

Ackermann, María Noel; Barboza, Natalia; Cicowiez, Martín; Cortelezzi, Ángela; Durán, Verónica

Working Paper

Evaluación ex-ante de un programa de sanidad animal: Un análisis de equilibrio general computable de la erradicación de la mosca de la bichera en Uruguay

Documento de Trabajo, No. 289

Provided in Cooperation with:

Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS), Universidad Nacional de La Plata

Suggested Citation: Ackermann, María Noel; Barboza, Natalia; Cicowiez, Martín; Cortelezzi, Ángela; Durán, Verónica (2021) : Evaluación ex-ante de un programa de sanidad animal: Un análisis de equilibrio general computable de la erradicación de la mosca de la bichera en Uruguay, Documento de Trabajo, No. 289, Universidad Nacional de La Plata, Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS), La Plata

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/274101>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

**DOCUMENTOS
DE TRABAJO**

Evaluación ex-ante de un programa de sanidad animal: un análisis de equilibrio general computable de la erradicación de la mosca de la bichera en Uruguay

María Noel Ackermann, Natalia Barboza,
Martín Cicowiez, Ángela Cortelezzi y
Verónica Durán

Documento de Trabajo Nro. 289

Noviembre, 2021

ISSN 1853-0168

www.cedlas.econo.unlp.edu.ar

Cita sugerida: Ackermann, M.N., N. Barboza, M. Cicowiez, A. Cortelezzi y V. Durán (2021). Evaluación ex-ante de un programa de sanidad animal: un análisis de equilibrio general computable de la erradicación de la mosca de la bichera en Uruguay. Documentos de Trabajo del CEDLAS N° 289, Noviembre, 2021, CEDLAS-Universidad Nacional de La Plata.

Evaluación ex-ante de un programa de sanidad animal: un análisis de equilibrio general computable de la erradicación de la mosca de la bichera en Uruguay

María Noel Ackermann*, Natalia Barboza*, Martín Cicowiez**, Ángela Cortelezzi*, Verónica Durán*

Resumen

La “bichera” es una enfermedad parasitaria que produce pérdidas cuantiosas en la ganadería uruguaya -principalmente por las horas de trabajo dedicadas a su prevención y tratamiento y por la muerte de ovinos. En este trabajo, se utiliza un modelo de equilibrio general computable dinámico para estimar los efectos que tendría una política pública para su erradicación sobre indicadores tanto macroeconómicos como sectoriales y de corto y largo plazo. Los resultados muestran impactos positivos sobre el nivel de la actividad económica, incluyendo indicadores del mercado laboral como salarios y empleo. Por otro lado, la apreciación del tipo de cambio real que genera el incremento de las exportaciones vinculadas a la ganadería impacta negativamente sobre otros sectores transables de la economía uruguaya. El análisis considera, además, tres fuentes alternativas de financiamiento del gasto público adicional.

Palabras Clave: *Cochliomyia hominivorax*, erradicación del Gusano Barrenador del Ganado, evaluación ex-ante, modelo de equilibrio general computable.

Códigos JEL: C68, Q16, H59

* Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias (OPYPA) – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo. Uruguay.

** CEDLAS-Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina.

**Ex-ante evaluation of an animal health program: a computable general equilibrium
analysis of the screwworm eradication in Uruguay**

María Noel Ackermann*, Natalia Barboza*, Martín Cicowiez**, Ángela Cortelezzi*, Verónica
Durán*

Abstract

The New World Screwworm (NWS) fly causes a parasitic disease that produces large losses in Uruguayan livestock farming – mainly due to the working hours devoted to its prevention and treatment and the death of sheep. In this paper, we apply a dynamic computable general equilibrium model to estimate the macroeconomic and sectoral effects of eradicating the NWS. The results show positive impacts on overall output and labor market indicators such as wages and employment. On the other hand, the appreciation of the real exchange rate generated by the increase in livestock exports has a negative impact on other tradable sectors of the Uruguayan economy. Besides, we consider three alternative financing sources for the additional government spending.

Keywords: *Cochliomyia hominivorax*, New World Screwworm eradication, ex-ante evaluation, computable general equilibrium model.

JEL codes: C68, Q16, H59

* Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias (OPYPA) – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Montevideo. Uruguay.

** CEDLAS-Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina.

1. Introducción

La ganadería es un sector clave en la economía uruguaya: las exportaciones de carne, lácteos y ganado en pie representaron algo más de 30% de las exportaciones de bienes en 2020; la actividad ganadera cubre más de 70% de la superficie agrícola del país; la fase primaria representa 4% del PIB de la economía (a lo que se deben agregar encadenamientos hacia adelante y atrás); y genera 50% del empleo agropecuario y casi 4% del empleo total del país (Cortelezzi, 2020 y Ackermann y Cortelezzi, 2020).

En Uruguay, como en otros países, la ganadería enfrenta una enfermedad parasitaria conocida como “bichera”, que afecta a los animales de sangre caliente, incluido el ganado y los seres humanos. Es una miasis cutánea causada por las larvas de la mosca *Cochliomyia hominivorax* (el Gusano Barrenador del Ganado [GBG]), que infectan e invaden las heridas de animales vivos. La enfermedad produce pérdidas millonarias en la ganadería de Uruguay y se configura en un importante problema sanitario (Muzio et.al., 2009).

Diversos estudios han cuantificado las pérdidas directas que ocasiona la enfermedad en la ganadería uruguaya, así como los potenciales beneficios para los productores ganaderos que tendría su erradicación (Gil *et al.*, 2007; Muzio *et al.*, 2009). Sin embargo, ninguna de las estimaciones existentes analiza los impactos potenciales de su erradicación para la economía en su conjunto. La mayor pérdida económica directa producida por la enfermedad son las horas de los trabajadores rurales dedicadas a su control (desviadas de otras actividades), además de la muerte de ovinos, la disminución de la producción ganadera de los animales afectados y el aumento de gastos en medicamentos e insumos veterinarios. También genera otras pérdidas indirectas, derivadas de la adopción de prácticas de manejo del rodeo ineficientes con el objetivo de reducir los contagios, así como una afectación del bienestar animal.

En 2000, según una encuesta de la Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), 52% de los productores consideraba a la “bichera” como uno de los principales problemas sanitarios de Uruguay. Más recientemente, en 2019, un sondeo voluntario realizado a través del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG)¹ indicó que 84% de los productores consideraba que la bichera es un problema muy importante, mientras que 14% lo consideraba importante en ciertos años.

¹ Se trata de una encuesta autoadministrada y voluntaria dirigida a los tenedores de ganado, que fue contestada por cerca de 800 productores.

Hasta el momento, los tratamientos utilizados en Uruguay para combatir la miasis por GBG se han basado en la aplicación de insecticidas de acción preventiva o curativa por parte de los productores afectados. A nivel internacional, varios países han logrado erradicar la mosca con programas gubernamentales, utilizando la técnica del insecto estéril (TIE).² Sin embargo, en América del Sur y, particularmente en Uruguay, la bichera es todavía una enfermedad endémica. Para la erradicación de la mosca se requiere una coordinación de las acciones de varios actores, ya que los esfuerzos individuales de un productor generan externalidades sobre los productores vecinos, lo que podría motivar el comportamiento conocido como free-riding; esto justifica que sea el gobierno el que implemente el programa. El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay (MGAP) está considerando un programa de erradicación basado en la TIE, que requiere la importación y dispersión de moscas estériles provenientes de Panamá.

El objetivo de este trabajo es evaluar los impactos macroeconómicos y sectoriales de la implementación de dicho programa, a través de un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) calibrado para Uruguay. Más precisamente, se apunta a responder los siguientes interrogantes: ¿cómo impactaría la implementación de un programa del gobierno para el control y erradicación de la “bichera” en el PIB agropecuario y en el total? ¿Qué otros efectos económicos pueden esperarse (por ejemplo, sobre exportaciones, importaciones, tipo de cambio real, empleo, salarios, entre otros indicadores)? ¿podría verse perjudicado algún sector de actividad o de la población? ¿Qué implicancias tendría la forma de financiamiento del programa? En la literatura, algunos trabajos han empleado MEGC para evaluar el impacto de enfermedades como la fiebre aftosa (ver Sección 2). En cambio, en este trabajo se utiliza un MEGC para hacer una evaluación de los costos y los beneficios que tendría un programa de sanidad animal concreto. En particular, se presta especial atención a la forma en que se modela cada uno de los componentes del programa uruguayo para la erradicación de la bichera.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. En la Sección 2 se realiza una revisión de la literatura que cubre los antecedentes de programas de erradicación de la mosca del GBG así como la aplicación de MEGC para evaluar los efectos de shocks vinculados con la sanidad

² La TIE consiste en la cría y esterilización masiva de moscas y su posterior liberación al ambiente. Las características biológicas de la *Cochliomyia hominivorax* (hembras monógamas y machos polígamos), la hacen especialmente favorable a esta técnica. Los machos estériles liberados copulan con las moscas hembra fértiles de la población silvestre, produciendo así huevos infértiles; de este modo, se corta el ciclo reproductivo y se van reduciendo las poblaciones silvestres de la mosca hasta su erradicación (Vargas-Terán et al., 2005; Scott et al., 2017).

animal. En la Sección 3 se expone el método de análisis. En la Sección 4 se describe el escenario base o “sin programa” con que se comparan los resultados que arrojan los escenarios “con programa”, y se detallan los resultados obtenidos. El artículo se cierra con algunas reflexiones finales y posibles líneas futuras de análisis.

