

**Banco Central
del Ecuador**

eISSN: 2697-3367
2024



**Cuestiones
Económicas**
Volumen 34 Número 2

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

© 2024, de la edición, *Revista Cuestiones Económicas*

Para más información contactarse con Banco Central del Ecuador, Av. 10 de Agosto N11-409 y Briceño, Quito, Pichincha, 170409

Telf: (593-2) 393 8600

Revista digital: <https://estudioseconomicos.bce.fin.ec/index.php/RevistaCE/index>

Correo electrónico: ceconomicas@bce.ec

www.bce.fin.ec

Primera edición 1979. Última edición 2024.

E-ISSN: 2697-3367

DOI: 10.47550/RCE

REVISTA CUESTIONES ECONÓMICAS VOLUMEN 34, NÚMERO 2 | JULIO - DICIEMBRE 2024

COORDINACIÓN GENERAL:

Subgerencia de Estudios y Programación Macroeconómica

EDICIÓN, CORRECCIÓN DE ESTILO Y DIAGRAMACIÓN:

Jonathan Tayupanta

Xavier Tayupanta

PARES CIEGOS:

Tatiana Villacres, Margarita Velin, José Ramírez, Rafael Alvarado, Wilma Guerrero, Jairo Rivera, José Gabriel Castillo, Andrés Pluas, Rafaela Bastidas, Leonardo Sánchez, Pablo Chafla, José Díaz, Sebastián Castillo, Jeniffer Rubio, John Cajas, Ronny Correa, Luis Tonon, Carlos Andrade

AUTORES:

Crunching the Numbers: The Real Cost of a Nutritious Diet in Ecuador

Andrea Bonilla, Fernanda Salazar y Yasmín Salazar

Revelando el ciclo económico en Ecuador a través de un filtro óptimo en una economía dolarizada

Emanuel Yaselga y Gandy Pilacuán

Factores determinantes de la exclusión social en pueblos y nacionalidades indígenas del Ecuador en 2023

Jerónimo Marchán y María de los Ángeles Barrionuevo

Variables que inciden en la sostenibilidad del sistema de pensiones, el caso de Ecuador para el periodo 1970 - 2023

Marco Naranjo y Daniela Ruiz

Análisis de la eficiencia y rentabilidad de las empresas manufactureras ecuatorianas: una aplicación de algoritmos no supervisados

Xavier Rodríguez-Cruz

El aceite vegetal en Ecuador: ¿un sector rentable y con poder de mercado?

Erika Espinoza y Lilian Morales

Consumo de los hogares en Ecuador: un análisis por cuantiles

Víctor Hermida y David Vásquez

Analizando la dinámica del índice del dólar estadounidense: perspectivas del NYICDX

Ricardo I. von Schoettler



Banco Central del Ecuador

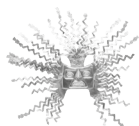
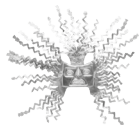


Tabla de contenidos

Haciendo números: el costo real de una dieta nutritiva en Ecuador <i>Andrea Bonilla, Fernanda Salazar y Yasmín Salazar</i>	6
Revelando el ciclo económico en Ecuador a través de un filtro óptimo en una economía dolarizada <i>Emanuel Yaselga y Gandy Pilacuán</i>	39
Determinantes de la exclusión social en pueblos y nacionalidades indígenas del Ecuador en 2023 <i>Jerónimo Marchán y María de los Angeles Barrionuevo</i>	80
Variables que inciden en la sostenibilidad del sistema de pensiones: el caso del Ecuador para el periodo 1970-2023 <i>Marco Naranjo y Daniela Ruiz</i>	115
Análisis de la eficiencia y rentabilidad de las empresas manufactureras ecuatorianas: una aplicación de algoritmos no supervisados <i>Xavier Rodríguez-Cruz</i>	164
El aceite vegetal en Ecuador: ¿un sector rentable y con poder de mercado? <i>Erika Espinoza y Lilian Morales</i>	213
Consumo de los hogares en Ecuador: un análisis por cuantiles <i>Víctor Hermida y David Vásquez</i>	252
Analizando la dinámica del índice del dólar estadounidense: perspectivas del NYICDX <i>Ricardo I. von Schoettler</i>	282



CRUNCHING THE NUMBERS: THE REAL COST OF A NUTRITIOUS DIET IN ECUADOR

Andrea Bonilla^{*1}, Fernanda Salazar^{**2} and Yasmín Salazar^{*3}

^{*}National Polytechnic School of Ecuador - Quantitative Economics Department

^{**}National Polytechnic School of Ecuador - Mathematics Department

Quito, Ecuador

Article Info

Received:

29th August 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Diet problem
Linear programming
Nutrition minimum cost
Malnutrition
Poverty

JEL:

C61, D60, E30, I10, I31

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.1>

Abstract

This study aims to estimate the balanced dietary cost in the capital city of Ecuador, a country with high rates of malnutrition and food insecurity. By collecting retail food prices in Quito and using macronutrient composition data to set and solve a diet problem, the study identifies the cheapest combination of foods needed to meet nutritional requirements. Specifically, it identifies three options for minimum cost and nutritionally complete grocery shopping lists that are culturally adapted to Ecuadorian habits. The results show that the reported costs of affording a nutritionally complete diet in Quito, range from US\$ 3.09 to US\$ 3.64 per day, per person, in December 2022 dollars. However, between 28.23% and 32.75% of Ecuadorians cannot afford this cost even if they spend all their income on food, and undernutrition government programs are not sufficient to address the issue.

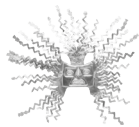
¹ORCID: 0000-0001-5191-8522. CRediT: Conceptualization, Formal Analysis, Research, Validation, Writing - Original Draft, Writing - Proofreading and Editing

²ORCID: 0000-0001-6896-1818. CRediT: Formal Analysis, Research, Methodology, Software, Validation, Writing - Original Draft

³ORCID: 0000-0001-5909-9234. CRediT: Conceptualization, Formal Analysis, Research, Project Management, Validation, Writing - Original Draft, Writing - Proofreading and Editing

E-mail: andrea.bonilla@epn.edu.ec; fernanda.salazar@epn.edu.ec; yasmin.salazar@epn.edu.ec

Copyright © 2024 Bonilla, Salazar and Salazar. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.



HACIENDO NÚMEROS: EL COSTO REAL DE UNA DIETA NUTRITIVA EN ECUADOR

Andrea Bonilla^{*1}, Fernanda Salazar^{**2} y Yasmín Salazar^{*3}

^{*}Escuela Politécnica Nacional del Ecuador - Departamento de Economía Cuantitativa

^{**}Escuela Politécnica Nacional del Ecuador - Departamento de Matemáticas

Quito, Ecuador

Información

Recibido:

29 de agosto de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Problema de dieta
Programación lineal
Costo mínimo de nutrición
Desnutrición
Pobreza

JEL:

C61, D60, E30, I10, I31

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.1>

Resumen

Esta investigación utiliza herramientas de optimización matemática para estimar el costo de una dieta nutricionalmente balanceada, en Quito, capital del Ecuador. El enfoque en Ecuador permite considerar un país con altas tasas de desnutrición e inseguridad alimentaria. En términos metodológicos, en particular, este estudio recopila precios minoristas de alimentos en Quito y utiliza información sobre nutricional de macronutrientes requeridos promedio de un individuo para formular y resolver un problema de dieta. Así, los resultados del estudio identifican combinaciones de alimentos más baratas acorde a requerimientos nutricionales básicos. Específicamente, se proponen tres opciones de listas de compras de bajo costo y nutricionalmente completas, adaptadas culturalmente a los hábitos ecuatorianos. Los resultados muestran que el costo estimado de acceder a una dieta nutricionalmente completa en Quito oscila entre 3,09 y 3,64 dólares estadounidenses por día, por persona (a precios de diciembre de 2022), costo que revela ser no accesible para 28,23 %-32,75 % de los ecuatorianos, esto incluso si destinan todo su ingreso a la compra de alimentos. Por lo tanto, se provee evidencia de que los programas gubernamentales de lucha contra la desnutrición son insuficientes para abordar el problema en Quito-Ecuador.

¹ORCID: 0000-0001-5191-8522. CRediT: conceptualización, análisis formal, investigación, validación, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición

²ORCID: 0000-0001-6896-1818. CRediT: análisis formal, investigación, metodología, software, validación, redacción - borrador original

³ORCID: 0000-0001-5909-9234. CRediT: conceptualización, análisis formal, investigación, administración del proyecto, validación, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición

E-mail: andrea.bonilla@epn.edu.ec; fernanda.salazar@epn.edu.ec; yasmin.salazar@epn.edu.ec

Copyright © 2024 Bonilla, Salazar y Salazar. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. INTRODUCTION

Adequate nutrition is vital for maintaining a healthy life: quality nutrition improves immunity, diminishes disease susceptibility, allows physical and mental development, and increases productivity (Arthur et al., 2015). One in five adult deaths are related to suboptimal diets, through deficient intake of healthy foods and excess intake of unhealthy ones (Afshin et al., 2019). Indeed, a diverse and nutritionally complete diet is needed to sustain a healthy and active life, however, among others, food prices might contribute to poor diet quality and malnutrition (Bai et al., 2021; Darmon & Drewnowski, 2015; Hirvonen et al., 2020).

Ecuador ranks alarmingly high in malnutrition (FAO et al., 2022b, 2023). Is this due to food prices? According to FAO et al. (2022b), the daily cost of a healthy diet in Ecuador, based on 2020 prices, was \$ 2.93, and 21.4 % of the population could not afford it. Food prices do play a significant role, but they are part of a multidimensional issue. Unhealthy eating involves various factors, including individual aspects (e.g., taste preferences, self-discipline, time, and convenience) (Deliens et al., 2014; Whitelock & Ensaff, 2018); family and external environment influences (e.g., parents, friends, and peers) (Blades, 2001; Gottesman, 2002); and the macro environment (e.g., media, advertising, and socio-cultural influences) (Blades, 2001; Deliens et al., 2014).¹

Even though food prices are just part of a complex equation, affordability is key: an individual who cannot afford food is certainly poorly nourished. This study collects retail food prices and utilizes macronutrient composition data to identify the cheapest combination of foods required to meet nutritional needs in Quito, Ecuador. More specifically, it focuses on food products that are available in Quito's local markets, culturally accepted in the Andean Ecuadorian region, and matches each to its nutrient composition to solve the least-cost diet problem. By implementing a primary collection of retail prices and focusing on local and culturally accepted foods, this study contributes to previous research on the cost of a healthy diet in Ecuador in two key aspects: (i) it provides three options for minimum balanced dietary costs along with nutritionally complete grocery shopping lists culturally adapted to Ecuadorian habits, and (ii) it updates the balanced dietary costs in Quito up to December 2022, facilitating discussions on local public policy alternatives.

The paper is organized as follows: the next section is a literature review that integrates the food security, poverty, and malnutrition, and portrays the Ecuadorian panorama. Section 3 details the methodological approach. Sections

¹ The “eat-well” idea that includes, besides a balanced diet, aspects such as pleasure from taste and conviviality, regular meals, cooked food, and natural and pure products (Bildtgard, 2010) is out of the scope of the discussion. So, this study understands the eat-well idea as a healthy (nutritionally complete) diet.

4 and 5 report the minimum cost of alternative nutritional options and discuss the affordability of a healthy diet in Ecuador and the sufficiency of the current Ecuadorian social programs, respectively.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Food Security, poverty, and malnutrition

The term malnutrition is commonly accepted as a definition of an inadequate quality and insufficient quantity of food ingested by a person, but there is no unique definition (Soeters et al., 2017). According to the World Health Organization (WHO), “malnutrition is characterized by inadequate intake of protein, energy, and micronutrients and by frequent infections or disease” (p. 1) (WHO, 2000). In this sense, malnutrition reflects an imbalance between the nutrients required for the adequate functioning of the human body, both in quantity and quality, and it can appear as undernutrition or obesity (Ghosh, 2020). In children, malnutrition implies overweight, obesity, and undernutrition—it includes stunting, wasting, and deficiencies in essential micronutrients, while in adults, the main deficiencies are anemia and obesity (FAO et al., 2022b).

It has been widely documented that malnutrition affects all age groups and populations, especially the poor and vulnerable, causing death, disability, and ill health, and these consequences affect individuals, blocking economic growth and poverty reduction, especially in developing countries (Arthur et al., 2015). Despite inadequate caloric intake and high-burden disease are the leading causes of malnutrition, this condition results from the combination of diverse social and economic factors such as maternal education, socioeconomic status, and income.

Although maintaining a sufficient diet—in both energy (caloric) and nutritional requirements—is important, 3,1 billion people around the world cannot afford a healthy diet (Burki, 2022; FAO et al., 2022b). In other words, billions of people suffer from food insecurity, defined as “a situation that exists when all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life” (FAO, 2001).

Before the COVID-19 pandemic, the climate crisis, and the conflict in Ukraine, it was estimated that 112 million people were affected by food insecurity. Current figures reflect the impact of rising consumer food prices during the pandemic. According to the Food and Agriculture Organization (FAO), this reality poses significant challenges for countries worldwide in their efforts to end hunger and malnutrition by 2030 (Burki, 2022).

Food security is a complex situation. To better understand its mechanism, the (FAO, 2018) proposes four dimensions:

- I. Physical availability of food: related to the supply of food and is determined by the levels of food, production, stock, and net trade.
- II. Economics and physical access to food: to guarantee food security people must earn enough income and it is mandatory to implement policies about expenditure, markets, and prices.
- III. Food utilization: it is related to the process of absorption of nutrients by the body and it is the result of good care and feeding practices, food preparation, diversity of the diet, biological conditions, and intra-household distribution of food.
- IV. Stability of the three previous conditions over time independently of factors which could affected food security such as weather conditions, political instability, or economic factors (unemployment, rising food prices).

An analysis of all dimensions suggests that food insecurity, malnutrition, and poverty are deeply interconnected (FAO, 2018). Consequently, it is unreasonable to separate anti-poverty programs from food security policies, which should prioritize direct nutrition interventions alongside investments in health, water, and education. Furthermore, empirical evidence indicates that economic growth alone is insufficient to address the issue of food security (FAO et al., 2022a).

This paper focuses on Ecuador, a developing Latin-American country that has acquired a bad reputation for its malnutrition figures, food insecurity, and poverty. The scope limits to Quito-Ecuador, the country's main city. By presenting a general overview of the Equatorian situation regarding the three interrelated dimensions (i) malnutrition, (ii) food insecurity, and (iii) poverty; this study motivates the necessity of alleviation policies which must be based on a real balanced dietary cost.

2.1.5. Malnutrition in children

Ecuador ranks second among Latin American countries with the worst performance in chronic undernutrition among children under 5 years of age (Palma, 2018). According to the Ecuadorian National Institute of Statistics and Censuses (INEC-Spanish acronym), between 2014 and 2018, the prevalence of chronic malnutrition in children under five years of age fell from 25,3 % to 23 %. However, for infants under two years of age, the prevalence of chronic malnutrition increased from 24 % to 27,2 % (INEC, 2018). Additionally, the country has the highest prevalence of stunting (23,1 %), after Guatemala (42,8 %) (FAO et al., 2023). According to the same source, in emaciation ranking—the insufficient ingest of both energy and nutrients—Ecuador occupies the sixth place (3,7 %). Finally, other problematic conditions in children's

health are obesity and overweight—the latter is when a child has greater weight concerning his stature. Ecuador rises 5,3 % between 2000 and 2020, growing the 4,2 % to 9,5 %. Among all Latin American countries, Ecuador presented the highest increase.

2.1.6. Malnutrition in women

Anemia is a condition characterized by low levels of hemoglobin concentration in the blood (Chaparro & Suchdev, 2019). It can result from various causes, with iron deficiency being the most common, often due to inadequate dietary iron intake, malabsorption, or iron loss. Anemia has significant consequences, including increased morbidity and mortality in women and children, poor birth outcomes, reduced productivity in adults, and cognitive impairments. Women of reproductive age are particularly affected, with pregnant women being a group of special concern due to their higher iron requirements and increased susceptibility to anemia, which is linked to greater risks of maternal and infant mortality. In Ecuador, anemia prevalence decreased from 25% in 2000 to 18% in 2019 (FAO et al., 2023).

2.1.7. Malnutrition in adults

Obesity and overweight affect 64.4% of the adult population in Ecuador (INEC, 2018). The prevalence of obesity increased from 13% to 19% between 2000 and 2016. Adult obesity is more prevalent among women (25%) than men (15%). While obesity and overweight are conditions often associated with cultural factors, economic aspects also play a significant role. According to the World Health Organization, these conditions are risk factors for various chronic non-communicable diseases, including cardiovascular diseases, diabetes, respiratory diseases, depression, and certain types of cancer (Nyberg et al., 2018). Furthermore, obesity and overweight have aggregate impacts, such as reduced productivity and increased public health expenses.

2.1.8. Food insecurity

Regarding food insecurity, since 2014, moderate to severe food insecurity in the country has increased by 16 %, going from 22 % to 38 % in 2019-2021 (FAO et al., 2023).

2.1.9. Poverty

Related to poverty, in the same period, it increased from 22,5 % (poverty) and 7,7 % (extreme poverty) to 25% and 8,9 %, respectively (INEC, 2022).

During the COVID-19 pandemic, poverty rose 33 % while extreme poverty 15,4 %. Currently, poverty and extreme poverty rates are 25,2 % and 8,2 %, respectively.

Which are the consequences of such a situation? Can we design useful alleviation policies and programs? From an economic point of view, it is well known that the importance of eradicating malnutrition is to prevent harm in the formation of human capital to prevent future low levels of productivity and higher public health costs (Briceño, 2011). Specifically for Ecuador, the consequences of malnutrition are an affected gross motor development in infants (Cavagnari et al., 2022), shorter adult height, less schooling, and reduced economic productivity (Walrod et al., 2018). Moreover, malnutrition could increase the risk of being overweight as adults (because of smaller stature) and increase the mortality rate by diarrhea and respiratory illness.

Although Ecuadorian' conditions in nutrition are alarming, policies have not accounted that malnutrition has at least a double burden: stunting and overweight. Indeed, Ecuadorian programs focus on stunting while ignoring overweight, and, consequently, they neglect the simultaneous problems of malnutrition, micronutrient deficiencies, and overweight or obesity (Freire et al., 2014). Additionally, it seems that the Ecuadorian public health system is unable to face the monetary and non-monetary (morbidity and mortality rates) costs of the stunting-obesity double burden, including the cost of the diseases associated with both (Walrod et al., 2018).

Regarding social policies to eradicate poverty, in 1998, Ecuador implemented a conditional cash transfer program (Armas, 2005) called *Bono de Desarrollo Humano* (BDH). The beneficiaries of the BDH are Ecuadorian citizens living in extreme poverty and they perceive US\$ 55 monthly. Additionally, the Ecuadorian Government presided by Guillermo Lasso founded a new cash transfer program named *Bono Infancia Futuro* destined to eradicate undernutrition. The amount is US\$ 50, and the group of beneficiaries is formed by pregnant women, girls, and boys under 2 years of age living in poverty or extreme poverty. The beneficiaries of the *Bono Infancia Futuro* receive the income from the pregnancy until the boy or girl turns 2 years old, plus three additional single payments will be made if the mother meets some parameters, such as early medical attention, enrollment in civil registration, and constant controls. The benefit is not accumulative, that is if a woman already has any other bonus or pension, she is not eligible for the program.

To evaluate whether policies aimed at eradicating poverty and undernutrition are sufficient, the monthly amount of a money transfer required to enable beneficiaries to afford a diet meeting basic nutritional requirements in Quito is calculated. This analysis represents a small but significant step in addressing malnutrition in Ecuador. It provides valuable insight into the necessary shifts in Ecuadorian public policy toward ensuring food security.

3. METHODOLOGY

Regarding the balanced dietary costs—cost of a complete diet considering nutritional criteria—in 2020, a previous work estimated that an average Ecuadorian inhabitant needed US\$ 109,2 (at August 2020 prices) each month (US\$ 3,64 per day) to fulfill the reference nutritional requirements established by FAO (2018)². Later, various United Nations organizations reported that the daily cost of healthy food in Ecuador, at 2020 prices, was US\$2.93 (FAO et al., 2022b). The discrepancy between these amounts is likely methodological: while Bonilla-Bolaños and Salazar-Mendez (2021) calculated the cost of a nutritionally complete diet based on FAO (2018) requirements—namely, energy (Kcal): 2,132.00; protein (g): 63,98; fat (g): 71,08; carbohydrate (g): 309,21; iron (mg): 11,6-27,4; zinc (mg): 8,3-14,00; vitamin A (µg RE): 400,00-600,00; fiber (g): 25,00-30,00—these requirements differ from the criteria for a so-called “healthy diet” considered by FAO et al. (2022). Furthermore, while FAO et al. (2022) provide globally comparable price estimates, they do not focus on a specific city in Ecuador and do not disclose the selected food products, which precludes the generation of a recommended shopping list.

It is worth noting that, although the knowledge of a daily cost is useful for public policy, people do not eat the same every day, so biasing the daily-monthly inference. Therefore, we prefer to work with weekly nutritional requirements and report monthly, weekly, and daily prices together with a weekly grocery shopping list of minimum cost. Moreover, we provide estimated prices up to December 2022 so that to consider the 2020-2022 inflationary process. Indeed, the cost of locally producing food has increased worldwide during 2020-2022 mainly because (i) the COVID-19 pandemic’s disruption of supply chains increased transportation and energy prices, and (ii) the Russia’s invasion of Ukraine since February 2022 caused agricultural commodities and fertilizers to become scarce.

This study considers both the nutritional and the cost dimensions. On the one hand, a wide list of food products is considered for price collection so that more than one menu can be proposed as an alternative (see Appendix A1). On the other hand, an optimization algorithm is used to select the nutritionally sufficient food combination of minimum monetary cost, which results in a recommended weekly grocery shopping list. So, two methodological steps are followed: (i) construction of a list with eligible food products including their nutritional contributions, price collection, and estimation of an average cost by-product; (ii) formulation of the optimization algorithm used to select the food products that allow a nutritionally adequate diet at a minimum cost for an average individual. Finally, three options of minimum-cost grocery shopping lists are reported.

² See Bonilla-Bolaños & Salazar-Mendez (2021) for details on this estimation.

3.1. Phase 1: Eligible food products and their prices

The selection of food products is based on the Food-Based Dietary Guidelines (GABA) for Ecuador established by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in 2018 (FAO, 2018). The original list was depurated according to availability criteria: a pilot price collection was implemented in representative markets and supermarkets located in Quito to detect the non-available products. Next, following the INEC (2019) Consumers Price Index (CPI) methodology, the prices of all the selected food products were collected 9 times in different outlets (only markets and supermarkets were included following the informant establishments list of the INEC (2019)). The price collection took place in Quito—retailers located at the North and Sud of the city were included—during September 2021. It is worth noting that the CPI methodology was used exclusively for price collection, indeed, while CPI intends to report prices based on consumption habits, the objective here is to report prices of a specific list of food products which are not necessarily the same that are including when reporting consumption habits. The price collection was held by undergraduate students of Economics after they passed a training phase. The Ecuadorian National Institute of Statistics and Censuses (INEC) cooperated with this training phase. Finally, average prices (9 times collected) by item were computed, a database was obtained including nutritional contributions and prices by food product according to its weight in grams (see Appendix A1).

The reference nutritional requirements established by FAO (2018)—namely, energy (Kcal): 2132,00; protein (g): 63,98; fat (g): 71,08; carbohydrate (g): 309,21—are used as a reference for the formulation of the optimization algorithm in the second stage.

3.2. Phase 2: The nutritional groceries shopping list of minimum cost

The problem of finding a nutritionally adequate diet of minimum cost, in terms of the monetary cost of acquiring it, is a problem widely studied in the field of Operations Research. As stated in Sakarovitch (2013), a Linear Program (LP) is an optimization problem in which: (i) the variables of the problem are constrained by a set of linear equations and/or inequalities, and (ii) subject to these constraints, a function—so-called the objective function—is to be maximized (or minimized). This function depends linearly on the variables. A linear program is often written as $\max\{cx: Ax \leq b, x \geq 0\}$ where $A \in R^{m \times n}$, $b \in R^m$, $c \in R^n$ and $x \in R^n$; cx denotes the scalar product of the vectors $c^T x$.

The so-called Diet Problem (DP) was introduced as a linear program by Stigler (1945). It sought to determine how much of 77 foods should be eaten daily so that they meet the daily nutritional needs of a moderately active human at minimal cost. Later, Dantzig (1990) developed the Simplex Algorithm (SA)

and used it to solve the DP: the DP was the first problem solved by the SA which is still the most widely used method for solving linear programming problems.

The DP is an adequate method for the purpose of this article because, on the one hand, it stands out for considering the nutritional properties of food products when optimally selecting a diet; that is, the calories, proteins, minerals, and vitamins that are accepted as adequate or optimal for a certain population group are considered as constraints of the problem. So, the DP result assures that the solution respects maximum and/or minimum bounds of micro and macronutrients. On the other hand, DP allows us to account for tastes and habits. This is important because “if we want diets that someone might be willing to eat, we need models that take account of tastes and habits” (Smith, 1959). Indeed, for a nutritional recommendation to be useful, it is important to consider that eating large quantities of the same food every day is not preferred. So, even if the Stigler (1945) version of the DP results in a minimum cost but restricts diet—because large portions of the cheapest food products are selected—, additional constraints related to palatability and cultural habits can be included to report a more realistic diet proposal.

