciones de *market clearing*, nos da un sistema de ecuaciones que describe la dinámica del consumo y trabajo de cada tipo de individuo y además la dinámica de la infección.<sup>7</sup>

### Calibración:

Nos interesa calibrar los parámetros  $\pi_1$ ,  $\pi_2$  y  $\pi_3$  del modelo. Estos determinan la relación entre infección y actividad económica. Para esto utilizamos información disponible de actividad económica mensual (IMAEP) y de transmisibilidad de la infección.<sup>8</sup>

El  $R_t$ , o número de infecciones secundarias de un individuo infectado, se define de la siguiente forma:

$$R_t \equiv \frac{T_t}{I_t} + (1 - \pi_r - \pi_d) \frac{T_{t+1}}{I_{t+1}} + (1 - \pi_r - \pi_d)^2 \frac{T_{t+2}}{I_{t+2}} + \dots$$

<sup>6</sup> Las variables en minúsculas representan un individuo, y las variables en mayúsculas representan agregados. Ejemplo:  $c_t^i$  es el consume de un solo individuo infectado,  $C_t^i$  es el consumo de toda la población infectada.

<sup>7</sup> El modelo se resuelve con Dynare en Matlab, disponible en: [www.dynare.org](http://www.dynare.org)

<sup>8</sup> Los demás parámetros del modelo son estándar en la literatura, por lo que seguimos a Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020).

Utilizando las ecuaciones del modelo, podemos vincular la transmisibilidad a la actividad económica de manera directa mediante la siguiente ecuación:

$$R_t = \omega_1 + \omega_2 Y_t^2, \quad (1)$$

donde  $Y_t$  representa la actividad económica (medida por el IMAEP),  $\omega_2 = \frac{\pi_1 + \pi_2}{\pi_r + \pi_d}$  y  $\omega_1 = \frac{\pi_3}{\pi_r + \pi_d}$ .

Al igual que Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020), consideramos que un tercio de los contagios ocurren en actividades relacionadas al consumo o al trabajado.<sup>9</sup> Por lo tanto, se cumple la siguiente condición:

$$\frac{1}{3} = \frac{\pi_1 C_t^2 + \pi_2 N_t^2}{\pi_1 C_t^2 + \pi_2 N_t^2 + \pi_3},$$

donde el lado derecho de la ecuación indica la probabilidad de que un individuo se contagie en actividades relacionadas a consumo y trabajo. Utilizando la condición de *market clearing*  $Y_t = C_t$  y normalizando el parámetro  $A$  de la función de producción tal que  $Y_t = N_t$ , tenemos la siguiente relación:

$$\frac{1}{3} = \frac{\pi_{12} Y_t^2}{\pi_{12} Y_t^2 + \pi_3}. \quad (2)$$

Donde  $\pi_{12} = \pi_1 + \pi_2$ . Consideramos que  $\pi_1 = \pi_2 = \pi_{12}/2$ , es decir asignamos el mismo peso a la probabilidad de contagiarse en actividades relacionadas al consumo o al trabajo. Además, consideramos una probabilidad de fallecimiento ( $\pi_d$ ) de 0,008 semanal<sup>10</sup> y una probabilidad de recuperación ( $\pi_r$ ) de 0,381 semanal<sup>11</sup>. Combinado estos valores con las ecuaciones (1) y (2), tenemos un sistema de dos ecuaciones y dos incógnitas ( $\pi_{12}$  y  $\pi_3$ ) que dependerá únicamente de la actividad económica y de la transmisibilidad.

Por lo tanto, todo lo que necesitamos para conocer la sensibilidad de la actividad económica a cambios en la infección son las observaciones del IMAEP y del  $R_t$ . Utilizamos los datos del IMAEP (Banco Central

<sup>9</sup> Eichenbaum, Rebelo y Trabandt (2020) consideran que un 37% de los contagios se producen en colegios y en el trabajo en base a estudios previos sobre el contagio de la influenza de Ferguson et al. (2006).

<sup>10</sup> Consideramos una tasa de mortalidad del 2%, que resulta de dividir en número total de fallecidos por el total de infectados registrados en noviembre de 2020. Si bien el subregistro genera una sobreestimación de la tasa de mortalidad, este valor es consistente con el modelo que considera el número de casos activos de infectados registrado. Para la calibración consideramos una tasa de fallecimiento semanal: al igual que Eichenbaum et al. (2020), consideramos un periodo de recuperación (o fallecimiento) de 18 días por lo que  $\pi_d = 7 * \frac{.02}{18} = 0.008$ .

<sup>11</sup> Al igual que en Eichenbaum et al. (2020), consideramos que en promedio un individuo se recupera o fallece luego de 18 días de contraer la infección. Por lo tanto, el valor de  $\pi_r$ , en términos semanales, se obtiene de la siguiente ecuación:  $\pi_r + \pi_d = \frac{7}{18}$ .

del Paraguay, 2020) y del  $R_t$ , calculada por el MSPBS, para el mes de setiembre de 2020 que corresponde al último mes con disponibilidad de datos de actividad económica.<sup>12</sup> En el mes de setiembre la actividad económica se encuentra en  $-3\%$  en relación al producto potencial del periodo prepandemia, mientras que las estimaciones de la transmisibilidad indican un  $R_t$  promedio de 1.07 durante el mes de setiembre.