2. Antecedentes

2.1. Antecedentes de erradicación de mosca de la bichera, programas sanitarios e impactos de la erradicación

Varios organismos nacionales e internacionales han realizado valoraciones económicas de las pérdidas causadas por el GBG en diferentes países, al tiempo que los resultados favorables de diversos Análisis Costo-Beneficio (ACB) alentaron la implementación de programas de erradicación (Texas Agriculture Extension Service, 1985; FAO 1992; Anaman et al., 1994; Wyss, J.H. 2000; Vargas-Terán et al., 2005; USDA-APHIS, 2016).

Uno de los primeros programas sanitarios con este objetivo y aplicando la TIE fue implementado en 1954 en la isla de Curazao y luego en las Islas Vírgenes de Estados Unidos y Puerto Rico (entre 1971 y 1975). Posteriormente, se desarrollaron programas similares, que lograron erradicar la enfermedad en Estados Unidos (1981), México (1991), Guatemala (1994), Belice (1994), El Salvador (1995), Honduras (1996), Nicaragua (1997), Costa Rica (2000) y Panamá (2006) (Novy, 1991; Vargas-Terán, 1991; Lindquist *et al.*, 1991; FAO, 1992; Quizón Moreno, 2003; Gil *et al.*, 2007). Esto permitió la erradicación del GBG desde América del Norte hasta la frontera entre Panamá y Colombia e implicó un logro sin precedentes en el manejo de plagas de insectos (Scott *et al.*, 2017). Desde 2006 se mantiene una zona de barrera sanitaria (con liberación continua de insectos estériles y monitoreo del ganado) en la frontera entre Panamá y Colombia, que protege de introducciones de la mosca a América del Norte y Central (Scott *et al.*, 2017).

En Uruguay, varios estudios estimaron los costos directos de la enfermedad en la producción ganadera. En todos ellos, se observa que los principales corresponden a la mano de obra, la mortalidad de ovinos (y marginalmente de bovinos) e insumos veterinarios (Grupo de Trabajo Ejecutivo, 2019; Gil *et al.*, 2007; Ecolatina, 2010). En base al estudio más reciente (Köbrich Grüebler, 2020; Vargas-Terán et al., 2020), se puede estimar que los ganaderos uruguayos gastan anualmente 43 millones de dólares (algo más de 2% del PIB ganadero en 2019) en la

prevención, vigilancia y tratamiento de la bichera. Los jornales de los trabajadores representan 68% de dicho gasto.

En 2009, la DGSG implementó una investigación financiada por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) (FPTA 334) que permitió conocer la epidemiología de *Cochliomyia hominivorax*, mediante un plan piloto de la TIE en el departamento de Artigas (Gil et al., 2009; Marques et al., 2019). Los resultados favorables del plan piloto validaron el uso de la tecnología TIE para la erradicación de la mosca en Uruguay.

2.2. Antecedentes de MEGC aplicados a sanidad animal

El control de las enfermedades en animales puede analizarse utilizando, en forma combinada, herramientas económicas y epidemiológicas. En particular, el análisis costo-beneficio es de aplicación frecuente en este campo. Tiene la fortaleza de que permite detallar, a partir de modelos epidemiológicos, los costos para el productor tanto de soportar las enfermedades como así también de combatirlas. Ello permite considerar estrategias alternativas de mitigación de enfermedades determinando cambios en los ingresos de los productores bajo distintos escenarios. Sin embargo, la importancia de los efectos sobre los precios (especialmente cuando las enfermedades afectan el acceso a los mercados internacionales) y los vínculos intersectoriales subrayan la necesidad de utilizar herramientas que capturen también efectos indirectos que se transmiten, por ejemplo, a través de cambios de precios y/o relaciones insumo-producto entre sectores productivos. Por ello, Rich et al. (2005) recomiendan integrar los modelos epidemiológicos con modelos como Insumo-Producto (IP), modelos de Equilibrio Parcial (EP), modelos multimercado, o MEGC.

En particular, los MEGC dinámicos representan la economía en su conjunto y, por lo tanto, permiten estimar impactos directos e indirectos y de corto y largo plazo sobre indicadores tanto macroeconómicos como sectoriales. Por ejemplo, permiten calcular cambios en los niveles de producción, exportaciones e importaciones sectoriales. Además, capturan las reasignaciones de recursos entre sectores productivos como respuesta a cambios en precios relativos. Recientemente, los MEGC han sido utilizados para realizar el ACB de distintas políticas públicas (Banerjee et al., 2019) o inversiones privadas (Scandizzo, 2021).

En la literatura, pueden encontrarse algunas aplicaciones de MEGC al análisis de políticas sanitarias vinculadas al sector ganadero en el mundo, en particular programas para la fiebre aftosa. Perry et al. (2003) combinaron un ACB con un MEGC para calcular los efectos de

estrategias alternativas de mitigación de la fiebre aftosa en Zimbabue. Sin embargo, estos autores utilizaron el MEGC solo para calcular los efectos vinculados a la reducción de exportaciones de carne vacuna sobre los hogares. O'Toole, et al. (2001) evaluaron los impactos en la agricultura, el gasto público y el turismo debido a la aftosa en Irlanda. Blake et al. (2003) analizaron el impacto del brote de aftosa de 2001 sobre el turismo en Reino Unido. Gohin y Rault (2013) cuantificaron los impactos de un brote de aftosa en una región de Francia en la ganadería e industrias conexas. Por último, Miller et al. (2019) también utilizaron un modelo insumo-producto combinado con un modelo macroeconómico para estimar los impactos macroeconómicos de las estrategias de vacunación contra la aftosa para un brote en el medio oeste de Estados Unidos.

2.3. Campaña de erradicación propuesta para Uruguay

El Programa Nacional de Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado (PNEGBG) propuesto por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para Uruguay, se basa en la dispersión masiva de moscas esterilizadas mediante la TIE. La estrategia operativa consiste en dividir al país en 4 regiones (Figura 1), logrando una eliminación progresiva de la mosca del GBG desde el sur hacia el norte del territorio nacional. El costo total, que correría por cuenta del estado, fue estimado en 135 millones de dólares, en un lapso de 9 años (Köbrich Gruebler, 2019).

Figura 1. Regiones establecidas en el Plan Nacional de Erradicación del GBG.



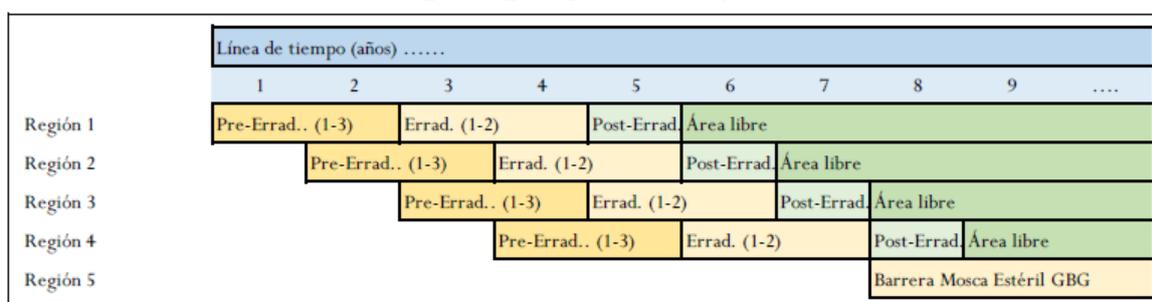
Fuente: Köbrich Gruebler (2019) en base a Vargas-Terán y Ortiz Moreno (2018). Organismo Internacional de Energía Atómica.

