

# IMPACTO DE LA VARIACIÓN DE PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN LAS MIPYMES AGROINDUSTRIALES DEL QUINDÍO 2021

Adriana María Flórez Laiseca<sup>1</sup> & Juan Carlos Vásquez Sora<sup>2</sup>

## Resumen

Entendiendo que la variación de precios de las materias primas en el Quindío ha tenido un gran impacto en los procesos de producción de las empresas agroindustriales, esta investigación explica cómo ha sido y cómo será la dinámica de precios de los productos agrícolas, y cómo la variación de estos está en función de la capacidad de inventario de las empresas. El análisis de series de tiempo sobre la dinámica de precios se lleva a cabo a través de un modelo ARIMA multiplicativo y un test de Chow, mientras que la variación de precios que está en función de la capacidad de inventario de las empresas se aborda a través de un modelo de simulación empresarial. Los primeros hallazgos indican que la variación de precios está influenciada por una alta demanda y escasez en la oferta provocada por la reactivación económica y los bloqueos en las carreteras debido al Paro Nacional de marzo del 2021.

**Palabras Claves:** Agroindustria, Precios, Materia Prima, Mipymes, choques económicos, Paro Nacional.

---

<sup>1</sup> Economista y Magister en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Docente investigadora y directora del programa de Economía de la Universidad del Quindío. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1439-1236>. amflores@uniquindio.edu.co

<sup>2</sup> Magister en Economía. Docente investigador universidad del Quindío. Consultor empresarial. jcvasquez@uniquindio.edu.co

## Abstract

Understanding that fluctuations in raw-material prices in Quindío have had a major impact on agribusiness production processes, this study explains past and expected price dynamics for agricultural products and shows how those variations depend on companies' inventory capacity. Time-series analysis of price behavior is performed with a multiplicative ARIMA model and a Chow test, while the relationship between price variation and firms' storage capacity is explored through a business-simulation model. Initial findings indicate that prices are being driven upward by strong demand and limited supply caused by the post-pandemic economic rebound and the road blockades during Colombia's March 2021 National Strike.

**Keywords:** Agribusiness, Prices, Raw Materials, MSMEs, economic shocks, National Strike.

## Resumo

Entendendo que a variação dos preços das matérias-primas no Quindío impactou fortemente os processos produtivos das empresas agroindustriais, esta pesquisa explica como tem sido e como será a dinâmica de preços dos produtos agrícolas, e mostra como essa variação depende da capacidade de estoque das empresas. A análise de séries temporais sobre o comportamento dos preços é realizada por meio de um modelo ARIMA multiplicativo e de um teste de Chow, enquanto a relação entre variação de preços e capacidade de armazenamento das firmas é examinada por meio de um modelo de simulação empresarial. Os primeiros resultados indicam que os preços estão sendo pressionados por uma alta demanda e pela escassez de oferta decorrentes da retomada econômica e dos bloqueios rodoviários durante a Greve Nacional de março de 2021.

**Palavras-chave:** Agroindústria, Preços, Matéria-prima, MPMEs, choques econômicos, Greve Nacional.

## Introducción

La dinámica de los precios agrícolas en el eje cafetero indica que los precios de los productos que son materia prima han estado sometidos a altas volatilidades, lo que puede estar impactando el valor de la producción de las empresas agroindustriales y afectando los márgenes de beneficio. Si bien, en el corto plazo las empresas pueden absorber la variación de los precios en su estructura de costos, al mantenerse por más tiempo estos terminarán siendo trasladados a los clientes. El presente trabajo explora dos situaciones: la primera estudia cómo ha sido la variación de precios de productos agrícolas en el Quindío y la segunda plantea que el mecanismo de transmisión de la variación de precios de la materia prima está en función de la capacidad de inventario de las empresas y de la relación producción/día versus almacenamiento, con lo que menores niveles de inventario de materia prima y de producto terminado en conjunto con altas relaciones de producción/almacenamiento elevan la velocidad de transmisión, mientras que mayores niveles de inventario con relaciones de producción/almacenamiento bajos retrasan la transmisión de precios.

El desarrollo de la primera parte se hará bajo una metodología de series temporales con lo cual se puede derivar el comportamiento de las series de tiempo de los precios de los productos agrícolas, determinando su tendencia y componente cíclico, lo que permitirá analizar qué factores estarían determinando su evolución y comportamiento.

El documento se desarrolla a partir del presente capítulo que es la introducción; el segundo capítulo corresponde a la dinámica de los precios agrícolas del eje cafetero.

## Planteamiento del Problema

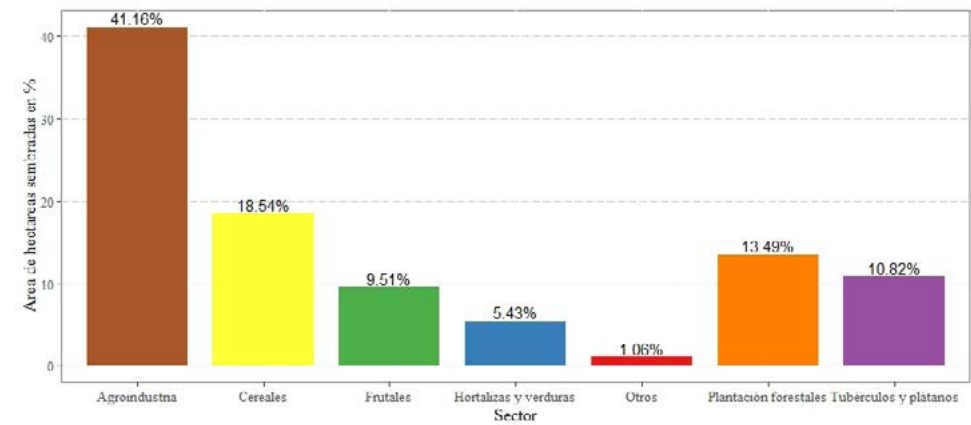
### *La Agroindustria*

La agroindustria es, sin duda, uno de los temas más importantes en la actualidad, ya que ésta representa la capacidad de un país para integrar herramientas tecnológicas con la producción agropecuaria y mantener en equilibrio la producción de alimentos y la seguridad alimentaria de la población. Pensar en la agroindustria como promotor de la seguridad alimentaria de los hogares toma relevancia debido al contexto mundial donde, según la FAO 2009 (como se citó en ANDI, 2017) se estima que la demanda global por alimentos aumente en 70 % al 2050, como respuesta al crecimiento de la población mundial estimada en 9000 millones de habitantes, es decir, que la producción agroindustrial tiene un gran reto de fortalecerse a futuro para satisfacer no solo las necesidades alimentarias sino de otros bienes, entendiendo que la agroindustria es una cadena que involucra muchos sectores.