Moreover, the DP has been widely used for research purposes including different population groups and a variety of distinct nutritional requirements. Just to mention a few, Briend et al. (2003) and Tharrey et al. (2017) presented feeding recommendations for Colombian and Indian children between six and 24 months, respectively. Ali et al. (2016) solved an Integer Programming model for planning menus for school children aged between 13 to 18 years in Malaysia, where given a set of foods they first formed dishes and then selected which dishes will be part of the optimal menus. Using linear programming, Dos Santos et al. (2018) obtained an optimized diet for adults with the least difference from the observed population mean dietary intake while meeting a set of nutritional goals. Regarding healthy diets, there are more dimensions to analyze such as the income level of the focus group, as addressed in Verly-Jr et al. (2019), where the goal is to improve nutritional intake without increasing the household expenses on food. Further evidence and details about the DP application can be found in, inter alia, Gazan et al., (2018) and Babalola et al. (2020).

In this study, the design of an optimal diet will be developed using the methodology that is usually applied in the field of Operation Research, so the steps of Phase 2 are (i) to formulate a linear programming (LP) model, (ii) to implement a solution algorithm, and (iii) to run computational validation tests.

In the context of this study, the DP is defined as follows: given a set of food products along with their costs and their set of macronutrients, the objective is to determine the amount of each product that must be on a diet to meet both the nutritional requirements of a person and an established energy value, at the lowest possible cost.

To formulate the optimization model, let I be defined as the set of foods containing the 145 food products which prices were collected in Phase 1, and let $x_i \in \mathbb{Z}_+$ be integer decision variables indicating the number of servings of food $i \in I$ to be consumed during a week. It is important to mention that the servings are set as directed by a nutritionist using measures like cups, spoons, slices, etc.

Thereafter, to represent all criteria that the DP formulation requires, for every food $i \in I$ the following parameters are defined:

Costs:

c_i : cost per serving of food i , $i \in I$.

Macronutrients:

p_i : amount of protein provided by a serving of i , $i \in I$.

b_i : amount of carbohydrates provided by a serving of i , $i \in I$.

f_i : amount of fat provided by a serving of food i , $i \in I$.

Energy:

e_i : amount of energy provided by a serving of food i , $i \in I$.

Diet diversity:

r_i : maximum number of weekly servings of food i , $i \in I$.

Furthermore, each food $i \in I$ belongs to exactly one category j , with $j \in [1,9]$. Table 1 shows the categories considered in this study where g_j represents a set containing food products of the stated category.

Table 1 Food products categories based on FAO (2018)

Category(1)	Group
Cereals	g_1
Meats (meat, fish, shellfish, and eggs)	g_2
Fruits	g_3
Vegetables	g_4
Dairy	g_5
Legumes	g_6
Fats	g_7
Sugars and sweets	g_8
Tubers, starchy roots, and plantain	g_9

Notes. (1) The food products were regrouped such that conventional nutritional portions could be accounted into the programming algorithm.

Note that the food groups form a partition on the set of foods I ; i.e., $I = g_1 \cup g_2 \cup g_3 \cup g_4 \cup g_5 \cup g_6 \cup g_7 \cup g_8 \cup g_9$; and the intersection of all the sets g_j , $j \in [1,9]$ is empty.

For minimizing the total cost of a weekly diet when it includes x_i number of servings of food $i \in I$ per week, the objective function is defined as $\min \sum_{i \in I} c_i x_i$ which measures the total cost associated with the use of servings of foods in the solution. The optimization problem DP is subject to the constraints that are described below.

Table 2. Set LB and UB for macronutrients and energy based on FAO (2018)

Macronutrient	Minimal Requirements		Margin (10 %)
	Daily	Weekly (LB)	Weekly (UB)
Energy (Kcal)	2.132	14.924	1,1(14.924) = 16.416,4
Protein (g)	63,98	447,86	1,1(447,86) = 492,65
Fat (g)	71,08	497,56	1,1(497,56) = 547,32
Carbohydrate (g)	309,21	2.164,47	1,1(2.164,47) = 2.380,92

Notes. LB: lower bound, UB: upper bound. The LB-UB restricts the allowed deviation of the solution from the nutritional recommendation.

According to the FAO's Food-Based Dietary Guidelines for Ecuador (FAO, 2018), for each macronutrient, the recommended daily consumption in grams is given by protein: 63,98; fat: 71,08, and carbohydrate: 309,21 whereas the total energy needed by an average individual is 2.132,00 Kcal. From a nutritional point of view, a margin of 10 % is allowed for such criteria. Table 2 shows the lower bounds (LB) and upper bounds (UB) for macronutrients and energy.

Therefore, the following constraints are included in the optimization model so that the recommendations are fulfilled.

$$14.924 \leq \sum_{i \in I} e_i x_i \leq 1,1(14.924) \quad (1)$$

$$447,86 \leq \sum_{i \in I} p_i x_i \leq 1,1(447,86) \quad (2)$$

$$497,56 \leq \sum_{i \in I} f_i x_i \leq 1,1(497,56) \quad (3)$$

$$2.164,47 \leq \sum_{i \in I} b_i x_i \leq 1,1(2.164,47) \quad (4)$$

In addition, restrictions on weekly portions of dairy, meats, cereals, sugars and sweets, and vegetables and fruits, are included according to standard dietary guidelines (Montagnese et al., 2015). These restrictions are necessary for reporting more diverse options, that is, for accounting the fact that people do not eat the same every day. The constraints are:

$$1 \leq \sum_{i \in g_2} x_i \leq 7 \quad (5)$$

$$7 \leq \sum_{i \in g_3} x_i \leq 14 \quad (6)$$

$$7 \leq \sum_{i \in g_4} x_i \leq 21 \quad (7)$$

$$14 \leq \sum_{i \in g_5} x_i \leq 21 \quad (8)$$

$$\sum_{i \in g_7} x_i \leq 7 \quad (9)$$

$$\sum_{i \in g_8} x_i \leq 7 \quad (10)$$

Constraint 5 ensures that during a week, at least one serving of meats and a maximum of seven servings will be consumed. Constraint 6 guarantees the daily consumption of one or two fruits. Analogously, constraints 7 and 8 impose upper and lower bounds on the weekly servings of vegetables and dairy products, respectively. Finally, constraints 9 and 10 determine that the maximum consumption of both, fats, and sugars, should not exceed seven servings per week.

The last methodological step is the analysis of the criterion related to the palatability of the diet which refers to defining what is the maximum serving of foods that a person can consume during a week. Such quantities determine the variety of the diet so that it is possible to obtain a miscellaneous shopping list and must correspond to portions that can be eaten in real life. In this study,

the variety parameter is fixed as constant for all foods, and it is noted by r . Consequently, the following constraints are included in the optimization model:

$$\begin{aligned} x_i &\geq r \\ \forall i \in I \end{aligned} \tag{11}$$

Note that the solution of the problem, i.e., the diet with minimum cost that respect all the constraints, will depend on the value of r . Once a final solution is obtained, it is possible to report more than one option of the weekly minimum cost of a balanced dietary, three options are reported. Moreover, the (non)affordability of the resulting options is estimated by using December-2022 data from the Ecuadorian official labor survey so-called ENEMDU (INEC, 2022)³, which provides data on households income. More specifically, the non-affordability proportion is estimated by calculating the proportion of the population which household per-capita income is less than the resulted minimum cost of a balanced diet.

4. RESULTS AND LIMITATIONS

The food products which prices were collected (133 in total as detailed in Appendix A1) are divided into 12 categories by FAO (2018):

1. Cereals (16 products)
2. Tubers, starchy roots, and plantain (7 products)
3. Vegetables with moderate energy intake (6 products)
4. Vegetables with low energy intake (18 products)
5. Fruits (26 products)
6. Lean meats, fish, shellfish, and eggs (14 products)
7. Low-fat meats and eggs (14 products)
8. Cooked dried legumes (5 products)
9. Full fat dairy (3 products)
10. Oilseeds and oily fruits (6 products)
11. Sugars and sweets in syrup (12 products)
12. Pastry sweets (6 products)

³ Data is available in: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-laborales-enemdu-empleo-diciembre-2022/>

For programming reasons, these 12 categories were regrouped into 9 (see Table 1). More specifically, all vegetables were regrouped into a single category—Vegetables (g_4)—in Table 3.1, which includes FAO (2018)’s categories 3 and 4. Similarly, all animal proteins were regrouped into the Meats category (meat, fish, shellfish, and eggs) (g_2), encompassing FAO (2018)’s categories 6 and 7. Additionally, all sugars FAO (2018)’s categories 11 and 12 are included in Sugars and sweets (g_8). However, the reported results are in line with FAO (2018)’s classification so that the disaggregated category can be identified.

As detailed in Section 3, the optimization exercise exclusively accounted for nutritional recommendations regarding energy and macronutrients—see relations (1) to (4). Even if no micronutrient restriction is included, relations (5) to (10) indirectly accounts for its inclusion and diversity by restricting the algorithm to report choices that respect minimum and maximum weekly portions of dairy, meat and fish, cereals, sugars and sweets, and vegetables and fruits.

The optimization model was solved to optimality using the integer programming solver Gurobi 9.1.1 in default settings, with its Python interface. All the experiments were performed in a matter of seconds on an Intel Core i7-8665U 2,10 GHz with 16 GB RAM running Windows 10 Pro.

The resulting grocery shopping lists of minimum cost are detailed in table 3. Three alternative nutritionally equivalent lists are provided. Although more than three options can be reported, the ones in Table 3 are enough for the purpose of this research: to estimate the cost of a nutritionally complete diet. The alternative shopping lists are all nutritionally complete, but its diversity is different: Option (A), the most diverse, is restricted to include a maximum of 5 weekly servings of the same product. It includes 34 products while Options (B) and (C), which include a maximum of 6 and 7 servings of the same food, consist of 32 and 24, respectively (see Table 4). As shown by Table 3, some food products—for instance, rice, raw oats (flakes), yuca, among others—appear in all shopping list because of its low cost, but also several other products as *machica* and quinoa, are both affordable and highly nutritious.

Table 3. Grocery shopping lists of minimum cost and nutritionally complete

Option (A): Maximum 5 weekly servings per food				Option (B): Maximum 6 weekly servings per food				Option (C): Maximum 7 weekly servings per food			
Food product	Por	Weekly weight (g)	Food Category	Food product	Por	Weekly weight (g)	Food Category	Food product	Por	Weekly weight (g)	Food Category
Rice	5	150	C	Rice	6	180	C	Rice	7	210	C
Raw oats (flakes)	5	225	C	Raw oats (flakes)	6	270	C	Raw oats (flakes)	7	315	C
Pearl barley	5	225	C	Pearl barley	6	270	C	Pearl barley	7	315	C
Salt crackers	5	160	C	Salt crackers	6	192	C	Salt crackers	7	224	C
Machica flour	5	150	C	Machica flour	6	180	C	Machica flour	7	210	C
Corn flour	5	150	C	Corn flour	6	180	C	Corn flour	7	210	C
Quinoa flour	5	175	C	Quinoa flour	3	105	C	Cornstarch	7	70	C
Cornstarch	5	50	C	Cornstarch	6	60	C	Wholemeal bread	7	175	T
Toasted corn or chulpi	5	225	C	Toasted corn or chulpi	1	45	C	Sweet potato	7	700	T
Bread	5	125	C	Wholemeal bread	6	150	C	Banana flour	7	210	T
Wholemeal bread	5	125	C	Raw quinoa	6	270	C	Average potato	6	600	T
Raw quinoa	5	225	C	Sweet potato	6	600	T	Green banana	7	490	T
Sweet potato	5	500	T	Banana flour	6	180	T	Yucca	7	490	T
Banana flour	5	150	T	Melloco	1	100	T	Paean onion	7	280	VegL

Average potato	5	500	T	Average potato	6	600	T	Banana	7	560	F
Green banana	5	350	T	Green banana	6	420	T	Chicken wings	7	210	LFME
Yucca	5	350	T	Yucca	6	420	T	Beef rib	7	210	LFME
Paean onion	5	200	VegL	Paean onion	6	240	VegL	Chicken eggs	7	385	LFME
Creole lettuce	1	50	VegL	Creole lettuce	1	50	VegL	Dry lentil	1	30	DLeg
Green pepper	1	75	VegL	Banana	6	480	F	Pasteurized milk	7	1.715	FFD
Banana	5	400	F	Orange	1	100	F	Natural yoghurt without sugar	7	1.715	FFD
Orange	2	200	F	Pork chop	3	90	MFE	Roasted peanuts with oil and salt	7	210	OS&F
Pork chop	3	90	MFE	Chicken wings	6	180	LFME	Cake	1	50	PS
Chicken wings	5	150	LFME	Beef rib	6	180	LFME	Waffer cookies	6	150	PS
Beef rib	5	150	LFME	Chicken eggs	6	330	LFME				
Chicken eggs	5	275	LFME	Pasteurized milk	6	1.470	FFD				
Dry bean	2	60	DLeg	Natural yoghurt without sugar	6	1.470	FFD				

Pasteurized milk	5	1.225	FFD	Light flavored yogurt	2	490	FFD
Natural yoghurt without sugar	5	1.225	FFD	Roasted peanuts with oil and salt	6	180	OS&F
Light flavored yogurt	4	980	FFD	Salted Peanut Butter	1	30	OS&F
Roasted peanuts with oil and salt	5	150	OS&F	Waffer cookies	1	18	PS
Salted Peanut Butter	2	60	OS&F	Cake	6	150	PS
Waffer cookies	3	75	PS				
Cake	4	200	PS				

Notes. The categories abbreviation are as follows: Cereal (C), Tubers, starchy roots, and plantain (T), Vegetables with moderate energy intake (VegM), Vegetables with low energy intake (VegL), Fruits (F), Lean meats, fish, shellfish, and eggs (MFE), Low-fat meats and eggs (LFME), Cooked dried legumes (DLeg), Full fat dairy (FFD), Oilseed and oil fruits (OS&F), Sugars and sweets in syrup (S) and Pastry sweets (PS).

Table 4. Macronutrients proportion and diet diversity

Weekly grocery shopping list option	(A)		(B)		(C)	
Maximum portions by category (r)	5		6		7	
Number of included food products	34		32		24	
Weekly energy (Kcal)	14.933,97	%	14.927,16	%	14.924,53	%
Protein (g)	492,24	13,18	492,61	13,20	491,04	13,16
Fat (g)	497,58	29,99	498,32	30,05	498,13	30,04
Carbohydrate (g)	2.185,30	58,53	2.179,43	58,40	2.185,31	58,57

Notes. The adequation percentages by macronutrient are superior to 90 %: the standard diet is composed by protein (15 %), fat (20 %) and carbohydrate (65 %) and diets associated to (A), (B) and (C) grocery shopping lists are composed by protein (13 %), fat (29 %) and carbohydrate (58 %). All diet options are nutritionally adequate.

As detailed in Table 4, the three options account for more than 14.000 kilocalories per week and the proportion of protein, fat, and carbohydrates is adequate. So, they are all good enough from a macro-nutritional point of view, but Option (A) is preferred for a diversity matter: a more diverse diet is preferred not only because of its adherence but also because of the wider spectrum of micronutrients it includes. Notwithstanding, diversity cost more: as reported by Table 5, Option (A) can be bought with US\$ 26,81 by week December 2022 US dollars while Option (B) costs US\$ 24,67 and Option (C) costs US\$ 22,74. For these amounts to become a monthly minimum monetary requirement for nutritionally eating we need to add, at least, the sugar, salt, and condiments monthly cost. Based on the items included by the Ecuadorian National Statics Institute in the so-called Vital Family Basket, we add US\$ 1,89 per person of December 2022 US dollars by month to all options. So, the minimum monthly balanced dietary cost is US\$ 103,13 December 2022 dollars (US\$ 100,58 and US\$ 92,83, respectively, for less diverse options). That is, US\$ 3,64 (US\$ 3,35 and US\$ 3,09) per person per day.

Thus, the results indicate that an average Ecuadorian requires between US\$3.09 and US\$3.64 per day in December 2022 dollars to meet nutritional requirements. As a point of comparison, previous estimates provide different figures: Bonilla-Bolaños and Salazar-Mendez (2021) reported a daily cost of US\$3.64 in 2020 dollars, while FAO et al. (2022b) reported US\$2.93 for the same year. Adjusted to December 2022 dollars, these figures correspond to

US\$3.98 and US\$3.20, respectively.⁴ Even if the food baskets used to compute these costs are not the same, their nutritional composition can be thought as equivalent. Other than reporting an updating amount of the balanced dietary cost in Ecuador, our study adds to previous estimations by reporting different weekly grocery shopping lists, so that the daily balanced dietary cost materializes into real cooking options for the population. All options detailed in Table 3 are nutritionally equivalent—regarding kilocalories and macronutrient requirements—and of minimum cost, the difference between options is because of diversity: more diverse options are more expensive. Moreover, all food products included in the proposed weekly shopping lists are culturally adapted to Ecuadorian food production.

Table 5. The minimum balanced dietary cost

Weekly grocery shopping list option	(A)	(B)	(C)
Optimum weekly cost (August 2021 prices)	\$ 24,76	\$ 22,78	\$ 20,99
August 2021-December 2022 inflation rate	8,29 %	8,29 %	8,29 %
Optimum weekly cost (December 2022 prices)	\$ 26,81	\$ 24,67	\$ 22,74
Optimum monthly cost (December 2022 prices)	\$ 107,24	\$ 98,69	\$ 90,94
Sugar, salt, and condiments monthly cost (CFV Dec 2022 INEC)	\$ 1,89	\$ 1,89	\$ 1,89
Monthly cost including sugar, salt, and condiments (Dec 2022 prices)	\$ 109,13	\$ 100,58	\$ 92,83

Notes. The price collection phase was held during August 2021, so, to report an updated price, the August 2021-December 2022 inflation rate of food (CCIF Code 011 from CPI Ecuadorian National Statistics Institute INEC) was accounted for. The sugar, salt, and condiments monthly cost (CFV December 2022 INEC) is \$7,57 per household. As INEC considers a representative household of 4 members, the monthly cost is divided by 4 so that to consider an individual amount.

Another question of interest when discussing the estimated balanced dietary cost is its affordability. So, are US\$ 3,09-US\$ 3,64 per person, per day, affordable for Ecuadorians? As a first answer clue, let's consider that, up to January 2023, the average income of a 4-member Ecuadorian household is 840,00 US dollars (INEC, 2023). So, a nutritionally complete diet in Ecuador

⁴ To update the 2020 prices, the December 2020–December 2022 inflation rate for food (CCIF Code 011 from the Consumer Price Index of the Ecuadorian National Statistics Institute, INEC) was applied. This corresponds to a 9,2641 % price increase.

(taking Quito as reference) appears to be affordable, in average. Okay, let's consider a broader picture: does this mean that all Ecuadorian inhabitants can afford it? A first technical estimation based on Quito's costs is: No, it does not. Table 6 reports the proportion of Ecuadorian inhabitants which monthly household per-capita income is less than \$ 109,13 (A), \$ 100,58 (B), and \$ 92,83 (C), respectively. It appears that 32,75 % (31,57 % and 28,23 %) of total population has a per-capita household income that amounts less than US\$ 109,13 (US\$ 100,58 and US\$ 92,83, respectively) by month. This estimated proportion of non-affordability reveals a crucial panorama: even spending all their income on food, it is not possible for 32,75 % (31,57 % and 28,23 %) of households to access complete nutrition in Quito—the panorama is even worse if including the cost of the rest of basic needs (e.g., dress, dwelling, health, education). Indeed, in Ecuador, the extreme income poverty line, as of December 2022, amounts to US\$ 50,00 per capita by month while the income poverty line amounts to US\$ 88,72 (INEC, 2022).

Table 6. Affordability of a nutritionally complete diet, December 2022

Shopping list option	Monthly cost	Non-affordability proportion			
		Estimate	Estimation Error	IC inf 95 %	IC sup 95 %
(A)	\$ 109,13	0,3275357	0,0122779	0,3034637	0,3516077
(B)	\$ 100,58	0,3157301	0,0125445	0,2911354	0,3403248
(C)	\$ 92,83	0,2823409	0,0122376	0,2583478	0,3063339

Notes. The non-affordability proportion is estimated by calculating the proportion of population which household per-capita income is less than \$ 109,13 (A), \$ 100,58 (B), and \$ 92,83 (C), respectively. The reported proportion is estimated using December-2022 data from the Ecuadorian official labor survey so-called ENEMDU (<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-laborales-enemdu-empleo-diciembre-2022/>).

Clearly, poor people cannot afford nutrition in Quito, Ecuador. There is some room for public policy. The natural next question is: does the Ecuadorian social system guarantee its beneficiaries to eat a nutritionally complete diet? And again, it seems that the answer is: No, it does not. Table 7 summarizes the current Ecuadorian cash transfer programs revealing that the Ecuadorian social system, which exclusively includes targeted cash transfer programs, cannot assure the affordability of a nutritionally complete diet: the Bono Infancia Futuro—which main goal is to eradicate undernutrition and which beneficiaries are pregnant women, girls, and boys under 2 years of age living in poverty or extreme poverty—allocates US\$ 50,00 USD by month while the actual minimum balanced dietary cost ranges between US\$ 109,13 and US\$ 92,83, monthly. Furthermore, the *Pensión Desnutrición* (Undernutrition Pension), which is a complement of the *Bono Infancia Futuro*, allocates US\$ 240 in three single payments if, and only if, the mother had early medical attention,

enroll in civil registration and attend to constant controls. It is worth nothing that, the *Pensión Desnutrición* is not cumulative: if the mother is beneficiary of any other social program, she is not eligible for the undernutrition programs.

Table 7. Ecuadorian cash transfer programs (up to 2023)

	Cash transfer amount in USD
Bono de Desarrollo Humano	\$ 55
Pensión Mis Mejores Años	\$ 100
Pensión para Adultos Mayores	\$ 50
Bono Joaquín Gallegos Lara	\$ 240
Pensión Toda una Vida	\$ 100
Pensión para Personas con Discapacidad	\$ 50
Cobertura de contingencias	variable
Pensión desnutrición	240
Bono Infancia Futuro o Bono de los 1000 días	50

Source. Ministry of Economic and Social Inclusion-Ecuador.

5. CONCLUSIONS AND DISCUSSION

Ecuadorian inhabitant's nutrition state is alarming: by 2018, Ecuador ranked second among the Latin-American countries with the worst performance in chronic undernutrition in children under 5 years of age; by 2019, 18 % of Ecuadorian women had anemia; obesity in Ecuadorian adults increased from 13 % to 19 % in the period 2000-2016. Moreover, food insecurity in Ecuador increased from 22 % to 38 % during the period 2019-2021. Among other factors, malnutrition in Ecuador is caused by poverty: 25,2 % of Ecuadorians are poor and 8,2 % are extremely poor.

The cost of eating a nutritionally complete diet in Quito, Ecuador, ranges between US\$ 3.09 and US\$ 3.64 per day, per person, in December 2022 dollars. This amount reflects a minimum cost, calculated using a minimization algorithm that solves the dietary problem (DP) for a set of food products whose prices were determined through a primary data collection. It exclusively considers a selection of Ecuadorian food products, making it the cost of complete nutrition tailored to Ecuadorian culinary culture. The reported balanced dietary cost is accompanied by a weekly shopping list that translates the calculated amount into practical cooking options for the population.

A less encouraging finding is that, even if they spend all their income in food, between 28,23 % and 32,75 % of Ecuadorians cannot afford this cost. Moreover, the income poverty, and extreme poverty, lines are below the balanced dietary cost. An even more alarming concluding remark is that the undernutrition government programs are not sufficient: they allocate an amount of money that does not guarantee their beneficiaries to afford the minimum cost of a nutritionally complete diet in Quito.

Finally, it is worth reflecting on the nature of the Ecuadorian undernutrition programs. The current malnutrition state of Ecuadorian citizens is such that its eradication implies a structural transformation of the very conception of social policy. Indeed, the Ecuadorian social policy is characterized by income transfer programs that are not only limited by the allocated budget, but also designed to ignore the reality of households living in poverty and extreme poverty conditions: even if poor and extremely poor people do receive a cash transfer from the State, their labor income does not allow them to reach a minimum income to satisfy basic needs. Furthermore, in Ecuador, people living in poverty face various types of deprivation: little access to water, sewerage, health, and education services; they live in overcrowding. Consequently, social investment should include programs guaranteeing that people living in poverty not only can eat better, but also can live in decent conditions.

Although these conclusions are based exclusively on Quito's cost of eating, our contribution is an attempt to show the need of technically based public policy decisions. How do Ecuadorian policymakers decide the amount of money allocated to social programs? Are the chosen allocations amounts sufficient? Further research is surely needed to better understand these questions, notwithstanding, this study provides technical evidence of a negative answer.

