Modelo de Equilibrio General (MEG-DE) para la evaluación de impacto con matrices AP(4): CEPAL y FIGARO (Ar, Br, Mx)

Jesús Morales Piñero
Consultor CEPAL
Académico Universidad Sergio Arboleda

Bogotá/Ciudad de México/Lima/Santiago, 26 de octubre de 2022

Naciones Unidas
CEPAL
Universidad Sergio Arboleda
Alianza del Pacífico

Sumario

- Motivación
- Características del MEG-DE
- Escenarios considerados
- Resultados modelos países AP (COL, CHL, PER, MX)
- Resultados modelos países ALC en FIGARO (AR, BRA, MX)
- Conclusiones

Motivación

- Los economistas del comercio en algunas instituciones se basan principalmente en **modelos de equilibrio general computable (CGE)** con una considerable desagregación sectorial, se centran en las relaciones insumo-producto, pero hacen menos hincapié en los micro fundamentos y los ajustes dinámicos. **(Modelos Reales)**

- Los macroeconomistas de otras instituciones explotan los **modelos de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE)** con una desagregación considerablemente menor, pero con más énfasis en la dinámica, la consistencia de los flujos y stocks, las reglas de política y las expectativas. **(Modelos Monetarios)**

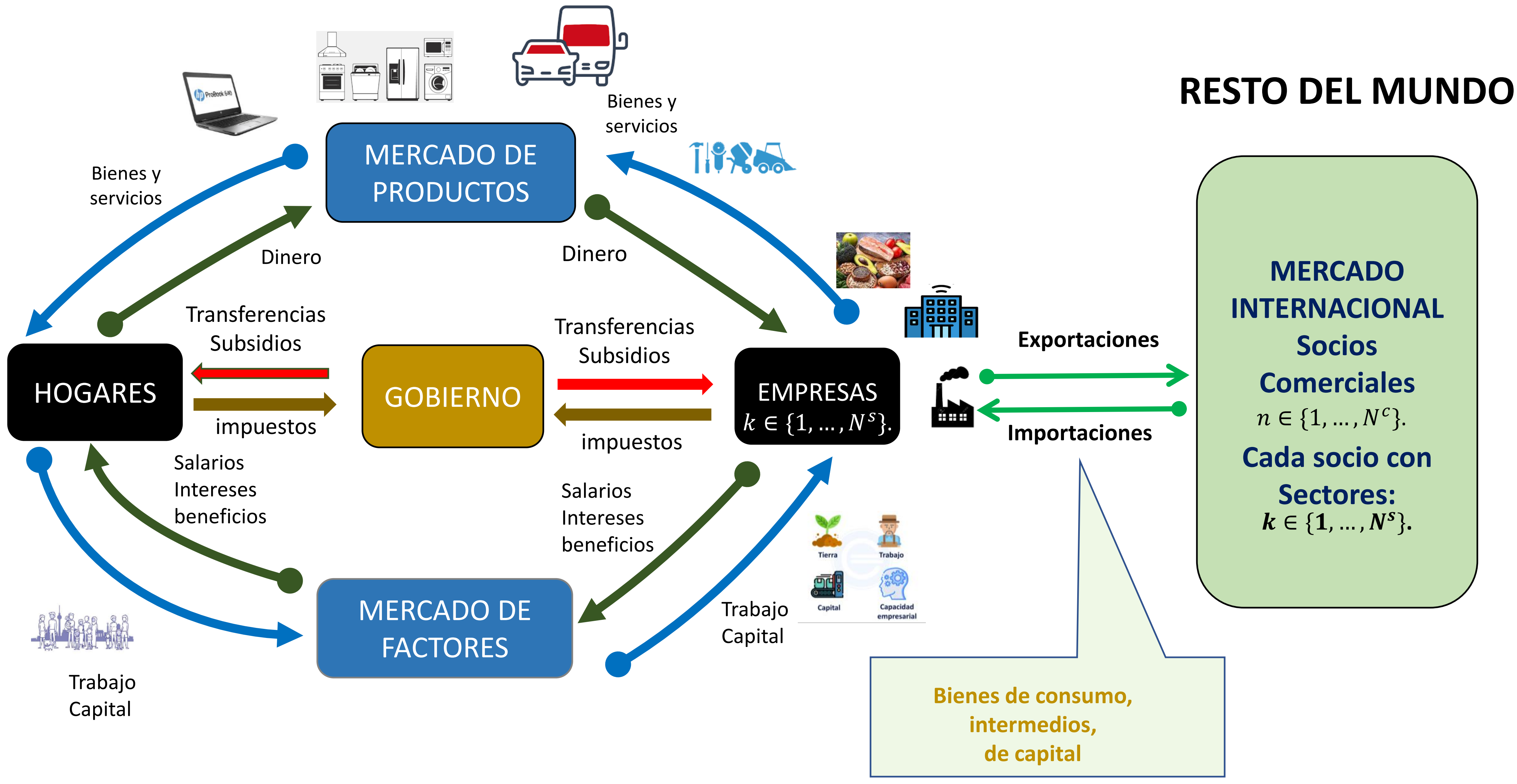
- El modelo propuesto es uno de **DSGE**, con varias fricciones y choques, e incorpora una desagregación sectorial, basada en las relaciones insumo-producto y sus interacciones desagregadas con el resto del mundo al estilo de los computables.

- Un Modelo de Equilibrio General Dinámico con estructura y además micro fundado.

Características del enfoque

- Modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico
  - Compatible con Insumo-Producto.
  - Compatible con modelos computables.
  + Expectativas.
  + Aspectos monetarios.
  + Ecuaciones de comportamiento agentes optimizadores.
  + No linealidades (sustitución y rendimiento a escala).
  + Enfoque coste beneficio.
  + Permite la estimación de los parámetros que determinan la dinámica del modelo.

MODELO PAÍS


RESTO DEL MUNDO
MERCADO DE PRODUCTOS
Bienes y servicios
Bienes y servicios
Dinero
Dinero
Transferencias Subsidios
Transferencias Subsidios
HOGARES
GOBIERNO
EMPRESAS $k \in \{1, \dots, N^s\}$.
impuestos
impuestos
Salarios Intereses beneficios
Salarios Intereses beneficios
MERCADO DE FACTORES
Trabajo Capital
Trabajo Capital
Tierra
Trabajo
Capital
Capacidad empresarial
Exportaciones
Importaciones
MERCADO INTERNACIONAL Socios Comerciales $n \in \{1, \dots, N^c\}$.
Cada socio con Sectores: $\boldsymbol{k} \in \{\mathbf{1}, \dots, \boldsymbol{N^s}\}$.
Bienes de consumo, intermedios, de capital

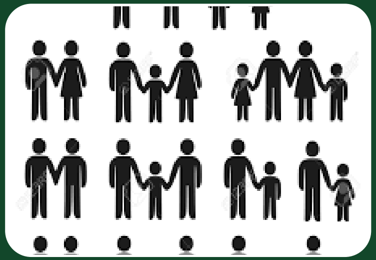
Empresas (nacionales: *i; i'*, extranjeras: *j; j', k=sectores*)

- y = producción
- L = trabajo; K = capital; Z = insumos intermedios
- a = shock de productividad; ε = innovación

Nacionales

extranjeras

Max Beneficio



Hogares

- C = consumo; M = stock de dinero; n = horas trabajadas
- P = precio doméstico; P* = precio internacional *t* = tiempo; *k* = sectores
- B = bono; s = acciones; intereses, salarios, dividendos, transferencias
- s = tipo de cambio