Más precisamente, la propuesta oficial consiste en desarrollar el programa en las siguientes fases (Figura 2):

- Fase de Pre-Eradicación: Aumento en la cobertura de los tratamientos preventivos y curativos para disminuir la presencia de hembras fértiles (de uno a tres años).
- Fase de Erradicación: Liberación masiva de machos estériles e incremento en la cobertura de los tratamientos preventivos y curativos. La incidencia de la miasis disminuye progresivamente, como resultado de la menor carga ambiental de hembras fértiles (al menos un año en cada región del país).
- Fase de Post-Eradicación: En cada región se verifica la erradicación del GBG mediante protocolos internacionales. Se espera una disminución de los tratamientos preventivos y de la incidencia de miasis. Se mantiene el tratamiento de todos los eventuales brotes (hasta un año, en caso de que se registren brotes residuales sujetos a erradicación).
- Área Libre: Cese de todo tratamiento preventivo y desaparición de casos de bichera.

Al cabo de 7 años se prevé que la enfermedad estará erradicada de todo el territorio de Uruguay. En ese período, la mosca se irá eliminando por región y, por lo tanto, se esperan beneficios parciales y progresivos. Luego de finalizado el programa, se prevén gastos de mantenimiento (principalmente servicios veterinarios y moscas estériles), para establecer una barrera fronteriza durante todo el período, mientras Brasil y Argentina continúen endémicos. Así, para el presente análisis se consideró un horizonte temporal de 14 años en total.

Figura 2. Fases operativas del Programa Nacional de Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado, según región y año de implementación.



Nota: Tanto para la fase de pre-erradicación como de erradicación se asumió una duración de 2 años.

Fuente: Köbrich Gruebler (2019) con base en Organismo Internacional de Energía Atómica.

3. Método de análisis

En este trabajo, se utilizó un MEGC dinámico recursivo calibrado para Uruguay para evaluar los efectos que tendría la implementación del programa de erradicación del GBG descrito en la sección anterior. En esta sección se describe someramente el MEGC; la estructura matemática del modelo se describe con detalle en el Material Suplementario 1.³ El esquema que se presenta en la Figura 3 resume los principales flujos que captura, en cada período, el MEGC aquí utilizado. Las flechas representan flujos de dinero; en general, a cada una corresponde un flujo de productos o factores (e.g., trabajo o capital) en dirección opuesta. El enfoque de equilibrio general abarca a toda la economía, asegurando la consistencia entre sus partes (Figura 3).⁴ En particular, incluye las relaciones entre sectores de producción y el ingreso que generan, los hogares, el gobierno (tanto sus ingresos como sus gastos), y el resto del mundo representado a través de la balanza de pagos. Es una herramienta útil para el análisis de las políticas públicas porque captura, de manera integrada, el bienestar de los hogares, el presupuesto del gobierno, y las diferencias entre sectores productivos en términos de intensidad de uso factorial, acumulación de capital, cambio tecnológico, preferencias de los hogares y vínculos con los mercados interno y externo (exportaciones e importaciones).

En cada período, los distintos agentes (i.e., productores, hogares, gobierno y el resto del mundo) deben respetar sus restricciones presupuestarias: los ingresos y gastos se capturan completos y, por construcción, se igualan – como lo hacen en la realidad. Las decisiones de cada agente económico – i.e., para productores y hogares, el objetivo es maximizar beneficios y utilidad, respectivamente– se toman respetando esas restricciones presupuestarias. Por ejemplo, los hogares destinan distintas proporciones de su ingreso a pagar impuestos directos, ahorrar y gastar en los bienes y servicios que consumen.

Los precios tienen un rol importante para equilibrar los mercados de factores y productos (bienes y servicios). Los productos que se transan internacionalmente –exportados y/o importados– tienen sus precios internos influenciados por los precios internacionales. De hecho, como consecuencia de suponer que Uruguay es un país pequeño, los mercados internacionales (i.e., el resto del mundo) demandan exportaciones y ofrecen importaciones a precios mundiales constantes. Por su parte, el tipo de cambio real se determina endógenamente para asegurar que los ingresos y egresos de divisas se igualen. Es decir, el tipo de cambio real es la variable que

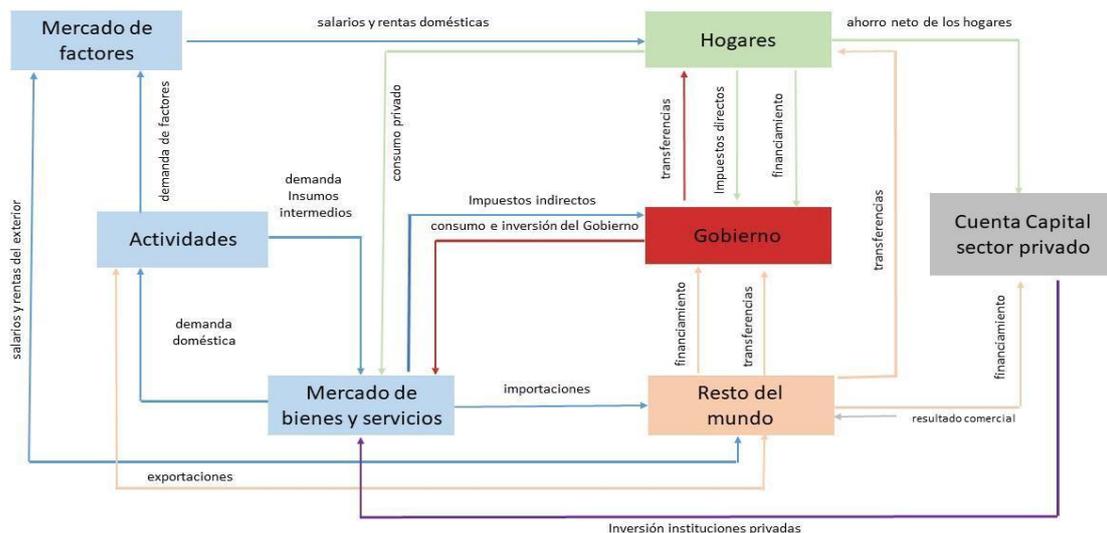
³ El MEGC utilizado es pariente cercano de GEM-Core (Cicowicz y Lofgren, 2017).

⁴ Matemáticamente, un MEGC es un sistema de ecuaciones simultáneas tanto lineales como no lineales.

se modifica para equilibrar las transacciones entre Uruguay y el resto del mundo. El comercio internacional se modela empleando el supuesto de Armington (1969). Es decir, se supone que los productos nacionales e importados son sustitutos imperfectos. En consecuencia, el MEGC permite capturar el comercio intraindustrial (i.e., el mismo producto se exporta e importa de manera simultánea).

En cada período, el volumen de la producción se determina por el nivel de la utilización de factores productivos (trabajo, capital, tierra y otros recursos naturales) y la productividad factorial. El crecimiento del stock de capital es endógeno y depende de la inversión y la depreciación. Las ofertas de trabajo, tierra y otros recursos naturales son exógenas en cada período. El desempleo es endógeno, modelado mediante una curva de salarios, que establece una relación negativa entre tasa de desempleo y salario (Blanchflower, y Oswald, 1994). Además, se supone que el trabajo es perfectamente móvil entre sectores productivos. En cambio, el capital, una vez instalado, no puede desplazarse a otros sectores productivos. Los recursos naturales son específicos de los sectores que los emplean.

Figura 3. Esquema general del MEGC utilizado.



Fuente: elaboración propia.

El MEGC se calibró empleando, como principal fuente de información, una Matriz de Contabilidad Social (MCS) construida para Uruguay con base en el año 2017⁵, complementada con datos de existencias y ocupación de factores productivos, proyecciones de la evolución demográfica y, para generar un escenario de referencia, de la actividad económica en su conjunto (medida a través del PIB) y un conjunto de elasticidades de oferta y demanda provenientes de la literatura.

El MEGC que desarrollamos emplea funciones CES (Elasticidad de Sustitución Constante) anidadas para modelar el comportamiento de productores (i.e., la forma en que combinan factores e insumos intermedios para maximizar sus beneficios). Por su parte, las preferencias de los hogares se modelan mediante una función de utilidad Stone-Geary de la que se obtiene un sistema de gasto lineal. En consecuencia, la calibración de nuestro MEGC requiere de las siguientes elasticidades: elasticidad de sustitución entre factores (primarios) de producción para cada actividad productiva, elasticidad de sustitución entre importaciones y compras nacionales para cada producto, elasticidad de transformación entre exportaciones y ventas nacionales para cada producto, y elasticidad-gasto para cada producto y hogar representativo. Además, es necesario parametrizar la curva de salarios que se emplea para modelar el desempleo como una variable endógena. En este trabajo, el valor para estas elasticidades se obtuvo de una revisión exhaustiva de la literatura. Así, siempre que fue posible, se utilizaron estimaciones específicas para Uruguay. El Material Suplementario 2 muestra las elasticidades utilizadas para la calibración del MEGC. A modo de resumen, utilizamos las siguientes elasticidades: para la sustitución entre factores de producción, se utilizan valores bajos para actividades que emplean recursos naturales (0.2-0.25) y más altos para el resto de las actividades (0.9); para las elasticidades vinculadas al comercio internacional, se utiliza 2 para productos agrícolas y mineros, 1.5 para manufacturas y 0.9 para otras industrias y servicios; para las elasticidades-gasto, los valores varían entre 0.679 para alimentos y 1.324 para bienes y servicios diversos.

