

Recibido: Junio 2012
Aceptado: Marzo 2013

Reciclaje y crecimiento económico

Darío Ibarra Zavala¹
Eric Urias Romero²

Resumen:

La literatura sobre Economía Ambiental ha crecido en las últimas décadas. En ella se detalla la importancia de la conservación del medio ambiente, para lo que es importante el abatimiento de la contaminación. Pero existen pocos casos donde se aborde el tema del crecimiento económico y el reciclaje. En este documento se desarrolla la versión discreta del modelo de Solow-Swan incorporando materia prima, contaminación y reciclaje. El resultado teórico es que en el largo plazo el reciclaje tiene el efecto equivalente en la economía al de cambio tecnológico, esto es, el nivel de capital de largo plazo es mayor mientras que el nivel de contaminación se reduce.

Palabras clave: crecimiento económico, contaminación, materia prima virgen, reciclaje, modelo de Solow-Swan.

Clasificación JEL: Q01, Q56.

¹ Unidad Académica Profesional Nezahualcóyotl (UAEMex) y Laboratorio de Análisis Económico y Social, A. C.

² Facultad de Estudios Superiores Aragón (UNAM).

Abstract:

Environmental Economics literature has been growing in last decades. There it has been remarked the importance of environment conservation, to get that goal it is important the reduction of pollution, but there are a few cases where they deal with economic growth and recycling. In this paper, we develop the discrete version of Solow-Swan model of economic growth incorporating raw material, pollution and recycling. The theoretical result is that the economy has an equivalent effect of technological change, that is, the long run stock of capital rises while pollution stock reduces.

Key words: economic growth, pollution, raw material, recycling, Solow-Swan model.

Clasificación JEL: Q01, Q56.

Introducción

El calentamiento global llegó para quedarse. Desde hace varios años el enfoque ecológico ha permeado a la mayoría de disciplinas sociales, la Economía no es la excepción, razón por la que se han desarrollado una serie de modelos teóricos con enfoque ecológico. El presente trabajo se encuentra dentro de éstos. En particular, es la extensión del llamado *modelo de Solow-Swan con contaminación y reciclaje*, presentado en otro foro.³ La principal diferencia con respecto al primero, es que en el presente se aborda a la par una discusión sobre reciclaje de aceite comestible que podría ser utilizado como biocombustible. La otra parte importante es que en este documento se desarrolla la versión discreta del modelo económico señalado previamente.

1. Consumismo: motor de la degradación ambiental

El modelo vigente de crecimiento económico se instrumentó sin considerar las limitaciones ecológicas de nuestro planeta, procediendo como si los recursos naturales fueran ilimitados, el

³ Ver Ibarra (2013).

de un mundo ficticio, en el cual los recursos naturales son copiosos y por lo cual no representan un límite para las actividades de los seres humanos.

Empero, el territorio y los recursos con los que cuenta el planeta son limitados y con un crecimiento poblacional desmesurado, se requiere de un modelo de crecimiento que considere las restricciones ambientales al momento de tomar decisiones. Se requiere favorecer un modelo económico compenetrado con las limitaciones del medio ambiente y que sea apto para reducir las desigualdades, aunque hasta la actualidad no se ha dado un debate social con la finalidad de establecer el modelo de sociedad al cual se aspira (Carballo, 2005).

El actual sistema de producción y consumo de bienes y servicios engendra un efecto nocivo en nuestra sociedad: la basura⁴. En proporción directa al desarrollo de una economía, se intensifica la actividad industrial y el consumismo, acrecentando la generación de residuos (Boada, 2003). El tipo y la magnitud de desechos que propagamos se relacionan con nuestro patrón de producción y de consumo (SMA-GDF, 2005).

Dentro de los residuos domésticos los que mayor dificultad presentan en su manejo, como lo establece Rojas (2009:1) son: “el aceite y los derivados de la construcción, como el cascajo; el primero tiene un gran potencial de contaminación del agua y el segundo, si no es dispuesto adecuadamente, puede obstruir desde pasos peatonales hasta afluentes y coladeras”.

