

Análisis comparativo de la productividad entre Ecuador y Colombia una aplicación del modelo de crecimiento económico de Solow

Jennifer Ruiz Gutiérrez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3457-2245>

jelirugu0703@gmail.com

Universidad Agraria del Ecuador
Guayaquil, Ecuador

Carlos Martínez Murillo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2966-4428>

cmartinez@uagraria.edu.ec

Universidad Agraria del Ecuador
Guayaquil, Ecuador

Recibido (07/04/21), Aceptado (06/05/21)

Resumen: En la presente investigación se analizaron los diferentes niveles de productividad de Ecuador y Colombia en el periodo 1990-2018 a través del modelo de crecimiento económico de Solow y Swan, se plantea un método Hipotético deductivos de tipo no experimental cuantitativo; recaudando información de fuentes oficiales como el Banco central del Ecuador, el Banco de la Republica de Colombia, Banco mundial, The Conference Board, DANE, INEC, para realizar una serie de tablas anuales de las variables PIB, consumo, ahorro, FBKF, Variación de capital, tasa de depreciación, PEA y por último inversión. Con conclusión de la investigación se evidencia que Colombia a lo largo del periodo es más productivo que Ecuador.

Palabras Clave: Productividad, modelo de Solow y Swan, crecimiento económico, Ecuador, Colombia

Comparative analysis of productivity between Ecuador and Colombia an application of the Solow economic growth model

Abstract: This research analyzes the different levels of productivity in Ecuador and Colombia in the period 1990-2018 through the economic growth model of Solow and Swan, an analysis based on a Hypothetical Deductive Method, of a non-experimental and quantitative type; collecting information from different official sources such as the Central Bank of Ecuador, the Bank of the Republic of Colombia, the World Bank, the Conference Board, DANE and INEC; To subsequently carry out a descriptive statistical analysis of the variables GDP, consumption, savings, FBKF, Capital change, depreciation rate, PEA and investment, and finally the different levels of productivity were calculated for each country. As a conclusion to the research, it is evident that Colombia is more productive throughout the period than Ecuador.

Keywords: Productivity, Solow and Swan Model, Economic Growth, Ecuador, Colombia.



I. Introducción

En el siguiente trabajo de investigación se determina la productividad total de factores económicos, utilizando el modelo de Solow. Este análisis parte de la necesidad e importancia de la productividad de un país y explica la relevancia que esta tiene dentro del crecimiento económico.

Sanchez y Prada, afirman que el crecimiento económico no tiene nada que ver con el nivel de desarrollo económico y social, es decir afirman que a medida que aumenta la riqueza nacional no se genera un desarrollo social [1]. El crecimiento económico para muchos autores es explicado como una fuente esencial en el desarrollo de los países en términos monetarios, debido a que este lo constituyen los mercados, el comercio y la comunicación transnacional [2].

El crecimiento económico incorpora todas las políticas que proporcionan un aumento en la productividad como lo son las políticas macroeconómicas, I+D y la educación [3]. Otro punto importante a destacar es la productividad, la cual es la utilización de los recursos y capacidades de una institución en la fabricación de bienes o servicios debido a que está estrechamente relacionada a los conocimientos que las personas tienen de las actividades y acciones que se realizan en los diferentes procesos [4].

Un aumento en la productividad no quiere decir que provoque un aumento de la mejora de la calidad, es mejor implementar estrategias para la mejora de la calidad y esto crea un incremento en la productividad y a su vez disminuye los costos [5]. La productividad total de factores, para muchos autores se le considera como resultado de la innovación debido a que indica que existen factores como el incremento de la cantidad de insumos y el desarrollo de obtener una elevada producción con los mismos recursos que desarrollan el crecimiento productivo de una economía [6].