This study's limitations allow us to provide, at least three, future research needs: (i) the scope here limits to price collection in Quito-Ecuador, a broader scope is required if a national public policy is to be settled; (ii) the reported balanced dietary costs are for an average Ecuadorian adult while a distinction among population's age and sex is recommended for targeting policy, as, for instance, the *Pensión Desnutrición* (Undernutrition Pension) program; and (iii) if a food security program is aimed, that is, for the aiming objective that "all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life", sufficiency is not enough. Moreover, even if people do have enough money to afford a balanced dietary cost, it is not possible to affirm that nutrition is guaranteed because of preferences, ignorance of nutrition principles, etc. This third extension can be extensively discussed, so, for concluding the purpose of this research, just two opposite arguments are briefly mentioned: (i) as asserted by WHO (2021), a policy for public food procurement should consider more than food affordability, and (ii) if affordability (or some kind of nutritious food provision) is not guaranteed,

it is impossible to aim for food security. So, it seems that Ecuador's primary need is for people to be able to afford at least the balanced dietary costs.

REFERENCES

- Afshin, A., Sur, P. J., Fay, K. A., Cornaby, L., Ferrara, G., Salama, J. S., Mullany, E. C., Abate, K. H., Abbafati, C., Abebe, Z., Afarideh, M., Aggarwal, A., Agrawal, S., Akinyemiju, T., Alahdab, F., Bacha, U., Bachman, V. F., Badali, H., Badawi, A., ... Murray, C. J. L. (2019). Health Effects of Dietary Risks in 195 Countries, 1990–2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 393(10184), 1958–1972. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30041-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8)
- Ali, M., Sufahani, S., & Ismail, Z. (2016). A New Diet Scheduling Model for Malaysian School Children Using Zero-One Optimization Approach. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 12, 413–419.
- Armas, A. (2005). *Redes e institucionalización en Ecuador: Bono de Desarrollo Humano*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5796/1/S05828_es.pdf
- Arthur, S. S., Nyide, B., Soura, A. B., Kahn, K., Weston, M., & Sankoh, O. (2015). Tackling Malnutrition: A Systematic Review of 15-Year Research Evidence from INDEPTH Health and Demographic Surveillance Systems. *Global Health Action*, 8(1), 28298. <https://doi.org/10.3402/gha.v8.28298>
- Babalola, A., Ojokoh, B., & Odili, J. (2020). Diet Optimization Techniques: A Review. *Proceedings of the 2020 International Conference on Mathematics and Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS)*. <https://doi.org/10.1109/ICMCECS47690.2020.240857>
- Bai, Y., Alemu, R., Block, S. A., Headey, D., & Masters, W. A. (2021). Cost and Affordability of Nutritious Diets at Retail Prices: Evidence from 177 Countries. *Food Policy*, 99, 101983. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101983>
- Bildtgard, T. (2010). What It Means to “Eat Well” in France and Sweden. *Food and Foodways*, 18(4), 209–232. <https://doi.org/10.1080/07409710.2010.529017>
- Blades, M. (2001). Factors Affecting What We Eat. *Nutrition & Food Science*, 31(2), 71–74. <https://doi.org/10.1108/00346650110366982>
- Bonilla-Bolaños, A., & Salazar-Méndez, Y. (2021). *Hablemos de renta básica universal en el ecuador: monto mínimo de una canasta básica emergente y beneficiarios*. Escuela Politécnica Nacional. https://economia.epn.edu.ec/images/ARCHIVOS/NOTAS_TECNICAS/Nota_tecnica_1-Hablemos_sobre_la_renta_basica_universal.pdf
- Briend, A., Darmon, N., Ferguson, E., & Erhardt, J. (2003). Linear Programming: A Mathematical Tool for Analyzing and Optimizing Children’s Diets During the Complementary Feeding Period. *Journal*

- of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 36(1), 12–22. <https://doi.org/10.1097/00005176-200301000-00006>
- Burki, T. (2022). Food Security and Nutrition in the World. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 10(9), 622. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00220-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00220-0)
- Cavagnari, B., Guerrero-Vaca, D., Carpio-Arias, V., Durán-Aguero, S., Veloz, A. F., Robalino-Valdivieso, M., Morejón-Terán, Y., & Vinuesa Veloz, M. F. (2022). Gross Motor Development and Malnutrition in Ecuadorian Children: A Cross-Sectional Study. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1503238/v2>
- Chaparro, C. M., & Suchdev, P. S. (2019). Anemia Epidemiology, Pathophysiology, and Etiology in Low- and Middle-Income Countries. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1450(1), 15–31. <https://doi.org/10.1111/nyas.14092>
- Dantzig, G. B. (1990). The Diet Problem. *Interfaces*, 20(4), 43–47. <https://doi.org/10.1287/inte.20.4.43>
- Darmon, N., & Drewnowski, A. (2015). Contribution of Food Prices and Diet Cost to Socioeconomic Disparities in Diet Quality and Health: A Systematic Review and Analysis. *Nutrition Reviews*, 73(10), 643–660. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv027>
- Deliens, T., Clarys, P., De Bourdeaudhuij, I., & Deforche, B. (2014). Determinants of Eating Behaviour in University Students: A Qualitative Study Using Focus Group Discussions. *BMC Public Health*, 14(1), 53. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-53>
- Dos Santos, Q., Sichieri, R., Darmon, N., Maillot, M., & Verly-Junior, E. (2018). Food Choices to Meet Nutrient Recommendations for the Adult Brazilian Population Based on the Linear Programming Approach. *Public Health Nutrition*, 21(8), 1538–1545. <https://doi.org/10.1017/S1368980017003883>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2001). *The State of Food Insecurity in the World 2001*. FAO. <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/122100/>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2008). *The State of Food Insecurity in the World 2008: High Food Prices and Food Security—Threats and Opportunities*. FAO. <https://www.fao.org/3/i0291e/i0291e.pdf>
- FAO Ecuador. (2018). *Guías alimentarias basadas en alimentos (GABA) del Ecuador*. FAO.
- FAO, FIDA, OPS, PMA, & UNICEF. (2023). *Panorama Regional de la Seguridad Alimentaria y Nutricional-América Latina y el Caribe 2022: Hacia una Mejor Asequibilidad de las Dietas Saludables*. <https://doi.org/10.4060/cc3859es>

- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2022a). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022: Repurposing Food and Agricultural Policies to Make Healthy Diets More Affordable*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2022b). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- Freire, W. B., Silva-Jaramillo, K. M., Ramírez-Luzuriaga, M. J., Belmont, P., & Waters, W. F. (2014). The Double Burden of Undernutrition and Excess Body Weight in Ecuador. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(6), 1636S–1643S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.083766>
- Gazan, R., Brouzes, C. M. C., Vieux, F., Maillot, M., Lluch, A., & Darmon, N. (2018). Mathematical Optimization to Explore Tomorrow's Sustainable Diets: A Narrative Review. *Advances in Nutrition*, 9(5), 602–616. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy049>
- Ghosh, S. (2020). Factors Responsible for Childhood Malnutrition: A Review of the Literature. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 8(2), 360–370. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.2.01>
- Gottesman, M. M. (2002). Helping Toddlers Eat Well. *Journal of Pediatric Health Care*, 16(2), 92–96. <https://doi.org/10.1067/mpH.2002.122804>
- Hirvonen, K., Bai, Y., Headey, D., & Masters, W. A. (2020). Affordability of the EAT-Lancet Reference Diet: A Global Analysis. *The Lancet Global Health*, 8(1), e59–e66. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30447-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30447-4)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2019). *Índice de Precios al Consumidor (IPC) - Metodología*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2019/Doc-metodologicos-ago-2019/Metodologia_IPC\(Base%202014%3D100\).pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2019/Doc-metodologicos-ago-2019/Metodologia_IPC(Base%202014%3D100).pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022a). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), Diciembre 2022: Pobreza y Desigualdad*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2022/Diciembre_2022/Informe_pobreza_diciembre_2022.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). *Informe Ejecutivo de las Canastas Analíticas: Básica y Vital. Enero 2023*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/canastas/Canastas_2023/Enero/1.%20Informe_Ejecutivo_Canastas_Analiticas_ene_2023.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2018). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT)*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022b). *Pobreza por Ingresos: Indicadores de Pobreza y Desigualdad-Ecuador*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-diciembre-2022/>

- Montagnese, C., Santarpia, L., Buonifacio, M., Nardelli, A., Caldara, A. R., Silvestri, E., Contaldo, F., & Pasanisi, F. (2015). European Food-Based Dietary Guidelines: A Comparison and Update. *Nutrition*, 31(7–8), 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.01.002>
- Nyberg, S. T., Batty, G. D., Pentti, J., Virtanen, M., Alfredsson, L., Fransson, E. I., Goldberg, M., Heikkilä, K., Jokela, M., Knutsson, A., Koskenvuo, M., Lallukka, T., Leineweber, C., Lindbohm, J. V., Madsen, I. E. H., Magnusson Hanson, L. L., Nordin, M., Oksanen, T., Pietiläinen, O., ... Kivimäki, M. (2018). Obesity and Loss of Disease-Free Years Owing to Major Non-Communicable Diseases: A Multicohort Study. *The Lancet Public Health*, 3(10), e490–e497. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(18\)30139-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(18)30139-7)
- Palma, A. (2018). *Malnutrition Among Children in Latin America and the Caribbean*. CEPAL. <https://www.cepal.org/en/insights/malnutrition-among-children-latin-america-and-caribbean>
- Sakarovitch, M. (2013). *Linear Programming*. Birkhäuser. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4106-3>
- Smith, V. E. (1959). Linear Programming Models for the Determination of Palatable Human Diets. *Journal of Farm Economics*, 41(2), 272–283. <https://doi.org/10.2307/1235154>
- Soeters, P., Bozzetti, F., Cynober, L., Forbes, A., Shenkin, A., & Sobotka, L. (2017). Defining Malnutrition: A Plea to Rethink. *Clinical Nutrition*, 36(3), 896–901. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.032>
- Stigler, G. J. (1945). The Cost of Subsistence. *Journal of Farm Economics*, 27(2), 303–314. <https://doi.org/10.2307/1231810>
- Tharrey, M., Olaya, G., Fewtrell, M., & Ferguson, E. (2017). Adaptation of New Colombian Food-Based Complementary Feeding Recommendations Using Linear Programming. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 65(5), 582–589. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001662>
- Verly-Jr, E., Sichieri, R., Darmon, N., Maillot, M., & Sarti, F. M. (2019). Planning Dietary Improvements Without Additional Costs for Low-Income Individuals in Brazil: Linear Programming Optimization as a Tool for Public Policy in Nutrition and Health. *Nutrition Journal*, 18(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12937-019-0466-y>
- Walrod, J., Seccareccia, E., Sarmiento, I., Pimentel, J. P., Misra, S., Morales, J., Doucet, A., & Andersson, N. (2018). Community Factors Associated with Stunting, Overweight and Food Insecurity: A Community-Based Mixed-Method Study in Four Andean Indigenous Communities in Ecuador. *BMJ Open*, 8(7), e020760. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020760>

-
- Whitelock, E., & Ensaff, H. (2018). On Your Own: Older Adults' Food Choice and Dietary Habits. *Nutrients*, 10(4), 413. <https://doi.org/10.3390/nu10040413>
- World Health Organization (WHO). (2000). *Turning the Tide of Malnutrition: Responding to the Challenge of the 21st Century*. WHO. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66505>
- World Health Organization (WHO). (2021). *Action Framework for Developing and Implementing Public Food Procurement and Service Policies for a Healthy Diet*. WHO. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/338525>

APPENDIX

Appendix A1.

Table A1. FAO (2018)'s food products classification for Ecuadorian culture

	Category	Acronym	Food product
1	Cereal	C	Rice
2	Cereal	C	Raw oats (flakes)
3	Cereal	C	Pearl barley
4	Cereal	C	Breakfast cereal
5	Cereal	C	Wheat noodle
6	Cereal	C	Salt crackers
7	Cereal	C	Machica flour
8	Cereal	C	Corn flour
9	Cereal	C	Quinoa flour
10	Cereal	C	Cornstarch
11	Cereal	C	Toasted corn or chulpi
12	Cereal	C	Cooked mote
13	Cereal	C	Bread
14	Cereal	C	Whole meal bread
15	Cereal	C	Raw quinoa
16	Cereal	C	Tortilla de trigo
17	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Sweet potato
18	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Banana flour
19	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Melloco
20	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Average potato
21	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Green plantain
22	Tubers, starchy roots, and plantain	T	Yucca
23	Tubers, starchy roots, and plantain	T	White carrot
24	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Sweet pea

25	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Corn
26	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Tender bean
27	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Beet
28	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Little pod
29	Vegetables with moderate energy intake	VegM	Carrot
30	Vegetables with low energy intake	VegL	Chard
31	Vegetables with low energy intake	VegL	Celery
32	Vegetables with low energy intake	VegL	Eggplant
33	Vegetables with low energy intake	VegL	Broccoli
34	Vegetables with low energy intake	VegL	Paeon onion
35	Vegetables with low energy intake	VegL	Mushrooms
36	Vegetables with low energy intake	VegL	White cabbage
37	Vegetables with low energy intake	VegL	purple cabbage
38	Vegetables with low energy intake	VegL	Cauliflower
39	Vegetables with low energy intake	VegL	Asparagus
40	Vegetables with low energy intake	VegL	Spinach
41	Vegetables with low energy intake	VegL	creole lettuce
42	Vegetables with low energy intake	VegL	Turnip
43	Vegetables with low energy intake	VegL	Pickle
44	Vegetables with low energy intake	VegL	Green pepper
45	Vegetables with low energy intake	VegL	Radish

46	Vegetables with low energy intake	VegL	kidney tomato
47	Vegetables with low energy intake	VegL	zucchini
48	Fruits	F	Average peach
49	Fruits	F	Passion fruit
50	Fruits	F	Currant
51	Fruits	F	Soursop
52	Fruits	F	Guava
53	Fruits	F	Lemon juice
54	Fruits	F	Tangerine
55	Fruits	F	Mango
56	Fruits	F	Apple
57	Fruits	F	Passion fruit
58	Fruits	F	Melon
59	Fruits	F	Blackberry
60	Fruits	F	Orange
61	Fruits	F	Naranjilla (pulp)
62	Fruits	F	Papaya
63	Fruits	F	Sweet Cucumber
64	Fruits	F	Pear
65	Fruits	F	Pineapple
66	Fruits	F	banana silk
67	Fruits	F	Watermelon
68	Fruits	F	Tamarind
69	Fruits	F	tree tomato
70	Fruits	F	Pink grapefruit
71	Fruits	F	Tuna
72	Fruits	F	Grape
73	Fruits	F	Gooseberry
74	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Canned tuna
75	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Squid
76	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Shrimp
77	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Chicken's liver
78	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Cow liver

79	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Shrimp
80	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Chicken gizzard
81	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Turkey
82	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Skinless chicken breast
83	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	White meat fish
84	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Chicken legs
85	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Octopus
86	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Beef kidney
87	Lean meats, fish, shellfish, and eggs	MFE	Canned sardines
88	Low-fat meats and eggs	LFME	Chicken wings
89	Low-fat meats and eggs	LFME	Mutton
90	Low-fat meats and eggs	LFME	Pork chop
91	Low-fat meats and eggs	LFME	Beef rib
92	Low-fat meats and eggs	LFME	Pork steak
93	Low-fat meats and eggs	LFME	Chicken eggs
94	Low-fat meats and eggs	LFME	Beef tongue
95	Low-fat meats and eggs	LFME	Smoked pork loin
96	Low-fat meats and eggs	LFME	Sausage
97	Low-fat meats and eggs	LFME	Mortadella
98	Low-fat meats and eggs	LFME	Fresh cheese
99	Low-fat meats and eggs	LFME	Mozzarella cheese
100	Low-fat meats and eggs	LFME	Grated Parmesan cheese
101	Low-fat meats and eggs	LFME	Ricotta cheese
102	Cooked dried legumes	DLeg	Cooked lupine (not dry)
103	Cooked dried legumes	DLeg	dry broad bean
104	Cooked dried legumes	DLeg	dried beans
105	Cooked dried legumes	DLeg	dried chickpea
106	Cooked dried legumes	DLeg	dried lentil
107	Full fat dairy	FFD	pasteurized milk
108	Full fat dairy	FFD	Plain unsweetened yogurt
109	Full fat dairy	FFD	Light flavored yogurt

110	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Olives
111	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Avocado
112	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Almond
113	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Roasted peanuts with oil and salt
114	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Salted Peanut Butter
115	Oilseeds and oily fruits	OS&F	Nut
116	Sugars and sweets in syrup	S	Malt drink
117	Sugars and sweets in syrup	S	Canned fruit cocktail
118	Sugars and sweets in syrup	S	Caramel sauce
119	Sugars and sweets in syrup	S	Peaches in syrup
120	Sugars and sweets in syrup	S	Powdered gelatin
121	Sugars and sweets in syrup	S	Figs with honey (canned)
122	Sugars and sweets in syrup	S	Jam (strawberry, blackberry, pineapple)
123	Sugars and sweets in syrup	S	Honeybee
124	Sugars and sweets in syrup	S	Fruit nectar (pear, apple, or peach)
125	Sugars and sweets in syrup	S	Pineapple in syrup (canned)
126	Sugars and sweets in syrup	S	Iced tea
127	Sugars and sweets in syrup	S	Powdered iced tea
128	Pastry sweets	PS	Cake
129	Pastry sweets	PS	Chocolate bar
130	Pastry sweets	PS	Cocoa powder
131	Pastry sweets	PS	Waffle biscuit
132	Pastry sweets	PS	Vanilla ice cream
133	Pastry sweets	PS	Cake in ears form

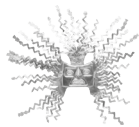
Supplementary Materials: Phyton code and data is available as supplementary material.

Author Contributions: All authors contributed to the study conception and design. Material preparation, data collection and analysis were performed by Andrea Bonilla-Bolaños, Fernanda Salazar, and Yasmín Salazar. The first draft of the manuscript was written by Andrea Bonilla-Bolaños and Yasmín Salazar and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Data Availability Statement: All data generated or analyzed during this study are included in this published article.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



REVELANDO EL CICLO ECONÓMICO EN ECUADOR A TRAVÉS DE UN FILTRO ÓPTIMO EN UNA ECONOMÍA DOLARIZADA

Emanuel Yaselga^{*1} y Gandy Pilacuán^{**2}

Banco Central del Ecuador - Subgerencia de Estudios y Programación Macroeconómica
Quito, Ecuador

Información

Recibido:

2 de abril de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Ciclo económico
Puntos de giro
Filtro
Crecimiento económico
Expansión
Contracción

JEL:

C13, E32, E58

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.2>

Resumen

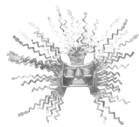
El ciclo económico mide las fluctuaciones en la actividad económica agregada a largo plazo. El presente trabajo estima el ciclo económico con diferentes técnicas de filtrado con base en la serie del producto interno bruto (PIB) trimestral para el periodo 2000.I-2023.III en la nueva base móvil. Se estima la componente cíclica y los puntos de giro con el objetivo de caracterizar el ciclo económico evaluando las fortalezas y debilidades de las estimaciones. Basándose en el análisis comparativo, se evidencia una convergencia en los resultados. Se encontró que los filtros presentan cinco periodos de auge y caída en promedio. Los periodos de expansión duran ocho trimestres (dos años), mientras que la desaceleración dura siete trimestres (más de un año y medio) y sus ciclos completos tienen una media de catorce trimestres (tres años y medio). Los filtros Hodrick-Prescott doble banda mejorado con pronóstico (HPM) y Christiano-Fitzgerald (CF) demostraron una precisión superior al describir los eventos históricos y la coyuntura económica ecuatoriana.

¹ORCID: 0009-0003-4239-7499. CRediT: conceptualización, investigación, análisis formal, metodología, software, visualización, validación, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición

²ORCID: 0009-0003-8572-4592. CRediT: investigación, análisis formal, metodología, software, visualización, redacción – borrador original

E-mail: eyaselga@bce.ec; gpilacuan@bce.ec

Copyright © 2024 Yaselga y Pilacuán. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



UNVEILING THE ECONOMIC CYCLE IN ECUADOR THROUGH AN OPTIMAL FILTER IN A DOLLARIZED ECONOMY

Emanuel Yaselga¹ and Gandy Pilacuán²

Central Bank of Ecuador - Macroeconomic Studies and Programming Deputy-Department
Quito, Ecuador

Article Info

Received:

2nd April 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Economic cycle
Turning points
Filter
Economic growth
Expansion
Contraction

JEL:

C13, E32, E58

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.2>

Abstract

The business cycle measures fluctuations in long-term aggregate economic activity. This paper estimates the business cycle with different filtering techniques based on the quarterly Gross Domestic Product (GDP) series for 2000.I-2023.III in the new moving base. The cyclical components and turning points are estimated to characterize the economic cycle by evaluating the strengths and weaknesses of the estimates. Based on the comparative analysis, we evidence convergence in the results. On average, the filters have five periods of boom and bust. The expansion periods last eight quarters (two years), while the slowdown lasts seven quarters (more than a year and a half), and their complete cycles have an average of fourteen quarters (three and a half years). The forecast-enhanced Hodrick-Prescott double-band (HPM) and Christiano-Fitzgerald (CF) filters accurately described historical events and the Ecuadorian economic situation.

¹ORCID: 0009-0003-4239-7499. CRediT: Conceptualization, Research, Formal Analysis, Methodology, Software, Visualization, Validation, Writing - Original Draft, Writing - Revision and Editing.

²ORCID: 0009-0003-8572-4592. CRediT: Research, Formal Analysis, Methodology, Software, Visualization, Writing - Original Draft.

E-mail: eyaselga@bce.ec; gpilacuan@bce.ec

Copyright © 2024 Yaselga and Pilacuán. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

El ciclo económico está ligado a las fluctuaciones recurrentes que experimenta una economía a través del tiempo. Según Conference Board (2001), es una medida de gran relevancia económica para analizar los patrones repetitivos que caracterizan el comportamiento económico. Este análisis es fundamental para fomentar un crecimiento sostenible en el mediano plazo, a través del diseño y la implementación de políticas económicas estratégicas.

La componente cíclica de una variable macroeconómica captura las variaciones periódicas de largo plazo. Este resultado permite conocer las fases de expansión y contracción en la economía, las cuales afectan significativamente a los indicadores macroeconómicos como el PIB, la inflación, el empleo y la inversión.

El Banco Central del Ecuador (BCE) desarrolló el Sistema de Indicadores del Ciclo de Crecimiento Económico en 2014 (Erráez, 2014), el cual utiliza indicadores con base en la metodología de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), centrándose en la estimación del ciclo económico únicamente con la metodología del filtro Hodrick-Prescott de doble banda para extraer la componente cíclica de una serie de tiempo (Erráez, 2014).

En este contexto, esta investigación plantea el uso de diferentes técnicas de filtrado en el caso ecuatoriano para conocer las ventajas y desventajas de técnicas como el Hodrick-Prescott (HP) de doble banda con variantes, Baxter-King (BK), Christiano-Fitzgerald (CF), Butterworth (BW) y Hamilton (HM). Además, se plantea el cálculo de los puntos de giro mediante el algoritmo de Bry-Boschan (BB), propuesto en el año de 1971 para caracterizar las distintas fases de crecimiento económico.

El propósito de esta investigación es proporcionar una visión más amplia de la sensibilidad que pueden presentar las fases del ciclo económico y los puntos de giro cuando se utiliza una técnica de filtrado específica. A través de este análisis, se busca determinar la metodología que refleje de mejor manera el comportamiento económico mediante la serie trimestral del PIB durante el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2000 y el tercer trimestre de 2023.

Este documento aporta a esta línea de investigación e incrementa la discusión sobre la aplicación de las diferentes técnicas de filtrado para el caso ecuatoriano. Se busca explicar las fluctuaciones económicas a largo plazo y capturar los eventos significativos que impactan en la economía nacional.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: la primera sección presenta una revisión de la literatura económica basadas en enfoque teórico y empírico del ciclo económico, así como de sus puntos de giro. La segunda sección presenta las diferentes técnicas estadísticas para estimar la componente cíclica de una serie de tiempo macroeconómica, el método para de cálculo de los puntos de giro y la base de datos. En la sección tres, se

presentan los principales resultados del análisis comparativo entre las diferentes metodologías. Finalmente, en la sección cuatro, se definen las conclusiones alcanzadas y recomendaciones para futuras investigaciones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Okun plantea que la medición del ciclo económico es importante para juzgar el vigor de una economía y así conocer si se encuentra en un periodo en expansión o contracción, constituyéndose este en un instrumento efectivo para la formulación de políticas económicas. La utilidad del ciclo económico dentro de este ámbito de política será operacional solo si puede ser medido con precisión, lo cual depende fundamentalmente de la disponibilidad y calidad de la información existente (Valle, 1999).

El ciclo económico está ligado a las fluctuaciones recurrentes que experimenta una economía a través del tiempo. El principal problema es la existencia de diversas formas de descomposición para una serie tiempo macroeconómica. Dentro de las más utilizadas se encuentra la descomposición ciclo y tendencia. La componente cíclica recoge oscilaciones periódicas con una amplitud superior a un año, a causa de la alternancia que existe entre las etapas de expansión y desaceleración en la actividad económica. Por su parte, el componente tendencial refleja la evolución a largo plazo de la economía influenciada por los movimientos a corto plazo (Valle, 1999).

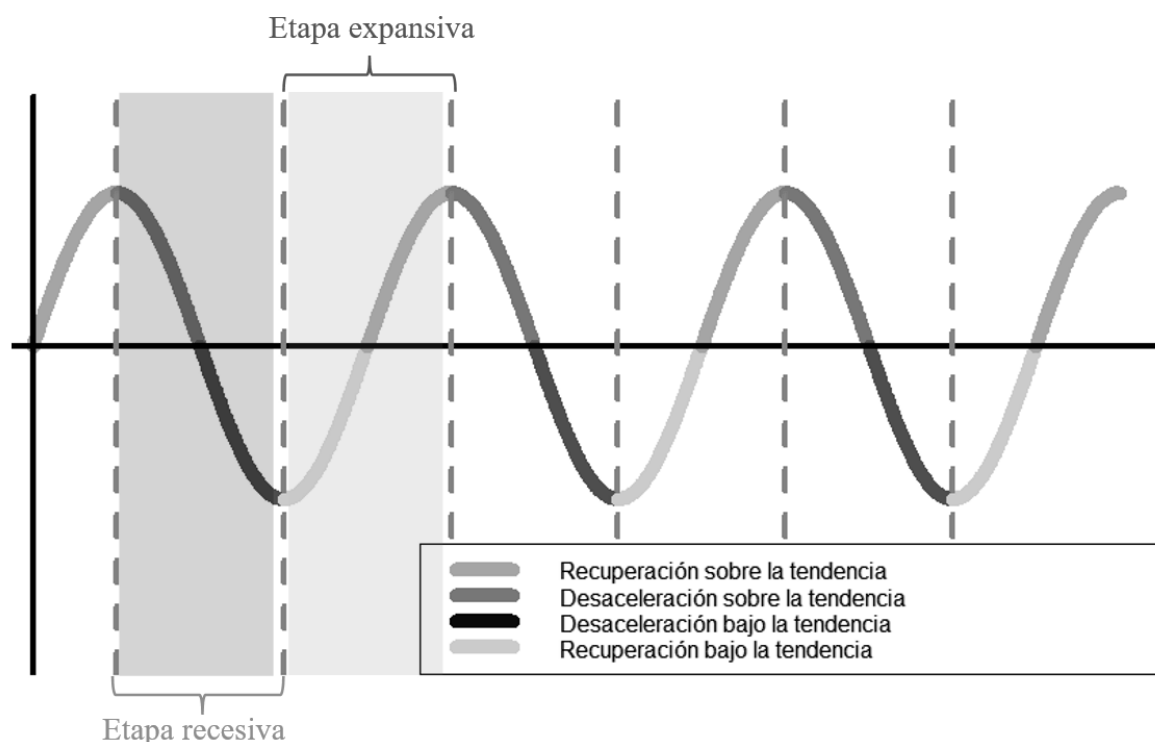
Los pioneros en la definición formal de los ciclos económicos fueron Burns y Mitchell (1946). En su estudio señalan que un ciclo económico son fluctuaciones en forma de onda que duran de 2 a 10 años. Un ciclo consta de expansiones que ocurren en aproximadamente el mismo tiempo seguido por recesiones generales de manera similar, contracciones y recuperaciones que se funden en la fase de expansión del ciclo siguiente. Esta secuencia de cambios es recurrente pero no periódica, y varía desde más de un año hasta 10 o 12 años. Los ciclos económicos no se pueden dividir en ciclos cortos (p. 57).

La figura 1 representa las cuatro fases dentro de un ciclo económico. Estas son: desaceleración sobre la tendencia; desaceleración bajo la tendencia; recuperación bajo la tendencia, y recuperación sobre la tendencia. A las fases de desaceleración se las denomina también periodos recesivos, mientras que a las otras se las conoce como periodo de expansión.

Según Moore (1983), la duración de un ciclo se refiere a una etapa económica completa, que está definida entre dos contracciones que son los puntos más bajos del periodo recesivo conocidos como valles. También se identifican los puntos más altos de la expansión, que se denominan *picos*. Los picos dentro de un ciclo económico marcan el fin de un periodo de expansión y el inicio de uno de contracción; por su parte, los *valles* determinan el fin de un periodo recesivo y el comienzo de uno de expansión. Además de la

duración, la definición general de ciclos económicos tiene otras dos características importantes como la amplitud y el alcance.

Figura 1. Fases del ciclo económico



Elaboración: Autores

Nota: Los puntos de giro están representados por las líneas entrecortadas.

De acuerdo con Burns y Mitchell (1946), la amplitud se establece a través del tamaño del ciclo económico en los periodos de expansión (auge) y contracción (caída), evidenciando cambios en la actividad económica agregada por el efecto de las diferentes perturbaciones económicas. Es decir, qué tan grande en magnitud puede ser un pico o un valle. La amplitud de las oscilaciones cíclicas se puede medir tomando en consideración la subida de un ciclo específico desde el valle al pico o la caída desde el pico al valle.

El alcance se define como la duración del periodo de contracción en el tiempo. La desaceleración en el crecimiento de la actividad económica no es un criterio suficiente para ser considerada como una contracción. El requisito para que los ciclos no sean divisibles en ciclos más cortos se debe a su propia amplitud; por ejemplo, una larga expansión interrumpida por una caída debe ser reconocida como una contracción si, y solo si, es tan grande como la menor contracción en el registro histórico (Moore, 1983).

En general, se acepta que el proceso de crecimiento económico a largo plazo es «real» si este es impulsado por el aumento de la cantidad y la productividad de los recursos humanos, así como de los recursos físicos (capital

en el sentido más general), que son medidos por los avances en la producción y la riqueza per cápita (Zarnowitz, 1992).

Guerrero (2011) propone un gran número de técnicas estadísticas para la estimación de la componente cíclica que se basan en filtrar una tendencia estocástica a partir de series temporales macroeconómicas. Si bien el filtro más utilizado es el HP, debido a que suaviza y elimina la tendencia, no es un filtro de paso alto ideal¹, ya que no corta algunas frecuencias que se debían suprimir y elimina parte de las fluctuaciones que debían pasar.

Esta no es la única crítica que ha recibido el filtro HP. En particular, el segundo término de la expresión² supone un camino aleatorio de segundo orden, lo cual hace que, si la serie original sigue un proceso integrado de segundo orden, el filtro no es aplicable (Ahumada y Garegnani, 1999).

Un caso especial de distorsiones, señaladas por autores como Hamilton (2017), es cuando el filtro HP induce a la creación de ciclos espurios en series de tiempo filtradas. Además, argumenta que para los valores filtrados intermedios y finales existe diferentes tipos de relaciones correlacionadas. Este problema se debe a la estimación del parámetro que mide el grado de suavizamiento, el cual difiere en cada economía.

Otros autores como Bógalo y Quilis (2003) exponen el uso del filtro BW de paso banda y su relación con los filtros HP y BK. Estos autores proponen una estrategia de estimación de la señal cíclica mediante un proceso en dos etapas que combina la metodología ARIMA para la descomposición, así mediante el uso de los filtros BW, permitiendo diseñar un dominio de frecuencias que se aproxime a un proceso ideal de paso en banda. A diferencia del filtro HP, que cuenta con un solo parámetro de control del filtrado (o parámetro de suavizamiento), el filtro de BW presenta dos parámetros: el orden y el punto de corte. El parámetro de orden determina la velocidad (o pendiente) entre las bandas, y el punto de corte, la frecuencia del paso de banda.

Iparraguirre D'Elia (2011) analiza el ciclo económico para el caso colombiano, para lo cual realiza un análisis comparativo de diferentes técnicas de filtrado como HP de una banda, HP de doble banda, BK, CF, BW, entre otros. Su investigación concluye en que las diferentes técnicas de filtrado generan ciclos económicos que provienen de diferentes distribuciones estadísticas.

En cuanto a los puntos de giro, Rabanal (2017) realiza un estudio para la economía argentina, comparando distintos algoritmos no paramétricos, como el procedimiento de Bry y Boschan, Harding-Pagan y el modelo paramétrico de conmutación de Markov o modelo de regímenes cambiantes.

¹ Lo que significa que corta bruscamente los componentes de baja frecuencia por debajo de una frecuencia preespecificada y deja los componentes de alta frecuencia sin cambios. Pedersen (2001) construye una medida para el efecto distorsionador con base al poder de la función de transferencia y el espectro de la serie filtrada.

² Se puede revisar la expresión en la ecuación 2 de la metodología.

El procedimiento de Bry-Boschan (BB) se utiliza para identificar puntos de giro en series económicas. King y Plosser (1994) resumen el método en seis pasos, que incluyen la detección de valores extremos, el análisis de ciclos mediante promedios móviles y la identificación de quiebres en la curva de Spencer. Esta técnica se enfoca en seleccionar picos y valles significativos, imponiendo restricciones de duración mínima del ciclo. Además, se consideran cambios en promedios móviles de corto plazo para determinar puntos de quiebre en la serie sin suavizar. El procedimiento de BB identificó con éxito el 95 % de los puntos de giro en series económicas estadounidenses entre 1947 y 1966.

El método de Harding-Pagan (HPA) conocido como *date then average* se basa en la formalización del enfoque de Burns (1969) para identificar picos y valles locales en series temporales. Busca la máxima correspondencia entre series individuales para identificar recesiones globales. El HPA utiliza un esquema recursivo con dos estados (contracción y expansión) para identificar puntos de giro, minimizando la distancia promedio entre fechas y puntos de giro. A diferencia del BB, el HPA no impone restricciones estrictas en la duración y fase mínima entre picos y valles, detectando así puntos de giro no considerados por Bry-Boschan y proporcionando cronologías más detalladas y específicas.

El modelo paramétrico de conmutación de Markov, introducido por Hamilton (1989), es empleado para fechar ciclos económicos y prever futuros puntos de giro. Este enfoque no lineal considera dos estados posibles, expansión o contracción, y endógenamente calcula las fechas de cambio de régimen. La literatura destaca el trabajo de Chauvet y Piger (2003) en la replicación de cronologías establecidas por la NBER, así como el estudio de Chauvet y Hamilton (2005), que compara algoritmos cuantitativos para identificación de puntos de giro. El modelo utiliza una cadena de Markov para la evolución de un estado no observable, y las probabilidades de transición proporcionan medidas de persistencia. Se requiere una regla formal de decisión para transformar las probabilidades estimadas en puntos de inflexión.

Rabanal (2017) determina que existe una concordancia entre las fechas obtenidas por cada una de estas técnicas y considera la existencia de hechos relevantes y más perdurables que caracterizan a un ciclo económico a través del tiempo. En particular, resalta la importancia de poder determinar los puntos de giro con exactitud en las fluctuaciones del PIB con la finalidad de conocer el periodo por el cual se atraviesa la economía y elige el método BB debido a su correspondencia con las otras técnicas.

En resumen, existe una amplia gama de técnicas y metodologías para la estimación del ciclo económico y los puntos de giro. En los últimos años, las técnicas de filtrado tradicionales para la estimación del ciclo económico han motivado amplia discusión debido a los resultados y limitaciones que presentan. En tal razón, se realiza un contraste de las diferentes técnicas de filtrado para comparar su grado de ajuste en la economía ecuatoriana.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de ciclo de crecimiento, conocido también como *desviación de la tendencia*, requiere que cada una de las series sea estacionaria de segundo orden, lo que significa que la tendencia de la serie debe ser eliminada. Después de ajustar la serie de tiempo por efectos estacionales, se obtiene una serie de tiempo formada solo por tendencia y ciclo. La parte de la serie que no sea tendencia se considera ciclo, y viceversa. Esta idea se formaliza mediante la representación de la serie como un modelo de componentes no observables. Así, si $\{Y_t\}$ es la serie observada en $t = 1, \dots, N$, $\{\tau_t\}$ es su componente tendencial (no observable directamente) y $\{c_t\}$ es el ciclo (no observable), como se muestra en la ecuación 1:

$$Y_t = \tau_t + c_t \text{ para } t = 1, \dots, N \quad (1)$$

Cabe destacar que no necesariamente la serie observada fue generada de esta manera; sin embargo, esta es una forma que captura la esencia de los datos. La estimación y posterior eliminación de la tendencia resulta un paso necesario para la detección y cálculo del componente cíclico de la serie, así como para identificar los puntos de giro de esta.

3.1. Metodologías de filtrado

A continuación, se exponen el método de cálculo de los puntos de giro así como las metodologías de filtrado para estimar la tendencia y el ciclo.

3.1.1. Método de Bry-Boschan para los puntos de giro

El método de Bry-Boschan, propuesto en 1971, goza de una gran aceptación para el cálculo de los puntos de giro en los ciclos económicos. De acuerdo con Rabanal (2017), este método mantiene una mayor concordancia con los puntos de giro y tiene una mejor respuesta frente al método de Markov. King y Plosser (1994) resumen el procedimiento para la estimación:

- a. Determinar los valores extremos y sustituciones.
- b. Determinar los ciclos mediante un promedio móvil de orden 12 (con los extremos reemplazados).
- c. Identificación de los puntos más altos (o bajos), tomando como referencia cinco meses de cada lado del punto analizado.
- d. Imposición de la alternación de los quiebres, para seleccionar solo los picos más altos (de los múltiples picos) y los valles más bajos de la serie.

- e. Determinar los quiebres correspondientes en la curva de Spencer (con los extremos reemplazados).
- f. Identificación de los valores más altos o bajos dentro de un rango de ± 5 meses.
- g. Imposición de la restricción de que la duración mínima del ciclo sea de meses. Para esto, se eliminan los picos bajos y los grandes valles de los ciclos más pequeños.
- h. Determinación de los cambios correspondientes a los promedios móviles de corto plazo de 3 a 6 meses, dependiendo de los meses de dominancia cíclica (MDC).
- i. Identificación de los valores más altos (o más bajos) dentro ± 5 meses de los cambios de dirección seleccionados en la curva de Spencer.
- j. Determinación de los puntos de quiebre en la serie sin suavizar.
- k. Identificación de los valores más altos (bajos) dentro de un rango de $[-4, 4]$ meses, o la amplitud asociada al MDC o el cambio seleccionado en el promedio móvil de corto plazo (que es de 3 a 6 meses).
- l. Eliminación de los cambios de dirección dentro de los 6 primeros y últimos meses de la serie.
- m. Eliminación de los picos (o valles) en ambos extremos de las series que sean más pequeños (o más grandes) que los valores cercanos al final.
- n. Eliminación de los ciclos cuya duración sea menor que 15 meses.
- o. Eliminación de las fases cuya duración sea menor que 5 meses.
- p. Presentación final de los puntos de giro.

3.1.2. Filtro de Hodrick-Prescott

Hodrick y Prescott (1981) propusieron el filtro HP, cuya utilidad es estimar una serie de tendencia estocástica que se mueve sin problemas en el tiempo y no está correlacionada con el componente cíclico. Surge de la idea de minimizar la función:

$$M(\lambda) = \sum_{t=1}^N (Y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^N (\tau_t - 2\tau_{t-1} + \tau_{t-2})^2, \quad (2)$$

con $\lambda > 0$, una constante que establece una correlación entre la tendencia de los datos y la suavidad buscada. La ecuación 2 se puede escribir:

$$F = \sum_{t=1}^N (Y_t - \tau_t)^2 \quad (3)$$

$$S = \sum_{t=3}^N (\tau_t - 2\tau_{t-1} + \tau_{t-2})^2 \quad (4)$$

Se puede observar que si $\lambda \rightarrow 0$, $M(\lambda)$ solo tiene en cuenta el valor de F a los datos. Esto quiere decir que $\tau_t \rightarrow Y_t$ para $t = 1, \dots, N$, de manera que no hay suavidad S ; caso contrario, cuando $\lambda \rightarrow \infty$, la tendencia se comporta aproximadamente como una línea recta descrita por $\tau_t = 2\tau_{t-1} - \tau_{t-2}$ para $t = 3, \dots, N$, que no se apega necesariamente a los datos observados.

3.1.3. Filtro de Hodrick-Prescott de doble banda

El filtro HP de doble banda, propuesto por Kaiser y Maravall (2001) en la OCDE, sugiere la elección de la constante de suavizamiento en función del periodo de actividad cíclica que se desea analizar, es decir, con base en el corte de las fluctuaciones de baja frecuencia. La frecuencia de corte se define como el umbral que permite conservar el 50 % de la ganancia original del ciclo, mientras retiene el otro 50 %.

Para determinar el corte de las frecuencias y extraer el ciclo de referencia en un periodo específico de T meses, se emplea la fórmula 5.

$$\lambda = \frac{1}{4 \left[1 - \cos \left(\frac{2\pi}{T} \right) \right]^2} \quad (5)$$

Para este trabajo, se eligió recortar las frecuencias de $T = 120$ meses, lo que significa que se eliminaron las fluctuaciones de baja frecuencia que se repiten cada 120 meses.

La segunda aplicación del HP se utiliza para suavizar las fluctuaciones del componente cíclico de alta frecuencia que no se consideran de carácter cíclico. Para ello, se usa un corte de $T = 12$ meses. En consecuencia, al aplicar dos veces el filtro HP, se produce un filtro de tipo paso de banda, y la serie resultante se queda con fluctuaciones cíclicas que van de 12 a 120 meses.

3.1.4. Filtro de Baxter-King

Baxter y King (1999) plantean un filtro con la idea de aislar las fluctuaciones económicas que persisten entre dos y ocho años, extrae la señal de tendencia de los datos y dan con resultado series de tiempo que son estacionarias de un menor orden o igual que dos, o que poseen una tendencia determinista en tiempo.

De esta manera, diseñaron tres tipos de filtros de paso de banda: baja, media y alta frecuencia en el dominio del tiempo. El filtro de baja frecuencia retiene los componentes que se mueven de forma lenta en los datos, mientras que el filtro de alta frecuencia acepta solo componentes que tienen una frecuencia menor o igual a una periodicidad p . La representación general del filtro está definida como

$$b(L) = \sum_{h=-\infty}^{\infty} b_h L^h, \quad (6)$$

donde L se define como el operador de rezago y b_h son los ponderadores de promedios móviles infinitos. Estos últimos se determinan calculado la transformada inversa de Fourier para la función de respuesta de la frecuencia, de la forma:

$$b_h = \int_{-\pi}^{\pi} \beta(\omega) e^{i\omega h} d\omega, \quad (7)$$

donde $\beta(\omega)$ es la ponderación ideal para el filtro infinito.

3.1.5. Filtro de Christiano-Fitzgerald

El filtro CF de Christiano y Fitzgerald (2003) plantea la idea de una transformación lineal de los datos observados, que no altere los componentes con frecuencia dentro de la banda y elimine las que esté fuera. La construcción de este filtro tiene como propósito pasar solamente un cierto tipo de frecuencias

que están dadas en la serie observada, para separarla en diversos componentes, asociados con movimientos de mayor o menor frecuencia de aparición en el periodo de observación.

Para usar el filtro CF, se debe definir el periodo de oscilación para el componente que se desea aislar, asociado con los periodos de fluctuaciones bajas p_l y altos p_u que satisface $2 \leq p_l < p_u < \infty$. Con esta definición, se preservan los ciclos de longitud mayor que p_l y menores que p_u , de manera que permanecen en el ciclo estimado. Luego, para estimar el ciclo $\{c_t\}$ de acuerdo con el modelo 1, se obtiene la fórmula de filtrado para la serie $\{Y_t\}$, con $t = 1, \dots, N$, como

$$\hat{c}_t = \sum_{j=0}^{N-1-t} b_j Y_{t+j} + \tilde{b}_{N-t} Y_N + \sum_{j=1}^{t-2} b_j Y_{t-j} + \tilde{b}_{t-1} Y_1, \quad (8)$$

donde los coeficientes con $t = 3, \dots, N - 2$ son

$$b_j = \frac{\sin(jc) - \sin(ja)}{\pi j}, \text{ para } j \geq 1 \quad (9)$$

$$b_0 = \frac{c - a}{\pi}, a = \frac{2\pi}{p_u}, c = \frac{2\pi}{p_l} \quad (10)$$

Mientras que

$$\tilde{b}_{N-t} = -\frac{1}{2}b_0 - \sum_{j=1}^{N-t-1} b_j, \text{ para } t = 3, \dots, N - 2 \quad (11)$$

y $\tilde{b}_{t-1}$ es la suma de los $\{b_j\}$ para $j = t - 1, t, \dots$.

3.1.6. Filtro de Butterworth

Los filtros de Butterworth (1930), conocidos como BW, tienen su origen en los avances de la ingeniería eléctrica y las telecomunicaciones. Estos filtros permiten estimar la tendencia a largo plazo y extraer directamente el componente cíclico de una serie temporal mediante el uso de filtros de paso bajo y de paso banda, respectivamente.

El filtro de paso de banda, empleado para obtener el componente cíclico de una serie, se define como:

$$H(B, F) = \frac{(1 - B^2)^d (1 - F^2)^d}{(1 - B^2)^d (1 - F^2)^d + \lambda (1 - 2\alpha B + B^2)^d (1 - 2\alpha F + F^2)^d} \quad (12)$$

donde B es el operador de rezagos, $F = B^{-1}$, y λ un parámetro asociado a la frecuencia de corte y al grado del filtro que está dado por:

$$\lambda = \left[\tan^{2d} \left(\frac{\omega_c}{2} \right) \right]^{-1} \quad (13)$$

El componente cíclico de una serie de tiempo se puede obtener de forma directa como $c_t = H(B, F)y_t$.

3.1.7. Filtro de Hamilton

El filtro de Hamilton (2017), conocido como HM, señala que existen insuficiencias en el filtro HP. Debido a esto, Hamilton propone un modelo de regresión lineal de la variable en el tiempo $t + h$ sobre sus cuatro valores más recientes.

$$y_{t+h} = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 y_{t-2} + \beta_4 y_{t-3} + v_{t+h} \quad (14)$$

La diferencia entre los valores de la variable y la estimación son el componente cíclico.

$$v_{t+h} = y_{t+h} - (\beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 y_{t-2} + \beta_4 y_{t-3}) \quad (15)$$

3.2. Datos y fuentes de información

En diciembre de 2023, el Banco Central del Ecuador (BCE) presentó los resultados del Proyecto de Cambio de Año Base (CAB) de las Cuentas Nacionales (CN) con el propósito de ofrecer una nueva representación de la estructura productiva y económica (BCE, 2023). Las estadísticas de las CN ahora incorporan una metodología de base móvil o volúmenes encadenados con referencia al año 2018 para calcular los principales agregados macroeconómicos (BCE, 2024a). Por lo tanto, cualquier análisis estadístico y económico basado en las CN debe considerar los precios y estructuras según este nuevo método de estimación.

En este contexto, para la estimación del ciclo económico, se utilizaron series trimestrales del producto interno bruto encadenado desde el primer trimestre de 2000 hasta el tercer trimestre de 2023. Se puede expandir la

estimación del ciclo económico de trimestral a mensual con base a una metodología de interpolación como en Denton (1971).

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

4.1. Resultados del método de filtrado

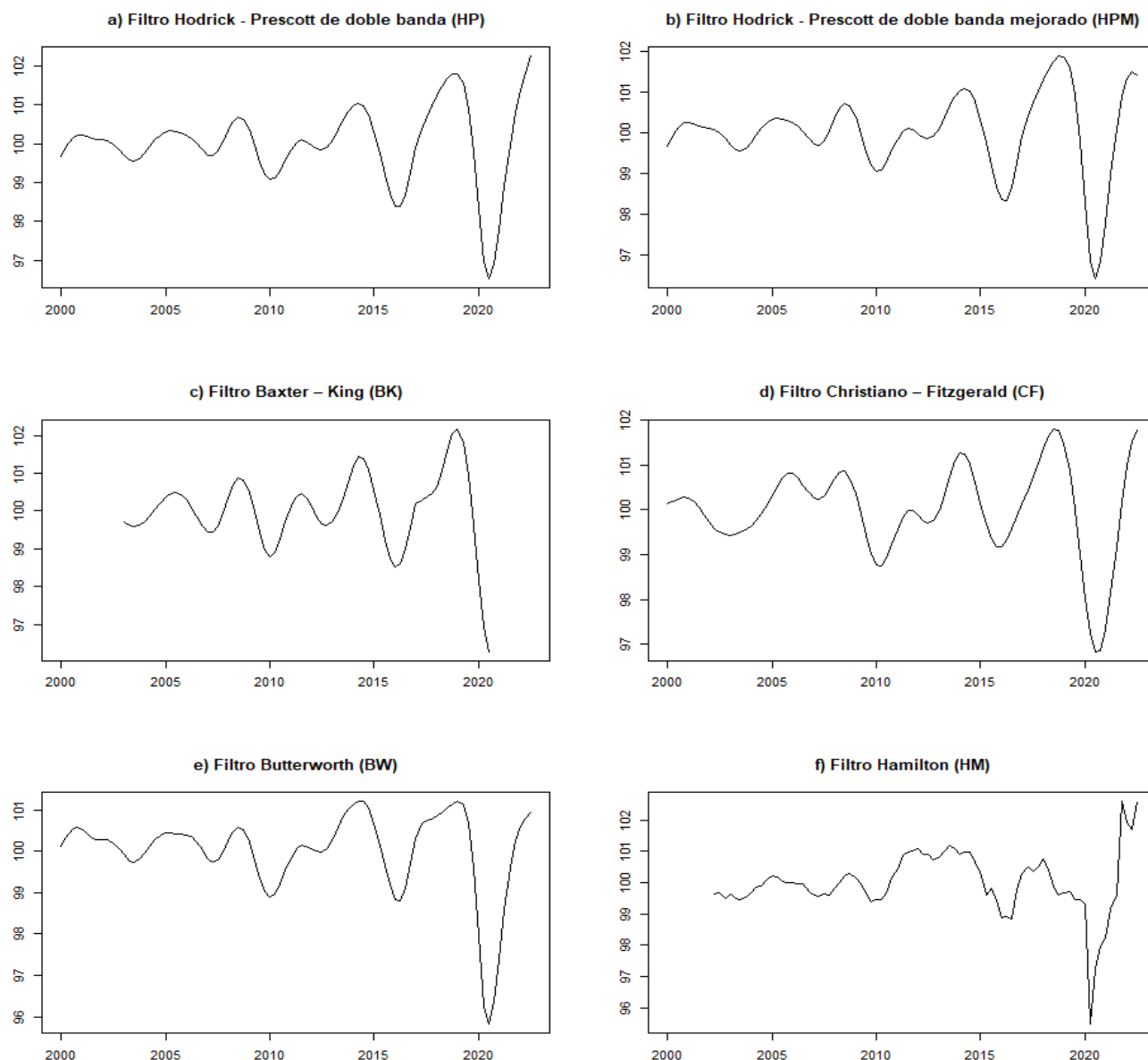
Una vez que se han identificados los métodos y los parámetros óptimos³, se realizó un contraste para cada una de las diferentes metodologías. El principal resultado es que el ciclo económico está formado por dos partes. La primera es la estimación de la componente cíclica, obtenida mediante la descomposición de una serie de tiempo utilizando un filtro específico. La segunda se refiere a la identificación de los puntos de giro, que marcan los cambios clave en el ciclo económico.

