

El uso del Internet y su relación con el crecimiento económico: Análisis para Nicaragua

The use of the Internet and its relationship with economic growth: Analysis for Nicaragua

Humberto Antonio Brenes – González ¹

¹ Instituto Nicaragüense de Investigaciones Económicas y Sociales (INIES), Facultad de Ciencias Económicas – UNAN-Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua, Orcid.<https://orcid.org/0000-0001-5787-1526>, Email: humberto.brenes@unan.edu.ni

Cómo citar: Brenes - González, H. A. (2023). El uso del Internet y su relación con el crecimiento económico: Análisis para Nicaragua. Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro, 19(19), 58–68. <https://doi.org/10.22463/24221783.4030>

Recibido: 17 de marzo de 2023 / **Aprobado:** 23 de junio de 2023

Resumen

En los últimos años el Internet ha jugado un rol importante en la dinámica de la economía de los países, por tal motivo, el presente trabajo denominado “El uso del Internet y su relación con el crecimiento económico: Análisis para Nicaragua” tuvo como objetivo establecer la relación que existe entre el uso del Internet y el crecimiento económico para Nicaragua.

El modelo establecido para determinar la relación entre las variables fue bajo un modelo cuadrático, que tuvo como variable dependiente al crecimiento económico, medido por medio del Producto Interno Bruto (PIB), a precios constantes en dólares de 2018 y como variable independiente, al porcentaje de la población que usa Internet.

Los resultados obtenidos bajo el modelo cuadrático planteado fueron estadísticamente significativos, lo cual valida y evidencia la existencia de una fuerte relación entre las variables en estudio, siendo su coeficiente de correlación de un 98.21% y el de determinación de 96.46%.

Palabras claves: Crecimiento económico, Internet, Modelo cuadrático, Producto Interno Bruto, PIB.

Abstract

In recent years the Internet has played an important role in the dynamics of the economy of the countries, for this reason, the present work called "The use of the Internet and its relationship with economic growth: Analysis for Nicaragua" had as objective to establish the relationship that exists between the use of the Internet and economic growth for Nicaragua.

The model established to determine the relationship between the variables was under a quadratic model, which had economic growth as a dependent variable, measured by Gross Domestic Product (GDP), at constant prices in 2018 dollars and as an independent variable, at percentage of the population that uses the Internet.

The results obtained under the proposed quadratic model were statistically significant, which validates and evidences the existence of a strong relationship between the variables under study, with its correlation coefficient being 98.21% and the determination coefficient being 96.46%.

Key words Economic growth, Gross Domestic Product, GDP, Internet, Quadratic model



*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: humberto.brenes@unan.edu.ni

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Artículo bajo licencia CC BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

1. Introducción

El papel de la tecnología en las actividades de la población humana ha sido de gran importancia para el desarrollo de la sociedad. Por medio del Internet, se han logrado establecer plataformas de redes sociales que permiten comunicar a personas en distintos puntos geográficos en tiempo real, sin mencionar los grandes avances que se han logrado en los diversos campos de las ciencias, haciendo los procesos más eficientes, efectivos y de cierta manera automatizados.

En las ciencias económicas, la tecnología mediante el uso del Internet, ha facilitado el acceso entre oferentes y demandantes a través, de los distintos canales que se encuentran en diversas plataformas digitales comerciales. Esto conlleva a una situación comercial más dinámica, eficiente y eficaz dentro del mercado.

Por lo antes expuesto, es importante establecer el rol que ha tenido el uso del Internet dentro del crecimiento económico, estableciendo la relación existente entre las variables mencionadas. El objetivo del presente trabajo consiste en estimar una ecuación, bajo un modelo cuadrático, que relacione el crecimiento económico nicaragüense en función del porcentaje de la población de personas que utiliza el Internet.

Algunos autores como Kuznets, Xala-I-Martin, Blanchard, Amigighini, Giavazzi, Rivera y Pazos, definen la importancia que tiene el estudio del crecimiento económico y afirman lo siguiente sobre lo referente al tema:

Kuznets (1973), citado por Lorenzo Serrano y retomado de Antunez Irgon, (2009), pág. 12, define que:

El crecimiento económico es un fenómeno complejo en el que, mediante la acumulación

de más y mejores factores productivos y de su utilización mediante técnicas cada vez más productivas, las economías son capaces de generar una mayor cantidad de bienes y servicios. Se trata además de un proceso dinámico que entraña un cambio continuo en la estructura sectorial. De hecho, este último podría ser considerado como uno de los hechos estilizados del crecimiento.