El sector agroindustrial agrupa tanto el sector agropecuario como la industria manufacturera asociada a la producción de semillas, fertilizantes y otros insumos importantes en este sector, es decir, la agroindustria debe entenderse en un sentido amplio dado que tiene gran relación con los demás sectores; en el 2015 del total del valor de su productividad “incorpora un 32,5 % de consumo intermedio y 67 % de esta producción se destina a ventas intermedias” (ANDI, 2017, pág 152).

En Colombia, la agroindustria tiene una gran oportunidad de resurgir y potenciarse debido a que es uno de los países con mayor disponibilidad de tierra para uso agrícola en el mundo sin afectar el área de bosque natural; además de su riqueza en recursos hídricos y otros recursos, dispone de tierra disponible para potenciar la agroindustria del país. Dentro de este contexto, se puede resaltar entonces que la agroindustria tiene bastante representatividad en la actividad productiva nacional. La agroindustria tuvo mayores hectáreas sembradas del total de área sembrada (5.311.978 Ha), ésta tuvo un total de 2.186.389 ha, que representa alrededor del 41,16 % del total del área cultivada, como se puede observar en la Figura 1 y en la Tabla 1.

**Figura 1. Área sembrada según grupo de cultivos (ha en %)**



**Fuente:** Elaborada a partir de un anexo del DANE (2020, p. 7)

**Tabla 1. Área sembrada según grupo de cultivos (Hectáreas)**

**Tabla 0**

*Área sembrada según grupo de cultivos (has) hectáreas*

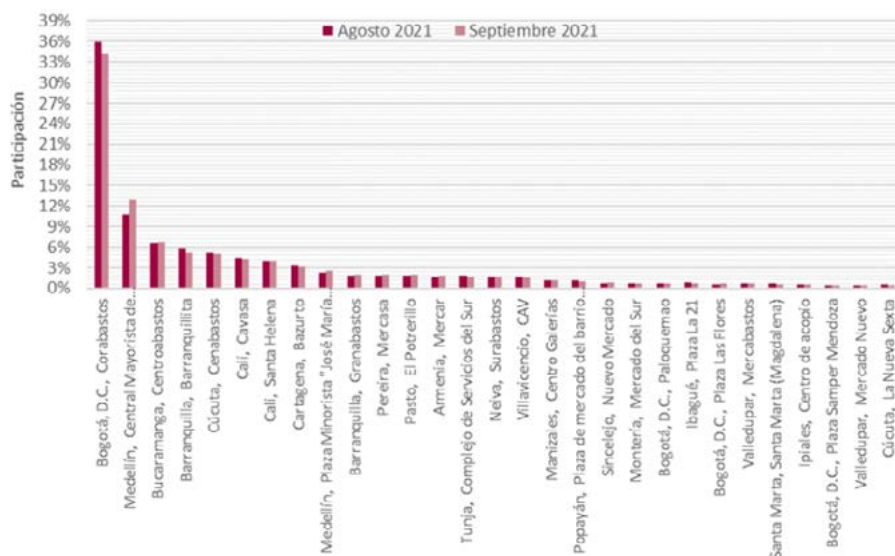
| Sector                | Area sembrada en hectáreas |
|-----------------------|----------------------------|
| Agroindustria         | 2,186,389                  |
| Cereales              | 984,859                    |
| Plantación forestal   | 716,501                    |
| Tuberculos y plátanos | 574,770                    |
| Frutales              | 505,164                    |
| Hortalizas y verduras | 288,212                    |
| Otros                 | 56,083                     |

Fuente: DANE (2020), modificado por autores.

**Fuente:** DANE (2020).

Como se observó anteriormente, el área dedicada a la agroindustria supera la de otros sectores. Esto representa un aspecto central porque la agroindustria tiene gran dinamismo en la distribución de sus productos. De acuerdo con el DANE, del total de la distribución en los mercados mayoristas y su participación en el abastecimiento del país, Corabastos en Bogotá tiene mayor participación con 35% del abastecimiento de todo el país; seguidamente, está la central mayorista de Medellín que representa cerca del 12 % del abastecimiento total. En el departamento del Quindío, el abastecimiento en mercados mayoristas es en la ciudad de Armenia con *Mercar*, que representa apenas el 2 % aproximadamente del total del abastecimiento mayorista del país; cabe resaltar que las centrales mayoristas que más destacan en el abastecimiento total nacional se encuentran en las ciudades principales como Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla y Cali.

**Figura 2. Participación de los mercados mayoristas en el abastecimiento total (29 mercados)**



**Fuente:** (Dane, 2021, pág 5)

Así mismo, si se desagrega el tipo de abastecimiento en las plazas mayoristas, para el mercado nacional las frutas representan el 23,72% en Armenia-Mercar este corresponde al 27,78 %, lo que indica un ligero incremento para el mercado de Armenia. Las verduras y las hortalizas representan en el mercado nacional un 27,97 % mientras que en Mercar Armenia representa un 30,20 %, lo que está de nuevo por encima del promedio nacional.