La figura 2 muestra la componente cíclica obtenida mediante los diferentes métodos de filtrado para la serie trimestral del PIB ecuatoriano desde el 2000.I hasta el 2021.IV. Este rango temporal se seleccionó para analizar cómo varían los puntos de giro, especialmente en los datos más recientes, al comparar diversas metodologías de filtrado.

En el caso del ítem *a*, se evidencia el filtro HP de doble banda, el cual presenta problemas en las colas. Se realizó el ejercicio incrementando la ventana de tiempo con base en los datos disponibles, lo cual permite ajustar el punto de giro. Sin embargo, esto implica un retraso en capturar la etapa del ciclo que presenta la economía. Por su parte, el ítem *b* permite corregir el problema que existe en las colas del ciclo. Esta diferencia en los últimos periodos es relevante cuando se requiere conocer la situación coyuntural en los datos del ciclo más reciente. El filtro Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM) utiliza los datos observados. Por otra parte, los ítems *c* y *f* pierden la información al inicio de la cola del ciclo, y solo el filtro BK, al final de la cola. La pérdida de información está ligada a los parámetros necesarios para la estimación de la componente cíclica.

³ Revisar los parámetros óptimos utilizados en los diferentes métodos en el anexo 2.

Figura 2. Componentes cíclicas
2000.I-2021.IV

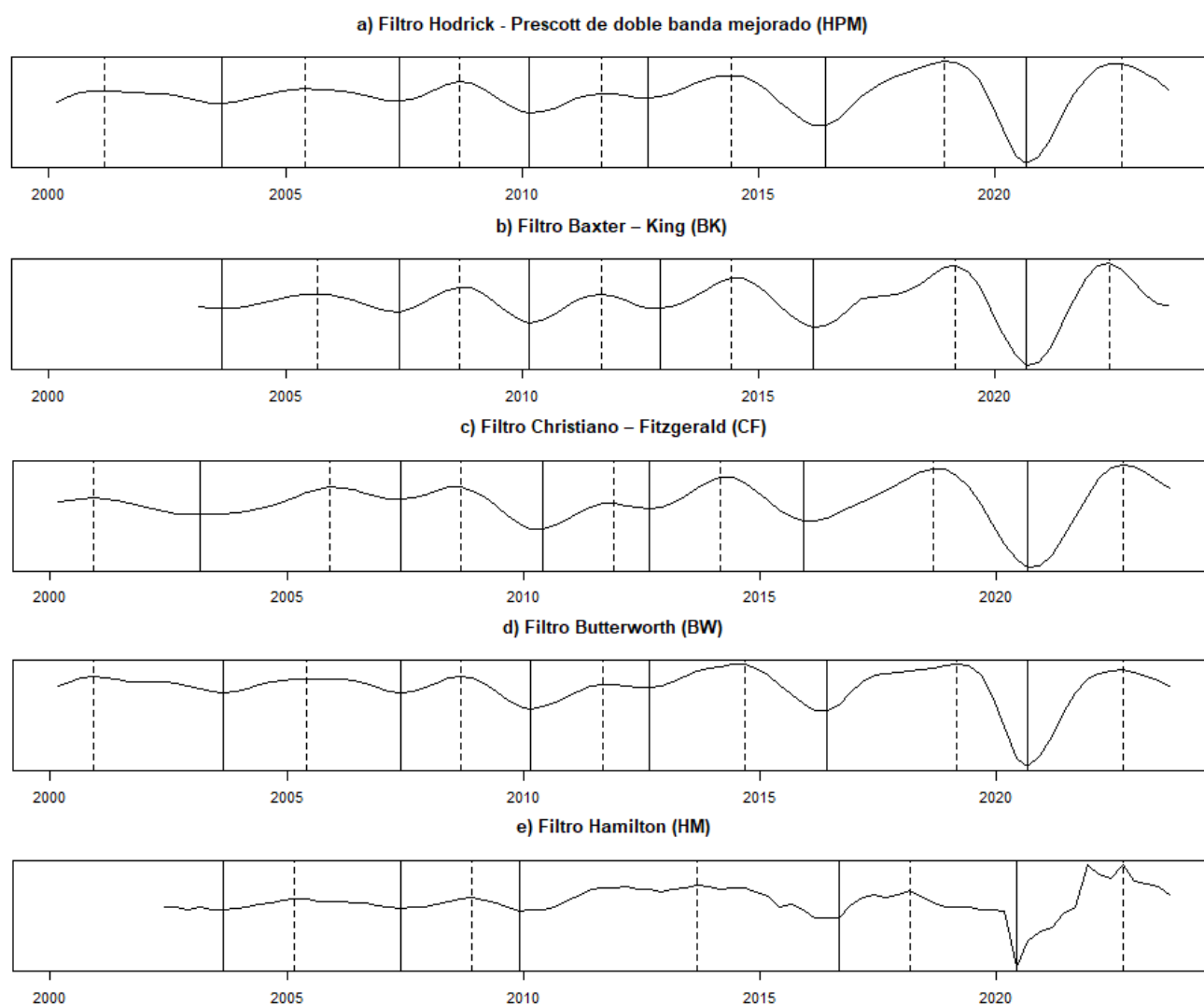


Elaboración: Autores

Por lo expuesto, se evidencia los problemas que presentan el filtro HP de doble banda y el BK, ya que no permiten evidenciar el ciclo que se refleja en la economía. Con el fin de mejorar los resultados, se incorporan los datos completos hasta el periodo 2023.III y una predicción para 2024 con base en las perspectivas de la economía publicadas por el BCE. De esta manera, en la figura 3, se muestra la componente cíclica del PIB en conjunto con los puntos de giro estimados para cada técnica de filtrado, dejando de lado la técnica del filtro de HP de doble banda que utiliza Erráez (2014). En promedio, los filtros

estimaron la existencia de alrededor de seis picos y cinco valles durante todo el periodo analizado.

Figura 3. Ciclos económicos y puntos de giro
2000.I-2023.III



Elaboración: Autores

Nota: Las líneas sólidas muestran que en esas fechas existe un valle; por otro lado, en las líneas entrecortadas, pasan los picos.

En la tabla 1, se aprecian de manera específica los puntos de giro detectados mediante el algoritmo de Bry-Boschan para cada uno de los diferentes filtros. En el filtro HPM, se detectó el primer ciclo económico, que inicia desde el 2003.III y el 2007.II; su máximo pico se alcanza en el 2005.II. El contraste entre los puntos de giro obtenidos mediante las distintas técnicas de

filtrado muestra una sincronización temporal en algunas fechas de la economía ecuatoriana. En todas las técnicas de filtrado se evidencia un pico en el 2008.III y un valle en 2007.II. En cambio, para cuatro de las cinco metodologías se obtuvieron un pico en el 2022.III y un valle en el 2003.III de manera compartida. Adicionalmente, el filtro HPM tiene el mayor número de fechas sincronizadas, mientras que los filtros CF y HM tienen el menor número de sincronizaciones.

Tabla 1. Sincronización de los puntos de giro
2000.I-2023.III

Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM)		Baxter-King (BK)		Christiano- Fitzgerald (CF)		Butterworth (BW)		Hamilton (HM)	
Pico	Valle	Pico	Valle	Pico	Valle	Pico	Valle	Pico	Valle
2001.I	2003.III	-	2003.III	2000.IV	2003.I	2000.IV	2003.III	-	2003.III
2005.II	2007.II	2005.III	2007.II	2005.IV	2007.II	2005.II	2007.II	2005.I	2007.II
2008.III	2010.I	2008.III	2010.I	2008.III	2010.II	2008.III	2010.I	2008.IV	2009.IV
2011.III	2012.III	2011.III	2012.IV	2011.IV	2012.III	2011.III	2012.III	2013.III	2016.III
2014.II	2016.II	2014.II	2016.I	2014.I	2015.IV	2014.III	2016.II	2018.I	2020.II
2018.IV	2020.III	2019.I	2020.II	2018.III	2020.III	2019.I	2020.III	2022.III	-
2022.III	-	2022.II	-	2022.III	-	2022.III	-		
Coincidencias:		Cuatro o más		Tres		Dos			

Elaboración: Autores

Nota: Las celdas resaltadas implican que hay coincidencia temporal en los picos y valles entre los métodos de estimación.

En la tabla 2, se tienen las características de los puntos de giro mostrados en la figura 3. Los periodos de expansión (de valle a pico) en las componentes cíclicas tienen una media de ocho trimestres y los de desaceleración (de pico a valle) siete trimestres. En general, las características temporales que se obtienen a partir de las diferentes técnicas de filtrado son similares. Estos resultados permiten evidenciar la capacidad de recuperación de la economía ecuatoriana.

Tabla 2. Características de los puntos de giro
Duración promedio en trimestres

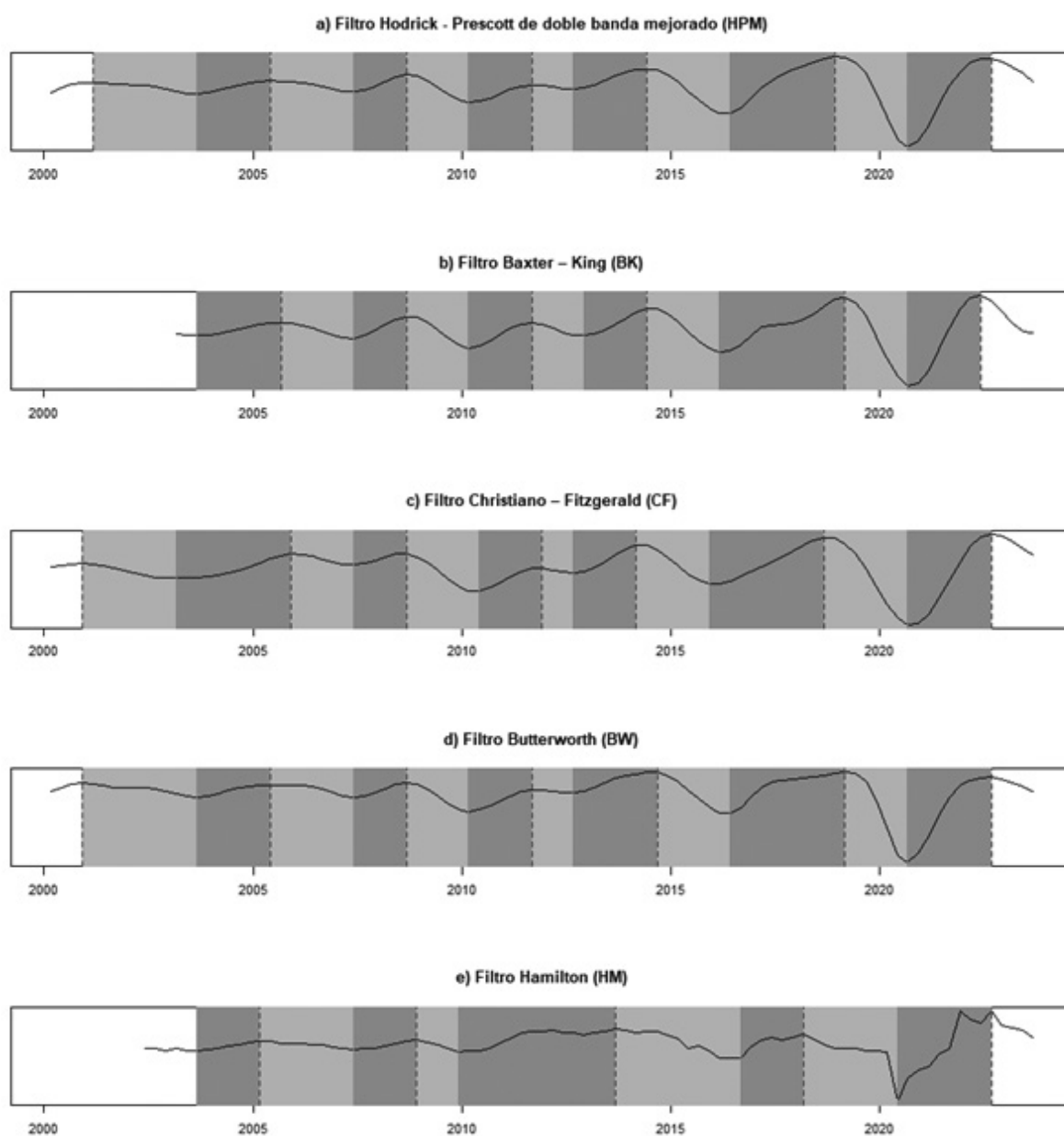
	Pico a pico	Pico a valle	Valle a pico	Valle a valle
Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM)	15	7	7	14
Baxter-King (BK)	14	6	8	14
Christiano-Fitzgerald (CF)	15	7	8	14
Butterworth (BW)	15	7	8	14
Hamilton (HM)	18	9	9	17

Elaboración: Autores

La figura 4 presenta los periodos de expansión y contracción en la economía ecuatoriana para cada uno de los filtros. Por ejemplo, el filtro HPM presenta 6 periodos de auge y caída. En promedio, se encontró 6 periodos de auge y 5 de caída para cada tipo de los diferentes filtros. En todas las técnicas para estimar la componente cíclica, se observa que el ciclo económico entró en una etapa de decrecimiento desde 2022.III para la mayoría de técnicas, excepto para el filtro BK, que inicia antes en el 2022.II.

En la figura 5, se presenta un mapa de calor donde se aprecia que existen periodos de expansión y desaceleración que se comparten entre las diferentes formas de estimar el ciclo económico. Las cinco técnicas de filtrado indican que los periodos de auge se dieron en los siguientes periodos: 2003.IV a 2005.I, 2007.III a 2008.III, 2010.III a 2011.II, 2013.I a 2013.III, 2016.IV a 2018.I; y 2020.IV a 2022.II. Por otro lado, se tiene una desaceleración en todos los filtros para los periodos comprendidos entre 2006.I a 2007.II, 2009.I a 2009.IV, 2014.IV a 2015.IV y 2019.II a 2020.II.

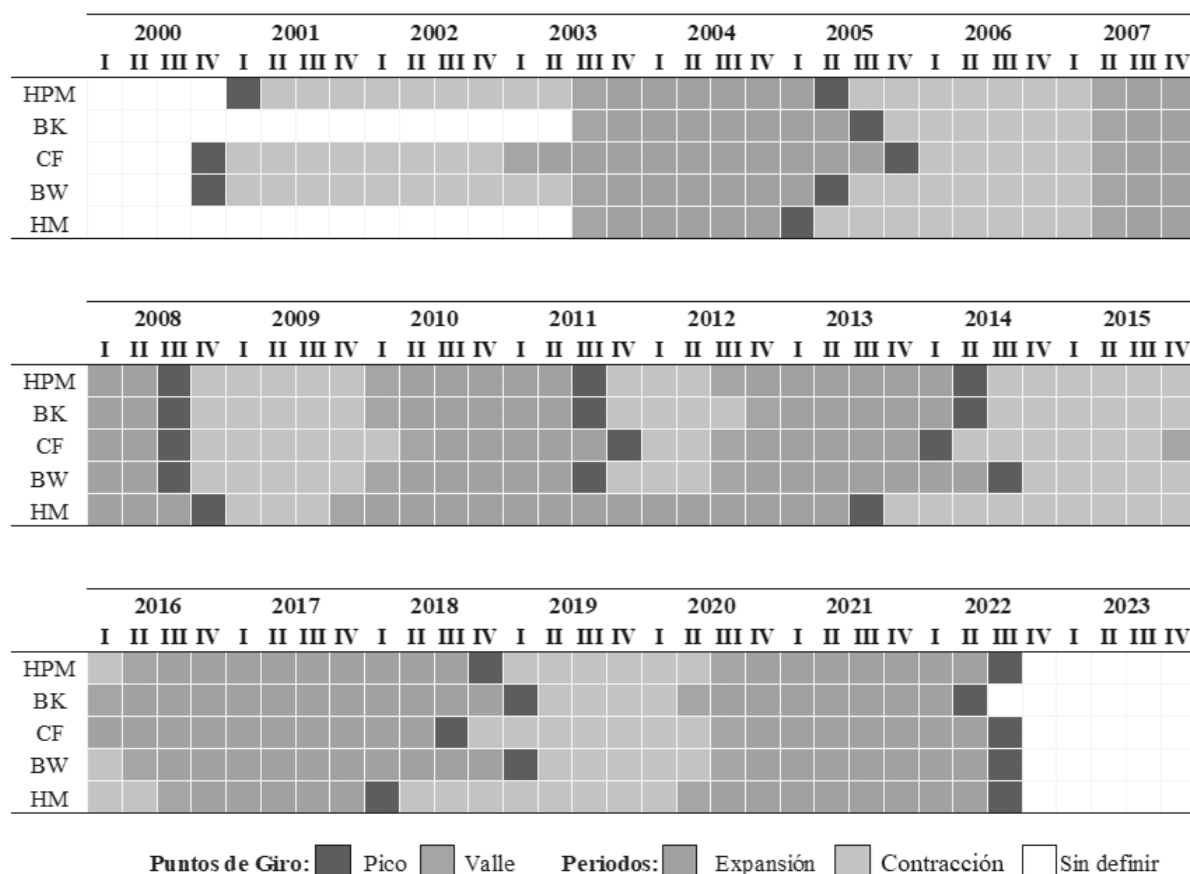
Figura 4. Periodos de expansión y contracción
2000.I-2023.III



Elaboración: Autores

Nota: El color claro muestra los periodos de contracción, mientras que el color turquesa refleja la expansión en el ciclo económico.

Figura 5. Mapa de calor de los periodos de expansión y contracción
2000.I-2023.III



Elaboración: Autores

Nota: Sin definir significa que el periodo es indeterminado.

La tabla 3 detalla que la duración promedio de los ciclos económicos estimados es de catorce trimestres (tres años y medio). La duración de los filtros varía desde un mínimo de nueve trimestres hasta un máximo de veintisiete trimestres (casi seis años).

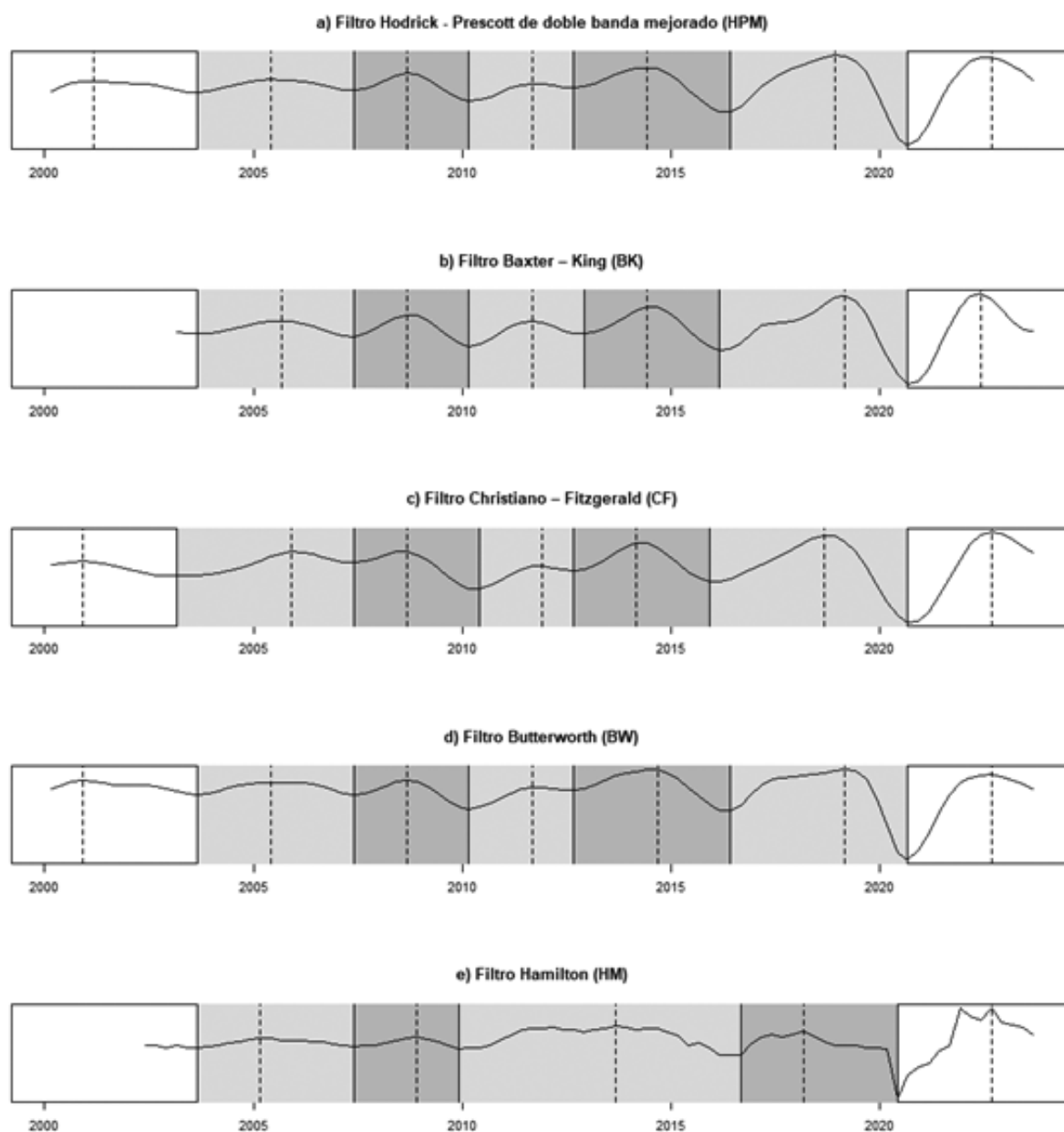
Tabla 3. Características de los ciclos económicos*Duración promedio en trimestres*

	Duración promedio	Duración mínima	Duración máxima
Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM)	14	10	17
Baxter-King (BK)	14	11	17
Christiano-Fitzgerald (CF)	14	9	19
Butterworth (BW)	14	10	17
Hamilton (HM)	17	10	27

Elaboración: Autores

En la figura 6, se muestran los diferentes ciclos económicos estimados. La mayoría de las metodologías identifican cinco ciclos económicos completos y todos los filtros indican el fin de su periodo de expansión, marcando así el inicio de un nuevo ciclo económico completo.

Figura 6. Ciclos económicos
2000.I-2023.III



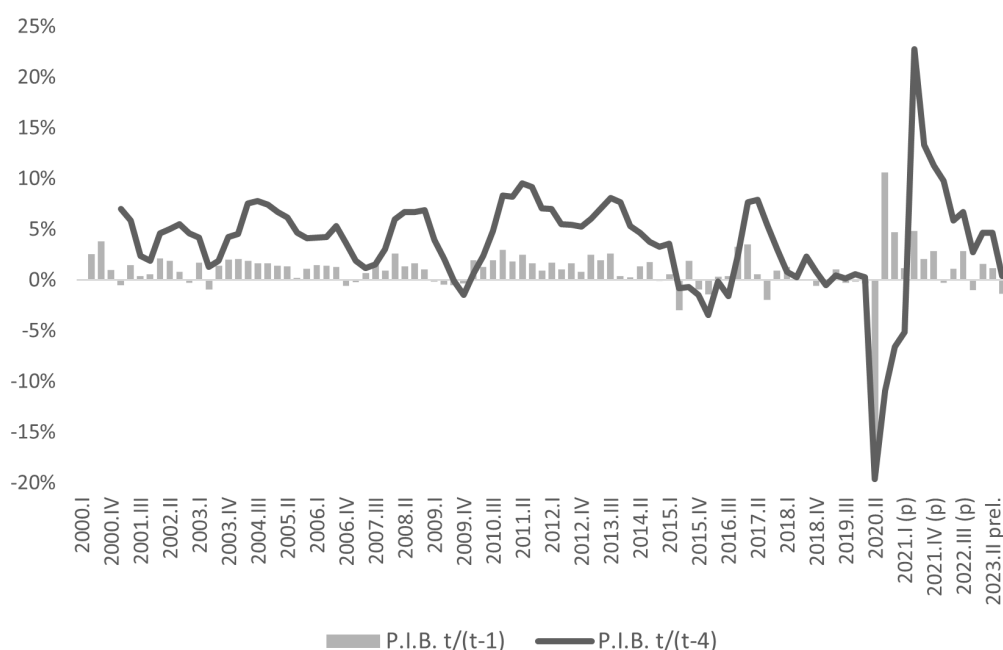
Elaboración: Autores

4.2. Selección del ciclo de referencia y hechos destacados durante los ciclos económicos

En el Ecuador se han registrado acontecimientos históricos de carácter coyuntural y económico que afectan la estructura del ciclo económico. En tal razón,

la elección del filtro para la descomponer la serie macroeconómica del PIB debe no solo considerar los elementos estadísticos, sino también reflejar de mejor forma todos estos acontecimientos históricos observados. Es decir, se busca un ciclo económico que refleje ciertos elementos coyunturales, donde la economía presente ciclos de expansión o desaceleración y que también comparta en cierto grado el comportamiento del crecimiento PIB observado.

