Long-Run Interdependence Between Human Capital and Economic Growth: A VECM Approach

Corea Canales, Deborah I., PhD candidate[1], Villela Morales, Roldan H., PhD[2]
[1] Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, Deborah_corea@*unitec.edu,*
[2] Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, Roldan.villela@*unitec.edu*

Abstract– ***This study examines the long-term interdependence between human capital and economic growth in Honduras from 1990 to 2024. The analysis confirms the presence of stable long-run linkages among the variables. The estimated VECM shows that economic growth and infant mortality adjust more rapidly to shocks, while structural components of human capital respond more gradually. Overall, the results indicate that human capital plays a central role in sustaining the stability and long-term trajectory of economic growth in Honduras. Despite limitations in data availability, the study provides relevant evidence to support public policy design and future research.***

Keywords: human capital, economic growth, cointegration, VECM

La interdependencia en el largo plazo del capital humano y el crecimiento económico, modelo VECM.

Corea Canales, Deborah I., PhD candidate[1], Villela Morales, Roldan H., PhD[2]
[1] Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, Deborah_corea@*unitec.edu,*
[2] Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, Roldan.villela@*unitec.edu*

Resumen – Este estudio tiene como objetivo analizar la interdependencia en el largo plazo entre capital humano y crecimiento económico en Honduras del periodo de 1990-2024. Las pruebas preliminares confirman que las series cumplen las condiciones para la estimación del VECM. Los resultados indican dos relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables. El VECM revela que el crecimiento económico y la mortalidad infantil son los indicadores que ajustan con mayor rapidez ante desequilibrios, mientras que los componentes estructurales del capital humano presentan ajustes más lentos. El modelo muestra que el capital humano desempeña un papel determinante en la estabilidad y trayectoria del crecimiento económico hondureño. A pesar de limitaciones en la disponibilidad de series de datos más amplias, el estudio aporta evidencia útil para orientar políticas públicas y futuras investigaciones.

Palabras clave- Capital humano, crecimiento económico, cointegración, VECM

I. Introducción

A. Antecedentes

El capital humano ha sido ampliamente reconocido como un determinante fundamental del crecimiento económico, dado que influye directamente en la productividad, la innovación y la capacidad de adaptación de las economías [1], [2]. En los países en desarrollo, la relación entre capital humano y crecimiento económico adquiere especial importancia debido a las brechas persistentes en salud, educación y participación laboral, las cuales limitan la capacidad de las economías para sostener procesos de crecimiento de largo plazo. Diversos autores han señalado que estas carencias estructurales reducen la acumulación de capacidades productivas y restringen el potencial de desarrollo económico [1].

En el caso de Honduras, es crucial comprender la interdependencia del capital humano y el crecimiento económico, por los desafíos estructurales que enfrenta el país y la limitada evidencia empírica que incorpore dinámicas de largo plazo mediante modelos multivariados.

Entre 1990 y 2024, Honduras experimentó avances significativos en indicadores clave de capital humano. La esperanza de vida en 1990 aumentó de 65 años a 73 años en 2024 [3]. Mientras que la mortalidad infantil se redujo de 48 muertes por cada mil nacidos vivos en 1990 a 15 muertes en 2024 [4]. El PIB per cápita a precios constantes mostró una tendencia creciente, de USD 457.98 en 1990 situándose en USD 2,573.37 dólares en 2024 según los datos extraídos del [5] . La fuerza laboral se expandió de forma significativa pasando de 1.7 Millones de personas en 1990 a 4.2 Millones en 2024 según los datos del [3], aumentando la disponibilidad de trabajadores en la economía nacional. El crecimiento económico en Honduras entre 1990 y 2024 es moderado. En la última década la tendencia no sobrepasa el 4% anual. Así mismo, se observa un impacto negativo derivado por la alta vulnerabilidad a los choques externos y las condiciones estructurales que limitan la expansión productiva, [6].

Aunque se observan avances en algunos indicadores, persisten restricciones asociadas al desarrollo del capital humano y el desempeño económico. Esta dinámica es coherente con la literatura que destaca el papel del capital humano como motor del crecimiento económico sostenido [7], [8].

Diversos estudios han examinado el papel del capital humano en el crecimiento económico desde enfoques y contextos heterogéneos. En un análisis internacional comparado de regresiones de 1960–2010, para Gana, Filipinas, Brasil, Argentina, Nueva Zelanda, Francia y Estados Unidos, [9] demostró que la acumulación de capital humano, particularmente la educación de calidad y la salud, explica de manera robusta las diferencias en ingreso per cápita y sofisticación productiva entre países. En África subsahariana, [10], mediante modelos de efectos fijos para 17 países entre 1998 y 2014, hallaron que la calidad del capital humano se asocia positivamente con el crecimiento económico inclusivo. En América Latina,[11], mediante una análisis de panel, identificaron para 1980–2015 que el capital humano es el determinante más relevante para reducir desigualdad y promover crecimiento económico. A nivel de Centroamérica, [12] realizaron un análisis de datos panel para los países de Centroamérica durante el periodo 1995–2021, evaluando la relación entre el gasto público en educación, el capital humano y el crecimiento económico. El estudio demuestra que el gasto educativo tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico regional. En Europa del Este, [13] evidenció, mediante un modelo VECM para Rumanía (1995–2019), una relación de cointegración entre educación y PIB, confirmando el rol del capital humano como motor de crecimiento económico sostenido. En Perú, [14], analizaron el periodo 1990–2019 mediante pruebas de causalidad de Granger y cointegración de Johansen, demostrando que el desarrollo humano impulsa la productividad total de los factores y, a través de esta, el

crecimiento económico, manteniendo un equilibrio de largo plazo.