Xala-I-Martin, (2000), afirma que la teoría referida al crecimiento económico es la rama de la economía de mayor importancia y que es la que debería de ser objeto de mayor atención por parte de los investigadores.

Blanchard y otros, (2012), establecen que:

La razón por la que nos interesa el crecimiento es que nos interesa el nivel de vida. Queremos saber cuánto ha aumentado el nivel de vida a lo largo del tiempo y cómo varía este de un país a otro. Por tanto, la variable en la que queremos centrar la atención y comparar desde una perspectiva temporal o internacional es la producción por persona en lugar de la propia producción. Pág.254.

Rivera, (2017), asevera que, “El crecimiento económico es el principal determinante del nivel de vida de la población”. (pág. 94). Según (Pazos, 2020), menciona que muchas veces el crecimiento económico de un país es medido por medio del Producto Interno Bruto (PIB).

Entonces se puede decir, que el estudio del crecimiento económico es un tema de importancia en la economía, pues este, en muchas ocasiones, viene determinado por la medición del PIB y que, además, es una medida de la calidad de vida de la población.

Como ya se ha definido la variable dependiente, crecimiento económico, por medio de la medida del PIB, se hace necesario conocer la variable independiente y definir que es el Internet. Como se ha mencionado, el Internet ha permitido el desarrollo de múltiples aplicaciones, plataformas tanto sociales como comerciales y avances en lo que es la inteligencia artificial. Todo esto es utilizado en gran medida por todos los campos de las ciencias.

Según el Diccionario de la lengua española, (2022), el Internet se define como una “red informática mundial, descentralizada, formada por la conexión directa entre computadoras mediante un protocolo especial de comunicación”.

Según Arimetrics, (2022), haciendo referencia a Internet,

Su nombre procede del inglés Interconnected Networks (redes interconectadas). Se caracteriza porque permite el intercambio y el acceso libre a la información sin barreras de tiempo y espacio. Se habla de que ha propiciado una cierta “democratización”, puesto que da acceso a una gran cantidad de datos a un coste relativamente bajo o incluso gratis si se utilizan los recursos disponibles en muchos organismos públicos. En cualquier caso, en los países occidentales es extraño el domicilio que no cuenta con una conexión a banda ancha y al menos un ordenador con acceso a internet, por no hablar de la evolución de los teléfonos móviles, desde el surgimiento de los *smarthphones*.

Según datos del Banco Mundial, para el año 2000, se estimaba que el 7% del total la población mundial (6.14 mil millones de personas), usaban Internet y para el año de 2020,

el estimado del porcentaje de la población que usa Internet es del 60%, con una población mundial total de 7.82 mil millones de personas. La tasa promedio geométrica de crecimiento, durante este período, tanto para el uso de Internet como el crecimiento de la población mundial fue de 11.34% y 1.22%, respectivamente.

Entonces, definidas las variables de estudio, se hace necesario definir la forma matemática del modelo, para establecer la relación entre las variables, por lo que se define que la variable dependiente está en función de la variable independiente, mediante una forma cuadrática.

Haeussler, Jr. & Paul, (2003), afirma que una función es una regla que asigna a cada número de entrada exactamente un número de salida. Budnick, (2007), de manera similar define que una función puede ser considerada como un dispositivo de entrada/salida. A un dato de entrada (o conjunto de datos de entrada) se le aplica (o se les aplica) la regla matemática que transforma (manipula) el dato (o datos) de entrada en un dato de salida específico.

Arya & Lardner, (2009), establece que una función expresa la idea de que una cantidad depende o está determinada por otra. Además, la define matemáticamente como:

Sean X y Y dos conjuntos no vacíos. Una función de X en Y es una regla que se asigna a cada elemento $x \in X$ una única $y \in Y$. Si una función asigna y a un $x \in X$ particular, decimos que y es el valor de la función en x . (pág. 173).

Por tanto, se puede decir que una función tiene entradas que por medio de una regla matemática se transforma en salidas mediante un dato específico. La variable independiente representa a las entradas y la dependiente a la salida del dato específico.

