

PRESENTACIÓN

El presente reporte de investigación titulado “Impulso Tecnológico Gubernamental en la Agroindustria de la Cuenca del Pacífico Mexicano” tiene como objetivo ampliar los análisis establecidos a partir del estudio del cambio tecnológico generado por el gobierno y su efecto sobre el crecimiento económico. En el trabajo se analizan los efectos del gasto de gobierno para generar nuevas tecnologías, en particular aplicado al caso de la agroindustria establecida sobre la Cuenca del Pacífico de la República Mexicana. Una vez más se verifica que el impacto del gasto de gobierno sobre el crecimiento económico es positivo. Su estudio obedece a la necesidad de verificar de manera más clara los impactos positivos, del apoyo tecnológico del sector público, sobre el crecimiento económico de una economía en vías de desarrollo, en el marco del proyecto: “El cambio tecnológico generado por el gobierno en la teoría del crecimiento: una nueva perspectiva” con registro 952. En este reporte se demuestra que políticas públicas encaminadas a mejorar la productividad marginal del capital a través de un incremento en el nivel tecnológico de la economía, financiado por el gobierno, son deseables para alcanzar metas de crecimiento sostenido de mediano y largo plazo.

Mtro. Cristian E. Leriche Guzmán
Encargado del Departamento de Economía

Impulso Tecnológico Gubernamental en la Agroindustria de la Cuenca del Pacífico Mexicano

Salvador Rivas Aceves

Resumen

El presente documento presenta un modelo de crecimiento endógeno, en donde el gobierno desempeña el papel de agente impulsor del desarrollo tecnológico en la agroindustria. Dentro del marco de una economía monetaria, se caracteriza el nivel óptimo de gasto gubernamental para impulsar el avance tecnológico de la industria agrícola, afectando de manera positiva la productividad del capital. Asimismo, se analiza el impacto de dicho gasto gubernamental sobre el bienestar económico de los agentes. Finalmente se establecen varias recomendaciones, en materia de política agroindustrial, orientadas hacia el crecimiento sostenido del sector.

Palabras clave: Crecimiento económico, gasto de gobierno.

Clasificación JEL: O38, 042.

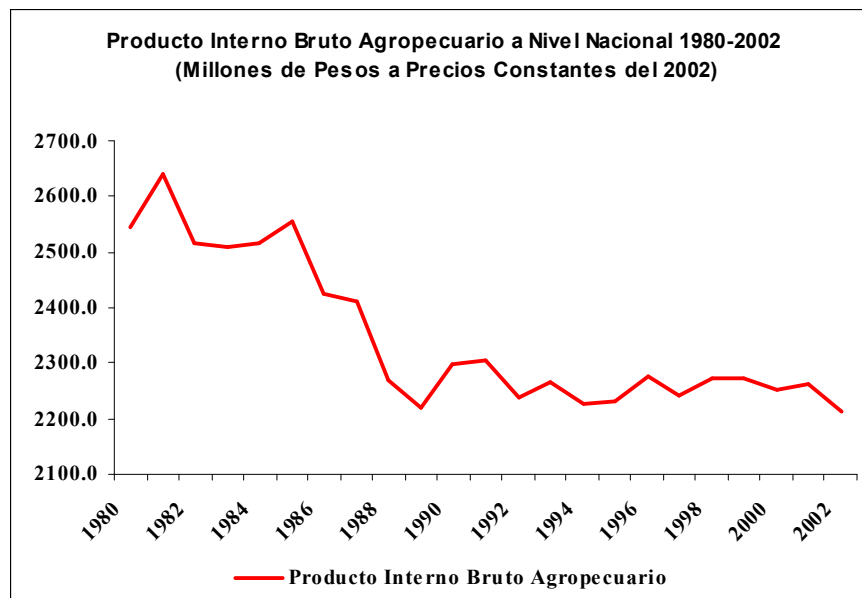
Proyecto

- 1. Presentación**
- 2. La economía base**
- 3. Impulso tecnológico gubernamental en la agroindustria**
- 4. Impulso tecnológico y el dinero como medio de financiamiento**
- 5. Impulso tecnológico y el dinero como reserva de valor**
- 6. Conclusiones**

1. Presentación

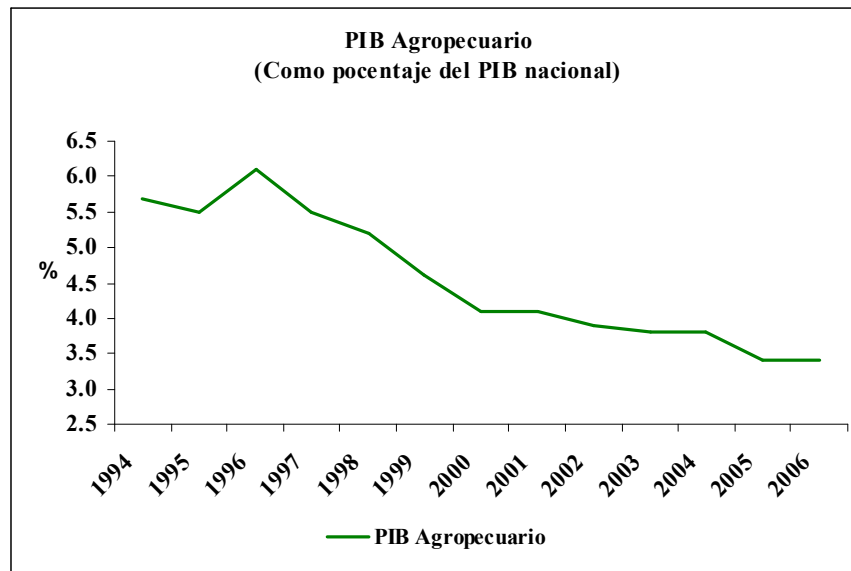
Uno de los principales motores del crecimiento de la economía mexicana hasta mediados del siglo XX fue el sector agropecuario. En aquella época tuvo lugar el avance económico más importante del país conocido como el milagro mexicano. Sin embargo, en las últimas décadas dicho sector ha disminuido notablemente su participación en el crecimiento económico del país, como se puede apreciar en la *Gráfica 1*. Como consecuencia, el porcentaje de participación del sector agropecuario en el PIB a nivel nacional, en la última década, también presenta una trayectoria decreciente, tal y como lo muestra en la *Gráfica 2*. Este comportamiento se mantiene a pesar de que la producción a nivel nacional, en términos físicos del sector agropecuario se ha incrementado dentro del mismo periodo, como se ve en la *Gráfica 3*.