En Honduras, [15], en un análisis que abarca el periodo 1990–2020, evaluaron el impacto del gasto público en educación sobre el capital humano y el crecimiento económico hondureño. Los autores concluyeron que, aunque la inversión educativa ha aumentado, su efecto sobre el crecimiento económico es limitado. Posteriormente, [16] examinan los determinantes del crecimiento económico en Honduras mediante un análisis econométrico que cubre el periodo 1990–2022. Los resultados indican que factores como la educación terciaria, la infraestructura y la calidad institucional, particularmente el control de la corrupción, tienen efectos positivos y significativos sobre el crecimiento económico.

B. Identificación de la brecha científica; Objetivo del estudio, pregunta de investigación e hipótesis.

Aunque la literatura internacional documenta vínculos entre capital humano y crecimiento económico, Honduras carece de evidencia empírica robusta que evalúe relaciones de largo plazo mediante técnicas de cointegración y modelos dinámicos, lo que limita la comprensión de la interdependencia estructural entre ambas variables en el contexto nacional.

El estudio tiene como objetivo analizar la interdependencia en el largo plazo entre capital humano y crecimiento económico en Honduras del periodo de 1990-2024. Considerando la dinámica estructural que vincula ambos fenómenos en economías en desarrollo. A partir de este objetivo, se formula la pregunta de la investigación: ¿Existe una interdependencia de largo plazo entre el capital humano y el crecimiento económico en Honduras?

Hipótesis

Se plantea la existencia de interdependencia en el largo plazo, entre capital humano y crecimiento económico en Honduras.

II. Marco Conceptual e hipótesis

Se presentan las definiciones de los conceptos de las variables e indicadores utilizados en la presente investigación:

A. Marco conceptual

1) Capital Humano

Se entiende como el conjunto de habilidades y conocimientos adquiridos mediante la educación y la formación, que influyen en la productividad y el desarrollo económico [17], [18]. [19] integra el capital humano como variable clave para analizar la relación con el crecimiento económico. A continuación, se presentan las variables como proxies del capital humano:

1.1) Fuerza laboral

La fuerza laboral comprende a todas las personas en edad de trabajar, que están empleadas o buscan activamente empleo, constituyendo la oferta efectiva de trabajo disponible en una economía según la [20]. Este indicador se utiliza como proxy del capital humano en el estudio global de [21].

1.2) Esperanza de vida

Es el número promedio de años que se espera que viva una persona, basado en las tasas de mortalidad específicas por edad de una población; es un indicador clave del estado de salud y del desarrollo humano, según [22]. Este indicador se utiliza como proxy del capital humano en el estudio de [23] y [24].

1.3) Mortalidad Infantil

La mortalidad infantil se define como el número de muertes de niños menores de un año por cada mil nacidos vivos en un año determinado, según [25]. Este indicador es utilizado como proxy en el estudio de [26].

2) Crecimiento económico

Se define como el aumento sostenido de la producción y el ingreso en una economía, influido por factores estructurales y humanos [26]. Este indicador se utiliza como proxy del desempeño macroeconómico, siguiendo la tradición empírica establecida por [1].

2.1) *Tasa de crecimiento económico*

Según [28], la tasa de crecimiento económico es la variación porcentual del Producto Interno Bruto (PIB) real entre dos períodos, y refleja la velocidad a la que aumenta la producción de bienes y servicios ajustada por inflación, permitiendo evaluar el desempeño macroeconómico y comparar economías en el tiempo. Es utilizada como proxy en el estudio de [29].

2.2) PIB per cápita (Precios constantes)

Es una medida del ingreso promedio por persona que resulta de dividir el producto interno bruto entre la población total; se utiliza como indicador del nivel de desarrollo económico y del bienestar material de un país, según [30]. [31] lo incorpora como proxy del crecimiento económico.

3) Cointegración

[32] plantean que, es cuando dos o más series temporales son integradas del mismo orden y presentan una combinación lineal estacionaria, dichas variables están cointegradas, lo que implica la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre ellas. [33] aplicaron el método de cointegración para identificar relaciones de largo plazo.

4) Modelo de Corrección de Errores Vectorial VECM

Es un modelo que se usa cuando las variables son I(1) y están cointegradas; permite capturar la dinámica de corto plazo y el ajuste hacia el equilibrio de largo plazo mediante un término de corrección del error, según [34]. [35] aplican un VECM para identificar vínculos de largo plazo con variables similares a las empleadas en este estudio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. *Definición del modelo*

El modelo de corrección de errores vectorial (VECM), es adecuado para capturar las dinámicas del equilibrio del largo plazo. Así como lo demuestran [13], [31] y [36] en estudios internacionales similares.

1) El modelo de corrección de errores vectorial (VECM) permite analizar relaciones de equilibrio de largo plazo entre variables endógenas que están cointegradas, según [32] se expresa como:

$$\Delta y_t = \mu + \alpha \cdot \beta' \cdot y_{t-1} + \sum_{(i=1)}^{(k-1)} \Gamma_i \cdot \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \textbf{(1).}$$

El termino μ absorbe efectos constantes o posibles tendencias; el componente $\alpha \cdot \beta' \cdot y_{t-1}$ refleja el desequilibrio a largo plazo entre las variables cointegradas; $\sum_{(i=1)}^{(k-1)} \Gamma_i \cdot \Delta y_{t-i}$ resume la dinámica a corto plazo de las diferencias rezagadas: y ε_t tienen en cuenta las perturbaciones estocásticas.

B. *Pruebas a aplicar*

1) La primera técnica aplicada corresponde a la prueba Aumentada de Dickey Fuller (ADF), utilizada para evaluar la estacionariedad de las series temporales y determinar su orden de integración. Esta prueba es fundamental para evitar regresiones espurias y garantizar la validez de los modelos econométricos basados en series temporales [37].
2) Selección del número óptimo de rezagos, posteriormente, se determina el número óptimo de rezagos mediante los criterios de información de Akaike (AIC) [38], para realizar la prueba de cointegración con un numero optimo.
3) Pruebas de cointegración de Johansen, una vez identificada la integración de las series, se aplican las pruebas de cointegración, las cuales permiten determinar la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables, según [34].

C. *Tamaño de la muestra*

El estudio se basa en una serie temporal anual correspondiente al período 1990–2024, conformada por 35 observaciones por variable. Este tamaño de muestra es adecuado para la estimación de modelos de cointegración y VECM, ya que permite identificar relaciones de equilibrio de largo plazo y dinámicas de ajuste sin comprometer la estabilidad estadística del sistema. Aunque la longitud de datos es moderada, resulta suficiente para capturar tendencias estructurales en economías emergentes como la hondureña. Así como se realizó un estudio en Rumania por *[13]*, con un tamaño de observaciones similar.

D. *Procedimiento de recopilación de datos*

Los datos fueron obtenidos de fuentes oficiales e internacionales con metodologías consolidadas, garantizando consistencia y comparabilidad temporal. Las series de tiempo de los datos se extrajeron de fuentes oficiales confiables como ser Banco Mundial, Banco Central de Honduras (BCH) e Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras (INE). Se verificó la coherencia interna de las series, para asegurar su idoneidad en el análisis econométrico. Este proceso permitió construir un conjunto de datos robusto y metodológicamente confiable en el software R.

E. *Aproximación analítica*

La aproximación analítica se fundamenta en la estimación de un modelo Vector Error Correction Model (VECM), apropiado para sistemas donde las variables son integradas de orden uno y presentan cointegración, por la confirmación de las pruebas ADF y Johansen como se mencionaron en el inciso B. La elección del VECM permite omitir pruebas de supuestos de heterocedasticidad, multicolinealidad y normalidad, según [39]. Se realizó la conversión de datos a Logaritmo natural, de Fuerza Laboral y PIB per cápita a precios contantes, por la dimensión y magnitud de los datos, para hacer comparables las series. Esta metodología permite identificar la interdependencia estructural entre capital humano y crecimiento económico, así como los mecanismos de corrección que gobiernan la dinámica del sistema. El alcance del análisis se basa únicamente en las interrelaciones de largo plazo, porque en el corto plazo las diferencias solo reflejan fluctuaciones transitorias, mientras que las relaciones económicas reales se manifiestan exclusivamente en el equilibrio de largo plazo, según [34]. Así como lo consideraron en un estudio similar [40].

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. En esta sección se presentan los resultados del modelo Vector de Corrección del Error (VECM) estimado para analizar la relación dinámica de largo plazo entre capital humano medido por: la esperanza de vida, la mortalidad infantil, fuerza laboral y el crecimiento económico medido por: el PIB per cápita a precios constantes y la tasa de crecimiento del PIB real.

1) Pruebas del modelo

Se incluyen las pruebas necesarias para validar los supuestos econométricos. Estas pruebas confirman la pertinencia del uso del VECM y la validez de los resultados presentados:

1.1) Pruebas de raíz unitaria (ADF)

Previo a la estimación del modelo, se verificó el orden de integración de las series mediante la prueba ADF. La Tabla I muestra que todas las variables son estacionarias en primeras diferencias, con estadísticos negativos y significativos al 5%.

Esto confirma que todas las series son I(1), cumpliendo el supuesto fundamental para la estimación de un modelo VECM.

TABLA I
PRUEBA ADF EN PRIMERAS DIFERENCIAS

Variable	Estadístico ADF	p-value	Conclusión	5% Valor crítico
d_Fuerza_Laboral	–5.2685	0.0100	I(1)	-2.86
d_Esperanza_Vida	–6.3552	0.0100	I(1)	-2.86
d_Mortalidad_Infantil	–5.8932	0.0100	I(1)	-2.86
d_Crecimiento_PIB	–6.6071	0.0100	I(1)	-2.86
d_PIBPC	–2.9394	0.0444	I(1)	-2.86

Nota: La estacionariedad en primera diferencia se confirma porque los estadísticos ADF de todas las variables superan en magnitud al valor crítico de -2.86, indicando integración de orden uno.

1.2) Pruebas para la selección de rezagos

La tabla II de los criterios de información, mostraron señales mixtas; sin embargo, se adoptaron dos rezagos por conveniencia empírica, y porque permiten capturar adecuadamente la dinámica del sistema. Así mismo, el tamaño de la muestra no es propicio para aumentar el número de rezagos. Puesto que podría comprometer la integridad del modelo, según [41].

TABLA II
CRITERIOS DE INFORMACIÓN – SELECCIÓN DE REZAGOS

Criterio	Lag 1	Lag 2	Selección
AIC – Akaike Information Criterion	33.92164	33.38743	2
HQ – Hannan–Quinn Information Criterion	34.37939	34.22664	2
SC – Schwarz Criterion (BIC)	35.28210	35.88161	1
FPE – Final Prediction Error	5.5063e14	3.6098e14	2

Nota: Tres de los cuatro criterios indican aplicar dos rezagos en la prueba de cointegración. Únicamente SC sugiere un rezago, se seleccionaron 2 por conveniencia, como lo realizaron [42].

1.3) Prueba de Cointegración de Johansen

La Tabla III presenta los resultados del estadístico Trace de Johansen, el cual confirma la existencia de dos relaciones de cointegración (r = 2). Este resultado valida el uso del VECM presentado en la sección anterior.