Según Fernández et al. [7], la productividad de factores es una de las mediciones más tradicional, es una variable primordial para medir el desarrollo económico como también crecimiento económico y además evidencia el Producto Interno Bruto (PIB) creado a partir de factores como el capital y el trabajo. Un punto primordial en la siguiente investigación es el residuo Solow ya que este se convierte en una herramienta para comprender el crecimiento económico ya sea de un país o de varios [8].

II. Desarrollo

El modelo de Solow se distingue como un modelo neoclásico que se caracterizó por estudiar el crecimiento económico, el cual fue publicado en el año 1956 por el economista estadounidense Robert Solow en el artículo "A contribution to the Theory of Economic Growth", este estudia la relación entre el crecimiento del stock de capital, el crecimiento de la población y los avances tecnológicos de igual forma analiza la producción [9].

El modelo de Solow afirma que el crecimiento económico es una función del trabajo, el capital y de la materia prima que es utilizada y transformada por medio del proceso productivo hasta conseguir el bien final. Solow-Swan proponen una

función de producción con rendimientos constantes a escala el cual es más flexible además que posee la ventaja de mostrar que la economía logra llegar a un estado estacionario [10].

Por otro lado, el modelo de crecimiento económico de Solow se identifica por ser un modelo de oferta en donde las dificultades del mercado se encuentran ausentes, el ahorro es idéntica a la inversión y también por hipótesis la ley de Say es verídica. Este modelo de crecimiento es conocido como un modelo neoclásico el cual en un régimen transitorio se evidencia relación entre las tasas de inversión y las de crecimiento, además la tasa de crecimiento no necesita de la tasa de inversión [11].

A diferencia de Cardona et al. [12], el cual explica que el crecimiento económico según Solow estima como variables importantes de la acumulación lo siguiente: el capital físico, creación de grandes empresas, producción en serie al igual que en gran escala. Después surge una variable primordial el capital humano por la capacidad de generar conocimiento. El almacenamiento de conocimiento para el crecimiento económico posee funciones diferentes, la primera el progreso tecnológico que puede lograr explicar el residuo de Solow, por último las nuevas teorías que van surgiendo sobre el crecimiento las cuales determinan al residuo y la importancia de la endogenización del conocimiento.

En síntesis, el modelo de crecimiento económico según Solow trata de probar que el crecimiento económico es estable en donde el pleno empleo se encuentra asegurado por el adecuado funcionamiento del mercado debido a que los precios y salarios son flexible a largo plazo.

En el año 1957 se publicó un artículo sobre el cambio de tecnología y la función de producción agregada del economista Robert Solow [9]. Desde la década 50 el procedimiento para diferenciar las variaciones de la producción causado por progreso técnico y a los cambios en la existencia de capital el cual posee un sustento teórico. El Residuo de Solow se basa en cuantificar el progreso técnico en forma residual.

El residuo de Solow o como también conocido como la tasa de crecimiento de la productividad multifactorial, evidencia todas las fuentes de crecimiento diferentes a la acumulación de capital y trabajo por medio de la remuneración privada. La metodología del residuo se ha usado para determinar las distintas causas del declive o aumento de la productividad de un lugar determinado de estudio.

Por último, Acevedo [13], señala el crecimiento, y el rol que juega el capital humano en la teoría de crecimiento económico endógeno como una metodología capaz de descomponer el crecimiento económico que se observa en una nación, mediante el estudio de los diferentes componentes que conforman su modelo. Sin embargo, la principal limitante yace en la imposibilidad de medir directamente el progreso tecnológico.

Precisamente el residuo de Solow se deriva del modelo de crecimiento planteado por el mismo el cual sirve para determinar el progreso técnico de determinado lugar de estudio y es debido a esto que el progreso técnico se le comprende como el residuo de Solow o como también se le conoce Pro-

ductividad Total de factores.