Gráfica 1. Producto Interno Bruto del sector agropecuario



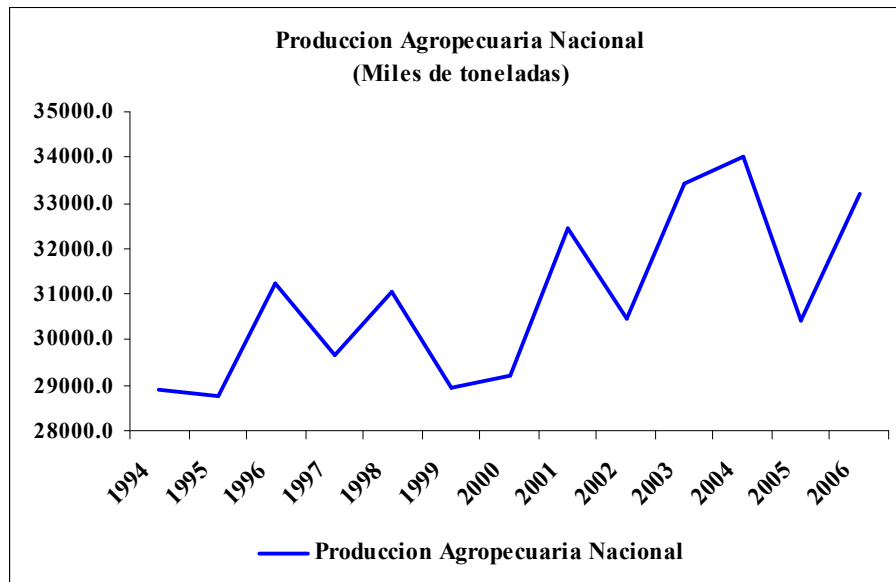
Fuente: Datos históricos del informe de gobierno 2006.

Gráfica 2. Producto Interno Bruto agropecuario como porcentaje del PIB total



Fuente: Datos históricos del informe de gobierno 2006.

Gráfica 3. Producción agropecuaria nacional



Fuente: Elaboración propia con datos históricos del informe de gobierno 2006.

En particular, la Cuenca del Pacífico de la República Mexicana, la cual está integrada por Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, ha alcanzado en años recientes un crecimiento medio del PIB cercano al 1%, principalmente por el crecimiento medio de Baja California Sur, Jalisco y Sonora, tal y como se muestra en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1. Producto Interno Bruto Agropecuario a Precios Corrientes

Entidad	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TCPA
Baja California	2,915,890	2,801,774	2,628,956	2,854,679	3,103,894	4,664,775	1.08
Baja California Sur	1,114,859	1,313,377	1,496,364	1,702,864	2,048,550	2,360,721	1.13
Chiapas	7,489,635	8,570,934	7,555,225	8,257,320	8,842,460	9,918,170	1.05
Colima	1,846,396	1,977,318	1,575,714	1,807,761	1,860,325	1,991,998	1.01
Guerrero	5,559,777	6,321,184	6,126,551	6,129,790	6,969,733	6,757,624	1.03
Jalisco	16,539,746	19,385,541	22,726,290	23,092,365	23,721,217	25,958,593	1.08
Michoacán de Ocampo	18,157,022	13,873,678	14,897,382	13,920,385	16,289,538	17,131,144	0.99
Nayarit	3,677,575	3,515,271	4,338,730	4,438,320	3,652,535	4,384,613	1.03
Oaxaca	7,308,282	8,400,178	8,983,815	8,986,032	8,659,182	9,090,596	1.04
Sinaloa	10,988,639	14,304,276	13,754,666	14,819,713	15,110,608	20,616,009	1.11
Sonora	8,947,680	9,041,111	10,705,025	11,610,599	13,043,011	12,395,025	1.06
Total de la región	84,545,501	89,504,642	94,788,718	97,619,828	103,301,053	115,269,268	1.05

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

El análisis realizado hasta este momento, tiene como objetivo establecer la posible relación existente entre el sector agropecuario y el agroindustrial, debido al inestable crecimiento que presenta la agroindustria en nuestro país¹. Como las agroindustrias son

¹ La inestabilidad en el crecimiento de la agroindustria se puede verificar analizando la trayectoria que presenta el índice de volumen físico de la producción, por rama de actividad económica, del sector manufacturero con 1993 como año base. Dicho índice es un indicador estadístico que mide la evolución mensual de los volúmenes de la producción física de los bienes elaborados al interior del sector, y que

talleres o fabriles en las cuales se desarrollan procesos de carácter artesanal o industrial destinados a la transformación de productos provenientes de cualquier actividad agrícola, ganadera o pecuaria, entonces una caída del producto en el sector agropecuario puede conducir a una disminución en las actividades agroindustriales, lo cual se vería reflejado de manera negativa en el crecimiento de este sector.

Es importante recordar que, la agroindustria se ubica dentro de la industria manufacturera en la división de alimentos procesados y bebidas, y que está formada por 12 ramas, a saber; carnes y lácteos, frutas y legumbres, molienda de trigo, molienda de nixtamal, beneficio y molienda de café, azúcar, aceites y grasas comestibles, alimentos para animales, otros productos alimenticios, bebidas alcohólicas, cerveza y malta, refrescos y aguas gaseosas. Por lo tanto, los productos agrícolas que se generan en la Cuenca del Pacífico Mexicano, y que se utilizan al interior de estas ramas, constituyen un factor importante para el crecimiento del sector agroindustrial. Lo anterior, debido a que esta región cuenta con una vasta superficie fértil, lo que permite una vasta producción de diversos productos agrícolas. El cuadro 2 muestra los principales bienes agrícolas que son producidos en esta región.

Debido a la gran diversidad de bienes agrícolas que pueden ser producidos en esta región, el número de unidades de producción agropecuaria ha aumentado en años recientes. De acuerdo al Censo Agrícola más reciente, aproximadamente, el 46% del total de unidades de producción rurales realizan actividades agropecuarias. En consecuencia, al aumentar las unidades productivas, la utilización de los insumos que intervienen en dicha producción como la superficie agrícola sembrada y la mano de obra agropecuaria se han incrementado.

refleja la tendencia o variación producida en el corto plazo. Para ello, es necesario utilizar las series de tiempo que presenta el INEGI respecto de las 12 ramas, señaladas en el texto, que componen a la agroindustria.