Existen diversos tipos de funciones, tales como lineales, polinómicas, exponenciales, logarítmicas entre otras. En este caso, se utiliza una función polinómica de segundo grado, es decir, una función cuadrática, la cual tiene la forma matemática como $y = ax^2 + bx + c$, donde a, b, c son constantes y $a \neq 0$.

La forma de la función cuadrática es de una parábola. Budnick, (2007), afirma que una parábola es una curva que tiene una simetría particular. Si la parábola abre hacia arriba es cóncava hacia arriba y que si abre hacia abajo es cóncava hacia abajo.

El punto en donde las parábolas alcanzan su pico es denominado vértice. Si la parábola abre hacia arriba, entonces quiere decir que su pico alcanza un máximo, caso contrario, si abre hacia abajo su pico alcanza un mínimo.

(Rodríguez Franco y otros, 2005), establecen matemáticamente la concavidad de la parábola como:

Si $a > 0 \rightarrow$ la parábola es cóncava hacia arriba

Si $a < 0 \rightarrow$ la parábola es cóncava hacia abajo

Para determinar el vértice, punto máximo o mínimo, se pueden utilizar las siguientes expresiones para obtener los valores de x y de y :

$$V_x = \frac{-b}{2a} \quad (1) \quad V_y = \frac{4ac-b^2}{4a} \quad (2)$$

Crecimiento económico ($Y = F(\text{Porcentaje personas que usan Internet } (X))$)

El modelo expresado en una función de regresión poblacional quedaría expresado de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon_i$$

Donde:

El punto del vértice quedaría conformado por:

$$P\left(\frac{-b}{2a}, \frac{4ac-b^2}{4a}\right) \quad (3)$$

También, se puede determinar el vértice mediante el uso de las derivadas, por medio de los criterios de la primera y segunda derivada de una función cuadrática.

2. Metodología

Para la estimación del modelo cuadrático se utilizaron datos publicados por la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) y del Banco Mundial, actualizados al 04 de mayo de 2023, con un horizonte temporal comprendido desde el año 2000 al 2020. A partir del modelo, se estimarían para los próximos cinco años (2021-2025).

En lo que respecta al planteamiento del modelo cuadrático se utilizó como variable dependiente el Producto Interno Bruto (PIB) total a precios constantes (año 2018) en dólares, esta variable es utilizada como medida del crecimiento económico. En lo que respecta a la variable independiente o explicativa, estuvo determinada por el porcentaje de la población de personas que usan Internet en Nicaragua. Es decir:

Y : Crecimiento económico, medido por medio del PIB.

β_0 : Representa el coeficiente de la constante.

β_1, β_2 : Son los coeficientes de la variable X y X^2 , respectivamente.

ε_i : Es el término de perturbación o error aleatorio.

La función de la estimación del modelo cuadrático queda representada de la siguiente manera:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + \hat{\beta}_2 x^2 + u_i$$

Donde:

Las variables con acento circunflejo (^), representan estimaciones de los parámetros.

u_i : Es el término de perturbación o error aleatorio.

El término u_i , denominado término de perturbación, se incluyen todas las variables que explican el crecimiento económico pero que no fueron consideradas dentro del modelo.

Con la finalidad de obtener una mejor comprensión en el análisis de la estimación, se transforma la variable dependiente, aplicando logaritmo natural, para obtener la tasa de crecimiento dado un cambio en el porcentaje de la población que utiliza Internet, generándose un modelo denominado *Log – Lin*, obteniéndose lo siguiente:

$$\ln(PIB) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + u_i$$

Entonces, $\hat{y} = \ln(PIB)$. La variable independiente no requería ser transformada, debido a que ya se encontraba expresada en términos de tasa (porcentaje).

Para el cálculo de la estimación de los coeficientes de la ecuación del modelo, se parte de la ecuación $y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$, donde se generó el sistema de ecuaciones normalizadas, que se presenta a continuación:

$$\begin{cases} \sum Y = \beta_0 n + \beta_1 \sum X + \beta_2 \sum X^2 \\ \sum XY = \beta_0 \sum X + \beta_1 \sum X^2 + \beta_2 \sum X^3 \\ \sum X^2 Y = \beta_0 \sum X^2 + \beta_1 \sum X^3 + \beta_2 \sum X^4 \end{cases}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones normalizadas por medio de la Regla de Sarrus y Cramer, se obtienen los determinantes (Δ), tanto del sistema (Δ_s) como el de cada uno de los coeficientes betas ($\Delta_{\hat{\beta}_0}, \Delta_{\hat{\beta}_1}, \Delta_{\hat{\beta}_2}$).