**Tabla 2. Cantidad y participación por grupos de alimentos en el ámbito nacional y en Mercar-Armenia**

**Tabla 1.**

*Cantidad y participación por grupos de alimentos a nivel nacional y en MERCAR- Armenia*

| Categorías                      | Total, 29 Mercados<br>Nacional |                   | MERCAR<br>Armenia |                   |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                 | Cantidad (t)                   | Participación (%) | Cantidad (t)      | Participación (%) |
| Frutas                          | 133,993                        | 23.72%            | 2,917             | 27.77%            |
| Túberculos raíces<br>y platanos | 160,908                        | 28.48%            | 3,080             | 29.32%            |
| Verduras y<br>hortalizas        | 158,012                        | 27.97%            | 3,172             | 30.20%            |
| Otros grupos*                   | 112,086                        | 19.84%            | 1,334             | 12.70%            |
| Total                           | 564,999                        | 100.0%            | 10,503            | 100.00%           |

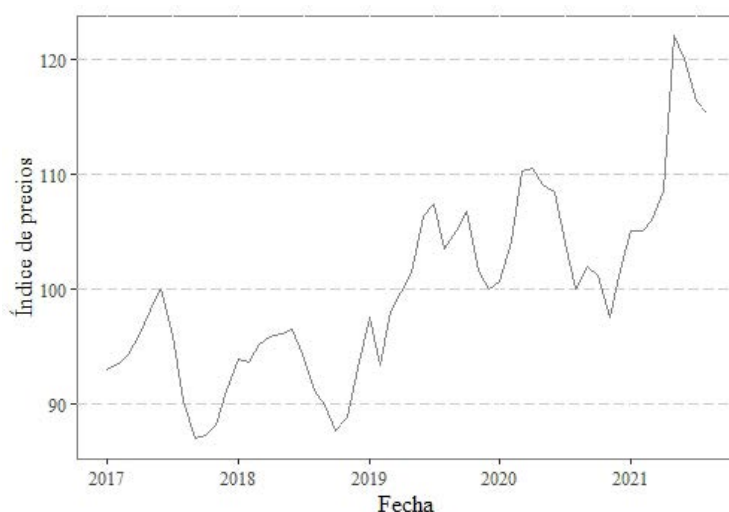
*Fuente: Elaboración propia, a partir del (DANE, 2021)*

**Fuente:** Dane (2021)

En esta forma, se observa que el sector agroindustrial se ha posicionado en el país en un contexto de este sector antes de la pandemia por Covid-19. Sin embargo, el reto consiste en comprender las dificultades y las modificaciones de la agroindustria a raíz de la crisis por el Covid-19, dado que este ha tenido un impacto económico social con la capacidad de modificar la normalidad. Aunque el choque económico del 2020 impactó fuertemente la estabilidad macroeconómica y social del país, durante el segundo trimestre del año 2021, Colombia vivió un suceso que desestabilizó la economía, el paro nacional. De acuerdo con Cidse (2021), a consecuencia del paro “el país se incendió como pólvora y las protestas se extendieron por el territorio de la nación. Las principales arterias y ciudades como Bogotá y Cali fueron bloqueadas internamente y en sus principales vías de acceso” (p. 97). Los efectos del paro en el sector agroindustrial se derivaron de los bloqueos de vías y en las ciudades que impedían el abastecimiento y el transporte de mercancía, bienes, productos, o servicios. Esto impactó la economía, dado que, en ese momento, el país enfrentaba un tercer pico de la pandemia.

### **Dinámica de precios**

la agroindustria fue afectada por las perturbaciones ocasionadas por la pandemia del Covid-19 y el paro nacional de 2021. Como se observa en la Figura 3, el comportamiento de los precios se ha elevado de manera exorbitante. La rigidez en los precios a la baja y la sensibilidad al alta han sido de los principales fenómenos que han traído consigo los precios agrícolas, demás, los estancamientos de los productores provocados por el estallido social que se dio el 28 de abril de 202, son factores que han perjudicado las condiciones de producción y de comercialización por los productores (Cárdenas, L.2021). De hecho, muchos estudios teóricos han demostrado que el nivel de rigidez asociado a los precios ha generado perturbaciones significativas sobre variables económicas ante choques en la oferta y la demanda (Julio & Zárate, 2012).

**Figura 3 Índice de precios para el Quindío con periodo base diciembre del 2019.**

**Fuente:** encuesta SIPSA del DANE (2021)

Por otro lado, la dinámica de los precios parece seguir también un comportamiento estacional asociado a los niveles de producción que se da en el año. Los precios han venido con una tendencia alcista en la última década, donde los años que mayor impacto tuvieron fueron 2019 y 2021, este último más agresivo que los demás debido a la crisis social que se dio, combinado con la reactivación económica y el proceso de producción. La figura 3, ilustra el comportamiento de un grupo de productos expresados en un índice de precios en los últimos cuatro años.

## Antecedentes

La dinámica de precios sido de gran interés para la academia en estos últimos dos años debido a los efectos que ha traído el Covid-19, sobre todo en los cambios de la seguridad alimentaria de la población. En este sentido, Arreaza, López & Toledo (2021) estudian los efectos socioeconómicos de la pandemia en América Latina. Según estos autores, la pandemia tuvo fuerte impacto económico y social en los países de América Latina y el Caribe; explican que, aunque los datos de recuperación son optimistas, la recuperación de niveles de ingreso per cápita previo a la crisis y el ajuste de precios sería más lento. Costain y Nakov, (2018) modelan la rigidez de precios como resultado de una toma de decisiones costosa y con tendencia a errores. Para esto, elaboran un modelo Logit, en el que los precios que establecen las empresas son variables aleatorias. Como resultado, sostienen que los errores en los precios que estiman las empresas ayudan a explicar relaciones con los riesgos de ajuste y con la variabilidad de precios y costos, que se

traducen en efectos sobre la seguridad alimentaria y el incremento de la pobreza. Ignacio (2020) desarrolla un análisis de cointegración mediante series temporales en Argentina entre 2016 y 2019, utilizando el índice de precios al consumidor que publica el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC, para comprobar el cumplimiento de la Ley del Precio Único, y concluye que las regiones pobres donde los precios son bajos, sufren un cambio en el nivel de precios, lo cual provoca un cambio en las disparidades regionales.