Para la sociedad de la actualidad el uso indiscriminado de envases y embalajes contribuye considerablemente a la reproducción de desperdicios. El dispendio de materias primas y la energía requeridos en la confección de los empaques y productos que ulteriormente desecharemos, asiduamente

⁴ De acuerdo a SMA-GDF (2005, 5): “Son los residuos sólidos que al mezclarse pierden posibilidades de ser reutilizados o reciclados. Muchos de los desperdicios que generamos en nuestras casas podrían dejar magnitud de ser basura y pasar a ser residuos aprovechables”.

proceden de recursos que no son renovables, tal como los derivados del petróleo y los minerales. Al momento de tirar lo que creemos es basura, de lo que realmente nos estamos deshaciendo es de recursos naturales (SMA-GDF, 2005).

Por lo menos desde la década de los setenta, el planeta se encuentra en un periodo de crisis energética, ya que en las próximas décadas, la producción global de petróleo comenzará a decaer, al haber alcanzado en la actualidad el límite de producción, mientras la demanda mundial no deja de aumentar. El conflicto resultante de este consumo excesivo de petróleo aunado a la disminución de la producción, es ineludible, como resultado de la importante dependencia de nuestras economías respecto del petróleo (Urias, 2010).

Para mitigar la problemática derivada de la propagación de la basura, es necesario reducir al máximo la generación de desechos. Reduciendo lo más posible el consumo⁵, en particular de los productos con exceso de envoltorios, reutilizar cuantas veces sea posible las cosas que adquirimos y reciclar.⁶ Esto redundará en una mejor conservación del medio ambiente y en una mayor cantidad de capital disponible en las economías (Meadows, et. al. 1993, Ibarra, 2013).

En lo que se refiere al reciclaje, sus efectos son benéficos para el medio ambiente, ya que aminora la escasez de recursos naturales vírgenes, mengua los riesgos de padecimientos y la devastación de ecosistemas, disminuye la demanda de espacio en tiraderos y habitualmente implica ahorros en el dispendio de energía (González, 2001).

La cultura del reciclaje prospera gradualmente, pues en México a pesar de haber múltiples iniciativas e información a este respecto, la educación de respeto al medioambiente no ha adquirido la relevancia requerida. Los medios para solucionar

⁵ Respecto a Boada (2003, 20): "La reducción de los desechos innecesarios puede ampliar la existencia de recursos, ahorrando energía y materiales vírgenes en forma aún más notable que el reciclaje y el reúso."

⁶ Según la SMA-GDF (2005, 8): "Reciclar es transformar los materiales que fueron desechados a través de procesos que permiten elaborar nuevos envases, empaques y productos."

esta problemática son muy reducidos y por ello es necesario que el Estado proporcione de la infraestructura conveniente para la gestión de los desechos (Rojas, 2009). Es de particular importancia señalar que en las calles de la Ciudad de México difícilmente se encuentran cestos de basura para, como peatón, disponer de los desechos generados, como envolturas y envases. Incluso en parques y jardines públicos es raro encontrar depósitos para disponer de la basura. Esto irremediamente provoca que la basura termine en la vía pública, lo que genera un problema de drenajes azolvados y dificultad para recolectar la basura dispersa.

El desarrollo de esta nueva conciencia de reaprovechamiento tiene como propósitos establecer nuevas fuentes de recursos para el desarrollo económico, disminuir las emisiones contaminantes y minimizar las pérdidas en los procesos productivos, mejorando su rentabilidad. Un requerimiento inevitable lo constituye el establecimiento de una legislación concerniente a todos los aspectos relacionados con el reciclaje. Para asegurar una relación satisfactoria entre el desarrollo económico, y el adecuado aprovechamiento de los recursos y el medio ambiente, se requiere de normas sociales unificadas y un marco legal coordinado.

El Estado está obligado a crear y fomentar las políticas adecuadas para que las industrias puedan transformar sus procesos. Para ello, una posibilidad es el otorgamiento de créditos accesibles y una serie de instrumentos contenidos en su legislación ambiental entre los que sobresalgan los de índole económica, como por ejemplo, la disminución de impuestos y el otorgamiento de subsidios. Del mismo modo serán ineludibles campañas específicas para modificar el comportamiento de los ciudadanos, mediante el establecimiento de un papel más activo, que fomente la adopción de procesos cotidianos que minimicen la afectación ambiental, reduzcan el volumen de emisiones y se recicle (Scioli, 2007). En todo caso, el Estado es responsable de crear las condiciones para que el reciclaje se fomente, esto puede fortalecerse a través la participación conjunta de la iniciativa privada, universidades y/o sociedad civil.