Una vez obtenidos los determinantes, se procedió a estimar el valor de cada uno de los coeficientes que formarían el modelo cuadrático, dividiendo el determinante de cada uno de los coeficientes, entre el determinante del sistema, a partir de la siguiente expresión:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\Delta_{\hat{\beta}_0}}{\Delta_s} \quad \hat{\beta}_1 = \frac{\Delta_{\hat{\beta}_1}}{\Delta_s} \quad \hat{\beta}_2 = \frac{\Delta_{\hat{\beta}_2}}{\Delta_s}$$

El modelo se validó mediante el cálculo de los coeficientes de correlación, determinación y el error típico de la regresión. También, se aplicaron las pruebas estadísticas t para cada uno de los coeficientes betas estimados ($\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$), prueba que establece la significancia individual de los coeficientes y la prueba estadística F , para validar los coeficientes como conjunto. Tanto la

prueba t como la F se validaron con un nivel de confianza del 95%.

El coeficiente de correlación (r), establece la relación que existe entre las variables, entre más cercano a uno, significa mayor existencia de relación y viceversa. El coeficiente de determinación (r^2), mide el grado de explicación que tiene la variable independiente sobre la dependiente, de igual manera que el coeficiente de correlación, entre más cercano a uno determina un mayor grado de explicación y viceversa.

En el caso del error típico, este indica las desviaciones que tiene la estimación de la regresión, entre más baja sea esta, se tiene un mejor ajuste y mayor confianza en los pronósticos y cuanto más grande, significa una mayor variabilidad y pronósticos menos acertados.

Los coeficientes de correlación, determinación y el error típico, se estiman mediante las siguientes expresiones:

$$r = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2} = \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{n - k - 1}$$

Finalmente, se procedió obtener un intervalo de confianza para las estimaciones obtenidas por medio del modelo resultante. Para el cálculo de dicho intervalo, con límite inferior y superior, respectivamente, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$L_i = \hat{y} - (2 \times s_{yx}) \quad L_s = \hat{y} + (2 \times s_{yx})$$

3. Resultados

Para el año 2000, la población total, estimada de cantidad de personas para la República de Nicaragua fue de 5,123,222, de las cuales, el 0.98% de estas tenían acceso al uso del Internet, es decir, aproximadamente 50,219 personas. También para este mismo año el Producto Interno Bruto (PIB), precios constantes de 2018, expresado en dólares, fue de un estimado de US\$ 7,099,760,433.67.

Sin embargo, para el año 2020, se estimó la cantidad de personas en 6,755,895, de las cuales, el 45.20% de estas, cuentan con acceso para uso de Internet, es decir, aproximadamente 3,053,665 personas. El PIB alcanzado en este mismo año fue de US\$ 12,428,053,433.56.

Tabla 1. Tasa promedio de variación porcentual geométrica de indicadores para Nicaragua, durante el período 2000-2020.

Indicador	Δ Porcentual 2000- 2020
PIB a precios constantes en dólares	2.84
Población total de Nicaragua	1.39
Porcentaje de la población que usa Internet	21.11
Cantidad de personas que usan Internet en Nicaragua	22.80

En la tabla anterior, se puede apreciar que la mayor tasa promedio de variación porcentual geométrica de los indicadores que se reflejan, han sido para la cantidad de personas que usan Internet en Nicaragua y el porcentaje de la población que representa esa cantidad de personas, con relación al total de la población.

Por otra parte, en referencia a la matriz resultante del sistema de ecuaciones normalizadas, bajo el modelo cuadrático establecido entre el crecimiento económico, medido por medio del logaritmo con base e del

PIB total anual a precios constantes en dólares (año base 2018) y el porcentaje de la población de personas que usan Internet en Nicaragua, durante el período observado fue la siguiente:

$$\begin{pmatrix} 483.24 \\ 6,787.87 \\ 183,003.49 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 21.00 & 292.69 & 7,872.42 \\ 292.69 & 7,872.42 & 264,585.04 \\ 7,872.42 & 264,585.04 & 9,797,206.82 \end{pmatrix}$$

El resultado del determinante del sistema fue de un valor de 41,675,759,233.17. Los determinantes de los coeficientes betas y los valores calculados de los coeficientes betas estimados ($\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$), del modelo cuadrático, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valor estimado de los determinantes de los coeficientes betas del modelo cuadrático PIB-Usa de Internet.