Estas disparidades regionales se pueden entender también como aumentos en la pobreza, disparidades provocadas por cambios en los precios que han recibido perturbaciones, generalmente por choques económicos en la oferta. El estudio de los impactos en la economía de eventos adversos como las perturbaciones o los choques económicos es un tema frecuente en la literatura económica. El trabajo de Pérez (2000), propone cuantificar, por medio de un modelo VAR estructural, los '*shocks*' económicos de oferta y de demanda en los ciclos de los países del G7, España y Suiza. En sus resultados, identifican un *shock* permanente que se atribuye a un *shock* de oferta y un *shock* transitorio, que se atribuye a un *shock* de demanda, según estos autores, la variabilidad de la producción es explicada por el *shock* permanente y la respuesta de las variables es similar entre los países de estudio. En la literatura encontrada sobre Perú, se cuenta con el estudio de Rejas (2019), quien hace un análisis macroeconómico sobre los *shocks* de oferta y demanda basados en el modelo Blanchard & Quah (1989). Los autores utilizan proyecciones basadas en modelos econométricos, con las que concluyen que las perturbaciones de la demanda contribuyen a las fluctuaciones de la producción en el corto y mediano plazo. Por su parte, Lavanda & Rodríguez (2011) explican la importancia de los choques de demanda y oferta agregada en el comportamiento de la inflación peruana entre 1997 y 2009. Los autores utilizan la metodología de modelo VAR estructural, con el que determinan que el comportamiento de la inflación obedeció, en mayor medida, a choques de demanda agregada en comparación con los de oferta agregada. Según autores, los choques de demanda agregada explican el 70 % y 60% de los movimientos inflacionarios.

Finalmente, el estudio de Zuccardi (2002) analiza el crecimiento y los ciclos económicos con los efectos de choques de oferta y de demanda. El autor utiliza la metodología VAR estructural y la descomposición tipo Blanchard y Quah (1989), con la que estima que los choques de oferta son los determinantes principales del crecimiento de la producción entre junio de 1998 y 2001, mientras que los choques de la demanda contribuyeron a la recesión de 1999 y ayudaron al crecimiento en 2000 y 2001.

## Objetivos

### Objetivo General

Analizar el impacto que trajo el Covid-19 sobre la dinámica de precios de las materias primas en el valor de la producción de las MiPymes agroindustriales del Quindío.

### Objetivos específicos

- Identificar en qué períodos se dan cambios estructurales para

- comprobar si la crisis sanitaria tuvo algún impacto en la variación de los precios.
- Diagnosticar los efectos de la pandemia del Covid-19 sobre el índice de precios.

## Marco Teórico

La definición de precio es difícil debido a la gran importancia que tiene este concepto en la economía, principalmente, porque representa la dinámica social en términos de intercambio y de las relaciones sociales productivas. En términos generales, una noción primaria de precios, en términos relativos, podría identificarse como la cantidad de unidades que se deben ceder de un bien para obtener una unidad de otro bien; no obstante, es una simple aproximación.

Concebir una definición clara de lo que es el precio ha sido el tema de estudio de grandes economistas debido a la importancia en la economía. La escuela clásica de economía puede referenciar este concepto dividido entre precios de equilibrio y precios de desequilibrio, entendiendo estos como precios naturales o de producción y precios de mercado o precio actual, respectivamente. Para Adam Smith, uno de los principales autores de esa escuela, “hay en toda sociedad un precio medio o una regulación ordinaria de las rentas de la tierra” ... “Estos precios comunes y ordinarios pueden llamarse naturales, tanto con respecto a los salarios como a las ganancias y rentas” (Adam Smith, 1983, p. 102); es decir, según Smith, el precio natural de toda cosa es aquel que ni es más ni es menos que lo suficiente para cubrir la renta de la tierra, los salarios y las ganancias del fondo empleado para crear y convertir algo en bien final.

Otro aporte de Adam Smith sobre la teoría de precios fue el concepto de precio actual o de mercado, que es el precio que se vende en el mercado y puede ser igual, superior o inferior al precio natural.

El precio actual dicho, en cada cosa particular, se regula por la proporción entre la cantidad que de ésta hay actualmente en el mercado y la concurrencia de los que desean pagar el precio natural de ella” (Adam Smith, 1978, p. 103).

Esto significa que dicho precio de mercado (precio actual) está determinado por la relación entre la cantidad ofrecida en el mercado y la cantidad de compradores dispuestas a pagar ese precio por un producto.

El anterior concepto sobre precio de mercado presentado por Adam Smith es una aproximación a las primeras nociones de interacción entre oferta y demanda y relaciona con el precio de equilibrio de mercado. No obstante, esta idea de mercado de equilibrio en el que los precios están regulados o ajustados por la interacción entre oferta y demanda en el mercado no fue abordada únicamente por la escuela clásica. En efecto; Alfred Marshall, representante de la escuela neoclásica en economía “desarrolló un instrumento matemático y grafico de las curvas de oferta y demanda, demostrando cómo se determinan los precios por la interacción de esas curvas” (Cadena, 2011, pp. 64-65).

El ajuste de precios por medio de la interacción de la oferta y la demanda en el mercado

se ve reflejado sobre relaciones sociales productivas con sistemas económicos libres que permiten esta interacción, dado que los precios también pueden estar determinados por un ente central regulador que puede ser el Estado; rol de asignar los recursos de la economía, interviniendo por medio del precio para cumplir con su objetivo. Sin embargo, la regulación de precios por el estado puede resultar ineficiente y crear efectos sobre otros aspectos económicos, como la oferta.

Desde la perspectiva de que el precio se determina por la interacción entre oferta y demanda, este supuesto toma relevancia porque la libre interacción en el mercado permite transmitir la valoración sobre una cosa; desde la perspectiva marxista “la magnitud de valor de cada mercancía está determinada por la suma del valor de los medios de producción consumidos en su producción (capital constante fijo consumido y capital constante circulante consumido) y por el valor agregado por la fuerza de trabajo en el proceso laboral (que se reparte en valor de la fuerza de trabajo y plusvalía)” (Giusani, 1994, p. 239), es decir, que este valor determinado hacia algo se ve reflejado en la interacción del mercado (oferta y demanda), que permite que se regule el precio según la asignación en la economía.

De acuerdo con lo anterior, se puede percibir que los precios representan información que es transmitida indirectamente por los agentes de la oferta y la demanda en medio de su interacción en el mercado. Este enfoque de precios, como trasmisor de información, se profundiza en la escuela austriaca de economía. Según Hayek, uno de los expositores de esta escuela económica, “los precios de mercado, al reflejar la escasez relativa más o menos finalmente, cumple algún tipo de función informativa” (Thomsen, 1989, pág 3). Lo anterior remite a que la información de las condiciones de los agentes se transmite por el precio y a esto se ajustan los demás agentes del mercado; lo que significa que el conocimiento y la información adquieren relevancia en el ajuste de los precios y la interacción resultante de los agentes económicos.

