



Relación y causalidad de la competitividad de la exportación y el precio del grano de cacao en Perú

Relationship and causality between export competitiveness and product price cocoa bean in Peru

Claudio Stefano Sabino Castagnino Pastor¹; Marianela Callirgos Luk ¹; Luis Alberto Guillén Vidal¹; Angelica Maria Rodriguez Garcia¹

¹ Facultad de Economía y Planificación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima- Perú.

* Autor de correspondencia: ccastagnino@lamolina.edu.pe
* <https://orcid.org/0000-0002-7362-2834>

Recepción: 10/07/2022; Aceptación: 15/12/2022; Publicación: 30/12/2022

Resumen

El objetivo de esta investigación aborda la relación y causalidad de la competitividad del cacao y sus derivados exportados, y el precio del grano del cacao (*Pcacao*). Para este propósito, se determinó el Índice de Ventajas Comparativas Reveladas del cacao y sus derivados (IVCR *cacao*); seguidamente, se evaluó económicamente la estacionariedad de las variables IVCR *cacao* y *Pcacao*. Se procedió a la determinación de la relación a largo plazo mediante la prueba de cointegración de Johansen y la prueba de Vector de Corrección de Errores para la expresión de cointegración del periodo 2001-2018. Los resultados del IVCR *cacao* demostraron incrementos en la competitividad del cacao hasta obtener un nivel de ventajas competitivas para Perú. Asimismo, la prueba de Vector de Corrección de Errores demostró una expresión de cointegración, al igual que la prueba de cointegración de Johansen, que mostró una relación a largo plazo entre el IVCR *cacao* y el *Pcacao*. En conclusión, se puede afirmar que durante el período de 2001 a 2018, la competitividad del cacao y sus derivados, así como los precios del grano del cacao, estuvieron asociados, siendo el precio del grano de cacao el que incidió en la competitividad del mismo.

Palabras clave: Índice de Balassa; cacao peruano; prueba de Johansen; prueba de Phillip Perron; prueba de Dickey-Fuller.

Forma de citar el artículo: Castagnino, C., Callirgos, M., Guillén, L., & Rodríguez, A. (2022). Relación y causalidad de la competitividad de la exportación y el precio del grano de cacao en Perú. *Natura@economía*, 7(2), 149-161. <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v7i2.2204>

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v7i2.2204>

© El autor. Este artículo es publicado por la revista *Natura@economía* de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato), Adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Abstract

The objective of this research addresses the relationship and causality of the competitiveness of cocoa and its exported derivatives, and the price of cocoa beans (*Pcacao*). For this purpose, the Index of Revealed Comparative Advantages of cocoa and its derivatives (IVCR *cocoa*) was determined; Next, the stationarity of the IVCR cocoa and *Pcacao* variables was econometrically evaluated. The long-term relationship was determined using the Johansen cointegration test and the Error Correction Vector test for the cointegration expression for the period 2001-2018. The results of the IVCR cocoa demonstrated increases in the competitiveness of cocoa until obtaining a level of competitive advantages for Peru. Likewise, the Error Correction Vector test demonstrated a cointegration expression, as did the Johansen cointegration test, which showed a long-term relationship between IVCR cocoa and *Pcacao*. In conclusion, it can be stated that during the period from 2001 to 2018, the competitiveness of cocoa and its derivatives, as well as the prices of the cocoa bean, were associated, with the price of the cocoa bean being the one that influenced its competitiveness.

Keywords: Balassa Index; Peruvian cocoa; Johansen test; Phillip test Perron; Dickey-Fuller test.

1. Introducción

El Perú, al integrarse al mundo comercial, ha sido miembro de la Organización Mundial del Comercio (OMC) desde el 1 de enero de 1995 y del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) desde el 7 de octubre de 1951 (Organización Mundial del Comercio, 2024). Hasta octubre de 2023, ha firmado 32 tratados comerciales vigentes, entre los cuales se encuentran los acuerdos con la Unión Europea en 2005, Estados Unidos en 2009 y China en 2010, de acuerdo con el International Trade Center en el 2023.

Asimismo, con la Ley de Promoción Agraria, la producción agrícola destinada a la exportación ha experimentado un crecimiento acelerado entre 2007 y 2017, registrando incluso tasas superiores a las de la producción agrícola total. En esa década, por ejemplo, la producción destinada a la agroexportación creció, en promedio, un 64 por ciento por año, mientras que el total de la producción agrícola creció solo un 3,4 por ciento (Castellares et al., 2018).

Ante el incremento de las exportaciones peruanas de cacao y derivados (2002-2018), con países que importan y/o exportan cacao y sus derivados, como Alemania, en un contexto de mayor participación en el mercado global y una oferta agroalimentaria más diversificada, Perú se ha beneficiado aparentemente al aumentar sus

exportaciones agroalimentarias (International Trade Center, 2019).

El dinamismo económico del país, tras décadas de alto crecimiento, ha debilitado la capacidad de generación de bienestar de la economía peruana en períodos anteriores a 2018. Esta capacidad se consolidó sobre la base de fortalezas como la apertura comercial y la estabilidad, tanto fiscal como monetaria. Pese a que estas fortalezas son sumamente relevantes, ya no son suficientes para que el Perú se convierta en un país más competitivo y productivo después de un crecimiento económico. Asimismo, de acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, en 2019 el exministro de Economía, Oliva, afirmó: *“Este contexto coloca al Perú frente a una serie de desafíos estructurales que actualmente limitan el potencial de crecimiento del país. Los hogares peruanos estarían más conectados y nuestros negocios serían más productivos si resolvemos los cuellos de botella en la dotación y gestión de la infraestructura pública”*.