Cuadro 2. Principales productos agrícolas de la Cuenca del Pacífico Mexicano

Baja California	Uva, algodón, olivo y dátiles
Sonora	maíz, trigo, chile y tabaco
Sinaloa	Jitomate, tomate, caña de azúcar, maíz, frijol y hortalizas
Nayarit	Mango, caña de azúcar y chile
Colima	Limón, mango, coco, caña de azúcar y melón
Michoacán	Aguacate, maíz, frijol, plátano, mango limón y coco
Jalisco	Maíz, frijol, chile y agave
Guerrero	Mango, coco, limón, frijol y maíz
Oaxaca	Piña, agave, limón, ajonjolí, caña de azúcar y maíz
Chiapas	Aguacate, café, caña de azúcar, maíz y cacao

Cuadro 3. Unidades de producción, superficie agrícola y mano de obra

Entidad	Total de unidades de producción rurales	Unidades de producción rural con actividad agropecuaria	Número de viviendas con actividad agropecuaria	Superficie agrícola (HA)	Total de mano de obra agropecuaria empleada
Baja California	14724	10327	20000	297518.71	43723
Baja California Sur	7342	4920	8605	97552.84	16803
Colima	16247	13301	19181	216021.49	28896
Chiapas	307742	306320	67718	2439776.28	509540
Guerrero	218795	200810	82277	1082670.45	435320
Jalisco	179535	152513	79670	1675564.21	295285
Michoacán de Ocampo	226941	182007	105368	1330908.45	424591
Nayarit	66146	60596	36932	460306.22	118215
Oaxaca	368399	341163	67745	1455034.66	638870
Sinaloa	117501	94865	95015	1334501.31	164702
Sonora	51613	41817	64005	1241812.94	101927
Total de la región	1408639	646516	11631667.6	2777872	1574985

Fuente: Elaboración propia con datos del VII Censo Agrícola-Ganadero 1991.

Por su parte, el Cuadro 3 presenta la superficie agrícola sembrada medida en hectáreas, la mano de obra utilizada en actividades agropecuarias y el número de hogares que se dedican a dichas actividades, todo dentro de la región de la Cuenca del Pacífico.

Ahora bien, las unidades de producción agrícola requieren de tecnología eficiente, es decir, maquinaria y equipo para poder realizar estas actividades productivas, lo cual significa una inversión importante especialmente para la zona sur de la Cuenca del Pacífico, es decir, para estados como Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. De acuerdo con el INEGI sólo el 48% del total de las unidades productivas de la región cuenta con algún vehículo para transporte de productos, tal y como se puede apreciar en el cuadro 4.

En conclusión, existen dos posibles alternativas en materia de política tecnológica gubernamental que pueden resolver la problemática del crecimiento en la agroindustria. La primera consiste en, a través de un impulso tecnológico, promover la productividad agropecuaria para incrementar la producción de bienes agropecuarios que son utilizados como insumos al interior del aparato industrial, y con ello contrarrestar la tendencia inestable del sector agroindustrial. La segunda radica en aplicar el impulso tecnológico directamente en la agroindustria. Uno de los principales factores que pueden influir en el crecimiento agroindustrial se encuentra en la participación del gobierno a nivel estatal como impulsor del avance tecnológico, de tal forma que permita incrementar las capacidades productivas y la eficiencia de las unidades económicas que pertenecen a la agroindustria.

Diversos programas federales como: Alianza para el Campo, Fondo Instituido en Relación a la Agricultura (FIRA), Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), etc., en cierta medida, han alentado este crecimiento. Sin embargo, queda mucho por hacer, en específico en lo que se refiere a la participación de los gobiernos estatales como agentes

impulsores de la tecnología en la agroindustria a nivel de unidad productiva. Cualquiera de las dos alternativas antes mencionadas, para generar un mayor crecimiento económico en la agroindustria, es congruente con el modelo que a continuación se desarrolla.

Cuadro 4. Unidad de producción con actividad agropecuaria según existencias de vehículos y tractores

Entidad	Unidades de producción con vehículos o tractores	Unidades de producción con camionetas de menos de 2 toneladas	Unidades de producción con camionetas de más de 2 toneladas	Unidad de producción con tractores en funcionamiento	Unidades sin estos vehículos
Baja California	8457	7684	2681	4455	2383
Baja California Sur	3342	3108	563	1008	1853
Colima	6288	5376	1689	1569	7292
Chiapas	18262	12311	5736	4872	289993
Guerrero	9598	6641	2923	1375	194173
Jalisco	67045	57856	13155	18948	87956
Michoacán de Ocampo	49377	38747	11660	13373	135785
Nayarit	16538	12077	4428	4675	45027
Oaxaca	12412	7262	4726	3142	331762
Sinaloa	29419	22818	5616	11354	66439
Sonora	22484	20277	5270	9360	20625
Total de la región	243222	194157	58447	74131	1183288

Fuente: Elaboración propia con dato del VII Censo Agrícola-Ganadero 1991.

Existe una gran variedad de modelos de crecimiento endógeno que intentan proporcionar una explicación más completa del crecimiento económico y que

incorporan la intervención gubernamental en la economía; al respecto véase, por ejemplo, Barro (1990) que realiza un análisis del impacto sobre el crecimiento del gasto de gobierno y del tamaño relativo del mismo. Por otra parte, Venegas-Martínez (1999) concluye que existe un “tradeoff” entre deuda pública externa y crecimiento cuando la deuda pública externa crece a una tasa mayor que la deuda externa privada. Así mismo, Venegas-Martínez (2008) analiza el efecto de una política fiscal sobre el crecimiento económico. Muchos otros autores han introducido el gasto del gobierno como un argumento de la función de producción, sólo para analizar el impacto que éste tiene sobre la capacidad productiva de la economía, por ejemplo, Barro y Xala-i-Martin (1992), Glomm y Ravikumar (1994), Cazzavillan (1996) y Turnovsky (1996). Sin embargo, no existe un modelo que nos permita examinar el papel del gobierno en el impulso tecnológico. La presente investigación, en el marco de una economía monetaria, estudia el efecto de la participación del gobierno como agente promotor de la tecnología en la agroindustria en un modelo de crecimiento endógeno.

Para ello, el documento se estructura de la forma siguiente; en la sección 2 se presentan las bases de la economía a través de la descripción de un modelo sencillo de crecimiento endógeno y en la sección 3 se introduce el comportamiento del gobierno como un agente impulsor de tecnología en la agroindustria. En las secciones 4 y 5 se establecen las condiciones de una economía con dinero y se caracteriza el nivel óptimo de gasto de gobierno para el desarrollo de tecnología en la agroindustria, posteriormente se realiza un análisis acerca del impacto del gasto gubernamental en el bienestar económico de los hogares agrícolas. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones, recomendaciones en materia de política agroindustrial, las limitaciones y sugerencias para futuros desarrollos teóricos.