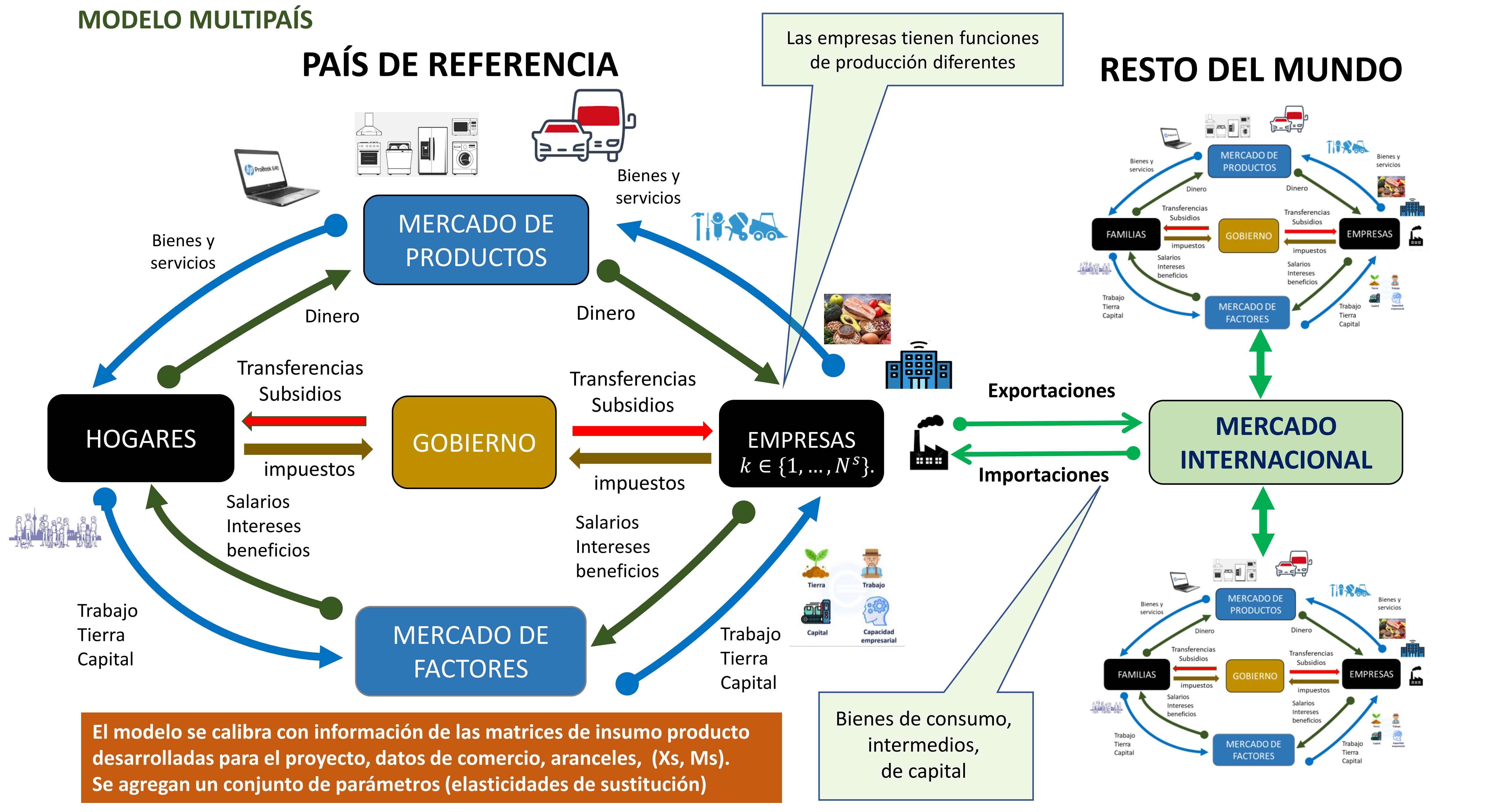
Max Utilidad

Gobierno

- Emite dinero, recauda tributos
- Política Fiscal (transferencias)
- Política Monetaria (Emisión de dinero, tipo de interés)

Sector externo

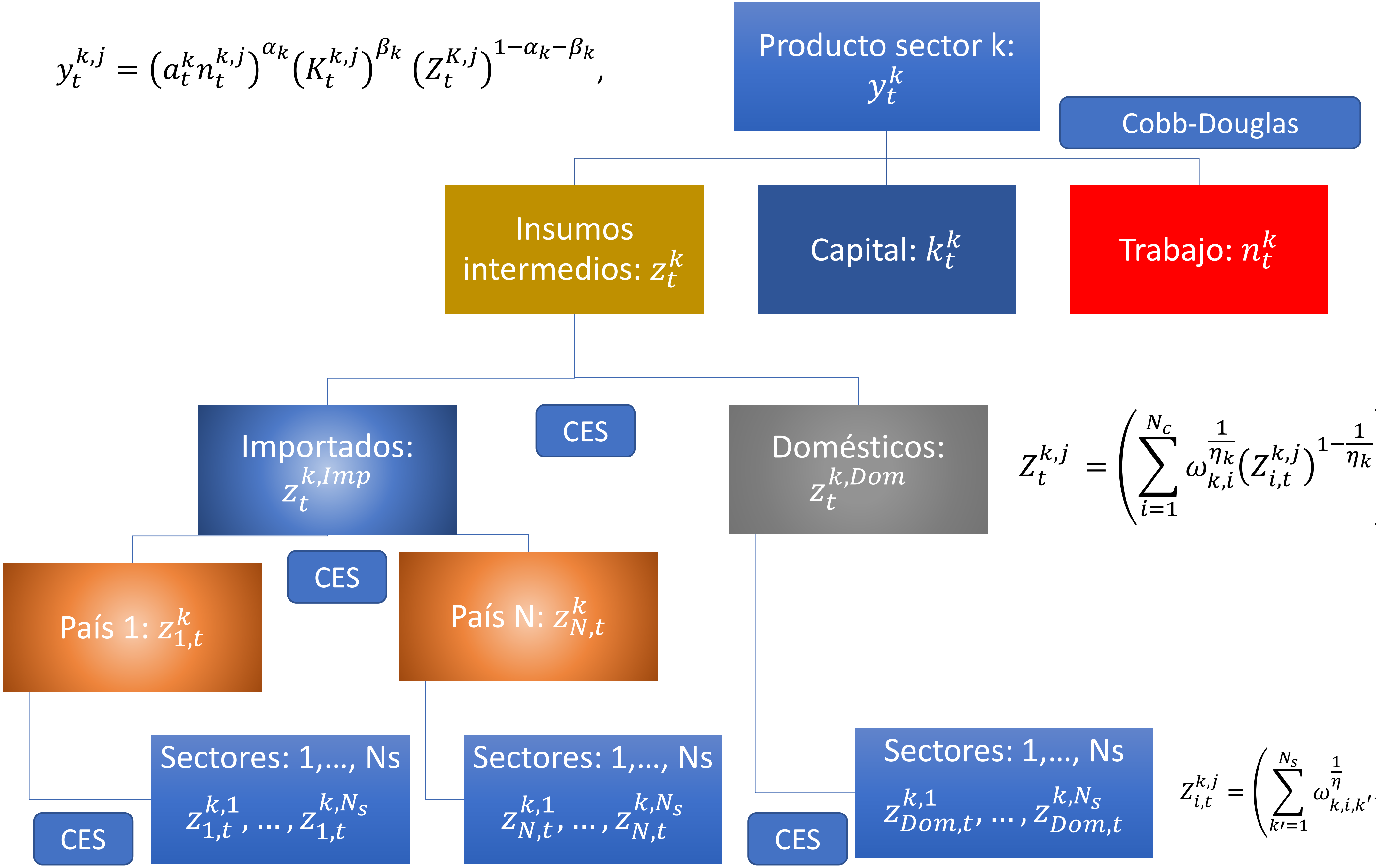
- Exportaciones, importaciones
- Aranceles
- Precio doméstico y precio internacional


MODELO MULTIPAÍS
PAÍS DE REFERENCIA
Las empresas tienen funciones de producción diferentes
RESTO DEL MUNDO
MERCADO DE PRODUCTOS
Bienes y servicios
Dinero
Bienes y servicios
Dinero
HOGARES
Transferencias Subsidios
impuestos
GOBIERNO
Transferencias Subsidios
impuestos
EMPRESAS $k \in \{1, \ldots, N^s\}$.
Salarios Intereses beneficios
Salarios Intereses beneficios
Trabajo Tierra Capital
Trabajo Tierra Capital
MERCADO DE FACTORES
Tierra
Trabajo
Capital
Capacidad empresarial
Exportaciones
Importaciones
MERCADO INTERNACIONAL
Bienes de consumo, intermedios, de capital
MERCADO DE PRODUCTOS
FAMILIAS
GOBIERNO
EMPRESAS
MERCADO DE FACTORES
MERCADO DE PRODUCTOS
FAMILIAS
GOBIERNO
EMPRESAS
MERCADO DE FACTORES
El modelo se calibra con información de las matrices de insumo producto desarrolladas para el proyecto, datos de comercio, aranceles, (Xs, Ms).
Se agregan un conjunto de parámetros (elasticidades de sustitución)

Producción y Consumo Intermedio

- La producción se lleva a cabo por un continuo de empresas en cada uno de los sectores $k \in \{1, \dots, N^s\}$.
- Las empresas del mismo sector son idénticas, excepto por el hecho de que sus productos son diferenciados y, en consecuencia, tienen un **poder de competencia monopolística**.
- Las empresas en diferentes sectores tienen **diferentes funciones de producción**, utilizan diferentes combinaciones de materiales e insumos de inversión, y enfrentan diferentes fricciones de precios nominales.