⁵ En pocas palabras, una MCS es una matriz cuadrada que muestra todas las transacciones que se realizaron en una economía durante un año determinado. Por ejemplo, una MCS muestra el monto que cada una de las actividades productivas destinó a la compra de insumos intermedios como así también al pago de factores productivos como trabajo y capital. A su vez, una MCS registra la distribución del ingreso factorial entre sectores institucionales tales como los hogares. Es decir, a diferencia de una matriz insumo-producto, una MCS captura el flujo circular del ingreso. Así, en una MCS cada gasto de una institución (gobierno, hogares, resto del mundo, etc.) o sector productivo resulta en un ingreso para otra institución o sector productivo. La MCS construida, junto con un documento que detalla los pasos seguidos para su construcción, se encuentra disponible solicitándolo a los autores.

Los escenarios que se presentan en la siguiente sección se simulan bajo los siguientes supuestos: (a) El tipo de cambio real se determina endógenamente para asegurar que los ingresos y egresos de divisas se igualan. Para ello, las exportaciones e importaciones responden al tipo de cambio real al tiempo que las demás transacciones que registra la cuenta corriente de la balanza de pagos se suponen exógenas (e. g., remisión de utilidades al exterior). (b) La inversión es la variable endógena que logra el equilibrio entre ahorro e inversión. Como consecuencia, un aumento de la inversión pública financiado con recursos internos tendrá un efecto de desplazamiento sobre la inversión privada. (c) Finalmente, la variable que se determina endógenamente para equilibrar el presupuesto del gobierno se selecciona como parte del escenario que se simula. En particular, se consideran distintas fuentes de financiamiento para el gasto público adicional que implica el programa que se describió anteriormente. En conjunto, los supuestos descritos en este párrafo determinan la “regla de cierre macroeconómico” del MEGC.

4. Simulaciones: resultados y análisis

4.1. Descripción del escenario base

El escenario base con que se comparan las diversas simulaciones implementadas supone que el PIB de la economía uruguaya evoluciona a las tasas de crecimiento estimadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para el período 2020-2033 (2,2% promedio anual). Además, todos los agregados macroeconómicos crecen a tasas promedio anual que oscilan entre 2,1% y 2,2% en el escenario base. Es decir, se trata de un escenario de crecimiento balanceado en el que se supone que las políticas públicas no se modifican.

A nivel sectorial, todas las actividades agropecuarias registran una expansión de su producción en el período analizado: la agricultura, la ganadería y la silvicultura crecen a un ritmo promedio anual de 1,9%, 1,9% y 2,3%, respectivamente. Una trayectoria similar registra la industria vinculada a la actividad agropecuaria, como los frigoríficos, las industrias lácteas, las curtiembres y la industria papelera. Los demás sectores productivos crecen a tasas promedio anual algo superiores debido a que no enfrentan la restricción que impone el uso de recursos naturales para producir (i.e., el empleo de recursos naturales difícilmente sustituibles hace más difícil la expansión de la producción).

En lo que refiere a la trayectoria demográfica y, por ende, a la evolución de la oferta de trabajo, se consideran las tasas de crecimiento de la población que estima el Instituto Nacional de

Estadística (INE). Para el resto de las variables del mercado laboral (tasas de actividad, empleo, desempleo y subempleo), se utilizó información obtenida de la Encuesta Continua de Hogares (ECH) que también elabora el INE. La tasa de desocupación estimada (15,4% de la Población Económicamente Activa) refiere al desempleo abierto y al subempleo en conjunto. En este contexto, el salario real aumenta a un ritmo tendencial de 1,7% en promedio por año.

4.2. Definición de los escenarios de eliminación de la bichera.

Los escenarios de eliminación de la bichera se definieron a partir de los costos y beneficios que afectan directamente a la ganadería de carne y lana, sin incluir otros elementos como los impactos sobre la salud humana, de mascotas y de fauna silvestre. Sin embargo, el análisis de equilibrio general computable permite considerar efectos indirectos que se generan a través de los mercados de productos y factores.⁶ A continuación, se describen cada uno de los tres elementos que se consideran en la definición de los escenarios de erradicación de la bichera. Los beneficios directos del programa se estiman a partir de las pérdidas que permitiría evitar.

En primer lugar, se consideran las horas de trabajo dedicadas al control de la enfermedad, que se desvían de otras actividades. La estimación de las horas dedicadas a la prevención y tratamiento de la miasis se realizó a partir de la Encuesta de la Bichera 2019 (Cuadro 1).⁷ Las horas de trabajo por año dedicadas al tratamiento de la miasis por GBG representan 0,2% de la masa salarial total, las que podrían destinarse a otras tareas, aumentando la productividad del trabajo en el sector ganadero. Para la estimación se utilizó el salario promedio por hora en la ganadería (obtenido a partir de la ECH) y la cantidad de trabajadores en establecimientos ganaderos, que surge del Censo General Agropecuario de 2011. La reducción en la dedicación de trabajo para el control de la enfermedad se recogió mediante un aumento en la productividad de la mano de obra con menor nivel de educación formal, por ser este tipo de ocupados los que predominan en la actividad ganadera (Ackermann et al., 2017).

⁶ Otros beneficios indirectos que no fueron cuantificados ni considerados en la definición de los escenarios son la mejora en el bienestar animal y su posible impacto favorable en los mercados internacionales de carne más exigentes. Por otra parte, el riesgo de que los animales contraigan la enfermedad durante el verano ha inhibido a los productores de adoptar mejores prácticas de manejo del rodeo (fechas de entores, nacimientos y otras), lo que genera ineficiencias y limita la adopción de tecnologías más eficientes. La erradicación de la mosca podría revertir esta situación e incrementar la productividad, lo que no fue cuantificado aquí.

⁷ Esta encuesta, auto administrada y voluntaria, fue contestada por cerca de 800 productores ganaderos entre julio y agosto de 2019.

Cuadro 1: Puestos de trabajo (equivalentes a permanentes) y promedio de horas dedicadas a la vigilancia y tratamiento de la bichera, por establecimiento.

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Puestos de trabajo anuales	1,60	2,00	2,25	2,03
Horas por persona y día	2,26	4,02	4,79	4,02

Fuentes: Estimaciones propias con base en datos del SNIG y Encuesta de la Bichera 2019.

En segundo lugar, se consideró la muerte de animales por la bichera. La cantidad de animales afectados y muertos por causa de la miasis se estimó a partir de la Encuesta de la Bichera 2019, expandiendo los porcentajes obtenidos a los stocks de ganado a nivel nacional (Cuadro 2).⁸ Asignando a cada categoría de animales su peso medio, se cuantificó el volumen de carne en peso vivo que podría ganarse gracias a las muertes de animales evitadas por la erradicación. Los kilos de carne que se ganarían representan 0,4% del stock de ganado actual en Uruguay.⁹ La forma de operativizar este beneficio en el MEGC fue mediante un aumento del coeficiente de productividad del capital de la actividad ganadera, ya que el stock ganadero forma parte del capital que utiliza la actividad ganadera para producir.

Cuadro 2: Estimación del ganado afectado y muerto por bichera, según especie y categorías

	Stock	% afectados	# afectados	% muertes	# muertes
Bovinos adultos	9.037.000	4%	361.480	0%	0
Terneros	2.702.000	17%	459.340	3%	13.780
Ovinos adultos	6.239.000	16%	998.240	25%	249.560
Corderos/as	326.000	24%	78.420	33%	25.819

Fuentes: Estimaciones propias en base a datos del SNIG y Encuesta de la Bichera 2019.

Por último, se consideraron los costos de insumos específicos veterinarios. Las ventas anuales de “curabicheras” registran usualmente gran variabilidad en Uruguay, asociada a las condiciones climáticas de cada año, lo que configura contextos más o menos favorables para la proliferación de la mosca. Para este análisis se consideró el valor de ventas promedio anual

⁸ Si bien no constituye una muestra aleatoria, estadísticamente representativa, los resultados fueron validados por informantes calificados.