La información es un insumo importante en la determinación de precios de mercado; la información transmitida en los precios permite un equilibrio en la asignación de precios con la interacción entre la oferta y la demanda. No obstante, la condición de equilibrio en el mercado no es posible mantenerla en el tiempo, si varía con la dinámica económica y está sujeta a perturbaciones o choques económicos que modifican su comportamiento. La condición de equilibrio está dada por la intersección de la demanda y la oferta agregada, que representan la función agregada de la demanda y de la oferta y su finalidad es determinar el nivel de precios.

El equilibrio es un aspecto que se mantiene en una dinámica constante debido a las variables que lo determinan. El equilibrio puede ser afectado por diferentes *shocks* económicos, que son una serie de perturbaciones que afectan la dinámica normal de la economía y que se perciben en la demanda y en la oferta. En este orden de ideas, “los choques de demanda actúan a través de los componentes de la demanda agregada: consumo, inversión, el gasto público, exportaciones e importaciones” (pág 134), es decir, que de los *shocks* de demanda podría interpretarse que “cualquier factor que altere el comportamiento de los agentes de gasto al margen de los factores considerados en el funcionamiento ordinario de la economía producirá importantes efectos sobre precio y

producción” (Hierro, s.f., pág 5). Un *shock* de demanda puede tener efectos positivos o negativos; los *shocks* de demanda positivos hacen “que la curva de demanda se desplace a la derecha, incrementando el nivel de precios y el nivel de producto” (Lavanda, 2010, pág 18); mientras que un *shock* económico negativo (catástrofes naturales, desastres sanitarios) desplaza la demanda a la izquierda y contrae el nivel de precios y el nivel de producto.

Teniendo en cuenta esa afectación por un *shock* de demanda a los agentes del gasto, desde la óptica de la oferta, “los choques de oferta actúan a través de la tecnología, la capacidad productiva, el clima o los precios de los insumos necesarios para la producción” (Lavanda y Rodríguez, 2011, p. 134). En la oferta, “un *shock* de oferta adverso es una contracción de la oferta agregada que se traduce en un aumento de precios y una reducción de la producción” (Hierro, s.f., p. 4). Por su parte, un *shock* de oferta positivo, como una innovación tecnológica, desplaza la oferta agregada, elevando la producción y contrayendo los precios.

Tanto los *shocks* de demanda como los de oferta pueden provenir de dos fuentes: la interna y la externa.

Los choques de demanda interno son provenientes del gasto público ( $g$ ) y del nivel de precios doméstico ( $p$ ). Los choques de fuentes externa serán asociados a movimientos en el producto de la economía mundial ( $y^*$ ) y los términos de intercambio ( $ti$ ). En lo referente a los choques de oferta de fuente interna, estarán asociados a movimientos en el producto interno ( $y$ ). Por su parte, los choques de origen externo estarán vinculados con movimientos en la tasa de interés externa ( $i^*$ ) y con los precios externos ( $p^*$ )” (Lavanda y Rodríguez, 2011, p. 135).

Con el fin de concretar y de contextualizar las ideas según el objetivo del presente proyecto, este documento acoge la hipótesis de que, al ser la pandemia de Covid-19 del año 2020 un desastre sanitario internacional, dicho evento representó un *shock* económico externo de demanda para la economía colombiana debido al fuerte impacto que ocasionaron las medidas preventivas tomadas por el gobierno colombiano sobre los hogares del país. El choque que produjo la pandemia por Covid-19 llevó a que el gobierno tomara una serie de medidas que impactaron la demanda agregada.

Finalmente, en este documento se aborda la hipótesis de que el paro nacional de abril de 2021 en Colombia, representó un *shock* interno de oferta agregada. Lo anterior se debe a que este evento paralizó el país, pues el bloqueo de vías y de puntos de acceso se difundió por todo el territorio nacional, lo que ocasionó una crisis en el país, fortalecida por el bloqueo en las vías terrestres que no permitió cumplir con la cadena productiva de los sectores económicos y, de esta manera, causó perturbaciones en todas las regiones.

## Metodología

Como ya se mencionó, una primera fase desarrolla un análisis de series de tiempo para entender los cambios estructurales, los cíclicos y predecir los precios de las materias primas a través de un modelo ARIMA para, posteriormente, comprobarla hipótesis por medio

de un modelo de simulación empresarial, que tenga en cuenta la red interna logística y se pueda costear, por unidad de materia prima adquirida, cada una de las fases de la red, para que al final se pueda hallar el costo final del producto. Para lo anterior, se utilizará la simulación: modelo físico, modelo estructural, modelo lógico y codificación.

### ***Series temporales***

Para analizar las series de tiempo, se elaboró un índice de precios agregado simple, que contiene más de 30 productos utilizados como materias primas en las MiPyme agroindustriales del Quindío; para esto, se usa como referencia los precios que se fijan en la central de abastos del departamento, Mercar, que se encuentran en la encuesta Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) del DANE y se toma el mes de diciembre de 2019.

$$IP_{sa} = \frac{P_{p,t}}{P_b}$$

Donde  $P_{p,t}$  representa el precio promedio de todos los productos en un período determinado, mientras que  $P_b$  representa el precio promedio de todos los productos en el período que se ha tomado como base.

$$P_{p,t} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i,t}}{n}$$

$$P_b = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i,b}}{n}$$

### ***Test de Chow***

Este estadístico permitirá identificar en qué periodos de tiempo se pueden detectar raíces unitarias o quiebres estructurales dentro de la serie del índice de precios. Para el cálculo, se estima un modelo OLS (Mínimos cuadrados ordinarios, por sus siglas en inglés) para las observaciones que sufren un cambio potencial, según (Achim Zeileis, Friedrich Leisch, Kurt Hornik, et al., 2019).

Hay que estimar  $2k$  parámetros, y se calcula la suma de cuadrados del error (ESS). Se calcula otro modelo OLS para todas las observaciones con una suma de cuadrados restringida (RSS), por lo que aquí hay que estimar  $k$  parámetros. Si  $n$  es el número de observaciones y  $k$  el número de regresores en el modelo.

La fórmula viene dada por:

$$F = \frac{(RSS - ESS)}{ESS / (n - 2k)}$$

Donde F representa el estadístico de Chow.

### **ARIMA**

Los modelos Autorregresivos, integrados y de Promedio Móvil (ARIMA) hacen parte de una familia de modelos ARMA, en el que todos los valores de las series residuales actuales e históricas de la serie temporal se expresan linealmente (Zhang et al., 2014). Con estos, se pretende predecir cómo será el comportamiento del índice de precios.

Donde

$$IP_t = \alpha_0 + U_t + E_t$$

$$AR(p) : U_t = \beta_1 IP_{t-1} + \dots + \beta_p IP_{t-p}$$

$$IP_t = I(i)$$

$$MA(q) : E_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

El desafío del modelo, en primer lugar, es determinar los parámetros iniciales, para esto se utilizan varias herramientas, como la metodología Box-Jenkins.

- AR(p) se determina un diagrama de autocorrelación
- I(i) se determina con las pruebas de raíz unitaria en el momento que la serie no tenga tendencia estocástica, ya que este sería el nivel de integración de la serie.
- MA(q) se determina con un diagrama de autocorrelación parcial.

Posterior a esto, se desestacionaliza la serie para ver su componente real y, por último, se hace la predicción.

## Resultados

### Series Temporales

#### Test de Chow

La estructura se divide en tres momentos, en los que la serie del índice tuvo mayor relevancia. Sin embargo, el que más interesa en la investigación es el último que se da en marzo del 2021, dado que para esta fecha en Colombia se vivió un momento de tensión política originada por la propuesta de una política fiscal. En un contexto donde las Mipyme, como la economía venían mejorando debido al proceso de reactivación (ACOPI 2021). Posterior a esto, llega la explosión social, en la que los bloqueos generan escases de alimentos y materias primas, lo que provocó incremento de precios. En la Tabla 2 representan los cambios estructurales que trae consigo la serie, en este caso, se identifican varios quiebres, sin embargo, los más representativos terminan siendo los que se dan en julio del 2017, marzo del 2019 y marzo del 2021. La Figura 9 evidencia los momentos en que la serie sufre el cambio estructural; en este caso, el test Chow de la librería Strucchange (Leisch F, Hornik K, Hansen B, et al., 2019) implementa los dos más relevantes.

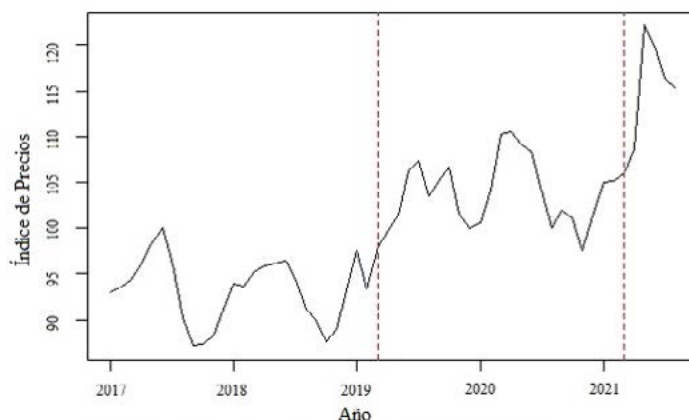
**Tabla 3. Momentos de cambios estructurales**

*Optimal (m+1)-segment partition:*

| Breakpoints at observation number | Corresponding to breakdates |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 7 (siete veces se repite)         | Julio del 2017              |
| 12 (cinco veces se repite)        | Diciembre del 2017          |
| 19 (dos veces se repite)          | Julio del 2018              |
| 27 (ocho veces se repite)         | Marzo del 2019              |
| 43 (cinco veces se repite)        | Julio del 2020              |
| 51 (nueve veces se repite)        | Marzo del 2021              |

*Nota:* En esta tabla se ordena el número de observaciones con su fecha correspondiente en el que la serie del índice de precios sufre un cambio estructural según el test de Chow.

Como se observa en la Figura 9, es muy evidente que la crisis social, considerada como un choque de oferta, tuvo un gran impacto en los precios, tanto es así, que superó el nivel máximo en los últimos cinco años. Por otro lado, la pandemia, considerada un choque de demanda, no tuvo gran importancia en las variaciones de precios, aunque en la figura haya una reducción en los precios, relacionado con el nivel de inflación que se vivió en Colombia en 2020, que ha sido uno de los más bajos en la historia del país; tanto es así, que la metodología no logra percibirlo como un cambio importante dentro de la serie.

**Figura 4. Serie del índice de precios con quiebres estructurales**

**Fuente:** La encuesta SIPSA del DANE (2021)

### **Modelo ARIMA**

Antes de continuar con el desarrollo del modelo, se procede a comprobar los supuestos para especificarlo; en primer lugar, se identifica el grado de integración de la serie con las pruebas de raíz unitaria, y, luego, con las figuras de autocorrelación simple y parcial, se determina el orden  $p$ , donde se observa la particularidad de que las observaciones en un momento dependen de las observaciones anteriores, sumándole un término de error (Charro, 2022), mientras que, para la autocorrelación parcial, se determina el orden  $q$ . La Tabla 3 muestra el nivel de integración de las series, donde el índice de precios, ya visualizado en la Figura 9, tiene tendencia, debido a que por decisión unánime entre las pruebas de raíz unitaria se acepta la hipótesis nula que la serie no es estacionaria.

**Tabla 4.**

#### *Pruebas de raíz unitaria*

| Dickey-Fuller Test    | Phillips-Perron Test  | KPSS Test                |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Estadístico = -3.5648 | Estadístico = -14.606 | Kpss Level = 1.0758      |
| Lag order = 3         | Lag order = 3         | Truncation Lag order = 3 |
| P-Value = 0.04415     | P-Value = 0.2376      | P-Value = 0.01           |

**Nota:** Pruebas de Raíz unitaria para identificar si la serie tiene tendencia o es estacionaria. La hipótesis nula para la Dickey-Fuller y la Phillips-Perron es la misma, por lo tanto, la serie tiene tendencia si el P-Value es mayor a 0.05, es decir, al 95% de confianza. Mientras que el Test KPSS tiene como hipótesis nula que la serie es Estacionaria, por lo tanto, si el P-Value es mayor que el 0.05 la serie es estacionaria, al 95% de confianza.

Siguiendo con lo anterior, en la Tabla 3, se realizan de nuevo las pruebas de raíz unitaria, pero esta vez con la serie ya diferenciada; con esto, se comprueba que la serie es estacionaria con su primera diferencia.