2. La economía inicial

Con el objetivo de modelar la intervención gubernamental como un motor impulsor del avance tecnológico en la agroindustria, se establecen en forma breve las condiciones básicas de un modelo de crecimiento endógeno para una economía que produce un solo bien y que está poblada por consumidores con preferencias y dotaciones idénticas, los cuales tienen vida infinita y desean, como objetivo fundamental, maximizar su satisfacción por el consumo del bien en cuestión. Se supone que el nivel de satisfacción se puede medir mediante:

$$U(c) = \frac{c^{1-\beta}}{1-\beta}, \quad (1)$$

en donde c es el consumo *per capita* y β es el parámetro que mide qué tan ansioso está un individuo por el consumo presente, es decir, es la tasa subjetiva de descuento. Suponga también que la utilidad de todos y cada uno de los individuos es de la forma:

$$U(c) = \ln c. \quad (2)$$

La forma funcional de la utilidad de los consumidores presenta un comportamiento marginal positivo pero decreciente, es decir $U'(c) > 0$ y $U''(c) < 0$. Por lo tanto, la satisfacción que proporciona una unidad adicional de consumo del bien aumenta, pero dicho aumento es cada vez menor. Adicionalmente se supone que el consumidor representativo es dueño de la empresa que produce este único bien de consumo y que las condiciones tecnológicas de producción de los productores pueden ser representadas por una función de producción, la cual presenta rendimientos constantes a escala en el único insumo (el capital físico). La forma funcional que se propone es la utilizada por Harrod (1939) y Rebelo (1991). Considere la siguiente función de producción que considera el productor representativo:

$$Y = A K^\alpha, \quad (3)$$

en donde $\delta > 0$ representa el nivel tecnológico disponible en la economía, adicionalmente r es el producto marginal del capital. La omisión de la fuerza laboral como insumo adicional en el presente análisis, obedece a que sólo resulta de interés, por el momento, analizar los aspectos tecnológicos de la economía. En consecuencia, los individuos pertenecientes a la economía hasta aquí descrita se enfrentan al siguiente problema de maximización:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } &= \ln \\ & \dots = - , \quad \text{dado.} \end{aligned} \quad (4)$$

Las condiciones de producción antes definidas permiten expresar la restricción presupuestal de los individuos en función de los ingresos, que éstos obtienen por la venta de su producto y de los gastos que realizan. Al suponer que los precios del bien de consumo son iguales a la unidad, es decir $p = 1$, se obtiene que y mide el nivel de ingresos de los agentes, mientras que el nivel de consumo c de los agentes mide su nivel de gastos. Por esta razón, la ecuación de acumulación de la economía es también la restricción presupuestal de los hogares. Las condiciones de optimalidad correspondientes son:

$$\frac{\partial L}{\partial c} = \frac{1}{c} - \lambda = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k} = r - \lambda = 0, \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = y - c - \delta k = 0, \quad (7)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda = 0. \quad (8)$$

Los niveles de consumo, de capital físico y de producto de equilibrio de la economía, bajo las condiciones establecidas, son respectivamente:

$$= \quad , \quad (9)$$

$$= \quad , \quad (10)$$

$$= \quad . \quad (11)$$

Como se aprecia, el nivel de consumo se encuentra determinado por las preferencias β y por el capital inicial k_0 . Análogamente, el nivel de capital sólo depende del capital inicial k_0 , mientras que el producto depende del nivel tecnológico de la economía A y del capital inicial k_0 . Por otro lado, la tasa de crecimiento económico (\dot{y}), en términos *per capita*, de ambos sectores está determinada por:

$$= \dot{y} = \delta - \delta . \quad (12)$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento depende del nivel tecnológico que exista en la economía y de las preferencias de los consumidores. Evidentemente, si el nivel tecnológico es mayor que la ansiedad por el consumo presente, es decir $\beta > \delta$, entonces el crecimiento será mayor, tanto en el sector de consumo como en el sector de capital. De manera contraria, si el tecnológico es menor al nivel de δ , es decir $\beta < \delta$, entonces se tendrá un decrecimiento en ambos sectores. Debido a que el consumo y el capital crecen a la misma tasa, se tiene que las dinámicas correspondientes son:

$$\dot{c} = (\beta - \delta) c, \quad (13)$$

$$\dot{k} = (\beta - \delta) k. \quad (14)$$

En consecuencia, la tasa de crecimiento en todos los sectores de la economía depende del parámetro de la tecnología y de la tasa subjetiva de descuento. En este caso, el crecimiento es balanceado, es decir, es igual en todos los sectores, por lo que si $\beta > \delta$ todos los sectores crecen de manera equilibrada, mientras que decrecerán si $\beta < \delta$. Se puede concluir que los estados con coeficientes tecnológicos altos crecen a tasas mayores.

3. Impulso tecnológico gubernamental en la agroindustria

Suponga ahora que el gobierno interviene en el desarrollo de tecnología para impulsar la agroindustria, ya sea a través de programas de innovación que permitan elevar el nivel de eficiencia de las máquinas utilizadas en la recolección y selección de productos agrícolas o la renovación de tractores y vehículos de carga y transporte o bien un mejoramiento tecnológico en los procesos de siembra y cosecha. Cualquiera que sea la forma, esta intervención debe tener un impacto en la productividad del capital de manera positiva, lo que hace que las condiciones de producción de las unidades cambien, por lo que ahora se tiene:

$$= \quad , \quad (15)$$

en donde > 1 es el gasto que el gobierno ejercerá como inversión en la tecnología para fomentar un incremento en la productividad y es el nivel de producto bajo esta nueva condición. Como el impacto del gasto gubernamental sobre la productividad tiene un efecto positivo, entonces el nivel de producto será mayor debido a que se cumple que

$$> \quad , \text{ por lo que automáticamente se tiene que } > \quad . \text{ Estas modificaciones}$$

conducen a un nuevo problema de maximización:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar} &= \ln \\ \cdot \cdot \cdot &= - \quad , \quad \text{dado.} \end{aligned} \quad (16)$$

En este caso el nivel de ingresos de los hogares está dado por , mientras que los gastos de los mismos por . Bajo esta visión de la economía, el concepto de riqueza del individuo depende sólo de la cantidad de capital físico que éste acumula. Las condiciones de optimalidad resultantes ahora son:

$$= - - = 0, \quad (17)$$

$$= - = ' , \quad (18)$$

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} \quad (19)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{c}}{c} \right) = 0. \quad (20)$$

Bajo estas condiciones los niveles de consumo, capital físico y producto en el equilibrio macroeconómico, son:

$$c = \frac{y}{1 + \theta} \quad (21)$$

$$k = \frac{y}{\delta} \quad (22)$$

$$y = \delta k \quad (23)$$

Con lo anterior se comprueba que $\frac{\dot{c}}{c} > 0$ debido a que se cumple $\frac{\dot{y}}{y} > 0$, ya que $\frac{\dot{y}}{y} > 1$. Sin embargo, ahora ambos sectores crecen a una tasa *per capita* ($\frac{\dot{c}}{c}$) mayor, es decir:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} > 0 \quad (24)$$