En la planificación de los procesos productivos, la prevención de la contaminación y la minimización de los residuos deben ser prioritarias, desde su primera aproximación hasta que se termine el ciclo de vida de los bienes confeccionados. Al ser los residuos, insumos que no vuelven a ser empleados dentro del ciclo, constituyen una marcada ineficiencia del proceso, lo que se traduce en un mayor uso de recursos y en consecuencia un incremento del costo (Scioli, 2007). Dicho costo no sólo es pagado por la iniciativa privada, sino también por la sociedad, a través de un ambiente degradado.

De acuerdo con Scioli (2007:4): *“Un nuevo modelo de producción debe tener en claro que la contaminación representa derroche económico e ineficiencia y cualquier mejora de la actuación ambiental con mejores métodos y tecnologías deberá servir para aumentar la productividad y compensar, en alguna medida, la inversión de la mejora. La relación económica está presente en todos los procesos de gestión ambiental. Desde el flujo monetario que implicará planificar la gestión de los residuos de una localidad hasta una adecuada ley de procesos de diseño ecológico de bienes y productos.”*

2. Modelo de Solow-Swan discreto

La versión continua del modelo de Solow-Swan ha sido desarrollada en otro texto por Ibarra (2013a). El camino seguido en este texto es esencialmente el mismo, sólo que se considera que el tiempo es discreto, no continuo. Los resultados obtenidos son los mismos: el reciclaje permite tener un mejor medio ambiente y ayuda a producir una mayor cantidad de bienes y servicios a la vez que permite incrementar los acervos de capital de la economía en el largo plazo.

El modelo se plantea como sigue:

$$Y_t = F(L_t, K_t)$$

$$I_t = sF(L_t, K_t)$$

$S_t = sY_t$, asumimos la igualdad ahorro=inversión.

Donde:

Y_t : producción en el periodo t .

L_t : trabajo utilizado en la producción del periodo t .

K_t : capital utilizado en la producción del periodo t .

I_t : inversión en el periodo t , que es un porcentaje (s) de la producción total.

S_t : Ahorro de la economía.

En este modelo teórico se asume que la función de producción es homogénea de grado 1 en trabajo y capital (L , K) y que se cumplen las condiciones de Inada:

$$F(0, K) = F(L, 0) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} > 0; \frac{\partial F}{\partial K} > 0$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0; \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0$$

El trabajo se asume que crece a una tasa constante e igual a n .
Por lo tanto:

$$L_{t+1} = (1+n)L_t$$

La inversión bruta es igual al cambio en el capital más la depreciación de dicho capital, es decir:

$$I_t = K_{t+1} - K_t + \delta K_t$$

$$sY_t = K_{t+1} - K_t + \delta K_t = K_{t+1} - (1-\delta)K_t$$

En términos per cápita, debemos dividir todas las expresiones anteriores por L_t , lo que nos conduce a:

$$y_t = \frac{Y_t}{L_t} = f(1, k_t) \text{ (Por ser homogénea de grado 1 en } L \text{ y } K)$$

$$y_t = f(k_t)$$

$$i_t = sf(k_t)$$

$$s \frac{Y_t}{L_t} = \frac{K_{t+1}}{L_t} - (1-\delta) \frac{K_t}{L_t}$$

Dado que:

$$\frac{L_{t+1} - L_t}{L_t} = n \Rightarrow \frac{L_{t+1}}{L_t} = 1 + n$$

Por lo tanto,

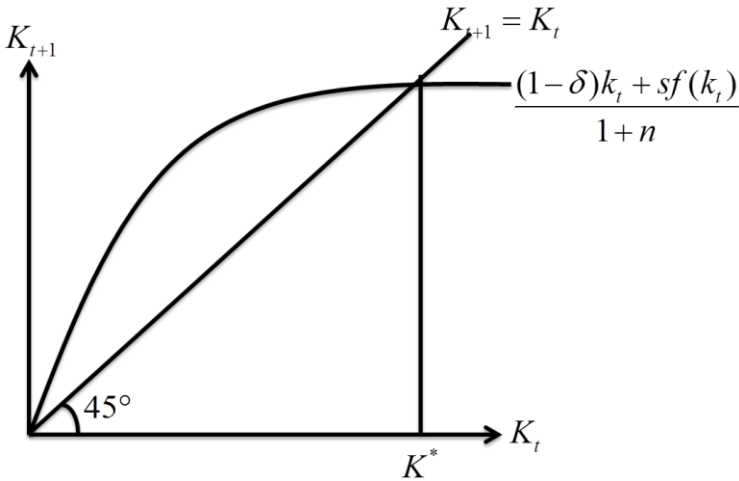
$$sy_t = k_{t+1}(1+n) - (1-\delta)k_t$$

o bien,

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t + sf(k_t)}{1+n} \quad (1)$$

Esta última ecuación (1) es la identidad básica del modelo de Solow-Swan que nos permite encontrar la dinámica del capital. Dado que en el largo plazo debe ocurrir que $k_{t+1} = k_t$, para encontrar el capital de equilibrio de largo plazo, conviene analizar el diagrama de fase siguiente:

Gráfica 1. El equilibrio de largo plazo



Análisis de estabilidad

Para que el equilibrio de largo plazo sea estable, es necesario que la derivada del capital en $t+1$ con respecto al capital en t sea menor o igual que 1, es decir:

$$\frac{\partial k_{t+1}}{\partial k_t} = \frac{(1 - \delta) + sf'(k_t)}{1 + n} < 1$$

Lo que implica:

$$(1 - \delta) + sf'(k_t) < 1 + n$$

O bien:

$$sf'(k_t) > (1 - \delta) - 1 - n$$

Es decir, $sf'(k_t) > -\delta - n$

Por los supuestos originales de la función de producción, la productividad marginal del capital será positiva, como el ahorro es positivo, se infiere que el primer lado de la inecuación debe ser positivo que es mayor que cualquier número negativo. Por lo tanto, el modelo es estable.

2.1 Introducción de la contaminación

La contaminación se introduce en el modelo suponiendo que es un residuo de la producción. Una parte de la contaminación es absorbida por la naturaleza, y otra permanece. Por lo tanto, en el periodo t , la contaminación estará dada por:

$$P_{t+1} = P_t + \gamma F(L_{t+1}, K_{t+1}) - aP_t, \text{ es decir,}$$

$$P_{t+1} = (1-a)P_t + \gamma F(L_{t+1}, K_{t+1})$$

Donde:

P_t : contaminación en el periodo t .

γ : porcentaje de la producción que se convierte en nueva contaminación.

a : porcentaje de la contaminación del periodo anterior que es degradada y absorbida por la naturaleza.

Como $L_{t+1} = (1+n)L_t$, en $t+1$ debe ocurrir:

$$\frac{P_{t+1}}{L_{t+1}} = \frac{(1-a)P_t}{(1+n)L_t} + \gamma F\left(1, \frac{K_{t+1}}{L_{t+1}}\right)$$

$$p_{t+1} = \frac{1-a}{1+n} p_t + \gamma f(k_{t+1}) \quad (2)$$

De esta manera llegamos a un sistema de ecuaciones en diferencias entre el capital (k) y la contaminación (p).

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t + sf(k_t)}{1+n} \quad (1)$$