Figura 7. Tasa de crecimiento del PIB en t/t-1 y t/t-4
En porcentaje, 2000.I-2023.III



Fuente: Banco Central del Ecuador

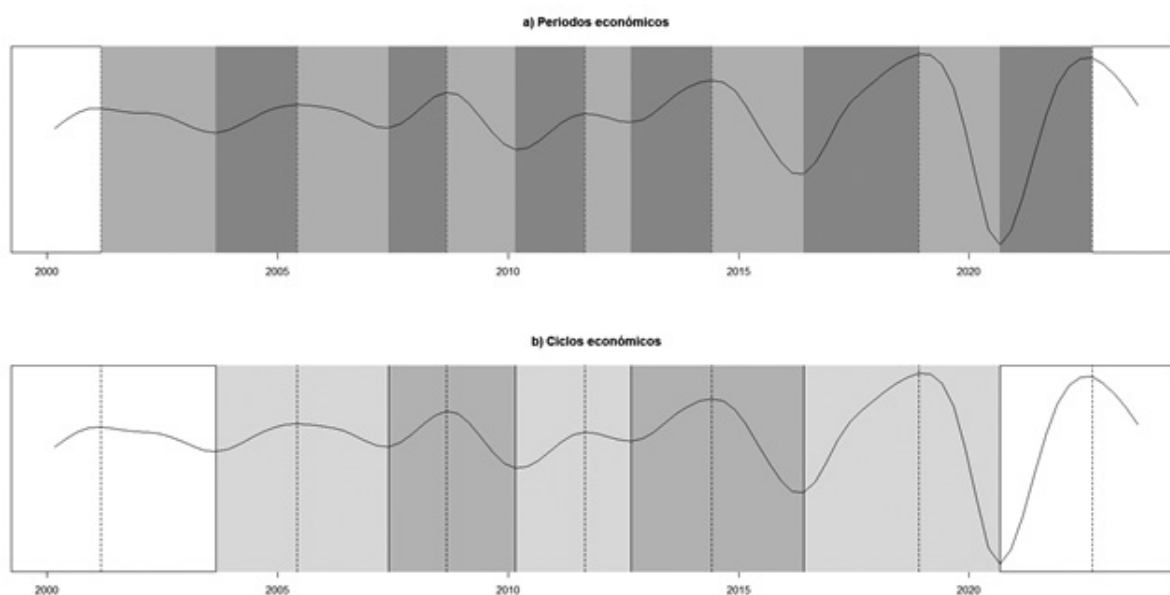
Elaboración: Autores

En ese sentido, la figura 7 muestra de manera porcentual la tasa de crecimiento del PIB trimestral (t/t-1) e interanual (t/t-4), lo cual permite visualizar a corto plazo si la economía está acelerándose o desacelerándose, decreciendo o expandiéndose, influenciada por factores coyunturales tanto externos como internos. El punto más bajo histórico se registra en el segundo trimestre de 2020, durante la pandemia mundial del COVID-19, tanto en la variación interanual como trimestral. Además, se observan otras caídas significativas en la tasa de crecimiento del PIB en t/t-4 en los periodos 2003.II, 2007.II, 2009.IV, 2016.I y 2020.II.

El ciclo económico que mejor mapea estas características es el filtro HPM con pronóstico, ya que refleja incluso la etapa de desaceleración del crecimiento observado en el último periodo y los puntos de giro asociados a hechos económicos ocurridos con alguna de las fechas cronológicas. De

manera similar, el filtro CF con pronóstico también permite mapear el comportamiento de la economía y los ciclos presentan una sincronización similar frente al HPM. Por esta razón, la figura 8 muestra el ciclo económico HPM para realizar el análisis de los hechos económicos del Ecuador. El ítem *a* se ven los periodos de expansión y desaceleración de la economía, mientras el ítem *b* indica los ciclos económicos completos estimados.

Figura 8. Ciclo económico en Ecuador
2000.I-2023.III



Elaboración: Autores

Nota: Para el ítem *a* el color claro muestra los periodos de desaceleración, mientras que el color oscuro refleja la expansión en el ciclo económico.

La tabla 4 indica la duración en trimestres entre los puntos de giro, así como los meses de permanencia de cada periodo de expansión (de valle a pico), desaceleración (de pico a valle) y ciclo económico completo (de valle a valle). En promedio, los periodos de expansión duran ocho trimestres, mientras que su contraparte dura siete trimestres y sus ciclos completos tienen una media de catorce trimestres.

Tabla 4. Característica de los puntos de giro en el Ecuador*Duración en trimestres*

Pico	Valle	Pico a pico	Pico a valle	Valle a pico	Valle a valle
2001.I	2003.III		10		
2005.II	2007.II	17	8	7	15
2008.III	2010.I	13	6	5	11
2011.III	2012.III	12	4	6	10
2014.II	2016.II	11	8	7	15
2018.IV	2020.III	18	7	10	17
2022.III	-	15		8	
Promedio		15	7	7	14

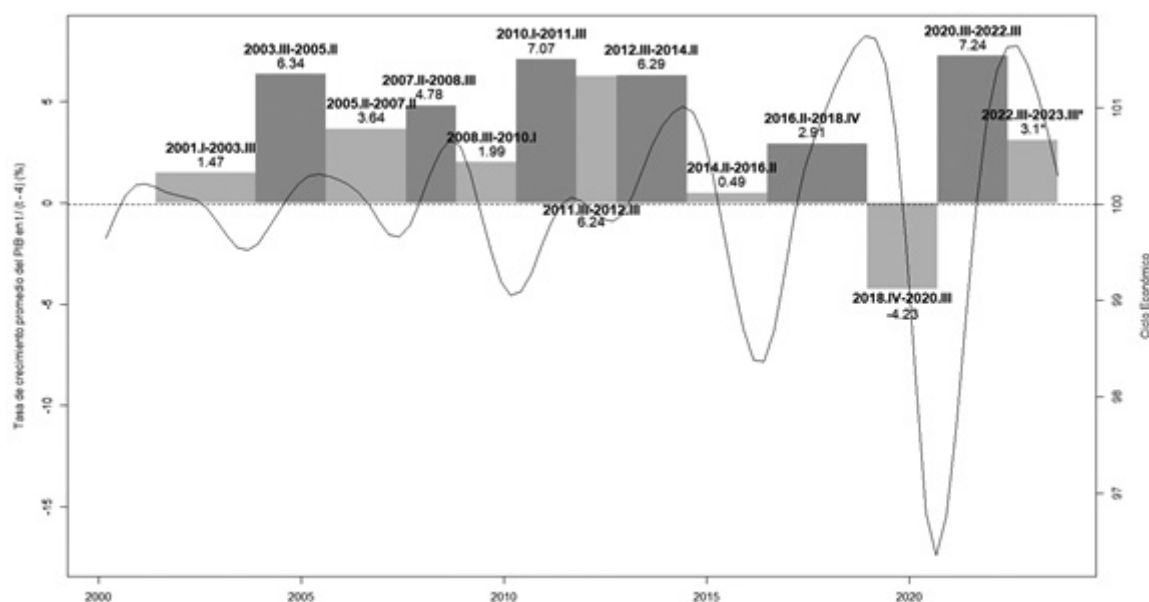
Elaboración: Autores

En la figura 9, se observan las tasas de crecimiento interanual promedio en los periodos de expansión y desaceleración del ciclo económico. Considerando que un ciclo económico está compuesto por un periodo de expansión y luego por uno de desaceleración, se espera que las tasas de crecimiento promedio de los periodos de expansión siempre serán mayores que los periodos de contracción. Por ejemplo, un periodo en el que la economía ecuatoriana registró una caída significativa ocurrió entre el 2018.IV hasta el 2020.III. Otro caso, sin considerar el efecto rebote por la pandemia de COV-19, es el crecimiento abrupto durante el 2010.I al 2011.III.

La figura 10 muestra la tasa de crecimiento interanual promedio en los ciclos económicos completos estimados. El ciclo que posee el menor crecimiento está comprendido desde el 2016.II al 2020.III. Por el contrario, durante 2010.I al 2012.III se observa el mayor crecimiento, y esto se puede comprobar en la figura 9 en esos periodos de tiempo.

En el periodo analizado, se constataron cinco ciclos completos con una duración promedio del ciclo (de valle a valle) de 14 trimestres y el último ciclo en curso. A continuación, se presentan los hechos destacados en los diferentes ciclos estimados desde el año 2000 al 2023.

Figura 9. Tasa de crecimiento $t/(t-4)$ promedio en los periodos económicos
2000.I-2023.III

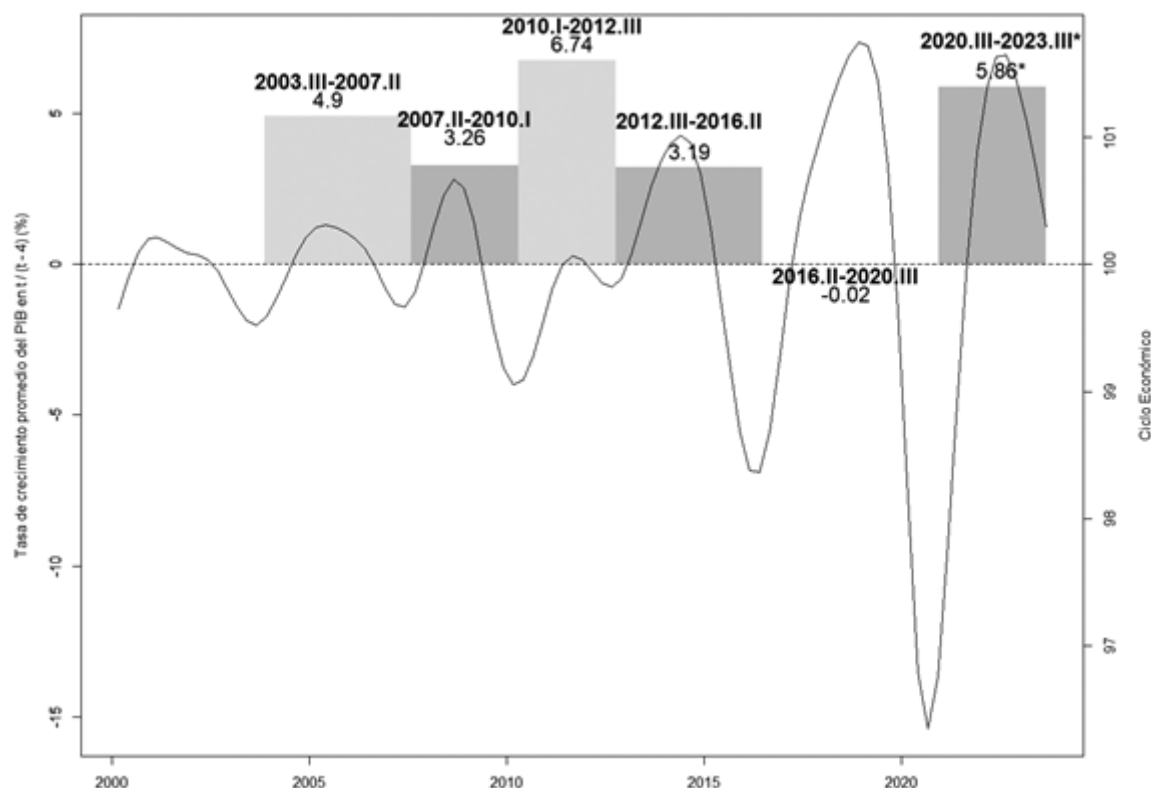


Elaboración: Autores

Nota: El color claro muestra los periodos de desaceleración, mientras que el color oscuro refleja la expansión en el ciclo económico.

(*) Corresponde a un ciclo en desarrollo debido a que aún no es posible determinar el próximo punto de giro.

Figura 10. Tasa de crecimiento $t/(t-4)$ promedio en los ciclos económicos 2000.I-2023.III



Elaboración: Autores

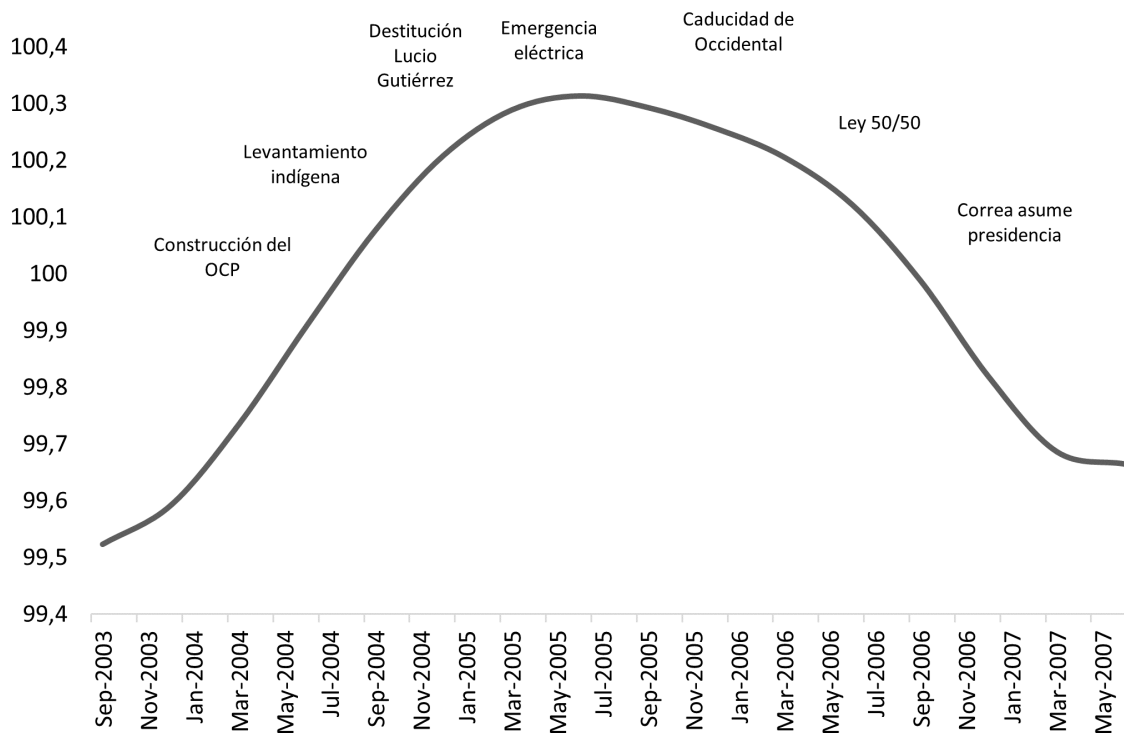
Nota: (*) Corresponde a un ciclo en desarrollo debido a que aún no es posible determinar el próximo punto de giro.

4.2.1. Ciclo 1: septiembre 2003-junio 2007

Este ciclo duró 45 meses. La fase de recuperación y expansión duró 21 meses, mientras que la fase de desaceleración duró 24 meses.

Los eventos más relevantes durante este ciclo se encuentran en la figura 11. Este ciclo inició con la entrada en operación del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) el 14 de noviembre de 2003. Este oleoducto puede llegar a transportar 517 mil barriles máximos por día. Posteriormente, el presidente Gutiérrez fue destituido el 20 de abril de 2005, tras una fuerte crisis política y manifestaciones, lo que llevó al Congreso a nombrar a Alfredo Palacio como nuevo jefe de Estado (Domínguez, 2005). En los meses siguientes, Palacio declaró en estado de emergencia al sector eléctrico del país por 60 días (El Universo, 2006).

Figura 11. Ciclo 1
Septiembre 2003-junio 2007



Elaboración: Autores

Con respecto al sector petrolero, en febrero de 2006, se declaró la caducidad del contrato de la petrolera Occidental (El Universo, 2012) y meses después se dio paso a la creación de la Ley 50/50, que modificó las ganancias recibidas por las petroleras privadas (Erráz, 2014). Finalmente, el economista Rafael Correa asumió la presidencia en enero de 2007.

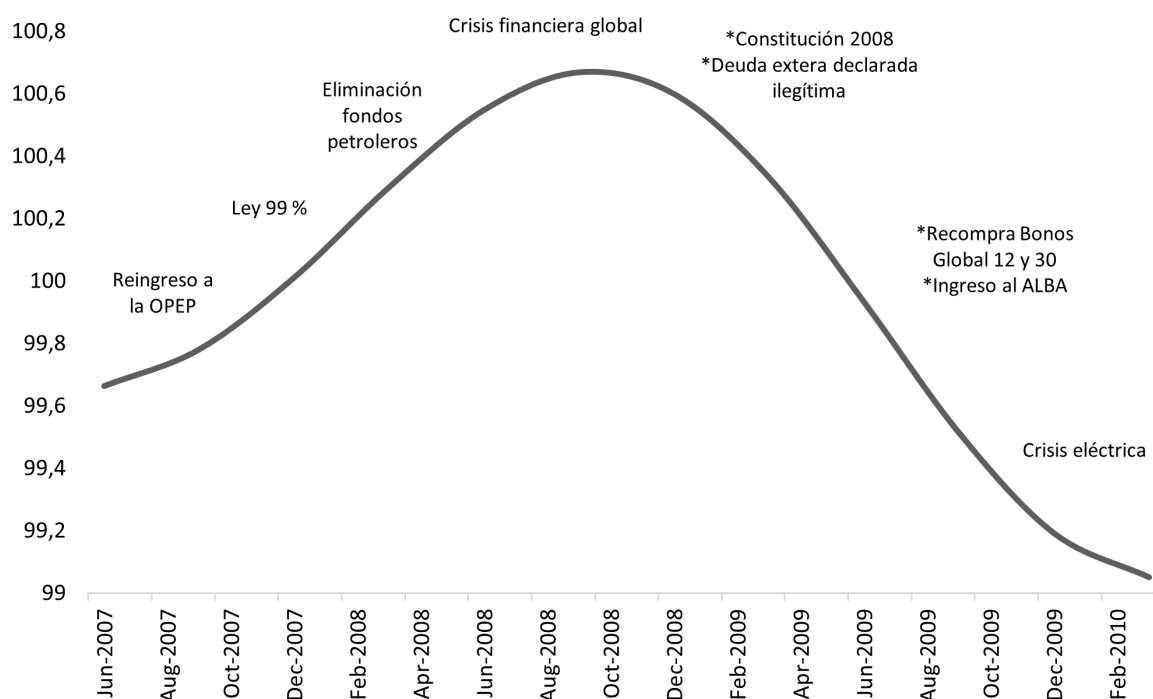
4.2.2. Ciclo 2: junio 2007-marzo 2010

Este ciclo tuvo una duración de 33 meses. La fase de recuperación y expansión duró 15 meses y la fase de desaceleración tuvo una duración de 21 meses.

En octubre de 2007, Ecuador ingresó nuevamente a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), luego de ser socio inactivo desde 1992 (Primicias, 2024). En ese mismo año, el Gobierno emitió un decreto que obligaba a las petroleras privadas a entregar al Estado ecuatoriano el 99 % de sus ganancias extraordinarias (El Universo, 2008 en Erráz, 2014). Por otra parte, la crisis financiera mundial comenzó en septiembre de 2008 con la quiebra de Lehman Brothers, lo que impactó negativamente en Ecuador debido a la reducción de exportaciones y remesas (Erráz, 2014).

En el ámbito interno, a finales de 2008, los ciudadanos ecuatorianos aprobaron la nueva Constitución de Montecristi. Adicionalmente, durante este ciclo se declaró como ilegítima una parte de la deuda externa ecuatoriana y en 2009 el Gobierno realizó una recompra los bonos Global 12 y 30 con un descuento entre el 65 y 70 % (El Comercio, 2009). Finalmente, el ciclo termina con la declaración de una emergencia eléctrica a causa de un fuerte estiaje, causando apagones que generaron pérdidas por mil millones en el sector empresarial (Mena, 2009).

Figura 12. Ciclo 2
Junio 2007-marzo 2010

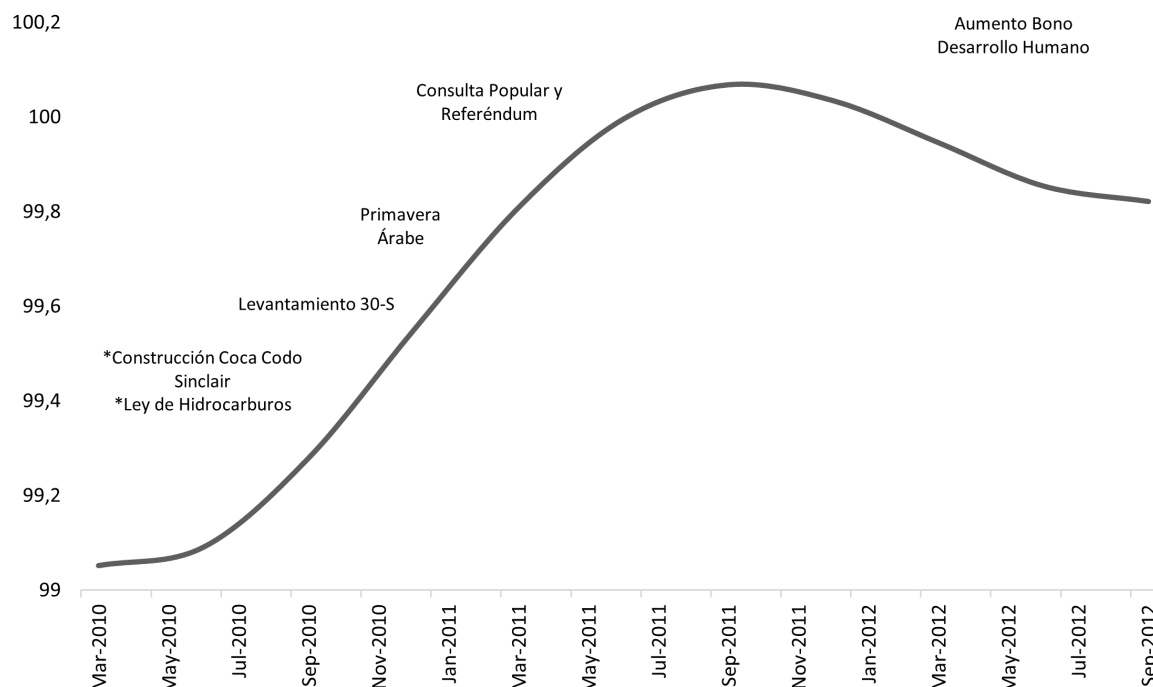


Elaboración: Autores

4.2.3. Ciclo 3: marzo 2010-diciembre 2012

Este ciclo tuvo una duración de 30 meses. La fase de recuperación y expansión duró 24 meses y la fase de desaceleración 12 meses.

Figura 13. Ciclo 3
Diciembre 2009-septiembre 2012



Elaboración: Autores

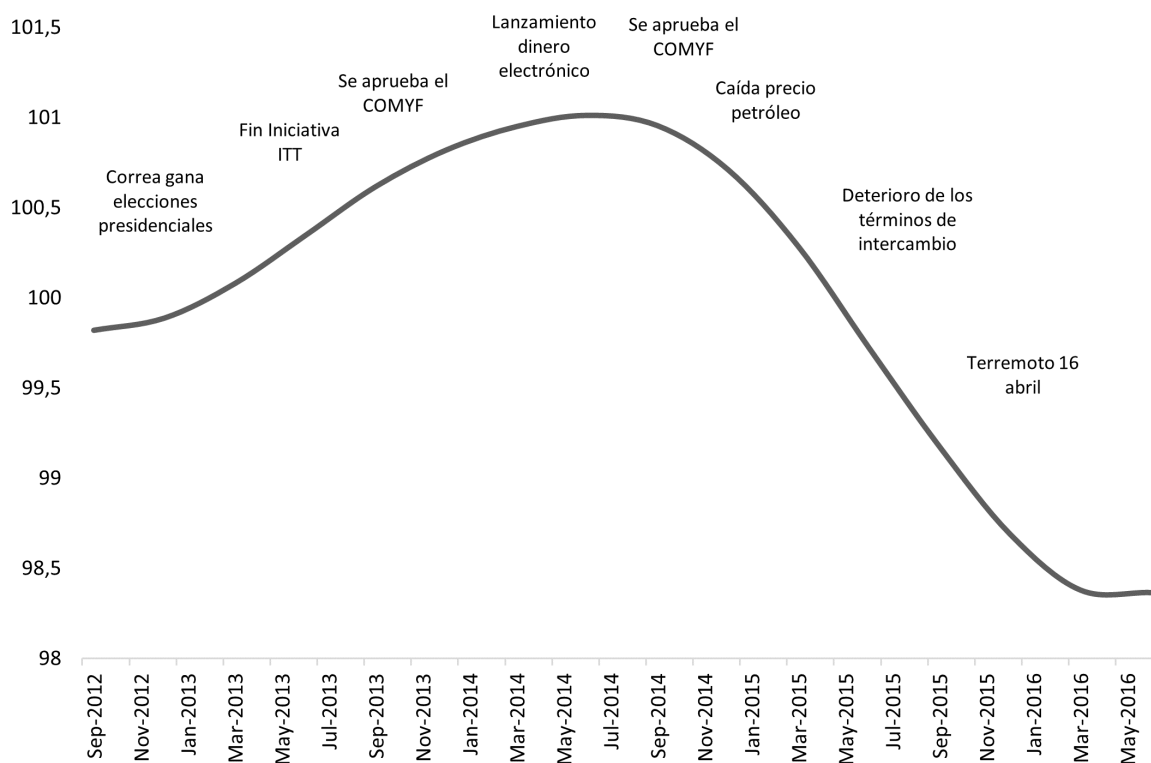
En julio de 2010 inició la construcción de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair para aprovechar el potencial del río Coca (Ministerio de Energía y Minas, 2018). De forma simultánea, entró en vigencia la ley de hidrocarburos, la cual establecía que las empresas privadas se transformen en prestadores o proveedoras de servicios, dando al Estado mayor control sobre las rentas petroleras (Reuters, 2010).

