

INTEL “INSIDE”: MIDIENDO SU IMPACTO DE LARGO PLAZO EN EL DESARROLLO DE COSTA RICA USANDO UN MÉTODO DE CONTROL SINTÉTICO

Sandro Zolezzi Hernández
Mauricio Miranda Bao

RESUMEN

¿Cuál ha sido el efecto causal de Intel en el desarrollo económico de Costa Rica? O más bien ¿Cuál hubiese sido el desarrollo de Costa Rica si Intel no hubiese abierto operaciones en el país? Responder a la primera pregunta y a su escenario contrafactual son los principales objetivos de este estudio. A pesar de que Intel tiene más de veinte años de operar en Costa Rica, no se ha cuantificado su impacto sobre el PIB per cápita real mediante un control sintético. En los últimos años, se han publicado varios estudios sugiriendo un efecto positivo de Intel en la economía doméstica, pero ninguno ha diseñado un escenario contrafactual con el cual comparar dicha operación. Cualitativamente, se tiene conocimiento de que la empresa ha aportado una larga lista de beneficios positivos al país, tanto directos como indirectos. Cuantitativamente, a través de un control sintético, se determina que con Intel el crecimiento promedio anual del PIB per cápita real de Costa Rica aumentó en promedio de 1,3% a 2,6% anualmente durante el periodo 1998-2018, más que duplicando el crecimiento en comparación con una Costa Rica contrafactual que no hubiese recibido la inversión de Intel.

Palabras claves: Costa Rica; INTEL; Impacto; Inversión extranjera directa; Control sintético.

ABSTRACT

What has been Intel's causal effect in Costa Rica's economic development? Or rather, what would have happened to Costa Rica's development if Intel had not set up operations in the country? Answering the first question and its counterfactual scenario are the main objectives of this study. Although Intel has been operating in Costa Rica for more than twenty years, its impact on GDP per capita has not been quantified using a synthetic control method. In the last few years, several studies suggesting a positive effect of Intel on the local economy have been published, but none of them have designed a counterfactual simulation against which to compare such an operation. Qualitatively, the company is known to have brought a long list of positive benefits to the country, both direct and indirect. Quantitatively, through a synthetic control, it is determined that with Intel the average annual growth of Costa Rica's real GDP per capita increased, on average, from 1.3% to 2.6% during the 1998-2018 period, more than doubling growth when compared to a counterfactual Costa Rica that did not receive Intel's investment.

Key words: Costa Rica; INTEL; Impact; Foreign direct investment; Synthetic control.

Sandro Zolezzi Hernández es Profesor de LEAD University y Director del Departamento de Investigación, Monitoreo y Evaluación (DIME) de CINDE y Mauricio Miranda Bao es Analista de Investigación, Monitoreo y Evaluación de ese mismo Departamento.

INTRODUCCIÓN

El 13 de noviembre de 1996 Intel anunció su decisión de construir su próxima planta de ensamblaje y prueba en Costa Rica. Era la primera y sería la única planta de Intel en América Latina. Costa Rica había dejado fuera de competencia a México, Chile y Brasil. Como Intel acostumbraba, el anuncio era condicional: declaró que el proyecto se ubicaría en el país seleccionado sólo si el gobierno local cumplía con las disposiciones acordadas en el contrato. En el caso de Costa Rica, estos acuerdos incluían el registro de Intel en una Zona Franca autorizada, la concesión de una serie de permisos ambientales y de construcción, y el compromiso del gobierno para mejorar los programas técnicos e instalaciones de capacitación en diversas instituciones públicas para estudiantes de electrónica (Spar, 1998). Bajo estos acuerdos Intel inició operaciones en el país en 1997.

La influencia de Intel en Costa Rica es innegable. Esta empresa ha aportado al crecimiento económico, a la inversión extranjera directa, al nivel de exportaciones, a la generación de empleo, a las mejores prácticas gerenciales y al entrenamiento del capital humano local. Intel ha marcado un antes y un después en el país. Sin embargo, a pesar de tener más de veinte años de operar en Costa Rica, no se ha cuantificado su impacto sobre el crecimiento del PIB per cápita real mediante un método causal. Un control sintético es una técnica o método econométrico que permite crear o sintetizar un evento que no es observable en unidades no tratadas para compararlo con las unidades tratadas. En los últimos años, se han publicado varios estudios sugiriendo un efecto positivo de Intel en la economía doméstica, pero ninguno ha diseñado un escenario contrafactual con el cual comparar dicha operación. El aporte de este artículo a la literatura académica es principalmente metodológico. Cualitativamente hay evidencia de que Intel tuvo un efecto muy positivo en el desarrollo económico de Costa Rica. Sin embargo, las metodologías de investigación encontradas en la literatura carecen de un escenario contrafactual con el cual realizar un proceso de identificación del efecto cuantitativo. En este estudio se realiza la construcción de una Costa Rica sintética con el fin de contestar la pregunta de investigación planteada en un entorno de causalidad.

Para efectos de este artículo se ha definido desarrollo económico como el crecimiento del PIB per cápita real del país. Se reconoce que no es el indicador ideal

para medir el desarrollo de un país porque solo toma a consideración el aspecto monetario o de producción; dejando de lado dimensiones importantes como educación, salud, seguridad y demás. Sin embargo, al ser unidimensional tiene la virtud de ser comparable con otros países en el tiempo y bajo una misma moneda con paridad en el poder adquisitivo.

El método de control sintético propuesto en este artículo genera una prueba empírica robusta, y también otras pruebas alternativas a la literatura académica consultada y logra cuantificar el impacto de Intel en la variable de interés: PIB per cápita real. Los estudios comparativos en muestras pequeñas tienen una larga historia en la literatura académica relacionada a ciencias políticas, y su intersección con economía. Dado que la pregunta de investigación es de naturaleza causal, el problema de identificación del impacto de Intel sobre el desarrollo de Costa Rica puede ser enfocado a través del marco de eventos potenciales. Este marco conceptual asume que la variable dependiente tiene diferentes resultados potenciales para cada país, condicionado a experimentar o no el evento que está siendo estudiado. En este caso, tener o no a Intel operando en el país. Esto quiere decir que hay un indicador para el país receptor y otro para el país o los países no receptores. El efecto causal se establece como la diferencia entre el país receptor y el país no receptor si y solo si la única diferencia entre un país y el otro es la presencia de Intel.

La hipótesis principal del artículo es que Intel ha tenido un impacto positivo y cuantificable en el desarrollo económico de Costa Rica. Los hallazgos principales apuntan a que Costa Rica es un país con el nivel de desarrollo económico que tiene actualmente gracias al éxito en atraer la operación de Intel al amparo del régimen de Zona Franca. El camino no recorrido, en donde Intel no se instala en Costa Rica, resulta menos desarrollado y con menor crecimiento de largo plazo. Esto ocurre porque la llegada de Intel en 1997 marcó un nuevo comienzo, ya que su decisión de establecer una planta destinada al ensamblaje y prueba de microprocesadores allanó el camino para otras empresas multinacionales de alta tecnología. Fue una señal para otras empresas multinacionales de que en Costa Rica se podían hacer inversiones de alto contenido tecnológico.

El resto del artículo está compuesto por una revisión de la literatura, la estrategia empírica, la explicación de los datos utilizados, los resultados y las conclusiones. En

la revisión de literatura se detalla el origen de la pregunta de investigación para Costa Rica, se justifica la utilización de un control sintético como estrategia empírica y se narra el aporte específico a la literatura académica. Se expone un breve marco teórico en donde se busca explicar la escogencia del PIB per cápita como indicador de desarrollo económico, y la teoría de cambio bajo la cual el Intel debería afectar positivamente este indicador. El artículo continúa explicando la estrategia empírica y el método de control sintético para estudios comparativos. Después se comunica la escogencia de datos para responder la pregunta de investigación y todos los ajustes hechos a los mismos para poder ser utilizados. Seguidamente se exponen los resultados encontrados a lo largo de la investigación, al igual que las pruebas de robustez de dichos resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones de esta investigación.

REVISIÓN DE LITERATURA

La revisión de literatura de este artículo se divide en dos partes: la primera está relacionada con la pregunta de investigación y la segunda está relacionada con la estrategia empírica y sobre de su utilidad técnica en el proceso de identificación con preguntas similares. En consecuencia, se va a repasar la literatura académica previa que combina el tipo de pregunta planteada con el método cuantitativo sugerido. Esto último con el propósito de recalcar que, si bien la pregunta no es novedosa para el país, la aplicación del método para contestarla sí lo es. Finalmente, se explica claramente la brecha en la literatura que el artículo busca llenar.

En la literatura hay autores que se han planteado preguntas similares a la de esta investigación. En general: ¿cuál es el beneficio de Intel en Costa Rica? De hecho, la pregunta se puede generalizar aún más: ¿cuál es el efecto de una multinacional en un país en vía de desarrollo? También, ¿cuál es el efecto de la inversión extranjera directa en búsqueda de eficiencia en un país en vía de desarrollo? Estas preguntas han sido contestadas en una serie de trabajos anteriores. Así, se llega a los trabajos del Banco Mundial (2006), Spar (1998), Larraín, López-Calva & Rodríguez-Clare (2006) entre otros que estudian el caso de Intel en Costa Rica.

Rodríguez-Clare *et al* (2006) estudian el inicio de operaciones de Intel en Costa Rica. Los autores acuden

a indicadores tanto de efectos directos como de efectos macroeconómicos duales, aunque estos indicadores son en algunos casos más cualitativos que cuantitativos y no del todo causales. También exploran la solución alternativa de las externalidades positivas de capacitación en el capital humano, así como el efecto de demostración o señalización de Intel en la decisión de otras empresas de ingresar al país a operar. Los autores denominan a Intel como un factor de atracción. En definitiva, pintan un panorama en donde la composición de las exportaciones del país ha pasado de estar basada en recursos naturales a bienes de manufactura avanzada; los cuales han aumentado significativamente el valor agregado de las exportaciones totales. Esto implica un cambio dramático en la composición de las exportaciones de Costa Rica. La evidencia brindada por Rodríguez-Clare *et al* (2006) apunta a que Intel ha generado externalidades positivas para la economía costarricense.

El trabajo del Banco Mundial (2006) se enfoca en los efectos directos e indirectos atribuibles a Intel en Costa Rica. Según los autores, como el mayor proyecto privado registrado en el país, la inversión de Intel tuvo un profundo impacto. Los efectos macroeconómicos giraron en torno al beneficio en cuatro áreas principales: su economía, o más específicamente, en sus entradas de inversión extranjera directa, Producto Interno Bruto y comercio; su clima de inversión; su industria; y aspectos sociales y de desarrollo importantes como la educación. En términos de crecimiento económico, manteniendo la población constante, en 1999 el PIB de Costa Rica creció 8,4%; excluyendo la contribución de Intel habría crecido solo 3,0%. Cuando la actividad de Intel disminuyó significativamente en 2000, el crecimiento del PIB del país se mantuvo en 1,4%. Sin Intel, el PIB habría crecido un 3,0%. En el 2001 se normalizó la situación y Costa Rica creció 4,6%, pero excluyendo la contribución de Intel, habría crecido solo 4,1% (Banco Mundial, 2006).

Intel, al ser desproporcionadamente más grande que el resto de los actores económicos de Costa Rica, creó distorsiones casi de inmediato en los indicadores macroeconómicos del país. Éstas se hicieron evidentes poco después de que Intel comenzó a operar y exportar en 1998. Las autoridades económicas comenzaron a medir la economía con y sin Intel, para comprender las tendencias de la “otra Costa Rica”. Esto implicó que el análisis evolucionó a conjuntos duales de estadísticas

macroeconómicas para Costa Rica, con y sin compañías multinacionales de alta tecnología en general; incluida Intel (Banco Mundial, 2006). Sin embargo, se considera que la comparación de la misma versión de Costa Rica con y sin Intel en las estadísticas macroeconómicas no es lo suficientemente insesgada para cuantificar el efecto causal ya que la compañía sigue estando en el país. Es decir, por más que se reste la contribución de Intel, el país sigue siendo beneficiario de su presencia. Por ende, Costa Rica no es una buena comparación contra ella misma, ya que hay factores de confusión jugando un rol importante en las cifras sin Intel, en donde su presencia sigue influyendo en el nivel de éstas. Por esta razón en el presente artículo se sugiere cuantificar el efecto Intel a través de un control sintético, para diseñar una comparación a través de un conjunto de países donantes que no fueron beneficiarios de Intel, y no a través de estadísticas macroeconómicas duales dentro del mismo país.

Según el Banco Mundial (2006), Spar (1998) y Rodríguez-Clare *et al* (2006) hay un efecto demostración o de señalización que generó Intel en Costa Rica como receptor de inversión extranjera directa. El efecto de señalización es bien reconocido y apreciado por las empresas extranjeras. Intel llevó a cabo toda una diligencia en profundidad antes de elegir una nueva ubicación, allanando así el camino para que otros inversionistas siguieran sus pasos. Intel envió una fuerte señal a otros inversores que puso a Costa Rica en el mapa global y sirvió como un aliado importante en la promoción de inversiones en el país. Gran parte de las inversiones hechas en el país posteriores a 1998 se deben, al menos en una parte, a que Intel dio el primer paso. Esta aseveración se puede corroborar basándose en los trabajos de Akerlof (1970) y Spence (1973) en donde Intel juega un rol fundamental en eliminar la asimetría de información sobre el éxito del país como destino de inversión. Así, cualquier comparación de Costa Rica consigo misma tiene influencia del efecto demostración señalado. Cualquier aporte de otras multinacionales encasilladas en cifras macroeconómicas sin Intel siguen estando afectadas por la presencia de la empresa en el país. Por ende, es recomendable utilizar un método causal como el control sintético.

El método de control sintético fue propuesto en Abadie & Gardeazabal (2003) al reportar los efectos del conflicto terrorista en el País Vasco durante 1960

como un caso de estudio. Los autores encuentran que el PIB per cápita en el País Vasco disminuyó aproximadamente 10 puntos porcentuales en relación con una región de control sintético sin terrorismo. Más adelante fue publicado un trabajo más formal de Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) acerca del método, en donde los autores detallan todos los aspectos puntuales de la metodología. En este caso, el artículo investiga la aplicación del método de control sintético a estudios de casos comparativos como en los efectos de la Proposición 99; un programa de control del consumo de tabaco a gran escala que California implementó en 1988. Los autores demuestran que el consumo de tabaco disminuyó notablemente en California en relación con una región de control sintético comparable. Estimaron que para el año 2000 las ventas anuales de cigarrillos per cápita en California fueron aproximadamente 26 paquetes más bajos de lo que hubieran sido en ausencia de la Propuesta 99.

En el 2015 Abadie, Diamond & Hainmueller (2015) se preguntaron: ¿Cuáles fueron los efectos económicos de la reunificación en la economía de Alemania Occidental? Muchos historiadores económicos argumentan que la reunificación tuvo un efecto negativo por sus grandes costos económicos, pero la identificación del efecto es difícil porque no hay un país obvio con el que se pueda comparar la trayectoria de crecimiento de Alemania Occidental previo a la reunificación. Abadie, Diamond & Hainmueller (2015) estiman el efecto al comparar las series de tiempo reales para Alemania Occidental con un grupo de control sintético que proporciona el escenario contrafactual. Esta sistematización abre la puerta a la inferencia cuantitativa precisa en estudios comparativos en muestras pequeñas.

Después de los trabajos de Abadie & Gardeazabal (2003) y Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) surgen nuevas aplicaciones y sugerencias a la metodología. Principalmente, Abadie (2019) hace una nota metodológica sobre el método y menciona que la validez de los estimadores del control sintético depende de requerimientos importantes. Sobre todo, hace un llamado a aquellas aplicaciones superficiales que ignoran el contexto de la investigación empírica y las características necesarias de los datos, y recalca que pueden fallar y producir estimaciones engañosas. Aquí el autor recomienda considerar preguntas de investigación en áreas relevantes al uso de controles sintéticos en contextos

donde la intervención de interés solo se puede aplicar u observar en una o un pequeño número de unidades agregadas. Es decir, intervenciones exclusivas para la unidad de estudio.