$$p_{t+1} = \frac{1-a}{1+n} p_t + \gamma f(k_{t+1}) \quad (2)$$

En el largo plazo ocurre que

$$k_{t+1} = k_t \text{ y } p_{t+1} = p_t \therefore$$

$$p_t - \frac{1-a}{1+n} p_t = \gamma f(k_t^*)$$

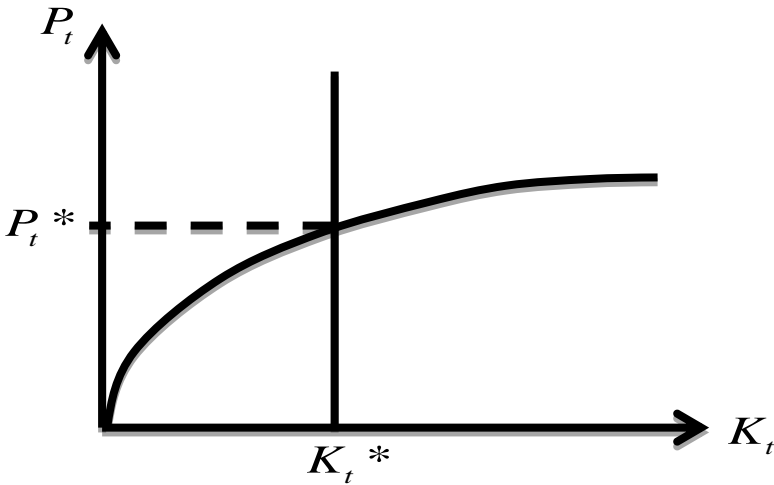
$$\frac{1+n-1+a}{1+n} p_t = \mathcal{F}(k_t^*)$$

$$p_t^* = \frac{1+n}{a+n} \mathcal{F}(k_t^*)$$

Donde k^* es el nivel de capital de largo plazo alcanzado en el modelo simple, es decir, antes de incorporar la contaminación. Este nivel de capital es el mismo con contaminación y sin ella.

El diagrama de fase del capital es el mismo que antes, al conjuntarlo con la contaminación se obtiene el siguiente diagrama:

Gráfica 2. La contaminación en el equilibrio de largo plazo



Esto implica que, en el largo plazo, la economía llegará a un nivel de capital per cápita dado por la tecnología, y que dicho nivel estará acompañado de un determinado nivel de contaminación.

2.2 Incorporación de la materia prima (MP)

Una función de producción más realista debe considerar a la materia prima. Por ello, en este modelo suponemos que la función de producción se puede representar como sigue:

$$Y_t = F(L_t, K_t, MP_t)$$

Esta función sigue cumpliendo con los supuestos expuestos al inicio de la sección 3. Mientras que la población sigue teniendo el mismo comportamiento.

2.2.1 Comportamiento de la materia prima (MP)

En ausencia de producción, suponemos que la materia prima virgen crece a una tasa constante, por lo tanto, sin producción.

$$MP_t = (1 + \alpha)MP_{t-1}$$

Al momento de utilizar la materia prima, su comportamiento cambia, de modo tal que ahora su comportamiento es:

$$MP_t = (1 + \alpha)MP_{t-1} - dMP_{t-1}$$

$$MP_t = (1 + \alpha - d)MP_{t-1}$$

$$\frac{MP_t}{MP_{t-1}} = 1 + \alpha - d$$

Donde:

α : tasa de crecimiento de la MP.

d : tasa a la que se degrada la naturaleza por su uso en la producción (utilizamos d por *depletion* o agotamiento).

A partir de lo anterior, para analizar la dinámica de la MP, existen tres posibilidades:

a) $1 + \alpha - d > 1$

Esto implica que la tasa de crecimiento de la naturaleza es mayor que la tasa a la que se degrada. Por lo tanto, la MP crece, a esto lo podríamos llamar la visión ecologista.

$$\text{b) } 1 + \alpha - d = 1$$

Lo que implica: $\alpha = d$

Esto significa que la tasa de degradación es igual que la de crecimiento, por lo tanto, la MP se mantiene constante, a esto lo podríamos llamar explotación racional.

$$\text{c) } 1 + \alpha - d < 1$$

Esto es, $\alpha < d$, es decir, la tasa de explotación es superior a la de regeneración de la naturaleza, por lo tanto, la MP se agota, a este escenario lo podemos llamar de explotación irracional.