⁹ Según consultas a expertos, en la producción bovina, existe además una pérdida de calidad de los cueros, lo que no fue considerado en este ejercicio debido al escaso valor actual del producto. Aunque el peso vivo de los bovinos afectados también suele caer debido a la enfermedad, se consideró como una pérdida transitoria que no afecta la producción de carne al cabo del ciclo productivo. En la producción ovina, la bichera también produce mermas en calidad y/o cantidad de lana producida. Estos efectos tampoco fueron considerados en la simulación, debido a la dificultad de cuantificar económicamente esta pérdida.

entre 2015 y 2018 a nivel nacional (Cuadro 3). Este gasto en curabicheras, que podría ahorrarse, representa 0,25% del gasto total en insumos de la ganadería. El menor gasto en productos veterinarios se modeló como una disminución del coeficiente técnico de uso de insumos veterinarios por unidad de producto en la ganadería.

Cuadro 3: Ventas anuales de “curabicheras” en Uruguay

Año	Monto (US\$)
2015	2.304.202
2016	1.545.024
2017	778.159
2018	2.000.425

Fuente: Cámara de Especialidades Veterinarias.

Como se adelantó, se prevé que la campaña se desarrolle durante 9 años y, gracias a barreras sanitarias en frontera (gastos de mantenimiento), los beneficios se extenderán al menos 5 años después de lograda la erradicación, por lo que el horizonte de análisis totaliza un período de 14 años. A continuación, se detallan los shocks específicos que se implementaron en el MEGC para representar los impactos previamente descritos.

Los costos anuales del programa sanitario se tomaron de Köbrich Grüebler (2019). Las inversiones en laboratorios, vehículos y equipamiento se incluyeron en el modelo como un aumento de la inversión del gobierno, los gastos operativos en mano de obra e insumos se implementaron como un incremento del consumo del gobierno y la importación de moscas estériles se introdujo al modelo a través de una transferencia del gobierno uruguayo al resto del mundo. El costo anual del programa representa entre 0.1% y 1% del valor agregado bruto de la producción ganadera en los primeros 14 años.¹⁰ El consumo del gobierno y la inversión pública aumentan, reflejando la implementación del programa sanitario. Luego, a partir del sexto año, la inversión pública retomaría su evolución tendencial.

Los aumentos en la productividad del capital y del trabajo no calificado en la ganadería se introdujeron a partir del año 3 (cuando se comienzan a liberar las moscas y se registrarían los primeros beneficios), reduciendo de forma gradual los parámetros correspondientes, de acuerdo a la incorporación prevista en el cronograma de cada una de las cuatro regiones en que se divide

¹⁰ Corresponde al costo total del programa en cada año respecto al valor agregado promedio de la ganadería entre 2017 y 2019.

el país. En tanto, para reflejar el ahorro en productos veterinarios, se supuso un descenso de los requerimientos de estos insumos por unidad de producto ganadero, con la misma cadencia en que se incorporan las distintas regiones al programa.

El análisis considera tres escenarios de erradicación de la bichera que se diferencian en la fuente de financiamiento de la política sanitaria que implementa el gobierno uruguayo: escenario DXGob (deuda externa), escenario TGan (impuesto a la producción ganadera), y DIGob (deuda interna).¹¹ En el escenario TGan, solo se financian con impuestos a la producción ganadera los primeros dos períodos de la política sanitaria; para los restantes, se utiliza deuda externa.

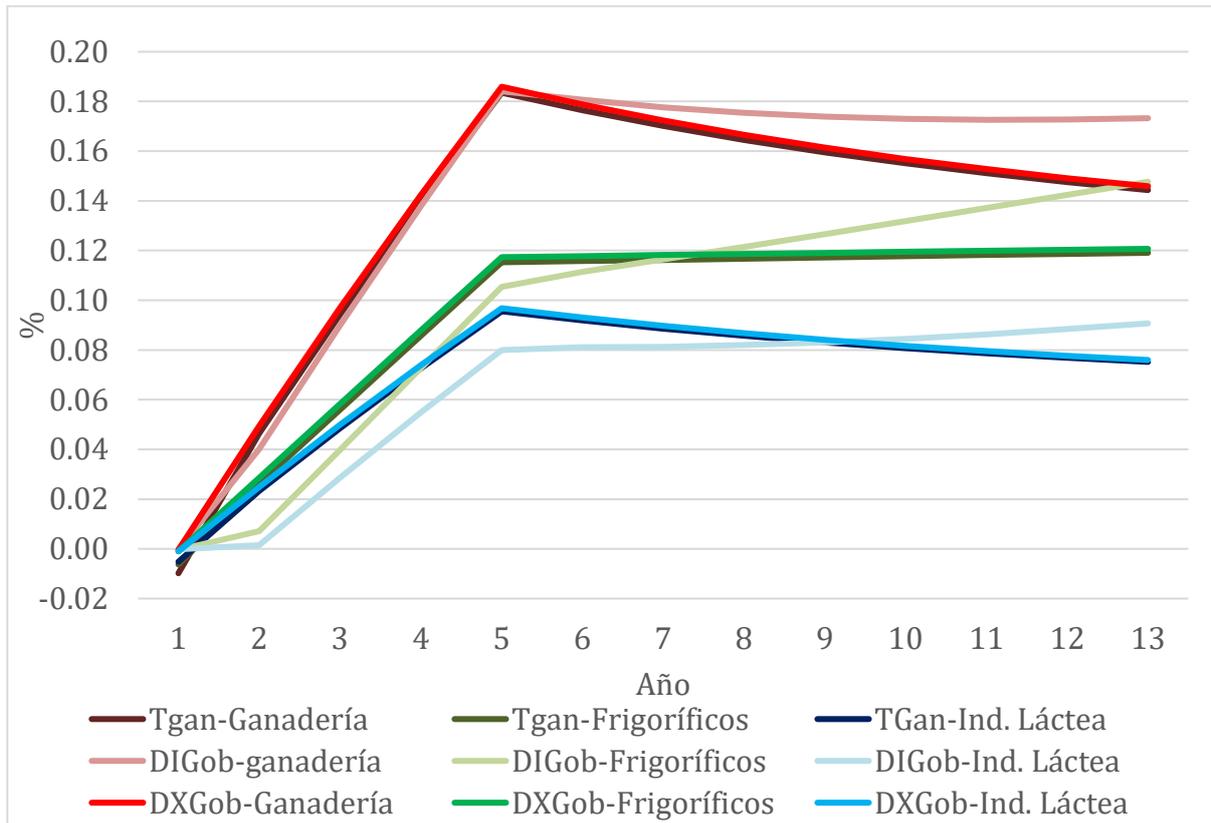
4.3. Resultados de las simulaciones

En los tres escenarios analizados, uno de los principales impactos identificados de la campaña sanitaria es un incremento del PIB respecto del escenario tendencial, a lo largo de todo el período de simulación. En particular, en el caso del escenario DIGob se observa un crecimiento de la economía sustancialmente mayor que en los otros dos. Aunque en este escenario, al comienzo de la campaña la inversión privada sería desplazada por el aumento de la inversión pública (efecto “*crowding-out*”), los efectos productivos positivos redundarían en una posterior reducción del endeudamiento interno, lo que daría lugar a una recuperación de la inversión privada que más que compensaría el efecto desplazamiento inicial.

Asimismo, en los tres escenarios el valor agregado de la ganadería aumenta sostenidamente desde el segundo año del programa (momento en que se imputa una mejora en la productividad del capital y del trabajo no calificado, así como menores requerimientos de insumos veterinarios). En cuanto a los encadenamientos hacia atrás, el valor agregado de la industria de “Otros químicos” se retrae, como resultado del menor requerimiento de insumos veterinarios por parte de la ganadería. Por otro lado, debido a los encadenamientos hacia adelante, el valor agregado de las industrias asociadas, como frigoríficos y lácteos, también crece en los tres escenarios, aunque dicha expansión es menor a la registrada en el sector ganadero primario (Gráfica 1). Esto se explica por la apreciación del TCR que se produciría en todos los escenarios, lo que desestimula las actividades con mayor orientación exportadora, como la industria frigorífica y la láctea (Gráfica 2).

¹¹ En la práctica, estos escenarios se simulan variando el mecanismo que se emplea para equilibrar el presupuesto del gobierno; es decir, modificando la regla de cierre macroeconómico descrita más arriba.