$$y_t^{k,j} = (a_t^k n_t^{k,j})^{\alpha_k} (K_t^{k,j})^{\beta_k} (Z_t^{K,j})^{1-\alpha_k-\beta_k},$$



$$Z_t^{k,j} = \left(\sum_{i=1}^{N_c} \omega_{k,i}^{\frac{1}{\eta_k}} (Z_{i,t}^{k,j})^{1-\frac{1}{\eta_k}}\right)^{\frac{\eta_k}{\eta_k-1}}$$

$$Z_{i,t}^{k,j} = \left(\sum_{k\prime=1}^{N_s} \omega_{k,i,k'}^{\frac{1}{\eta}} Z_{i,t}^{k,j}(k')^{1-\frac{1}{\eta}}\right)^{\frac{\eta}{\eta-1}}$$

Producción y Consumo Intermedio

La empresa ***j*** del sector ***k*** produce:

$$y_t^{k,j} = \left(a_t^k n_t^{k,j}\right)^{\alpha_k} \left(K_t^{k,j}\right)^{\beta_k} \left(Z_t^{K,j}\right)^{1-\alpha_k-\beta_k},$$

donde a_t^k es un shock de productividad específico del sector k definido por:

$$\ln\left(a_t^k\right) = (1-\rho_k)\ln\left(\mathrm{a}_{\mathrm{ss}}^{\mathrm{k}}\right) + \rho_k \ln\left(a_{t-1}^k\right) + \epsilon_t^{a^k},$$

$\rho \in (-1,1)$; $\ln\left(\mathrm{a}_{\mathrm{ss}}^{\mathrm{k}}\right)$ es la media incondicional y la innovación $\epsilon_t^{a^k}$ se distribuye de forma idéntica e independiente (i:i:d:) con media cero y varianza $\sigma_{a^k}^2$.

Insumos Intermedios

- $Z_t^{k,j}$ es un agregador de bienes intermedios , domésticos e importados, definido por:

$$Z_t^{k,j} = \left(\sum_{i=1}^{N_c} \omega_{k,i}^{\frac{1}{\eta_k}} \left(Z_{i,t}^{k,j}\right)^{1-\frac{1}{\eta_k}}\right)^{\frac{\eta_k}{\eta_k-1}},$$

donde

$$Z_{i,t}^{k,j} = \left(\sum_{k\prime=1}^{N_s} \omega_{k,i,k'}^{\frac{1}{\eta}} Z_{i,t}^{k,j}(k')^{1-\frac{1}{\eta}}\right)^{\frac{\eta}{\eta-1}},$$

- $Z_{i,t}^{k,j}(k')$ representa los insumos intermedios usados por la empresa j del sector k provenientes del sector k' en el país i en el periodo t.
- η es la elasticidad de sustitución entre los bienes de domésticos,
- η_k es la elasticidad de la sustitución entre bienes de inversión nacionales e importados del sector k .

Demanda de insumos intermedios

- $Z_{i,t}^{k,j}(k') = \omega_{k,i,k'}\left(\frac{(1+\tau_{k',i})P_t^{k',i}}{P_{Z,t}^{k,i}}\right)^{-\eta} Z_{i,t}^{k,j},$

$$\sum_{i_k=1}^{N_s} \omega_{k,i,i_k} = 1,$$
$\forall k, k' \in \{1, \dots, N_s\}, \forall i \in \{1, \dots, N_c\}.$

$N_s^2 * N_c$ ecuaciones
$35^2 * 11$
=13,475

- $Z_{i,t}^{k,j} = \omega_{k,i}\left(\frac{P_{Z,t}^{k,i}}{P_{Z,t}^{k}}\right)^{-\eta_k} Z_t^{k,j},$

$$\sum_{i_c=1}^{N_c} \omega_{k,i_c} = 1,$$
$\forall k \in \{1, \dots, N_s\}$ y $\forall i \in \{1, \dots, N_c\}.$

$N_s * N_c$ ecuaciones
$35 * 11$ =385

- $P_{Z,t}^{k,i} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s} \widehat{\omega}_{k,i,k'}((1+\tau_{k',i})P_t^{k',i})^{1-\eta}\right)^{\frac{1}{1-\eta}},$
- $P_{Z,t}^{k} = \left(\sum_{i=1}^{N_c} \omega_{k,i}(P_{Z,t}^{k,i})^{1-\eta_k}\right)^{\frac{1}{1-\eta_k}}.$
- $P_{Z,t}^{k} Z_t^{k,j} = \sum_{i=1}^{N_c}\sum_{k'=1}^{N_s}(1+\tau_{k',i})P_t^{k',i} Z_{i,t}^{k,j}(k')$

Todos los ω se calibran con la matriz de I-P

Aranceles

Demanda de insumos intermedios para la inversión

- $X_{i,t}^{k'} = \mu_{X,i,k'} \left(\frac{(1+\tau_{k',i}) P_t^{k',i}}{P_{X,t}^{i}} \right)^{-\eta} X_{i,t}, \forall k' \in \{1, \dots, N_s\}, \forall i \in \{1, \dots, N_c\}.$
- $X_{i,t} = \mu_{X,i} \left(\frac{P_{X,t}^{i}}{P_{X,t}} \right)^{-\eta_k} X_t \ , \forall i \in \{1, \dots, N_c\}.$
- $P_{X,t}^{i} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s} \mu_{X,i,k'} \left((1 + \tau_{k',i}) P_t^{k',i} \right)^{1-\eta} \right)^{\frac{1}{1-\eta}}$
- $P_{X,t} = \left(\sum_{i=1}^{N_c} \mu_{X,i} \left(P_{X,t}^{i} \right)^{1-\eta_k} \right)^{\frac{1}{1-\eta_k}},$
- $P_{X,t} X_t = \sum_{i=1}^{N_c} P_{X,i,t} X_{i,t} = \sum_{i=1}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} (1 + \tau_{k',i}) P_t^{k',i} X_{i,t}^{k'}$

Fricciones nominales: costos de ajustes

Las empresas se enfrentan a costos convexos al ajustar su capital, su nivel de empleo y el precio nominal de su producto.

Los costos de ajuste de capital son proporcionales al stock de capital actual y toman la forma cuadrática

$$\Phi_{X,t}^{k,j} = \frac{\psi_X}{2}\left(\frac{X_t^{k,j}}{K_t^{k,j}} - \delta\right)^2 K_t^{k,j}, \psi_X > 0,$$

Del mismo modo, el costo real por unidad de cambiar nivel de empleo y el precio nominal están dadas por:

$$\Phi_{L,t}^{k,j} = \frac{\psi_L^k}{2}\left(\frac{n_t^{k,j}}{n_{t-1}^{k,j}} - 1\right)^2, \psi_L^k > 0,$$

Y

$$\Phi_{P,t}^{k,j} = \frac{\psi_P^k}{2}\left(\frac{P_{k,j,t}}{\pi_{ss}P_{k,j,t-1}} - 1\right)^2, \psi_P^k > 0,$$

El problema de la empresa

$$\max_{\left\{y_t^{k,j},n_t^{k,j},K_{t+1}^{k,j},Z_t^{k,j},X_t^{k,j},P_t^{k,j}\right\}} E_\tau \sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau} \left(\frac{\Lambda_\tau}{\Lambda_t}\right)\left(\frac{d_t^{k,j}}{P_t}\right),$$

s.a.

$$K_{t+1}^{k,j} = (1-\delta)K_t^{k,j} + X_t^{k,j},$$

$$y_t^{k,j} = \left(a_t^k n_t^{k,j}\right)^{\alpha_k}\left(K_t^{k,j}\right)^{\beta_k}\left(Z_t^{K,j}\right)^{1-\alpha_k-\beta_k}$$

$$y_t^{k,j} = c_t^{k,j} + \sum_{k'=1}^{N_s} \int_0^1 z_{\hat{j},t}^{k',j'}(k,j)dj' + X_{\hat{j},t}^{k,j} + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq\hat{\imath}}}^{N_C} e_{i,t}^{k,j}$$

donde Λ_t es la utilidad marginal de la riqueza de los consumidores.