Determinantes	Valor estimado	Coeficientes	Valor estimado
$\Delta_{\hat{\beta}_0}$	946,315,187,780.59	$\hat{\beta}_0$	22.7066
$\Delta_{\hat{\beta}_1}$	1,553,559,977.23	$\hat{\beta}_1$	0.0373
$\Delta_{\hat{\beta}_2}$	-23,887,699.53	$\hat{\beta}_2$	-0.0006

Por lo que el modelo de regresión cuadrática, se plantea de la siguiente manera:

$$\hat{y} = 22.7066 + 0.0373x - 0.0006x^2 + u_i$$

El coeficiente de $\hat{\beta}_0$, indica que, si la variable x toma el valor de cero, la estimación de $\hat{y}$ será de 22.7066, es decir, el PIB sería este último valor. Por otra parte, el $\hat{\beta}_1$, establece que, por cada unidad de aumento de x, el PIB

aumentaría 0.0373, es decir un 3.73%. Sin embargo, el coeficiente $\hat{\beta}_2$, determina que por cada aumento al cuadrado de la variable x, el PIB disminuiría en 0.0006, es decir, una disminución del 0.06%. En lo que respecta a la validación del modelo planteado anteriormente, se realizó las pruebas estadísticas t y F para los coeficientes estimados que forman dicho modelo, a un nivel de significancia del 5%, es decir, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3. Resultados de las pruebas estadísticas t y F con un nivel de confianza del 95%.

Coeficientes	Estadístico t	Probabilidad	Estadístico F	Probabilidad
$\hat{\beta}_0$	1,279.9876	0.0000		
$\hat{\beta}_1$	14.7906	0.0000	244.9541	0.0000
$\hat{\beta}_2$	-9.6619	0.0000		

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los coeficientes estimados, tanto de manera individual (prueba t) como global (prueba F), son estadísticamente significativos, debido a que todas las probabilidades obtenidas de las pruebas (0.0000), son menores al nivel de significancia establecido de 0.05.

Con respecto al coeficiente de correlación (r), obtuvo un valor de 0.9821, lo cual quiere decir, que existe una relación lineal entre la variable PIB y el porcentaje de la población de personas

que usan Internet en Nicaragua, siendo esta relación del 98.21%. Esto evidencia una alta relación entre las variables.

En el caso del coeficiente de determinación (r^2), alcanzó un valor de 0.9646, esto quiere decir, que el porcentaje de la población de personas que usan Internet en Nicaragua explica en un 96.46% al PIB total anual a precios constantes en dólares (año base 2018), siendo este valor un alto grado de explicación de la variable independiente a la dependiente.

El error estándar de la regresión o error típico (s_{yx}) fue de 0.0429, es decir, es existe un error de estimación aproximadamente del 4.29%, siendo este error bajo, lo cual podría significar que la variabilidad en las estimaciones es baja.

Validado el modelo, se puede utilizar la expresión obtenida para realizar proyecciones mediante el modelo cuadrático establecido con $\hat{y} = 22.7066 + 0.0373x - 0.0006x^2 + u_i$. Los resultados obtenidos al realizar las proyecciones para los años comprendidos de 2021 al 2025, se muestran a continuación:

Tabla 4. Estimación del PIB de Nicaragua en función del uso del Internet, bajo el modelo cuadrático, 2021 - 2025.

Año	Estimación del Ln PIB	Porcentaje de población que usa Internet	Límite inferior del intervalo	Límite superior del intervalo
2021	23.31	32.52	23.23	23.40
2022	23.28	39.59	23.20	23.37
2023	23.17	48.19	23.09	23.26
2024	22.92	58.66	22.84	23.01
2025	22.45	71.41	22.36	22.53

Para el caso de la estimación del año 2021, se calculó el punto máximo de la función cuadrática estimada mediante la fórmula para encontrar el punto del vértice, la que dio como resultado el punto conformado por (32.52, 23.31), siendo este punto un máximo, debido a que la forma de la parábola presenta una concavidad hacia abajo.