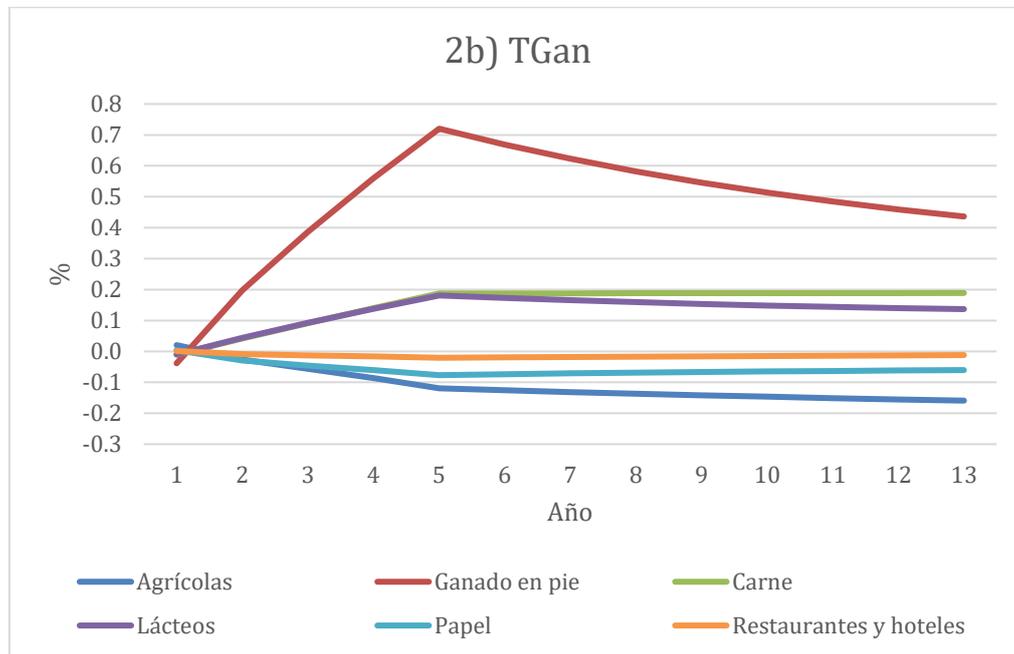
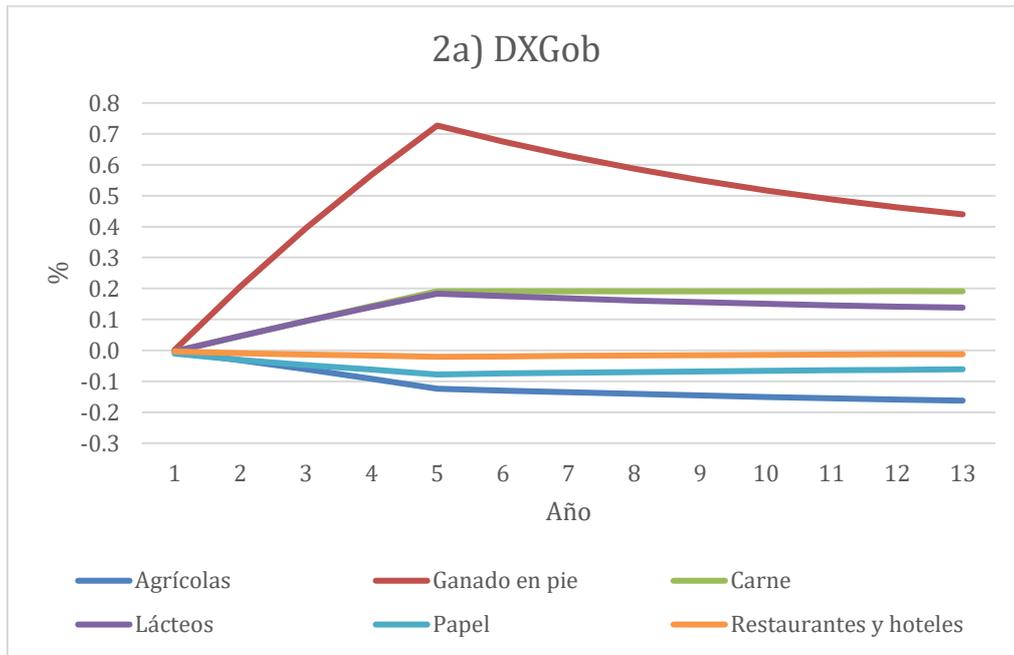
Gráfica 1. Variación del valor agregado a precios constantes de ganadería, frigoríficos y lácteos respecto al escenario base (en %)

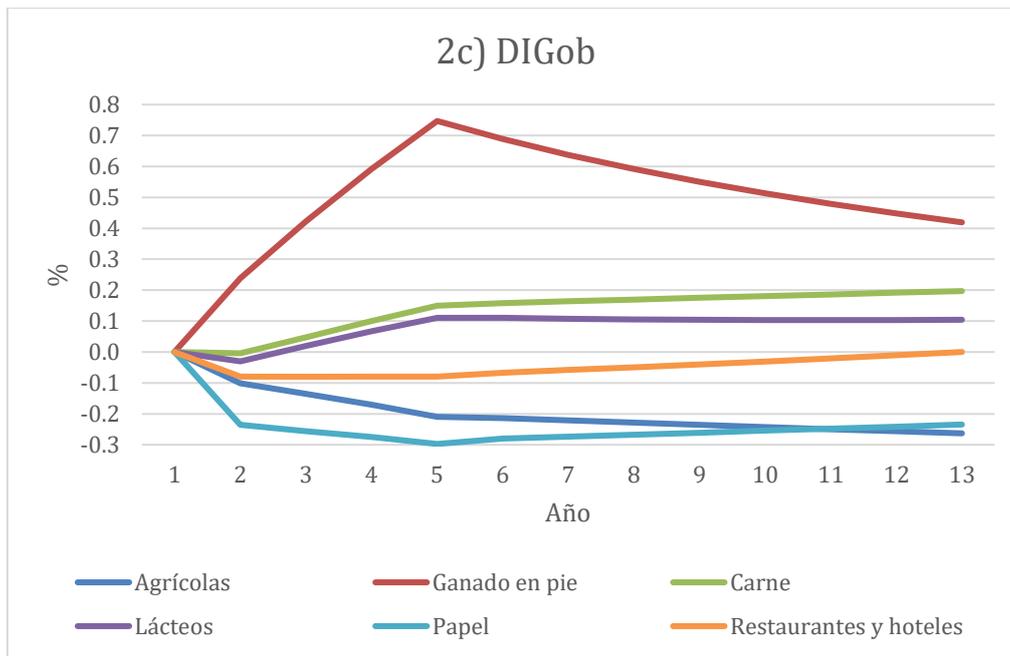


Fuente: elaboración propia.

Las exportaciones de ganado en pie, de la industria frigorífica y de productos lácteos crecen en forma sostenida en los tres escenarios analizados, como consecuencia del aumento de la productividad en la fase ganadera. Estas mayores exportaciones generan una apreciación del tipo de cambio real, lo que impactaría negativamente sobre el desempeño exportador del resto de los sectores transables (Gráficas 2a, 2b y 2c). Así, las exportaciones totales de bienes y servicios a nivel agregado crecerían sólo levemente en los escenarios donde el gasto público adicional se financia con endeudamiento externo (DXGob y TGan) y caerían en el escenario en que el cierre de las cuentas públicas es con deuda interna (Gráfica 3a).

Gráficas 2a, 2b, 2c. Variación de las exportaciones a precios constantes por sector respecto al escenario base (en %)



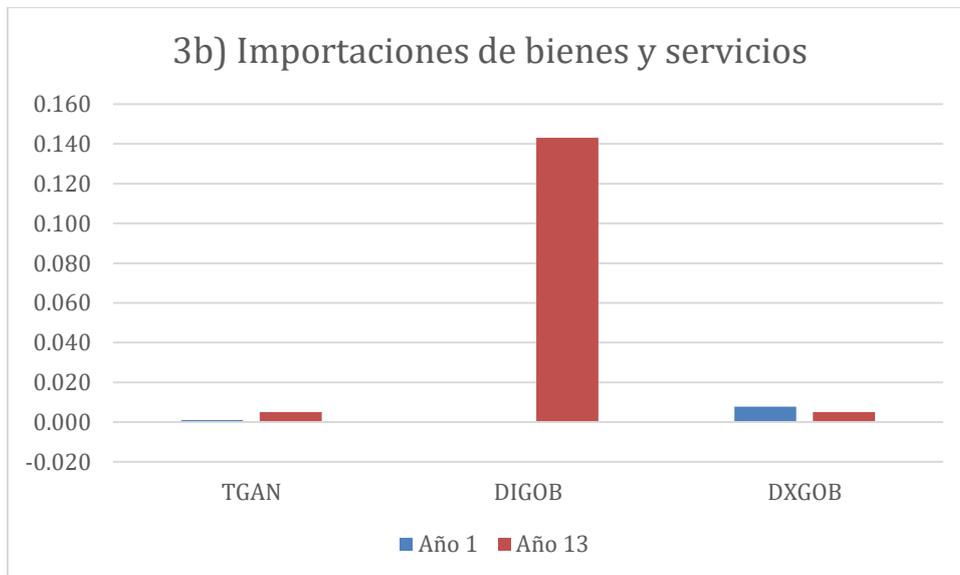
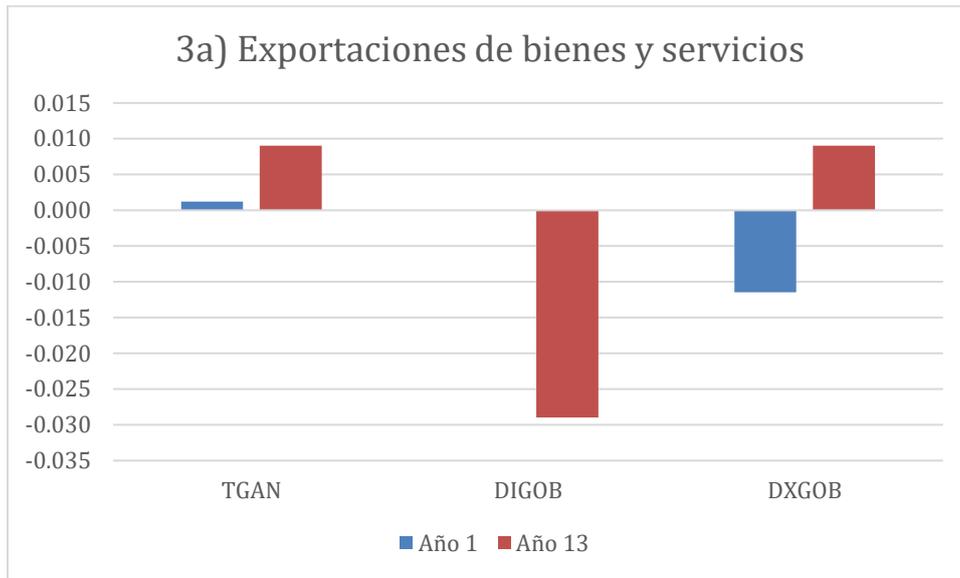