Los beneficios nominales $d_t^{k,j}$ están definidos por:

$$d_t^{k,j} = P_t^{k,j}y_t^{k,j} - w_t^{k,j}n_t^{k,j} - P_{X,t}X_t^{k,j} - P_{Z,t}^k Z_t^{k,j} - \Phi_{X,t}^{k,j}P_{X,t} - \Phi_{L,t}^{k,j}P_t^k y_t^k - \Phi_{P,t}^{k,j}P_t^k y_t^k + \mathrm{T}_t^k.$$

Curva de Phillips sectorial

La condición de primer orden con respecto al precio nos define la curva de Phillips sectorial defina por:

$$\Psi_P^k \hat{P}_t^k \left(\frac{\pi_t^k}{\pi_{ss}} - 1\right)\frac{\pi_t^k}{\pi_{ss}} = \hat{P}_t^k(1-\theta) + \theta mc_t^k + \beta\left(\frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t}\right)\Psi_P^k \hat{P}_{t+1}^k \left(\frac{\pi_{t+1}^k}{\pi_{ss}} - 1\right)\frac{\pi_{t+1}^k}{\pi_{ss}} y_{t+1}^k / y_t^k \;,$$

donde $\hat{P}_t^k = P_t^k / P_t$ y la inflación sectorial se define como:

$$\pi_t^k = \frac{\hat{P}_t^k}{\hat{P}_{t-1}^k}\pi_t.$$

Consumo final

El consumidor representativo maximiza:

$$E_\tau \sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau} \left(\ln(C_t) + \nu_t^m \ln\left(\frac{M_t}{P_t}\right) + \nu_t^N \ln(1 - N_t) \right)$$

donde ν_t y η_t son choques de preferencia, C_t es consumo, M_t es el stock de dinero nominal, N_t son horas trabajadas y la dotación de tiempo se ha normalizado a 1.

El consumo es un agregado de todos los bienes disponibles:

$$C_t = \left(\sum_{i=1}^{N_c} \omega_{c,i}^{\frac{1}{\eta_C}} (\hat{C}_{i,t})^{1-\frac{1}{\eta_C}} \right)^{\frac{\eta_C}{\eta_C - 1}},$$

donde

$$\hat{C}_{i,t} = \underbrace{\left(\sum_{k'=1}^{N_s} \widehat{\omega}_{c,i,k'}^{\eta_{C_H}} C_{i,t}^{k}{}^{1-\frac{1}{\eta_{C_H}}} \right)^{\frac{\eta_{C_H}}{\eta_{C_H} - 1}}}_{\boxed{\textit{Consumo total del país } i}}$$

Demanda de consumo

- $C_{i,t}^{k'} = \widehat{\omega}_{c,i,k}\left(\frac{(1+\tau_{k',i})P_t^{k',i}}{P_{i,t}^{C}}\right)^{-\eta_{C_H}} C_{i,t}, y \sum_{k'=1}^{N_s}\widehat{\omega}_{c,i,k'} = 1, \forall k' \in \{1, \ldots, N_s\}, \forall i \in \{1, \ldots, N_c\}.$

  $(N_s * N_c\ ecuaciones)$

- $C_{i,t} = \omega_{c,i}\left(\frac{P_{i,t}^{C}}{P_t}\right)^{-\eta_C} C_t\ , y\ \sum_{i_c=1}^{N_c}\omega_{c,i} = 1,\ \forall i \in \{1, \ldots, N_c\}.$

  $(N_c\ ecuaciones)$

- $P_{i,t}^{C} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s}\widehat{\omega}_{c,i,k'}((1+\tau_{k',i})P_t^{k',i})^{1-\eta_{C_H}}\right)^{\frac{1}{1-\eta_{C_H}}},$

- $P_t = \left(\sum_{i=1}^{N_c}\omega_{c,i}(P_{i,t}^{C})^{1-\eta_C}\right)^{\frac{1}{1-\eta_C}}.$

- η_C es la elasticidad de sustitución entre los bienes de consumo domésticos y η_{C_H} es la elasticidad de la sustitución entre bienes de consumo nacionales e importados.

Horas trabajadas

Las horas trabajadas son un agregado de las horas suministradas a cada empresa en cada sector:

$$N_t = \left(\sum_{i=1}^{N_s} \left(n_t^i\right)^{\frac{\xi+1}{\xi}} \right)^{\frac{\xi}{\xi+1}}, \xi > 0$$

n_t^i, es el número de horas trabajadas en el sector $i \in \{1, \dots, N_s\}$.

1. Introduce una **movilidad laboral limitada entre sectores** y, en consecuencia, heterogeneidad en salarios y horas, preservando al mismo tiempo la configuración de agente representante.
2. La mano de obra es **perfectamente móvil** dentro de los sectores.
   - Los salarios y las horas en las empresas del mismo sector serán los mismos.
   - Nos permite centrarnos en un equilibrio que es simétrico dentro de los sectores, pero aún asimétrico en todos los sectores.

Restricción presupuestaria de los consumidores

El consumidor representativo maximiza:

$$E_\tau \sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau}\left(\ln(c_t) + \nu_t^m \ln(m_t) + \nu_t^N \ln(1 - N_t)\right)$$

Sujeto a la restricción presupuestaria dinámica del consumidor (en términos reales) es:

$$(1+\tau_c)c_t + b_t + m_t + \sum_{k=1}^{N_s} \int_0^1 \left(\frac{a_t^{j,k} s_t^{j,k}}{P_t A_t}\right) dj = (1-\tau_w) \sum_{k=1}^{N_s} \int_0^1 \left(\widehat{w}_t^{j,k} n_t^{j,k}\right) dj$$
$$+ \frac{R_{t-1} b_{t-1}}{\pi_t \mu_t} + \frac{m_{t-1}}{\pi_t \mu_t} + (1-\tau_K) \sum_{k=1}^{N_s} \int_0^1 \left(\frac{\left(d_t^{k,j} + a_t^{j,k}\right) s_{t-1}^{j,i}}{P_t A_t}\right) dj + \frac{\Gamma_t}{P_t A_t}$$

Restricción presupuestaria de los consumidores

GASTO

INGRESOS

$$\underbrace{(1+\tau_c)C_t+b_t+m_t+\sum_{k=1}^{N_s}\int_0^1\left(\frac{a_t^{j,k}s_t^{j,k}}{P_t}\right)dj}_{\text{GASTO}}=\underbrace{\sum_{k=1}^{N_s}\int_0^1\left(\frac{w_t^{j,k}\,n_t^{j,k}}{P_t}\right)dj+\frac{R_{t-1}b_{t-1}}{\pi_t}}_{\text{INGRESOS}}+\frac{m_{t-1}}{\pi_t}+\sum_{k=1}^{N_s}\int_0^1\left(\frac{\left(d_t^{j,k}+a_t^{j,k}\right)s_{t-1}^{j,k}}{P_t}\right)dj+\frac{\Gamma_t}{P_t},$$

Donde:

- ✓ $b_t = B_t/P_t$ es el valor real de las tenencias nominales de bonos,
- ✓ $m_t = M_t/P_t$ son los saldos de dinero real,
- ✓ R_t es la tasa de interés nominal bruta de los bonos que vencen en el periodo $t+1$;
- ✓ Γ_t es una transferencia de suma fija del gobierno, y
- ✓ $a_t^{j,k}$ y $d_t^{j,k}$ son, respectivamente, el precio de una acción y el dividendo pagado por el fondo mutuo j,k.

Condiciones de primer orden de los Hogares

- Ecuación de Euler

$$c_t^{-1} = \frac{\beta R_t}{\pi_{t+1}} C_{t+1}^{-1}$$

- Demanda de dinero

$$m_t = \frac{v_t^m (1 + \tau_C) C_t \, R_t}{R_t - 1}$$

- Oferta de Trabajo

$$v_t^N (n_t^k)^{\frac{1}{\xi}} = \frac{(1 - N_t)(N_t)^{\frac{1}{\xi}}}{(1 + \tau_c) C_t} w_t^k$$

Sector exportador

Existe un sector exportador que compra un bien homogéneo final en el mercado domestico y lo vende al resto del mundo.

La demanda para el bien exportado al país i está dada por:

$$e_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t}^{e}}{s_t P_{i,t}^{*}}\right)^{-\eta_{Y^*}} Y_{i,t}^{*},$$

Donde:

- η_{Y^*} es la elasticidad de sustitución entre los bienes domésticos y foráneos en la economía externa,
- $e_{i,t}$ es el bien homogéneo exportado,
- $P_{i,t}^{e}$ es el índice de precios del bien exportado,
- $Y_{i,t}^{*}$ es la producción del país i y $P_{i,t}^{*}$ es el índice de precios del país i.

Bien homogéneo exportado

- El bien homogéneo exportado,$e_{i,t}$, esta compuesto por las cantidades de cada bien domestico k' que se destinan para la exportación, $e_{i,t}^{k'}$, y se define por:

$$e_{i,t} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s} \omega_{e,i,k'}^{\frac{1}{\eta_e}} {e_{i,t}^{k'}}^{1-\frac{1}{\eta_e}} \right)^{\frac{\eta_e}{\eta_e - 1}}$$

$e_{i,t}^{k'}: exportación\ del\ sector\ k' \in \{1, \dots, N_s\}\ al\ país\ i \in \{1, \dots, N_c\}$.