Con relación a la estimación de los años de 2022 a 2025, se utilizó la tasa promedio de crecimiento observada desde el año 2000 al 2020, siendo esta tasa aproximadamente de 21.73%.

Como la función establecida del modelo cuadrático posee un máximo en el punto (32.52, 23.31), indica que para todos los valores de x menores a 32.52 poseen una pendiente positiva pero decreciente hasta ser cero en x igual a 32.52. Mientras que cuando los valores de x son mayores a 32.52 la pendiente se vuelve negativa y decreciente.

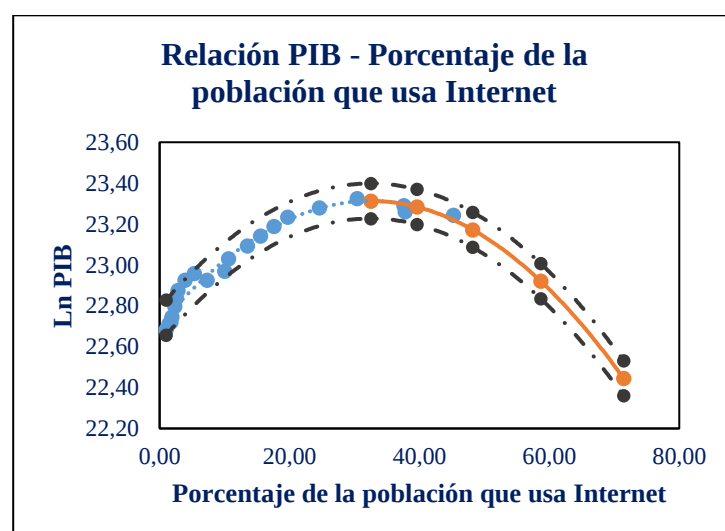


Figura 1. Relación cuadrática entre el PIB y el uso del Internet para Nicaragua, 2020-2025

En la gráfica anterior, se pueden observar tanto los datos observados (puntos en color azul), los puntos estimados con la ecuación del modelo cuadrático encontrada (puntos en color naranja) y el intervalo de confianza establecido para los pronósticos de las estimaciones proyectadas (líneas y puntos color negro). Se hace visible que los datos observados se encuentran dentro del intervalo de confianza establecido, lo cual hace que el modelo

cuadrático tenga un buen ajuste y que las estimaciones sean confiables.

Si se mantienen constantes los demás factores que explican al PIB de Nicaragua, a precios constantes de 2018, expresados en dólares, se esperarían los siguientes resultados, según el porcentaje de la población de personas que usan el Internet:

Tabla 5. Estimación de proyecciones promedios e intervalo esperado del modelo cuadrático para el período 2021-2025.

Año	Porcentaje población que usa Internet	Li esperado PIB a precios constantes 2018	PIB esperado a precios constantes 2018	Ls esperado PIB a precios constantes 2018
2021	32.52	12,226,583,172.60	13,322,244,004.79	14,516,090,294.21
2022	39.59	11,881,528,059.64	12,946,267,467.03	14,106,421,369.92
2023	48.19	10,621,318,962.86	11,573,127,248.92	12,610,229,933.59
2024	58.66	8,263,630,989.42	9,004,159,776.49	9,811,049,571.83
2025	71.41	5,137,790,753.20	5,598,203,610.40	6,099,875,446.26

En la tabla anterior, se puede apreciar que a medida que aumenta el porcentaje de la población que usa Internet, después del porcentaje 32.52 (punto máximo), el valor esperado del PIB nicaragüense tiende a disminuir, considerando los demás factores constantes. Esto se debe a la forma de la función cuadrática y el signo de los coeficientes obtenidos de la ecuación.