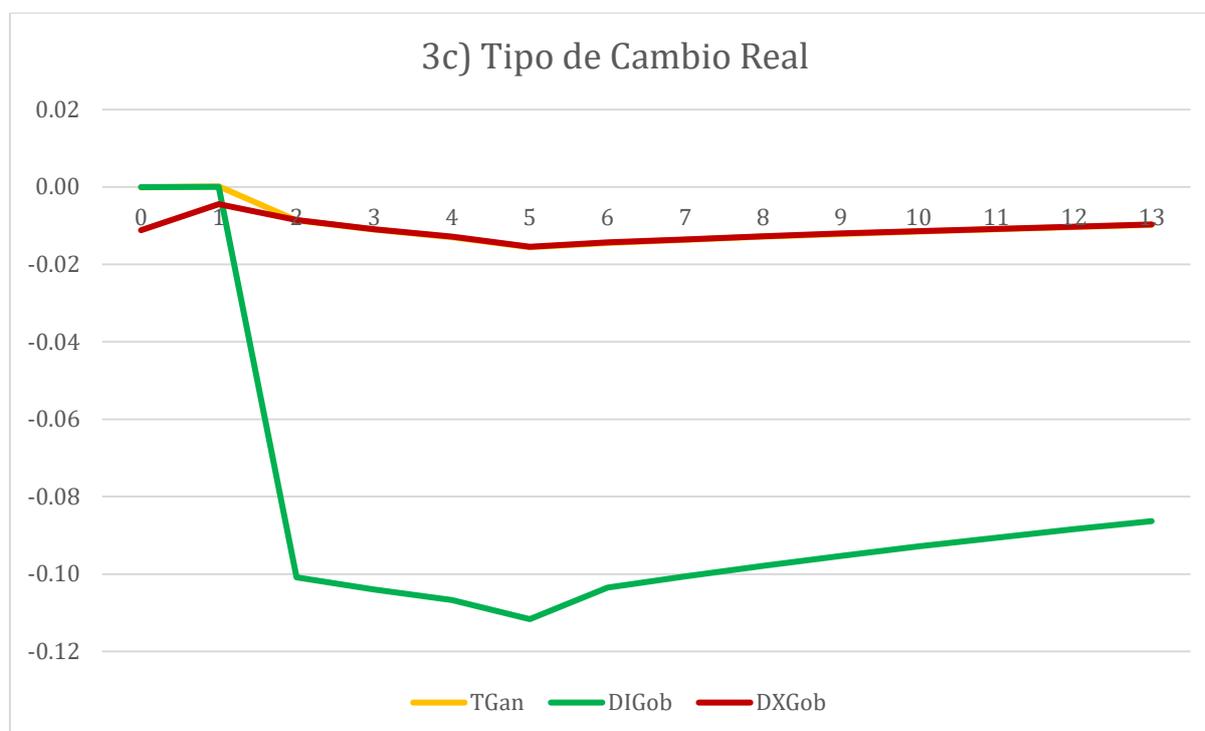
Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta al impacto sobre el tipo de cambio real, éste tiende a apreciarse desde el primer año del programa en el escenario DXGob, lo que es resultado del ingreso de capitales por el mayor endeudamiento externo para financiar la campaña. En los escenarios TGan y DIGob, la apreciación se inicia a partir del tercer año de implementado el programa, cuando comienzan a aumentar la productividad y las exportaciones de la cadena ganadera (Gráfica 3c). Hacia el final del período, la apreciación cambiaria es menor en los escenarios DXGob y TGan, donde se supuso que los recursos adicionales obtenidos por la mayor productividad se destinan al repago de deuda externa. Esta salida de divisas amortigua el efecto de apreciación del TCR, por lo que las ventas externas de los sectores transables ajenos a la cadena cárnica se ven relativamente menos afectadas en estos escenarios con repago de la deuda externa que en el escenario DIGob, en que se amortiza la deuda interna.

La apreciación cambiaria observada en los tres escenarios trae aparejado también un aumento de las importaciones de bienes y servicios, debido a que los productos importados se abaratan respecto a los nacionales (Gráfica 3b).

Gráficas 3a, 3b, 3c. Variación de las exportaciones totales, importaciones totales y tipo de cambio real respecto al escenario base (en %)





Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la absorción interna, en todos los escenarios se observa un incremento del consumo privado (de mayor magnitud en el escenario DIGob), como resultado de los impactos positivos sobre el mercado laboral: se registran caídas del desempleo y aumento de salarios. Sin embargo, en el escenario financiado con impuestos al sector ganadero se observa una caída del consumo privado en los años 1 y 2, explicada por el efecto ingreso negativo debido al impuesto. En el escenario DIGob, el consumo privado se expande a mayor ritmo a partir del año 3, en comparación con los otros dos escenarios. Esto se asocia al flujo de repago de la deuda pública financiada por los hogares, lo que incrementa su ingreso disponible y, por ende, sus posibilidades de consumo.

En DIGob, el impacto estimado de la campaña sanitaria sobre la inversión privada es una contracción en los dos primeros años (efecto desplazamiento o *crowding out*), para posteriormente iniciar una senda de expansión mucho más acentuada que en los otros escenarios. Esto se relaciona con la mayor disponibilidad de fondos para el sector privado que se genera a partir de un menor endeudamiento del gobierno, cuando los efectos positivos de la campaña dan lugar a que éste cancele pasivos con el sector privado. En los escenarios DXGob y TGan, la inversión privada se contrae durante buena parte del período bajo análisis. Esto se

relaciona con la caída de la rentabilidad de algunos sectores transables de relevancia en la matriz productiva del país como, por ejemplo, la agricultura, la silvicultura, la industria papelera, transporte y restaurantes y hoteles. Además, los efectos positivos que genera la implementación de la campaña en términos de los ingresos del gobierno se canalizan hacia el resto del mundo, en el proceso de reducción de endeudamiento externo.

En las tres simulaciones, la mejora en la productividad del factor trabajo de menor calificación redundó en un incremento del salario para todos los tipos de calificaciones, pero especialmente para las más bajas. La retribución a la tierra también aumenta en todos los escenarios hacia el final del período de análisis, como consecuencia del mayor valor agregado generado en la actividad ganadera, que es la que ocupa la mayor parte del territorio uruguayo.

Los resultados también muestran impactos levemente positivos sobre el empleo de toda la economía en los tres escenarios, a lo largo del período de análisis, lo que se explica por la expansión de la actividad económica general. En el escenario de financiamiento con deuda interna, se observó un mayor impacto relativo en el empleo por el crecimiento mayor en la absorción interna. Del análisis sectorial del empleo se desprende que, en los tres escenarios, se registraría un primer período de caída de empleo en la ganadería (resultado del aumento de la productividad en el sector), seguido de una recuperación en el propio sector por la expansión de dicha actividad. Por su parte, el empleo en las industrias asociadas (frigoríficos, lácteos) se incrementa respecto a la trayectoria de base, mientras que la ocupación en otros servicios aumentaría mínimamente. En cambio, en otros sectores transables e intensivos en mano de obra (como el sector turístico, y transporte), el empleo tiende a contraerse.