Mediante este procedimiento obtenemos que  $\pi_1 = \pi_2 = 0.0001841$  y  $\pi_3 = 0.144392$ . Por lo tanto, de esta forma podemos cuantificar, de manera aproximada, la relación entre infección y actividad económica. Es necesario mencionar, que la elección del mes no afecta a la calibración, resultados similares son obtenidos si consideramos los datos de transmisibilidad y actividad económica de meses anteriores. Utilizamos información del último mes disponible, en lugar de comienzo de pandemia, ya que las estimaciones de la transmisibilidad son de mejor calidad en periodos más recientes que al inicio de la pandemia.

Teniendo en cuenta que  $\omega_1 > 0$  y  $\omega_2 > 0$ , la ecuación (1) implica que hay una relación positiva entre  $R_t$  y actividad económica. Es decir, para bajar el  $R_t$  es necesario contraer la actividad económica. Esto se logra mediante medidas como la cuarentena.

---

<sup>12</sup> Los datos de transmisibilidad se encuentran disponibles en [http://vigisalud.gov.py/webdgv/files/img/covid19/Reporte\\_semana\\_49.html](http://vigisalud.gov.py/webdgv/files/img/covid19/Reporte_semana_49.html)

## Referencias

1. Acemoglu, D., Chernozhukov, V., Werning, I., Whinston, M. Mayo 2020. Optimal Targeted Lockdowns in a Multi-Group SIR Model. NBER working paper 27102.
2. Alvarez, F., Argente, D., Lippi, F. Abril 2020. A Simple Planning Problem for COVID-19 Lockdown. NBER working paper 26981.
3. Banco Central del Paraguay. 2020. Anexo Estadístico del Informe Económico. Asunción. Recuperado el 16 de diciembre de 2020, de <https://www.bcp.gov.py/anexo-estadistico-del-informe-economico-i365>
4. Biedermann, G., Blanco, C., Diz, S., Legal, D., Molinas, L., Ortiz, G. Junio 2020. El COVID-19 y su impacto económico en Paraguay. Banco Central de Paraguay.
5. Buera, F., Fattal-Jaef, R., Hopenhayn, H., Neumeyer, P., Shin, Y. Junio de 2020. The Economic Ripple Effects of COVID-19
6. Correia, S., Luck, S., Verner, E. Pandemics Depress the Economy, Public Health Interventions Do Not: Evidence from the 1918 Flu. Junio 2020. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3561560>
7. Dirección General de Vigilancia Sanitaria, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Estimación de número reproductivo COVID-19 en Paraguay. 5 de julio de 2020.
8. Eichenbaum, M., Rebelo, S., Trabandt, M. The macroeconomics of epidemics. 10 de Abril de 2020. NBER working paper 26882.
9. Ferguson, N., Cummings, D., Fraser, C. et al. 2006. Strategies for Mitigating an Influenza Pandemic. Nature 442, 448-452.
10. Fondo Monetario Internacional. Octubre 2020. World Economic Outlook: a Long and Difficult Ascent.
11. Guerrieri, V., Lorenzoni, G., Straub, L., Werning, I. Abril 2020. Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages?
12. Hevia, C., y Neumeyer, A. 20 de Marzo de 2020. Un marco conceptual para analizar el impacto económico del COVID-19 y sus repercusiones en las políticas. PNUD LAC C19 PDS No 1.
13. Jorda, O., Singh, S., Taylor, A. Junio 2020. Longer-Run Economic Consequences of Pandemics. FEDERAL RESERVE BANK OF SAN FRANCISCO WORKING PAPER SERIES.
14. Kaplan, G., Moll, B., Violante, G. September 2020. The Great Lockdown and the Big Stimulus: Tracing the Pandemic Possibility Frontier for the U.S.
15. Levy Yeyati, E., Valdes, R. 2020. Covid-19 in Latin America: how is different than in Advanced Economies? CEPR Press.
16. Levy, S. Marzo 2020. Sugerencias para la Emergencia. PNUD LAC C19 PDS No. 2.

17. PNUD Paraguay. Agosto 2020. Impulsando la recuperación socioeconómica en Paraguay – Estrategias de reactivación frente al COVID-19. PNUD LAC C19 PDS No. 17.
18. Pérez-Estigarribia, P. Marzo 2020. Dinámica temprana de COVID-19 en Paraguay. Reporte técnico, semana 1. DOI: 10.13140/RG.2.2.30706.86727
19. Shin, H. 19 de marzo del 2020. Efecto de la cuarentena en la dispersión del COVID-19 en Paraguay mediante la simulación del modelo SEIR.
20. The economist. Paraguay weathers economic crisis best in region. 5 de Octubre de 2020.
21. von Lücken, C. Abril 2020. Cálculo del valor reproductivo efectivo R para Paraguay al 11 de abril de 2020.
22. Wall Street Journal. Research ties curbing the Covid-19 pandemic to saving the economy. 10 de noviembre de 2020.