TABLA III
PRUEBA DE COINTEGRACION DE JOHANSEN

Hipótesis	Trace	5% crit.	Decisión
r = 0	117.42	76.07	Rechaza H0
r ≤ 1	57.25	53.12	Rechaza H0
r ≤ 2	34.96	34.91	Rechaza H0
r ≤ 3	16.65	19.96	No rechaza
r ≤ 4	6.71	9.24	No rechaza

La prueba de cointegración de Johansen mediante el estadístico Trace rechaza las hipótesis r = 0 y r ≤ 1 de forma clara, mientras que el rechazo de r ≤ 2 ocurre únicamente por un margen mínimo, dado que el estadístico (34.96) supera el valor crítico al 5% por apenas 0.05. Esta proximidad al umbral implica que el segundo vector cointegrante se encuentra débilmente identificado. Tal como señalan [43], que los rechazos marginales debe evaluarse con cautela, considerando tanto la solidez estadística como la interpretación económica del sistema. Aunque el primer no-rechazo formal aparece en r ≤ 3, la evidencia limitada del tercer vector y su falta de significado económico justifican su exclusión. En consecuencia, se adopta r = 2 como rango cointegrante para la especificación del VECM, privilegiando parsimonia y estabilidad en la representación de las relaciones de largo plazo.

1.4) Transformación de variables a logaritmo natural

Por la dimensión de los datos, las variables Fuerza Laboral y PIB per cápita a precios constantes fueron transformadas mediante el logaritmo natural con el fin de estabilizar su varianza y facilitar la interpretación económica de los coeficientes. Esta transformación no altera el orden de integración ni afecta la validez del análisis de cointegración; por el contrario, permite que las relaciones estimadas reflejen elasticidades y mejora la comparabilidad entre las series. Por ello, la prueba de Johansen y el VECM se estiman de manera equivalente utilizando las variables en logaritmos.

2) Coeficiente de ajuste de largo plazo del VECM

La Tabla IV presenta los coeficientes de ajuste, estos resultados muestran la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables del sistema.

TABLA IV
COEFICIENTES DE AJUSTE (ECTS) – LARGO PLAZO DEL VECM (R = 2)

Variable (Δ)	ECT1 (α_1)	p-value	ECT2 (α_2)	p-value
Esperanza de Vida	−0.440	0.0036	0.131	0.075
Mortalidad Infantil	0.578	0.0080	−0.443	0.0002
Crecimiento PIB	−0.407	0.540	0.128	0.707
Ln_Fuerza Laboral	0.0008	0.808	0.0019	0.286
Ln_PIBPC	−0.0010	0.866	0.0023	0.460

Los coeficientes de corrección de error muestran significancia estadística para las variables de capital humano, ya que participan en el mecanismo de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. La Esperanza de Vida presenta un coeficiente significativo en el primer término de corrección (ECT1 = −0.440, p = .0036), lo que indica que esta variable corrige de manera sistemática los desequilibrios asociados a la primera relación de cointegración. La Mortalidad Infantil exhibe el ajuste más fuerte del sistema, con coeficientes significativos tanto en ECT1 (0.578, p = .0080) como en ECT2 (−0.443, p < .001), evidenciando que responde simultáneamente a ambas relaciones de equilibrio. Por otra parte, Fuerza Laboral

evoluciona de manera exógena al sistema, dado que los coeficientes del error son débiles al equilibrio de largo plazo. En contraste, las variables económicas, PIB per cápita y Crecimiento del PIB, no presentan coeficientes significativos, lo que sugiere que participan como variables exógenas en la corrección de los desequilibrios de largo plazo del sistema.

3) Vectores de cointegración del VECM

La Tabla V presenta los vectores de cointegración del VECM, normalizados en el Vector 1 con Esperanza de Vida (EV) y en el Vector 2 en Mortalidad Infantil (MI).

TABLA V
Vectores de Cointegración del VECM (r = 2)

Variable	Vector 1 (normalizado en EV)	Vector 2 (normalizado en MI)
Esperanza de Vida	1.0000	−0.3153
Mortalidad Infantil	0.9540	1.0000
Crecimiento PIBPC	4.8430	1.2278
Ln_Fuerza Laboral	7.7155	−10.9624
Ln_PIBPC	4.6789	−0.0565
Constante	−239.0543	99.3784

En el primer vector, normalizado en la Esperanza de Vida, por esta razón esta variable refleja un coeficiente unitario (1.0000), mientras que la Mortalidad Infantil muestra una asociación positiva (β = 0.9540). Asimismo, el Crecimiento del PIB (β = 4.8430), la Fuerza Laboral (β = 7.7155) y el PIB per cápita (β = 4.6789) presentan coeficientes positivos, lo que indica que estos factores se combinan linealmente para definir el equilibrio de largo plazo en torno a la Esperanza de Vida. La constante negativa (−239.0543) refleja el nivel estructural de esta relación. Este vector sugiere que las condiciones económicas y de capital humano se integran en un equilibrio que acompaña la evolución de la esperanza de vida en el largo plazo.

El segundo vector, normalizado en la Mortalidad Infantil, muestra una estructura distinta. La Esperanza de Vida presenta un coeficiente negativo (β = −0.3153). El Crecimiento del PIB exhibe un coeficiente positivo (β = 1.2278), mientras que la Fuerza Laboral (β = −10.9624) y el PIB per cápita (β = −0.0565) presentan coeficientes negativos. La constante positiva (99.3784) define el nivel estructural de esta segunda relación. En conjunto, el segundo vector indica que la Mortalidad Infantil se integra en un equilibrio de largo plazo influido tanto por condiciones de salud como por factores económicos, reflejando una interacción entre desarrollo de capital humano y crecimiento económico.

B. Discusión

Las pruebas econométricas confirman la validez del modelo estimado.