3. El modelo de crecimiento con MP

El primer paso consiste en encontrar las variables importantes en términos per cápita:

$$y_t = \frac{Y_t}{L_t} = f(1, k_t, mp_t)$$

$$y_t = f(k_t, mp_t)$$

3.1 Dinámica de la materia prima:

a) Sin producción

$$mp_t = \frac{MP_t}{L_t} = \frac{(1 + \alpha)MP_{t-1}}{(1 + n)L_{t-1}} = \frac{1 + \alpha}{1 + n} mp_{t-1}$$

b) Con producción

$$mp_t = \frac{MP_t}{L_t} - \frac{dMP_{t-1}}{L_{t-1}} = \frac{(1+\alpha)MP_{t-1}}{(1+n)L_{t-1}} - \frac{(1+n)dMP_{t-1}}{(1+n)L_{t-1}}$$

$$mp_t = \frac{1+\alpha-d-nd}{1+n} mp_{t-1}$$

Así pues, al producir existen igualmente tres posibilidades:

b.1) $\frac{1+\alpha-d-nd}{1+n} > 1$, es decir,
 $\alpha > n+d+nd$

Lo que implica que la MP crece (visión ecologista).

b.2) $\frac{1+\alpha-d-nd}{1+n} = 1$, es decir,
 $\alpha = n+d+nd$

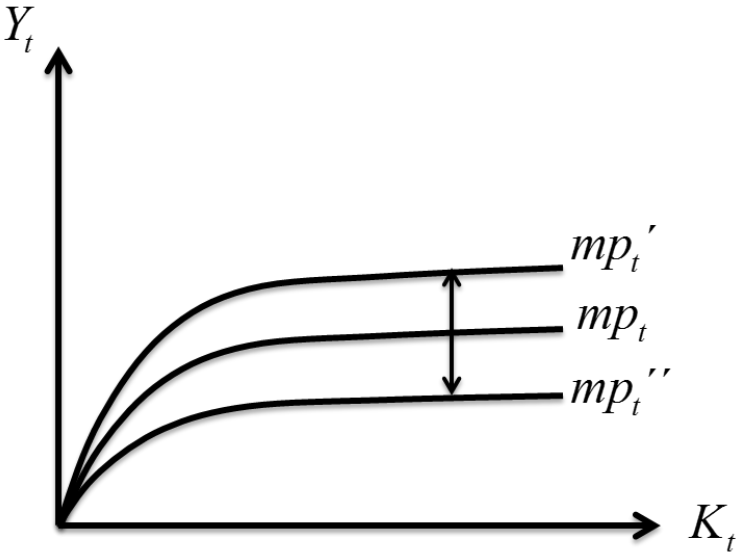
La implicación es que el acervo de materia prima no cambia (explotación racional).

b.3) $\frac{1+\alpha-d-nd}{1+n} < 1$, que nos lleva a:
 $\alpha < n+d+nd$

Esto significa que la MP se agota gradualmente hasta, eventualmente, no tener nada que se pueda convertir en bienes de consumo final o producción (explotación irracional).

Las tres posibilidades están descritas en la siguiente gráfica:

Gráfica 3. El producto con diferentes niveles de materia prima



3.2 El comportamiento de la MP con reciclaje

Al incorporar la materia prima reciclada (MR), la materia prima total, disponible en el periodo t , deviene en:

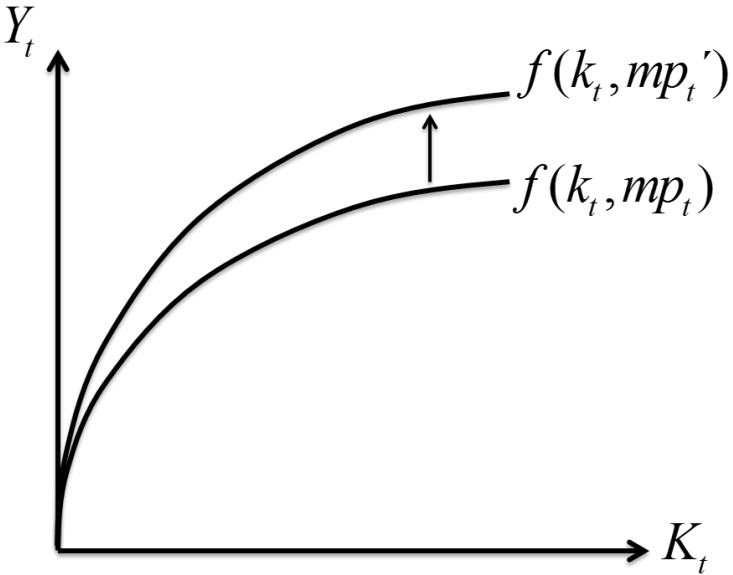
$$MP_t = (1 + \alpha - d)MP_{t-1} + MR_{t-1}$$