Problema del sector exportador

$$P^e_{i,t} e_{i,t} = \min_{\{e^r_t\}_{r=1}^{N_s}} \sum_{k'=1}^{N_s} (1+\tau_{e,i,k'}) P^{k'}_t e^{k'}_{i,t}$$

$s.a.$

$$e_{i,t} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s} \omega_{e,i,k'}^{\frac{1}{\eta_e}} e_{i,t}^{k'^{\,1-\frac{1}{\eta_e}}} \right)^{\frac{\eta_e}{\eta_e - 1}}.$$

La solución de este problema es:

$$P^e_{i,t} = \left(\sum_{k'=1}^{N_s} \omega_{e,i,k'} \left((1+\tau_{e,k'}) P^{k'}_t \right)^{1-\eta_e} \right)^{\frac{1}{1-\eta_e}},$$

$$e^{k'}_{i,t} = \omega_{e,i,k'} \left(\frac{(1+\tau_{e,k'}) P^{k'}_t}{P^e_{i,t}} \right)^{-\eta_e} e_{i,t}, \forall k' \in \{1, \dots, N_s\}, \forall i \in \{1, \dots, N_c\}.$$

$\tau_{e,k'}$ es el impuesto a los bienes exportados del sector k'.

Política fiscal

El gobierno combina autoridades fiscales y monetarias. La política fiscal consiste en transferencias de suma fija a los consumidores cada período, que se financian mediante la impresión de dinero adicional y recolección de impuestos.

La restricción presupuestaria del gobierno es

$$\frac{\Gamma_t}{P_t} + \sum_{k'=1}^{N_s} \mathrm{T}_t^{k'} = m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + Tax_t\ ,$$

Donde

$$Tax_t = \sum_{k'=1}^{N_s} \tau_{k'} y_t^{k'} + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \tau_{k',i} P_t^{k',i} (\tilde{Z}_{i,t}^{k}(k') + \tilde{X}_{i,t}^{k}(k')) + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \tau_{k',i} P_t^{k',i} C_{i,t}^{k'} + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \tau_{e,k'} P_t^{k',i}\, e_{i,t}^{k'} + \tau_c P_t\, C_t,$$

Y

$$\mathrm{T}_t^{k} = \gamma_k \left(m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + Tax_t - \frac{\Gamma_t}{P_t} \right), \gamma_k \in (0,1)\ y\ \sum_{k'=1}^{N_s} \gamma_{k'} = 1.$$

Política monetaria

El dinero es ofertado por el gobierno de acuerdo con la regla

$$M_t \; = \mu_t^m M_{t-1};$$

donde μ_t^m es la tasa estocástica de crecimiento del dinero, que sigue el proceso

$$\ln(\mu_t^m) = \left(1 - \rho_\mu\right) \ln(\mu_{ss}^m) + \rho_\mu \ln(\mu_{t-1}^m) + \epsilon_t^{\mu^m},$$

$\rho_\mu \in (-1{,}1)$; $\ln(\mu_{ss}^m)$ es la media incondicional y la innovación $\epsilon_t^{\mu^m}$ se distribuye de forma idéntica e independiente (i:i:d:) con media cero y varianza $\sigma_{\mu^m}^2$. $\mu\nu$

Vaciado de mercados (Equilibrio)

En equilibrio:

- las tenencias netas de bonos privados son iguales a cero porque los consumidores son idénticos,
- las tenencias totales de acciones en el sector k suman uno y las empresas en el mismo sector son idénticas, de modo que $P_t^{k,j} = P_t^k$; $C_t^{k,j} = C_t^k$; $n_t^{k,j} = n_t^k$ y $d_t^{k,j} = d_t^k$.
- Entonces, la demanda agregada del sector k es

$$y_t^k = C_{\hat{j},t}^k + \sum_{k'=1}^{N_s} Z_{\hat{j},t}^{k'}(k) + X_{\hat{j},t}^k + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq\hat{j}}}^{N_c} e_{i,t}^k + \Phi_t^k,$$

donde Φ_t^k es la suma de todos los costes de ajustes.

Vaciado de mercados (Equilibrio)

La restricción presupuestaria de los hogares agregada se puede simplificar hasta representar el equilibrio en la balanza de pagos:

$$IMP_t = EXp_t,$$

donde

$$IMP_t = \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \hat{P}_t^{k',i} C_{i,t}^{k'} + \sum_{k=1}^{N_s} \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \hat{P}_t^{k',i} Z_{i,t}^{k}(k') + \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \hat{P}_t^{k',i} X_{i,t}^{k'},$$

$$EXP_t = \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq \hat{j}}}^{N_c} \sum_{k'=1}^{N_s} \left(1 + \tau_{e,k',i}\right) P_t^{k'} e_{i,t}^{k'}.$$

Calibración

- Se utilizan los datos de la matriz de insumo Producto agregada para 35 sectores construida por el Proyecto Insumo Producto de CEPAL: “Matrices Globales de Insumo-Producto: Herramientas Para Facilitar El Estudio de La Integración de América Latina Con El Mundo”, para el 2017.
- Por construcción, la tabla de I-O de nuestro modelo replica la de la economía seleccionada.
- Se usan datos del PWT y algunos valores estimados del modelo Bouakez et al., (2014) para los parámetros de rigideces y algunos que determinan la dinámica del modelo.
- Estos parámetros deben ser estimados con datos trimestrales para obtener unos resultados más ajustados al país.

Socios comerciales y sectores de modelo DSGE (11x35)

iso	**Países**
ARG	Argentina
BRA	Brasil
CHL	Chile
PRC	China
COL	Colombia
ECU	Ecuador
MEX	México
ROW	Resto del Mundo
RUS	Rusia
UE	UE
USA	Estados Unidos

Se realizaron Simulaciones para los 4 países de la Alianza del Pacífico, y adicionalmente Argentina y Brasil

Misma metodología con:

1) Matriz CEPAL;
2) Matriz FIGARO

Países y sectores de modelo DSGE (11x35)

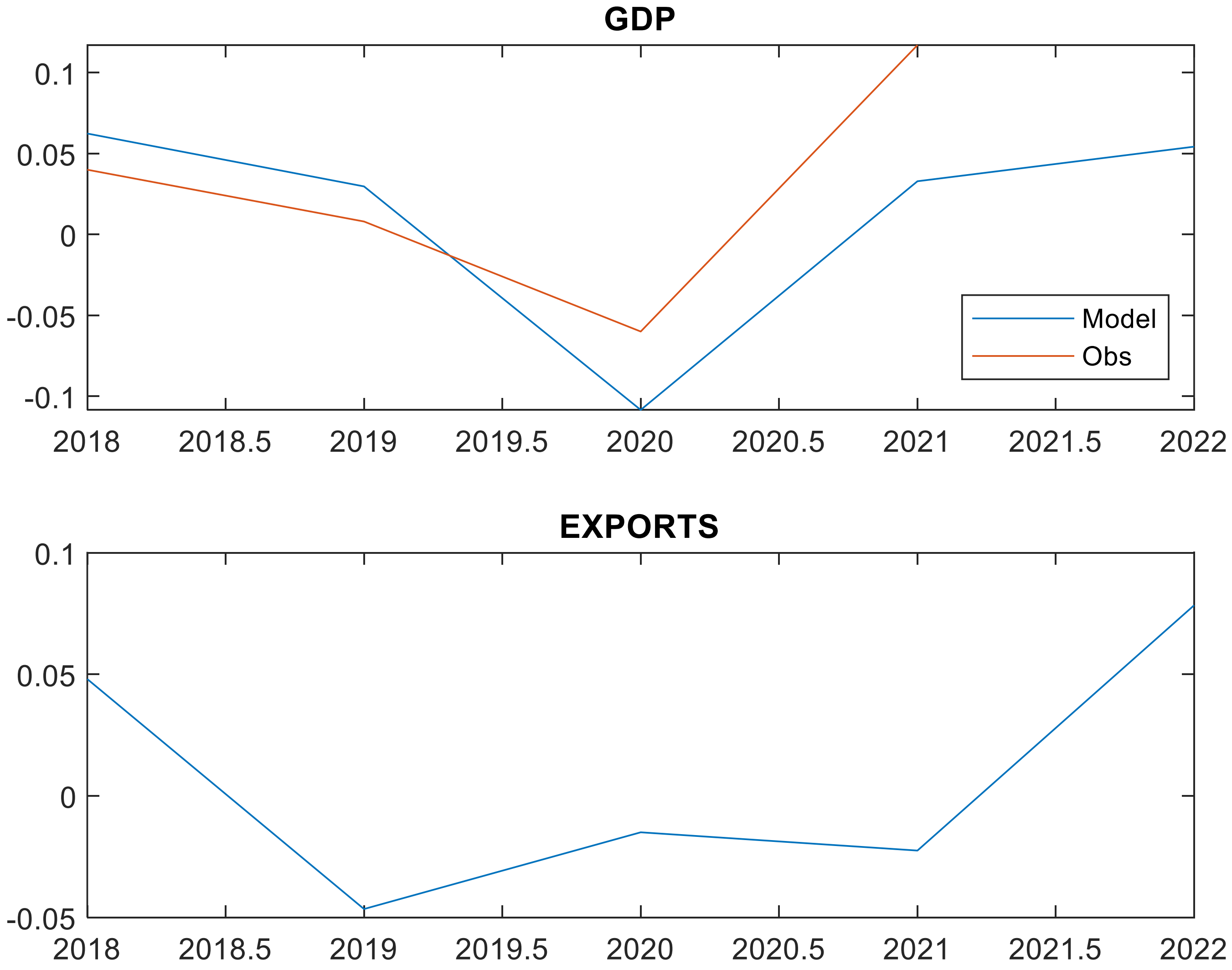
COD_SECTOR	SECTORES
1	Agriculture, hunting, forestry, and fishing
2	Mining and quarrying
3	Food, beverages, and tobacco
4	Textiles and textile products
5	Leather, leather products, and footwear
6	Wood and products of wood and cork
7	Pulp, paper, paper products, printing, and publishing
8	Coke, refined petroleum, and nuclear fuel
9	Chemicals and chemical products
10	Rubber and plastics
11	Other nonmetallic minerals
12	Basic metals
13	Fabricated metals
14	Machinery, nec
15	Computer, electronic, and optical equipment
16	Electrical machinery and apparatus, nec.
17	Motor vehicles
18	Other transport equipment