Los vectores cointegrantes revelan dos mecanismos estructurales que vinculan el capital humano con el desempeño económico. El primer vector muestra que la esperanza de vida se relaciona positivamente con el Crecimiento del PIB, la Fuerza Laboral y el PIB per cápita. Este resultado coincide con estudios que documentan cómo mejoras en salud y longevidad se asocian con incrementos en productividad y crecimiento económico, como los de [44] y [45].

El segundo vector cointegrado, normalizado en la Mortalidad Infantil, muestra una relación negativa entre esta variable y la Esperanza de Vida (−0.3153), lo que indica que mejoras en las condiciones de salud y supervivencia poblacional se asocian con reducciones sostenidas en la mortalidad infantil. Este comportamiento es coherente con la evidencia documenta sobre la reducción de la mortalidad infantil, tal como señalan [46] y [47]. La Fuerza Laboral muestra un número negativo significativo (−10.9624), indicando que una mayor participación laboral se asocia con menores niveles de mortalidad infantil en el largo plazo, tal como lo afirma [46]. En cuanto a la normalización de Mortalidad Infantil, y los datos del Crecimiento del PIB (1.2278) y del PIB per cápita (−0.0565) indican que el avance económico contribuye a reducir la mortalidad infantil en el largo plazo. El crecimiento económico positivo sugiere que una mayor actividad productiva mejora las condiciones que favorecen la supervivencia infantil, mientras que el efecto negativo del ingreso per cápita refleja que un mayor nivel de vida disminuye directamente la vulnerabilidad de los niños. Estos resultados coinciden con la evidencia del progreso socioeconómico con menores tasas de mortalidad infantil de [48]. En conjunto, este vector evidencia que la Mortalidad Infantil es altamente sensible a las mejoras en la Esperanza de Vida, a la Fuerza Laboral y a las variables económicas.

En los coeficientes de ajuste del VECM, cada término α puede interpretarse como el porcentaje del desequilibrio corregido por período. Esta interpretación porcentual es una forma estándar de expresar la magnitud del ajuste según [49].

La Esperanza de Vida muestra un ajuste significativo en el primer vector, corrigiendo aproximadamente 44% del desequilibrio ($\alpha_1 = -0.440$; p = 0.0036), mientras que en el segundo vector ajusta cerca de 13% ($\alpha_2 = 0.131$; p = 0.075), su ajuste más veloz es consistente con evidencia empírica que muestra que los indicadores de salud reaccionan rápidamente a cambios estructurales en las condiciones económicas, sanitarias y sociales, según [44].

La Mortalidad Infantil corrige alrededor de 58% en el primer vector ($\alpha_1 = 0.578$; p = 0.0080) y 44% en el segundo ($\alpha_2 = -0.443$; p = 0.0002), mostrando una respuesta rápida ante desequilibrios estructurales, tal como lo afirman [50] y [51].

La Fuerza Laboral exhibe un ajuste inferior al 1% en ambos vectores ($\alpha_1 = 0.0008$; p = 0.808; $\alpha_2 = 0.0019$; p = 0.286), porque es estructuralmente rígida y de ajuste lento, indicando que no corrige desequilibrios de largo plazo a la

misma velocidad que las otras variables ya que es exógena frente a los shocks macroeconómicos, como lo señalan [52].

Por otra parte, en el Crecimiento del PIB, los coeficientes de ajuste no resultan estadísticamente significativos en ninguno de los dos vectores de cointegración ($\alpha_1 = -0.407$; $p = 0.540$ y $\alpha_2 = 0.128$; $p = 0.707$), lo que indica que esta variable no corrige de manera significativa los desbalances de largo plazo del sistema. Este comportamiento es coherente con la evidencia empírica, que confirma que, en estructuras de largo plazo dominadas por el capital humano, el crecimiento del PIB no actúa como variable de corrección de los desequilibrios. [53] muestran que, en modelos VECM, el crecimiento económico no ajusta los desbalances de largo plazo, mientras que el capital humano sí determina la convergencia del sistema.

En cuanto al PIB per cápita, en el primer vector cointegrado, normalizado en la Esperanza de Vida, el PIB per cápita presenta un coeficiente positivo y elevado (4.6789), lo que indica que esta variable contribuye de manera sustantiva al equilibrio de largo plazo asociado al bienestar general. Este resultado es coherente con la evidencia empírica que vincula mayores niveles de ingreso con mejoras sostenidas en salud y acumulación de capital humano de [7], [8] y [9]. En contraste, en el segundo vector, normalizado en la Mortalidad Infantil, el coeficiente del PIB per cápita es cercano a cero (−0.0565), lo que sugiere que esta variable no desempeña un papel relevante en el equilibrio de largo plazo asociado a la mortalidad infantil dentro del modelo. En este efecto reducido, se explica la influencia del ingreso per cápita se canaliza principalmente a través del equilibrio de bienestar general capturado en el primer vector.

En conjunto, los resultados muestran una respuesta más inmediata del capital humano frente a cambios estructurales del entorno económico, mientras que las variables económicas operan como fuerzas impulsoras más estables. La evidencia empírica internacional respalda esta dinámica, destacando que mejoras en salud, longevidad y bienestar infantil tienden a acompañar procesos de expansión económica sostenida, como lo afirman, [55], [56] y [2].

A. Cumplimiento del objetivo

El estudio cumple con el objetivo planteado al identificar una interdependencia de largo plazo entre el capital humano y el crecimiento económico en Honduras durante el periodo 1990–2024. Los resultados econométricos muestran que las variables de salud, bienestar infantil y desempeño económico evolucionan de manera conjunta y mantienen vínculos estructurales. La evidencia empírica confirma que el sistema presenta mecanismos de ajuste persistentes, lo que permite afirmar que, la interdependencia entre capital humano y crecimiento económico se sostiene en el largo plazo.

B. Confirmación de la hipótesis

La prueba de cointegración de Johansen identifica dos relaciones de equilibrio ($r = 2$), lo que confirma que las variables de capital humano y desempeño económico evolucionan de manera conjunta y mantienen vínculos estructurales persistentes. No se rechaza la hipótesis de investigación, que plantea la existencia de interdependencia entre capital humano y crecimiento económico en Honduras en el largo plazo.

V. CONCLUSIONES

A. Relevancia de los resultados encontrados

1) Validación del modelo y relaciones estructurales entre capital humano y economía

Los hallazgos del VECM aportan evidencia sólida sobre la interdependencia entre capital humano y desarrollo económico, coincidiendo con la literatura clásica y contemporánea de [7], [12] y [13], que identifican al capital humano como un determinante estructural del crecimiento económico. Así mismo, los resultados coinciden con la evidencia presentada por [19], quien demuestra que el capital humano, mantiene relaciones de largo plazo con el crecimiento económico.

2) Dinámica de ajuste del sistema

Las variables de capital humano son las que absorben los desequilibrios de largo plazo del sistema, mientras que el crecimiento del PIB no actúa como mecanismo de corrección. Lo cual coincide con la evidencia presentada por [44], quienes demuestran que los indicadores de salud, como esperanza de vida y mortalidad infantil, reaccionan con mayor rapidez ante variaciones económicas y desempeñan un papel central en la dinámica de ajuste macroeconómico.

3) Implicaciones para el desarrollo

La evidencia presentada por [57], demuestra que el fortalecimiento del capital humano es un factor decisivo para sostener el crecimiento económico y avanzar hacia modelos de desarrollo sostenible. En el caso de Honduras, es necesaria la inversión social con estrategias de fortalecimiento económico de manera simultánea, reconociendo que ambos componentes son esenciales para promover un desarrollo sostenible y equitativo.

B. Relevancia del estudio

El estudio es relevante porque aporta evidencia empírica actualizada sobre la relación estructural entre el capital humano y el desempeño económico en un contexto donde la disponibilidad de datos y la investigación econométrica son limitadas. Al analizar simultáneamente la esperanza de vida, la mortalidad infantil, el crecimiento económico, la fuerza laboral y el PIB per cápita real mediante un modelo VECM, el estudio permite comprender los equilibrios de largo plazo que caracterizan la dinámica entre desarrollo económico y capacidades humanas. Esta aproximación es fundamental para

orientar políticas públicas basadas en evidencia, especialmente en países donde las brechas en capital humano representan un obstáculo para el crecimiento sostenible y la reducción de desigualdades. Este estudio genera apertura a futuras investigaciones sobre capital humano, crecimiento económico y otras variables, como la desigualdad en el largo plazo.

C. Limitaciones del estudio

El estudio abarca una cantidad limitada de variables y observaciones, el análisis no incorpora explícitamente factores estructurales no observados, como choques externos, variaciones institucionales o cambios en la productividad, que pueden influir simultáneamente en las variables estudiadas. En consecuencia, los resultados deben interpretarse dentro del contexto hondureño y del horizonte temporal analizado, evitando generalizaciones más allá de estos límites. Así mismo, el alcance del análisis se basó únicamente en la interrelación de las variables a largo plazo. La aplicabilidad del modelo VECM está limitada por requisitos estrictos de integración y cointegración.

D. Originalidad de la investigación

La originalidad del estudio radica en la aplicación de un modelo VECM para analizar de manera integrada la relación entre capital humano y desarrollo económico en un contexto nacional donde este tipo de análisis es escaso. A diferencia de investigaciones previas que suelen abordar estas variables de forma aislada o mediante modelos estáticos, este estudio incorpora explícitamente la dinámica temporal, los mecanismos de corrección del equilibrio y la interacción bidireccional entre las variables. Además, la identificación de dos vectores de cointegración aporta una contribución novedosa al evidenciar la existencia de múltiples canales estructurales que vinculan el capital humano con el crecimiento económico. Esta aproximación metodológica y conceptual ofrece una perspectiva más completa y robusta para comprender los determinantes del desarrollo en economías emergentes, así mismo, da apertura a futuras líneas de investigación sobre el capital humano y el crecimiento económico e integrar la variable de desigualdad, para ver la dinámica en el largo plazo.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradecemos a la Facultad de Postgrado de UNITEC, por su apoyo en este proceso.

REFERENCIAS

[1] R. J. Barro, “Economic Growth in a Cross Section of Countries”, *Q J Econ*, vol. 106, núm. 2, pp. 407–443, may 1991, doi: 10.2307/2937943.

[2] R. E. Lucas, “On the mechanics of economic development”, *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, núm. 1, pp. 3–42, jul. 1988, doi: 10.1016/0304-3932(88)90168-7.

[3] Banco Mundial, “World Bank Open Data”, World Bank Open Data. Consultado: el 19 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://data.worldbank.org

[4] OMS, “Indicator Metadata Registry Details”. Consultado: el 1 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/67

[5] BCH, “Estadísticas Macroeconómicas Sector Real”. Consultado: el 5 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.bch.hn/estadisticas-y-publicaciones-economicas/sector-real

[6] Banco Mundial, “Datos Honduras”, World Bank Data360. Consultado: el 21 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://data360.worldbank.org/en/economy/HND

[7] E. A. Hanushek y L. Woessmann, “Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation”, *J Econ Growth*, vol. 17, núm. 4, pp. 267–321, dic. 2012, doi: 10.1007/s10887-012-9081-x.

[8] N. G. Mankiw, D. Romer, y D. N. Weil, “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, 1992.