Para que se cumpla que $\frac{\dot{c}}{c} > 0$ se necesita que $\frac{\dot{y}}{y} > 1$, ya que sólo de esta forma se cumple que $\frac{\dot{c}}{c} > 0$. En otras palabras, si el gobierno invierte en el desarrollo tecnológico en un monto mayor al previamente existente al interior del sector agroindustrial, entonces éste puede influir en el crecimiento económico de manera positiva. En este caso, la economía crecerá sólo si $\frac{\dot{y}}{y} > 1$, y decrecerá si $\frac{\dot{y}}{y} < 1$. Las dinámicas de los sectores que componen la economía dependen del nivel tecnológico existente, del impulso gubernamental sobre el mismo y de las preferencias, de tal manera que:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \left(\frac{\dot{y}}{y} - \theta \right), \quad (25)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \left(\frac{\dot{k}}{k} - \delta \right). \quad (26)$$

De lo anterior, se tiene, en consecuencia, que el crecimiento es balanceado en todos los sectores y depende de la tasa subjetiva de descuento, de la tecnología y del gasto de gobierno como impulsor tecnológico. Se concluye además que, estados con coeficientes

tecnológicos altos e inversiones gubernamentales generadoras de desarrollo tecnológico crecerán a tasas mayores.

3.1. Impacto sobre el bienestar económico

Una vez que los individuos han tomado sus decisiones de consumo, se puede obtener la función de utilidad indirecta, la cual permite evaluar el impacto que tiene la intervención gubernamental, el nivel tecnológico, el capital físico y las preferencias sobre el bienestar económico de las familias. El bienestar económico () se obtiene al sustituir la trayectoria intertemporal de equilibrio del consumo, que se obtiene de (21) y (24), en el índice de satisfacción (16). De esta manera, se tiene que:

$$= \ln () . \quad (27)$$

Al simplificar algebraicamente se llega a la expresión que mide el bienestar:

$$= - \ln() + \text{---} . \quad (28)$$

Como se puede apreciar el bienestar económico depende del nivel tecnológico existente en la economía (), del impulso gubernamental para generar desarrollo tecnológico(), de las preferencias de los individuos () y del capital inicial (). Para establecer bajo qué condiciones se puede elevar el nivel de bienestar económico de los hogares, se realizará el siguiente análisis de estática comparativa. Si se deriva la función de bienestar con respecto al gasto en desarrollo tecnológico, , se obtiene que:

$$\text{---} = \text{---} > 0. \quad (29)$$

La expresión anterior nos dice que si se incrementa el gasto de gobierno para generar un impulso tecnológico en el sector agrícola, entonces el bienestar económico aumentará. Lo anterior se debe a que la derivada es positiva. Por lo tanto, una intervención gubernamental en el desarrollo tecnológico que incremente la productividad del capital

físico no sólo genera un mayor crecimiento económico, sino también incrementa el nivel de bienestar de los hogares. Por otro lado, al derivar la función del bienestar respecto al nivel tecnológico existente en la economía se tiene que:

$$\frac{\partial W}{\partial T} = \frac{\partial W}{\partial T} > 0. \quad (30)$$

En consecuencia, se deduce que los estados de la Cuenca con un mayor desarrollo tecnológico alcanzan niveles de bienestar mayores que los estados con niveles tecnológicos inferiores, por lo que, un aumento en la tecnología a través del impulso gubernamental incrementará el bienestar. Análogamente al derivar la función del bienestar respecto al capital físico inicial se encuentra:

$$\frac{\partial W}{\partial K} = \frac{\partial W}{\partial K} > 0. \quad (31)$$

Lo anterior indica que un aumento en el capital inicial incrementará el bienestar, es decir, si la economía tiene en sus condiciones iniciales de producción un nivel más alto de capital, ya sea por cantidad o por calidad, el bienestar será todavía mayor. Finalmente, cuando se deriva la función bienestar con respecto a las preferencias de los individuos β , se obtiene que:

$$\frac{\partial W}{\partial \beta} = -\frac{\partial W}{\partial \beta} < 0. \quad (32)$$

Esto implica que si los individuos están dispuestos a sacrificar su consumo futuro por un mayor consumo en el presente, es decir, si los individuos tienen una mayor tasa subjetiva de descuento, entonces el bienestar se deteriora. En conclusión, incrementos en el gasto de gobierno que generen desarrollo tecnológico, en el capital inicial y en el nivel de tecnología existente, tendrán como resultado aumentos en los niveles de bienestar de los individuos. En contraparte, aumentos en la tasa subjetiva de descuento disminuirán el bienestar económico de los agentes.

4. El Impulso tecnológico y el dinero como medio de financiamiento

Una vez que se ha incorporado al análisis el papel del gasto de gobierno, como un impulso generador de desarrollo tecnológico, se introduce de manera adicional el dinero a la economía. Para ello, suponga que los individuos desean mantener un monto de saldos reales, de tal forma que les permita financiar sus decisiones de consumo a lo largo de su vida. En este sentido, la introducción del dinero se hace bajo la forma propuesta por Blanchard y Fischer (1998), al argumentar que el dinero compra bienes, los bienes compran dinero, pero los bienes no compran bienes, de esta manera, el dinero se incorpora bajo la forma del motivo transacción. Suponga que M y P son los saldos reales *per capita*, es decir, dinero y que la inflación, π es el costo por la tenencia de saldos reales, ya que al mantener dinero en el bolsillo se pierde poder de compra al aumentar el nivel general de precios. Por lo tanto, la restricción presupuestal del agente representativo se transforma en:

$$\dot{M} + \dot{P} = Y - C - G \quad (33)$$

Equivalentemente,

$$\dot{M} + \dot{P} = Y - C - G - \pi M \quad (34)$$

El individuo sigue tomando decisiones de consumo, sin embargo, ahora desea acumular bienes de capital (K) y dinero (M). Siendo su nivel de riqueza total (W) la suma de la cantidad de bienes de capital físico y la cantidad de dinero que posee, se puede definir en consecuencia que la riqueza real del individuo es:

$$W = K + M \quad (35)$$

Al sustituir la definición anterior en (34) y después de simplificar se obtiene la siguiente ecuación de acumulación:

$$\dot{W} = Y - (C + G) - \pi M \quad (36)$$

Con la incorporación del dinero el nivel de ingresos de los hogares ahora está dado por la cantidad $y = w + r$, mientras que el nivel de gastos es $c + (1 + n)w$. Suponga que el individuo necesita mantener al menos una proporción α de dinero, que es equivalente a la cantidad del bien de consumo que desea consumir, es decir, $w = \alpha c$ (restricción *cash-in-advance*), esto es, dinero y bienes de consumo son sustitutos perfectos. Lo anterior implica que se requiere de una cierta cantidad mínima de saldos reales, en el bolsillo, para financiar el consumo. Por lo tanto, al sustituir la restricción *cash-in-advance*, se obtiene que la ecuación de acumulación de la riqueza dada por:

$$\dot{w} = (1 + n)w - [c + (1 + n)w] \quad (37)$$

En consecuencia, el nuevo problema de maximización al que se enfrenta el individuo es:

$$\text{Maximizar } V = \ln$$

$$\dot{w} = (1 + n)w - [c + (1 + n)w] \quad \text{dado.} \quad (38)$$

De lo anterior resultan las siguientes condiciones de optimalidad:

$$-c = -\lambda \quad + \quad + 1 = 0, \quad (39)$$

$$-\lambda = -\dot{\lambda} \quad + \quad + 1 = \dot{\lambda}, \quad (40)$$

$$-\dot{\lambda} = -\lambda = \dot{\lambda} - \lambda, \quad (41)$$

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} (\lambda) = 0. \quad (42)$$