Además, en el año 2010, Ecuador también enfrentó la crisis del 30-S, cuando las fuerzas policiales a nivel nacional se alzaron contra la Ley de Servicio Público que eliminaba ciertos beneficios laborales del cuerpo policial (Mena, 2011a). A nivel global, el año 2011, se caracterizó por el inicio de la primavera árabe en el Medio Oriente, eventos que contribuyeron a mantener el precio del petróleo cerca de los 100 dólares por barril (Erráez, 2014). De vuelta a los eventos nacionales, en el año 2011, se llevó a cabo la consulta popular y referéndum que reformó el sistema judicial e impulsó la regulación de los medios de comunicación (Mena, 2011b). Finalmente, en el año 2012, el Gobierno nacional aumentó en USD 15 el Bono de Desarrollo Humano (Erráez, 2014).

4.2.4. Ciclo 4: diciembre 2012-junio 2016

Este ciclo tuvo una duración de 45 meses. La fase de recuperación y expansión duró 21 meses y la fase de desaceleración tuvo una duración total de 24 meses.

Figura 14. Ciclo 4
Diciembre 2012-junio 2016



Elaboración: Autores

En febrero de 2013, Rafael Correa fue elegido nuevamente como presidente de la República. En ese mismo año el Gobierno ecuatoriano dejó de lado la iniciativa ITT y anuncia la decisión de empezar a explotar menos del 1 % del parque (Mena, 2013). En el año siguiente, 2014, la Asamblea Nacional aprobó el Código Orgánico Monetario y Financiero (COMYF), el cual unificó 30 leyes que regulaban al sector bancario y financiero, además de recuperar ciertas atribuciones del Banco Central del Ecuador (BCE, 2014a). También, a finales de 2014, el Banco Central presentó al país el sistema de dinero electrónico, que fue implementado a lo largo de tres fases entre 2014-2015 (BCE, 2014b).

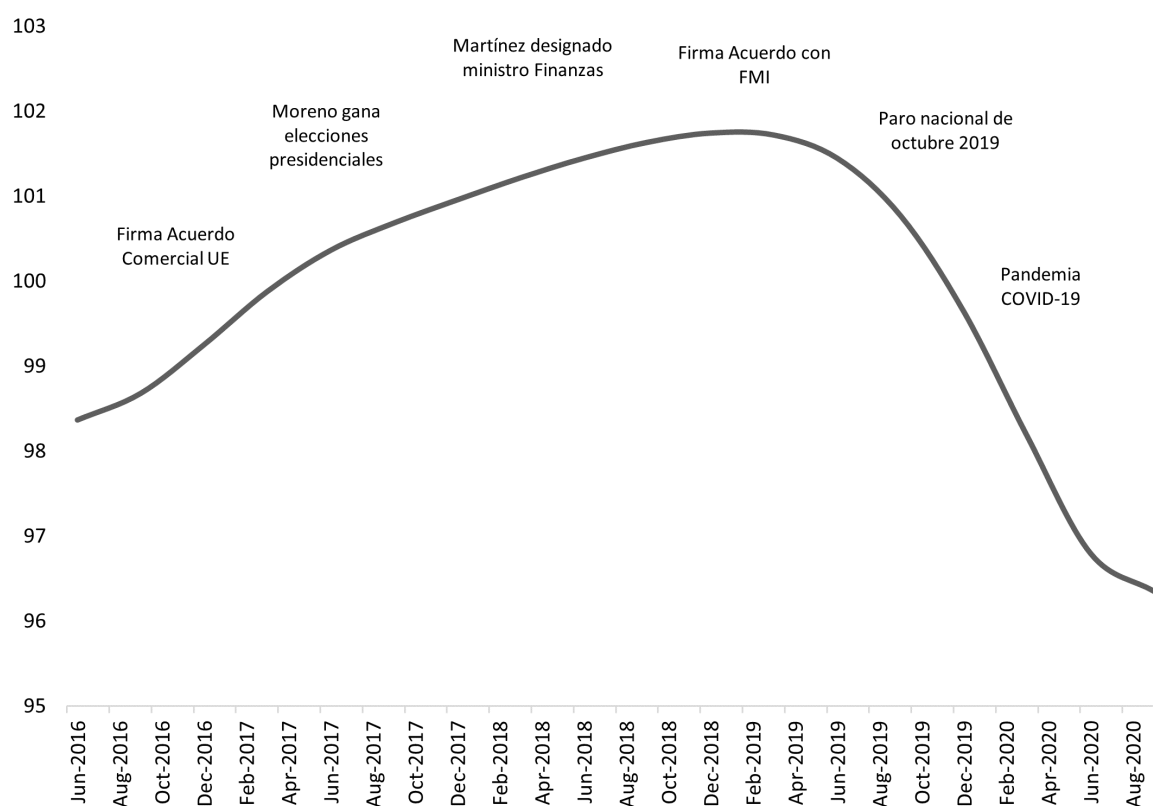
En 2015, los términos de intercambio en América Latina y el Caribe empezaron a deteriorarse debido al fortalecimiento del dólar y cayeron 9 %; además, el precio del petróleo crudo cayó 47 % (CEPAL, 2016). Esta tendencia

continuó en el 2016. Ante este escenario, el Gobierno decidió aplicar salvaguardias para regular las importaciones y equilibrar la balanza comercial del país. Finalmente, en abril de 2016, sucedió el terremoto de magnitud 7,8 que dejó 673 muertos y grandes afectaciones económicas (Primicias, 2023).

4.2.5. Ciclo 5: junio 2016-septiembre 2020

Este ciclo tuvo una duración total de 51 meses. La fase de expansión duró 33 meses, seguida de una la fase de desaceleración de 18 meses. Uno de los eventos importantes de este ciclo fue la firma del acuerdo comercial con la Unión Europea en noviembre de 2016, un acuerdo al que ya pertenecían Colombia y Perú (BID, 2016). En abril de 2017, Lenín Moreno fue elegido presidente de la República, garantizando el continuismo del proyecto político del expresidente Correa. Sin embargo, Moreno se distancia de la Revolución Ciudadana y, en diciembre de 2017, su vicepresidente, Jorge Glas, fue sentenciado a prisión (BBC, 2017).

Figura 15. Ciclo 5
Junio 2016-septiembre 2020



Elaboración: Autores

En el año siguiente, hubo un cambio en la política económica. Richard Martínez fue designado ministro de Finanzas y se concretó la firma de un acuerdo con el Fondo Monetario Internacional por más de USD 4.000 millones en el marco del Servicio Ampliado (SAF) (Roa, 2022); (FMI, 2019). Las medidas incluidas en dicho acuerdo significaban la reorganización de las finanzas públicas, recorte del gasto y eliminación de subsidios, como el de los combustibles con diversos efectos en la economía real (Mencias, 2020). El FMI con base en este acuerdo dio acceso a créditos por 4.209 millones de dólares. Sin embargo, las medidas adoptadas llevaron a un descontento social y protestas impulsadas por diversos sectores sociales como el indígena (Pérez, 2019). Como consecuencia, el paro nacional que tuvo lugar en Ecuador del 3 al 14 de octubre de 2019 resultó en daños y pérdidas estimadas en 821,68 millones de dólares (BCE, 2019).

El último evento relevante de este ciclo fue la declaración de la pandemia del COVID-19 por parte de la Organización Mundial Salud (OMS), obligando a la población estar en cuarentena en todo el mundo, incluyendo Ecuador (Sevillano, 2020). Utilizando la metodología de Evaluación de Necesidades Post-Desastres (PDNA), se calcularon las pérdidas netas económicas, las cuales fueron examinadas y verificadas por cada ministerio según su respectivo sector, con el apoyo técnico del PNUD y el Banco Mundial. Estas pérdidas totales ascendieron a USD 16.381,7 millones, de los cuales el sector privado absorbió USD 12.790,51 millones, representando el 78,1 % del total. Esta cifra equivale al 16,6 % del PIB de 2020 en valores corrientes. Sectores como comercio, turismo y manufactura fueron los más afectados en el ámbito privado, mientras que el sector público destacó por las pérdidas significativas en salud. Este enfoque proporcionó una base sólida para la simulación en matrices como la de insumo-producto y contabilidad social. Los resultados indicaron una contracción del 6,4 % en el PIB durante el periodo mencionado (BCE, 2021).

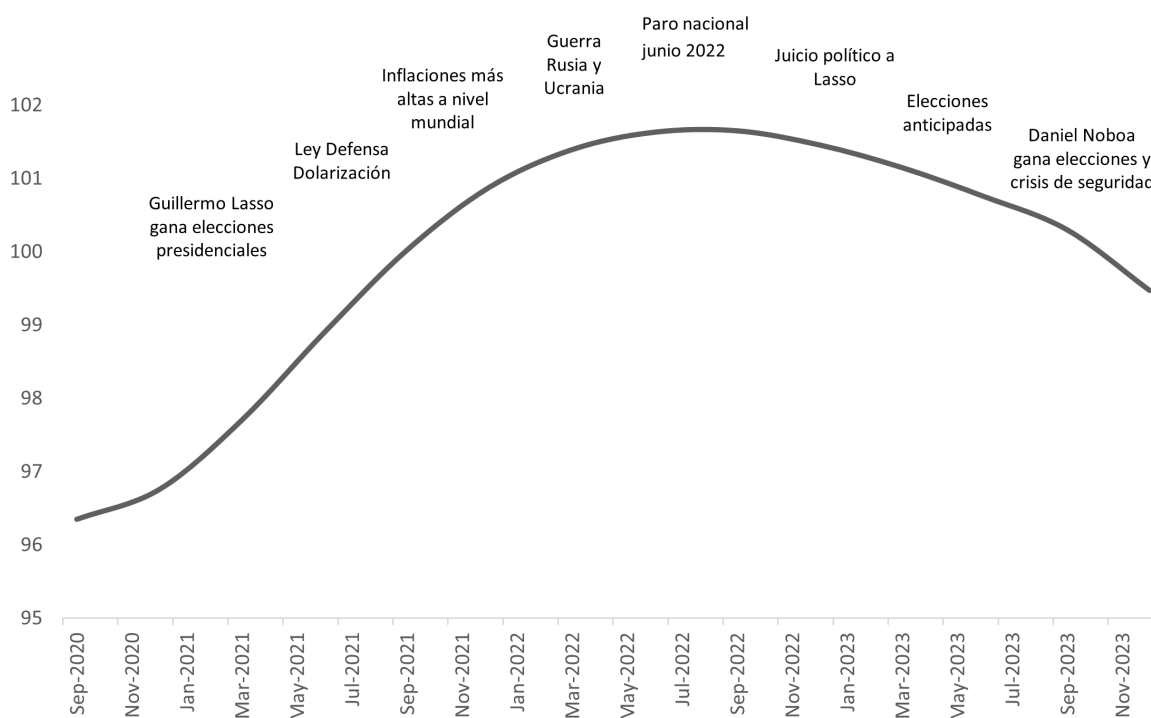
4.2.6. Ciclo 6: septiembre 2020-por definir

Un hecho importante de este ciclo es la victoria de Guillermo Lasso en la segunda vuelta de las elecciones presidenciales de 2021. En abril de este mismo año, se aprobó la Ley de Defensa de la Dolarización, que trajo de vuelta el sistema de cuatro balances y prohíbe el financiamiento del BCE al Ministerio de Finanzas (Celi, 2021). También, a finales de ese año, se produjo un resurgimiento de las tasas de inflación en las economías avanzadas, algo que no se había visto desde hace 20 años. Esta situación también se observó en las economías emergentes (Reinhart & Graf von Luckner, 2022). El escenario inflacionario se agudizó en 2022 al iniciar la guerra entre Rusia y Ucrania, ya que estos dos países producen el 30 % del trigo mundial (Kammer et al., 2022).

Entre el 13 y 30 de junio de 2022, la economía ecuatoriana fue afectada por movilizaciones a nivel nacional que ocasionaron una interrupción de las actividades cotidianas y productivas, las cuales generaron un impacto macroeconómico en el país. Se estimó un nivel de pérdidas en ventas netas de USD 1.105 millones (1 % del PIB), determinado en un 71 % por las pérdidas dentro del sector no petrolero (BCE, 2022).

Para el año 2023, a nivel local, se dio el juicio político contra Guillermo Lasso, ocasionando la muerte cruzada y llamando a elecciones anticipadas que se dieron en agosto de 2023 (BBC, 2023). El riesgo país, que alcanzó 1.865 puntos tras la disolución de la Asamblea Nacional y la convocatoria de elecciones anticipadas por Lasso, llegó a su máximo durante su mandato el 3 de agosto, alcanzando los 2.035 puntos. Tras la elección de Daniel Noboa como presidente, el riesgo país se redujo a 1.748 puntos.

Figura 16. Ciclo 6
Septiembre 2020-por definir



Elaboración: Autores

En cuanto a la producción petrolera en 2023, se alcanzaron 173,5 millones de barriles, 2,1 millones menos que el año anterior. Este descenso se atribuye a eventos como el sabotaje en los bloques 16-67; el colapso del río Marker, que afectó el transporte de hidrocarburos, y un sismo el 18 de marzo, que impactó el sistema eléctrico de EP Petroecuador. El precio promedio del

crudo ecuatoriano fue de USD 68,0 por barril, comparado con USD 85,8 por barril en 2022 (BCE, 2024b).

El sector minero experimentó un aumento significativo gracias a proyectos clave como Mirador y Fruta del Norte, con exportaciones mineras alcanzando USD 3.324 millones, impulsadas por la demanda creciente de países como India y Emiratos Árabes Unidos. Aunque enfrentó desafíos como la reducción en el valor de las exportaciones de cobre, el sector demostró resiliencia (BCE, 2024b).

En relación con la liquidez del Banco Central del Ecuador (BCE), las reservas internacionales (RI) mostraron un crecimiento constante desde el cuarto trimestre de 2020 hasta diciembre de 2022. Sin embargo, en 2023, las RI experimentaron una notable disminución de USD 4.004 millones, principalmente atribuible a movimientos del sector público que incluyeron menores desembolsos y un aumento en el pago de servicio de deuda externa, así como una reducción en los ingresos petroleros (BCE, 2024b).

5. CONCLUSIONES

La presente investigación se enfocó en estimar el componente cíclico de la actividad económica en Ecuador utilizando el PIB encadenado con datos trimestrales, basados en las cuentas nacionales de base móvil. Se implementaron diversas técnicas de filtrado, cada una con sus propias ventajas y desventajas, particularmente relacionadas con la pérdida de información, dificultades en las colas de distribución y la selección óptima de parámetros.

A pesar de las variaciones metodológicas, la aplicación de diferentes filtros no reveló discrepancias significativas en la estructura del componente cíclico resultante, indicando una sincronización en los ciclos económicos observados para Ecuador. Sin embargo, se observaron desfases en la identificación de picos y valles al realizar análisis históricos. En términos de determinar si la economía está en expansión o desaceleración, los métodos mostraron resultados consistentes, aunque se destacaron las desventajas mencionadas anteriormente.

En tal razón, se evidenció que la utilización de una proyección de cuatro trimestres hacia adelante en las diferentes técnicas de filtrado sirve para corregir los problemas al inicio o al final de la cola y evitar la pérdida de información. Además, en cuanto a los puntos de giro, se tiene un mayor número de correspondencia cruzada entre cuatro de las cinco técnicas probadas. Así los filtros que describen con mayor precisión los acontecimientos históricos y la coyuntura económica ecuatoriana son los filtros Hodrick-Prescott doble banda mejorado con pronóstico (HPM) y Christiano-Fitzgerald (CF). Estos filtros fueron seleccionados por su fácil aplicabilidad y la capacidad para ajustar los

parámetros óptimos, además abordan críticas previas sobre la estimación del ciclo económico en la literatura académica especializada.

Al analizar la componente cíclica de las variables macroeconómicas, se evidencian ciclos económicos consistentes. Estos ciclos comprenden periodos de expansión, que promedian ocho trimestres, seguidos de desaceleraciones, que duran aproximadamente siete trimestres en promedio. La duración media de un ciclo completo fue de catorce trimestres (tres años y medio). Estos ciclos completos ofrecen una comprensión fundamental de las fases de crecimiento y contracción de la economía. Es crucial reconocer que estas variaciones periódicas afectan de manera significativa indicadores clave como el PIB, la inflación, el empleo y la inversión. El seguimiento de estos ciclos de manera efectiva es crucial para mantener la estabilidad económica y promover políticas económicas en línea con un crecimiento sostenible a mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, H., & Garegnani, M. (1999). *Hodrick-Prescott Filters in Practice*. Departamento de Economía, Universidad Nacional de La Plata.
- BBC. (2017, diciembre 13). *Ecuador: el vicepresidente Jorge Glas, sentenciado a 6 años de prisión en caso Odebrecht*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-42346644>
- BBC. (2023, mayo 17). *Qué es la «muerte cruzada» invocada por el presidente Lasso en Ecuador y qué pasa ahora*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65624119>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2014a). *Código Orgánico Monetario y Financiero*. Publicado el 12 de septiembre en el Registro Oficial. <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/codigo-organico-monetario-y-financiero-es-publicado-hoy-en-el-registro-oficial>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2014b). *El Banco Central lanza oficialmente el sistema de dinero electrónico, un medio de pago para uso de la ciudadanía*. <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/el-banco-central-lanza-oficialmente-el-sistema-de-dinero-electronico-un-medio-de-pago-para-uso-de-la-ciudadania>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2019). *Evaluación de daño y pérdidas: Afectaciones por paro nacional del 3 al 14 de octubre de 2019*. https://www.bce.fin.ec/images/BANCO_C_ECUADOR/PDF/InformeBMImpactoParoNacional.pdf
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2021). *La pandemia por el COVID-19 generó una caída en el PIB de 6,4% de marzo a diciembre de 2020*. <https://www.bce.fin.ec/boletines-de-prensa-archivo/la-pandemia-por-el-covid-19-genero-una-caida-en-el-pib-de-6-4-de-marzo-a-diciembre-de-2020>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2022). Evaluación de daños y pérdidas del paro nacional de junio de 2022. *Apuntes de Economía*, (71). <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae71.pdf>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2024a). Metodología de las cuentas nacionales trimestrales de Ecuador base móvil, año de referencia 2018. *Cuaderno de Trabajo*, (134). <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Cuadernos/Cuad139.pdf>
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2024b). *Informe de la evolución de la economía ecuatoriana en 2023 y perspectivas 2024*. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/EvolEconEcu_2023pers2024.pdf

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2016). *Ecuador firma acuerdo comercial con la Unión Europea*. <https://conexionintal.iadb.org/2016/12/02/ecuador-firma-acuerdo-comercial-la-union-europea/>
- Burns, A. & Mitchell, W. (1946). *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research.
- Burns, A. F. (1969). *The Business Cycle in a Changing World*. National Bureau of Economic Research.
- Celi, E. (2021, abril 22). La Asamblea aprueba la Ley de defensa de la dolarización. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/asamblea-aprueba-ley-defensa-dolarizacion/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- The Conference Board. (2001). *Business Cycle Indicators Handbook*. <https://www.conference-board.org/publications/publicationdetail.cfm?publicationid=852>
- D'Elia, J. L. I. (2011). Fluctuaciones del ciclo económico de Colombia: análisis comparativo según métodos univariados. *Semestre Económico*, 14(30), 61-86. <https://doi.org/10.22395/seec.v14n30a3>
- Denton, F. T. (1971). Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization. *Journal of the American Statistical Association*, 66(333), 99–102. <https://doi.org/10.2307/2284855>
- Domínguez, N. (2005, abril 20). Destituido el presidente de Ecuador. *Swissinfo*. <https://www.swissinfo.ch/spa/destituido-el-presidente-de-ecuador/4468106>
- El Comercio. (2009, noviembre 10). *El país retiró el 91 % de la deuda ilegítima*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/pais-retiro-91-deuda-ilegitima.html>
- El Universo. (2006, abril 10). *Presidente declara estado de emergencia en el sector eléctrico*. <https://www.eluniverso.com/2006/04/10/0001/9/524B-C17AFA31432B9CDB058FE0963D29.html>
- El Universo. (2012, octubre 5). *Cronología del caso Oxy en el tema de la caducidad del contrato*. <https://www.eluniverso.com/2012/10/05/1/1356/cronologia-caso-oxy-tema-caducidad-contrato.html>
- Erráez, J. P. (2014). *Sistema de indicadores del ciclo de crecimiento económico*. Banco Central del Ecuador.
- Expansión. (2007, octubre 23). *Ecuador regresa a la OPEP*. <https://expansion.mx/economia/2007/10/23/ecuador-regresa-a-la-opec>

- Hamilton, J. D. (2017). Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter. *NBER Working Paper Series*, (23429). <https://doi.org/10.3386/w23429>
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1981). *Post-War U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation* (Discussion Paper No. 451). Northwestern University.
- Kammer, A., Azour, J., Aemro Selassie, A., Goldfajn, I., & Rhee, C. Y. (2022, marzo 15). *La guerra en Ucrania repercute en todas las regiones del mundo*. IMF Blog. <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2022/03/15/blog-how-war-in-ukraine-is-reverberating-across-worlds-regions-031522>
- Mena, P. (2009, diciembre 22). *Ecuador sufre «pérdidas millonarias»*. BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/economia/2009/12/091221_0432_energia_ecuador_irm
- Mena, P. (2011a, septiembre 29). *Ecuador: 30-S, ¿hubo o no intento golpista?* BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/09/110929_ecuador_aniversario_revuelta_policial
- Mena, P. (2011b, mayo 7). *Ecuador: consulta popular impulsa proyecto político de Correa*. BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/05/110507_ecuador_consulta_referendo_resultado_lr
- Mena, P. (2013, agosto 16). *¿Por qué fracasó el proyecto ambiental de Yasuní en Ecuador?* BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/08/130816_ecuador_yasuni_causas_fracaso_lps
- Mencias, A. (2020, marzo 18). *Ecuador y el FMI: un año más hacia el fondo*. CELAG. <https://www.celag.org/ecuador-y-el-fmi-un-ano-mas-hacia-el-fondo/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair*. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/central-hidroelectrica-coca-codo-sinclair/>
- Moore, G. H. (1983). *Business Cycles, Inflation, and Forecasting*. National Bureau of Economic Research.
- Pedersen, T. M. (2001). The Hodrick-Prescott Filter, the Slutsky Effect, and the Distortionary Effect of Filters. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 25(8), 1081-1101. [https://doi.org/10.1016/S0165-1889\(99\)00059-7](https://doi.org/10.1016/S0165-1889(99)00059-7)
- Pérez, L. (2019, diciembre 2). *Cronología del paro en Ecuador, y lo que vino después*. Deutsche Welle. <https://www.dw.com/es/cronolog%C3%A1a-del-paro-en-ecuador-y-lo-que-vino-despu%C3%A9s/a-51456988>
- Primicias. (2023, marzo 18). *Ecuador vivió el terremoto más destructivo desde 2016*. <https://www.primicias.ec/noticias/sucesos/ecuador-vivio-el-terremoto-mas-destructivo-desde-2016/>

- Primicias. (2024). OPEP invita a Ecuador a formar parte de la organización. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/opec-ecuador-produccion-petrolera/>
- Rabanal, C. (2017). Puntos de giro en la economía argentina. *Revista de Economía Política de Buenos Aires*, (11), 159-185.
- Reinhart, C., & Graf von Luckner, C. (2022, marzo 15). *The Return of Global Inflation*. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/voices/return-global-inflation>
- Reuters. (2010, julio 26). *Ecuador pone en vigencia reforma Ley Hidrocarburos*. <https://www.reuters.com/article/petroleo-ecuador-ley-idARN2622907120100726>
- Roa, S. (2022, octubre 24). *¿Quién es Richard Martínez?* GK. <https://gk.city/2019/10/24/quien-es-richard-martinez/>
- Sevillano, E. (2020, marzo 11). *La OMS declara el brote de coronavirus pandemia global*. El País. <https://elpais.com/sociedad/2020-03-11/la-oms-declara-el-brote-de-coronavirus-pandemia-global.html>
- Valle, A. (1999). *Un indicador adelantado del ciclo económico para el Ecuador*. Banco Central del Ecuador.
- Zarnowitz, V. (1992). *Business Cycles: Theory, History, Indicators, and Forecasting*. National Bureau of Economic Research.