[9] F. Rossi, “Human Capital and Macroeconomic Development: A Review of the Evidence”, *World Bank Res Obs*, vol. 35, núm. 2, pp. 227–262, ago. 2020, doi: 10.1093/wbro/lkaa002.

[10] M. A. Oyinlola, A. A. Adedeji, y O. Onitekun, “Human capital, innovation, and inclusive growth in sub-Saharan African Region”, *Economic Analysis and Policy*, vol. 72, pp. 609–625, dic. 2021, doi: 10.1016/j.eap.2021.10.003.

[11] L. B. Gaona y E. I. Vásquez, “Capital humano, desigualdad y crecimiento económico en América Latina*”, *Revista de Economía Institucional*, vol. 23, núm. 45, pp. 265–283, 2021.

[12] J. R. Sorto-Bueso, J. J. Paredes Heller, y R. H. Villela Morales, “Spending on Education, Human Capital, and Economic Growth in Central America: A Panel Data Analysis with Driscoll-Kraay Standard Errors”, *Economies*, vol. 14, núm. 1, p. 28, ene. 2026, doi: 10.3390/economies14010028.

[13] D.-M. Andrei, “Human Capital and Economic Growth in Romania: A Vector Error Correction Model (VECM)”, *HOLISTICA – Journal of Business and Public Administration*, vol. 13, núm. 1, pp. 110–124, 2022, doi: 10.2478/hjbpa-2022-0007.

[14] L. Varona y J. R. Gonzales, “Human Development , Productivity, and Economic Growth”, *Journal of Human Development and Capabilities*, vol. 26, núm. 1, pp. 33–58, 2025.

[15] R. Villela y J. J. Paredes, “Empirical Analysis on Public Expenditure for Education, Human Capital and Economic Growth: Evidence from Honduras”, *Economies*, vol. 10, núm. 10, p. 241, oct. 2022, doi: 10.3390/economies10100241.

[16] R. Villela y J. Paredes Heller, “(PDF) DETERMINANTS OF ECONOMIC GROWTH IN HONDURAS: REGRESSION ANALYSIS Roldán Villela 1+ Keywords”, ResearchGate. Consultado: el 3 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/397544531_DETERMINANTS_OF_ECONOMIC_GROWTH_IN_HONDURAS_REGRESSION_ANALYSIS_Roldan_Villela_1_Keywords

[17] G. Becker, *Human Capital A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education, Third Edition*. 1964. Consultado: el 12 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: http://archive.org/details/beckers-human-capital-full-textbook

[18] T. W. Schultz, “SCHULTZ, Theodore W. Investment in Human Capital. The American Economic Review | PDF”. Consultado: el 20 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.scribd.com/document/777728928/SCHULTZ-Theodore-W-Investment-in-human-capital-The-American-economic-review

[19] S. Oltulular, “Human Capital Dynamics Are the Key to Economic Growth: Source of Value of the Future”, *Economies*, vol. 13, núm. 8, p. 235, ago. 2025, doi: 10.3390/economies13080235.

[20] OIT, “Labour force | International Labour Organization”. Consultado: el 1 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.ilo.org/resource/labour-force