El precio del grano de cacao y sus derivados industriales está supeditado al precio de las bolsas de productos en el mundo, siendo bajo el margen asignado a los actores de la cadena. Esto depende de cada zona productora y de la calidad (Guzmán y Chire, 2019). En este contexto, la organización de los productores es

escasa; por lo tanto, el incremento en los precios del grano de cacao, en lugar de actuar como un factor positivo, fomenta la fragmentación de la cadena de comercialización. Esto resulta en pequeñas cooperativas o intermediarios que operan de forma independiente, sin capacidad para negociar directamente con los clientes. Esta fragmentación se traduce en ineficiencias y costos adicionales (Morales et al., 2015). Por consiguiente, las grandes empresas de la industria del cacao y el chocolate buscan fuentes sostenibles de cacao. Se recomienda difundir, en el ámbito internacional, los resultados y el impacto socioeconómico que se vayan alcanzando, con el fin de captar fondos para el crecimiento de este modelo de negocio (Morales et al., 2015).

Según el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (2019), a pesar de lo expuesto, la producción peruana de cacao en grano se incrementó sostenidamente en el período 2009-2018 a una tasa promedio anual del 15,6 por ciento. Cabe destacar que el Perú es considerado uno de los principales productores y proveedores de granos de cacao finos y de aroma, y que es el segundo productor de cacao orgánico a nivel mundial. Asimismo, el 60 por ciento de la biodiversidad existente de cacao (material genético) se encuentra en este país.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la relación de competitividad del cacao y sus derivados exportados, así como los precios del grano de cacao de los productores peruanos, mediante el indicador de competitividad y la relación a largo plazo durante el período 2001-2018. Esto permitió encontrar la asociación entre la variable de estudio.

2. Materiales y método

En esta investigación, se aplicó la prueba de cointegración de Johansen y el Modelo de Vector de Corrección de Errores (VECM) para identificar la relación a largo plazo y la dependencia entre las variables. El grano de cacao, un producto de exportación importante para Perú, fue estudiado en relación con la

competitividad, lo que permitió entender su impacto en la economía del país. Además, se examinó cómo el precio del grano de cacao influye en la competitividad de este commodity a lo largo del tiempo y su relación de dependencia.

Variables

Entre las variables se incluye el índice de competitividad comparada revelada, que se compone de las exportaciones de cacao y sus derivados del Perú, las exportaciones de cacao y sus derivados a nivel mundial, las exportaciones totales de productos agroalimentarios (alimentos procesados) del Perú y las exportaciones totales de productos agroalimentarios (alimentos procesados) a nivel mundial (International Trade Center, 2019); así como los precios del grano de cacao del productor en Perú (USD/TM), según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019). Además, se considera el deflactor para convertir los precios nominales a dólares constantes de 2010, proporcionado por el Banco Mundial (2019), en el período de 2001 a 2018.

Índice de Ventajas Comparativas Reveladas (IVCR)

El índice IVCR de Balassa (1965), que se basa en la participación relativa de los países en las exportaciones mundiales (o en una zona de comercio regional) de productos diferentes, sigue siendo el índice VCR (Ventajas Comparativas Reveladas) estándar en la bibliografía, más de cuarenta años después de su creación (Stellian y Danna-Buitrago, 2022). No obstante, el índice IVCR de Balassa continúa siendo la metodología más utilizada debido a su sencillez de interpretación; por lo tanto, se emplea en el presente estudio de investigación (Podoba et al., 2021).

Existen diferentes definiciones sobre la teoría de la ventaja comparativa. De acuerdo con Buendía (2013), en la teoría tradicional de la ventaja comparativa, que precedió a la de la ventaja competitiva, la competitividad de las naciones dependía de la dotación de factores heredados (recursos naturales, recursos humanos y

capital), así como de las economías de escala y de variables macroeconómicas (como la tasa de interés o el tipo de cambio). Sin embargo, estas causas fueron opacadas por la evolución de la tecnología y su carácter endógeno en el crecimiento económico.

Para Arias y Segura (2004), la ventaja comparativa presenta dos significados. El primero se relaciona con la comparación de la eficiencia en la producción de dos países; aquel que tenga el costo de oportunidad más bajo es relativamente más eficiente y, por lo tanto, posee ventaja comparativa. El segundo significado se refiere a la eficiencia de las diferentes producciones en el mercado interno, donde los productos se comparan en términos de sus ganancias y ahorros por unidad de divisas utilizadas.

Hay que aclarar que la ventaja comparativa y la ventaja absoluta no se refieren a lo mismo. Por un lado, la ventaja absoluta la tienen los países con menores costos de producción, mientras que la ventaja comparativa corresponde a aquellas economías que poseen un menor costo de oportunidad de los recursos. De este modo, los países se benefician de la especialización y comercian según sus ventajas.

Según el enfoque de integración económica de Balassa, basado en el Índice de Ventaja Comparativa Revelada (IVCR), explicado por Durán y Álvarez (2008), se mide el grado de importancia económica de un producto en la dinámica que establece el comercio exterior entre dos mercados, en comparación con la participación económica del mismo producto en las exportaciones hacia el resto del mundo. Sin embargo, Gómez y Gonzáles (2017, citado por Siggel, 2006) afirman que en la literatura empírica se utiliza frecuentemente el índice de Balassa de ventaja comparativa revelada (IVCR) para medir la ventaja comparativa. Esta medida refleja el éxito de los países en la exportación en relación con una norma mundial. Las exportaciones pueden ser el resultado de subsidios u otros incentivos económicos proporcionados; por ejemplo, un tipo de cambio real desalineado (Tashu, 2018). Tales incentivos

pueden incrementar la competitividad, pero no necesariamente la ventaja comparativa. Por lo tanto, los índices de IVCR miden la competitividad más que la ventaja comparativa.

Desde todos los puntos de vista, el cálculo definido para el IVCR, referido a las exportaciones, se presenta mediante la siguiente expresión: el numerador es un indicador calculado como el cociente entre las exportaciones de un producto X de un país y las exportaciones totales de productos de ese mismo país. El denominador, por su parte, es un indicador calculado como el cociente entre las exportaciones de un producto X a nivel mundial y las exportaciones totales de productos a nivel mundial (Durán y Álvarez, 2008).

El Índice de Ventaja Comparativa Revelada permitió calcular el grado de importancia del cacao y sus derivados en las exportaciones de Perú (XCp) en relación con sus exportaciones totales de agroalimentarios y alimentos procesados (XAgrop). Este índice se compara con las exportaciones mundiales de cacao y derivados (XCm) respecto a las exportaciones totales de agroalimentarios y alimentos procesados a nivel mundial (XAgrom). También se considera el Índice de Competitividad Comparativa Revelada del cacao (IVCR). Para todo "t", se refiere al tiempo en años, desde 2000 hasta 2018.

$$IVCR_t = \frac{XCp_t / XAgrop_t}{XCm_t / XAgrom_t} \quad (1)$$

En referencia a la ponderación de las ventajas comparativas, Durán y Álvarez (2008) argumentan que las escalas significan lo siguiente: de +0,33 a +1, donde hay ventaja para el país; de -0,33 a -1, donde hay desventaja para el país; y de -0,33 a +0,33, donde existe una tendencia hacia un comercio intra-producto (intercambio de productos similares).

Pruebas de estacionariedad

Las pruebas de estacionariedad determinan si existe problemas de estacionariedad¹. La

¹ Estacionariedad en términos generales, una serie de tiempo 152 es estacionaria, de manera informal, si sus características

expresión de la prueba de estacionariedad Dickey-Fuller aumentada se define como (2):

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Para todo, se define: \mathcal{Y}_t = la serie de tiempo, $y = \{\text{IVCR del Cacao, Precio del grano del Cacao}\}$; Δ = la primera diferencia; μ = la constante; β = coeficiente de la tendencia en el tiempo; c_i = coeficiente de la diferencia de y_{t-i} rezagado; k es el rezago; t = es el tiempo de la tendencia de la variable.

$\Delta y_{t-1} = (y_{t-1} - y_{t-2})$, $\Delta y_{t-2} = (y_{t-2} - y_{t-3})$, etc. ε_t = el término error del ruido blanco. El número de términos de diferencia rezagados que se debe incluir, con frecuencia, se determina de manera empírica, con la idea de incluir los términos suficientes para que el término de error en (2) no esté serialmente relacionado y sea posible obtener una estimación insesgada de α , el coeficiente de y_{t-1} rezagado (Gujarati y Porter, 2010). Si la serie de tiempo se determinó que no es estacionaria, se aplica la transformación con la diferenciación ($y_t - y_{t-1}$). Una vez realizada la transformación, se llevará a cabo la prueba de estacionariedad hasta que la serie de tiempo sea estacionaria (Enders, 2015).

La prueba de estacionariedad de Phillip-Perron se aplica en este caso por su robustez a largo plazo que depende de las heterocedasticidades e identifica una variedad de correlaciones seriales (Ullah *et al.*, 2018). La ecuación de la prueba de Phillips-Perron equivale a la expresión (3):

$$\Delta y_t = \alpha + \theta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

De acuerdo a la Expresión 3, \mathcal{Y}_t = la serie de tiempo; Δ = la primera diferencia; α = el coeficiente; ε_t = término del ruido blanco error es I (0) y heterocedasticidad². La prueba que

(por ejemplo, media, varianza y covarianza) son invariantes respecto del tiempo; es decir, no cambian en relación con el tiempo. Si no es así, tenemos una serie de tiempo no estacionaria (Gujarati y Porter, 2010).

² La heterocedasticidad como una condición en la que la varianza de los errores en un modelo de regresión no es constante a lo largo de las observaciones. En otras palabras, los errores no tienen una dispersión uniforme, lo que puede llevar a problemas en la estimación y validación del modelo

corrige el t-estadístico del coeficiente (θ) del modelo (Guo *et al.*, 2023).

Se evaluó si las variables son estacionarias con las pruebas *trend* (intercepción y tendencia), *drift* (intercepción) y *none* (sin intersección y sin tendencia) de Dickey-Fuller (Dickey y Fuller, 1981) y las pruebas *constant e trend* de Phillips-Perron (Phillips y Perron, 1988). En el contexto de la prueba de Dickey-Fuller, el *eigenvalue* es relacionado para la ecuación característica del proceso autorregresivo. La función *likelihood* (verosimilitud) es usado para estimar el parámetro del modelo (Kirchgässner *et al.*, 2013).

Si, para una prueba, el valor absoluto de la prueba estadística es mayor que el valor absoluto del valor crítico, la serie de tiempo es estacionaria. Por el contrario, si el valor absoluto de la prueba estadística es menor que el valor absoluto del valor crítico, la variable no es estacionaria.

Además, se considera que una serie de tiempo es estrictamente estacionaria si todos los momentos de su distribución de probabilidad, y no solo los dos primeros (es decir, la media y la varianza), son invariantes respecto del tiempo. Por consiguiente, una serie de tiempo es no estacionaria cuando la media y la varianza varían con el tiempo.

Sin embargo, si el proceso estacionario es normal, el proceso estocástico débilmente estacionario también es estrictamente estacionario, ya que el proceso estocástico normal está del todo especificado por sus dos momentos: la media y la varianza (Gujarati y Porter, 2010).

La cointegración de Johansen

De acuerdo con Hamilton (1994), la cointegración de Johansen se utiliza para analizar las relaciones de largo plazo entre variables de series de tiempo no estacionarias (series que presentan tendencias y patrones estacionales que cambian con el tiempo). Este método permite identificar los vectores de cointegración, lo que indica la presencia de una

econométrico (Gujarati y Porter, 2010).

relación fiable a largo plazo entre las variables.

La razón para utilizar la cointegración de Johansen se basa en su habilidad para capturar la relación a largo plazo entre las variables que se desplazan en el tiempo. La base del modelo matemático de Johansen se fundamenta en el vector autorregresivo (VAR) y su representación en el modelo de corrección de error (VECM). Para realizar la prueba de Johansen, el modelo VAR se transforma en su correspondiente modelo VECM. De este modo, el modelo VECM captura la relación a largo plazo entre las variables mediante la corrección de los términos del error (Asravor et al., 2023).

Johansen propone dos tasas diferentes de likelihood. La prueba de Trace evalúa la hipótesis nula de r vectores de cointegración frente a la hipótesis alternativa de n vectores de cointegración. Por otro lado, la prueba de máximo eigenvalue examina la hipótesis nula de r vectores de cointegración contra la hipótesis alternativa de $r + 1$ vectores de cointegración (Hjalmarsson y Österholm, 2007).

Modelo de Vector de Corrección de Errores (VECM)

El modelo VECM se establece a partir de la relación lineal entre las k variables no estacionarias. Asimismo, captura la relación a largo plazo en las variables, incluyendo el término de corrección de error (Asravor et al., 2023).

Asumiendo que K variables, y_1, y_2, \dots, y_k se colecten en el vector Y , son integrados en el orden uno $I(1)$, el siguiente caso es posible: si no hay cointegración en todos o no existe una o dos hasta $k-1$ vectores de cointegración lineales independientes. En este caso nosotros no podemos usar el procedimiento de una ecuación única que permita como máxima una relación de cointegración. Si nosotros tenemos más de dos $I(1)$ variables debemos primero estimar el rango(r) de la cointegración, es decir, el número de vectores de cointegración lineales independientes (Kirchgässner et al., 2013).

La representación de los vectores de errores se expresa, de manera habitual, modelando un proceso de vectores de (p) rezagos; para esta investigación, se utilizaron 4 rezagos. La representación del VECM se describe como:

$$\Delta Y_t = -\Pi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} A_j \Delta Y_{t-j} + D_t + U_t \quad (4)$$

Donde, ΔY_t es la primera diferencia de la variable explicada Y en el tiempo t , donde $Y = \{IVCR \text{ del Cacao, Precio del grano del Cacao, } \Delta Y_{t-j}$, la primera diferencia de Y en tiempo $t-j$ hasta el rezago(p) menos 1, $A_j, j = 1, 2, 3, \dots, p$ son $k \times k$ dimensiones de la matriz perimetral, siendo p el número óptimo de rezagados(4 rezagos) y k el número de variables(2 variables), D_t representa el término determinístico y U_t representa vectores residuales k -dimensiones con la distribución normal en proceso con ruido blanco³. La matriz Π representa la relación a largo plazo de las variables: IVCR del Cacao y Precio del grano del Cacao.

$$\Pi = A(1) = I - \sum_{j=1}^p A_j \quad (5)$$

$$A_j^* = - \sum_{i=j+1}^p A_i, j = 1, 2, \dots, p - 1$$

Dado que todos los componentes de Y_t son variables integrados en primer orden $I(1)$, cada componente de $\Delta Y_{t-1}, \dots, \Delta Y_{t-p+1}$ es estacionario y cada componente de Y_{t-1} es también $I(1)$. Esto hace que la relación (4) sea desequilibrada siempre que Π tenga un rango total de k . En este caso la inversa de la matriz Π^{-1} existe y se puede resolver la expresión (4) por Y_{t-1} como una combinación lineal de las variables estacionarias. Sin embargo, esto podría ser contradictorio. Por lo tanto, Π debe tener un rango reducido de $r < k$.

$$\Pi = \Gamma \quad B' \quad (6)$$

(kxk) (kxk) (rxk)

³ Un proceso de ruido blanco se caracteriza por las siguientes propiedades: Las variables aleatorias que componen el ruido blanco no están correlacionadas entre sí, la suma de todas las observaciones dividida por el número de observaciones es cero y varianza constante (Gujarati y Porter, 2010).

Donde todas las matrices tienen rango r , la columna de B contiene r vectores independientes y cointegrados y la matriz Γ tiene los llamados coeficientes de carga que mide la contribución de r a la relación a largo plazo en diferentes ecuaciones del sistema. $B'Y_{t-1}$ son r combinaciones lineales estacionarias que garantizan que las ecuaciones de sistema estén equilibradas (4). Entonces, si $r = 0$ no hay cointegración, Π es la matriz cero y (4) es un modelo de vectores autoregresivos (VAR) de orden $p-1$ en ΔY_t . Si $r = k-1$, el sistema contiene exactamente una tendencia en común variables aleatorias o estocástica y todas las variables del sistema son pares cointegrados (Kirchgässner *et al.*, 2013).

Procedimiento

Se determinó el Índice de Competitividad Comparativa Revelada (IVCR) de las exportaciones FOB del cacao y derivados, así como de las exportaciones agroalimentarias y alimentos procesados del Perú y el mundo. Se aplicaron las pruebas de Dickey-Fuller y Phillips-Perron para determinar la estacionariedad de las variables. En caso de encontrar problemas de estacionariedad, se aplicaron las pruebas ADF y PP en primera diferencia, obteniendo variables estacionarias en el modelo.

Si todas las series están integradas de orden uno ($I(1)$), se determina el rezago óptimo aplicando los criterios de información: el criterio de error de predicción (FPE), el criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de Hannan-Quinn (HQ) y el criterio de Schwarz (SC) (Süssmuth, 2002).

Se ejecutó la prueba de Johansen para determinar si las variables no cointegran, es decir, si no están en el mismo orden $I(n)$; por consiguiente, no se puede realizar la prueba de cointegración de Johansen. Esta prueba permite integrar las series de orden uno para demostrar la existencia de una relación a largo plazo entre los precios del grano de cacao del productor y el IVCR del cacao en Perú.

Finalmente, al encontrarse las variables cointegradas, se aplicó el modelo de Vector

de Corrección de Errores (VECM), el cual confirma la relación de cointegración entre las variables y su dependencia mutua. En caso de no existir cointegración entre las variables, se aplica un vector autorregresivo irrestricto (VAR) (Kirchgässner *et al.*, 2013). Se utilizó el lenguaje R para realizar las pruebas de estacionariedad y cointegración, y E-Views para las pruebas del VECM.

2. Resultados y discusión

En la figura 1 se observa una tendencia creciente en el precio del grano de cacao y el IVCR desde 2001 hasta 2016. Sin embargo, en 2017, ambas tendencias decrecen para estabilizarse en 2018.

Finalmente, las dos variables muestran una relación directa en sus tendencias. Los resultados del IVCR, la prueba de Dickey-Fuller aumentada, la prueba de Phillips-Perron, el rezago óptimo, la cointegración de Johansen y el modelo de corrección de errores de Vectores (VCEM) se aprecian en las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

De la prueba de Dickey-Fuller presentada en la Tabla 1, los valores absolutos de la prueba estadística de las variables son mayores que los valores absolutos de los valores críticos en la primera diferencia, lo que demuestra que las variables son estacionarias en la primera diferencia $I(1)$. Asimismo, la prueba de Phillips-Perron, que se muestra en la Tabla 2, señala la estacionariedad de las variables en la primera diferencia $I(1)$ cuando los valores absolutos de la prueba estadística son mayores que los valores absolutos de los valores críticos (Gujarati y Porter, 2010).

Tal como se aprecia en la Tabla 3, el rezago óptimo fue $p(\text{rezagos}) = 4$, debido a que las pruebas de criterio de información AIC, HQ, SC y FPE fueron menores en el rezago 4 que en los otros rezagos.

Al realizar la prueba de cointegración, se analizaron las variables en $I(1)$ utilizando la prueba de Johansen con cuatro rezagos. Las variables se encontraban en niveles $I(0)$ (ver Tabla 4). Se observó que, bajo la hipótesis nula