En equilibrio macroeconómico los niveles de consumo, de riqueza y de producto de la economía son:

$$c = \frac{1}{1 + n}, \quad (43)$$

$$w = \frac{1}{(1 + n)^2}, \quad (44)$$

$$y = \frac{1}{1 + n}. \quad (45)$$

En este caso, se puede apreciar que el nivel de consumo, en esta economía, es mayor cuando se incorpora el dinero al análisis que cuando se deja fuera. El nivel de consumo de equilibrio depende de las preferencias de los individuos, del nivel de riqueza inicial de los agentes, del nivel tecnológico existente en la economía, del gasto de gobierno como impulso generador de tecnología, de la proporción de dinero que los individuos mantienen para el financiamiento de su consumo y del nivel general de precios. De igual manera, el nivel de riqueza de los individuos en esta economía es mayor, ya que depende de la acumulación de capital físico y dinero; a diferencia de la economía anterior en donde la riqueza venía dada sólo por la acumulación de capital físico. Finalmente, se muestra que el nivel de producto de esta economía es mayor que en las dos anteriores, debido a que se cumple que $y^* > y^0 > y^1$, es decir $y^* > y^0$. La tasa de crecimiento económico (\dot{y}) bajo estas condiciones sigue siendo la misma que la de la economía descrita en el apartado anterior, es decir:

$$\dot{y} = \frac{\dot{y}^*}{y^*} = \frac{\dot{y}^0}{y^0} = \frac{\dot{y}^1}{y^1} \quad (46)$$

A pesar de que la tasa de crecimiento es la misma en ambas economías, los niveles de consumo, riqueza y producto son mayores cuando se introduce el dinero en la economía, la cual crece cuando $\dot{y} > 0$ y decrece si $\dot{y} < 0$. Como todos los sectores crecen a la misma tasa debido a que las dinámicas de los sectores correspondientes están dadas por $\dot{y} = (\dot{y}^* - \dot{y}^0)$ y $\dot{y} = (\dot{y}^0 - \dot{y}^1)$, entonces el crecimiento es balanceado. Además, se puede observar que el crecimiento económico no depende de la tasa de crecimiento de los saldos reales, por lo que el dinero es neutral.

4.1. Impacto sobre el bienestar económico

Para medir los impactos en el bienestar y elegir el nivel óptimo de gasto gubernamental y el nivel óptimo de tecnología, se determina el nivel de bienestar a través de la sustitución del nivel óptimo de consumo en la función de utilidad, lo cual conduce a:

$$= \ln \frac{\quad}{+ \quad + 1} \quad (\quad) \quad . \quad (47)$$

Equivalentemente,

$$= \ln \frac{\quad}{+ \quad + 1} + \frac{1}{\quad} \quad - \quad . \quad (48)$$

Al derivar la ecuación del bienestar económico respecto a la proporción de saldos reales que el individuo desea mantener para financiar su consumo, se tiene que:

$$\quad = - \quad < 0. \quad (49)$$

Por lo tanto, incrementos en la proporción de tenencia de saldos reales disminuye el bienestar económico porque el costo de los mismos (inflación) aumenta, lo que ocasiona una disminución del poder de compra de los hogares y, en consecuencia, una caída del nivel de consumo. Análogamente, la derivada del bienestar respecto a la inflación es:

$$\quad = - - < 0. \quad (50)$$

Obviamente, incrementos en el nivel general de precios disminuye el poder de compra de los individuos lo que se traduce en una caída en el consumo y, por lo tanto, en el bienestar económico. Por otro lado, si se deriva la función de bienestar respecto a la riqueza inicial, entonces se obtiene:

$$\quad = - > 0. \quad (51)$$

Evidentemente, niveles de riqueza mayores ocasionan incrementos en el bienestar de las familias. De la misma manera, cuando se deriva la expresión (48) respecto al nivel de tecnología existente se encuentra que:

$$- = - - + - = 0. \tag{52}$$

En consecuencia, el nivel tecnológico óptimo que la economía debe tener es

$$= . \tag{53}$$

El nivel tecnológico de la economía depende de las preferencias de los individuos y de la proporción de saldos reales utilizada para financiar el consumo. Así mismo, de la ecuación (48) se puede determinar el nivel óptimo del gasto gubernamental como impulso generador de desarrollo tecnológico, para ello se deriva la función de bienestar con respecto a g_T y se iguala a cero. Por lo tanto, se obtiene:

$$- = - - + - = 0. \tag{54}$$

Al despejar g_T se encuentra el nivel óptimo del gasto de gobierno:

$$= . \tag{55}$$

Se puede apreciar que el nivel óptimo del gasto de gobierno impulsor del desarrollo tecnológico depende de la riqueza inicial de los individuos, W_0 , de la proporción de dinero que éstos utilizan para financiar su consumo, α y del parámetro de preferencias, β . Se concluye que el gobierno tiene la capacidad de incidir en el crecimiento económico a través de la generación de desarrollo tecnológico ya que conoce el nivel de la riqueza inicial de los individuos, la proporción de saldos reales que éstos mantienen y sus preferencias. Lo que significa que sabe exactamente cuál es el gasto óptimo de inversión en tecnología que permitirá tener una mayor tasa de crecimiento, siempre y cuando se cumpla con que $\beta > 1$, es decir, que $\beta > 1$. Adicionalmente se generará un crecimiento balanceado.