Análogo a la sugerencia de Abadie (2019) acerca de la necesidad de más investigación sobre los aspectos computacionales de la metodología surgen trabajos novedosos. Entre ellos, los trabajos de Ben-Michael, Feller & Rothstein (2018) que proponen una solución aumentada para el balance de las covariables, Minard & Waddell (2019) con pesos dispersos y Kellogg, Mogstad, Pouliot & Torgovitsky (2019) con sugerencias de combinar el control sintético con procesos de pareo. Estos trabajos proponen variaciones a la metodología inicial de Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) en donde el método cuantitativo ya tiene no sola una, sino varias formas de ser aplicado. La mayoría de la literatura en controles sintéticos todavía hace referencia a la metodología original, y este artículo no es la excepción a la norma actual al aplicar el método sin mayores variaciones.

En el país hay evidencia empírica en la construcción exitosa de una Costa Rica sintética para responder preguntas de investigación similares. Existen trabajos cuya metodología de identificación es un control sintético para el país, en donde se evalúa a Costa Rica en un escenario histórico y observado en contraste con uno contrafactual. Primero, y quizás el más relacionado a la pregunta de investigación de este artículo, Billmeier & Nannicini (2013) que estudian el impacto de la liberalización económica sobre el PIB real per cápita en una muestra mundial de países, entre ellos Costa Rica. Los autores encuentran que el PIB per cápita real de Costa Rica aumentó aproximadamente 26% después de diez años de liberalización económica o apertura comercial, en comparación con una Costa Rica sintética sin apertura comercial en 1986. Paralelamente, Abarca & Ramírez (2018) evaluando los efectos de la abolición del ejército en el desarrollo económico de largo plazo encuentran que el crecimiento promedio anual del PIB per cápita de Costa Rica aumentó de 1,42% a 2,28% en el período 1950-2010 en relación con una Costa Rica contrafactual que no abolió su ejército.

El aporte que genera el artículo a la literatura académica es principalmente metodológico. La pregunta de investigación ya había sido planteada y contestada directa o indirectamente por una serie de trabajos anteriores. En esta revisión de literatura solo se mencionan

algunos que hicieron énfasis en cuantificar el efecto. Cualitativamente había evidencia de que Intel tuvo un efecto muy positivo en el desarrollo económico de Costa Rica. La teoría o el mecanismo del efecto también estaba claro a través del trabajo de Rodríguez-Clare *et al* (2006). Sin embargo, las metodologías de investigación encontradas en la literatura revisada carecían de un escenario contrafactual para realizar la comparación causal. En base a los trabajos previos de Billmeier & Nannicini (2013) y Abarca & Ramírez (2018) se considera viable la construcción de una Costa Rica sintética y se aplica a la pregunta de investigación planteada por el Banco Mundial (2006).

ESTRATEGIA EMPÍRICA

La pregunta de investigación es a nivel nacional (o agregado por país) de manera que la estrategia empírica apunta a un método comparativo. Este tipo de estudio en muestras pequeñas tiene una larga historia en la literatura académica relacionada a ciencias políticas, y su intersección con economía. Cualitativamente, los estudios comparativos apuntan a una amplia descripción del contexto y características de dos o más fenómenos específicos. Éstos intentan describir los contrastes o similitudes entre los casos elegidos y argumentan inductivamente sobre la causalidad entre los mismos. Cuantitativamente, y todavía apuntando a causalidad, estas estrategias usualmente dependen de datos agregados para una unidad de tratamiento y una pequeña muestra de unidades de control que no fueron asignadas de manera aleatoria. Normalmente entendidos como experimentos naturales en donde un *shock* afecta a una unidad, pero no a las demás. La lógica siendo: donde haya sistemas similares con respecto a la mayor cantidad de características posibles es donde se constituyen las muestras óptimas para la investigación comparativa.

Dado que la pregunta de investigación es de naturaleza causal, el problema de identificación del efecto Intel sobre el PIB per cápita de Costa Rica puede ser enfocado a través del marco de eventos potenciales introducido por Neyman (1923); después extendido por Rubin (1974) y Holland (1986). Este marco conceptual asume que la variable dependiente Y_i tiene diferentes resultados potenciales para cada país i condicionado a la dicotomía de experimentar (o no) un evento D_i siendo estudiado.

En este caso, tener a Intel operando en el país se denota $D_i = 1$, y no tenerlo operando como $D_i = 0$. Esto quiere decir que el indicador para el país receptor se expresa como Y_{1t} , y el indicador para el país no receptor como Y_{0t} . El efecto causal de D_i sobre Y_i se establece como $\tau = Y_{1t} - Y_{0t}$. La diferencia entre el país receptor y el país no receptor constituye el efecto de Intel sobre la variable dependiente Y_t ; si y solo si la única diferencia entre un país y el otro es la presencia de Intel. Técnicamente implica que D_i es asignado independiente de Y_t , es decir, son vectores ortogonales ($D_i \perp Y_t$).

La pregunta que se deriva del marco conceptual anterior es: ¿cuál país es tan parecido a Costa Rica que su única diferencia es no haber tenido a Intel operando en su economía? La respuesta inmediata es ninguno. Cuando la unidad de estudio es un país, las diferencias entre uno y el otro abundan y no se pueden reducir a una sola. Esto implica la necesidad de contar con un grupo de países comparables para poder hacer el análisis de causalidad. Dentro de las posibles opciones de comparación, se propone que es mejor recurrir a un promedio ponderado de varios países que no tienen o no han tenido a Intel operando; sobre todo durante el mismo periodo que Costa Rica. Lo anterior con la meta de ir más allá de depender de un promedio simple entre países vecinos o semejantes, ya que los países no son idénticos ni estadísticamente iguales a Costa Rica. Por lo tanto, ningún país por sí solo es una comparación razonable.

Método de Control Sintético

La estrategia empírica del artículo gira en torno a un control sintético cuya meta es estimar el efecto causal de un evento, o una intervención que acontece a nivel agregado. El tipo de unidad de interés es nacional porque el tipo de intervención corresponde a una operación manufacturera; cualquier efecto Intel va a estar registrado en datos macroeconómicos. El foco de atención está en la evolución de un indicador de desarrollo económico, como el PIB per cápita, en el país receptor del evento en comparación con la evolución del mismo indicador en un grupo de control que no se ha visto afectado. Tal y como lo hacen Card (1990), Card & Krueger (1994), Abadie & Gardeazabal (2003), entre otros.

Siguiendo formalmente la estrategia empírica acuñada por Abadie, Diamond & Hainmueller (2010), para poder identificar de manera causal el efecto

Intel en el desarrollo económico del país, sea un país de medición tal que $j \in \{1, \dots, J+1\}$, donde $j = 1$ equivale a Costa Rica, y de $j = 2$ a $j = J+1$ hay posibles países de comparación. Es decir, $j = 1$ es el país receptor y la secuencia de $j = 2$ a $j = J+1$ constituye un grupo de 'países donantes'. Esto hay que tomarlo en cuenta a lo largo de un periodo de tratamiento t donde $t \in \{1, \dots, T_0, \dots, T\}$, de forma que la secuencia $t_0 = \{1, \dots, T_0\}$ es el periodo de pretratamiento y la secuencia $t_1 = \{T_0+1, \dots, T\}$ es el periodo de post-tratamiento. De esta manera, los indicadores de interés pueden ser expresados en cuatro dimensiones, Y_{jt}^0 para el país j en el periodo t en la ausencia del evento o intervención (he ahí la función del 0), y Y_{jt}^1 para el país j en el periodo t en la presencia del evento o intervención. De esta forma, el estimador causal propuesto es $\delta_{jt} = Y_{jt}^1 - Y_{jt}^0$ para el país j durante el periodo t , si j está expuesto a la intervención en los periodos $T_0 + 1, T_0 + 2, \dots, T$ donde $1 \leq T_0 < T$. Entonces:

$$\begin{aligned} \delta_{jt} &= Y_{jt}^1 - Y_{jt}^0 \\ Y_{jt}^1 &= Y_{jt}^0 + \delta_{jt} \end{aligned} \quad (1)$$

Sea D_{jt} un indicador dicotómico que toma el valor de uno si el país j está expuesto a la intervención en el periodo t y de lo contrario toma el valor de cero. El resultado observado del país j en el periodo t es:

$$Y_{jt}^1 = Y_{jt}^0 + \delta_{jt} D_{jt}$$

Dado que solo el primer país está expuesto a la intervención y solo después del periodo T_0 con $1 \leq T_0 < T$, se tiene que $D_{jt} = 1$ si $j = 1$ y, $t < T_0$, y $D_{jt} = 0$ en el caso contrario. Bajo esta lógica, se está tratando de estimar el efecto Intel sobre el desarrollo económico de Costa Rica, después de haber comenzado a operar, es decir $\delta_{1t} \in \{\delta_{1T_0+1}, \dots, \delta_{1T}\}$ para todo $t > T_0$. Expresado bajo el marco de resultados potenciales de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \delta_{1t} &= Y_{1t}^1 - Y_{1t}^0 \\ &= Y_{1t} - Y_{1t}^0 \end{aligned} \quad (2)$$

Dado que Y_{1t}^1 es observable para estimar δ_{1t} , mientras que Y_{1t}^0 no es observable, se necesita hacer una estimación, o construcción de Y_{1t}^0 a través de la generalización Y_{jt}^0 ; o bien el denominado caso contrafactual. Supóngase, de manera general, tal como en Billmeier & Nannicini (2013), que Y_{1t}^0 se puede expresar como un modelo factorial:

$$\begin{aligned} Y_{1t}^1 &= \delta_t + Y_{1t}^0 \\ Y_{1t}^0 &= a_t + \theta_t Z_j + \lambda_t \mu_j + \epsilon_{jt} \end{aligned} \quad (3)$$

Donde α_t es un factor común desconocido con cargas factoriales constantes en todos los países, λ_t es un vector $(1 \times J)$ de factores comunes μ_t , es un vector $(J \times 1)$ de cargas factoriales desconocidas, θ_t es un vector $(1 \times R)$ de parámetros desconocidos, Z_j es un vector de $(R \times 1)$ covariables observadas (no afectadas por la intervención), y el error ϵ_{jt} son *shocks* transitorios no observados. Como en Abadie, Diamond & Hainmueller (2010), se trata a θ_t y λ_t como parámetros del modelo, y a μ_j como un proceso estocástico. Se dice que una covariable Z_{jk} es relevante si su coeficiente asociado $\theta_{tk} \neq 0$ para cierto periodo t , y se refiere a μ_j como una variable independiente no observada. De esta forma, la literatura permite pensar en Y_{1t}^0 como:

$$Y_{1t}^0 = \sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt}^0$$

Donde W es un vector $(J \times 1)$ positivo de pesos con suma uno¹. Tal que $W = (w_2, \dots, w_{J+1})'$ con $w_j \geq 0$ para $j = \{2, \dots, J + 1\}$ y $\sum_{j=2}^{J+1} w_j = 1$. Donde cada valor de W representa un peso por cada uno de los países de control disponibles, y en combinación, un posible control sintético a ser argumentado como viable para funcionar como contrafactual (i.e. Y_{1t}^0). Así, el estimador del control sintético para $t > T_0$ está dado por:

$$\begin{aligned} \delta_{1t} &= Y_{1t}^1 - Y_{1t}^0 \\ &= Y_{1t}^1 - \sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt}^0 \end{aligned}$$

Es decir, tomando la expresión de (2) con (3) y despejando δ_{1t} se obtiene:

$$\delta_{1t} = \alpha_{1t} + \theta_t \left(Z_1 - \sum_{j=2}^{J+1} w_j Z_j \right) + \lambda_t \left(\mu_1 - \sum_{j=2}^{J+1} w_j \mu_j \right) + \left(\epsilon_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j \epsilon_{jt} \right)$$

Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) proponen que en el tanto y cuando se pueda elegir pesos $(w_2^*, \dots, w_{J+1}^*)'$ óptimos tal que se pueda tener: 1) un supuesto de un calce perfecto en los indicadores durante el pretratamiento, y 2) un supuesto de un calce perfecto en las covariables observadas durante el pretratamiento; se va a poder estimar un efecto causal. Es decir, que las siguientes dos expresiones sean estrictamente verdaderas:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt} = Y_{1t} \quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Z_j = Z_1 \quad (4)$$

Implica que se va a poder expresar el efecto Intel en Costa Rica de la siguiente forma:

$$\delta_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^0$$

o bien pensar en que existe una posibilidad empírica de tener la siguiente expresión:

$$Y_{1t}^0 - Y_{jt}^0 = Y_{1t}^0 - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^0 \quad (5)$$

Los autores Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) prueban que bajo ciertas condiciones el lado derecho de (5) va a ser cercano a cero si el número de períodos previos a la intervención es grande relativo a la escala de los *shocks* transitorios. Adicionalmente, Abadie (2019) insiste en evitar extrapolación al acotar w_j^* . Esto sugiere que para poder estimar $\delta_{1t} = Y_{1t}^1 - Y_{1t}^0$, o bien, $\delta_{1t} = Y_{1t} - Y_{jt}^0$ se puede entonces pensar en:

$$\widehat{\delta}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^0 \quad (6)$$

para todo $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$ como un estimador insesgado de δ_{1t} . Las ecuaciones en (4) son verdaderas solo si (Y_1, Z_1) pertenece al cierre convexo de $\{(Y_2, Z_2), \dots, (Y_{J+1}, Z_{J+1})\}$. Sin embargo, es natural pensar que el caso recurrente va a ser en donde no existan pesos w_j^* tal que las ecuaciones de (4) sean estrictamente verdaderas. Así, el control sintético se selecciona de manera que, para $t \in \{1, \dots, T_0\}$ se tiene:

$$Y_{1t}^0 \approx \sum_{j=2}^{J+1} \widehat{w}_j Y_{jt}^0$$

Para determinar asúmase $\{w_j^*\}_{2 \leq j \leq J+1}$ que hay J países donantes no expuestos al evento de interés, de forma tal que pueden servir de controles. Se va a considerar como un control sintético potencial cualquier promedio ponderado de países no expuestos al evento siendo estudiado. Sea, nuevamente, W un vector $(J \times 1)$ positivo de pesos con suma uno. La variable de interés se observa durante T periodos para el país beneficiado por el evento Y_{1t} durante $t = \{1, \dots, T\}$, y para los países no beneficiados por Intel Y_{jt} con $j = \{2, \dots, J + 1\}$

¹ A pesar de que se define el control sintético como una combinación convexa de unidades no tratadas, pesos negativos o pesos mayores a uno pueden ser usados bajo el costo de permitir extrapolación más allá del soporte de los datos.

durante el mismo $t = \{1, \dots, T\}$. Incorporando en el análisis dos subconjuntos de T , con t_0 siendo el número de periodos previos a Intel y $t_1 = t - t_0$ siendo el número de periodos posteriores a la primera exportación de Intel. Donde Y_1 es un vector $(t_1 \times 1)$ de resultados del país expuesto al evento durante el periodo de post-tratamiento, y Y_0 es una matriz $(t_1 \times J)$ de resultados de los países potenciales de control durante el mismo periodo de post-tratamiento.

Sea $X_1 = \{X_1^{j=1}, \dots, X_1^{j=k}\}$ un vector $(k \times 1)$ de predictores de la variable dependiente en el país expuesto al evento durante el periodo de pretratamiento; que puede incluir Y_{jt} . Similarmente, X_0 es una matriz $(k \times J)$ que contiene las mismas covariables que X_1 para todos los países no expuestos al evento. Esto implica que, la matriz X_0 se define como una matriz $(k \times J)$ compuesta de vectores $(k \times 1)$ de $j = 2$ hasta $J + 1$. En notación se ve como $X_0 = [X_2, \dots, X_{J+1}]$. Así, el vector W^* es escogido para minimizar la distancia (o pseudo-distancia) $\|X_1 - X_0W\|_b$ entre X_1 y X_0W , sujeto a $0 \leq w_j \leq 1$. En particular, se va a considerar:

$$\|X_1 - X_0W\| = \left(\sum_{m=1}^k v_m (X_{1m} - w_2 X_{2m} - \dots - w_{J+1} X_{J+1m})^2 \right)^{1/2} \quad (7)$$

Donde V es un conjunto de constantes no negativas (v_1, \dots, v_k) . Estas constantes reflejan la importancia de reproducir los valores de cada uno de los predictores k para el país tratado (X_{11}, \dots, X_{1k}) . Para un conjunto dado de pesos, minimizar (7) es una tarea que se puede lograr a través de optimización cuadrática con restricciones. Cada escogencia potencial de $V = (v_1, \dots, v_k)$ produce un control sintético $W(V) = (w_2(V), \dots, w_{J+1}(V))'$, que puede ser determinado al minimizar (7), sujeto a la restricción que los pesos sean $W(V)$ positivos y de suma uno. Naturalmente, queda la pregunta sobre como escoger V . Un seleccionador simple de v_m es la inversa de la varianza de $\{X_{1m}, \dots, X_{J+1m}\}$ lo cual re-escala todas las filas de $[X_1; X_0]$ a tener varianza unitaria. Alternativamente, Abadie & Gardeazabal (2003) y Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) proponen minimizar el error cuadrático medio (ECM) del control sintético con respecto a Y_{1t}^0 :

$$\sum_{t=1}^{T_0} (Y_{1t} - w_2(V)Y_{2t} - \dots - w_{J+1}(V)Y_{J+1t})^2$$

La diferencia entre las características de pre-intervención de Costa Rica y el control sintético está dado por el vector $(X_1 - X_0W)$. Se selecciona el control sintético, W^* , que minimice esta diferencia². Esto se puede operacionalizar de la siguiente manera: para $m = \{1, \dots, k\}$, sea X_{1m} el valor de la variable número m del país del evento y sea X_{0m} un vector $(1 \times J)$ conteniendo los valores de la variable número m del grupo de países donantes. Abadie & Gardeazabal (2003), Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) y Abarca & Ramírez (2018) escogen W^* como el valor que minimiza la siguiente expresión:

$$\sum_{m=1}^k v_m (X_{1m} - X_{0m}W)^2$$

Donde v_m es un peso que refleja la importancia relativa que se le asigna a la variable número m cuando se mide la divergencia entre X_1 y X_0W . Aquí es sumamente importante que el control sintético reproduzca los valores de las variables que tengan mayor poder predictivo del PIB per cápita en Costa Rica. Estas variables deberían serles asignadas pesos mayores de v_m que en casos contrarios. Es decir, para poder estimar los pesos óptimos de w_j^* se necesita de 1) pesos de los países donantes que indiquen cuáles de ellos son más similares a Costa Rica durante el pretratamiento, y 2) el peso de las covariables que mejor predicen la serie del PIB per cápita de Costa Rica durante el periodo de pretratamiento. Esto también se puede estimar al minimizar el error cuadrático medio:

$$\sum_{t=1}^{T_0} \left(Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j(V)Y_{jt}^0 \right)^2$$

En síntesis, la mayor parte de los pesos (w_j) se asignan a países de control que son similares a Costa Rica con respecto a las covariables (X_1, X_0) y que mejor predicen el resultado (v_m) durante el período de pre-intervención (t_0) . Finalmente, retomando entonces la idea de (6), y que existe un w_j^* con las especificaciones mencionadas en un conjunto de países donantes, se le denomina finalmente Costa Rica sintética a aquella combinación ponderada de países donantes que minimicen la distancia de (7) durante el periodo de pretratamiento. Así, se propone que el efecto Intel sobre

² Tal y como en Abadie, Diamond & Hainmueller (2015), la discrepancia entre X_1 y X_0W es definida como una norma o seminorma $\|\cdot\|$ en \mathbb{R}^J . Un ejemplo es la norma Euclidiana definida como $\|u\| = \sqrt{u'u}$ para cualquier vector $(k \times 1)$ de u . Para cualquier matriz definida positiva $(k \times k)$ de V , se tiene que $\|u\| = \sqrt{u'Vu}$ define una seminorma.

el PIB per cápita real de Costa Rica se identifica de la siguiente forma:

$$\widehat{\delta}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}^0$$

La estrategia empírica propuesta tiene dos ventajas claras, i) el evento ocurrió a nivel nacional, y por ende la estrategia es relevante para evaluar el impacto de éste, y ii) los datos macroeconómicos están usualmente disponibles para una gran cantidad de periodos sin necesidad de realizar trabajo de campo. Sin embargo, el método no está libre de problemas inferenciales. Entre ellos, 1) la selección del grupo de control es ambigua y, 2) los errores estándares no reflejan la incertidumbre que hay sobre la habilidad del grupo de control de reproducir el contrafactual de interés de forma insesgada. Aun así, la solución ante la ausencia de un grupo de control ideal, o proveniente de un proceso aleatorio es sintetizar uno.

Pruebas de Robustez

Para comprobar que los hallazgos encontrados no sean productos del azar, la prueba inferencial más viable es comprobar que el error cuadrático medio (ECM de aquí en adelante) sea mayor para Costa Rica que para cualquiera de los países donantes a través de ambos periodos:

$$ECM_{j,t_1} = \left(\frac{1}{t_1} \sum_{t=t_0}^{T_0} \left(Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt} \right)^2 \right)^{1/2} \quad (8)$$

$$ECM_{j,t_0} = \left(\frac{1}{t_0} \sum_{t=1}^{T_0} \left(Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt} \right)^2 \right)^{1/2} \quad (9)$$

Donde la prueba de inferencia es dividir el ECM durante el postratamiento (8) sobre el ECM del pretratamiento (9). De una manera donde si se define $\Delta_j = ECM_{j,t_1} / ECM_{j,t_0}$ entonces se debe de ver $\Delta_{j=1} > \Delta_{j \neq 1}$. Esto es cierto dado que ECM_{j,t_0} caracteriza la falta de ajuste entre un país en tratamiento y su control sintético durante el periodo de pretratamiento, y ECM_{j,t_1} es el equivalente para el periodo de postratamiento. La intuición detrás de esta prueba recae sobre la confianza de observar un efecto diferente de cero cuando el efecto estimado del evento es lo suficientemente mayor durante el postratamiento. Inversamente, se puede

argumentar en la poca confianza de observar un efecto diferente de cero cuando el ajuste del pretratamiento es lo suficientemente grande.

El argumento del párrafo anterior es imperativo (dado el pequeño número de datos en esta aplicación de un control sintético) porque no es apropiado recurrir a técnicas inferenciales de muestras grandes como errores estándar. La cantidad de observaciones en la muestra por país de estudio es tan pequeña que no permite ejecutar pruebas de hipótesis. No se tiene información perfecta sobre los eventos potenciales de cada unidad estudiada j ; aún utilizando datos agregados por país. Pero, sobre todo, porque se tiene incertidumbre sobre el evento potencial del control sintético para Costa Rica. Las pruebas de validez inferencial son propuestas entorno a inferencia de permutación. Calculando el estadístico de prueba (el ECM) para Costa Rica, calculando la distribución del estadístico de prueba bajo asignaciones alternativas del evento de Intel, y por último, asesorar si el estadístico de prueba “verdadero” es poco probable bajo la distribución nula de los efectos del evento. Por ende, esto implica construir un control sintético para cada país donante en la muestra, recopilar el ECM de cada j y compararlo con Costa Rica.

Lo anterior con el fin de demostrar un efecto causal en el modelo empírico propuesto dado que Intel solo ha operado en Costa Rica entre 1998 y el 2018. Lo que equivale a decir que no ha tenido operaciones similares en ninguno de los países donantes durante los periodos especificados. Así, se debería observar un efecto mayor para Costa Rica, y no en los otros países de control. También se van a aplicar otras pruebas de robustez apropiadas para el método como: 1) estudio con países receptores placebo, 2) estudio con periodos de instalación placebos, 3) estudio eliminando unidades de control de forma escalonada, y 4) estudios con controles sintéticos dispersos. Estas pruebas de robustez nacen con el método mismo en Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) después aplicadas en Abadie, Diamond & Hainmueller (2015), y también hechas para Costa Rica sintética en Billmeier & Nannicini (2013) y Abarca & Ramírez (2018).

Regresión: Mínimos Cuadrados Ordinarios

La propuesta de Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) de construir una comparación sintética como una combinación lineal de países que no han tenido a

Intel operando en sus economías puede parecer poco ortodoxa. Sin embargo, tal y como lo detallan Abadie, Diamond & Hainmueller (2015), una regresión lineal también recurre a una combinación lineal implícita entre el país siendo estudiado y los países donantes. Los métodos basados en regresión no restringen a los coeficientes a estar entre cero y uno; así permitiendo extrapolación³ fuera del soporte de los datos en la muestra. Una demostración de esta aseveración se puede encontrar en Abadie, Diamond & Hainmueller (2015).

A pesar de que el sesgo de extrapolación se evita al construir exitosamente un control sintético, los posibles sesgos de interpolación persisten entre los países donantes; sobre todo cuando los países donantes tienen características muy diferentes a Costa Rica. Entiéndase interpolación como la obtención de nuevos puntos en el plano dado del conocimiento de un conjunto discreto de puntos. El sesgo de interpolación se puede mitigar al reducir los países donantes a solo aquellos que sean similares a Costa Rica. Se busca construir el control sintético de forma parsimoniosa con el fin de evitar sesgos de interpolación. Para ello, se muestra la escogencia de países donantes en la siguiente sección.

DATOS

Se utilizan datos anuales para dos rangos de periodos 1980 a 2018 y 1960 a 2010; ambos conteniendo el año 1998 cuando Intel realiza la primera exportación desde Costa Rica. Los periodos de tiempo son determinados así por la necesidad explícita de tener un panel balanceado de datos históricos para cada país en la muestra. Las fuentes de los datos fueron mixtas, los dos principales ejes para cada periodo de tiempo fueron el Fondo Monetario Internacional y la Base de Datos de Historia Económica de América Latina Montevideo-Oxford; correspondientemente. Se agregaron variables de educación de Barro & Lee (2013) como años de escolaridad y porcentaje de la población con secundaria completa. Los datos de las series de Barro & Lee (2013) fueron complementadas con datos del Banco Mundial del 2010 al 2018 con series coincidentes con los datos históricos. Por último, a la base de 1960 a 2010 se le fue agregada la variable dependiente del Maddison Project (2018).

Los datos fueron analizados a través de dos matrices. La primera es la del Fondo Monetario Internacional con datos de educación de Barro & Lee (2013) y el Banco Mundial. A esta base de datos se le va a denominar Muestra (1) y se extiende de 1980 al 2018. La segunda, es la Base de Datos de Historia Económica de América Latina Montevideo-Oxford con la variable dependiente proveída por el Maddison Project (2018); combinada con datos de educación de Barro & Lee (2013). A esta base de datos se le va a denominar Muestra (2) y cubre el periodo de 1960 al 2010. Los datos quinquenales de educación en ambas bases de datos fueron completados con la diferencia entre quinquenios históricos y asumiendo una distribución uniforme en los años faltantes.

- **Muestra 1:**

- **PIB per cápita:** expresado en precios constantes y controlando por la paridad del poder adquisitivo en dólares americanos del 2011.
- **Densidad poblacional:** el total de la población anual dividido entre el territorio nacional en kilómetros cuadrados por país.
- **Crecimiento poblacional:** expresado en porcentaje.
- **Inflación:** expresada como el deflactor del PIB, derivado de dividir el PIB a precios corrientes entre el PIB a precios constantes. Los datos se expresan en el año base de las cuentas nacionales de cada país.
- **Inversión total:** expresada como una proporción de la inversión total en moneda local corriente y el PIB en moneda local corriente. La inversión o la formación bruta de capital se mide por el valor total de la formación bruta de capital fijo y los cambios en los inventarios y adquisiciones menos las disposiciones de valores para una unidad o sector en la economía local.
- **Ahorro nacional bruto:** expresado como una proporción del ahorro nacional bruto en la moneda local corriente y el PIB en la moneda local corriente. El ahorro nacional bruto es el ingreso bruto disponible menos el gasto de consumo final después de tener en

³ Se va a definir extrapolación como el resultado de un proceso estadístico que estima más allá del intervalo de las observaciones originales. En este caso de comparación, se refiere a cuando una regresión lineal dibuja una línea tangente al final de los datos conocidos y se extiende más allá del límite de estos.

CUADRO 1. PREDICTORES PROMEDIOS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTES DE INTEL

Variable	Costa Rica	Costa Rica Sintética	Promedio Muestral	Peso (v_m)
PIB per Cápita	8.110	8.106	8.096	0,48
Densidad poblacional	58	58	42	0,15
Crecimiento poblacional	2,8	2,0	2,1	0,00
Inflación	0,62	0,62	0,65	0,01
Inversión total	22,9	20,6	19,6	0,00
Ahorro nacional bruto	17,4	16,6	15,6	0,01
Secundaria	12,6	12,6	13,5	0,00
Años de escolaridad	7,1	7,1	6,5	0,29
Apertura comercial	25,6	25,6	17,7	0,06
Muestra 1	✓	✓	✓	✓
Intel en 1998	✓	✓	✓	✓

NOTA: el paquete Synth en R determina los pesos v_m y w_j^* . Según Kaul, Klößner, Pfeifer & Schieler (2018), no se utilizaron todos los datos disponibles de la variable dependiente con el fin último de no restarle importancia explicativa a las demás covariables.

cuenta un ajuste para los fondos de pensiones. Para muchos países, las estimaciones del ahorro nacional se basan en los datos de las cuentas nacionales sobre la inversión interna bruta y en los datos basados en la balanza de pagos sobre la inversión extranjera neta.

- **Secundaria:** la proporción de la población que tiene secundaria completa.
- **Años de escolaridad:** medido en años de estudios completados.
- **Apertura comercial:** exportaciones más importaciones dividido entre el PIB.

Todas las variables fueron escogidas por disponibilidad de los datos, y porque todas están positivamente correlacionadas con el crecimiento económico de los países en la muestra. Los países considerados como posibles donantes de Costa Rica para generar una Costa Rica sintética con la Muestra 1 fueron: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Los Cuadros 1 y 2 comparan las características de Costa Rica con aquellas de la Costa Rica Sintética, y además con el promedio muestral. En general, lo que se debe encontrar es que una combinación ponderada de los países da un mejor punto de comparación que el promedio de la muestra de todos los países donantes.

Para la muestra 2 se tuvo que descartar el uso de la inversión total y el ahorro nacional bruto por país dada la falta de disponibilidad de datos balanceados de Costa Rica y países donantes previo al tratamiento. De esta forma, la muestra 2 representa una validación cuantitativa de los resultados encontrados con la muestra 1. Se espera observar el mismo resultado hallado en la muestra 1 (positivo, negativo o nulo) en la muestra 2.

- **Muestra 2:**
 - **PIB per cápita:** expresado en precios constantes y controlando por la paridad del poder adquisitivo en dólares americanos del 2011.
 - **Densidad poblacional:** el total de la población anual dividido entre el territorio nacional en kilómetros cuadrados por país.
 - **Crecimiento poblacional:** expresado en porcentaje.
 - **Inflación:** expresada como el deflactor del PIB, derivado de dividir el PIB a precios corrientes entre el PIB a precios constantes. Los datos se expresan en el año base de las cuentas nacionales de cada país.
 - **Secundaria:** la proporción de la población que tiene secundaria completa.
 - **Años de escolaridad:** medido en años de estudios completados.
 - **Apertura comercial:** exportaciones más importaciones dividido entre el PIB.

CUADRO 2. PREDICTORES PROMEDIOS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO ANTES DE INTEL

Variable	Costa Rica	Costa Rica Sintética	Promedio Muestral	Peso (v_m)
PIB per Cápita	6.627	6.650	7.303	0,09
Densidad poblacional	46	45	33	0,10
Crecimiento poblacional	2,9	2,3	2,3	0,00
Inflación	14,0	52,6	146,3	0,01
Secundaria	8,7	10,5	10,1	0,03
Años de escolaridad	5,8	5,7	5,2	0,16
Apertura comercial	11,3	11,3	8,9	0,63
Muestra 2	✓	✓	✓	✓
Intel en 1998	✓	✓	✓	✓

NOTA: el paquete Synth en R determina los pesos v_m y w_j^* . Según Kaul, Klößner, Pfeifer & Schieler (2018), no se utilizaron todos los datos disponibles de la variable dependiente con el fin último de no restarle importancia explicativa a las demás covariables.

Los países considerados como posibles donantes de Costa Rica para generar una Costa Rica sintética con la Muestra 2 fueron: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela. No se contaban con datos balanceados

para Belice, inversión total ni ahorro nacional bruto en esta fuente de datos.

RESULTADOS

Los resultados de w_j^* para estimar (6) en ambas muestras son:

CUADRO 3. PESOS POR PAÍS (w_j) MUESTRA 1 & MUESTRA 2

País	Peso			
	Control Sintético	Regresión	Control Sintético	Regresión
Argentina	0,10	0,19	0,17	0,12
Belice	0,24	0,24	n.d	n.d
Bolivia	0,02	0,17	0,00	-0,24
Brasil	0,02	-0,25	0,00	-0,19
Chile	0,10	-0,09	0,00	-0,10
Colombia	0,02	0,01	0,00	0,30
Ecuador	0,03	0,26	0,11	0,42
El Salvador	0,16	0,11	0,17	0,19
Guatemala	0,01	-0,11	0,00	-0,32
Honduras	0,02	0,19	0,00	0,11
México	0,09	0,36	0,00	0,11
Nicaragua	0,01	0,01	0,00	0,10
Panamá	0,00	-0,06	0,17	0,17
Paraguay	0,05	0,25	0,36	0,33
Perú	0,04	-0,20	0,00	0,11
Uruguay	0,03	-0,18	0,02	-0,16
Venezuela	0,06	0,11	0,00	0,04
Muestra 1	✓	✓	x	x
Muestra 2	x	x	✓	✓
Intel en 1998	✓	✓	✓	✓

NOTA: el paquete Synth en R determina estos pesos y los pesos implícitos de la regresión fueron estimados manualmente.

De esta forma se obtienen dos series, una que es la histórica para Costa Rica, y la segunda representa la serie de control sintética. La Muestra 1 se compone por 24% de Belice, 16% de El Salvador, 10% de Argentina y Chile, 9% de México, 6% de Venezuela, 5% de Paraguay, 4% Perú, 3% de Uruguay y Ecuador, 2% de Bolivia, Brasil, Colombia, y Honduras, 1% de Guatemala y Nicaragua, y cero para Panamá únicamente. En la Muestra 2 se compone por 36% de Paraguay, 17% de Panamá, El Salvador y Argentina, 11% de Ecuador, 2% de Uruguay y cero para los demás países donantes. Como se puede verificar, los pesos implícitos de la regresión lineal también suman uno, pero extrapolando algunos a menos de cero. Esto quiere decir que si se hiciera una regresión entre países se debería estimar el grupo de control en base a una serie cuyos datos son valores negativos de la serie histórica de Costa Rica.

Si se quiere ver ambos controles sintéticos de manera gráfica se puede recurrir a dos visualizaciones: la 1) representa la serie histórica de Costa Rica y la de su control sintético, y la 2) representa la diferencia que hay entre ambas series durante todo el periodo de estudio.

La idea es que la diferencia entre ambas series sea virtualmente cero durante el pretratamiento y, por ende, cualquier diferencia en el postratamiento corresponde al efecto Intel expresado en la ecuación (6).

Es evidente que se logra replicar casi con exactitud la serie de Costa Rica durante el periodo previo a Intel; similar a como lo hacen Abadie, Diamond & Hainmueller (2010) y después Abadie, Diamond & Hainmueller (2015). Se puede ver que realmente hay una divergencia marcada en 1998, la brecha entre Costa Rica y su control sintético se amplifica justo algunos años antes del 2000. Esto quiere decir que Intel tuvo un efecto sobre el desarrollo económico casi de inmediato en comparación con el caso en donde nunca se instala en el país. La brecha entre Costa Rica y Costa Rica sintética deja de ser cero justo en el primer año de exportación de Intel y esto es una confirmación visual del resultado principal del artículo.

Considerándose la Muestra 2 en la Figura 2 se puede ver un comportamiento similar. Aunque las series no empalman tan estrechamente como en la Figura 1, también se observa una divergencia a partir de 1998.

FIGURA 1. EFECTO INTEL EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA

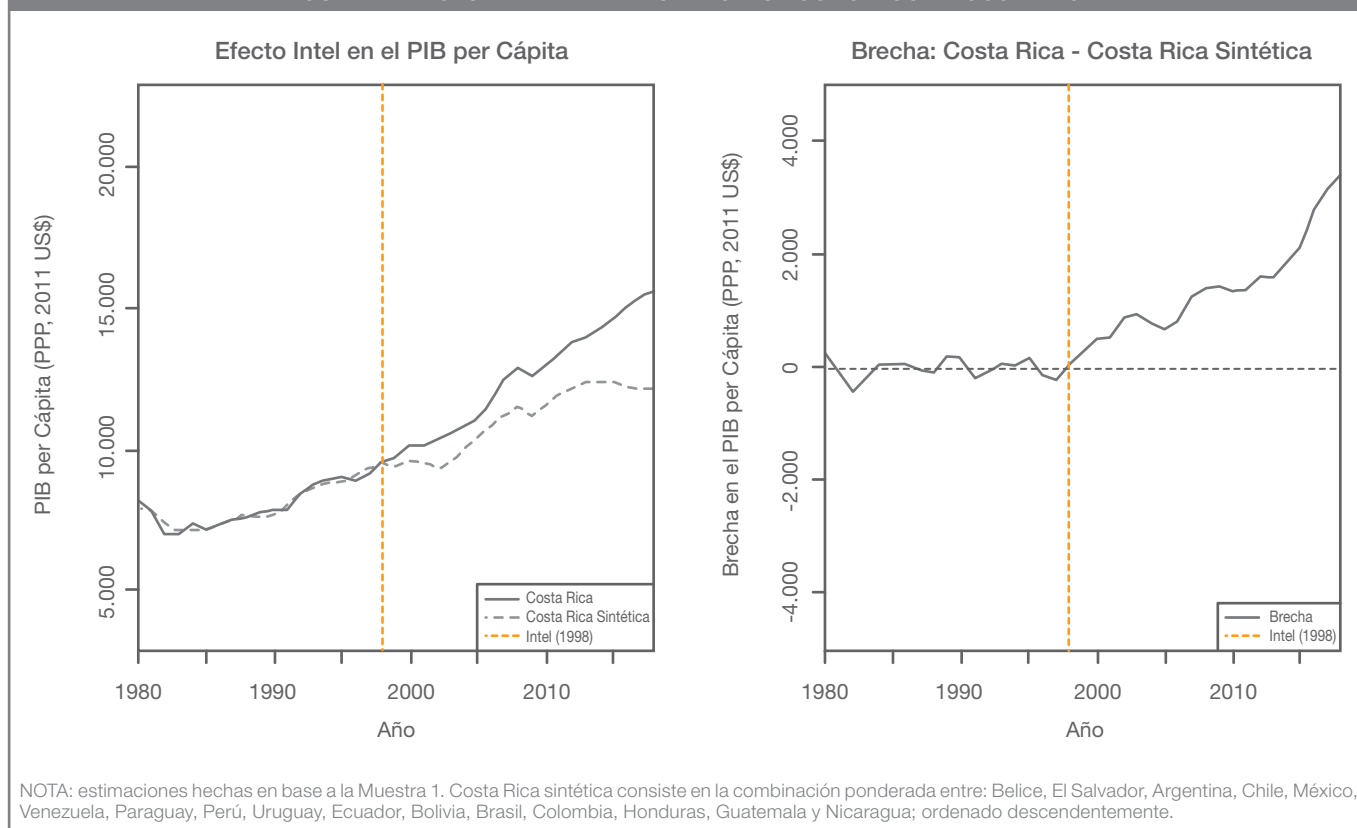
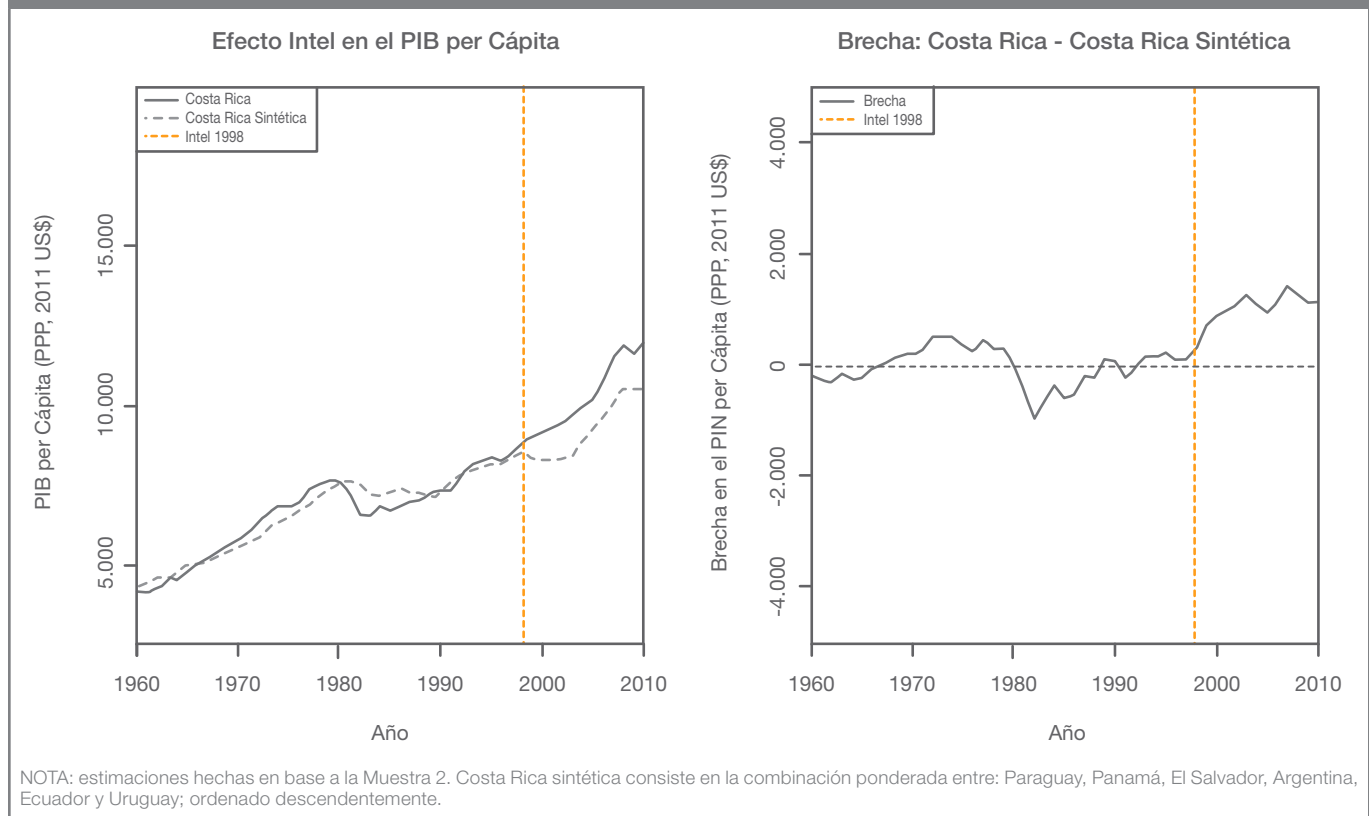


FIGURA 2. EFECTO INTEL EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA



Se debe de recordar que para la Muestra 2 hay menos covariables y menos países donantes disponibles, y por ende se ve un ajuste menor durante el pretratamiento. Las dos visualizaciones apuntan a que hay un efecto importante en el desarrollo del país a partir de 1998; considerando particularmente la Muestra 1. Sin embargo, no se puede estar del todo seguro que el evento es causal hasta no realizar las pruebas de robustez adecuadas.

La Figura 3 reporta la razón entre el ECM durante el postratamiento y el ECM durante el pretratamiento para Costa Rica y los demás países donantes. Recuérdese que el ECM mide la magnitud de la brecha en el PIB per cápita entre cada país y su propio control sintético. Un ECM grande durante el postratamiento no equivale a un efecto grande de la intervención si el control sintético no logra reproducir con exactitud la variable de interés antes de la intervención. Esto quiere decir que un ECM grande durante el postratamiento no se puede considerar como un efecto vasto si el ECM durante pretratamiento también es grande. La Figura 3 muestra como la razón o fracción entre (8) y (9) es

mayor para Costa Rica que para ningún otro país donante; especialmente cuando se considera la Muestra 1. Costa Rica tiene una brecha de 10,2 entre los años posteriores a Intel en comparación con los años previos a Intel. Si se escogiera un país de la Muestra 1 de forma aleatoria, la probabilidad de obtener un ECM así de grande sería de $2 / 18 \approx 0,111$ y de $1 / 17 \approx 0,059$ si se excluye a Panamá sin reemplazo.

El resultado es aún más claro cuando se elimina a Panamá de la muestra de países donantes porque puede ser considerado como un dato extremo. Si bien es un país vecino de Costa Rica, la historia económica de Panamá es muy diferente a la del país de estudio. Esto es cierto por múltiples razones, pero la diferencia surge particularmente por el Canal de Panamá. Éste es un activo económico que Costa Rica no tiene, y en definitiva, una sola empresa no podría emular el mismo efecto en la economía nacional. Con datos de la Muestra 1, el PIB per cápita de Costa Rica en 1998 fue de US\$9.589 y en el 2018 de US\$15.609; implicando un crecimiento del 63%. En Panamá, el PIB per cápita en 1998 (previo a tomar el control administrativo del Canal) fue

FIGURA 3. ERROR CUADRÁTICO MEDIO DEL EFECTO INTEL

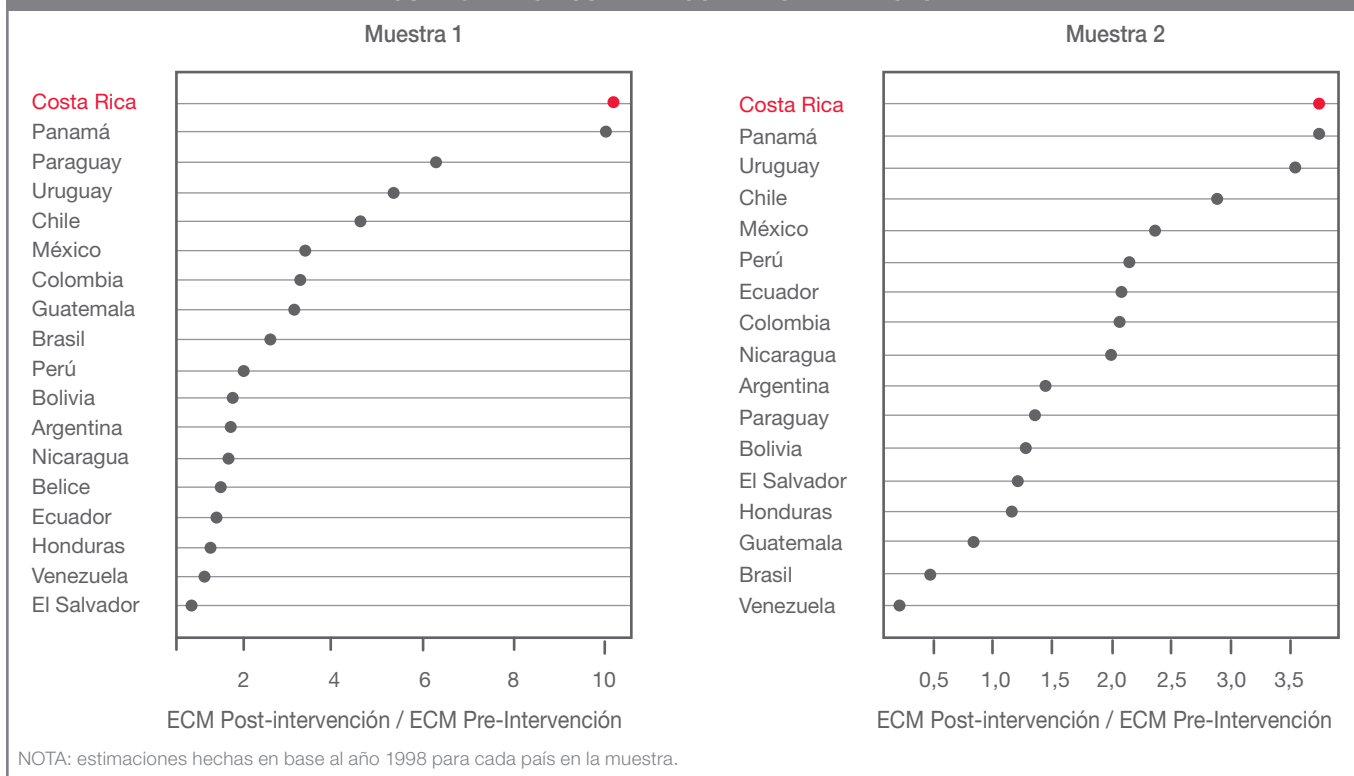


FIGURA 4. ERROR CUADRÁTICO MEDIO DEL EFECTO INTEL (SIN PANAMÁ)

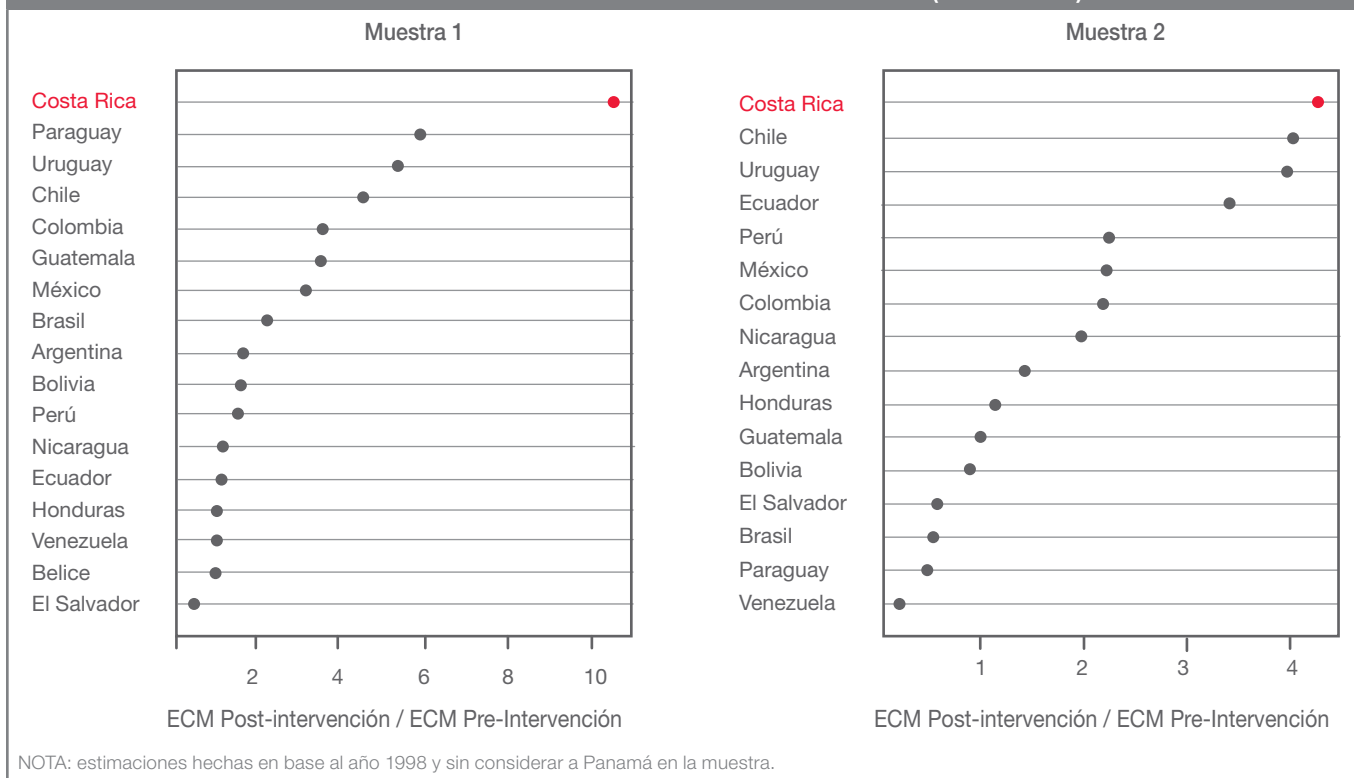
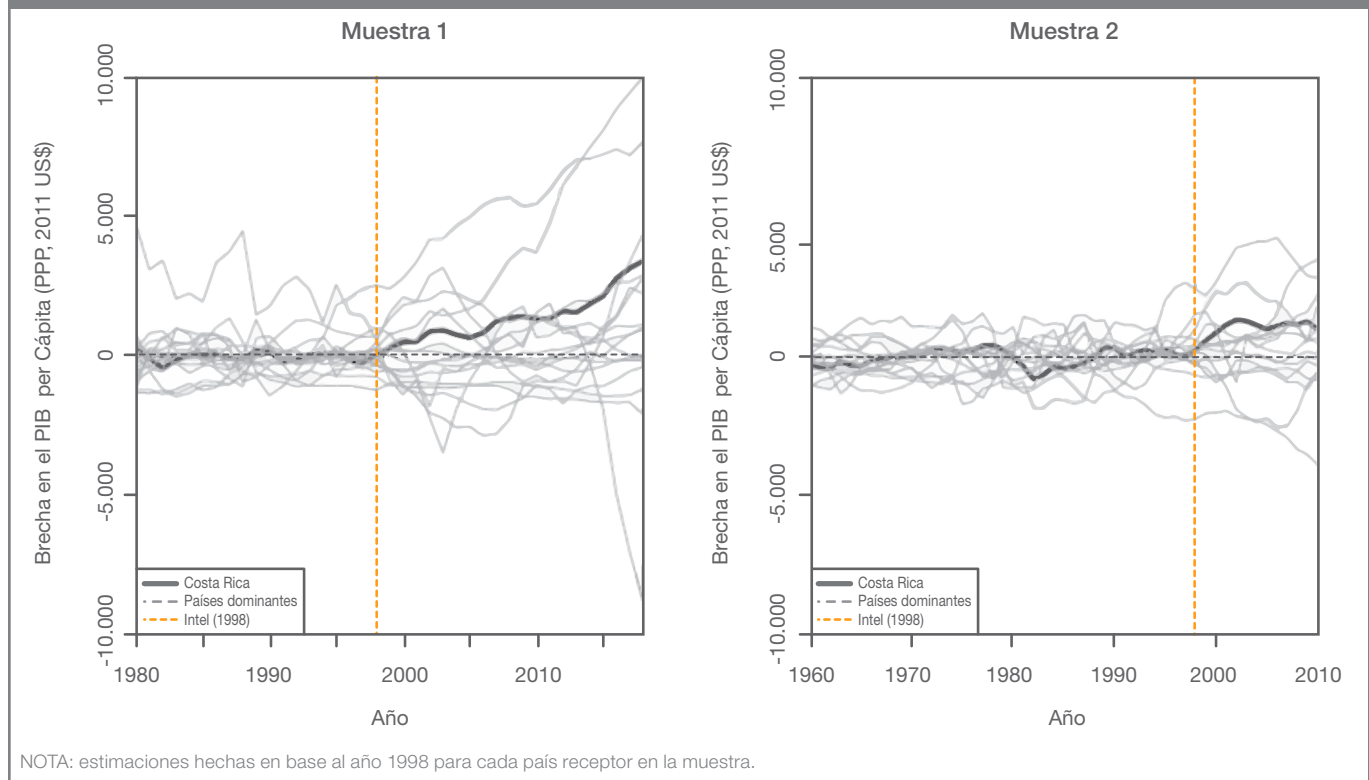


FIGURA 5. BRECHA EN EL PIB PER CÁPITA DE COSTA RICA Y PAÍSES PLACEBO



de US\$10.329, y en el 2018 de US\$22.773; denotando un crecimiento del 120% mucho más elevado que el de Costa Rica. Aun así, Costa Rica prevalece como el país con la razón del ECM mayor en ambas muestras de países donantes; apuntando a un hallazgo no aleatorio o circunstancial.

Eliminando a Panamá de las muestras dado su peso de cero en la Muestra 1 y su crecimiento económico después de 1998 con el fin de ilustrar el tamaño del efecto:

Pruebas de Robustez

A continuación, se presentan las pruebas de robustez explicadas anteriormente con el propósito de someter el hallazgo principal a revisión. Se quiere evaluar si el resultado principal es producto del azar. Esta sección está compuesta por cuatro revisiones empíricas de los resultados y que están en línea con la literatura académica relacionada con métodos de control sintético. La primera se trata de un estudio con países receptores placebo, el segundo es un estudio sobre diferentes periodos placebo, el tercero

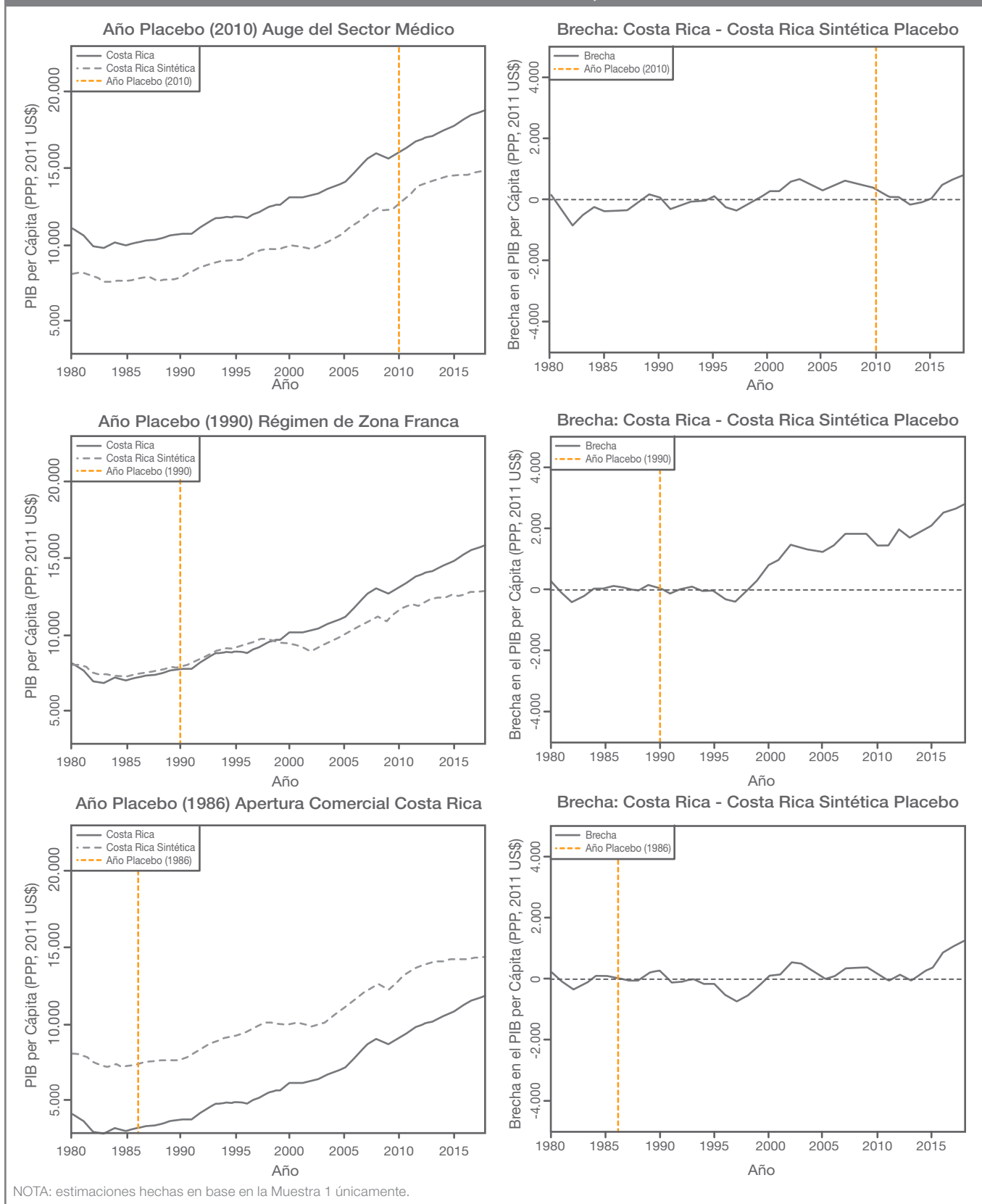
consta de la eliminación individual de países donantes en las muestras y por último, el cuarto se construye a partir de la eliminación sistemática de países de comparación en las muestras.

Estudio con Países Receptores Placebo

El estudio de países receptores placebo consiste en buscar el efecto encontrado para Costa Rica en otros países de la muestra. Se va a aplicar un control sintético para cada país donante (excluyendo a Costa Rica de las muestras) y se va a buscar el mismo efecto de 1998 en cada uno de los países placebo. Por definición, la prueba requiere no encontrar ningún efecto después de 1998 en las unidades de control para ser considerada robusta.

En este caso se puede apreciar como las brechas del control sintético de cada uno de los países placebo estaban lejos de cero desde antes de 1998, o bien nunca dejan de converger con cero después de 1998. Esto quiere decir que el efecto es exclusivo para Costa Rica, y aplicando el mismo método, no se encuentran efectos en los demás países.

FIGURA 6. PERIODOS PLACEBO: 2010, 1990 Y 1986

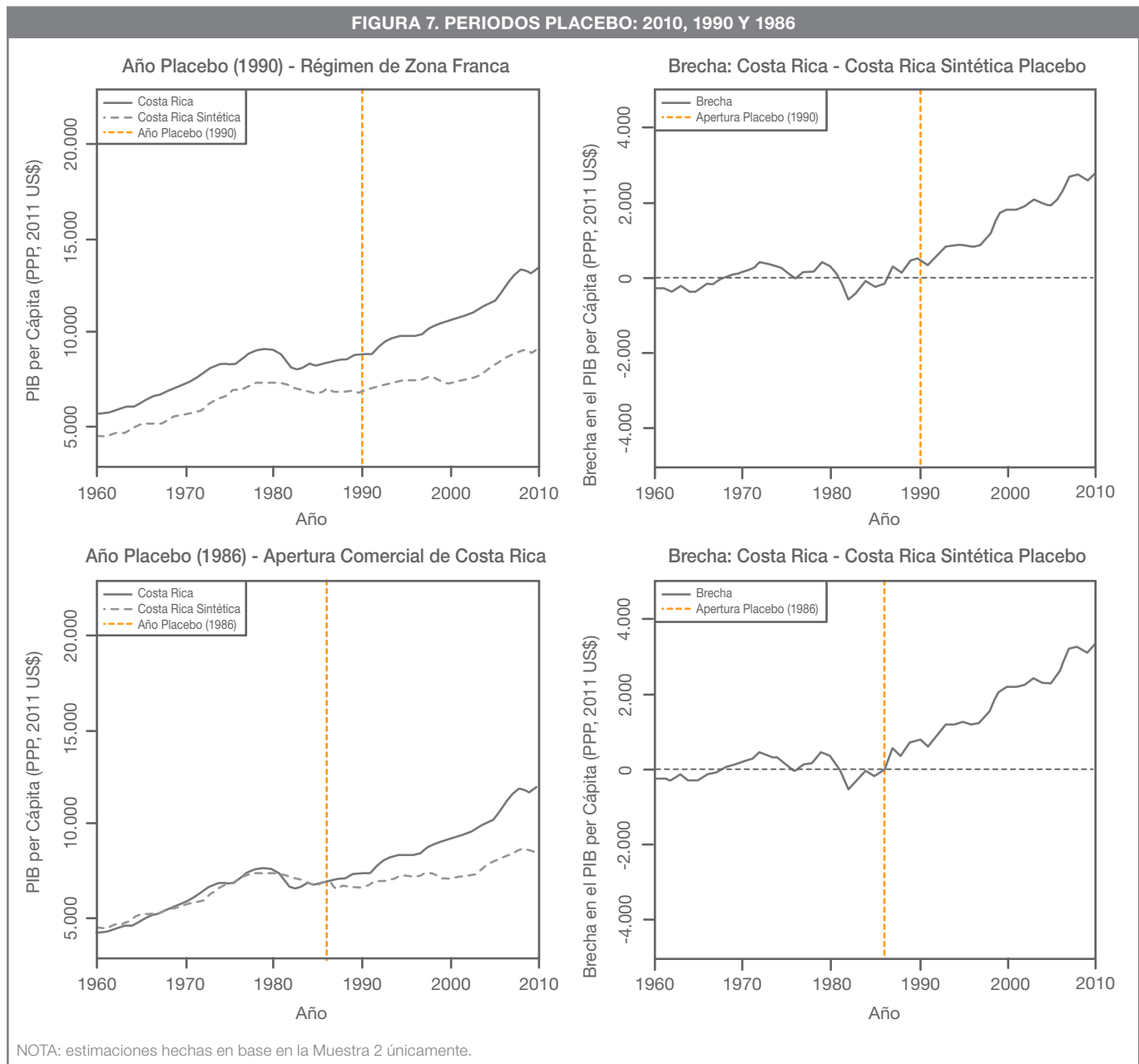


Estudio con Periodos Placebo

El estudio de periodos placebo consiste en buscar un efecto para Costa Rica en un periodo distinto a 1998. En este caso, en vez de escoger un año al azar, se va a escoger tres periodos importantes en la historia económica del país. El primero siendo el año 2010 representando el auge del sector médico en Costa Rica, el segundo es 1990 que equivale a la entrada en vigencia del Régimen de Zona Franca y, por último, el tercero constituye la apertura comercial del país en 1986.

En la Figura 6 se puede ver que no hay un efecto, o una divergencia entre Costa Rica y su control sintético en el 2010 ni en 1986. Es decir, las diferencias son virtualmente cero durante todo el periodo de estudio. Sin embargo, sí se puede ver una divergencia en el estudio para 1990, pero es justamente en los años anteriores al 2000. Ese gráfico apunta a que la Ley de Zona Franca de noviembre de 1990 tiene un efecto positivo en el desarrollo económico de Costa Rica, pero hasta 1998 que comienza a exportar Intel porque es justamente allí

FIGURA 7. PERIODOS PLACEBO: 2010, 1990 Y 1986



NOTA: estimaciones hechas en base en la Muestra 2 únicamente.

que deja de ser cero. En el Apéndice 1, en la Figura 13, se puede observar que este resultado no se traduce en un ECM alto para Costa Rica y por ende, no en un hallazgo único para el país. Muchos otros países experimentaron desarrollo económico alto después de 1990.

Ahora, con la muestra 2 no se puede examinar el 2010 como un periodo placebo porque no está disponible. Entonces, se propone estudiar 1990 y 1986 con más observaciones para el periodo de pretratamiento que en la Muestra 1. En ambos casos se puede observar una divergencia clara en 1990 y en 1986, sin embargo, en el Apéndice 1 y 2 se expone que este resultado no es único para Costa Rica dado su bajo ECM.

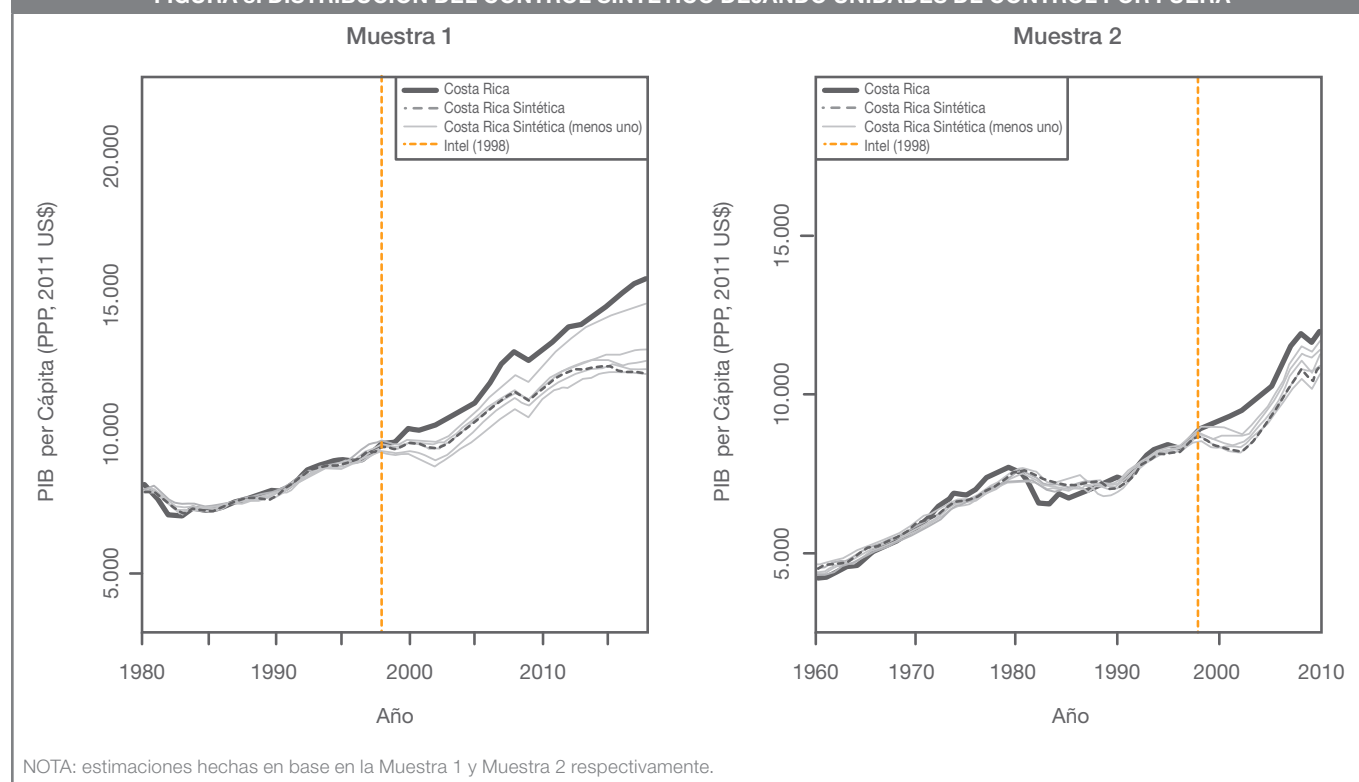
Estudio Eliminando Unidades de Control

El estudio eliminando unidades de control consiste en reproducir la Figura 1 (las líneas negras sólidas y punteadas) e incorporar controles sintéticos para Costa Rica (líneas grises) que eliminan a las unidades más importantes de comparación individualmente. Esta Figura muestra que los resultados del análisis anterior son bastante sólidos, con exclusión de cualquier país en particular de las muestras de países de

comparación. Esto se intuye porque la línea negra original de la Figura 1 sigue siendo la mayor, y se va reduciendo conforme se sacan países importantes del control sintético. Por ejemplo, en la Muestra 1 implica sacar a Belice ($w_j = 0,24$) y en la Muestra 2 sacar a Paraguay ($w_j = 0,36$).

El estudio de ir dejando por fuera unidades de control que muestra el menor efecto de Intel es aquel que excluye a Belice en la Muestra 1 y el que excluye a Paraguay en la Muestra 2. Incluso estas estimaciones son relevantes en términos sustantivos: en la Muestra 1 el efecto en el PIB per cápita durante el período 1998-2018 aumenta en aproximadamente US\$510 por año en promedio, aproximadamente un 19% por año desde el nivel de la línea base en 1998. En el 2018, se estima que el PIB per cápita en esta Costa Rica sintética es aproximadamente un 6% más bajo que en la Costa Rica real. Considerando la Muestra 2, el efecto en el PIB per cápita durante el período 1998-2010 aumenta en aproximadamente US\$618 por año en promedio, aproximadamente un 21% por año desde el nivel de la línea base en 1998. En el 2010, se estima que el PIB per cápita en esta Costa Rica sintética es aproximadamente un 5% más bajo que en la Costa Rica real. Los otros

FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DEL CONTROL SINTÉTICO DEJANDO UNIDADES DE CONTROL POR FUERA



controles sintéticos que eliminan unidades de control en ambas muestras estiman un efecto muy similar o mayor en comparación con los resultados del análisis anterior.

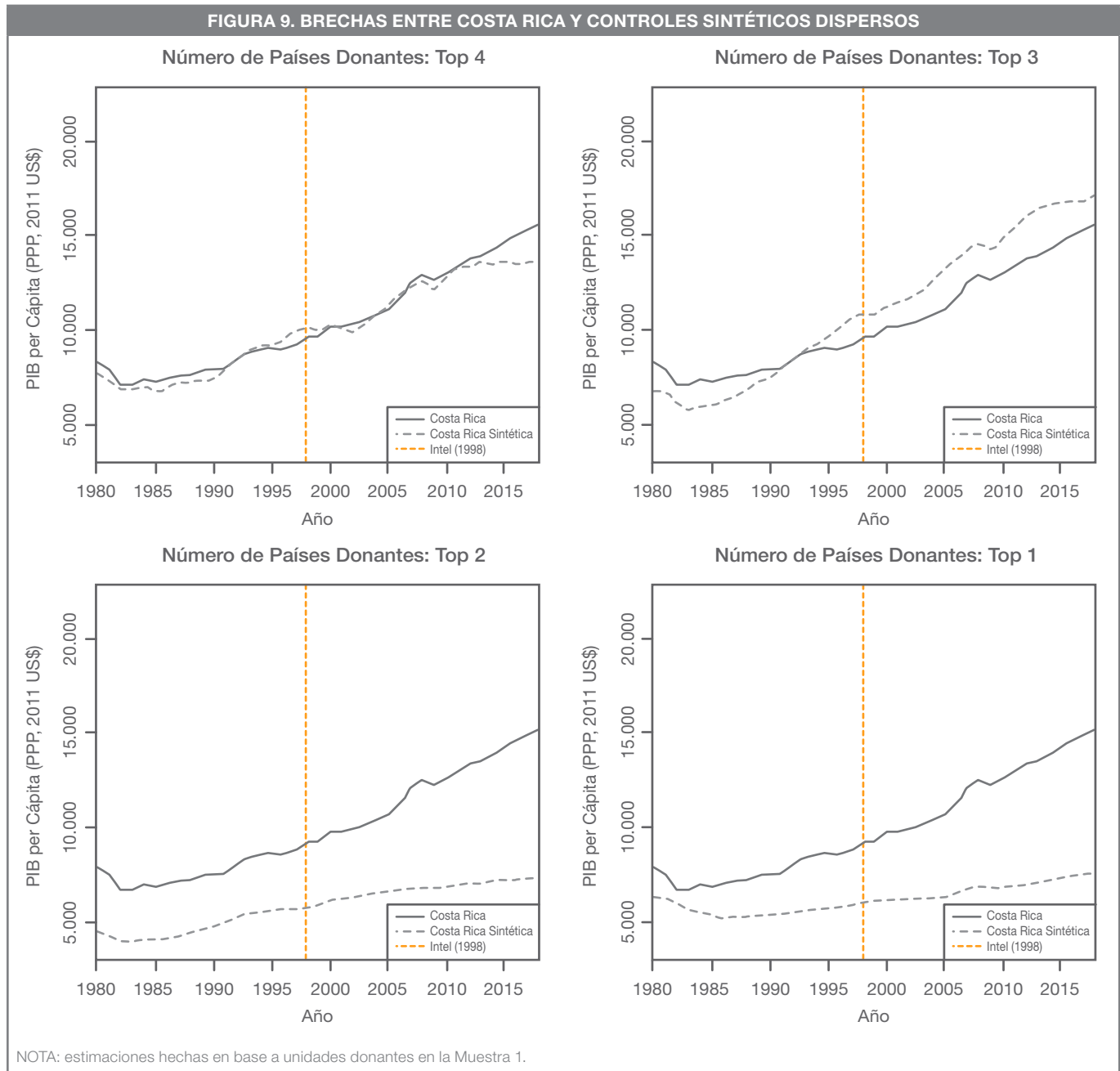
Brechas entre Costa Rica y Controles Sintéticos Dispersos

Estudiar las brechas entre Costa Rica y controles sintéticos dispersos consiste en estimar (6) mediante los países con mayor peso. En la Figura 9, se observan

resultados no similares a la Figura 1, y claramente conforme se reducen las unidades de control se pierde el ajuste durante el periodo de pretratamiento. Este análisis ilustra las ganancias potenciales del uso de combinaciones de países en lugar de países individuales como casos de comparación individuales para contestar la pregunta de investigación.

Costa Rica sintética en la Figura 1 representa un promedio ponderado de varios países de control, entre

FIGURA 9. BRECHAS ENTRE COSTA RICA Y CONTROLES SINTÉTICOS DISPERSOS

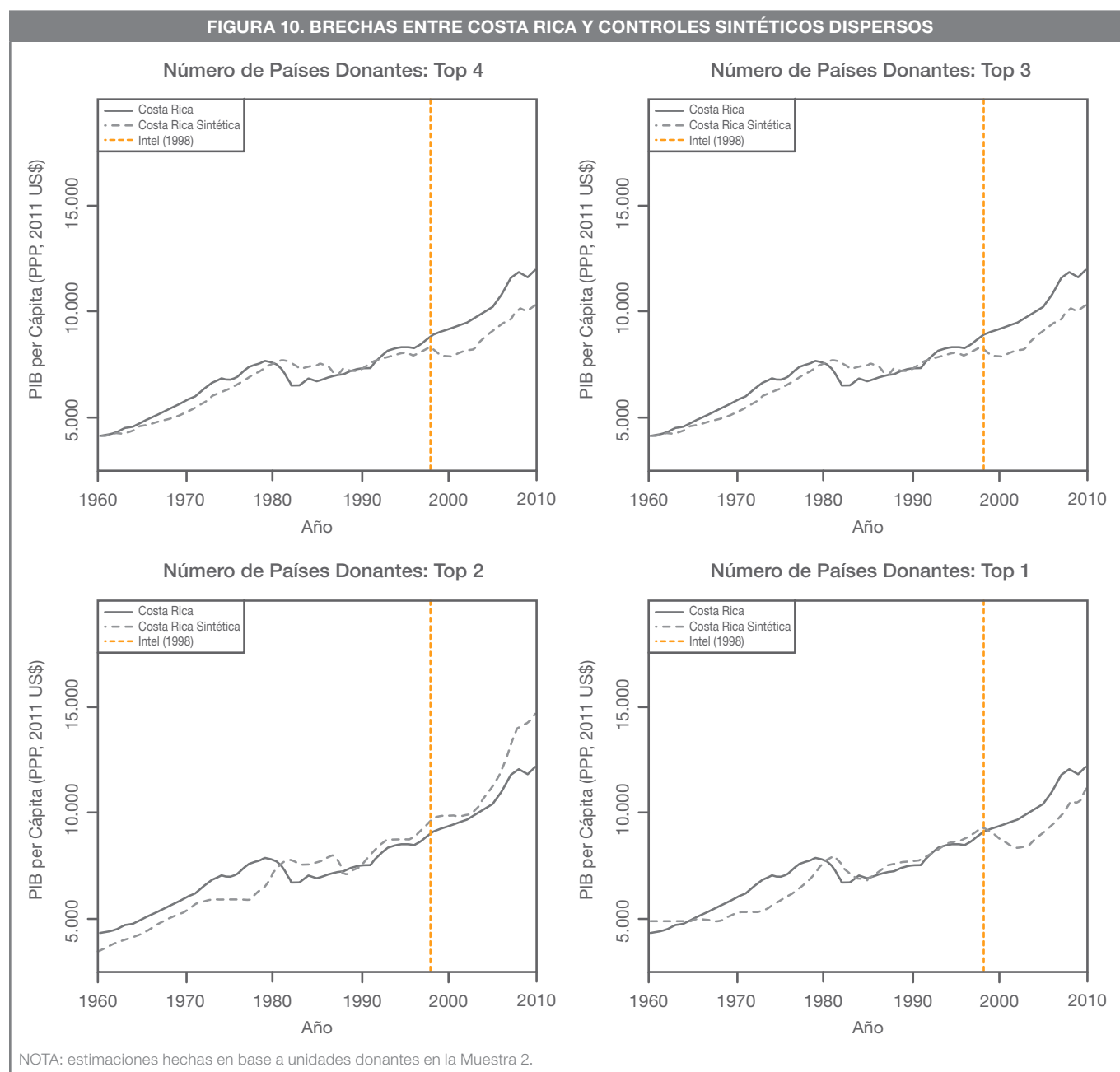


ellos: Belice, El Salvador, Argentina, Chile y México. Sin embargo, las investigaciones comparativas suelen elegir un número muy pequeño de unidades de estudio, con el objetivo de describir y analizar meticulosamente las características y los resultados de cada una. Como resultado, en ocasiones, las investigaciones comparativas pueden favorecer los controles sintéticos dispersos, es decir, los controles sintéticos que involucren a un pequeño pero significativo número de países de comparación. Sin embargo, la reducción del número

de unidades en el control sintético puede afectar la medida en que el control sintético puede ajustarse a las características de la unidad de interés. En esta sección, se examinó el equilibrio entre la escasez y la bondad de ajuste en la elección del número de unidades que contribuyen al control sintético para Costa Rica.

Con el fin de indagar este balance metodológico en la Muestra 2, se construyeron controles sintéticos para Costa Rica, permitiendo solo combinaciones de cuatro, tres, dos y un solo país de control, respectivamente. En

FIGURA 10. BRECHAS ENTRE COSTA RICA Y CONTROLES SINTÉTICOS DISPERSOS



la Figura 10, se observan resultados similares que en la Figura 1, pero aquí no es tan claro que conforme se reducen las unidades de control se pierde el ajuste durante el periodo de pretratamiento. Esto se debe a que en la Muestra 1 se construye el control sintético a partir de diez y seis países donantes y en la Muestra 2 tan solo seis unidades de control. Sin embargo, el ajuste durante el periodo de pretratamiento con cuatro países donantes recalca, nuevamente, la ganancia de realizar el estudio con más unidades de comparación en lugar de menos.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos principales de este artículo apuntan a que Costa Rica tiene el nivel de desarrollo económico actual gracias a que se logró atraer a Intel al Régimen de Zona Franca del país a finales de los 90's. El camino no recorrido, en donde Intel no se instala en Costa Rica, resulta menos desarrollado y con menor crecimiento de largo plazo. Esto ocurre porque la llegada de Intel en 1997 marcó un nuevo comienzo, ya que su decisión de establecer una planta destinada al ensamblaje y prueba de microprocesadores allanó el camino para otras empresas multinacionales de alta tecnología. Fue una señal al mundo de que en Costa Rica se podían hacer inversiones de alto contenido tecnológico.

El establecimiento de esta empresa puede considerarse como el punto de inflexión de la inserción del país en los mecanismos mundiales de producción compartida, así como el comienzo del desarrollo de un sector orientado a exportar y producir manufacturas de alta tecnología y servicios de valor agregado (Monge-González & Zolezzi, 2012). En Costa Rica se aprovechó la llegada de Intel para atraer multinacionales emblemáticas de otros sectores, como el de manufactura de dispositivos médicos y tecnologías de información y

los servicios informatizados. El objetivo fue mejorar la participación del país en los mecanismos mundiales de producción compartida, también conocidos como cadenas mundiales de valor.

El método de control sintético desarrollado en este artículo genera una prueba empírica robusta, y alternativa a la literatura académica actual, cuantificando el impacto de Intel. Considerando de manera ilustrativa la Muestra 1, el PIB per cápita real en el 2018 fue de US\$15.609 y el sintético fue de US\$12.180; es decir un 28% mayor veinte años después; dos puntos porcentuales por encima de lo encontrado por Billmeier & Nannicini (2013) diez años después de la apertura comercial de Costa Rica. La diferencia porcentual promedio entre Costa Rica real y Costa Rica sintética en términos del PIB per cápita entre 1998 y el 2018 fue del 12%. La tasa de crecimiento del PIB per cápita real promedio de Costa Rica entre 1998 y el 2018 fue de 1,3 puntos porcentuales mayor por año con Intel operando en el país. Por encima de los 0,86 puntos porcentuales encontrados por Abarca & Ramírez (2018) sesenta años después de la abolición del ejército.

La hipótesis inicial del artículo se comprueba y se determina que Intel ha tenido un impacto positivo en el desarrollo económico de Costa Rica. Cualitativamente, se puede apuntar hacia una incidencia positiva del Régimen de Zona Franca en la atracción de inversión de Intel, y a partir de allí, un efecto global positivo en la economía doméstica. Cuantitativamente, a través de un control sintético, se determina que con Intel el crecimiento promedio anual del PIB per cápita real de Costa Rica aumentó de entre 1,3% a 2,6% durante el periodo 1998-2018, más que duplicando el crecimiento en comparación con una Costa Rica contrafactual que no hubiese recibido la inversión de Intel.

BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, A. & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country, *American economic review*, 93 (1), pp. 113-132.
- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program, *Journal of the American statistical Association*, 105 (490), pp. 493-505.
- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method, *American Journal of Political Science*, 59 (2), pp. 495-510.
- Abadie, A. (2019). Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects, *Journal of Economic Literature*.
- Abarca, A., & Ramírez, S. (2018). A farewell to arms: The long run developmental effects of Costa Rica's army abolishment', *Observatory of Development at the University of Costa Rica*, Working Paper. Disponible en: <http://odd.ucr.ac.cr/sites/default/files/Papers/A-farewell-to-arms.pdf> [Accesado el 9 de enero, 2019].
- Akerlof, G.A. (1970). The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *The Quarterly Journal of Economics*, 84 (3), pp. 488-500.
- Banco Mundial. (2006). The impact of Intel in Costa Rica. Nine years after the decision to invest. *Investing in Development Series*.
- Barro, R., & Lee, J.W., (2013). A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010, *Journal of Development Economics*, 104, pp. 184-198. Disponible en: <http://www.barrolee.com/> [Accesado el 25 de febrero, 2020].
- Ben-Michael, E., Feller, A., & Rothstein, J. (2018). The Augmented Synthetic Control Method', *arXiv preprint arXiv: 1811.04170*.
- Billmeier, A., & Nannicini, T. (2013). Assessing economic liberalization episodes: A synthetic control approach', *Review of Economics and Statistics*, 95 (3), pp. 983-001.
- Card, D. (1990). The impact of the Mariel boatlift on the Miami labor market, *ILR Review*, 43 (2), pp. 245-257.
- Card, D., & Krueger, A.B. (1994). Minimum wages and employment: A case study of the fast food industry in New Jersey and Pennsylvania, *National Bureau of Economic Research*, no. w4509.
- Holland, P.W. (1986). Statistics and Causal Inference, *Journal of the American Statistical Association*, 81 (396), pp. 945-960.
- International Monetary Fund. (2020). World Economic Outlook Database, *October 2019*. Disponible en: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/index.aspx> [Accesado el 25 de febrero, 2020]
- Kaul, A., Klößner, S., Pfeifer, G. & Schieler, M. (2018). Synthetic control methods: Never use all pre-intervention outcomes together with covariates, *Working Paper*. Disponible en: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/83790/1/MPPRA_paper_83790.pdf [Accesado el 25 de marzo, 2020]
- Kellogg, M., Mogstad, M., Pouliot, G., & Torgovitsky, A. (2019). Combining Matching and Synthetic Controls to Trade off Biases from Extrapolation and Interpolation, *National Bureau of Economic Research*, no. w26624.
- Larrain, F., Lopez-Calva, L.F & Rodriguez-Clares, A. (2000). Intel: A Case Study of Foreign Direct Investment in Central America, *Center for International Development at Harvard University*, CID Working Paper, no. 58.
- Maddison Project Database., (2018), 'Rebasing Maddison: new income comparisons and the shape of long-run economic development, *Maddison Project Working Paper*, no. 10. Disponible en: www.ggdc.net/maddison [Accesado el 25 de febrero, 2020]
- Minard, S., & Waddell, G.R. (2019). Dispersion-Weighted Synthetic Controls, *Working Paper*.
- Monge-González, R. & Zolezzi, S. (2012). Insertion of Costa Rica in global value chains: A case study, *IDB Working Paper Series*, no. IDB-WP-373.
- MOxLAD. (s.f). Base de Datos de Historia Económica de América Latina Montevideo-Oxford, Disponible en: <https://www.lac.ox.ac.uk/research-projects/moxlad-database> [Accesado el 25 de febrero, 2020]
- Neyman, J.S. (1990). On the Application of Probability Theory to Agricultural Experiments, *Statistical Inference*, 5 (4), pp. 465-480.
- Rubin, D.B. (1974). Estimating Causal Effects of Treatment in Randomized and Nonrandomized Studies, *Journal of Educational Psychology*, 66 (5), pp. 688-701.
- Spar, D. (1998). Attracting high technology investment: Intel's Costa Rican plant, *The World Bank & Foreign Investment Advisory Service*, Occasional Paper, no. 11.
- Spence, M. (1973). Job Market Signaling, *The Quarterly Journal of Economics*, 87 (3), pp. 355-374.
- World Bank. (s.f). *World Bank Open Data*. Disponible en: <https://data.worldbank.org/topic/education> [Accesado el 25 de febrero, 2020]

APÉNDICE

El apéndice se compone de material de apoyo a lo escrito en las secciones principales del documento. Primero, se expone un análisis similar del estudio para la Ley de Zona Franca en Costa Rica de 1990. Se utiliza la misma metodología, pero se replantea los periodos de tratamiento hacia antes y después de 1990; año en donde entra en vigor la Ley N° 7210. Segundo, se muestra una réplica del trabajo hecho por Billmeier & Nannicini (2013) con respecto al efecto de la apertura comercial del país. Esto con el fin de ilustrar que, dado los datos utilizados, el efecto de la entrada en vigor de la Ley de Zona Franca y la apertura comercial no son tan robustos como los resultados hallados para el inicio de operaciones de Intel en Costa Rica.

1.1. Análisis de la Ley de Zona Franca

La pregunta de investigación paralela, o conexas con la presente es: ¿cuál es el efecto causal de la Ley de Zona Franca (LZF) en el desarrollo económico de Costa Rica? Respondiendo únicamente de manera gráfica se puede apreciar que bajo la Muestra 1 hay un claro punto de divergencia en 1998, y no en 1990. Bajo la Muestra 2 se observa que, si hay una divergencia de cero, pero inclusive antes de 1990. Ambos resultados apuntan a detallar el ECM y determinar que no hay suficiente confianza para concluir que lo observado no es producto del azar.

La prueba de robustez principal sugiere que Costa Rica no es el país con mayor ECM durante el post-tratamiento en su comparación con antes de la Ley

FIGURA 11. EFECTO DE LA LEY DE ZONA FRANCA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA

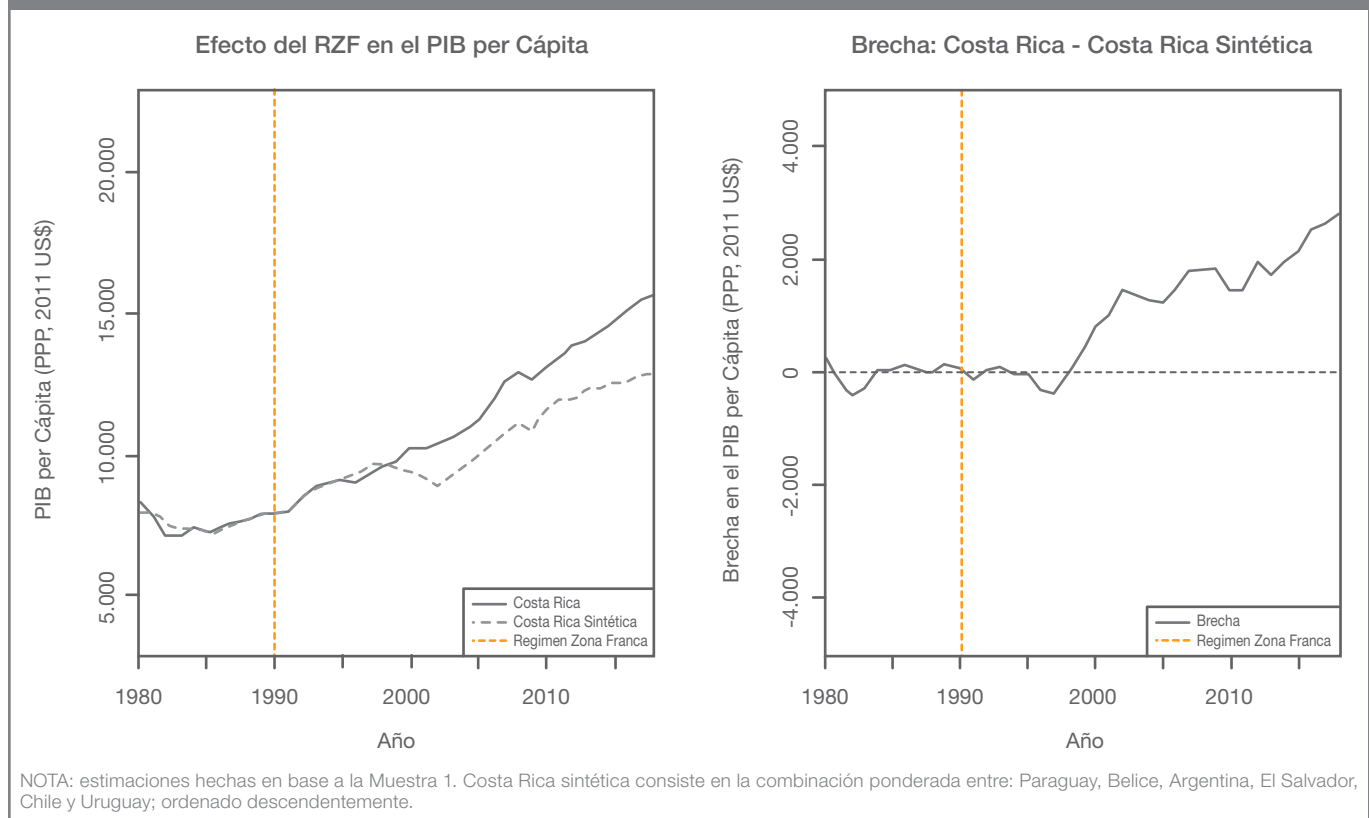


FIGURA 12. EFECTO DE LA LEY DE ZONA FRANCA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA

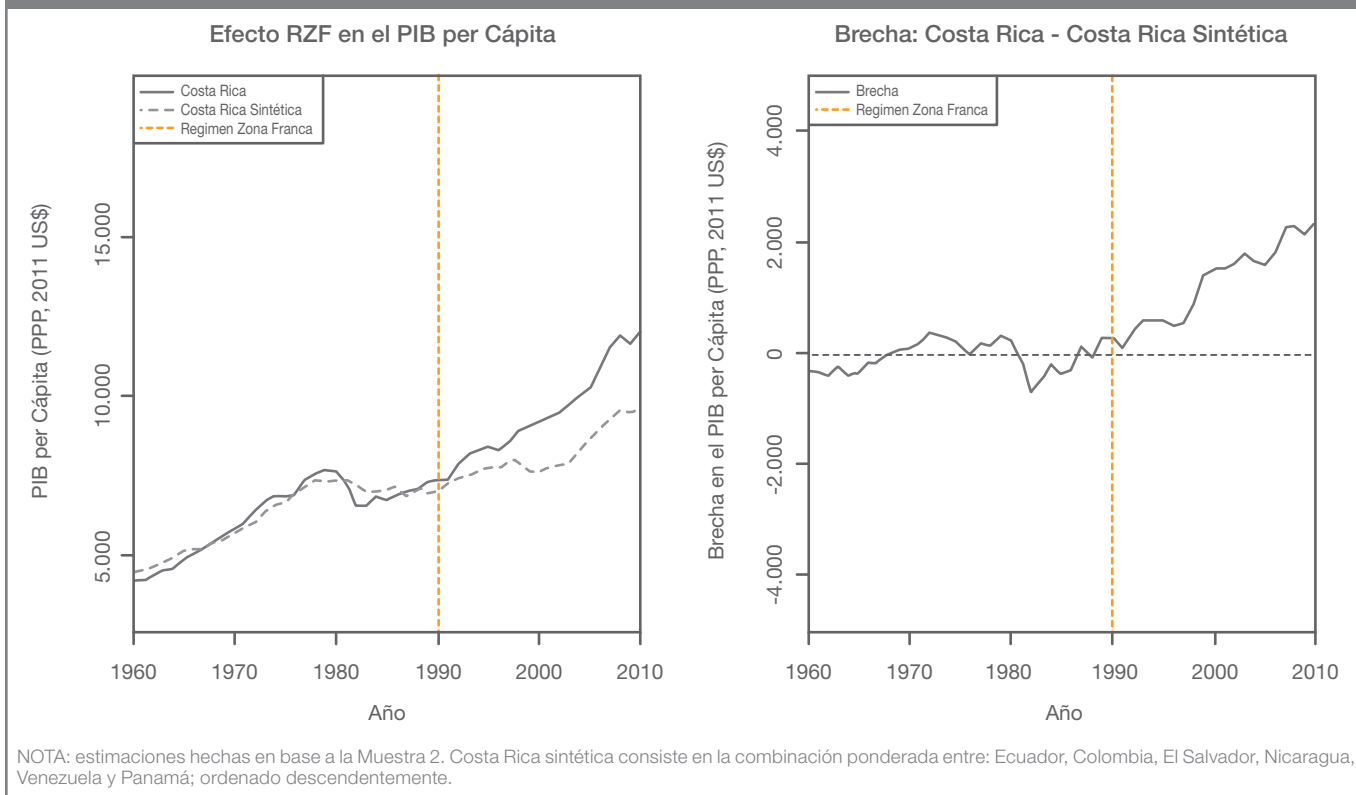
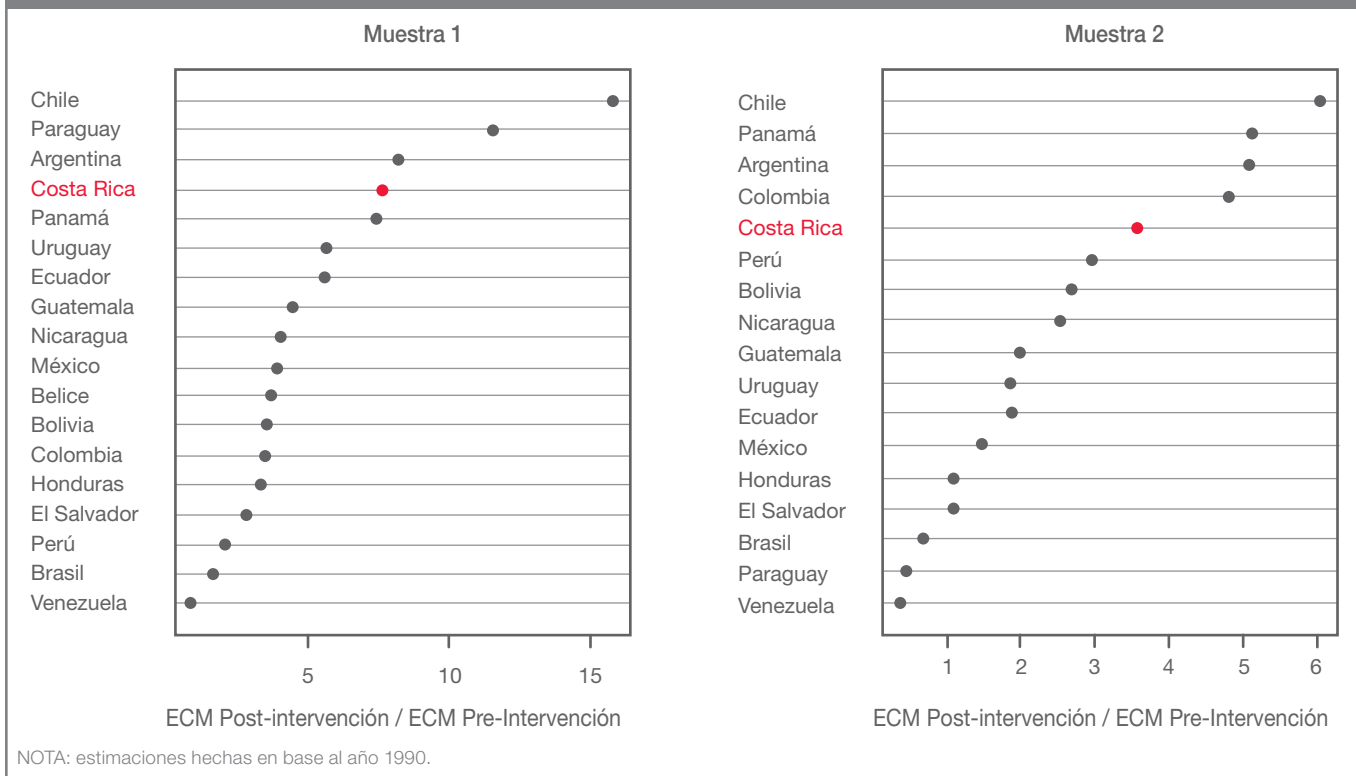


FIGURA 13. ERROR CUADRÁTICO MEDIO DEL EFECTO DEL RÉGIMEN DE ZONA FRANCA



de Zona Franca en 1990. Hay países donantes que también experimentan crecimientos y divergencias grandes después de 1990. Esto responde al hecho que varios países de control tienen instrumentos o incentivos similares a los de Costa Rica para la atracción de inversión extranjera directa, y por más que no son beneficiarios directos del Régimen, si tienen políticas públicas similares en sus propias economías y mercados domésticos.

1.2. Análisis Apertura Comercial

¿Cuál es el efecto causal de la apertura al comercio exterior en el desarrollo económico de Costa Rica? Se aprecia que bajo la Muestra 1 no hay efecto alguno, y

bajo la Muestra 2 se logra replicar el trabajo hecho por Billmeier & Nannicini (2013).

Sin embargo, una vez puesto a prueba el ECM se deduce que cualquier efecto positivo después de 1986 no es exclusivo para Costa Rica. La prueba de robustez principal sugiere que Costa Rica no es el país con mayor ECM durante el postratamiento en su comparación con antes de la apertura comercial en 1986. Hay países donantes que también experimentan crecimientos y divergencias grandes después de 1986. Esto responde al hecho que varias unidades de control también han abierto sus economías al comercio internacional, y durante el periodo de postratamiento, Costa Rica no es el único país abierto al comercio exterior.

FIGURA 14: EFECTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA

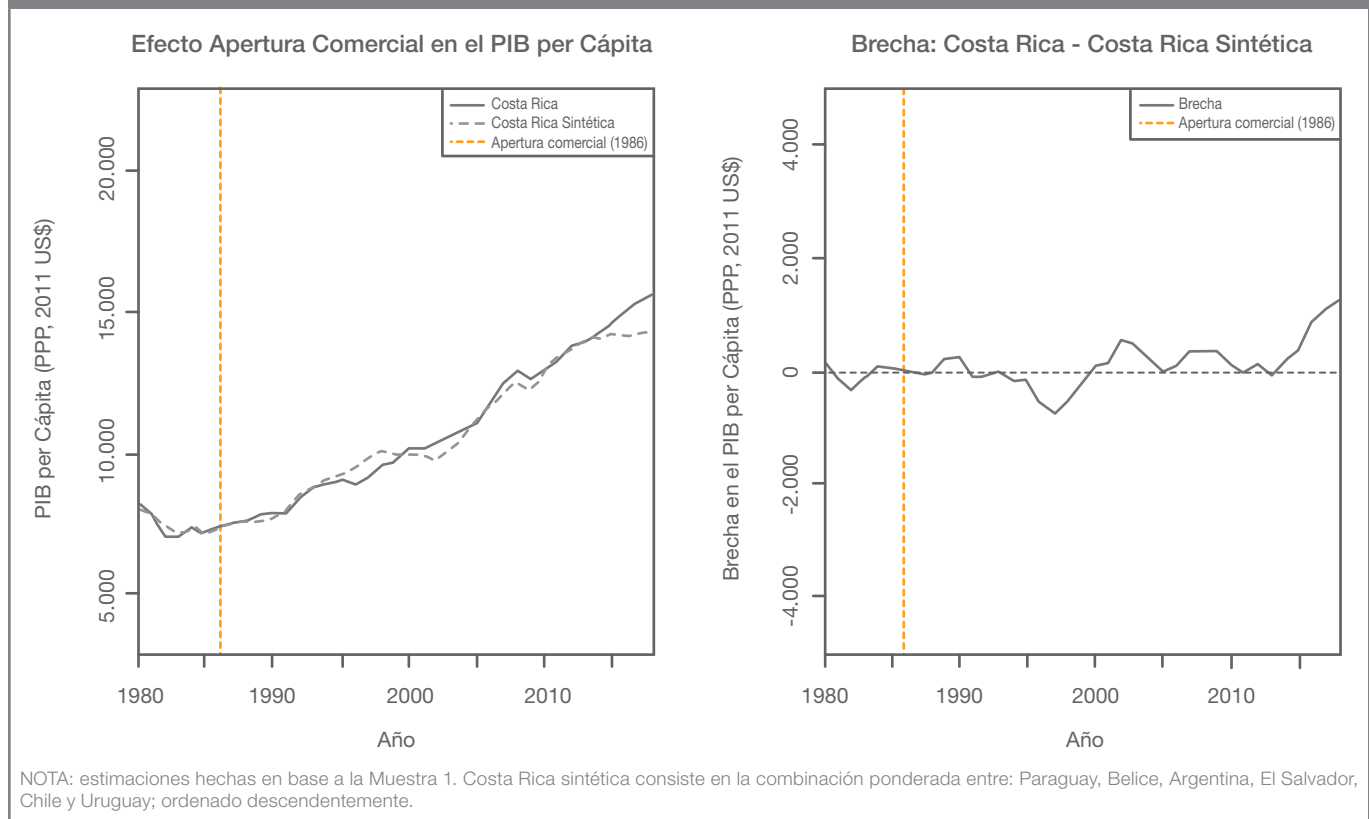


FIGURA 15. EFECTO DE LA APERTURA COMERCIAL EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE COSTA RICA

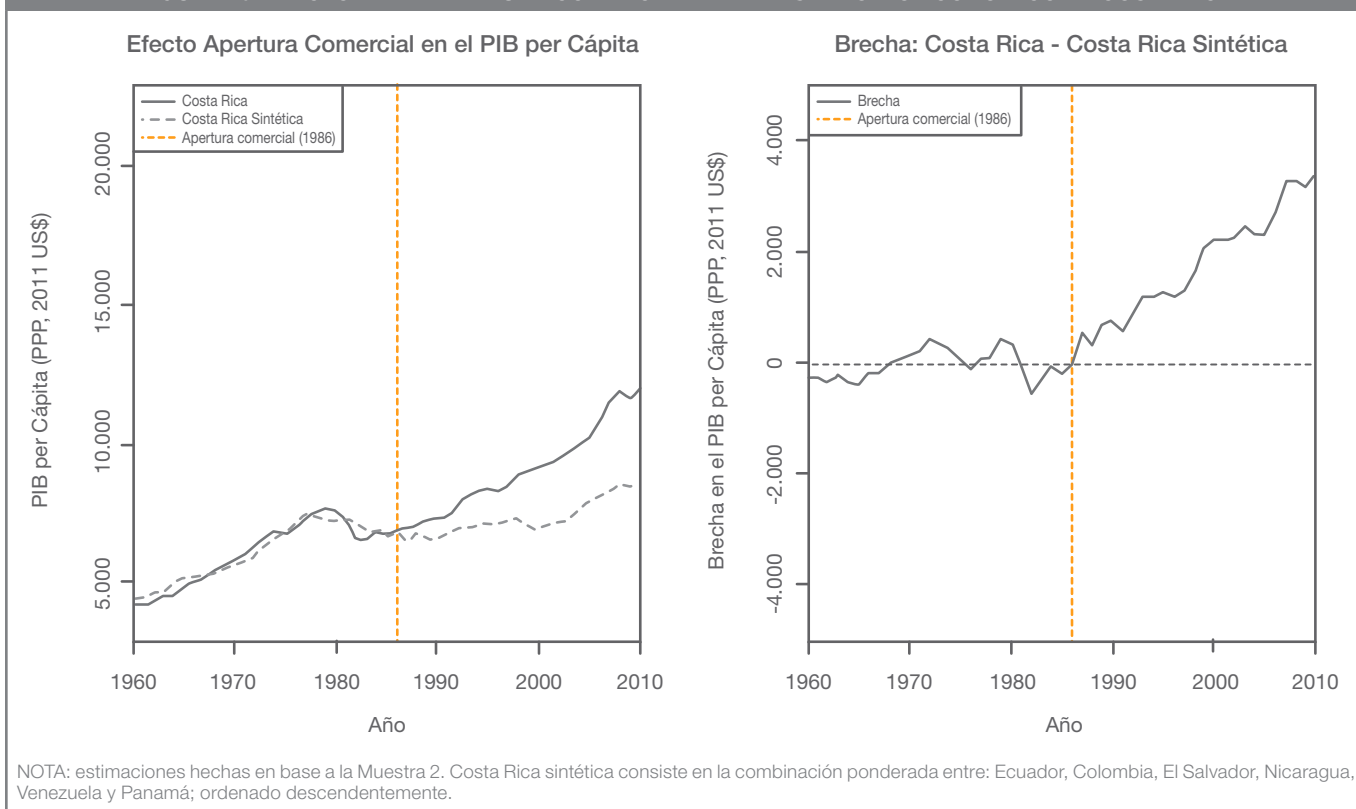


FIGURA 16. ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA APERTURA COMERCIAL EN COSTA RICA