5. Reflexiones finales y posibles extensiones

Una docena de países ha invertido cuantiosos recursos para erradicar la mosca del GBG, lo que redundó en ahorros de costos y aumentos de la productividad en sus cadenas ganaderas. La decisión de implementar dichas políticas se respaldó en modelos epidemiológicos y análisis costo beneficio, desarrollados por oficinas gubernamentales, organismos internacionales y universidades. En tales estudios se analizaron los impactos directos de la erradicación de la enfermedad, aunque no se han hecho esfuerzos por conocer ex ante los efectos indirectos e inducidos. De hecho, en algunas regiones, se produjeron manifestaciones sociales negativas luego de la erradicación, por su impacto contractivo en el empleo agropecuario local.

Para Uruguay, un país tradicionalmente ganadero, parece relevante tomar en cuenta los efectos de equilibrio general de modo de prever los impactos que recibirán los diversos sectores - productivos y sociales- como consecuencia de la política. Esa es la principal contribución de este estudio, con la aplicación de un MEGC a una política concreta de sanidad animal para apoyar la toma de decisión de política.

El crecimiento del consumo privado que se espera como resultado de la política sanitaria, permitiría concluir que el programa es costo efectivo desde el punto de vista social cuando los beneficios se aproximen a través del bienestar de los hogares.

Asimismo, la creciente preocupación por los efectos del cambio climático justifica la incorporación de la dimensión ambiental, bajo la consideración de que el aumento de productividad en la ganadería podría contribuir con la estrategia de reducción de la intensidad de gases de efecto invernadero en la producción pastoril de carne vacuna (Banerjee et. al., 2016).

Bibliografía

Ackermann, M.N. y Cortelezzi, A. (2020). Empleo en el sector agropecuario: situación 2019 a partir de las Encuestas Continuas de Hogares e impactos preliminares del COVID-19.

Anaman, K.A., Atzeni, M.G.; Mayer, D.G.; Stuart, M.A.; Butler, D.G.; Glanville, R.J.; Walthall, J.C. y Douglas, I.C. (1993). Economic assessment of the expected producer losses and control strategies of a screwworm fly invasion of Australia. Project Report Series QO93016. Queensland Department of Primary Industries, Australia.

Ackermann, M.N & Cortelezzi, A. (2017). Mercado de trabajo agropecuario: situación y perspectivas hacia el Uruguay Agointeligente de 2030. Anuario OPYPA-MGAP 2017.

Armington, P. (1969). A theory of demand for products distinguished by place of production. IMF Staff Papers 16(1), 159-178.

Banerjee, O., Cicowiez, M., Horridge, M., & Vargas, R. (2016). A Conceptual Framework for Integrated Economic–Environmental Modeling. *The Journal of Environment & Development*, 25(3), 276-305. <https://doi.org/10.1177/1070496516658753>

Banerjee, O., Cicowiez, M., & Moreda, A. (2019). Evaluating the Economic Viability of Public Investments in Tourism. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 11(1), 101-130. doi:10.1017/bca.2019.32

- Blanchflower, D. G. and Oswald, A. J. (1994). *The Wage Curve*. Cambridge: The MIT Press.
- Blake, A., Sinclair, T., Sugiyarto, G. (2003). Quantifying the impact of foot and mouth disease on tourism and the UK economy.
- Cortelezzi, A. (2020). Situación y perspectivas de las cadenas agroindustriales 2020-2021. Anuario OPYPA 2020.
- Cicowicz, M. y Lofgren H. (2017). A GEM for Streamlined Dynamic CGE Analysis. World Bank Policy Research Working Paper 8272.
- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations (1992). The New World screwworm eradication programme, North Africa 1988-1992. M-27/ISBN 92-5-103200- 9.
- Ecolatina - Consultora en economía y empresas. (2010) Programa Demostrativo de Control y Establecimiento de las Bases para un Futuro Programa de Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado en Países del Mercosur. Análisis de Pre factibilidad ATN/OC 10662 RG. Mimeo.
- Gil, A., Marques, L., Pérez Rama, R., Piaggio, J., Altuna, M., Caponi, O. (2007). “La “Bichera”. Pérdidas y acciones a encarar.” *Revista Plan Agropecuario* N° 124.
- Gohin, A. y Rault, A. (2013). “Assessing the economic costs of a foot and mouth disease outbreak on Brittany: A dynamic computable general equilibrium analysis”. *Food Policy*, Volume 39, 2013, Pages 97-107, ISSN 0306-9192, <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.01.003>.
- Grupo de Trabajo Ejecutivo (2019). Plan estratégico para el control/erradicación de *C. hominivorax* (mosca de la bichera o gusano barrenador del ganado) en Uruguay. Documento de circulación interna. INIA, SUL, MGAP.
- Köbrich Gruebler, C. (2019). Estudio de factibilidad económica para la erradicación progresiva del gusano barrenador del ganado de Sudamérica utilizando la técnica del insecto estéril: Etapa inicial – Uruguay y sus zonas fronterizas con Argentina y Brasil. Organismo internacional de Energía Atómica (OIEA).
- Lindquist D.A. y Abusowa M. (1991). The new world screwworm in North Africa. *World animal review*. New World screwworm, response to an emergency. FAO.
- Marques, L., Fernández, F. & Iriairte, V. (2019). Estudios epidemiológicos de las miasis cutáneas a *Cochliomyia Hominivorax* en el Uruguay: FPTA - 334. FPTA-INIA ISSN 1688-924X ; 82.

Miller M, Liu L, Shwiff S, Shwiff S. (2019). Macroeconomic impact of foot-and-mouth disease vaccination strategies for an outbreak in the Midwestern United States: A computable general equilibrium. *Transbound Emerg Dis.* 2019 Jan;66(1):156-165. doi: 10.1111/tbed.12995. Epub 2018 Sep 10. PMID: 30113131.

Muzzio, F., Gil, A., Marques, L., Perez Rama, R., Piaggio, J., Altuna, M., Caponi, O., Fernandez, F., Mendoza, R., (2009). Proyecto para erradicar el Gusano Barrenador en los países del MERCOSUR. Anuario OPYPA 2009.

Novy J.E (1991) Screwworm control and eradication in the southern United States of America. *World animal review.* New World screwworm, response to an emergency. FAO

Perry B.D., Randolph T.F., Ashley S., Chimedza R., Forman, T., Morrison J., Poulton C., Sibanda L., Stevens C., Tebele N. & Yngstrom I. (2003). – The impact and poverty reduction implications of foot and mouth disease control in southern Africa, with special reference to Zimbabwe. Department for International Development, London.

Quizón Moreno, H. (2003). Historia de la campaña de erradicación contra el Gusano Barrenador del Ganado. *Revista Imagen Veterinaria, UNAM.* Vol. 3, N° 1. ISSN 1405-9002.

Rich, K.M.; Winter-Nelson, A.; Miller, G.Y. (2005). Enhancing economic models for the analysis of animal disease.

Scandizzo, P.L. (2021) Impact and cost–benefit analysis: a unifying approach. *Economic Structures* 10, 10 . <https://doi.org/10.1186/s40008-021-00240-w>

Scott, J.M; Concha, C; Welch, J.B; Phillips, P.L; Skoda, S.R (2017). Review of research advances in the screwworm eradication program over the past 25 years. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 164(3), 226-236. <https://doi.org/10.1111/eea.12607>

Texas Agriculture Extension Service (1985). Evaluation of the Mexican / American Screwworm Eradication Programme in Mexico. Vol. 1. Economic Impact from SW Eradication in Mexico.

USDA-APHIS (2016). Veterinary Services, National Preparedness and Incident Coordination (NPIC). Historical Economic Impact Estimates of New World Screwworm (NWS) in the United States.

Vargas-Terán M. (1991). The new world screwworm in Mexico and Central America. *World animal review.* New World screwworm, response to an emergency. FAO.

Vargas-Terán M., Hofmann H.C., Tweddle N.E. (2005) Impact of Screwworm Eradication Programmes Using the Sterile Insect Technique. In: Dyck V.A., Hendrichs J., Robinson A. (eds). Sterile Insect Technique. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4051-2_24

Vargas-Terán, M.; Ortiz-Moreno, G. (2020). Propuesta de un Plan Estratégico para la Erradicación de la Miasis o Bichera del Gusano Barrenador del Ganado (*Cochliomyia hominivorax*, Coquerel) en América del Sur y la Subregión Conformada por Uruguay y áreas limítrofes con Argentina, Brasil y Paraguay. Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades para la Evaluación de la Factibilidad de un Programa de Control Progresivo del GBG. OIEA/RLA/5/075, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena.