

# **Innovaciones en Productividad y Dinámica de Plantas <sup>1,2</sup>**

Raphael Bergoeing  
Centro de Economía Aplicada  
Universidad de Chile

Facundo Piguillem  
Cámara Chilena de la Construcción

Abril 2004

## **Resumen**

La evidencia empírica reciente muestra que la dinámica de productividad de las plantas industriales es relevante para explicar el crecimiento económico. La entrada y salida de plantas y la reasignación de factores desde plantas menos eficientes hacia plantas más eficientes explica una parte sustancial de los cambios agregados en la productividad total de factores; esta, a su vez, es la principal fuente de cambio en el crecimiento agregado del producto. En este trabajo utilizamos un modelo de equilibrio general con plantas heterogéneas para analizar el efecto en la dinámica de plantas de perturbaciones en eficiencia idiosincrásicas y agregadas. Parametrizando el modelo para representar una economía en desarrollo, analizamos el efecto de estas perturbaciones en eficiencia sobre diversas variables macroeconómicas, descomponiendo los efectos agregado en su dimensión sectorial. Las simulaciones numéricas muestran que un modelo como el desarrollado en este trabajo permite aproximar las regularidades observadas. Este modelo, además, puede ser utilizado para responder preguntas específicas relacionadas tanto con el ciclo económico como con el nivel de ingreso de largo plazo.

*Clasificación JEL:* D21, D24, L16, L60, O40

*Palabras Claves:* Heterogeneidad, dinámica de plantas, competencia imperfecta, economías en desarrollo.

---

<sup>1</sup> Agradecemos el apoyo financiero de Fondecyt a través del proyecto 1030991 y una donación institucional otorgada al Centro de Economía Aplicada por la Fundación Hewlett. Agradecemos también las sugerencias de Raimundo Soto. Los errores restantes son nuestra responsabilidad.

<sup>2</sup> Este trabajo se basa en la Tesis de Maestría realizada por Facundo Piguillem en el Programa de Economía ILADES/Georgetown University.

## 1. Introducción

La mayoría de los modelos macroeconómicos supone retornos constantes a escala y una firma representativa. La evidencia empírica reciente, sin embargo, muestra que la heterogeneidad en la dinámica productiva de las plantas industriales es relevante para explicar el crecimiento económico agregado.<sup>3</sup> La entrada y salida de operación de las plantas y la reasignación de factores desde plantas menos eficientes hacia aquellas más eficientes explica una parte sustancial de los cambios en la productividad total de factores (PTF), la que a su vez es la principal fuente de crecimiento del producto de un país.<sup>4</sup> En este trabajo desarrollamos un modelo de equilibrio general con plantas heterogéneas para analizar el efecto de perturbaciones en eficiencia idiosincrásicas y agregadas sobre la producción, inversión y empleo de plantas industriales. Consistentemente con la evidencia empírica desagregada, incorporamos retornos crecientes a escala.

El comportamiento de la dinámica de plantas, tanto con respecto a la entrada y salida de estas como a la creación y destrucción de empleo, está condicionado por el tipo de perturbación que enfrenta la economía. Ante perturbaciones agregadas la creación y destrucción de empleo se correlacionan inversamente. Por ejemplo, si la economía enfrenta una caída agregada en eficiencia, se genera mayor destrucción y menor creación de empleo agregado. Si las perturbaciones en eficiencia son idiosincrásicas, sin embargo, la creación y destrucción de empleo experimentan cambios con igual signo: el empleo que se destruye en el sector que enfrenta una caída en eficiencia se crea en otros sectores que aumentan su eficiencia. De hecho, la evidencia para Chile durante las últimas dos décadas muestra que la correlación entre creación y destrucción de empleo es 0,1 si consideramos el periodo 1984-1999, de crecimiento estable y sostenido, y  $-0,56$  si consideramos las últimas dos décadas en su totalidad, es decir, incluyendo la depresión de comienzos de los 1980s y el estancamiento de fines de los 1990s. En este trabajo restringimos paramétricamente el modelo ya señalado para representar una economía en desarrollo y analizamos el efecto de estas perturbaciones en diversas variables macroeconómicas descomponiendo los efectos agregado en su dimensión sectorial. Nuestro objetivo principal es estudiar la capacidad del modelo para replicar los hechos estilizados a nivel de planta que la literatura empírica reportado durante los últimos años. Las simulaciones numéricas muestran que, en general, el modelo efectivamente permite aproximar cualitativa y cuantitativamente las regularidades observadas. Este modelo, además, puede ser utilizado para responder preguntas específicas relacionadas tanto con el ciclo económico como con el nivel de ingreso de largo plazo. Con respecto a las fluctuaciones de corto plazo, el modelo permite analizar, por ejemplo, la rapidez con que una economía recupera su nivel de producto de tendencia después de enfrentar shocks exógenos en productividad<sup>5</sup>; en el contexto del desarrollo económico, la estructura teórica desarrollada en este trabajo permite estudiar, por ejemplo,

---

<sup>3</sup> Ver la Sección 2 de este trabajo para una descripción detallada de la evidencia empírica relacionada con crecimiento agregado y reasignación de factores productivos.

<sup>4</sup> Bergoeing, et al. (2002) muestra que en Chile, durante el periodo 1980 – 2000, la correlación entre PTF y producto geográfico bruto fue 0,91. Bergoeing, et al. (2003) presentan evidencia de la relevancia cuantitativa de la reasignación de factores como determinante de la PTF durante el mismo periodo. Ahn (2003) entrega evidencia similar para países de la OECD.

<sup>5</sup> Este tipo de modelo puede ser transformado trivialmente para incorporar también innovaciones exógenas de demanda. Por ejemplo, shocks de política fiscal o monetaria.

el efecto en el nivel de ingreso de tendencia de políticas gubernamentales que alteran el proceso natural de entrada y salida de plantas.<sup>6</sup>

Este trabajo contiene cuatro secciones adicionales. La próxima sección describe la evidencia empírica utilizando datos de plantas manufactureras de Chile. La tercera sección desarrolla un modelo de equilibrio general con plantas heterogéneas y competencia imperfecta. La cuarta sección simula numéricamente el modelo y analiza comparativamente el efecto sobre el comportamiento de las plantas de perturbaciones idiosincrásicas y agregadas de la eficiencia. La última sección resume los principales resultados y propone temas futuros a desarrollar.

## **2. Evidencia empírica**

Existe una extensa, aunque reciente, literatura empírica que describe la dinámica de plantas, tanto para países desarrollados como en vías de desarrollo. Esta literatura muestra que, en general, las regularidades empíricas son similares entre países, independientemente de su nivel de desarrollo. En particular, existe gran heterogeneidad en la dinámica de plantas: en todos los sectores y en cada momento del tiempo, algunas plantas crean trabajo y otras lo destruyen, algunas plantas invierten y otras dejan que su capital se deprecie, algunas plantas cierran y otras inician sus operaciones.<sup>7</sup> Existen distintas hipótesis para explicar esta heterogeneidad en la dinámica de plantas. Algunos estudios enfatizan el rol de la incertidumbre que caracteriza las decisiones de producción, resultante del desarrollo y adopción de técnicas productivas o de la distribución y promoción de nuevos productos. En general, y como resultado de la falta de información con respecto a las condiciones de demanda o los procesos productivos, las plantas experimentan y se involucran en procesos de aprendizaje que generan comportamientos cambiantes en el tiempo. Alternativamente, las plantas pueden estar enfrentando continuamente alteraciones en su eficiencia productiva que resultan de cambios en las habilidades de los encargados de la gestión o de cambios en su entorno institucional y económico. En lo que sigue describimos de manera detallada la evidencia empírica existente y los principales hechos que condicionarán la capacidad explicativa del modelo desarrollado en la sección siguiente.

Los primeros trabajos que caracterizan la dinámica de plantas de forma sistemática fueron realizados con datos de manufacturas en Estados Unidos por Davis y Haltiwanger (1990), (1992) y (1996) y Roberts y Tybout (1996). Luego, diversos autores caracterizan otros países desarrollados. En particular, el Reino Unido en Blanchflowers y Burgess (1996), Rusia en Broadman y Recanatini (2001) y Canadá en Roberts y Tybout (1996). Para los países en vías de desarrollo el estudio más completo es Roberts y Tybout (1996) que considera información para Colombia, Chile y Marruecos. Por último, Beker (2000) y

---

<sup>6</sup> Parente y Prescott (2000) desarrollan un modelo con una firma representativa para estudiar el efecto de políticas distorsionadoras -que resultan de la existencia de grupos de interés- para explicar las diferencias entre países en el nivel agregado de eficiencia. El modelo desarrollado en este trabajo considera un mecanismo que enfatiza el rol de la dinámica de plantas para explicar el efecto agregado en productividad total de factores.

<sup>7</sup> La mayoría de los trabajos utilizan datos del sector manufacturas. Recientemente, sin embargo, Davis et al (2001) reportan resultados similares para el sector servicios en Estados Unidos.

Andreoli y Massot (1995) caracterizan el comportamiento de las plantas en Argentina y Camhi, Engel y Micco (1997) hacen lo propio con datos chilenos.

Si bien estos estudios demuestran la gran heterogeneidad en el comportamiento de las plantas --incluso para unidades económicas pertenecientes al mismo sector--, es posible establecer regularidades con respecto a las decisiones de creación y contracción de las plantas, y su consecuente cambio en las decisiones de empleo e inversión. Por ejemplo, Bergoeing et al. (2003) utilizan datos de la encuesta nacional de manufacturas (ENIA) para el período 1980-1999 y descomponen la decisión de salida o permanencia en el mercado en cualquier momento  $t$  como resultado de tres factores: antigüedad de la planta, año de nacimiento (cohorte), y ciclo económico. Estos elementos son congruentes con la teoría económica pues las plantas más productivas tienden en promedio a permanecer en el mercado más que las plantas menos productivas. Los datos también muestran la relevancia del avance tecnológico pues controlando por edad y ciclo, las plantas más jóvenes inician su ciclo de vida con mayor productividad en promedio. De igual forma, y controlando por ciclo y año de nacimiento, las plantas muestran un comportamiento consistente con la existencia de un proceso de aprendizaje ya que a mayor edad de la planta, mayor es la productividad promedio de estas. Por último, el ciclo económico condiciona la eficiencia de las plantas consistentemente con el comportamiento de la economía agregada.

Finalmente, las diferencias en las tasas de reasignación y de acumulación de factores y entrada y salida de plantas se explican, en parte, por la existencia de economías de escala y la presencia de externalidades. Plantas más grandes (en términos de ventas) son en promedio más eficientes y plantas más eficientes tienden a ubicarse geográficamente cercanas (Roberts y Tybout, 1996). En el Cuadro 1 se muestran las tasas de reasignación de empleo promedio para un grupo de países en desarrollo por sector industrial. Allí se observa como las tasas de reasignación van aumentando a medida que los sectores se hacen menos intensivos en capital, y por lo tanto las economías de escala y el posible uso del poder de mercado se reduce.

La reasignación de factores entre plantas es cuantitativamente relevante: aproximadamente un tercio de la reasignación de empleo se debe a la salida de plantas viejas y a la subsecuente entrada de nuevas plantas. Según Roberts y Tybout (1996) aproximadamente un tercio de la reasignación de empleo se debe a este hecho en Chile y Marruecos, en tanto que en el resto de los países - EE.UU., Canadá y Colombia - esta fracción corresponde a un cuarto del total de la reasignación..

La Figura 1 muestra evidencia del rol del ciclo económico en la dinámica de las plantas industriales en Chile. Desde 1988 la tasa de creación de empleo comienza a ser más variable que la tasa de destrucción. Similares resultados obtienen Navarro y Soto (2001) que encuentran que la productividad de trabajo fue contracíclica durante 1979-1985 y procíclica durante 1986-1997. Como se verá más adelante este cambio observado en la correlación es consistente con una mayor importancia de las perturbaciones idiosincrásicas con respecto a las agregadas durante la última década, a través del efecto de las primeras en la reasignación de recursos.

Por último, es importante destacar que pese a que los países en desarrollo son más inestables que los países desarrollados, las tasas de reasignación de factores productivos en ambos casos son similares. Esto sugiere que la existencia de políticas contracíclicas más activas en los países en desarrollo inhiben el comportamiento del mercado en estos últimos.

### 3. Un modelo de selección de plantas con competencia imperfecta.

En esta sección desarrollamos un modelo de equilibrio general con plantas heterogéneas, capital semilla (*vintage*<sup>8</sup>) e innovaciones idiosincrásicas. Este modelo se basa en Jovanovic (1982), Hopenhayn (1992) y Campbell (1998). En este trabajo extendemos la literatura existente incorporando competencia imperfecta y perturbaciones agregadas con el fin de estudiar la capacidad del modelo para replicar las observaciones empíricas asociadas a la creación y destrucción de empleo. Con este mismo fin desarrollamos un algoritmo que permite seguir en el tiempo a las plantas.

En cada período existe una distribución de plantas caracterizadas por diferentes niveles de productividad. El administrador de las plantas toma la decisión de salir o permanecer en el mercado. Si opta por quedarse, el administrador debe decidir cuanto empleo contratar. Si decide abandonar el mercado, la planta se cierra y es vendida como chatarra a un valor  $s < 1$ . Las nuevas plantas tienen asociadas una tecnología en promedio más productiva que la que tienen las plantas que nacieron con anterioridad.

En este contexto, el capital agregado efectivo se define como:

$$\bar{K}_t = \int_{-\infty}^{\infty} e^{\theta_t} k_t(\theta) d\theta \quad (1)$$

En donde  $\theta_t$  es el nivel de productividad que posee cada unidad de capital, que en adelante se supondrá que se distribuye con una distribución normal entre  $-\infty$  y  $\infty$ . De esta manera, el capital agregado efectivo de la economía será la suma ponderada por nivel de productividad de todas las unidades de capital existentes. Cada planta produce valor agregado a través de una función Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala; el valor bruto de la producción, a su vez, se obtiene por medio de una función de producción con coeficientes fijos. En este contexto, se obtiene la siguiente función de producción agregada.

$$Y_t = \frac{e^{\lambda_t}}{\omega} N_t^\alpha \bar{K}_t^{1-\alpha} \quad (2)$$

con  $0 < \alpha < 1$

donde  $N_t$  es el nivel de empleo agregado y  $\lambda_t$  es una perturbación aleatoria a la productividad agregada, que es común a todos los establecimientos. Esta perturbación sigue un proceso AR(1) descrito por:

---

<sup>8</sup> El término “*vintage*” ( cosecha), hace referencia a que cada unidad de capital nace (se cosecha) con un nivel de productividad incorporado. Así, dos unidades que nacieron en diferentes períodos de tiempo poseerían diferentes niveles de productividad y eficiencia incorporadas.

$$\lambda_{t+1} = \rho\lambda_t + \varepsilon_{t+1}^\lambda, \varepsilon_{t+1}^\lambda \sim N(0, \sigma_\lambda^2)$$

con  $0 \leq \rho \leq 1$ , y  $\varepsilon_t^\lambda$  es *i.i.d.*

Es importante señalar que la media no condicional del proceso seguido por la productividad agregada es cero, por lo que no afecta a la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía. Además, ésta exhibe persistencia; es decir, el efecto de perturbaciones exógenas afecta el equilibrio durante más de un período, siendo mayor este tiempo mientras mayor sea  $\rho$ .

En cada periodo el capital se deprecia en una proporción  $\delta$  – con  $0 < \delta < 1$ . Cuando se deprecia totalmente, el capital existente sale del proceso productivo perdiendo su valor para cualquier uso. Junto a la pérdida de la fracción  $\delta$  del capital por el paso del tiempo, todas aquellas unidades de capital que poseen un bajo nivel de productividad se retiran del proceso productivo. No obstante, a diferencia del capital depreciado, las unidades de capital retiradas por baja productividad reingresan a la economía con la posibilidad de ser utilizadas para consumo o para la creación de nuevas unidades de capital. Específicamente, si una unidad de capital tiene incorporado un nivel de productividad inferior a  $\underline{\theta}_t$ , - en lo sucesivo denominado el punto de corte - se desarma y se vende en el mercado a un precio  $0 < s < 1$  por unidad<sup>9</sup>, en tanto que el capital que posee un nivel de productividad mayor a  $\underline{\theta}_t$  se mantiene dentro del procesos productivo, recibiendo en el periodo siguiente una nueva realización de productividad. Formalmente, en cada período  $t$ , el capital que posea un nivel de productividad tal que  $\theta_t < \underline{\theta}_t$ , se “desarmará” y venderá como “chatarra” en el mercado a un precio  $s$  por unidad. Así, el flujo agregado que cumple estos requisitos, en lo sucesivo capital “salvado”, será:

$$S_t = (1-\delta)s \int_{-\infty}^{\underline{\theta}_t} k_t(\theta_t) d\theta_t \quad (3)$$

Por otra parte, aquellas unidades que no se deprecian y que además tienen incorporada un nivel de productividad  $\theta_t > \underline{\theta}_t$  en el siguiente período reciben una nueva realización de productividad dada por,

$$\begin{aligned} \theta_{t+1} &= \theta_t + e_{t+1}^\theta \\ e_{t+1}^\theta &\sim N(0, \sigma_\theta^2) \end{aligned} \quad (4)$$

En donde,  $e_t^\theta$  es iid, es decir, no está correlacionado con sus valores pasados ni existe correlación alguna entre las plantas. De las ecuaciones (4) y (5) se desprende que esta perturbación idiosincrásica que recibe cada unidad de capital tiene media cero. Por ello y como en el caso anterior, no afecta a la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía, e

<sup>9</sup> Dado que el precio del único bien producido en esta economía es 1,  $s$  menor que uno implica una irreversibilidad de la inversión. En este contexto, si un productor comprase un bien para convertirlo en capital y esta unidad de capital enfrenta una mala realización (nivel de productividad menor que el punto de corte), el productor obtendría una pérdida equivalente a  $(s-1)$  por cada unidad del bien adquirida. Ver Caballero y Engel (1999).

independientemente de cuál sea el valor que asuma inicialmente  $\theta_t$ , sus valores futuros podrán tomar cualquier valor en el intervalo  $(-\infty, \infty)$ . A pesar de ello, aquellas unidades de capital que hayan incorporado en su construcción una tecnología con una media mayor que otras, mantendrán esta diferencia promedio a través del tiempo. En consecuencia, en cada período  $t$ , los bienes de capital con una tecnología inicial más avanzada exhibirán una menor probabilidad de salida que aquellos con tecnologías no tan favorecidas.

Por último, si se desea asimilar alguna unidad del bien producido a los bienes de capital, este debe en primer lugar pasar por un proceso de transformación, el cual tiene como única función dotarlo de la tecnología necesaria para que sea productivo. El nivel de productividad que posea la tecnología que se le incorpore no puede conocerse a priori y sigue el siguiente proceso aleatorio:

$$\begin{aligned} z_t &= \mu_z + z_{t-1} + e_t^z \\ e_{t+1}^z &\sim N(0, \sigma_z^2) \end{aligned} \quad (6)$$

En donde, al igual que  $e_t^\theta$ ,  $e_t^z$  es iid. La diferencia fundamental entre  $z_t$  - que en lo sucesivo denominaremos “tecnología líder” - y las perturbaciones antes mencionadas, está dada por una constante positiva,  $\mu_z$ . Esta constante hará que  $z_t$  crezca en el largo plazo a la tasa  $\mu_z$ . Esto se puede apreciar al notar que  $E(\Delta z_t) = \mu_z$ . Si bien es cierto que el proceso representado por (6) posee una tendencia estocástica, su comportamiento de largo plazo se encontrará dominado por la componente determinística, dada por  $\mu_z$ <sup>10</sup>. Este crecimiento exógeno de la tecnología líder es la única fuente de crecimiento de la productividad, y al mismo tiempo, dada la forma que toma la función de producción, es también la única fuente de crecimiento de la economía<sup>11</sup>.

De este modo, se definen tres fuentes de incertidumbre en esta economía:  $e_t^\theta$ ,  $e_t^z$  y  $e_t^\lambda$ . La primera de ellas es una incertidumbre idiosincrásica que afecta la toma de decisiones pero que no altera el desempeño global de la economía, es el responsable inmediato que se produzcan los movimientos al interior del sector productivo, dotando a las firmas existentes con un nuevo nivel de productividad.<sup>12</sup>

<sup>10</sup> De hecho, el proceso posee tanto una tendencia lineal determinística como una estocástica. La tendencia determinística viene dada por el *drift* del proceso el cual en cada período se acumula. En tanto que, dado que el efecto de los shocks no desaparece en el largo plazo, este se acumula a través del tiempo. En este contexto, la suma acumulada de la historia de los mismos desde el inicio de la serie configura la tendencia estocástica de la misma.

<sup>11</sup> Dada la estructura de la función de producción, y dado que el crecimiento de la productividad se traduce en el crecimiento de la economía a través del capital, la tasa de crecimiento balanceado de la producción será  $\mu_z(1-\alpha)/\alpha$ .

<sup>12</sup> Hay dos razones por las cuales esta fuente de incertidumbre no afecta el desempeño global de la economía. La primera es que no existen costos de reasignación, por lo que no se pierden recursos en dicho proceso. La segunda es que la perturbación idiosincrásica reordena aleatoriamente la productividad de las plantas. Es decir, la productividad que unas pierden la ganan otras, con lo que la productividad promedio (de la planta promedio) se mantiene inalterada, y en consecuencia, tampoco se ve alterada la frontera de posibilidades de producción. Las innovaciones agregadas y las de la tecnología líder generan la incertidumbre agregada.

Alternativamente podríamos utilizar un proceso Markoviano para describir la trayectoria de la productividad de cada firma. En este tipo de procesos, y tal como se observa empíricamente, si una firma tiene la productividad más alta de un grupo determinado, la probabilidad que en el próximo período posea una productividad lo suficientemente baja que la obligue a salir es muy baja, e inclusive se puede fijar en cero.<sup>13</sup> Bajo el esquema utilizado aquí, estas propiedades se mantienen. Para hacer más clara la analogía entre ambos procesos, nótese que las ecuaciones (4) y (5) se pueden resumir en:

$$\theta_{t+1} = N(\theta_t, \sigma_\theta^2) \quad (4')$$

La ecuación (5') implica que el nivel de productividad en el próximo período de una planta cualquiera podrá tomar cualquier valor sobre una distribución normal, pero con la salvedad que esa distribución tiene como media el nivel de productividad que la planta posee actualmente. Esto, porque dado que la esperanza del shock es cero y que la mayor parte de la masa de la distribución se encuentra en torno a ese valor, las firmas exhibirán una alta probabilidad de encontrarse en el período siguiente en un nivel similar al actual. De hecho, el evento esperado es que se encuentren en exactamente el mismo nivel. De la misma manera, si la firma posee una productividad muy alta, para que en el período siguiente se encuentre en una posición lo suficientemente mala para que deba abandonar el mercado, debiera recibir una shock negativo muy grande, lo cual bajo una distribución normal es un evento poco probable. Sin embargo, a diferencia de las cadenas markovianas, dicha probabilidad no se puede fijar arbitrariamente en cero. Todas las firmas, independientemente de su nivel de productividad, poseerán una probabilidad positiva de salida. Al mismo tiempo, el hecho que el shock sea producido por una distribución normal asegura que cualquiera sea el punto de partida inicial, la distribución final de las productividades - y por lo tanto del capital efectivo - será también normal.

Por su parte,  $e_t^z$ , además de proveer la tasa de crecimiento de la economía, permite que el movimiento no sólo sea al interior del sector productivo, sino que también sea hacia afuera de éste y viceversa. Para clarificar este punto, téngase presente que la planta al tomar la decisión de salir o quedarse opta entre las siguientes distribuciones

$$\theta_{t+1} = N(\theta_t, \sigma_\theta^2) \quad (4')$$

$$\theta_{t+1} = N(z_t, \sigma^2) \quad (6')$$

Concretamente, si las unidades de capital que posee una firma determinada llegasen a tener un nivel de productividad lo suficientemente bajo, existirían incentivos suficientes para vender esas unidades como chatarra y adquirir otras nuevas, con tecnología de punta incorporada, y con una mayor probabilidad de poseer un más alto nivel de productividad. El elemento fundamental aquí es  $\mu_z$ ; si este parámetro fuese cero, la productividad esperada de la tecnología de punta sería igual al valor esperado de la productividad de las firmas existentes, e igual a cero, por lo que los incentivos para salir del mercado y reingresar con un mayor nivel de productividad desaparecerían, y por consiguiente, no existirían movimientos de firmas hacia fuera y hacia adentro del mercado. De esta manera, un valor

---

<sup>13</sup> Ver Begoeing et al. (2003).

estrictamente mayor que cero para  $\mu_z$  desencadena un proceso de destrucción creativa a la Schumpeter.

Debido a que las firmas nuevas tendrán incorporada una tecnología con un nivel de productividad más elevado – y contrariamente a lo que muestra la evidencia empírica<sup>14</sup>- la especificación utilizada implica que, en general, la tasa de salida de las firmas nuevas será menor que la tasa de salida de las firmas viejas. Si la variabilidad de las productividades de las firmas entrantes y continuas son iguales,  $\sigma = \sigma_\theta$  o si  $\sigma < \sigma_\theta$ , efectivamente las plantas nuevas tendrán una menor tasa de salida que las existentes. Sin embargo, si la varianza de la productividad que incorpora la tecnología líder es suficientemente mayor que la varianza de la productividad de las firmas existentes, es decir,  $\sigma > \sigma_\theta$ , la tasa de mortalidad de las firmas entrantes sería mayor que la de las existentes. En este caso, el éxito en la incorporación de la tecnología líder es muy incierto, ensanchándose la función de densidad de la tecnología líder. De esta forma, dependiendo de la magnitud de la diferencia de varianzas, la masa acumulada en la cola inferior de la densidad de  $z$  podría ser mayor que la masa acumulada en la cola inferior de la densidad de  $\theta_t$ , en especial debajo del punto de corte<sup>15</sup>.

Por último, la perturbación agregada tiene como función arrojar incertidumbre respecto al conjunto de posibilidades de producción. Así, una innovación positiva aunque no altera la tasa de crecimiento permanente de la economía, desplaza de manera transitoria la frontera de posibilidades de producción beneficiando a todos los agentes por igual. Esto al mismo tiempo relaja las condiciones de competencia en el mercado afectando las decisiones de entrada y salidas de las firmas.

Junto a lo anterior, la economía está habitada por un número infinito de agentes idénticos que consumen el único bien producido en la economía, y que ofrecen sus servicios laborales a las firmas productoras. La función de utilidad del agente representativo está dada por

$$E_0 \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \log(c_t) + \kappa(1 - n_t) \right] \quad (7)$$

con  $\kappa > 0$ .

En donde  $c_t$  es el consumo del agente en cada período  $t$  y  $n_t$  son las horas trabajadas. Nótese que  $U_t(\cdot)$  es del tipo Rogerson-Hansen, implicando que el trabajo es no divisible en esta economía.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Ver Bergoening et al. (2003) para una detallada descripción de los hechos estilizados a nivel de plantas en Chile.

<sup>15</sup> Este fenómeno se atribuye en general a *Learning by Doing*; esto es, en los primeros años de su existencia las firmas deben pasar por un período de aprendizaje hasta que se asientan en el mercado. Mientras dura este período de aprendizaje las firmas exhiben altas tasas de mortalidad.

<sup>16</sup> Ver Hansen (1985) y Rogerson (1988).

Finalmente incorporamos competencia monopolística. Siguiendo a Rotemberg y Woodford (1993), suponemos que el bien que valoran los consumidores es un compuesto de un conjunto de bienes diferenciados, producidos por el continuo de plantas de la economía.

El conjunto de bienes diferenciados dado por el vector  $B_t$  se transforma en un bien compuesto  $C_t$  través de:

$$C_t = f(B_t) \quad (8)$$

En donde el agregador  $f_t$  es una función creciente, cóncava, simétrica<sup>17</sup> y homogénea de grado uno de medida  $B_t$ . Cada productor fija un precio para el bien que produce, lo que arroja como resultado un vector  $P_t$  de precios. Si un agente cualquiera desea consumir una cantidad  $C_t$  del bien compuesto, lo hará minimizando el costo total de la combinación necesaria de bienes diferenciados. Dado que  $f_t$  es homogénea de grado uno, esta demanda será igual a  $C_t$  veces un vector homogéneo de grado cero que es función de los precios.

$$B_t = C_t \Delta_t(P_t) \quad (9)$$

Del mismo modo, para un vector determinado de precios, todos los agentes elegirán un múltiplo del mismo vector  $\Delta_t(P_t)$ , esto permite agregar las demandas de todos los tipos de bienes de manera que:

$$B_t = Q_t \Delta_t(P_t) \quad (10)$$

en donde  $Q_t$  es la demanda agregada del bien compuesto. Dado que  $f_t$  es simétrica, las compras del bien  $i$ , dadas por el elemento  $\Delta_t^i(P_t)$  del vector, sólo dependerán de su precio  $p_t^i$  y del conjunto de precios de toda la economía. Si se consideran sólo equilibrios simétricos, se tiene que, cuando todas las firmas cargan el mismo precio  $P_t$ , el desvío de alguna de ellas le hará enfrentarse a una demanda dada por  $\Delta_t^i(P_t)$ , que puede ser re-escrita como  $D_t(p_t^i/p_t)/H_t$ , donde  $D_t$  es una función decreciente de la relación de precios e igual para cada bien  $i$ , y  $H_t$  es el número de bienes compuestos producidos en la economía. Por lo tanto la demanda por cada bien  $i$  viene dada por

$$d_t^i = \frac{Q_t}{H_t} D_t \left( \frac{p_t^i}{p_t} \right) \quad (11)$$

Se normaliza  $f_t$  tal que  $f_t(M) = H_t$ , donde  $M$  es un vector de unos, lo que implica que la cantidad de bienes producida en la economía es una combinación de uno de cada uno de los bienes diferenciados producidos por cada productor. De esta manera, dado que  $f_t$  es simétrica se debe tener que  $D_t(1)=1$  para todo  $t$ . Se supone además, que  $D_t(\cdot)$  es diferenciable en 1, y que la derivada valuada en 1 es menor que  $-1$ , i.e.,  $D_t'(1) < -1$ . Este supuesto tiene dos implicancias, por un lado, que en equilibrio, el grado de sustitución entre

---

<sup>17</sup> Por simétrica se entiende que su valor depende sólo de la distribución de cantidades compradas del bien diferenciado, pero no de las identidades de bienes comprados.

bienes diferenciados se mantiene a medida que se van agregando más bienes diferenciados; por otro lado, que la elasticidad de sustitución es mayor que uno.

Por último, se supone que los ingresos marginales son decrecientes, es decir, que la función  $D_t(p^i/p_t) + (p^i/p_t) D'_t(p^i/p_t)$  es decreciente en la relación de precios para todo el rango positivo de los mismos.

### **El funcionamiento de los mercados<sup>18</sup>**

El sector productivo estará compuesto por un continuo de firmas, las que sólo existen por un período. Al principio de cada nuevo período las firmas compran los bienes de capital productivos a los consumidores. Al mismo tiempo la firma decide qué cantidad de empleo contratar a los consumidores, de modo tal que, en conjunto con los bienes de capital adquiridos, se lleve a cabo la producción de cada uno de los bienes diferenciados de la economía. Durante este proceso de producción el capital se deprecia. En tanto, al término del período, las plantas son desmanteladas y los bienes de capital no depreciados son vendidos en el mercado secundario si poseen un nivel de productividad superior al punto de corte, o son vendidos como chatarra en el mercado del producto, si su productividad es menor que dicho punto.

En lo que sigue se asume que la función de valor agregado de cada firma es de coeficientes fijos, y que en el proceso de producción se utilizan bienes intermedios. Así, se tiene

$$Y_t^i = \min \left[ \frac{e^{\lambda_t} \overline{K}_t^{1-\alpha} N_t^{i\alpha} - \phi}{1 - s_m}, \frac{M_t^i}{s_m} \right] \quad (12)$$

donde  $M_t^i$  es la cantidad de bienes compuestos utilizados como insumo de producción,  $s_m$  es la proporción del costo de estos insumos intermedios en el costo total y  $\phi > 0$  es el costo fijo de cada firma. En este caso el índice de economías de escala está dado por:

$$\eta_t^i = \frac{Y_t^i + \phi}{Y_t^i} \quad (13)$$

Al principio de cada período, el precio al cual la firma compra cada unidad de capital, con un nivel de productividad incorporado  $\theta_t$ , es  $q_t^0(\theta_t)$ , en tanto que el precio al cual vende una unidad de capital con productividad  $\theta_t$ , al final del mismo período, es  $q_t^1(\theta_t)$ .

Este problema se resuelve en etapas utilizando el Teorema de la Envoltente. En primer lugar, considere la maximización de la producción dados el monto de capital adquirido y la cantidad de empleo total contratado por la firma. En este caso, el

---

<sup>18</sup> Nótese que dadas las imperfecciones de mercado en nuestra economía, el primer teorema del bienestar no se cumple, es decir, el equilibrio no es óptimo en el sentido de Pareto. Por ello, y a diferencia de Campbell (1998), el modelo se resuelve y se simula a partir del equilibrio competitivo y no sobre la base del problema del planificador social.

problema se reduce a la asignación del trabajo total a cada una de las unidades de capital efectivo. Así, siguiendo a Solow (1960), sea  $k_t(\theta_t)$  el número de unidades de capital efectivo con productividad  $\theta_t$  que la firma posee y  $n_t(\theta_t)$  el empleo asignado a cada una de estas plantas, dada la ecuación (1), la solución a este problema viene dada por:

$$n_t(\theta_t) = N_t^\alpha e^{\theta_t} / \bar{K}_t \quad (14)$$

Por lo tanto, la asignación de trabajo a cada unidad de capital será proporcional a su nivel de productividad, y en consecuencia, el nivel de empleo total contratado por la firma estará determinado por la tradicional condición de primer orden.

$$\omega_t w_t = \alpha e^{\lambda_t} \left( \bar{K}_t / N_t \right)^{1-\alpha} \quad (15)$$

En donde  $\omega_t$  es un parámetro de ineficiencia, o la cuña entre el salario de mercado y el de un equilibrio competitivo en el período  $t$ , definido como:

$$\omega_t = \frac{(1 - s_m) \gamma}{1 - s_m \gamma} \quad (16)$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + D'(1)^{-1}} \quad (17)$$

en donde  $\gamma$  es el *markup*, o medida del poder de mercado.

La decisión de venta de las plantas es fácil de caracterizar. Las unidades de capital efectivo tendrán un valor de mercado de  $q_t^1(\theta_t)$  al final del período, si la productividad es mayor que el punto de corte, y un valor  $s$  en caso contrario. En consecuencia, dicho punto de corte será aquel nivel de productividad que deje indiferente a las firmas entre vender el bien de capital a los consumidores para su reutilización en un período posterior, y desmantelar el bien para venderlo como chatarra en el mercado del producto. Formalmente, el precio al final del período de un bien de capital con productividad  $\underline{\theta}_t$  debe satisfacer:

$$q_t^1(\underline{\theta}_t) = s \quad (18)$$

Por último, al momento de determinar el precio de compra de un bien de capital, la firma tendrá en cuenta no sólo el rendimiento que pudiera obtener por la utilización de un bien capital con un cierto nivel de productividad asociado, sino que también a qué precio podría vender la proporción no depreciada de esa unidad, al final del período. Así, la decisión de compra y venta de bienes de capital debe estar caracterizada por la siguiente condición de cero beneficios para cada  $\theta_t$ :

$$q_t^0(\theta_t) = \frac{(1 - \alpha)}{\omega_t} \left( \frac{\bar{K}_t}{N_t} \right)^{-\alpha} e^{\theta_t} + (1 - \delta) [1\{\theta_t < \underline{\theta}_t\} \eta + 1\{\theta_t < \underline{\theta}_t\} q_t^1(\theta_t)] \quad (19)$$

en donde la función  $1\{\cdot\}$  es un indicador que asume el valor 1 si la condición entre llaves es cierta y cero en otro caso. La condición (19) restringe el precio al principio del período de modo tal que sea igual al retorno que pudiera obtener de la utilización del capital más el precio al cual puede vender la planta al final del período.

Adicionalmente, existe una firma constructora de bienes de capital productivos, la cual tiene como única función incorporar la tecnología de punta a los bienes producido por las firmas productoras. Esto lo realiza comprando una cantidad  $I_t^c$  del bien agregado a la firma productora e incorporándole la tecnología de punta sin costo, para luego venderlos a los consumidores al final del período. Para que no existan posibilidades de beneficios se debe cumplir que el costo de los insumos utilizados en la producción iguale el precio de cada unidad de capital productiva. Esto es,

$$1=q_t^{li} \quad (20)$$

en donde  $q_t^{li}$  es el precio de cada proyecto de construcción al final del período.

Por último, los consumidores obtienen sus ingresos de la venta de sus servicios laborales a las firmas productoras, y de la venta a las mismas de los bienes de capital productivos que poseen como activos. Con el objeto de maximizar su utilidad, descrita por la ecuación (8), asignan sus ingresos a la compra de bienes de consumo, a la compra de bienes capital productivos que permanecen como tales al final de cada período, y a la compra de nuevos bienes de capital con tecnología de punta incorporada entregados por la firma constructora. Por lo tanto, tanto el capital productivo adquirido a las firmas productoras, como el nuevo capital entregado por la firma constructora, se constituyen en el stock de capital productivo disponible al comienzo del próximo período para llevar a cabo la producción.

La función de producción agregada se obtiene utilizando el teorema de Euler. Es decir, dado que la función de valor agregado es homogénea de grado uno, se cumple que

$$\eta_t^i (Y_t^i - M_t^i) = \omega(r_t \bar{K}_t^i + w_t N_t^i) \quad (21)$$

Por lo tanto, si  $\eta < \omega$ , existirán beneficios positivos, lo que inducirá a la entrada de nuevas firmas, si  $\eta > \omega$ , los beneficios serán negativos y las firmas empezarán a salir del mercado. En consecuencia, se debe cumplir en equilibrio que  $\eta = \omega$ . Esto implica que los precios en este contexto igualarán a los costos medios pero no a los costos marginales.

Del mismo modo, dado que ahora la producción debe pagar los costos fijos antes de poder asignarse al consumo y/o a la inversión, en el agregado se cumple:

$$Y_t = e^{\lambda_t} N_t^\alpha \bar{K}_t^{1-\alpha} - \phi H_t \quad (22)$$

Adicionalmente, y para que no existan beneficios positivos, en el estado estacionario se debe cumplir que  $\phi H_t = (\omega - 1) Y_t$ , donde  $H_t$  es el número de bienes diferenciados producidos,

o lo que es lo mismo, el número de firmas presentes en la economía. De este modo, introduciendo esta última igualdad en (22), se tiene que:

$$Y_t = \frac{e^{\lambda_t}}{\omega} N_t^\alpha \bar{K}_t^{1-\alpha} \quad (23)$$

De (16), (19) y (23) se desprende que en el caso en que  $\phi = 0$  y  $\gamma = 1$  los resultados serían equivalentes a los obtenidos en un equilibrio competitivo. Así, el equilibrio competitivo sería un caso particular, en el límite, de la economía presentada en esta sección.

**Definición.** Un Equilibrio con competencia monopolística para esta economía, es un vector de precios  $\{w_t(\theta, z, \lambda), q_t^1(\theta, z, \lambda), q_t^0(\theta, z, \lambda), q_t^{li}(\theta, z, \lambda)\}$  para  $t = 0, \dots, \infty$ , un vector de cantidades  $\{N_t(\theta, z, \lambda), Y_t(\theta, z, \lambda), \bar{K}_t(\theta, z, \lambda), I_t(\theta, z, \lambda), c_t(\theta, z, \lambda), S_t(\theta, z, \lambda)\}$  para  $t=0, \dots, \infty$ , y los valores  $\underline{\theta}_t(\theta, z, \lambda)$  para  $t=0, \dots, \infty$  y  $\omega_t$  para  $t=0, \dots, \infty$  tales que dado  $0 < s < 1$  se cumple:

- 1) En cada período  $t$  dados  $w_t(\theta, z, \lambda), q_t^1(\theta, z, \lambda), q_t^0(\theta, z, \lambda)$ , las secuencias  $N_t(\theta, z, \lambda), I_t(\theta, z, \lambda), c_t(\theta, z, \lambda)$  resuelven el problema del consumidor, es decir

$$\max \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \log(c_t) + \kappa(1 - n_t) \right]$$

$$c_t + I_t^c q_t^{li} + \int_{-\infty}^{\infty} q_t^1(\theta) k_t^1(\theta) d\theta = w_t n_t + \int_{-\infty}^{\infty} q_t^0(\theta) k_t^0(\theta) d\theta$$

$$k_{t+1}^0(\theta_{t+1}) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma_\theta} \phi \left( \frac{\theta_{t+1} - \theta_t}{\sigma_\theta} \right) k_t^1(\theta) d\theta + \phi \left( \frac{\theta_{t+1} - z_t}{\sigma} \right) I_t^c$$

- 2) En cada período  $t$  dados  $w_t(\theta, z, \lambda), q_t^1(\theta, z, \lambda), q_t^0(\theta, z, \lambda), q_t^{li}(\theta, z, \lambda)$  se cumplen las condiciones de maximización de beneficios de la firma productora del bien dadas por las ecuaciones (9),(11),(21) y (22) .
- 3) En cada período  $t$ , dado  $q_t^{li}(\theta, z, \lambda)$ , se cumplen las condiciones de maximización de beneficios de la firma constructora de bienes de capital productivos (Ecuación (12)).
- 4) Las asignaciones de los problemas (1)-(4) son factibles, es decir
 
$$C_t + I_t = Y_t + S_t \quad \text{para } t=0, \dots, \infty$$

en donde  $Y_t$  es el valor agregado de la economía determinado por (24)  
Y además se limpian los mercados de activos.

## 4. Simulaciones numéricas.

En esta sección utilizamos el modelo presentado con anterioridad para analizar la relevancia de alteraciones agregadas y idiosincrásicas en eficiencia en la dinámica de plantas. Primero, describimos el método de solución numérica utilizado y, luego, presentamos la parametrización y los resultados obtenidos.

### 4.1 Método de Solución

El método de solución numérica tiene tres etapas. Primero se calculan los valores de estado estacionario para las variables del modelo. Luego se linealiza el sistema de ecuaciones que caracterizan el equilibrio de la economía en torno al estado estacionario, típicamente asociado a las ecuaciones de Euler. Por último, se aplica el método de los coeficientes indeterminados descrito por Christiano (1998). La ventaja de este método es que se basa en las condiciones de optimización de los agentes, por lo que el equilibrio competitivo se puede resolver directamente. Dado que la economía exhibe crecimiento de largo plazo se escalan las variables por la tasa de crecimiento balanceado de la producción,  $\mu_z(1-\alpha)/\alpha$ .

### 4.2 Calibración

Podemos separar los parámetros en dos tipos: parámetros agregados comunes a los modelos de agente representativo dados por el vector  $\{\beta, \kappa, \alpha, \mu, s, s_M, \delta, \omega, \rho_\lambda, \rho_\omega, \sigma_\lambda, \sigma_\omega, \sigma_z\}$  y parámetros específicos a las plantas, dados por el vector  $\{\sigma, \sigma_\theta\}$ . Los parámetros agregados pueden ser obtenidos de estudios anteriores o directamente utilizando información agregada. En particular, la tasa de depreciación, la tasa de descuento intertemporal, la elasticidad del producto con respecto al capital, y los parámetros del proceso aleatorio del shock agregado son obtenidos de Bergoeing y Soto (2003). La tasa de crecimiento de la tecnología líder  $\mu_z$  se fija de manera tal que la economía crezca en el largo plazo al 2% per cápita por año. Usando  $\mu_z(1-\alpha)/\alpha$ , dado que la población es estacionaria, ésta es también la tasa de crecimiento per cápita. En este contexto  $\mu_z$  es 1,33%. Por último, el parámetro que determina la proporción del tiempo disponible dedicada al trabajo en estado estacionario,  $\kappa$ , se fija arbitrariamente de modo que el modelo replique la proporción de horas promedio trabajadas por día en Chile; es decir,  $N = 0,42$ .<sup>19</sup>

Los parámetros específicos a las plantas son obtenidos de Campbell (1998). Existen dos razones complementarias para ello. Primero, en Chile no existen datos a nivel de plantas con la suficiente extensión para realizar las estimaciones necesarias. Segundo, con estos valores estamos implícitamente suponiendo que la economía de Estados Unidos representa el *benchmark* para el equilibrio de largo plazo asociado a la dinámica de plantas de forma tal que nuestra economía convergería en el largo plazo a un equilibrio como el observado en Estados Unidos.

Los parámetros restantes son más difíciles de determinar, particularmente con respecto a las propiedades estocásticas del *markup*. Con respecto al valor promedio de  $\omega$ , existe

---

<sup>19</sup> Ver Bergoeing y Soto (2003).

abundante literatura, tanto para Chile como para el resto del mundo, encontrándose dicho valor generalmente en torno a 1,2. No obstante, para los efectos de la simulación se utiliza un rango de valores fijado entre 1,1 y 1,5. En cuanto a sus propiedades estocásticas, se toman los valores utilizados por Rottemberg y Woolford (1988), donde se supone un rango para la persistencia ( $\rho_\omega$ ) que va de 0 a 0,9, en tanto que la desviación estándar se fija en el 5%.

Parametrización			
$\beta$	0.98	$\sigma_z$	0.01
$\kappa$	1.80	$\sigma_\theta$	0.03
$\alpha$	0.6	$\sigma_\lambda$	0.05
$\mu$	0.0052	$\sigma_\omega$	0.05
$s$	0.90	$\sigma_\tau$	0.25
$s_M$	0.43	$\rho_\lambda$	0.98
$\delta$	0.02	$\omega$	1.20

### 4.3 Simulaciones numéricas

En lo que sigue se analizan los equilibrios simulados para el largo plazo y la transición hacia el crecimiento balanceado que surgen como resultado de perturbaciones en la eficiencia agregada e idiosincrásica. Las simulaciones son de dos tipos. El primero consiste en el análisis de las funciones de impulso respuesta ante una perturbación de una desviación estándar en la tecnología líder y en la productividad agregada, respectivamente. El impulso se aplica en  $t = 5$ , en tanto que la respuesta de cada variable se extiende por 100 períodos. En la mayoría de los casos las sendas de crecimiento balanceado se alcanza luego de 50 períodos. La generación del impulso respuesta de la creación y destrucción de empleo implica un paso adicional que consiste en la simulación de diferentes sendas aleatorias de productividad ( $\theta$ ) para cada planta. Los resultados aquí presentados son el promedio de 500 de estas sendas. El segundo tipo de simulación consiste en la generación de los primeros y segundos momentos muestrales de cada una de las variables. Para ello se realizan experimentos de Montecarlo con diferentes combinaciones de perturbaciones - ver Cuadro 2. Cada experimento de Montecarlo consiste en simular el equilibrio de la economía durante 120 períodos y con 500 repeticiones cada vez.

La Figura 2 muestra el efecto sobre capital, retorno del capital, consumo y producto, de una innovación positiva de un 1% en la tecnología líder.<sup>20</sup> Ésta genera un aumento en la tasa de interés de un 1,5%, en el punto de corte de la productividad en 5% (Figura 4), en la inversión en un 20%, y en la salida de plantas en casi un 40% (Figura 3). Si bien la salida de plantas se duplica, ésta sólo se observa en las plantas de menor productividad, por lo que las plantas que permanecen operativas, en este caso las de mayor productividad, junto con la adición de nuevas plantas con tecnología líder incorporada, permiten que tanto el producto como el consumo se incrementen. Sin embargo, el aumento en la tasa de interés,

<sup>20</sup> Esta innovación es, por lo tanto, permanente.

que resulta de la caída en el stock de capital, incentiva un mayor ahorro por parte de los consumidores, y por lo tanto hace que el incremento del consumo sea menor que el incremento del producto, aumentando así la acumulación de capital (Figura 2).

Este proceso continúa hasta que el capital alcanza su nueva senda de crecimiento balanceado, un 1,5% por encima del nivel previo al shock, mientras que el producto, el consumo, la tasa de interés, la inversión (entrada), y la salida se sitúan en una nueva senda de crecimiento balanceado, que es 2% superior al nivel previo al shock. En este contexto, el punto de corte de la productividad se desplaza rápidamente a su nueva senda de crecimiento balanceado, un 5% por arriba de la previa al shock. Nótese que la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía no se ve alterada en lo absoluto ante la presencia de la innovación en productividad. La tasa de crecimiento en el corto plazo se eleva ligeramente hasta alcanzar la nueva senda de crecimiento balanceado, con un ingreso y consumo per cápita mayor, pero con la misma tasa de crecimiento de largo plazo. Es importante destacar que las tasas de entrada y salida de plantas se incrementan. Ello se debe a que ahora una mayor tasa de crecimiento del producto se debe sustentar también en una más alta tasa de rotación de capital, que permita mantener la mayor proporción de capital con tecnología líder sobre el total de capital. De esta manera, entre las implicaciones del modelo se encuentra que países con mayores tasas de crecimiento también deben exhibir mayores tasas de entrada y salida de plantas.

En las Figuras 6, 7, 8 y 9 se exhibe la respuesta de las principales variables de la economía ante un shock de productividad agregado de un 5%. En este caso, el incremento inicial en la tasa de interés es acompañado por un aumento equivalente en la producción, ambos un poco mayores que 9%. Al mismo tiempo, tanto la inversión como el punto de corte de productividad muestran un aumento. Sin embargo, y a diferencia del caso anterior, ahora la respuesta de las variables en términos relativos es mucho menor, salvo por el desempeño del producto. Así, mientras que ante el shock de tecnología líder la tasa interés exhibía una respuesta 5 veces mayor (respuesta de 5% frente a un shock de 1%), ahora la respuesta es de poco menos del doble de la magnitud del shock.

Similares resultados se tienen para la inversión, que sólo se ve incrementada en tres veces la magnitud del shock, versus las 40 veces que se observan ante el shock de tecnología líder. En cuanto al desempeño de la economía los resultados son cualitativamente similares. Esto es, se produce un aumento de la producción, también mayor que el consumo, debido a la alta tasa de interés, que aumenta la acumulación. Sin embargo, como no se han visto alterados los determinantes fundamentales del crecimiento de largo plazo, una vez que los efectos del shock se desvanecen, el stock de capital se encuentra por encima de su estado estacionario, ello hace que la tasa de interés caiga por debajo de su nivel de largo plazo, desencadenando así el proceso de desacumulación de capital. Mientras dura este proceso la salida de plantas es superior a la entrada, terminando dicho proceso cuando la economía vuelve a su senda de crecimiento balanceado, con todas las variables en su posición original, incluido el punto de corte de la productividad.

Uno de los objetivos de este trabajo es aislar, cuantificar e interpretar el efecto que produciría cada uno de estos componentes sobre el empleo. En este trabajo las tasas de

creación, destrucción y reasignación de empleo se definen tal como lo hacen Davis y Haltiwanger (1992), esto es:

$$\text{Tasa de Reasignación} = 2 * (\text{Creación} + \text{Destrucción}) / (\text{Empleo en } t + \text{Empleo en } t-1)$$

$$\text{Tasa de Creación} = 2 * (\text{Creación de empleo}) / (\text{Empleo en } t + \text{Empleo en } t-1)$$

$$\text{Tasa de Destrucción} = 2 * (\text{Destrucción de empleo}) / (\text{Empleo en } t + \text{Empleo en } t-1)$$

Como se desprende de las Figuras 10 y 11, las respuestas de las tasas de creación y destrucción de empleo son muy diferentes. Cuando la innovación es idiosincrásica las tasas de creación y destrucción de empleo se mueven en la misma dirección, aunque la tasa de creación se ubica marginalmente por encima de la tasa de destrucción empleo, aumentando levemente el nivel de empleo agregado.

Sin embargo, se producen importantes cambios en el origen de los flujos de empleo (Figuras 12 y 13). Es así como la creación de empleo luego de la innovación se debe principalmente a un menor flujo proveniente de las firmas nuevas, compensado por un mayor flujo de creación por parte de las firmas existentes. Un resultado similar se obtiene para los flujos de destrucción de empleo: se produce una disminución en la destrucción de empleo por parte de las plantas nuevas que se compensa por un aumento en la destrucción de las firmas existentes. Estos cambios son permanentes.

Cuando la innovación es agregada la respuesta de las tasas de creación y destrucción de empleo son las opuestas. La tasa creación de empleo aumenta en tanto que la tasa de destrucción disminuye, resultando en un cambio en el empleo agregado superior al del caso anterior. También la respuesta en las fuentes de los flujos es diferente respecto de la innovación idiosincrásica. Ahora, la creación de empleo aumenta tanto por parte de las plantas nuevas como de las existentes en tanto que la tasa de destrucción disminuye en los dos tipos de plantas.

En cuanto a los momentos generados por el modelo, también se observan marcadas diferencias dependiendo de qué shock prime, tal cual se muestra en el Cuadro 2. Cuando la única fuente de incertidumbre en la economía es la tecnología líder se encuentran algunos resultados contra-intuitivos. El primero de ellos es la alta y negativa correlación entre inversión y producto (como se desprende de las Figuras 2 y 3). Cuando se produce un shock, la inversión salta por encima de su nivel de estado estacionario, tanto con respecto al nivel previo al shock como respecto al nuevo estado estacionario, para luego ir disminuyendo hasta alcanzar este nuevo estado estacionario, pero siempre desde arriba de éste. Por el contrario, aunque el producto también salta, inicialmente lo hace hasta una posición inferior al nuevo estado estacionario, para luego ir acercándose al mismo, pero desde abajo. Estas diferentes formas de acercamiento, una desde arriba y la otra desde abajo, producen la correlación negativa entre los mismos. Una explicación análoga se encuentra para la correlación entre salida de plantas y producto, si bien en este caso el resultado es más intuitivo.

Otro resultado inesperado es la correlación negativa entre empleo y producto. Esto se produciría por la sustitución de factores productivos. Así, dado que el aumento en la productividad se manifiesta a través del capital, y sólo en las nuevas unidades de capital, se produce una sustitución de trabajo por nuevas unidades de capital, o desde otro punto de vista, una disminución en los requerimientos de empleo, lo que no obstante redundaría en un aumento de los salarios medios de la economía.

Un hecho significativo, y característico de esta economía, es la correlación positiva perfecta entre inversión y desecho de capital, o lo que es lo mismo, entre entrada y salida de plantas. Ello se debe, exclusivamente, a que tal como está planteado el modelo, las plantas sólo salen porque al producirse cambios tecnológicos importantes visualizan que es más productivo abandonar el mercado, desechar la vieja tecnología, y volver a entrar con plantas mucho más productivas. Es decir, sólo se produce la reasignación de recursos dentro de la economía, desechando tecnología menos productivas por otras más favorecidas. Este tipo de procesos es conocido en la literatura económica como “destrucción creativa” y fue planteado originalmente en Schumpeter (1933).

Esto último se ve reflejado en que la correlación entre creación y destrucción de empleo también exhibe una correlación positiva perfecta, despidiéndose trabajadores para que sean reasignados en combinación con unidades de capital más productivas.

**Cuadro 2**  
**Correlaciones con el producto**

Variable	Tipo de Shock				
	Sólo a tecnología líder	Sólo agregado (rho = 0,97)	Tecnología líder y agregado	Sólo agregado (rho = 0)	Tecnología líder y agregado
Consumo	0,98	0,89	0,88	0,42	0,38
Inversión	-0,89	0,69	0,77	0,99	0,68
Horas	-0,93	0,76	0,77	0,98	0,96
Capital Salvado	-0,86	0,44	0,16	-0,72	-0,16
capital	0,77	0,67	0,63	-0,01	0,02
Entrada y Salida	1,00	0,59	0,65	-0,69	0,60
Creación y destrucción	1,00	0,74	0,75	0,04	0,08
Creación y crecimiento	-0,02	0,54	0,54	0,87	0,86
Destrucción y Crecimiento	0,06	-0,59	-0,54	-0,88	-0,87

Por otra parte, cuando sólo se considera la incertidumbre agregada los resultados se asemejan a los arrojados por los estudios empíricos. En efecto, tanto el consumo, como la inversión y el empleo se encuentran alta y positivamente correlacionado con el producto, con valores similares a los encontrados en los datos.

Asimismo, la correlación entre entrada y salida disminuye desde 1 hasta 0,59, reflejando con ello que ahora la inversión no sólo se ve empujada por el efecto reasignativo antes mencionado, sino que también por posibles beneficios temporales derivados de perturbaciones transitorias. De la misma manera se observa una merma en la correlación entre creación y destrucción de empleo, reduciéndose desde 1 hasta 0,74. Esto se debería a los diferentes impactos que las perturbaciones agregadas producen a la creación y destrucción de empleo. Por ejemplo, un shock positivo agregado reduce la destrucción de empleo, al tiempo que aumenta la creación, por lo que su correlación tendería a ser negativa.

El efecto más relevante de las perturbaciones es, consistentemente con la evidencia empírica, la correlación entre crecimiento del producto y creación de empleo es positiva, y la correlación entre destrucción de empleo y crecimiento del producto es negativa. Estos resultados son también consistentes con lo reportado en Bergoeing et al (2003), por lo que sugieren una disminución de la importancia de las perturbaciones agregadas, en favor de un efecto reasignación de recursos, y por lo tanto de un aumento en la eficiencia de la economía chilena durante los últimos años.

El hecho que la correlación entre creación y destrucción de empleo y entre entrada y salida no converja a  $-1$ , como predice la teoría, se debe a la persistencia que exhibe la innovación agregada. En efecto, cuando se supone que dicha persistencia es cero (columna 4, Cuadro 2) la correlación entre entrada y salida disminuye hasta  $-0,7$  y la correlación entre creación y destrucción de empleo cae hasta aproximadamente  $-0,9$ .

Por último, como se desprende las últimas columnas del Cuadro 2, cuando se combinan los dos tipos de perturbaciones la magnitud y el signo de las correlaciones se mantienen en torno a los observados en los estudios empíricos referencia, por lo que la existencia de las dos fuentes de incertidumbre, postuladas en este trabajo, es compatible con lo observado en los datos.

## **5. Conclusiones**

El modelo desarrollado en este trabajo es congruente con un conjunto de regularidades empíricas asociadas a la dinámica de plantas, tanto en economías desarrolladas como en desarrollo que han sido reportados durante los últimos años. En particular, la alta correlación positiva entre entrada y salida de plantas, entre tasas de creación y destrucción de empleo, y entre tasas de entrada y salida y crecimiento económico. Además, el modelo confirma la relevancia de las propiedades de las innovaciones en eficiencia para entender la dinámica de plantas observada. En particular, se encuentra que, durante períodos de estabilidad económica, en los que las alteraciones exógenas en eficiencia son fundamentalmente idiosincrásicas, la creación y destrucción de empleo se correlacionan positivamente. Cuando las alteraciones son agregadas, esta correlación se hace negativa. Esto enfatiza la relevancia de la reasignación de factores en el proceso de equilibrio que siguen las economías después de enfrentar alteraciones exógenas. La evidencia reciente demuestra que el crecimiento económico es fundamentalmente explicado por cambios en

eficiencia agregada; esta, a su vez, se explica en gran medida por aspectos propios de la dinámica de plantas. En particular, por el proceso de reasignación de empleo y capital que se genera como resultado de los cambios en la participación relativa de las plantas y sectores productivos y la entrada y salida de unidades económicas del mercado. Por ello, entender el proceso de reasignación de factores productivos permitirá entender mejor las fuentes del crecimiento económico. Junto a lo anterior, distorsiones en general y políticas que alteren el proceso natural de crecimiento y la entrada y salida de plantas, pueden explicar diferencias en el nivel de ingreso per cápita entre países. El tipo de modelo desarrollado en este trabajo entrega las herramientas necesarias para estudiar estos fenómenos. Por lo anterior, un mayor desarrollo teórico de este tipo de modelos y la generación de datos que permita su parametrización para economías en desarrollo permitirá responder importantes preguntas relacionadas tanto con crecimiento de corto plazo como con desarrollo económico.

## Referencias

Ahn, S. (2001). "Firm Dynamics and Productivity Growth: A Review of Micro Evidence From OECD Countries." OECD Economic Department Working Papers 297.

Andreoli, D. y J. Massot. "Evidencia de creación y destrucción de empleo en la industria manufacturera Argentina en el periodo 1990/1995". Mimeo.

Beker, Victor (2000) "Globalization And Unemployment: The Case Of Argentina". Universidad de Belgrano. Buenos Aires. Argentina. Año 2000.

Bergoeing, R., P. Kehoe, T. Kehoe, y R.Soto. (2002). "Policy-Driven Productivity in Chile and Mexico in the 80s and 90s". *American Economic Review*, Papers and Proceedings, **92** (2), 16-21

Bergoeing, R., A. Hernando, y A. Repetto (2003). "Idiosyncratic Productivity Shocks and Plant-Level Heterogeneity." Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile. Documento de Trabajo # 192.

Bergoeing, R. y R. Soto. "Testing Real Business Cycle Models in an Emerging Economy". *General Equilibrium Models of the Chilean Economy*, R. Chumacero and K. Schmidt-Hebbel, eds., Banking and Development Series, Central Bank of Chile, por aparecer.

Blanchflowers, D. y S. Burgess (1996). "Job Creation and Job Destruction in Great Britain en the 80s". *Industrial and Labor Relations Review*. Volume **50**. Issue 1, 17-38

Broadman, H. y F. Recanatini (1998) "Is Russia Restructuring? New Evidence on Job Creation and Destruction". World Bank Institute. Working Paper 2641.

Caballero, R. y E. Engel. (1999). "Explaining Investment Dynamics in U.S. Manufacturing: A Generalized (S, s) Approach." *Econometrica*, **67** (4), 783-826.

Caballero, R. y M. Hammour (1994). "On the Timing and Efficiency of Creative Destruction." *Quarterly Journal of Economics* **109** (3), 805-852.

Campbell, J. (1998). "Entry, Exit, Embodied Technology, and Business Cycles." *Review of Economic Dynamics*, **1** (2), 371-408.

Christiano, L. (1998). "Solving Dynamic Equilibrium Models by a method of undetermined Coefficients." *Federal Reserve Bank of Cleveland*, Working Paper 9804.

Davis, S., J. Haltiwanger y S. Schuh. (1996). *Job Creation and Destruction*. The MIT Press.

Hansen; G. (1985). "Indivisible Labor and the Business Cycle." *Journal of Monetary Economics*, **16** (3), 309-27.

Hopenhayn, H. (1992). "Entry, Exit, and Firm Dynamics in Long Run Equilibrium" *Econometrica*, **60** (5), 1127-1150.

Jovanovic, B. (1982). "Selection and the Evolution of Industry," *Econometrica*, **50** (3), 649-670.

Navarro, Lucas y Raimundo Soto (2001). "Procyclical Productivity: Evidence From An emerging Economy". Banco Central de Chile, Documentos de Trabajo N° 109.

Piguillem, F. (2003). "Políticas de Incentivos con Entrada y Salida de Plantas en Competencia Imperfecta". Tesis de Grado. Programa en Economía ILADES/Georgetown University, Santiago, Chile.

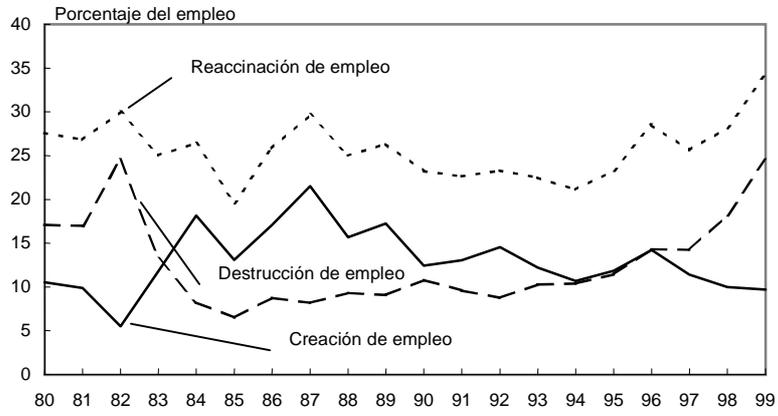
Prescott, E. y S. Parente. (2000). *Barriers to Riches*, The MIT Press.

Roberts, M y J. Tybout. (1997) *Industrial Evolution in Developing Countries: Micro Patterns of Turnover, Productivity, and Market Structure*. Oxford University Press.

Rogerson, R (1988). "Indivisible Labor, Lotteries and Equilibrium." *Journal of Monetary Economics*, **21** (1), 3-16.

Rotemberg, J. y D. Woodford (1993). "Dynamic General Equilibrium Models with Imperfectly Competitive Product Markets," NBER Working Paper 4502.

**Figura 1: Flujos Brutos de empleo en la Industria  
Manufacturera 1980-1999**



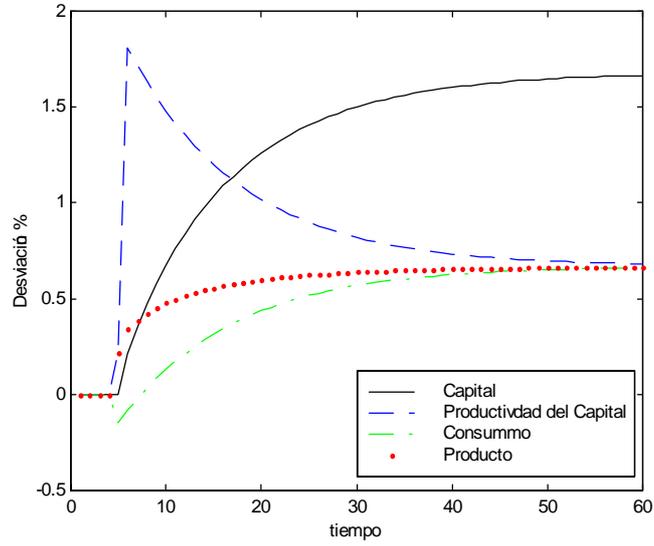
Fuente: Bergoeing et al. (2003).

<b>Cuadro 1.</b>			
<b>Tasas de reasignación de Empleo por sector para países en desarrollo. Definición de tres dígitos</b>			
Acero y Fierro	0,11%	Equipos de Profesionales y Científicos	0,19%
Industria Química	0,12%	Imprentas	0,20%
Vidrio	0,12%	Productos Minerales no Metálicos	0,20%
Productos de Cerámica	0,12%	Cuero	0,20%
Papel	0,13%	Productos Plásticos	0,20%
Caucho	0,14%	Calzados	0,21%
Bebidas	0,14%	Industria Metalmeccánica	0,22%
Refinamiento de Metales no Ferrosos	0,14%	Maquinaria no eléctrica	0,22%
Maquinaria Eléctrica	0,16%	Muebles	0,24%
Equipos de Transporte	0,16%	Vestimenta	0,24%
Otros Productos Químicos	0,16%	Comidas Procesadas	0,21%
Textiles	0,18%	Productos de Madera	0,28%
Definiciones de industria basadas en la clasificación estándar internacional de 3 dígitos. La tasa de rotación es definida como la tasa bruta de creación de empleo más la tasa bruta de destrucción. Fuente: Roberts y Tybout (1997).			

Perturbación idiosincrásica

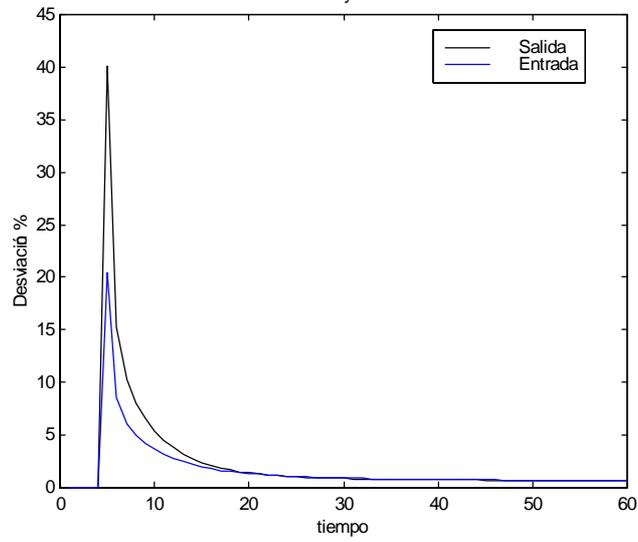
**Figura 2**

Principales Variables

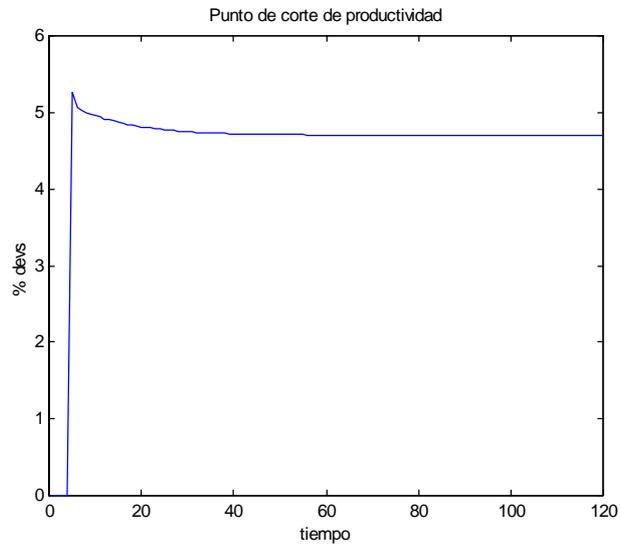


**Figura 3**

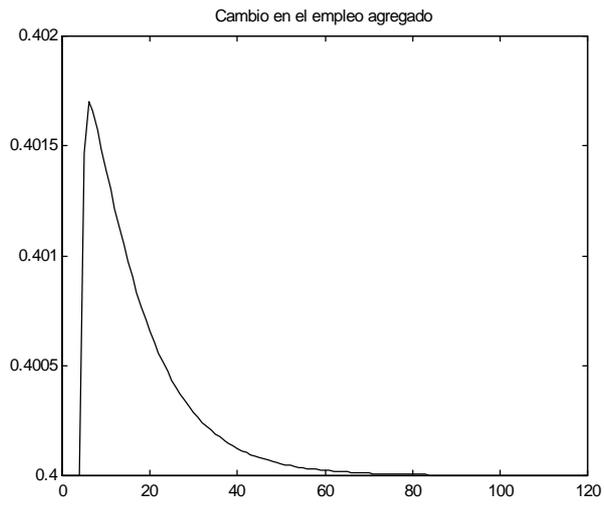
Entrada y Salida



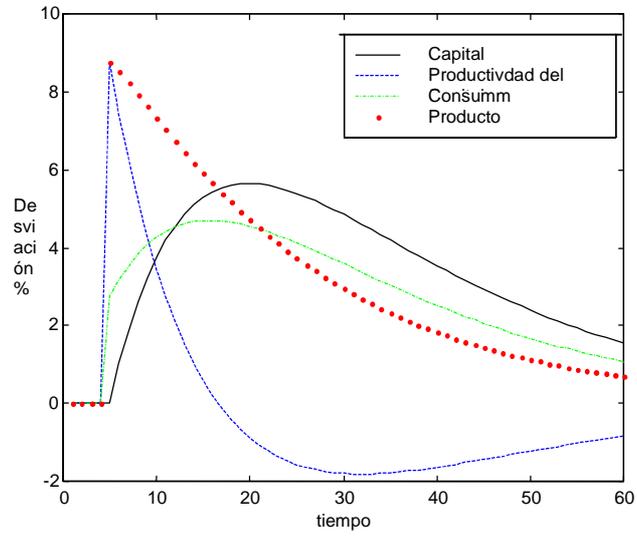
**Figura 4**



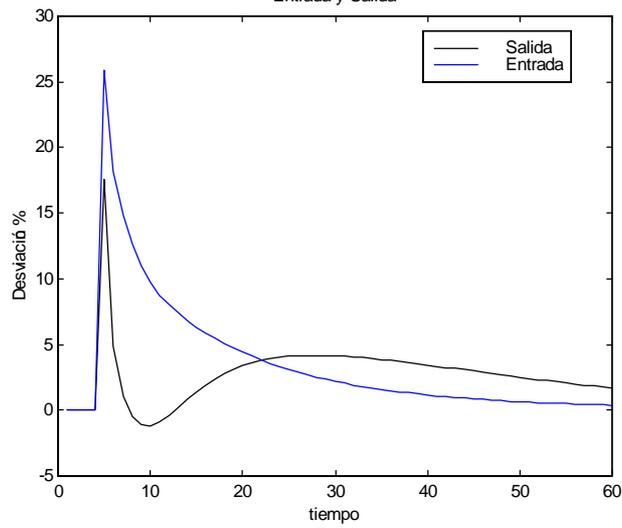
**Figura 5**



**Figura 6**  
Principales Variables: Shock Agregado

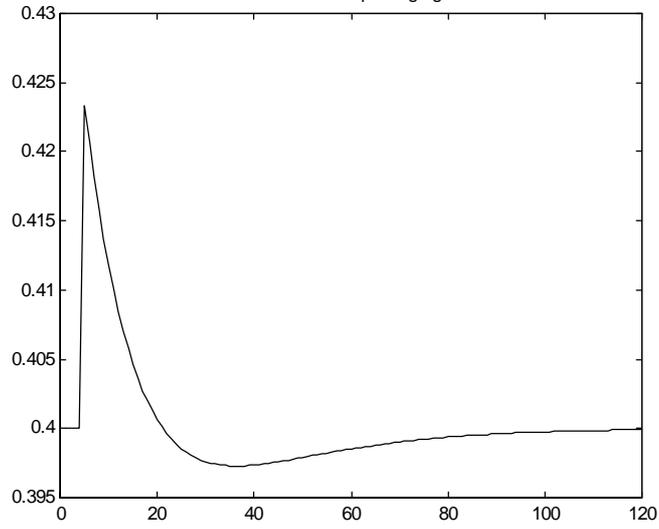


**Figura 7**  
Entrada y Salida



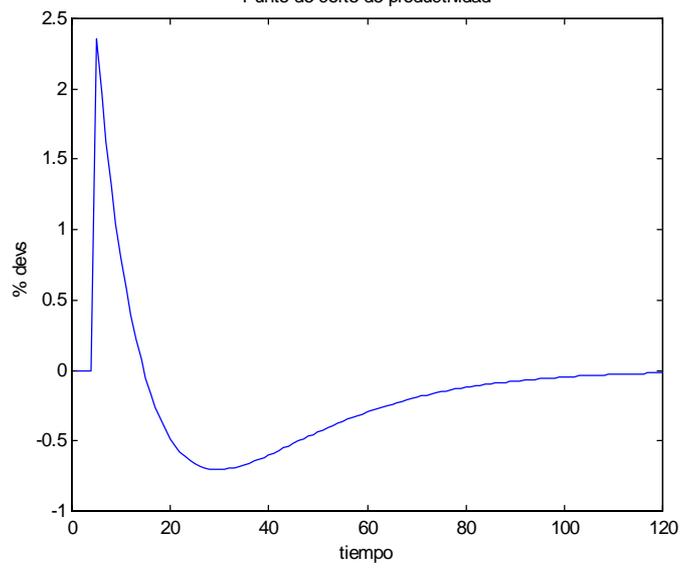
**Figura 8**

Cambio en el empleo agregado

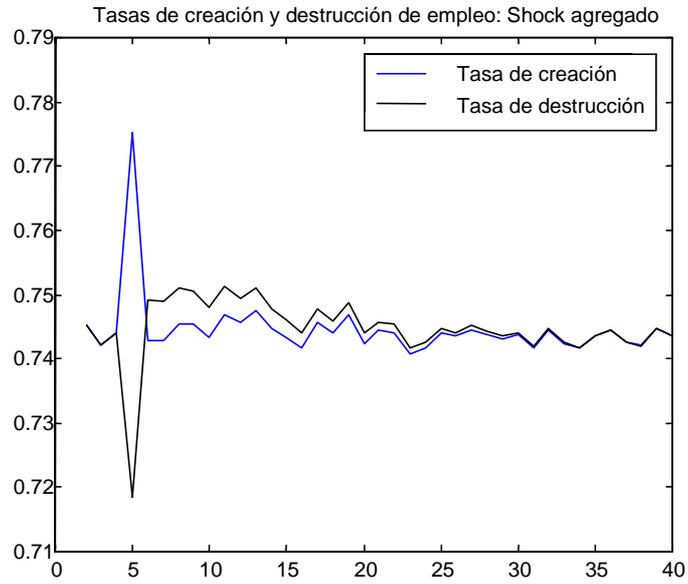


**Figura 9**

Punto de corte de productividad



**Figura 10**



**Figura 11**

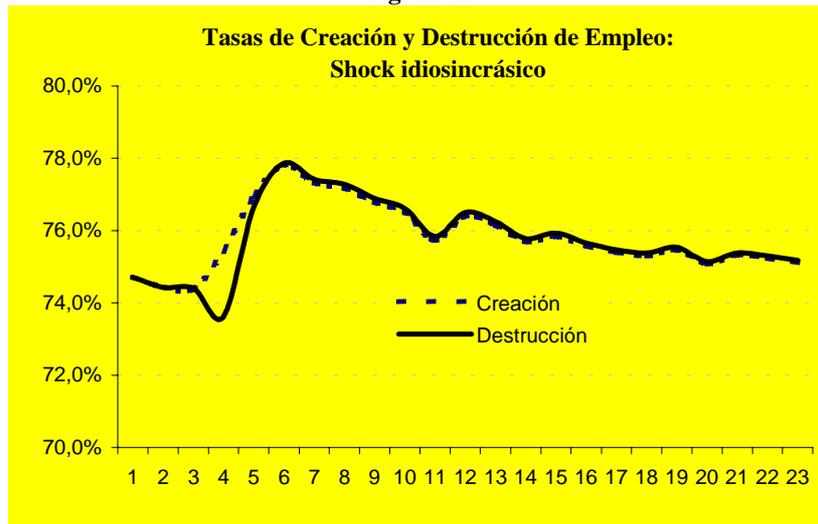


Figura 12

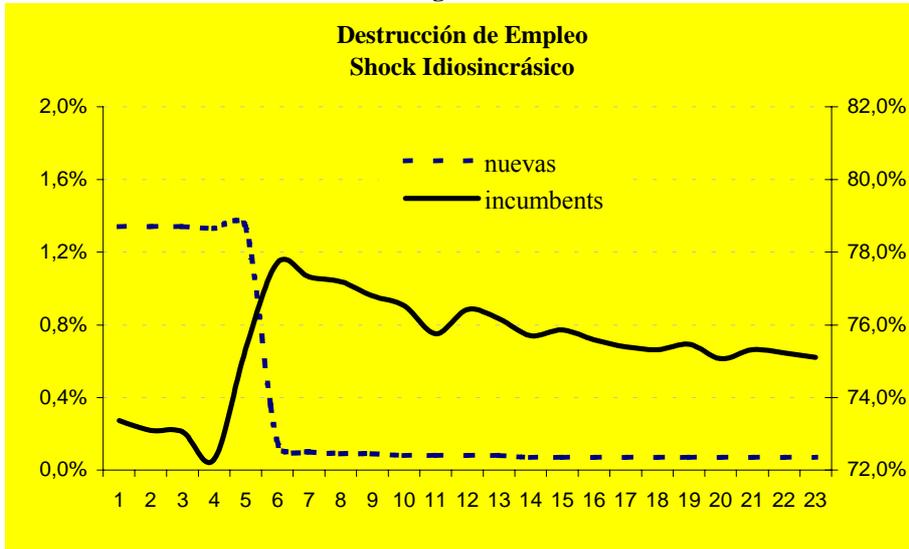


Figura 13