COD_SECTOR	SECTORES
19	Manufacturing, nec; recycling
20	Electricity, gas, and water supply
21	Construction
22	Sale, maintenance, and repair of motor vehicles,...
23	Wholesale trade and commission trade, except of motor vehicles and motorcycles
24	Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles
25	Hotels and restaurants
26	Inland transport
27	Water transport
28	Air transport
29	Other supporting and auxiliary transport activities
30	Post and telecommunications
31	Financial intermediation
32	Real estate activities
33	Renting of M&Eq and other business activities
34	Public administration and defense
35	Otros servicios

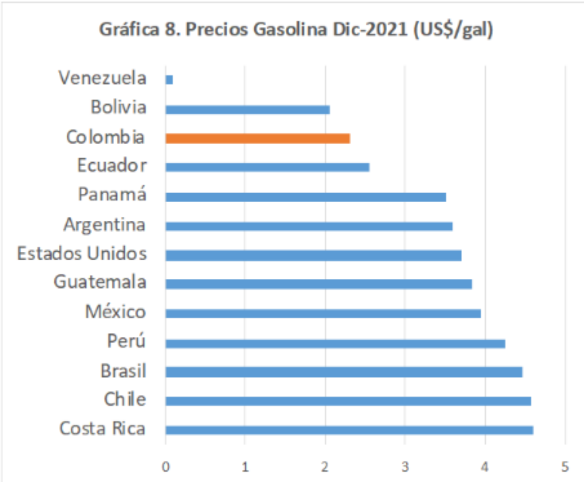
Escenarios simulados

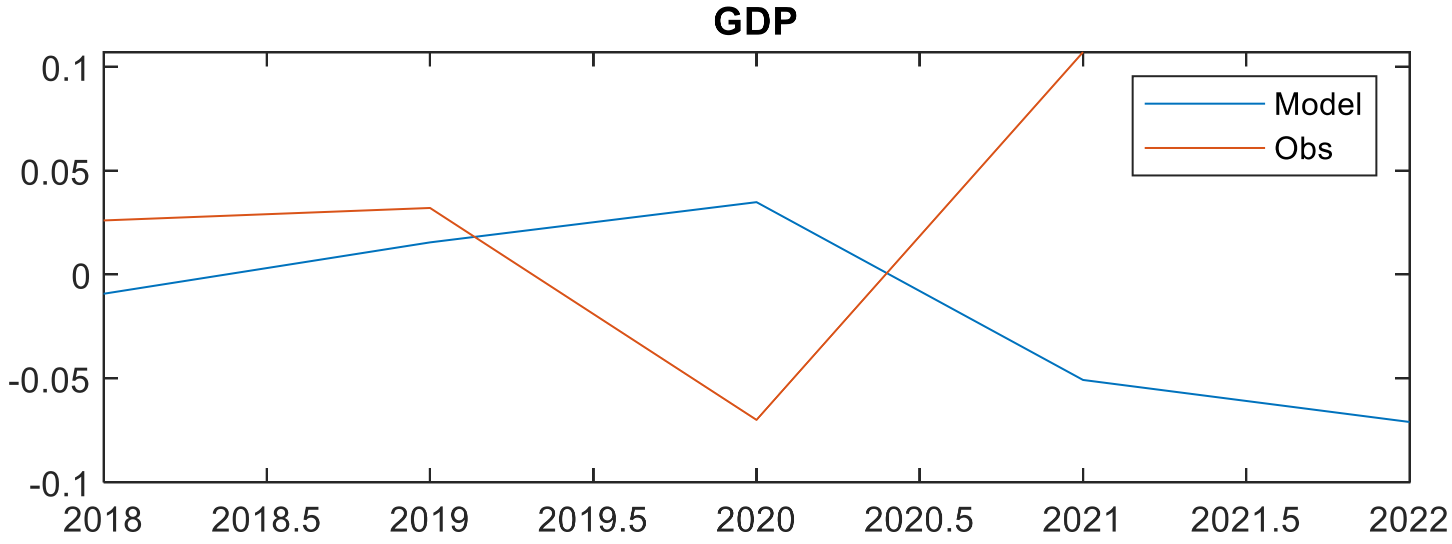
- **Se simula los cambios observados en las exportaciones de bienes (precios y volúmenes) durante la pandemia y el período posterior a la misma**
  - ✓ **Crisis COVID 19 (2020)**
  - ✓ **Recuperación (2021)**
  - ✓ **Estimaciones del efecto en 2022 a partir de información observada (Primer Semestre)**
- **Se evalúa el impacto en:**
  - ✓ **Producción**
  - ✓ **¿Cuánto de los efectos sobre el PIB se explican por la crisis / cambio en precio y volumenes?**
  - ✓ **¿A partir de los impactos observados en los precios internacionales Xs e Ms, es posible reproducir los impactos con el modelo?**
- **Países objetivo del ejercicio:, Colombia, Chile, México y Perú, además de Argentina y Brasil.**

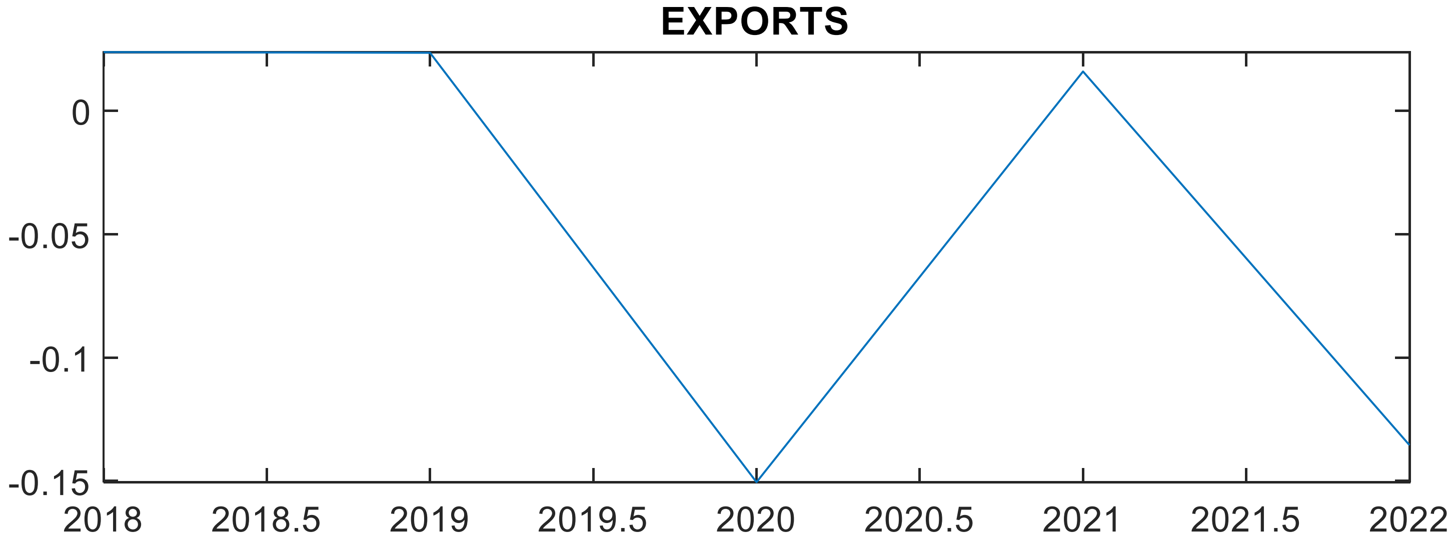
En el caso de Chile, el modelo reproduce en un 50% el desplome del PIB en 2020. Pronostica un efecto positivo a raíz de la guerra Rusia-Ucrania