En términos *per cápita*:

$$mp_t = \frac{1 + \alpha - d - nd}{1 + n} mp_{t-1} + mr_{t-1}$$

El efecto en la producción total es que, al tener una mayor cantidad de materia prima para su transformación, tenemos el efecto de un desplazamiento hacia arriba de la función de producción, en otras palabras, el efecto equivalente a un cambio tecnológico. La siguiente gráfica da cuenta de ello.

Gráfica 4. El producto con y sin reciclaje



3.3 El modelo con contaminación y reciclaje

Al incorporar el reciclaje, la función de producción tiene un pequeño cambio: un mayor acervo de materia prima. Por otra parte, la contaminación se reduce en la misma cantidad que la materia reciclada, en pocas palabras, las ecuaciones diferenciales ahora devienen en:

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t + sf(k_t, mp_t)}{1+n} \quad (I)$$

$$p_{t+1} = \frac{1-a}{1+n} p_t + \gamma f(k_t, mp_t) - mr_t \quad (II)$$

En el largo plazo, ocurre que

$$k_{t+1} = k_t \text{ y } p_{t+1} = p_t \therefore$$

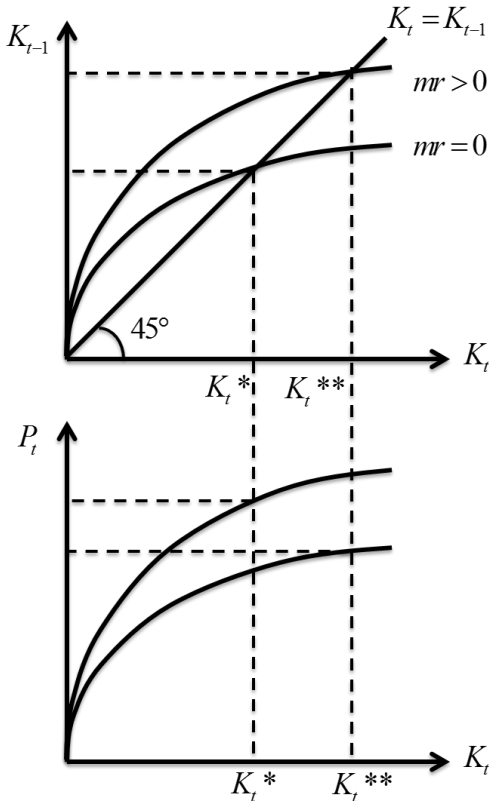
$$p_t - \frac{1-a}{1+n} p_t = \gamma f(k_t^*, mp_t) - mr_t$$

$$\frac{1+n-1+a}{1+n} p_t = \gamma f(k_t^*, mp_t) - mr_t, \text{ por lo tanto,}$$

$$p_t^* = \frac{1+n}{a+n} [\gamma f(k_t^*, mp_t) - mr_t]$$

El diagrama de fase siguiente muestra el resultado del reciclaje en la economía: el nivel de producción se incrementa, el nivel de capital en el largo plazo también lo hace. La contaminación, por su parte, se reduce gracias al reciclaje. En resumen, en el largo plazo se dispone de una mayor cantidad de bienes y servicios disponibles para su consumo y se reduce el nivel de contaminación de la economía, aunque no de manera absoluta.

Gráfica 5. Equilibrio de largo plazo en presencia de reciclaje



Estabilidad del sistema

Para determinar la estabilidad del sistema es necesario obtener sus valores propios, o lo que es lo mismo, las raíces de su ecuación característica.