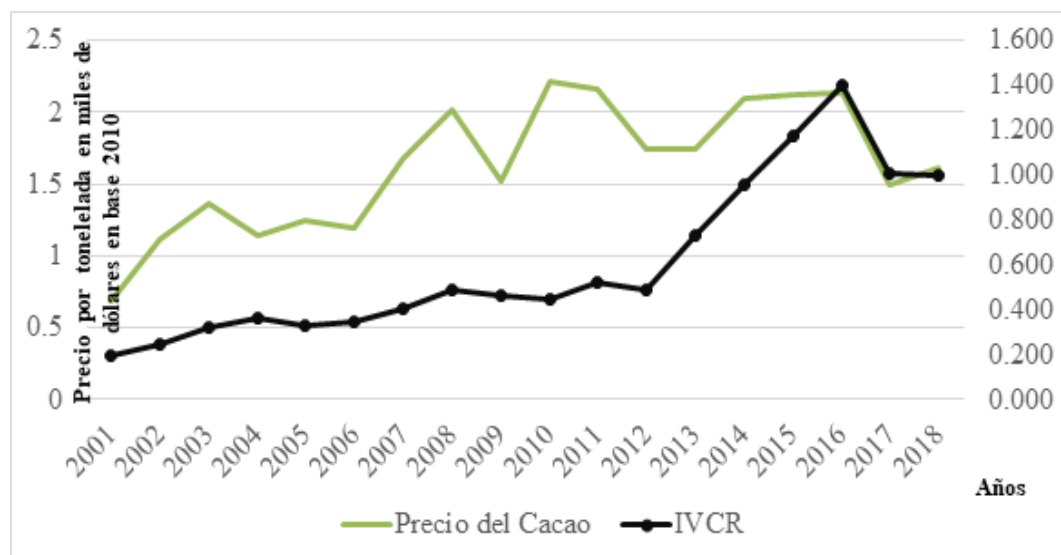


Figura 1: Evolución de los precios del grano del cacao por tonelada en miles de soles base del 2010 y el Índice de Competitividad Comparativas Reveladas (IVCR).

Tabla 1: Prueba de Dickey-Fuller aumentada

| Pruebas | Valor Crítico para las Pruebas Estadísticas | | | Prueba Estadística | |
|----------------------------------|---|-------|-------|--------------------------|----------------------------|
| | 1 % | 5 % | 10 % | Competitividad del Cacao | Precio del Grano del Cacao |
| A nivel I (0) | | | | | |
| Tendencia e intercepción | -4,38 | -3,6 | -3,24 | -1,89 | -2,46 |
| Intercepción | -3,75 | -3 | -2,63 | -0,88 | -2,69*** |
| Sin intercepción y sin tendencia | -2,66 | -1,95 | -1,6 | 0,66 | 0,01 |
| Primera Diferencia I (1) | | | | | |
| Tendencia e intercepción | -4,38 | -3,6 | -3,24 | -3,35** | -5,11* |
| Intercepción | -3,75 | -3 | -2,63 | -3,47** | -4,90* |
| Sin intercepción y sin tendencia | -2,66 | -1,95 | -1,6 | -3,31* | -5,02* |

Nota. Ho: Raíz Unitaria. Ha: No Raíz Unitaria. Significancia al 1%. 5% y 10% respectivamente *. ** y ***.

Tabla 2: Prueba de Phillips-Perrón

| Prueba | Valor Crítico para los z estadísticos: | | | Prueba Estadística | |
|---------------------------------|--|-------|-------|--------------------------|----------------------------|
| | 1 % | 5 % | 10 % | Competitividad del Cacao | Precio del Grano del Cacao |
| A nivel I (0) | | | | | |
| Constante | -3,89 | -3,05 | -2,67 | -0,94 | 2,78*** |
| Tendencia | -4,62 | -3,71 | -3,30 | -2,02 | -2,40 |
| Primera Diferencia I (1) | | | | | |
| Constante | -3,92 | -3,07 | -2,67 | -3,47** | -5,26* |
| Tendencia | -4,67 | -3,73 | -3,31 | -3,33*** | -5,81* |

Nota. Ho: Raíz Unitaria. Ha: No Raíz Unitaria. Significancia al 1%. 5% y 10% respectivamente *. ** y ***.

($r = 0$), la prueba estadística (49,04) fue mayor que el valor crítico del uno por ciento (30,45); por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existe cointegración.

En cuanto a la hipótesis alternativa ($r = 1$), la prueba estadística (5,27) es menor que el valor crítico del uno por ciento (16,26); de este modo, se acepta la hipótesis alternativa, lo que sugiere que hay cointegración. Por consiguiente, se concluye que existe una relación a largo plazo entre el Índice de Competitividad del cacao del Perú y el precio del grano de cacao durante el período de 2001 a 2018. Cabe destacar que ambas variables son endógenas (Enders, 2015).

En la prueba de Vector de Corrección de Errores (Tabla 5), se observó que hay una expresión integrada (IVCR (-1) = 1.000000). En la ecuación resultante (Tabla 5), el primer coeficiente es negativo (-1.47) y estadísticamente significativo, lo que indica que existe un modelo de cointegración y una relación a largo plazo entre las variables, donde IVCR es la variable endógena.

En este contexto de apertura comercial, el 1 de enero de 1995, Perú se integró al comercio

mundial al convertirse en miembro de la OMC (International Trade Center, 2023). Asimismo, una ley de promoción agraria (Castellares et al., 2018) y la estabilidad monetaria y fiscal (MEF, 2019) parecen explicar la tendencia positiva del IVCR en el período 2001-2016.

Siguiendo con el análisis, el IVCR del cacao correspondiente al año 2014, que fue de 0,96, podría tener una relación causal con el incremento de las exportaciones de cacao en grano, como indican Arroyo et al. (2016). En la Tabla 5, podemos observar que el R-ajustado de la ecuación resulta ser del 56,61%, lo que no evidencia una correlación entre las variables. Lo que se puede encontrar es una relación de causalidad entre el precio y la competitividad (IVC), basado en la expresión resultante (Ecuación Resultante) de la Tabla 5. En lo que respecta a las exportaciones de cacao en grano, para el año 2014 se incrementaron notablemente, alcanzando un valor FOB de 152 millones de dólares a los países con los que Perú tiene tratados de libre comercio. En este contexto, se observa una participación del 30% en los Países Bajos, 20% en Bélgica y 14% en Alemania, con menos del 10% de participación en otros países.

Tabla 3: Rezago Óptimo

| Criterio de Información | AIC(n) | HQ(n) | SC(n) | FPE(n) |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rezago Óptimo | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 1 | 2,69E+01 | 2,68E+01 | 2,71E+01 | 4,75E+11 |
| 2 | 2,71E+01 | 2,70E+01 | 2,75E+01 | 6,37E+11 |
| 3 | 2,71E+01 | 2,705E+01 | 2,77E+01 | 7,50E+11 |
| 4 | 2,62E+01* | 2,60E+01* | 2,70E+01* | 4,43E+11* |

*Rezago de menor valor por consiguiente óptimo.

Tabla 4: Prueba de Cointegración de Johansen entre Índice de Competitividad y Precio del grano del cacao

| Tipo de prueba: seguimiento estadístico, con tendencia lineal con cointegración | | | | |
|--|--------------------|---------------|-------|-------|
| | Prueba Estadística | Valor Crítico | | |
| | | 10 % | 5 % | 1 % |
| $r \leq 1$ | 5,27 | 10,49 | 12,25 | 16,26 |
| $r = 0$ | 49,04 | 22,76 | 25,32 | 30,45 |
| Tipo de prueba: estadístico del eigenvalue máximo (λ máx). con tendencia lineal en la cointegración | | | | |
| | Prueba Estadística | Valor Crítico | | |
| | | 10 % | 5 % | 1 % |
| $r \leq 1$ | 5,27 | 10,49 | 12,25 | 16,26 |
| $r = 0$ | 43,77 | 16,85 | 18,96 | 23,65 |

Tabla 5: Prueba de vector de corrección de errores y Método de Mínimo Cuadrados Ordinarios (Gauss-Newton / Marquardt steps)

Muestra (ajustada): 2004 2018

Incluye observaciones: 15 después de ajustarse.

Ecuación de Cointegración = (coeficiente)

IVCR (-1) = (1,00)

Precio del grano del cacao (-1) = (0,45)

@TREND (01) = (-0,08)

R-ajustado 72,11% y F-estadístico 4,65.

Ecuación Resultante

$$D(IVCR) = -1,47*(IVCR(-1) + 0,45*PRECIO_DEL_CACAO(-1) - 0,08*@TREND(01) - 0,56) + 0,93*D(IVCR(-1)) + 1,33*D(IVCR(-2)) + 0,44*D(PRECIO_DEL_CACAO(-1)) + 0,14 *D(PRECIO_DEL_CACAO(-2)) - 0,13$$

El coeficiente 0,14 es el único no es significativo al 5%, R-ajustado 56,61% y F-estadístico de 4,65.

Los valores del muestran una caída en el índice, pasando de 1,40 en 2016 a 1,00 en 2017, y desde 2016 hasta 2018. La tendencia del precio del grano de cacao es negativa (FAO, 2019). En consecuencia, se presume que los grandes importadores de cacao buscan fuentes sostenibles, por lo que es necesario dar a conocer el impacto socioeconómico y, de esta forma, captar financiamiento para organizaciones del cacao en Perú u otras propuestas de producción y comercialización.

A partir de los resultados de las tablas 4, 5 y 6, se puede afirmar que el precio del grano de cacao es un incentivo a largo plazo para la competitividad del cacao. Además, se puede presumir que otros factores, como los diversos programas de ayuda gubernamental y las organizaciones sin fines de lucro, han mostrado interés en organizar y desarrollar cooperativas de productores. Este mecanismo tiene como objetivo apoyar a miles de pequeños productores, mejorar su productividad y reducir los costos unitarios mediante el uso de tierras de alta calidad. En consecuencia, se busca mejorar la renta de los productores, aprovechando plenamente los beneficios de la subida de los precios del grano de cacao a través de ventas colectivas (Scott et al., 2015), lo cual ha incidido en la productividad del mismo.

4. Conclusiones

Como resultado, podemos encontrar que las exportaciones de cacao y sus derivados obtuvieron ventajas comparativas que generaron beneficios para Perú en el periodo comprendido entre 2001 y 2018, mostrando una tendencia creciente en el índice de competitividad. La prueba de cointegración de Johansen reveló una relación de cointegración a largo plazo entre los precios del grano de cacao de los productores en Perú y el Índice de Ventajas Comparativas Reveladas (IVCR), siendo los precios los que determinan el IVCR. En conclusión, se puede afirmar que, durante el periodo 2001-2018, existió una relación de largo plazo entre los precios del grano de cacao y la competitividad del cacao y sus derivados en Perú, donde el precio del grano de cacao influye en el IVCR.

Conflictos de intereses

Los autores firmante del presente trabajo de investigación declara no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Rol del autor

CCP, CS, CM, GL y RA: Conceptualización, Investigación, Escritura-Preparación del

borrador original, Redacción-revisión y edición.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación, sector gubernamental ni comercial o sin fines de lucro.

Aspectos éticos / legales:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos ni haber omitido normas legales.