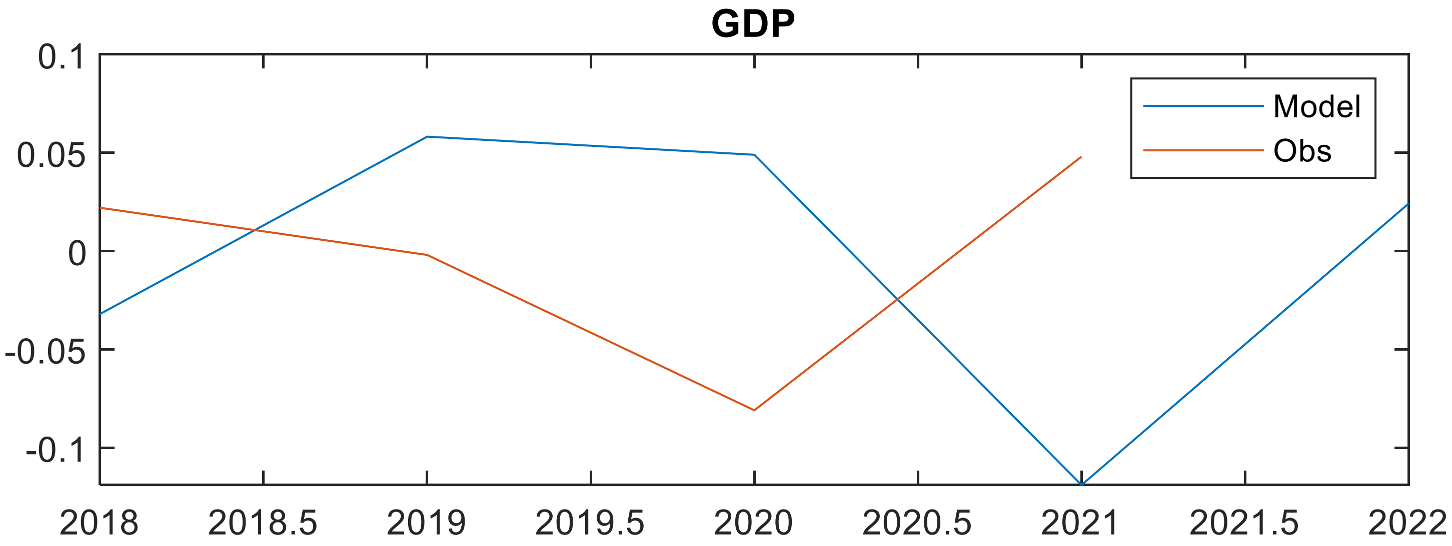
En Colombia, el modelo reproduce el desplome en exportaciones, pero muestra un rezago en el PIB. Los precios de los combustibles aumentan 80% en 2021, y el modelo captura esa alza y expande el PIB, y luego hay un rezago