Por ejemplo, si para el año 2023, el porcentaje de la población nicaragüense que usa Internet, se estima en 48.19%, el PIB estimado para Nicaragua, a precios constantes de 2018, expresados en dólares, estaría comprendido en el intervalo de US\$ 10,621,318,962.86 y US\$ 12,610,229,933.59, siendo su valor esperado de US\$ 11,573,127,248.92

4. Conclusiones.

El modelo matemático cuadrático que relaciona el crecimiento económico, medido por medio del Producto Interno Bruto (PIB) nicaragüense, a precios constantes de 2018 en función del porcentaje de la población de personas que usa Internet en Nicaragua, es un modelo Log-Lin que se expresa genéricamente mediante la expresión: $Ln(PIB) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + \hat{\beta}_2 x^2 + u_i$

Los coeficientes betas estimados, $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$, del modelo cuadrático tuvieron los valores de 22.7066, 0.0373 y -0.0006, respectivamente; además fueron estadísticamente significativos, tanto en las pruebas estadísticas t como en la F, a un nivel de confianza del 95%.

La correlación o coeficiente r, que mide el grado de relación que existe entre las variables, alcanzó un valor de 98.21%, lo cual evidencia una fuerte correlación lineal entre la variable dependiente, PIB a precios constantes de 2018 y

la independiente, porcentaje de la población de persona que usa Internet.

El grado de explicación que tiene la variable independiente, porcentaje de la población de persona que usa Internet, sobre la dependiente, PIB a precios constantes de 2018, medido por el coeficiente de determinación (r^2), fue de un 96.46%, es decir, que solamente el 3.54% de la variable dependiente (PIB), se encuentra explicado por otras variables que no fueron consideradas dentro del modelo estimado.

La ecuación cuadrática estimada fue $\hat{y} = 22.7066 + 0.0373x - 0.0006x^2 + u_i$, con un de error típico de 4.29%, este último indica baja variabilidad en las estimaciones, lo cual favorece al modelo, logrando un buen ajuste.

La parábola que se forma con la ecuación es con una concavidad hacia abajo, debido a que el valor estimado de $\hat{\beta}_2$ es menor que cero. Al presentar una concavidad hacia abajo, la parábola tiene un máximo estimado en el punto conformado por el par ordenado (32.52 ,23.31).

Para 2023, si el porcentaje de la población de personas que usa Internet en Nicaragua, se estima en 48.19%, el esperado del PIB, a precios constantes de 2018, medido en dólares, estaría comprendido en el intervalo de US\$ 10,621,318,962.86 a US\$ 12,610,229,933.59.

5. Referencias

- Antunez Irgon, C. (2009). Crecimiento económico (Modelos de crecimiento económico). Lima, Perú. <https://ies813pabloluppi-chu.infed.edu.ar/sitio/material-de-estudio-para-estudiantes/upload/modelos-crecimiento-economico.pdf>
- Arimetrics. (2022). Qué es Internet. <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/internet>
- Arya, J. C., & Lardner, R. W. (2009). Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía (Quinta ed.). Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Banco Mundial. (2023). Grupo Banco Mundial. Grupo Banco Mundial Web site: <https://datos.bancomundial.org>
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). Macroeconomía (Quinta ed.). Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A. <https://dcbrozenwurcel.files.wordpress.com/2018/04/macroeconomc3ada-5ta-edici3b3n-olivier-blanchard.pdf>
- Budnick, F. S. (2007). Matemáticas aplicadas para administración, economía y ciencias sociales (Cuarta ed.). México, D.F., México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Cerda Romero, L., & Morocho Yaucán, J. (2018). Introducción a la matemática empresarial. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Comisión Económica Para América Latina. (2023). Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es>
- Diccionario de la lengua española. (2022). Real Academia Española. <https://dle.rae.es/internet?m=form>
- Haeussler, Jr., E. F., & Paul, R. S. (2003). Matemáticas para administración y economía (Décima ed.). Naucalpan de

Juárez, Edo. de México, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Pazos, L. (29 de Julio de 2020). Crecimiento económico. YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?v=Zv6QsBwbzBk>

Rivera, I. (2017). Principios de macroeconomía: Un enfoque de sentido común (Primera ed.). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.
<https://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/lde-2017-04.pdf>

Rodríguez Franco, J., Toledano y Castillo, M. A., Rodríguez Jiménez, E. C., Rodríguez Jiménez, J. C., Aguayo Flores, M. D., & Pierdant Rodríguez, A. I. (2005). Fundamentos de Matemáticas. México: Publicaciones Empresariales UNAM. FCA Publishing.

Xala-I-Martin, X. (2000). Apuntes de crecimiento económico (Segunda ed.). Barcelona, España: Antoni Bosh, editor, S.A.
https://books.google.com.ni/books?id=YRNZvlryHLoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false