III. Metodología

La presente investigación se enmarca dentro del estudio hipotético-deductivo, el cual es un método científico que consiste en generar una o varias hipótesis para posteriormente demostrar la veracidad de dichas hipótesis con hechos generados en un trabajo de investigación para así llegar a una conclusión, este método de estudio facilita la reestructuración del sistema teórico, conceptual o metodológico de una investigación, en general se clasifica como un método para la construcción de conocimiento [14].

Esto significa que el presente estudio se desarrolla por medio de la mediante la revisión de datos de páginas oficiales, para posteriormente ser analizados e interpretados y así lograr argumentar si la hipótesis que fue propuesta se afirma o se rechaza, de acuerdo a la interpretación del autor, por medio de la realización de varios análisis cuantitativos de corte transversal.

Variables:

k_t = Formación Bruta de Capital Fijo

I_t = Inversión

k_t = Variación de capital

L_t = Población Económicamente Activa

S_t = Ahorro

C_t = Consumo

y_t = Producto Interno Bruto

El modelo de Solow parte desde la función de producción de Cobb Douglas [9]

$$y_t = Ak_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1)$$

Considerando la Ley de acumulación de capital agregado de una economía

$$\dot{k}_t = sy_t - \delta k_t \quad (2)$$

Se reemplaza al ingreso por la función de Cobb Douglas y se obtiene la Ley de acumulación de capital en el modelo Solow y Swan

$$\dot{k}_t = SAK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - \delta k_t \quad (3)$$

Transformando la ecuación anterior en términos per cápita se obtiene

$$\frac{\dot{k}_t}{L_t} = s \frac{Ak_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}{L_t} - \delta \frac{k_t}{L_t} \quad (4)$$

Para resolver la ecuación anterior, se trabajará cada factor de manera independiente:

El tercer término representa el capital per cápita

$$\frac{k_t}{L_t} = k_t \quad (5)$$

Despejando el segundo término se obtiene:

$$\frac{Ak_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}{L_t} \Rightarrow \frac{Ak_t^\alpha}{L_t^\alpha} \frac{L_t^{1-\alpha}}{L_t^{1-\alpha}} \Rightarrow y_t = Ak_t^\alpha \quad (6)$$

$$k_t = L_n k_t = L_n k_t - L_n k_t \quad (7)$$

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = \frac{\dot{k}_t}{k_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \quad (8)$$

$$\dot{k}_t = k_t \left(\frac{\dot{k}_t}{k_t} - \frac{\dot{L}_t}{L_t} \right) \quad (9)$$

$$\dot{k}_t = k_t \frac{\dot{k}_t}{k_t} - k_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} \quad (10)$$

$$\dot{k}_t = k_t \frac{\dot{k}_t}{k_t} - k_t n \quad (11)$$

$$\frac{\dot{k}_t}{L_t} = \dot{k}_t + nk_t \quad (12)$$

Despejando el primer término se obtiene:

$$\dot{k}_t + nk_t \quad (13)$$

Reemplazando los resultados obtenidos en la Ley de acumulación de capital en el modelo Solow y Swan se obtiene

$$\dot{k}_t + nk_t = SAK_t^\alpha - \delta k_t \quad (14)$$

Dejando la ecuación anterior en términos de la variación de capital per cápita se obtiene la Ecuación fundamental del crecimiento en el modelo de Solow y Swan

$$\dot{k}_t = SAK_t^\alpha - (n + \delta)k_t \quad (15)$$

Finalmente se despeja A para obtener la productividad la función de productividad

$$\frac{\dot{k}_t + (n + \delta)k_t}{s k_t^\alpha} = A \quad (16)$$

IV. Resultados

Para el caso de Ecuador (Fig.1) la productividad ha evidenciado una tendencia descendente en el periodo 1990-2018, es decir que a lo largo del periodo ha revelado una tasa promedio de -27% si tomamos como año base 1990. Además, el grafico expone que el país no siempre tuvo una productividad descendente en el año 1990 hasta el 1998 paso de una tasa de variación de 7% hasta una del 48%, esto quiere decir que en este lapso de 8 años el país revelo una tendencia de crecimiento; pero es desde el 1999 que la productividad tiene un descenso drástico de -8% hasta llegar al año 2018 con una tasa de -67%.

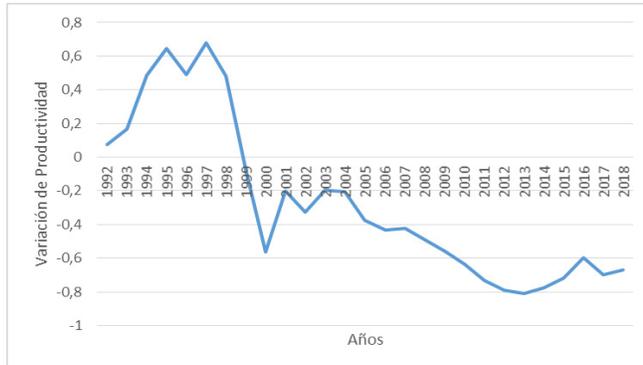


Fig. 1. Productividad De Ecuador (1990-2018)

A diferencia del caso de Colombia, el cual al realizar un análisis en el periodo 1990-2018, mostró una tendencia creciente esto evidencia un crecimiento de 179,99 en el año 2018 a diferencia del año 1991 que fue de 34,10 (Fig.2). Por otro lado, se notó el mayor descenso en el año 1999 en el cual se dio una productividad de -420,13, presentando un comportamiento irregular desde el año 1999 hasta el 2002.

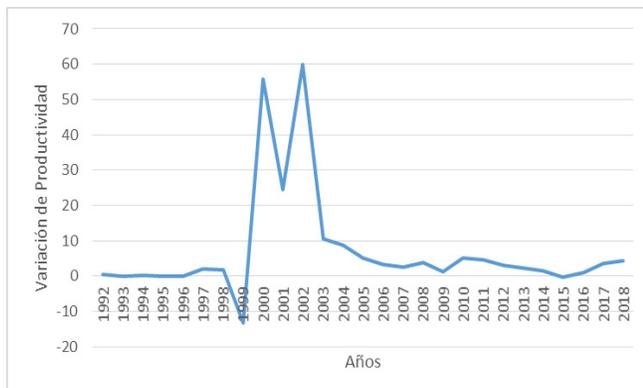


Fig. 2. Productividad De Colombia (1990-2018).

Al estudiar la productividad de Ecuador y Colombia (Fig.3) se evidencia que a lo largo del periodo 1990-2018, los países presentaron comportamientos irregulares, aunque en Ecuador se aprecia una tendencia descendente a diferencia de Colombia donde la tendencia fue al ascendente. Para el caso de Ecuador en el año 2018 cerró con una productividad de 19,38 y Colombia cerró con 179,99 lo cual refleja una de-

ferencia en los niveles de productividad de 160,61 a favor de Colombia.

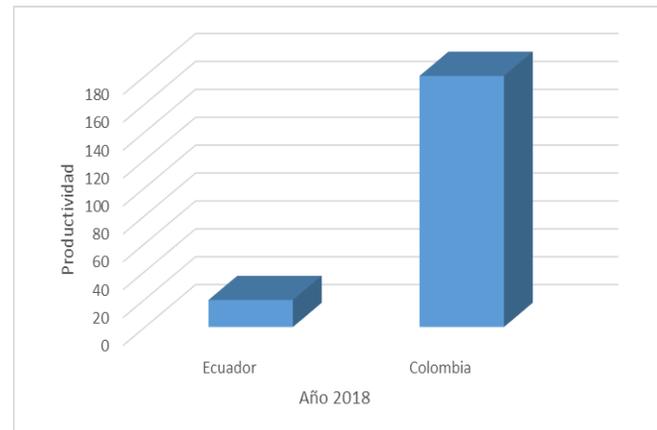


Fig. 3. Productividad en Ecuador y Colombia 2018.

V. Conclusiones

Al terminar la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones

- Los indicadores macroeconómicos de la economía colombiana y ecuatoriana muestran un comportamiento creciente a lo largo del periodo 1990-2018, esto quiere decir que ambos países han logrado crecer en términos monetarios a lo largo de los últimos 30 años; sin embargo, la economía de Colombia se muestra más fuerte en relación a la economía ecuatoriana.

- El modelo de crecimiento económico de Solow y Swan nos permite analizar los niveles de productividad dentro de cualquier sistema económico. Para el caso específico de Ecuador y Colombia se lograron establecer los diferentes niveles de productividad, evidenciando que Colombia posee mayores niveles de productividad que Ecuador en el periodo 1990-2018.

- Ecuador es menos productivo que Colombia según el modelo de Solow, esto se puede evidenciar dentro de los resultados obtenidos, puesto que las constantes que arrojan el modelo, las cuales explican los niveles de productividad, son de 19,38 y 179,99 respectivamente, lo cual significa una brecha de 160,61 entre las constantes obtenidas al termino del año 2018.

APENDICE

Apéndice N° 1: Variables de Ecuador (1990-2018).

Años	PIB	Consumo	Ahorro	FBKF	Variacion de capital	Tasa de depreciacion	PEA	Inversion
1990	15231973000	9549257000	2707128398	2788455000	878186000	0,557486436	4069528	2432711840
1991	16980041000	10945917000	3103323662	3108025000	635302000	0,557638607	4204367	2368456731
1992	18085191000	11561893000	3903731866	3185933000	913990000	0,558788306	4335107	2694252105
1993	18929248000	13518920000	2799502026	3476071000	513728000	0,560005712	4468007	2460347617
1994	22697319000	16109433000	3485009335	4044865000	786548000	0,561121785	4611673	3056209867
1995	24420668000	17655899000	3545770930	4232780000	608560000	0,561008748	4749027	2983186610
1996	25213780000	17714164000	4228216238	4224185000	449899000	0,562216871	4882468	2824807074
1997	28147972000	19807468000	4764522796	4804023000	912533000	0,567800186	5025321	3640258155
1998	27967906000	20283039000	4180544797	5284859000	1426224000	0,573169337	5349958	4455343130
1999	19635450000	12772894000	4336371436	3270763000	583374000	0,572789231	5458434	2456831824
2000	18318601000	11830246000	4905451556	3483242000	414722000	0,581624363	5565930	2440660410
2001	24468324000	17739886000	4822862187	4661579000	806894000	0,593150684	5664476	3571912771
2002	28548945000	20799900000	5340900053	5906605000	860174000	0,595674396	5763114	4378587364
2003	32432858000	23267775000	5967262717	6240683000	112769000	0,592539072	5861298	3810617516
2004	36591661000	25787308000	7011774549	7209125000	182027000	0,592424492	6207245	4452889218
2005	41507085000	28435896000	9467942272	8476753000	504177000	0,589881345	6293995	5504455464
2006	46802044000	30880890000	12235511122	9759712000	751940000	0,588993216	6566016	6500344161
2007	51007777000	33201278000	13667226758	10593947000	987281000	0,590674158	6575991	7244851720
2008	61762635000	37991263000	18256739245	13818514000	2479106000	0,60078051	6740338	10780999890
2009	62519686000	38913285000	16476112850	14257689000	1771899000	0,551144138	6698815	9629940712
2010	69555367000	44012105000	17806217850	17127889000	2373567000	0,568571953	6735475	12112004308
2011	79276664000	48657155000	21993977222	20470786000	1839569000	0,568571953	6801746	13478683785
2012	87924544000	53008272000	24390283845	23707838000	731524000	0,568571953	7013110	14211135764
2013	95129659000	56941887000	25879564529	26211660000	868955000	0,568571953	7093272	15772169730
2014	102292260000	60557259000	27736507994	27702468000	1119008000	0,568571953	7220810	16869854347
2015	100176808000	61864812000	24205296400	26359701000	288967000	0,568571953	7655411	15276353691
2016	97802211000	61128853000	26259648075	23026212000	-117316000	0,568571953	8055089	12974742338
2017	104295862000	62477987000	26920371373	26496256000	912967000	0,568571953	8318371	15977995034
2018	108398058000	64706634000	27371603257	27134840000	997274000	0,568571953	8498401	16425382986

Apéndice N° 2: Variables de Colombia (1990-2018).

Años	PIB	Consumo	Ahorro	FBKF	Variacion de capital	Tasa de depreciacion	PEA	Inversion
1990	47844090709,99	30617001154,78	4144857475,07	9115491976,27	1970395448,00	0,367	14182279	5316655262,63
1991	49175565911,07	31706489218,86	5202163750,04	8612961061,53	-502530914,74	0,367	14556755	2659251856,85
1992	58418985443,32	39074794883,11	6355393141,33	11160933686,22	2547972624,70	0,367	14961437	6645105723,51
1993	66446804802,57	44396284743,14	5609916039,41	15183587215,83	4022653529,61	0,378	15332890	9762967303,52
1994	81703500846,04	53849888973,60	5897838082,40	19027353361,56	3843766145,73	0,364	15764852	10769746446,82
1995	92507279383,04	60761209066,69	8121739200,13	20718082734,63	1690729373,08	0,377	16208632	9508416734,76
1996	97160109277,81	63639591035,96	8406839173,07	20982522998,39	264440263,76	0,377	16604473	8183140518,50
1997	106659508271,26	69402186201,13	4852097221,25	21551215668,18	568692669,79	0,386	17052042	8879995431,72
1998	98443739941,17	64834265880,25	3216805013,15	18641760083,11	-290945585,07	0,379	17473879	4149224596,05
1999	86186158684,77	55517154181,07	1398247796,99	11417816711,02	-7223943372,09	0,385	17813941	-2832599221,38
2000	99886577330,73	69389535617,54	910034757,91	14113288261,57	2695471550,54	0,404	18289974	8392399294,70
2001	98211749595,54	69267133558,52	1216048239,90	15124151103,75	1010862842,18	0,401	18745678	7076635104,11
2002	97963003804,79	68631964499,59	394532194,40	16384603192,99	1260452089,24	0,400	19157655	7815682554,35
2003	94641378693,22	65372035018,13	1415509540,69	17139317551,37	754714358,38	0,412	19727002	7820069118,61
2004	117081522349,68	78677997813,98	2846874109,38	22048510832,46	4909193281,09	0,424	19736811	14267642087,42
2005	145180960251,66	100247605754,78	5848156258,26	28650043161,20	6601532328,74	0,429	19953131	18881626294,04
2006	161189825603,14	109718534553,45	6398954563,26	34672622258,14	6022579096,93	0,435	20084791	21090662114,91
2007	205706860699,30	139590183844,83	9291510936,20	47634186109,96	12961563851,82	0,432	20223099	33549797416,66
2008	241710969502,89	162502833853,07	11293507656,62	50291033304,48	2656847194,52	0,444	20796857	24961278252,34
2009	232494134119,68	155816609893,16	15731940346,93	50658869665,83	367836361,35	0,438	22074776	22548552514,92
2010	286103648654,55	190804755264,86	12515456643,06	60162796906,16	9503927240,33	0,446	22773495	36321507982,79
2011	334454039093,59	218471994728,48	16623855396,33	71471877341,62	11309080435,46	0,467	23417456	44683853203,59
2012	370574421703,06	242745753181,97	24553905930,55	78754148571,43	7282271229,82	0,460	24127185	43505930952,19
2013	381866608838,80	249056202078,48	25885694825,39	82111830933,39	3357682361,95	0,456	24392594	40826260671,58
2014	381112119657,45	251423107722,57	25815593406,69	86400060745,91	4288229812,52	0,447	24825646	42910420189,34
2015	293481748240,78	200961682908,98	22561959372,16	68600718579,72	-17799342166,19	0,434	25400322	11940292168,55
2016	282825009887,46	195318018925,05	13278277458,40	62588206619,27	-6012511960,45	0,423	25765419	20459318965,10
2017	311789874617,10	213740434219,53	11953473213,50	67791530007,82	5203323388,55	0,423	26176012	33875912323,19
2018	331047040087,88	226750855566,05	11690738014,69	69935110636,92	2143580629,10	0,423	26730894	31722802091,73

Referencias

- [1]P. Sanchez Fernandez y A. Prada Blanco, «Del concepto de crecimiento económico al de desarrollo de las naciones: una aplicación a la Unión Europea,» *Revista de Economía Mundial*, n° 40, pp. 221-251, 2015.
- [2]N. Flores y R. Rodríguez, «Crecimiento económico y desarrollo humano,» *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, vol. 4, n° 7, pp. 55-70, 2011.
- [3]M. Argüelles Vélez y C. Benavides González, «Conocimiento y crecimiento económico: una estrategia para los países en vías de desarrollo,» *Revista de Economía Mundial*, n° 18, p. 2008, 2008.
- [4]N. Nagles García, «Productividad: una propuesta desde la gestión del conocimiento,» *Revista Escuela de Administración de Negocios*, n° 58, pp. 87-105, 2006.
- [5]H. Rincón de Parra, «Calidad, Productividad y Costos: Análisis de Relaciones entre estos Tres Conceptos,» *Actualidad Contable Faces*, vol. 4, n° 4, pp. 49-61, 2001.
- [6]R. Pérez Peña, «Indicadores de productividad y desarrollo para la ciudad-región de Girardot,» *Revista Finanzas y Política Económica*, vol. 6, n° 1, pp. 169-193, 2014.
- [7]R. Fernández Xicoténcatl, F. Almagro Vázquez y J. Terán Vargas, «Un análisis de la productividad total de factores ampliada en la industria manufacturera de México 2003-2010,» *Investigación administrativa*, vol. 42, n° 112, pp. 51-63, 2013.
- [8]J. Méndez Sayago, J. Méndez Sayago y E. Hernández, «PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES, CAMBIO TÉCNICO, EFICIENCIA TÉCNICA Y PIB POTENCIAL EN LATINOAMÉRICA,» *Semestre Económico*, vol. 16, n° 34, pp. 65-91, 2013.
- [9]R. M. Solow, «A Contribution to the Theory of Economic Growth,» *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, pp. 65-94, 1956.
- [10]I. Z. Darío, «El modelo de crecimiento económico Solow-swan aplicado a la contaminación y su reciclaje,» *Revista mexicana de ciencias forestales*, vol. 4, n° 15, pp. 7-24, 2013.
- [11]A. Destinibles y J. Hernández, «El modelo de crecimiento de Solow. Aportes,» *Aportes*, vol. 6, n° 17, pp. 147-152, 2001.
- [12]E. A. Fernández, «PIB potencial y productividad total de los factores. Recesiones y expansiones en México,» *Economía mexicana nueva época*, vol. 18, n° 2, pp. 175-219, 2009.
- [13]S. Acevedo, «Midiendo el impacto del capital humano en el crecimiento económico de Corea del Sur,» *Ecología y Economía*, n° 24, pp. 82-108, 2007.
- [14]A. R. Jiménez y A. P. Jacinto, «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento,» *Revista EAN*, n° 82, pp. 179-200, 2017.
- [15]A. R. Jiménez y A. P. Jacinto, «Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento,» *Revista EAN*, n° 82, pp. 179-200, 2017.