Tabla 4

| <i>Pruebas de raíz unitaria para primera diferencia</i>   |                       |                          |
|---|-----------------------|--------------------------|
| Dickey-Fuller Test  | Phillips-Perron Test  | KPSS Test                |
| Estadístico = -4.1654   | Estadístico = -40.074 | Kpss Level = 0.065336    |
| Lag order = 3   | Lag order = 3         | Truncation Lag order = 3 |
| P-Value = 0.01  | P-Value = 0.01        | P-Value = 0.10           |
| Nota: Pruebas de Raíz unitaria para identificar si la serie tiene tendencia o es estacionaria. La hipótesis nula para la Dickey-Fuller y la Phillips-Perron es la misma, por lo tanto, la serie tiene tendencia si el P-Value es mayor a 0.05, es decir, al 95% de confianza. Mientras que el Test KPSS tiene como hipótesis nula que la serie es Estacionaria, por lo tanto, si el P-Value es mayor que el 0.05 la serie es estacionaria, al 95% de confianza. |                       |                          |

Por otro lado, ya sabiendo que el índice de precios sigue un nivel de integración de grado uno, se procede a desarrollar los correlogramas que se muestran en la Figura 5, que explican en gran medida lo halla en las pruebas de raíz unitaria. Si bien, en la Figura 5A, se observa que, para el ACF, el índice de precios es explicado por sí mismo, cinco periodos atrás, lo que muestra un patrón de tendencia en la serie y lo óptimo sería corregir el problema. En la Figura 5.B, ya el ACF está corregido, debido a que es el orden autorregresivo de la serie ya diferenciada. Como los correlogramas de la Figura 5.B tienden a cero, se determina el modelo ARIMA (p, d, q) como ARIMA (1, 1, 0).

Figura 5A. Serie normal

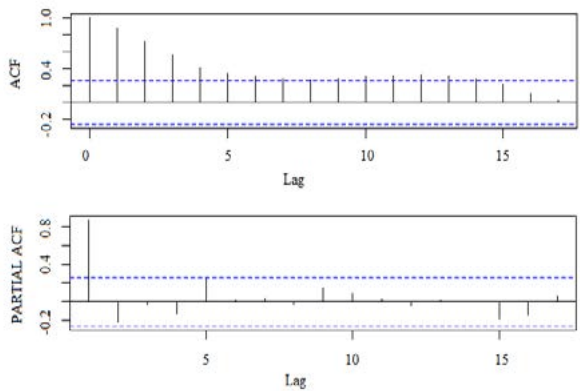
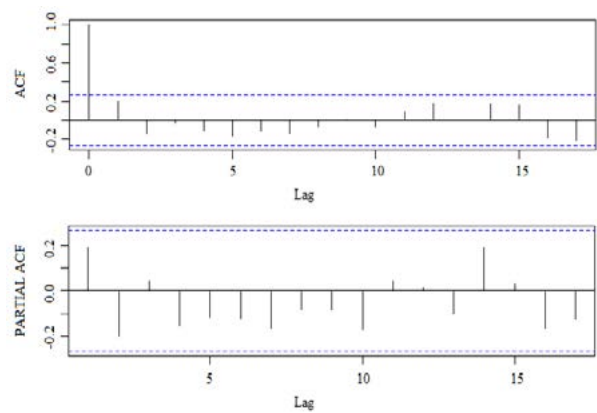


Figura 5.B Serie diferenciada



Fuente: encuesta SIPSA del DANE (2021)

Al desarrollar el modelo ARIMA (1,1,0) con un criterio de información Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) de 290.16, como se observa en la Tabla 5, al realizar la predicción, este modelo no termina siendo tan ajustado debido a su alto AIC, por lo que, se estima un modelo óptimo, con la función `auto.arima` de la librería `Forecast` (Hyndman, Athanasopoulos, Bergmeir et al., 2022), arroja un ARIMA Multiplicativo (P, D, Q) (p, d, q) con un AIC más bajo que el modelo inicial.

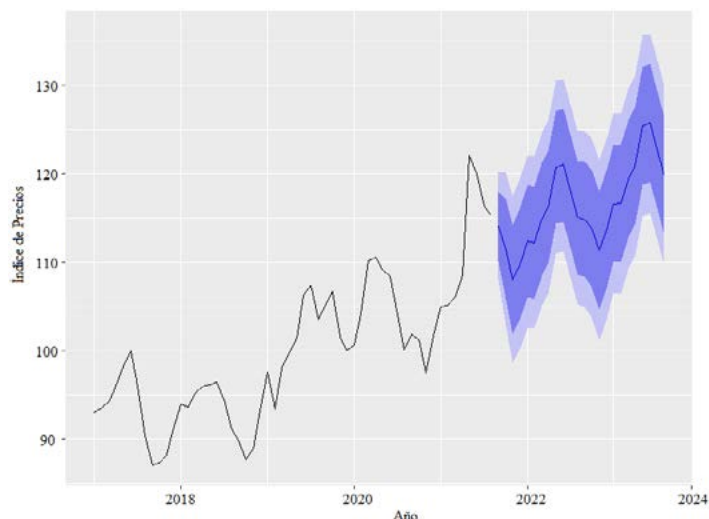
Tabla 5. Modelo ARIMA para el Índice de precios

Tabla 5.  
*Modelo ARIMA para Índice de precios*

| Modelo                    | AIC    | Log likelihood |
|---------------------------|--------|----------------|
| ARIMA (1,1,0)             | 290.16 | -143.08        |
| ARIMA ( 1,0,1)(0,1,1)[12] | 239.05 | 113.74         |

Nota: En esta tabla se identifican las características del modelo ARIMA y ARIMA Multiplicativo

Por último, la Figura 6 muestra la predicción del índice de precios para los próximos dos años, que va desde agosto de 2021, que es el tiempo máximo de la muestra, hasta agosto de 2023. La línea azul de la gráfica representa el comportamiento promedio que debería tomar el precio en los próximos periodos teniendo en cuenta su orden AR(5) que se determinó con el correlograma de la Figura 6. Mientras que el área azul y azul claro, especifica los intervalos de confianza al 80 % y al 95 %, respectivamente.