Para ello es necesario expresar el sistema en su forma matricial:

$$k_{t+1} = \frac{(1-\delta)k_t + sf(k_t, mp_t)}{1+n} \dots\dots\dots(I)$$

$$p_{t+1} = \frac{1-a}{1+n} p_t + \gamma f(k_t, mp_t) - mr_t \dots\dots\dots(II)$$

Que nos conduce a:

$$\begin{bmatrix} k_{t+1} \\ p_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n} & 0 \\ \gamma f'(k_t, mp_t) & \frac{1-a}{1+n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_t \\ p_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -mr \end{bmatrix}$$

Identificando la matriz de estados:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n} & 0 \\ \gamma f'(k_t, mp_t) & \frac{1-a}{1+n} \end{bmatrix}$$

Hecho lo anterior, debemos obtener la ecuación característica y su solución:

$$\begin{vmatrix} \frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n} - \lambda & 0 \\ \gamma f'(k_t, mp_t) & \frac{1-a}{1+n} - \lambda \end{vmatrix} = - \left[\frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n} - \lambda \right] \left[\frac{1-a}{1+n} - \lambda \right] = 0$$

De donde se infiere que:

$$\lambda_1 = \frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n}; \lambda_2 = \frac{1-a}{1+n} < 1$$

Es evidente que el segundo valor característico es menor que 1. El primero no. Para que lo anterior ocurra, debe ser cierto que:

$$\frac{(1-\delta) - sf'(k_t, mp_t)}{1+n} < 1$$

Que equivale totalmente a la condición de estabilidad de la sección 3. Por lo tanto, concluimos que el modelo es estable.

Conclusiones

El crecimiento económico sólo es posible si existe materia prima que se pueda convertir en bien de consumo final o intermedio. Esto a su vez incrementa el capital físico de la economía, lo que a la postre puede traducirse en crecimiento económico. Para ello es determinante la conservación del medio ambiente, pues en un contexto donde los recursos naturales no renovables se están agotando y varios recursos renovables no están teniendo un manejo sustentable, es necesario establecer mecanismo que fortalezcan su presencia.

Parte del problema de los bienes proveídos por la naturaleza es que, si bien la demanda puede estar perfectamente determinada, la oferta puede no estarlo o bien dar la impresión de que la existencia de los recursos naturales es infinita. Cuando éstos se reducen, es necesario vender los productos naturales a precios estrepitosamente altos, razón por la que es necesario tomar medidas que eviten llegar a dicho escenario.

La versión discreta de este modelo teórico muestra por lo menos un camino: el reciclaje, mismo que tendría como consecuencia la reducción en el nivel de contaminación, incremento en el nivel de materia prima disponible para su transformación y, consecuentemente, un incremento en el nivel de capital del largo plazo.

Bibliografía

Boada Ortíz, Alejandro, (2003), *El reciclaje, una herramienta no un concepto: Reflexiones hacia la sostenibilidad*, Universidad Externado de Colombia, Centro de Gestión Ambiental, Bogotá Colombia.

Carballo Penela, Adolfo, (2005), *Una revisión del modelo de crecimiento económico actual: Análisis de su problemática ambiental y desigualdades sociales*, Revista Luna Azul, Número 20, Colombia enero - junio de 2005.

González Martínez, Ana Citlalic, (2001), *Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México*, Gaceta Ecológica, número 058, Instituto Nacional de Ecología, Distrito Federal, México, 2001.

Ibarra, Darío. (2013). “El modelo de crecimiento económico de Solow-Swan con contaminación y reciclaje”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Ene-feb. 2013. INIFAP. México, D. F.

Meadows, et. al. 1993. *Más allá de los límites del crecimiento*. El país Aguilar. México, D. F.

Rojas Valencia, Neftalí, (2009), *Lento, el avance en la cultura del reciclaje*, Boletín UNAM-DGCS-149, Ciudad Universitaria, México, D.F, 14 de marzo de 2009.

Scioli, Nicolás, (2007), *El divorcio entre la Economía y la Ecología: la necesidad de la armonía*, Eco2site, noviembre 2007.

SMA-GDF, (2005), *Cómo y por qué separar la basura: Una solución al problema de los residuos sólidos en la Ciudad de México*, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA-GDF), Ciudad de México, 2005.

Urias Romero, Eric, (2010), *Energías alternativas y desarrollo: El sector transporte en la Zona Metropolitana del Valle de*

México (1990-2006), Tesis de Doctorado, UNAM, Posgrado de Economía, FES Aragón, México, octubre 2010.