[21] S. Verick, “Female labor force participation in developing countries”, *IZA World of Labor*, sep. 2014, doi: 10.15185/izawol.87.
[22] “Glossary | DataBank”. Consultado: el 9 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://databank.worldbank.org/metadataglossary/health-nutrition-and-population-statistics/series/SP.DYN.LE00.IN?utm_source=copilot.com
[23] T. V. Vu, “Life expectancy and human capital: New empirical evidence”, *Health Economics*, vol. 32, núm. 2, pp. 395–412, 2023, doi: 10.1002/hec.4626.
[24] S. H. Preston, “The Changing Relation between Mortality and level of Economic Development”, *Population Studies*, vol. 29, núm. 2, pp. 231–248, jul. 1975, doi: 10.1080/00324728.1975.10410201.
[25] OMS, “Child mortality (under 5 years)”. Consultado: el 1 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/child-mortality-under-5-years
[26] D. E. Bloom y D. Canning, “The Health and Wealth of Nations”, *Science*, vol. 287, núm. 5456, pp. 1207–1209, feb. 2000, doi: 10.1126/science.287.5456.1207.
[27] P. M. Romer, “Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, vol. 94, núm. 5, pp. 1002–1037, oct. 1986, doi: 10.1086/261420.
[28] E. A. Hanushek y L. Woessmann, “Education and Economic Growth”, en *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*, 1a ed., A. Banerjee, Ed., Oxford University PressNew York, NY, 2021. doi: 10.1093/acrefore/9780190625979.013.651.
[29] Shaikh Abdul Sattar, “The impact of macroeconomic indicators on GDP Growth: An Empirical Analysis”, *Int. J. Sci. Res. Arch.*, vol. 16, núm. 2, pp. 1277–1282, ago. 2025, doi: 10.30574/ijsra.2025.16.2.2444.
[30] C. I. Jones y P. J. Klenow, “Beyond GDP? Welfare across Countries and Time”, *American Economic Review*, vol. 106, núm. 9, pp. 2426–2457, sep. 2016, doi: 10.1257/aer.20110236.
[31] T. H. W. Ziesemer, “Internal rates of return for public R&D from VECM estimates for 17 OECD Countries”, *Econ Change Restruct*, vol. 57, núm. 5, p. 164, oct. 2024, doi: 10.1007/s10644-024-09740-8.
[32] R. F. Engle y C. W. J. Granger, “Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing”, *Econometrica*, vol. 55, núm. 2, pp. 251–276, 1987, doi: 10.2307/1913236.
[33] H. Vidyarthi, “Energy consumption and growth in South Asia: evidence from a panel error correction model”, *International Journal of Energy Sector Management*, vol. 9, pp. 295–310, ago. 2015, doi: 10.1108/IJESM-10-2013-0002.
[34] S. Johansen, “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models”, *Econometrica*, vol. 59, núm. 6, pp. 1551–1580, 1991, doi: 10.2307/2938278.
[35] M. A. Mohamed, M. A. Abdihamid, H. O. Sabrie, A. O. Hassan, F. O. Ahmed, y A. A. Mohamoud, “Macroeconomic forces behind youth unemployment in Somalia: a VECM approach”, *Cogent Economics & Finance*, vol. 14, núm. 1, p. 2673675, may 2026, doi: 10.1080/23322039.2026.2673675.
[36] P. Ndubuisi, “An Analysis of the Impact of Macroeconomic Variables and Foreign Direct Investment in Nigeria: A VECM Granger Causality Framework”, *J. Bus. Econ. Dev.*, vol. 2, núm. 3, pp. 187–197, may 2017, doi: 10.11648/j.jbed.20170203.18.
[37] D. A. Dickey y W. A. Fuller, “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Association*, jun. 1979, Consultado: el 22 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1979.10482531
[38] H. Akaike, “A new look at the statistical model identification”, *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 19, núm. 6, pp. 716–723, dic. 1974, doi: 10.1109/TAC.1974.1100705.
[39] H. Lütkepohl, *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. doi: 10.1007/978-3-540-27752-1.
[40] D. Abreu y P. M. M. Rodrigues, “Large-Dimensional Cointegrated Threshold Factor Models: The Global Term Structure of Interest Rates”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 88, núm. 4, pp. 677–689, 2026, doi: 10.1111/obes.70082.
[41] S. Ng y P. Perron, “Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power”, *Boston College Working Papers in Economics*, Art. núm. 369, sep. 2000, Consultado: el 9 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://ideas.repec.org//p/boc/bocoec/369.html
[42] E. Ilskog, B. Kjellström, M. Gullberg, M. Katyega, y W. Chambala, “Electrification co-operatives bring new light to rural Tanzania”, *Energy Policy*, vol. 33, núm. 10, pp. 1299–1307, jul. 2005, doi: 10.1016/j.enpol.2003.12.006.
[43] S. Johansen y K. Juselius, “Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration — with Applications to the Demand for Money”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 52, núm. 2, pp. 169–210, 1990, doi: 10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x.
[44] D. E. Bloom, D. Canning, y J. Sevilla, “The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach”, *World Development*, vol. 32, núm. 1, pp. 1–13, ene. 2004, doi: 10.1016/j.worlddev.2003.07.002.
[45] “Health and Economic Growth | Robert J. Barro”. Consultado: el 2 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://barro.scholars.harvard.edu/publications/health-and-economic-growth
[46] J. K. Rajaratnam *et al.*, “Neonatal, postneonatal, childhood, and under-5 mortality for 187 countries, 1970–2010: a systematic analysis of progress towards Millennium Development Goal 4”, *The Lancet*, vol. 375, núm. 9730, pp. 1988–2008, jun. 2010, doi: 10.1016/S0140-6736(10)60703-9.
[47] L. Liu *et al.*, “Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000–15: an updated systematic analysis with implications for the Sustainable Development Goals”, *The Lancet*, vol. 388, núm. 10063, pp. 3027–3035, dic. 2016, doi: 10.1016/S0140-6736(16)31593-8.
[48] C. Schell, M. Reilly, H. Rosling, S. Peterson, y A. Ekstrom, “Socioeconomic determinants of infant mortality: A worldwide study of 152 low-, middle-, and high-income countries”, *Scandinavian journal of public health*, vol. 35, pp. 288–97, feb. 2007, doi: 10.1080/14034940600979171.
[49] J. M. Wooldridge, *Introductory Econometrics (7E, 2020)*. 2020. Consultado: el 20 de marzo de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/49732662/Introductory_Econometrics_7E_2020_
[50] L. Pritchett y L. Summers, “Wealthier is Healthier”, *Journal of Human Resources*, vol. 31, núm. 4, pp. 841–868, 1996.
[51] D. Cutler, A. Deaton, y A. Lleras-Muney, “The Determinants of Mortality”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 20, núm. 3, pp. 97–120, sep. 2006, doi: 10.1257/jep.20.3.97.
[52] R. Blundell y T. Macurdy, “Labor Supply: A Review of Alternative Approaches”, en *Handbook of Labor Economics*, vol. 3, Elsevier, 1999, pp. 1559–1695. doi: 10.1016/S1573-4463(99)03008-4.
[53] A. Rangel Correa, A. Cotte Poveda, y C. I. Pardo Martínez, “Economic growth and human capital: an approach from dynamic stochastic general equilibrium and vector error correction modelling for Colombia”, *Qual Quant*, vol. 60, núm. 1, pp. 2535–2562, feb. 2026, doi: 10.1007/s11135-025-02350-0.
[54] A. G. Destinobles, “El Modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) en el Programa de Investigación Neoclásico”.
[55] D. Acemoglu y S. Johnson, “Disease and Development: The Effect of Life Expectancy on EconomicGrowth”, *Journal of Political Economy - J POLIT ECON*, vol. 115, pp. 925–985, dic. 2007, doi: 10.1086/529000.
[56] P. M. Romer, “Endogenous Technological Change | Journal of Political Economy: Vol 98, No 5, Part 2”. Consultado: el 12 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/261725
[57] S. Wang, X. Lin, H. Xiao, N. Bu, y Y. Li, “Empirical Study on Human Capital, Economic Growth and Sustainable Development: Taking Shandong Province as an Example”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 12, p. 7221, ene. 2022, doi: 10.3390/su14127221.