ORCID y correo electrónico

| | |
|--|---|
| Claudio Stefano Sabino Castagnino Pastor |  ccastagnino@lamolina.edu.pe |
| |  https://orcid.org/0000-0002-7362-2834 |
| Marianela Callirgos Luk |   https://orcid.org/0009-0002-8659-2029 |
| Luis Alberto Guillén Vidal |   https://orcid.org/0000-0002-2949-0037 |
| Angelica Maria Rodriguez Garcia |  https://orcid.org/0000-0002-3104-9785 |

5. Referencias

Arias, J., & Segura, O. (2004). *Índice de Ventaja Comparativa Revelada: un indicador del desempeño y de la competitividad productivo-comercial de un país*. Repositorio Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7709>

Arroyo, P., Rojas, M., & Kleeberg, F. (2016). Diversificación productiva para mejorar la competitividad en los acuerdos comerciales del sector agroindustrial en el Perú. *Revista Ingeniería Industrial*, 34, 137-164. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.1341>

Asravor, R., Arthur, L., Acheampong, V., Lamptey, C., & Yeboah, M. (2023).

Domestic debt sustainability and economic growth: Evidence from Ghana. *Research in Globalization*, 7, 100144. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100144>

Banco Muncial. (2019). *Deflactor de países por años*. Estados Unidos. <https://data.worldbank.org/indicator/?tab=all>

Buendía, E. (2013). El papel de la Ventaja Competitiva en el desarrollo económico de los países. *Revista Análisis Económico*, 28(69), 76. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41331033004.pdf>

Castellares, R., Regalado, F., & Huaranca, M. (2018). Régimen de Promoción del Sector Agrario. *Revista Moneda*, 175, 30-35. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-175/moneda-175-05.pdf>

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrika*, 49(4), 1057-1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>

Durán, J., & Álvarez, M. (2008). *Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial*. Santiago de Chile, Chile: Documento de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 24-25. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3689/S2008790_es.pdf

Enders, W. (2015). *Applied Econometric Time Series* (4th ed.). University of Alabama. ISBN 978-1-118-80856-6.

Gómez, C., & González, J. (2017). *Competencia y competitividad de las exportaciones de México y China en el mercado estadounidense: nueva evidencia*. México y la cuenca del pacífico, 6(16), 79-105. Recuperado en 01 de octubre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-53082017000100079&lng=es&tlng=es

- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5ª ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L. ISBN-13: 978-6071502940.
- Guo, A.-J., Ahmed, S. F., Mohsin, A. K. M., Islam, K. M. Z., & Hossain, S. F. A. (2023). Relationship between greenfield investment and economic growth: Evidence from Bangladesh. *Heliyon*, 9(7), e17547. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17547>
- Guzmán, J., & Chire, G. (2019). *Evaluación de la cadena de valor del cacao Theobroma cacao peruano*. Enfoque UTE, 10(1), 97-116. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000100097
- Hjalmarsson, E., & Österholm, P. (2007). *Testing for Cointegration Using the Johansen Methodology when Variables are Near-Integrated*. International Monetary Fund, Western Hemisphere Division. 4-5.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/hardcover/9780691042893/time-series>
- International Trade Center. (2019). *Exportaciones de Cacao del Perú al Mundo*. International Trade Statistics 2001-2019. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx
- International Trade Center. (2023). *Trade Agreements of Perú when exporting to All countries*. <https://www.macmap.org/en/query/tradeagreement?reporter=604&relation=E&partner=all>
- Kirchgässner, G., Wolters, J., & Hassler, U. (2013). *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London. ISBN 978-3-642-33436-8. DOI 10.1007/978-3-642-33436-8.
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2019). *Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030*. Lima, Perú: Ministerio de Economía y Finanzas. 7. https://www.mef.gob.pe/concdcompetitividad/Plan_Nacional_de_Competitividad_y_Productividad_PNCP.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2019). *Boletín Trimestral Observatorio de Comodities: Cacao*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego. 7. <https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2019>
- Morales, O., Borda, A., Argandoña, A., Farach, R., García, L., & Lazo, K. (2015). *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma* (1ra. Edición). Lima, Perú: Esan Ediciones. 37-169.
- Organización Mundial del Comercio.(2024). Perú y la Organización Mundial del Comercio. <https://www.wto.org/english/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Perú: Datos de precios de los productores. período 2001-2019. <http://faostat.fao.org/faostat/en/#data>.
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). *Testing for a Unit Root in Time Series Regression*. *Biometrika*, 75, 335–346.
- Podoba, Z. S., Gorshkov, V. A., & Ozerova, A. A. (2021). Japan's export specialization in 2000–2020. *Asia and the Global Economy*, 1(2), 100014. 2667-1115. <https://doi.org/10.1016/j.aglobe.2021.100014>
- Stellian, R., & Danna-Buitrago, J. P. (2022). Revealed Comparative Advantage and Contribution-to-the-Trade-Balance indexes. *International Economics*, 170, 129-155. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.02.007>
- Scott, G., Donovan, J., & Higuchi, A. (2015). Costs, quality, and competition in the cocoa value chain in Peru: an exploratory assessment. *Custos e Agronegocio*, 11, 324-358.
- Süssmuth, B. (2002). *Business Cycles in the Contemporary World: Description, Causes, Aggregation, and Synchronization*. Springer Science & Business Media.
- Tashu, M. (2018). Determinantes del Tipo de Cambio Real de Equilibrio en Perú: ¿Es el sol una moneda commodity? *Revista Estudios Económicos*, 36, 9-30. Banco Central de Reserva del Perú. <http://>

www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos.html

Ullah, A., Khan, D., & Zheng, S. (2018). Testing long-run relationship between agricultural gross domestic product and fruits production: evidence from Pakistan. *Ciência Rural*, 48(5), e20170854. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170854>