5. Impulso tecnológico y dinero como reserva de valor

Suponga ahora que el individuo obtiene satisfacción por la tenencia de los saldos reales (M), es decir, se tiene preferencia por la liquidez, y que dicho grado de satisfacción está medido por el parámetro (α). En consecuencia, el dinero se incorpora en la función de utilidad tal y como lo propuso Sidrausky (1967). Con ello se sigue manteniendo el hecho de que la función de utilidad es estrictamente cóncava y ambas mercancías, bien de consumo y dinero, son no inferiores. En este caso, se elimina la restricción *cash-in-advance* pero se mantiene la estructura de la restricción presupuestal del individuo descrita en (36). Por lo tanto, el problema de maximización del individuo representativo es:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } &= (\ln C + \alpha \ln M) \\ \text{... } &= -(\lambda + \mu) - \lambda, \\ \text{dado, } &> 0. \end{aligned} \tag{56}$$

De este planteamiento resultan las siguientes condiciones de optimalidad:

$$\lambda = \mu = 0, \tag{57}$$

$$\lambda = \mu (\lambda + \mu) = 0, \tag{58}$$

$$\lambda = -\lambda + \mu = \lambda, \tag{59}$$

$$\lambda = \mu = \lambda, \tag{60}$$

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} (\lambda + \mu) = 0. \tag{61}$$

Los niveles de consumo, de saldos reales, de riqueza y de producto de equilibrio son respectivamente:

$$= \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta}}, \quad (62)$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta}}, \quad (63)$$

$$= 1 + \frac{1}{\beta}, \quad (64)$$

$$= 1 + \frac{1}{\beta}. \quad (65)$$

Se concluye que el consumo depende de las preferencias de los individuos, de la riqueza inicial y del grado de satisfacción que proporciona la tenencia de saldos reales. Por su parte, la cantidad de dinero en poder de los individuos depende de la tasa subjetiva de descuento, del nivel de riqueza inicial y del nivel tecnológico existente en la economía, del impulso tecnológico gubernamental y del nivel general de precios, para garantizar que $\beta > 0$ es necesario suponer que $\beta > 1$. La riqueza de los hogares depende de la riqueza inicial y de la satisfacción que genera la tenencia de dinero. Finalmente, el producto depende del nivel tecnológico existente, del impulso tecnológico gubernamental, de la riqueza inicial y de la satisfacción debida a la tenencia de dinero. En esta economía el nivel producto es mayor que en las anteriormente descritas, es decir $y > y^* > y^0$, lo anterior se muestra a través de la siguiente desigualdad:

$$1 + \frac{1}{\beta} > 1 + \frac{1}{\beta^*} > 1 + \frac{1}{\beta^0}. \quad (66)$$

La tasa de crecimiento de esta economía se mantiene, es decir:

$$= \frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta^*}. \quad (67)$$

De esta manera, se han podido caracterizar los niveles óptimos de dinero, consumo, y riqueza, así como un nivel óptimo mayor de producto. Obviamente, el crecimiento en todos los sectores es balanceado, de tal forma que cuando $\beta > 1$ la economía crece, mientras que decrece si $\beta < 1$. De manera análoga, la tasa de crecimiento

económico no está afectada por la tasa de expansión monetaria, por lo que se cumple con la neutralidad del dinero.

Fischer (1979) encontró que la tasa de crecimiento del dinero afecta a la tasa de acumulación de capital y, por lo tanto, a la tasa de crecimiento económico. En consecuencia, el dinero es no neutral. Es importante señalar que la diferencia existente entre el modelo de Sidrausky y el de Fischer consiste en que el primero supone expectativas adaptativas y el segundo expectativas racionales (Asako 1983). De manera similar, Reis (2001) encontró la no neutralidad del dinero en un modelo de previsión perfecta. Los resultados aquí obtenidos concuerdan con los de estado estacionario en Sidrausky (1967). No obstante, en este documento el estado estacionario no se analiza, por lo que la no neutralidad sostenida por Reis (2001) no se puede corroborar.

5.1. Impacto sobre el bienestar económico

Como ya se mencionó con anterioridad, para encontrar la función del bienestar económico se sustituyen los niveles óptimos de consumo y saldos reales en la función de utilidad, de esta forma se podrán medir los impactos en el bienestar económico y elegir niveles óptimos de gasto gubernamental y nivel tecnológico, por lo tanto:

$$= \ln \frac{1}{1+\alpha} (C) + \ln \frac{1-\alpha}{1+\alpha} (W) \quad (68)$$

Equivalentemente,

$$= \ln \frac{1}{1+\alpha} + \frac{1}{1+\alpha} \ln C + \ln \frac{1-\alpha}{1+\alpha} + \frac{1}{1+\alpha} \ln W \quad (69)$$

Para medir los impactos de cambios en el nivel de la riqueza sobre el bienestar económico se deriva la ecuación (69) respecto de la riqueza:

$$\frac{\partial}{\partial W} = \frac{1}{1+\alpha} > 0. \quad (70)$$

Claramente, la expresión anterior nos muestra que un incremento en el nivel de la riqueza de los individuos aumenta el bienestar económico de los hogares. Análogamente, impactos sobre el bienestar ocasionados por cambios en el nivel general de precios se pueden establecer a través de la siguiente expresión:

$$\frac{\partial W}{\partial P} = - \frac{W}{P} < 0. \quad (71)$$

Por lo tanto, si el nivel general de precios aumenta entonces el bienestar económico de los individuos cae. Por otra parte, para encontrar el nivel óptimo tecnológico de la economía se deriva la ecuación que representa al bienestar respecto al nivel tecnológico, por lo que, se tiene que:

$$\frac{\partial W}{\partial T} = 2 \frac{W}{T} - \frac{W}{T^2} = 0. \quad (72)$$

En consecuencia, el nivel óptimo tecnológico es:

$$T = \frac{W}{2}. \quad (73)$$

Como se puede apreciar el nivel tecnológico óptimo depende de las preferencias y del nivel de satisfacción que proporciona la tenencia de saldos reales. Para obtener el gasto óptimo del gobierno para generar desarrollo tecnológico, se deriva con respecto de G y se obtiene que:

$$\frac{\partial W}{\partial G} = - \frac{W}{G} + \frac{W}{G^2} = 0. \quad (74)$$

El nivel óptimo de gasto gubernamental impulsor de tecnología, que es una cantidad positiva y que implica que aumentos en el nivel de gasto incrementa el bienestar económico es:

$$G = \frac{W}{2}. \quad (75)$$

En conclusión, el nivel de gasto óptimo depende del parámetro de preferencias, del nivel de la tecnología y de la utilidad que le proporciona la tenencia de saldos reales al individuo.

6. Conclusiones

Se desarrolló un modelo de crecimiento endógeno con un agente representativo que vive para siempre, en donde se introduce la participación del gobierno como impulsor tecnológico incrementando así la productividad del capital en una economía monetaria. Dentro de los principales resultados se puede destacar que si el gobierno participa en la generación de tecnología, con el objetivo de incrementar la productividad del capital agroindustrial, entonces se genera un mayor crecimiento económico y de manera simultánea se eleva el nivel de bienestar económico de los hogares que dependen del nivel de actividad económica de dicho sector. Adicionalmente, en cualquiera de las versiones que se utilizaron para incorporar el papel del dinero en la actividad económica, la tasa de crecimiento económico no depende de la tasa de expansión monetaria, por lo que se cumple con la neutralidad del dinero. La introducción del dinero, sin embargo, sí incrementa el nivel de producto y de riqueza de la economía, lo que ocasiona que el bienestar económico por este canal también se eleve.