**Figura 6. Predicción del Índice de precios con un ARIMA (1,0,1)(0,1,1)[12] con deriva**

## Conclusiones

A manera de conclusión, los cambios estructurales encontrados en esta investigación no mostraron efecto alguno en el momento en el que inició el Covid-19; de hecho, los precios se fueron ajustando al nivel de inflación que vivió Colombia durante ese período, sin embargo, para marzo de 2021, se desprendió un cambio estructural que provocó un aumento excesivo del índice de precios, relacionado con las políticas de reactivación económica y el paro nacional que vivenció el país debido a una reforma tributaria que causó tensión en la población, llevando a que se bloquearan algunas vías nacionales más importantes del país y que no permitiera la llegada de algunos productos a las centrales de abasto, para el caso del Quindío, Armenia: Mercar. Ahora, las personas tenían dinero para comprar, pero no había productos, lo que hizo que los precios para este período tuvieran crecimiento agresivo.

Por otro lado, el desarrollo del modelo ARIMA en la predicción da una idea de cómo sería el comportamiento de los precios a lo largo del tiempo, lo cual no es un resultado alentador, los precios para Colombia son rígidos a la baja, pero muy sensibles al alta.

## Referencias

- Adam Smith. (1983). *La riqueza de las naciones*. Ediciones Orbis, S.A. España
- ANDI. (2017). *Estrategia para una nueva industrialización II*. Colombia un país de oportunidades. ANDI. Colombia.
- <http://proyectos.andi.com.co/Libro2/Paginas/assets/docs/estrategia-para-una-nueva-industrializacion-ii.pdf>

- Achim Zeileis, Friedrich Leisch, Kurt Hornik, Christian Kleiber, Bruce Hansen, Edgar C Merkle (octubre 12 del 2019) *Testing, Monitoring, and Dating Structural Changes*. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/strucchange/strucchange.pdf>
- ACOPI (2021) *Impacto del Paro Nacional 2021 en el sector Mipyme*. Obtenido de <https://www.acopi.org.co/wp-content/uploads/2021/07/IMPACTO-DEL-PARO-NACIONAL-2021-EN-EL-SECTOR-MIPYMES-VF.pdf>
- Arreaza A, López O & Toledo M. (2021). *La pandemia del COVID-19 en América Latina: impactos y perspectivas*. Banco de desarrollo de América Latina. [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1788/La%20Pandemia%20del%20COVID-19%20en%20Am%20c3%a9rica%20Latina\\_Impactos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1788/La%20Pandemia%20del%20COVID-19%20en%20Am%20c3%a9rica%20Latina_Impactos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Ben Abdallah M, Fekete-Farkas M, Lakner Z. (2021). *Exploring the Link between Food Security and Food Price Dynamics: A Bibliometric Analysis*. *Agriculture*.; 11(3):263. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/agriculture11030263>
- Cadena L, J B. (2011). *La teoría económica y financiera del precio: Dos enfoques complementarios*. Criterio libre. Universidad libre. Bogotá, Colombia.
- Cárdenas, L. (2021) *Intermediarios y volatilidad de precios, problemas de nunca acabar del agro colombiano*. Obtenido de <https://n9.cl/onxjq>.
- Charro, T. L E (2022) *Estimación de la demanda para micro-Zonas basados en el modelo autorregresivo integrado de promedios móvil*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21696>
- CIDSE. (2021). *Pensar la resistencia: mayo del 2021 en Cali y Colombia*. Documentos especiales CIDSE n° 6. Universidad del Valle. Colombia
- Costain, J & Nakov, A (2018) *Logit Price Dynamics*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/jmcb.12559>
- DANE. (2020). *Boletín técnico. Encuesta nacional agropecuaria (ENA) 2019*. DANE. Colombia. [https://geoportal.dane.gov.co/descargas/ena\\_result/boletin\\_ena\\_2019.pdf](https://geoportal.dane.gov.co/descargas/ena_result/boletin_ena_2019.pdf)
- DANE. (2021). *Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario Componente de Abastecimiento de Alimentos (SIPSA\_A)*. Boletín técnico mensual. DANE. Colombia.
- DANE. (2021-III). *Anexos estadísticos PIB producción*. Cuentas nacionales DANE. Colombia. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>
- Giusani, P. (1994). *La determinación de los precios de producción*. Política y sociedad. Universidad de Greenwich. Londres.

- Hierro R, L A. (s.f.) *Ciclos, shocks económicos y burbujas especulativas*. Universidad de Sevilla. España.
- Hyndman, B; Athanasopoulos, G et al (2022) *Package 'forecast'*. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/forecast/index.html>
- Ignacio, F.A. (2020) *Regional price dynamics in Argentina (2016–2019)*. Obtenido de <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=899261>
- Julio J & Zárate H (2012) *¿Cómo se fijan los precios en Colombia? Evidencia de los microdatos del IPP*. Obtenido de: <https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/350>
- Lavanda G & Rodríguez G. (2011). *Descomposición histórica de la inflación en Perú. Distinguiendo entre choques de demanda y choques de oferta*. Pontificia Universidad Católica del Perú <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/2677/2621>
- Lavanda A, G A. (2010). *Determinantes de la inflación: distinguiendo entre choques de demanda y choques de oferta*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú
- OIT (2020). La crisis de COVID-19 y la economía informal. Respuestas inmediatas y desafíos de política. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---travail/documents/briefingnote/wcms\\_745450.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---travail/documents/briefingnote/wcms_745450.pdf)
- Pérez V, P J. (2000). *Shocks de oferta versus shocks de demanda en las principales economías occidentales*. Universidad de Valencia. España
- Rejas D, R. (2019). *Un análisis de la investigación de los efectos dinámicos de las perturbaciones de demanda y de oferta agregadas: una aplicación del trabajo de Blanchard y Quah (1989)*. Universidad de Piura. Facultad de ciencias económicas y empresariales. Perú
- Thomsen, E F. (1989). *Precios e información*. Revista Libertas VI. Instituto universitario ESEADE. Argentina.
- Zuccardi H. (2002). *Crecimiento y ciclos económicos. Efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento colombiano*. Archivos de Economía. DNP. Colombia.
- Zhang X, Zhang T, Young AA, Li X (2014) *Applications and comparisons of four time series models in epidemiological surveillance data*. Obtenido de: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088075>