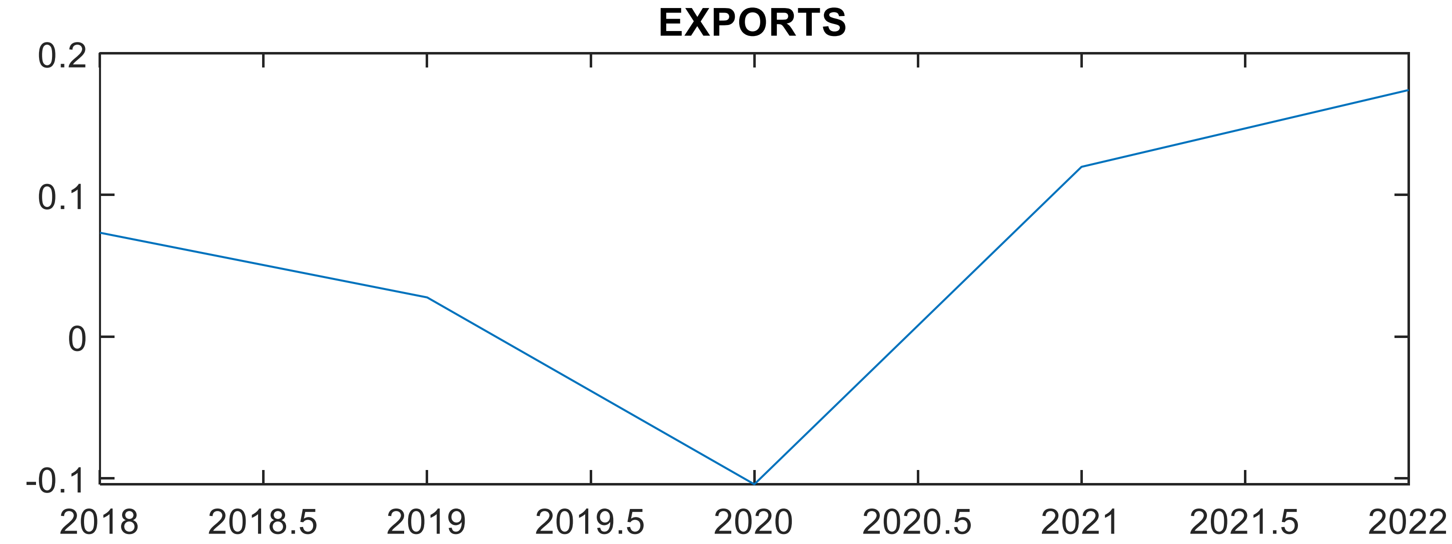




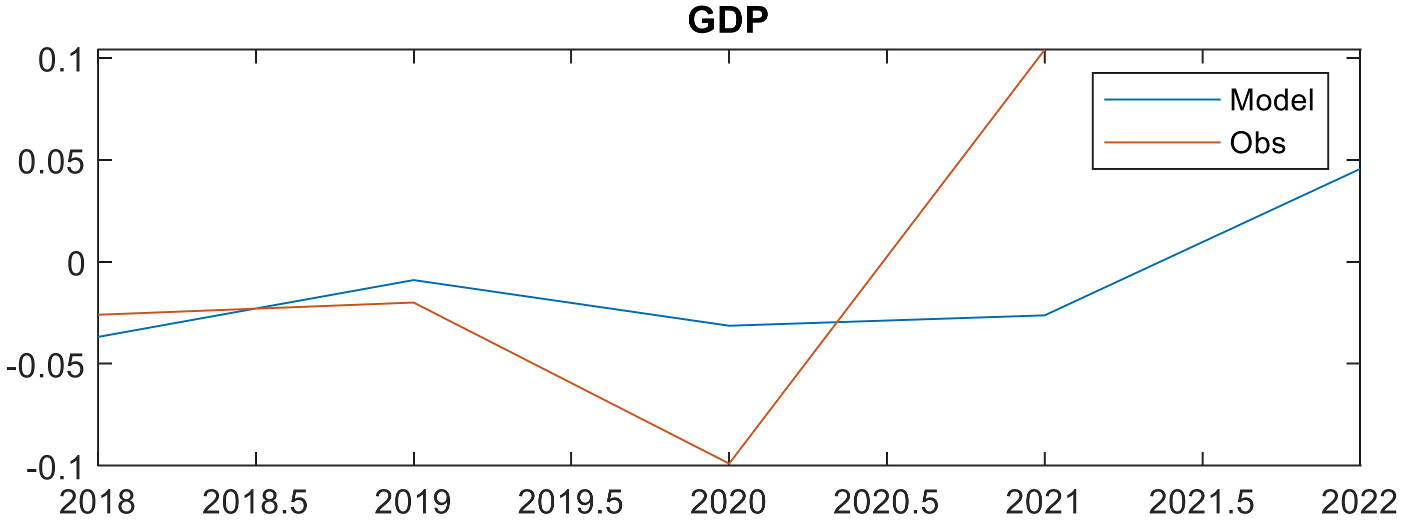


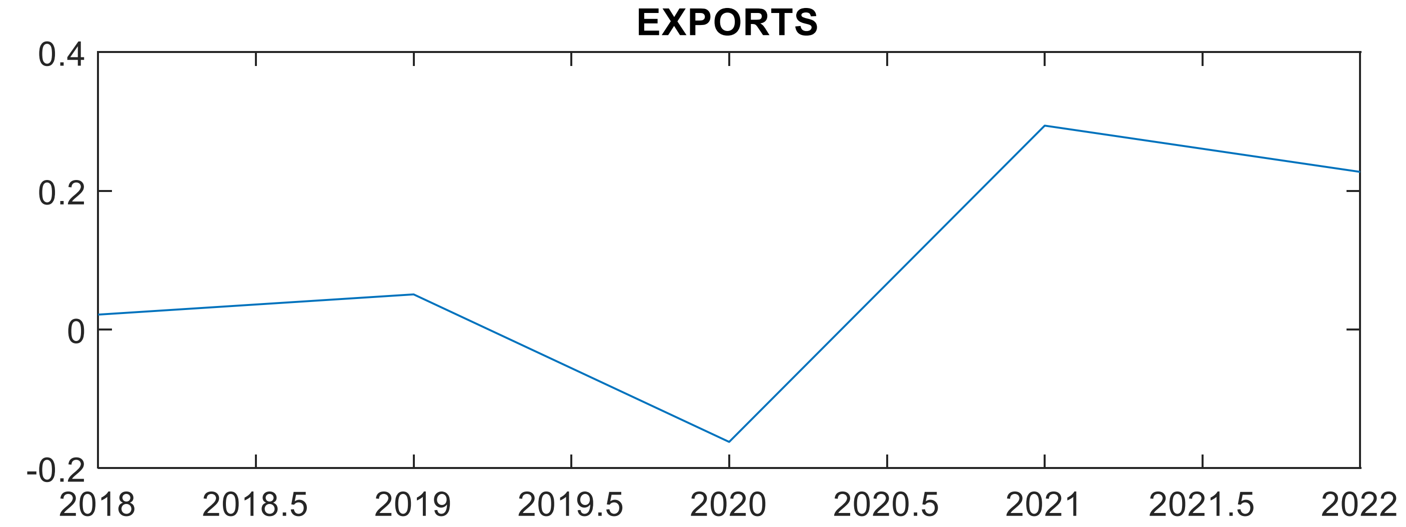
México


GDP
Model
Obs
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
2018
2018.5
2019
2019.5
2020
2020.5
2021
2021.5
2022


EXPORTS
0.2
0.1
0
-0.1
2018
2018.5
2019
2019.5
2020
2020.5
2021
2021.5
2022

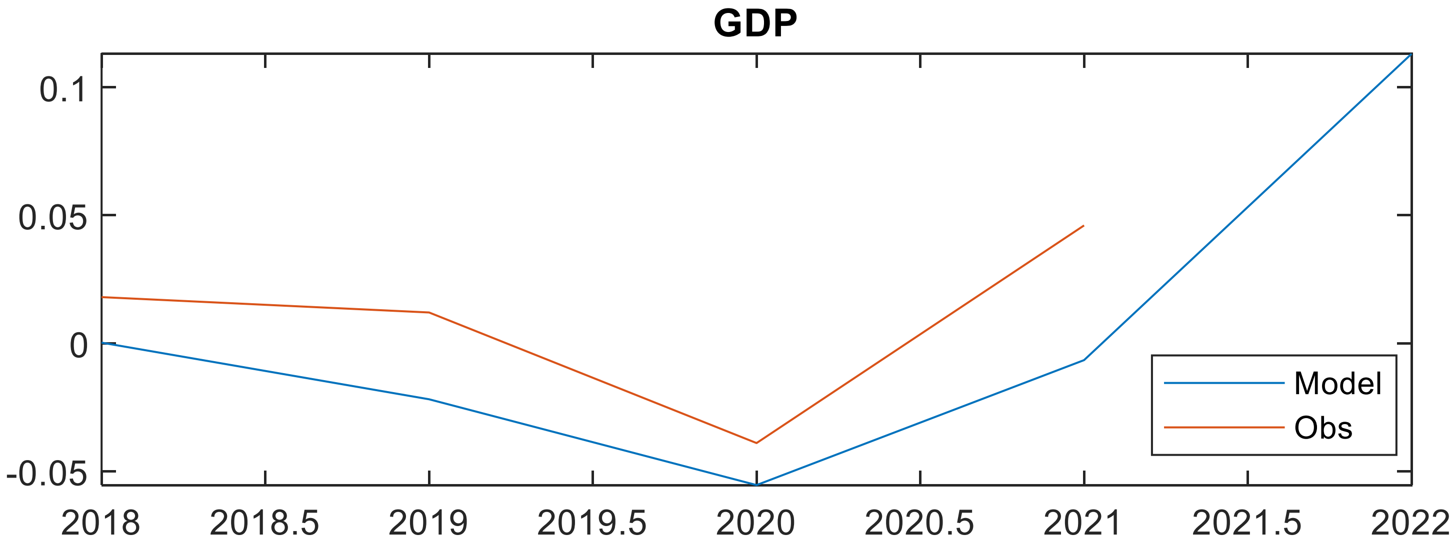
Para el caso de Argentina, los efectos

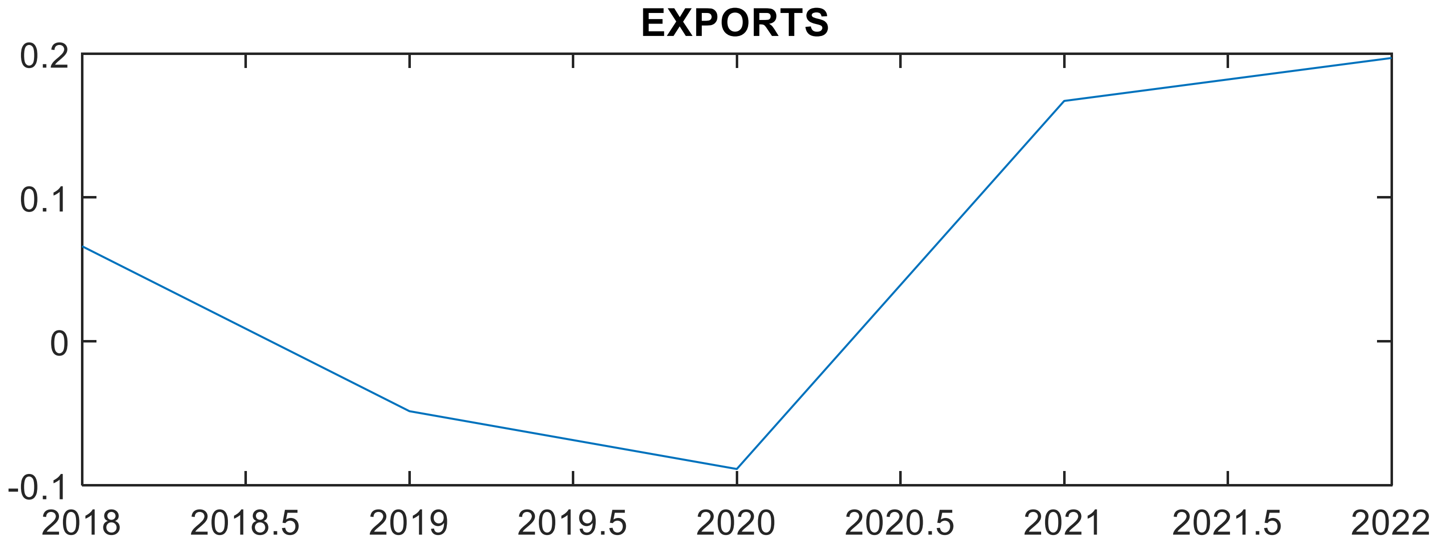




Brasil


ORDEM E PROGRESSO


GDP
0.1
0.05
0
-0.05
2018
2018.5
2019
2019.5
2020
2020.5
2021
2021.5
2022
Model
Obs


EXPORTS
0.2
0.1
0
-0.1
2018
2018.5
2019
2019.5
2020
2020.5
2021
2021.5
2022

Conclusiones

- ***El modelo calibrado con las MIP de la AP explica entre un 50% y 65% de las variaciones del PIB durante la crisis COVID-19 en los casos de Chile y Brasil***
  - ✓ Impactos sobre los precios de los productos básicos, afectan la estructura exportadora
  - ✓ Se replica el desplome del volumen
  - ✓ En el caso de Argentina 20%,
  - ✓ En los casos de México y Colombia se aprecia un rezago en la respuesta en el Producto
- ***Estamos corriendo un ejercicio similar realizado con las matrices de FIGARO 2019 para los casos de Argentina, Brasil, y México.***

Modelo de Equilibrio General (MEG-DE) para la evaluación de impacto con matrices AP(4): CEPAL y FIGARO (Ar, Br, Mx)

Jesús Morales Piñero
Consultor CEPAL
Académico Universidad Sergio Arboleda

Bogotá/Ciudad de México/Lima/Santiago, 26 de octubre de 2022

Naciones Unidas
CEPAL
Universidad Sergio Arboleda
Alianza del Pacífico