Se mostró de manera clara que el crecimiento, el cual es balanceado, depende del gasto de gobierno destinado al impulso tecnológico agroindustrial, por lo que se concluye que el gobierno tiene fuertes incentivos para participar en la generación de tecnología, ya que con ello afecta a la productividad del capital de manera positiva en el sector agroindustrial. Al caracterizar el nivel óptimo de gasto gubernamental generador de un desarrollo tecnológico se establecen también las condiciones bajo las cuales el gobierno puede fomentar el crecimiento del sector agroindustrial e impulsar el bienestar

de los hogares que participan dentro de las actividades económicas realizadas al interior de dicho sector. Más aún, un mayor crecimiento no sólo se produce en el sector agroindustrial, sino que también se genera una dinámica de crecimiento mayor a nivel nacional. Como el gasto tecnológico óptimo gubernamental depende de variables económicas conocidas por el aparato público, se facilita la determinación de dicho gasto y su aplicación dentro de programas estatales que afecten, de la manera establecida en este documento, a la actividad agroindustrial. En principio, maquinaria y equipo de vanguardia tecnológica así como gasto en actualización de lo ya existente, son recomendaciones viables al respecto.

Dentro de las principales limitaciones que caracterizan este tipo de análisis se pueden enlistar las siguientes: suponer que el gobierno sólo interviene en la generación de tecnología es poco real ya que existen muchas otras más actividades que realiza este agente económico, por lo que ampliar el papel del gobierno resulta necesario. Por su parte, suponer que la economía es cerrada elimina los efectos posibles que pueda tener el comercio internacional sobre el crecimiento. Finalmente, modelar las variables de manera determinista limita los efectos de las mismas. En consecuencia, futuros desarrollos teóricos deberán extender el análisis a una economía estocástica y abierta, incorporar otras variables financieras relevantes, introducir el trabajo como insumo adicional y establecer actividades económicas gubernamentales más amplias.

7. Apéndice

Para determinar la ecuación (21), se despeja de la condición de optimalidad (17) el consumo y se tiene que:

$$= -. \tag{A.1}$$

Al factorizar la condición de optimalidad (19) y despejar se sigue que:

$$\dot{c} = (\dots - \dots). \quad (\text{A.2})$$

En seguida, es necesario resolver las ecuaciones diferenciales (18) y (A.2), por lo tanto las soluciones correspondientes son:

$$= \int (\dots) \dots, \quad (\text{A.3})$$

$$= (\dots). \quad (\text{A.4})$$

Cuando se sustituye (A.4) en (A.1), se obtiene:

$$= - (\dots). \quad (\text{A.5})$$

Al sustituir la ecuación (A.5) en (A.3), se tiene:

$$= \int - (\dots) (\dots) \dots. \quad (\text{A.6})$$

Una vez que se resuelve se encuentra que:

$$- = \dots. \quad (\text{A.7})$$

Finalmente, cuando se sustituye (A.7) en (A.5), se llega a:

$$= (\dots). \quad (\text{A.8})$$

Para obtener la ecuación (22) se sustituye la ecuación (A.8) en (18), y se obtiene:

$$\dot{c} = (\dots) - (\dots). \quad (\text{A.9})$$

Al resolver, la ecuación diferencial anterior, se sigue que:

$$= (\dots). \quad (\text{A.10})$$

Una vez que se obtienen la trayectoria del consumo y del capital, se puede apreciar que ambas trayectorias crecen de acuerdo a (\dots) , por lo que la tasa de crecimiento balanceado expresada en (24) es:

$$= - \dots \quad (\text{A.11})$$

Finalmente, para encontrar la ecuación (23) sólo se sustituye (A.10) en (15), de esta manera se encuentra:

$$= \quad . \quad (A.12)$$

Lo metodología es la misma para encontrar las relaciones correspondientes en los desarrollos de los apartados sucesivos, incluyendo el nivel de la riqueza y el nivel de saldos reales, que resultan de la incorporación del dinero en la actividad económica.

Bibliografía

- Azako, K. (1983). "The Utility Function and the Superneutrality of Money on the Transition Path". *Econometrica*. Vol. 51, No.5, pp. 1593-1596.
- Barro, R. J. (1990). "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *The Journal of Political Economy*. Vol. 98, No. 5, pp. S103-S125.
- Barro, R. and X. Sala-i-Martin (1992). Public Finance in Models of Economic Growth, *Review of Economic Studies*, Vol. 59, pp. 654-661.
- Blanchard, O. y S. Fischer (1998) "Lectures of Macroeconomics". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts & London England, p. 165.
- Cazzavillan, G. (1996). Public Spending, Endogenous Growth and Endogenous Fluctuations, *Journal of Economic Theory*, 71, pp. 394-415.
- Clower, R. W. (1967). "A Reconsideration of the Microfoundations of Monetary Theory". *Western Economic Journal*. Vol. 6, December, pp. 1-8.
- Fischer, S. (1979). "Capital Accumulation on the Transition Path in a Monetary Optimizing Model". *Econometrica*. Vol. 47, pp. 1433-1439.
- Glomm, G. and B. Ravikumar (1994). Public Investment in Infrastructure in a Simple Growth Model, *Journal of Economics Dynamics and Control*, 18, pp. 1173-1187.
- Harrod, R. F. (1939). "An Essay in Dynamic Theory". *Economic Journal*, Vol. 49, pp. 14-33.

- Rebelo, S. (1991). "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth", *The Journal of Political Economy*. Vol. 99, No. 3, pp. 500 – 521.
- Reis, R. (2001). "The Analytics of Monetary Non-Neutrality in the Sidrauski Model." *Department of Economics and Woodrow Wilson School, Princeton University*.
- Sidrauski, M. (1967). "Rational Choices and Patterns of Growth in a Monetary Economy." *American Economic Review*. Vol. 57, pp. 534-544.
- Turnovsky, S. (1996). Optimal Tax, Debt, and Expenditure Policies in a Growing Economy, *Journal of Public Economics*, 60, pp. 21-44.
- Venegas-Martínez, F. (1999). "Crecimiento endógeno, dinero, impuestos y deuda externa". *Investigación Económica*. Vol. 59, No. 229, pp.15-36.
- Venegas-Martínez, F. (2008). "Un modelo estocástico de equilibrio macroeconómico: acumulación de capital, inflación y política fiscal". *Investigación Económica*, por aparecer.