ANEXOS

**Anexo I. Correlación de los ciclos económicos (componente cíclica)
2000.I-2023.III**

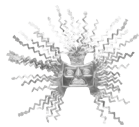
	Hodrick- Prescott de doble banda mejorado (HPM)	Baxter- King (BK)	Christiano- Fitzgerald (CF)	Butterworth (BW)	Hamilton (HM)
Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM)	1,00	0,97	0,94	0,95	0,77
Baxter-King (BK)	0,97	1,00	0,91	0,93	0,75
Christiano-Fitzgerald (CF)	0,94	0,91	1,00	0,92	0,75
Butterworth (BW)	0,95	0,93	0,92	1,00	0,77
Hamilton (HM)	0,77	0,75	0,75	0,77	1,00

Elaboración: Autores

Anexo II. Parámetros óptimos utilizados

	Alta intensidad	Baja intensidad
Hodrick-Prescott de doble banda mejorado (HPM)	120	12
Baxter-King (BK)	22	4
Christiano-Fitzgerald (CF)	40	10
Butterworth (BW)	8	6
Hamilton (HM)	6	

Elaboración: Autores



DETERMINANTES DE LA EXCLUSIÓN SOCIAL EN PUEBLOS Y NACIONALIDADES INDÍGENAS DEL ECUADOR EN 2023

Jerónimo Marchán¹ y María de los Angeles Barrionuevo²

Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Facultad de Economía
Quito, Ecuador

Información

Recibido:

30 de septiembre de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Exclusión social
Pobreza
Bienestar
Desarrollo humano
Grupos desfavorecidos

JEL:

J15, I32, B23, C5, E61,
I31

DOI:

[https://doi.org/10.47550/
RCE/34.2.3](https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.3)

Resumen

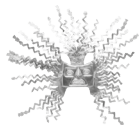
El Ecuador, país diverso y plurinacional, alberga a varios grupos étnicos, incluidos los pueblos y nacionalidades indígenas, quienes son los más afectados por la pobreza por ingresos y multidimensional, ambos fenómenos relacionados con la exclusión social. Esta exclusión hace referencia a dejar de ser ciudadano pleno por la falta de libertades fundamentales e instrumentales. La investigación se centra en examinar los determinantes que explican la exclusión social en los pueblos indígenas en 2023. Mediante estadística descriptiva, un indicador multidimensional y modelos logit, se determinó que el 44,27 % de la población indígena sufre exclusión. Ser indígena, especialmente si viven en áreas rurales, son mujeres, mayores de 18 años, discapacitados, se dedican a la agricultura o ganadería y viven en la Amazonía incrementa esta probabilidad. A diferencia de estudios previos, se determinó que los menores de edad indígenas son menos propensos a la exclusión, lo cual podría responder a las políticas públicas enfocadas en su desarrollo. Estos resultados son útiles para orientar programas que mejoren las condiciones de vida de la etnia indígena, priorizando alimentación, infraestructura y educación.

¹ORCID: 0009-0009-9378-0483. CRediT: curación de datos, análisis formal, investigación, escritura: borrador original

²ORCID: 0000-0003-0584-2672. CRediT: conceptualización, metodología, supervisión, redacción: revisión y edición

E-mail: jmarchan@puce.edu.ec; mabarrionuevom@puce.edu.ec

Copyright © 2024 Marchán y Barrionuevo. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



DETERMINANTS OF SOCIAL EXCLUSION IN INDIGENOUS PEOPLES AND NATIONALITIES OF ECUADOR IN 2023

Jerónimo Marchán¹ and María de los Angeles Barrionuevo²

Pontifical Catholic University of Ecuador - Faculty of Economics
Quito, Ecuador

Article Info

Received:

30th September 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Social exclusion

Poverty

Well-being

Human development

Disadvantaged groups

JEL:

J15, I32, B23, C5, E61,
I31

DOI:

[https://doi.org/10.47550/
RCE/34.2.2](https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.2)

Abstract

Ecuador, a diverse and plurinational country, is home to several ethnic groups, including indigenous peoples and nationalities, who are the most affected by income and multidimensional poverty, both phenomena related to social exclusion. This exclusion refers to ceasing to be a full citizen due to lacking fundamental and instrumental freedoms. The research examines the determinants that explain social exclusion in indigenous peoples in 2023. Using descriptive statistics, a multidimensional indicator, and Logit models, it was determined that 44.27 % of the Indigenous population suffers from exclusion. Being Indigenous, especially if they live in rural areas, are women, over 18 years of age, are disabled, are dedicated to agriculture or livestock, and live in the Amazon increases this probability. Unlike earlier studies, we found that Indigenous minors are less prone to exclusion, which could respond to public policies focused on their development. The results might guide programs that improve the living conditions of the indigenous ethnic group, prioritizing food, infrastructure, and education.

¹ORCID: 0009-0009-9378-0483. CRediT: Data Curation, Formal Analysis, Research, Writing - Original Draft

²ORCID: 0000-0003-0584-2672. CRediT: Conceptualization, Methodology, Supervision, Writing - Proofreading and Editing
E-mail: jmarchan@puce.edu.ec; mabarrionuevom@puce.edu.ec

Copyright © 2024 Marchán and Barrionuevo. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador, definido por su constitución como un Estado plurinacional y laico, reconoce siete autoidentificaciones étnicas: mestizos, blancos, montuvios, afroecuatorianos, mulatos, negros e indígenas; existen 29 pueblos y nacionalidades indígenas reconocidos dentro del territorio ecuatoriano (Garcés, 2020) que representan un 7,7 % de la población ecuatoriana y, a pesar de que no son la etnia mayoritaria, sí son los históricamente más pobres y excluidos (Larrea, 2015). La discriminación y la violencia hacia los indígenas agrava su pobreza y exclusión (Collado-Ruano et al., 2021). La etnia indígena posee cierto nivel de autonomía en su organización social, económica política y legal (Chisaguano, 2006), comparte su origen precolonial, pero conforma un grupo heterogéneo con diversas culturas y territorios.

Los grupos que conforman los pueblos y nacionalidades indígenas enfrentan mayores niveles de pobreza que otros grupos étnicos. Según la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), en 2022, el 54,26 % de la población indígena vivía en situación de pobreza por ingresos, el 31,87 % en pobreza extrema y el 81,96 % de sus integrantes estaba en situación de pobreza multidimensional (INEC, 2022). Los pueblos y nacionalidades indígenas son los que menos acceso al empleo formal tienen, tan solo un 16,19 % accede a este tipo de empleos y, por ende, la mayoría no recibe beneficios ni el apoyo económico proporcionado por los institutos de seguridad social del país (INEC, 2022). Los pueblos y nacionalidades indígenas no poseen los medios económicos para adquirir bienes y servicios necesarios para la vida y, además, son afectados por las causas estructurales de la pobreza.

La exclusión social es un fenómeno más profundo que la pobreza. No solo toma en cuenta factores como los ingresos o las posesiones materiales, sino que añade componentes relacionados a los derechos de los individuos y, por lo tanto, da una mayor perspectiva de la situación que enfrentan (Tezanos, 2005). A fin de aportar al debate, este estudio examina los determinantes que en el 2023 generaron exclusión social en los pueblos y nacionalidades indígenas en el Ecuador. La selección del año 2023 responde a dos criterios: i) la falta de datos de corte longitudinal para la elaboración del estudio en un periodo temporal extenso que limita la capacidad de análisis dentro de un periodo temporal extenso, y, ii), el año 2023 brinda una representación actual de la situación de exclusión que se vive dentro del Ecuador.

El artículo se divide en 4 secciones. En la primera, se realiza una aproximación teórica a la exclusión social y a la investigación empírica relacionada; en la segunda, se revisan los métodos econométricos utilizados; en la tercera sección, se exponen los resultados obtenidos, y, finalmente, se presenta conclusiones en base a los resultados obtenidos.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La pobreza y la exclusión social están basadas en el concepto de privación de elementos que reducen la calidad de vida; son conceptos que se retroalimentan (Roca & Rojas, 2002). La pobreza fue entendida en una primera etapa como un fenómeno monetario en el cual se evidencia la carencia de medios para obtener un cierto nivel de vida (Kanbur & Squire, 1999); por tanto, los pobres son los que pertenecen a «familias cuyos ingresos totales son insuficientes para obtener el mínimo necesario para el mantenimiento de la eficiencia física» (Rowntree, 1901, p. 86). La pobreza cambia constantemente de canasta base para su medición y por ello existen tres aspectos conflictivos con este enfoque: la aparición de nuevos bienes de consumo, que pasan de ser vistos como lujos a necesidades; cambios en la manera en que la sociedad se encuentra organizada, y un alza de los estándares de vida socialmente aceptados (Kanbur & Squire, 1999). Esto genera cambios en la percepción de quien es pobre (Kanbur & Squire, 1999).

Posteriormente, el concepto de pobreza cambió hacia la medición de privaciones de bienes y servicios de primera necesidad o fuertemente relacionados con el desarrollo personal. Se incluyen elementos como el acceso a los bienes públicos y sus beneficios, a la educación, el estado nutricional y el de salud (Kanbur & Squire, 1999). Finalmente, el concepto de pobreza adquiere un nuevo matiz, la pobreza como privación relativa se relaciona no solo con las deficiencias monetarias y materiales, sino también con las condiciones sociales del individuo, pasando al de insuficiencia de los recursos necesarios para el desarrollo y el aumento del bienestar (Stezano, 2020). La pobreza pasa a ser vista como un fenómeno dinámico y no estático, y, como menciona Stezano, hay una vinculación «entre pobreza y falta sistemática del ejercicio pleno de los derechos económicos, sociales y culturales» (2020, p. 14). De tal manera, la pobreza se aproxima a la exclusión social, sin embargo, sigue teniendo un enfoque material.

La pobreza formal guarda una gran diferencia con la exclusión social; sin embargo, la pobreza se concibe como un concepto englobado por la exclusión social (Roca & Rojas, 2002). La pobreza centra el análisis en el estado estático de los medios de adquisición y posesiones materiales; por otra parte, «la exclusión social se centra en las condiciones de vida que tiene la gente» (Martínez, 1997, p. 23). La exclusión social se define como el aislamiento o la separación de un individuo de la vida en sociedad, resultado de la percepción de no ser reconocido como un ciudadano pleno debido a la pérdida de uno o varios derechos. La exclusión social se relaciona con posesiones materiales, pero añade dimensiones sociales y culturales (Tezanos, 1999), genera segregación espacial de los grupos desfavorecidos, afectando a las regiones donde los excluidos se ubican de manera diferenciada (Veiga, 1999) y se presenta de manera diferente según las características particulares de los individuos. Las diferencias entre pobreza y exclusión social se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Pobreza y exclusión social

Rasgo diferenciador	Pobreza	Exclusión social
Situación	Es un estado	Es un proceso
Carácter básico	Personal	Estructural
Sujetos afectados	Individuos	Grupos sociales
Dimensiones	Unidimensional (carencia económica)	Multidimensional (aspectos laborales, económicos, sociales, culturales)
Ámbito histórico	Sociedades industriales	Sociedades postindustriales y/o tecnológicas avanzadas
Enfoque analítico aplicable	Sociología de la desviación	Sociología del conflicto
Variables fundamentales	Culturales y económicas	Laborales
Tendencias sociales asociadas	Pauperización	Dualización social
Riesgos añadidos	Marginación social	Crisis de los nexos sociales
Dimensiones personales	Fracaso, pasividad	Desafiliación, resentimiento
Evolución	Residual, estática	En expansión, dinámica
Distancias sociales	Arriba-abajo	Dentro-fuera
Variables ideológico-políticas que influyen	Liberalismo no asistencial	Neoliberalismo desregulador

Fuente: (Tezanos, 1999, p. 32)

La economía del desarrollo es un marco conceptual adecuado para evaluar la exclusión social. Desde un enfoque de capacidades, la expansión de libertades reales de los individuos es lo que les permite adquirir nuevas capacidades y, posteriormente, los funcionamientos que consideren valiosos (Sen, 2000a). Dentro de la concepción de exclusión social y de desarrollo humano de Sen, las capacidades juegan un papel fundamental. No obstante, antes de definirlas, es necesario explicar las libertades reales y los funcionamientos. Por una parte, las libertades reales cubren un conjunto de aspectos ineludibles para la satisfacción de necesidades y la realización de las personas (Sen, 2000a). Se identifican 2 tipos de libertades reales: las libertades fundamentales y las libertades instrumentales.

Las libertades fundamentales están relacionadas con todo lo que es necesario para sobrevivir y con la capacidad de agencia. Son en extremo importantes, ya que, además de ser necesarias para mantener la vida, permiten que las de agencia sean funcionales (Sen, 2000a). Las libertades relacionadas

con la capacidad de agencia sirven para expandir y profundizar las libertades reales de los individuos o grupos (Sen, 2000a). De tal modo, las libertades fundamentales son necesarias para el desarrollo personal y de la sociedad, pero, de la misma manera, se constituyen en la vida en sociedad.

Por otro lado, las libertades instrumentales hacen referencia a aspectos tratados como derechos u oportunidades que coadyuvan a la expansión de capacidades (Sen, 2000a). Según Sen, existen cinco tipos: las libertades políticas, los servicios económicos, las oportunidades sociales, las garantías de transparencia y las de seguridad protectora (2000a). Las libertades instrumentales son la base para la creación y expansión de capacidades, lo que es fundamental para que los individuos puedan realizar la vida que prefieran.

No todas las libertades tienen el mismo peso o la misma importancia, tal como lo menciona Nussbaum «algunas libertades limitan a otras» (2012, p. 93). Por consiguiente, es necesario definir un conjunto de libertades necesarias para la vida en sociedad que no sean coercitivas o limiten las libertades fundamentales de otras personas. Para definir a la exclusión social, en este artículo, se tomará a las libertades fundamentales e instrumentales como base, necesarias para mantener la vida y para crear capacidades.

La exclusión social posee tres características básicas; el carácter relativo, el de agencia y el dinámico (Atkinson & Hills, 1998). El carácter relativo hace referencia a la situación dentro de la cual las personas excluidas no acceden o carecen de algo. Esta parte de la exclusión social se relaciona sobre todo a las libertades fundamentales, debido a que los excluidos, a pesar de tener la necesidad de acceso a estas libertades, no lo pueden hacer (Atkinson & Hills, 1998). El carácter de agencia se da cuando las personas se autoexcluyen o son excluidas deliberadamente por otros (Atkinson & Hills, 1998). Por último, el carácter dinámico se refiere al carácter intertemporal de la exclusión social, es decir, que las hijas o hijos de los excluidos sean excluidos por ser sus descendientes y en la evolución de la exclusión dentro de los grupos desfavorecidos (Atkinson & Hills, 1998).

Para Sen «la exclusión social puede ser constitutivamente una parte de la privación de capacidades, así como instrumentalmente una causa de diversas fallas de capacidades» (Sen, 2000b). Siguiendo lo planteado por Sen, la exclusión social se aborda desde un enfoque de capacidades, de manera concreta evaluándola como una carencia de estas, producto de la deficiencia de libertades. La exclusión social afecta de manera profunda a grupos desfavorecidos, especialmente a las minorías étnicas (Herrera, 1999). Estos grupos sufren tanto el carácter relativo, el de agencia y el dinámico (Atkinson & Hills, 1998). La exclusión social viene acompañada de la segregación espacial (Veiga, 2008) y el acceso diferenciado a los bienes y servicios entre grupos, generando grupos vulnerables en el territorio (Atkinson & Hills, 1998).

Dentro de Iberoamérica, se ha estudiado la exclusión social en diferentes contextos. Roca y Rojas (2002), en su investigación realizada en Perú, estudian la relación entre pobreza y exclusión social, así como la exclusión en

diferentes grupos. Las causas de la exclusión social varían según el contexto. En los países desarrollados, el desempleo se identifica como el principal factor asociado a este fenómeno. Otros factores que contribuyen a la exclusión social incluyen la edad y el lugar de origen, ambos estrechamente vinculados a las oportunidades y la facilidad de acceso al empleo (Roca & Rojas, 2002). Por otro lado, en los países en vías de desarrollo la exclusión social se asocia más a factores relacionados a la marginación, es decir, a privaciones materiales y no materiales que hacen que los individuos no puedan acceder a los beneficios de los mercados, los programas de gobierno y de la participación de la vida en sociedad (Roca & Rojas, 2002). En estos países, las personas excluidas suelen tener acceso a servicios básicos, salud y educación proporcionados por el Estado. Sin embargo, este acceso no es pleno, ya que los sistemas estatales no logran cubrir completamente las necesidades de toda la población, especialmente de aquellos con ingresos escasos o inexistentes para complementar estos servicios (Roca & Rojas, 2002). Por lo cual, dentro de estas naciones, las privaciones de estos servicios toman mayor importancia, ya que se quita el acceso a los individuos de las libertades, capacidades y funcionamientos respectivos.

Se encontró que las dimensiones en las que se expresa la exclusión social en el Perú son la educación, la salud, el acceso a servicios básicos y el acceso a medios de comunicación y entretenimiento (Roca & Rojas, 2002). En estas cuatro dimensiones, las personas que habitan las regiones de la sierra norte, sierra central y selva, además de las personas que no poseen al castellano como su lengua materna y las más pobres, son las que poseen menos acceso a los satisfactores de necesidades (Roca & Rojas, 2002). Esto concuerda con lo propuesto por Laparra y Pérez (2008), quienes hacen tres observaciones sobre la exclusión social «su origen estructural, su carácter multidimensional y su naturaleza procesual, dinámica» (p. 1). De tal manera, desde una visión multidimensional, se pueden identificar las dimensiones prioritarias donde se debe intervenir (Laparra & Pérez, 2008).

Herrera (1999) realiza un estudio especialmente enfocado en cómo la exclusión social afecta de manera diferenciada a minorías étnicas, utilizando datos de Barcelona, España. Este estudio identifica once privaciones que componen la exclusión: acceso a la vivienda, déficit habitacional, segregación espacial, inserción laboral, renta, sanidad, redes sociales, asociacionismo en defensa de los grupos de interés, existencia de conflicto étnico y estatuto jurídico (Herrera, 1999). Los grupos gitanos son los que se ven más afectados, incluso los migrantes (E. Herrera, 1999). Según Herrera (1999), los gitanos son la etnia que presentan las tasas de analfabetismo más altas, poseen la mayor tasa de desempleo y son el grupo más afectado en cuanto a déficit habitacional.

El aspecto de agencia se manifiesta en la situación de los niños y adolescentes gitanos, quienes enfrentan estigmatización y suelen ser relegados a instituciones educativas exclusivas para gitanos. A partir de los 12 años, muchos comienzan a desertar del sistema educativo debido a la necesidad de

incorporarse al mercado laboral para apoyar a sus padres, quienes a menudo están excluidos del empleo formal (Herrera, 1999). Los individuos gitanos se dedican mayormente a actividades comerciales que generan pocos ingresos: venta ambulante, jornaleros y recolección en el campo y actividades de poca productividad (Herrera, 1999). Además, para ser más aceptados en la sociedad, los gitanos se ven compelidos a dejar sus tradiciones de lado e identificarse con los símbolos gitanos (Herrera, 1999).

De igual manera, en el estudio de Muñoz et al. (2022), se pudo encontrar que las variables correspondientes a salud y vivienda poseen los mayores efectos en la probabilidad de experimentar dificultad social en España. El análisis de componentes principales refiere a las variables relevantes: procedencia de ingresos, intensidad en el empleo, situación laboral, búsqueda de empleo, cualificación para el empleo, condiciones de la vivienda, convivencia en el entorno y relaciones familiares, gravedad de los problemas de salud y acceso al sistema sanitario (Muñoz et al., 2022). Todas las variables guardan relación con el aumento de la probabilidad de pasar de un estado de dificultad a otro, en especial si pertenecen a minorías étnicas y son menores de edad, los más afectadas por la pobreza y la exclusión (Herrera, 1999).

En la ciudad de Montevideo, se visualiza una relación entre la exclusión social y la segregación espacial, resultando de la diferenciación social del espacio (Veiga, 2008). Esto viene acompañado de fragmentación del tejido social y vulnerabilidad, lo que agrava la exclusión. Tanto en las variables relacionadas al aspecto económico como al laboral, las regiones más afectadas fueron las de la periferia suburbana y la periferia urbana. De la misma manera, las personas con mayor exclusión son las del sexo femenino. Asimismo, las percepciones de los actores locales arrojaron diferentes consecuencias de la segregación social y espacial entre las cuales se encuentran el empleo precario, la desocupación, los salarios bajos, la desintegración familiar, la drogadicción y el alcoholismo y la emigración (Veiga, 2008).

Una investigación similar realizada en Ecuador reveló que las provincias de la Amazonía, donde residen numerosas comunidades pertenecientes a los pueblos y nacionalidades indígenas, son las más excluidas, y que las provincias que poseen puertos o acceso a rutas comerciales, además de la capital del país, son las menos excluidas (García-Vélez & Contreras, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La exclusión social no solo se compone de las privaciones singulares, sino de las interacciones y de la interrelación entre las privaciones. Por ello se requiere un indicador que permita evaluar a la exclusión como un fenómeno multidimensional. La metodología cuantitativa estudia el cómo se asocian o relacionan las diferentes variables de análisis y determina la fuerza de la

asociación en las relaciones de correlación o de causalidad entre las variables (Pita & Pértegas, 2002). Para examinar cuáles son los determinantes de la exclusión social en pueblos y nacionalidades indígenas, en una primera etapa, se analizan las variables relacionadas con la exclusión social en relación con la diferenciación étnica de los individuos. Luego, se realizan modelos de regresión probabilística con un enfoque espacial, centrado en las regiones del Ecuador.

Para la realización de todas las etapas del análisis se utilizaron datos muestrales de la ENEMDU acumulada anual. La parte descriptiva se realizó para los años 2021, 2022 y 2023 para evaluar el carácter dinámico intertemporal de la exclusión social. Para el análisis inferencial, se emplearon datos del año 2023 por falta de datos de corte longitudinal. Además, se evaluó el efecto que el territorio de residencia de las personas de los pueblos y nacionalidades indígenas tiene sobre la probabilidad de que los individuos sean excluidos.

3.1. Indicador de Alkire y Foster

Se elaboró un indicador de exclusión social siguiendo la metodología propuesta por Alkire y Foster (2011). Este indicador se utilizó para medir la exclusión social como fenómeno multidimensional. La metodología de Alkire y Foster (2011) se divide en varias etapas: i) establecer los pesos de cada dimensión según su importancia relativa; ii) identificar las privaciones en cada indicador de cada dimensión; iii) sumar las privaciones ponderadas por los pesos para identificar el porcentaje de privación que cada individuo tiene, y iv) definir quien se considera como excluido o no.

Del indicador se obtienen tres medidas representativas de los efectos del fenómeno en estudio: el porcentaje de personas privadas, definido como la proporción de personas excluidas en relación con la población total o población de análisis; la intensidad de estas privaciones, y el porcentaje de privación de las personas pobres (Alkire & Foster, 2011). El indicador presenta ciertos inconvenientes, pues no cambia si una persona que ya era considerada como excluida se vuelve más excluida, es decir que posee más privaciones y que no se puede determinar cuánto contribuye cada dimensión a la tasa de la población total (Alkire & Foster, 2011).

3.2. Dimensiones de la exclusión social

En las investigaciones empíricas revisadas, se identificaron dimensiones relacionadas a las libertades fundamentales e instrumentales, que son la base sobre la que se conformó el indicador multidimensional. Las dimensiones y sus indicadores con autores referentes se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones e indicadores de la exclusión social

Dimensión	Indicador	Investigación
Económica	Ingreso laboral	Roca y Rojas (2002), Veiga (2008), Muñoz (2022)
	Acceso a seguridad social	Muñoz (2022)
Laboral	Desempleo	Roca y Rojas (2002), Herrera (1999), Veiga (2008), Muñoz (2022)
	Subempleo	
	Empleo en el sector informal	
Sociosanitaria	Acceso a agua por red pública	Roca y Roja (2002), Muñoz (2022)
	Acceso a energía	
	Acceso a recolección de basura	
	Acceso a saneamiento de excretas	
Salud	Desnutrición (Pobreza extrema)	Herrera (1999), Muñoz (2022)
Formativa	Nivel de instrucción	Roca y Rojas (2002), Herrera (1999), Veiga (2008), Muñoz (2022)
	Analfabetismo	
Ciudadanía y participación	Asociación	Muñoz (2022), Jiménez (2008)
Condiciones de la vivienda	Déficit habitacional	Roca y Rojas (2002), Herrera (1999), Muñoz (2022)
	Hacinamiento	
	Tipo de vivienda	Herrera (1999)
	Tenencia de la vivienda	Jiménez (2008)

De las ocho dimensiones que componen la exclusión social, la dimensión de comunicación y entretenimiento se omitió debido a la falta de datos en la ENEMDU de 2021, 2022 y 2023 (Jiménez, 2008). La dimensión de salud hace uso de la pobreza extrema por ingresos como variable *proxy* de la desnutrición debido a que la línea de pobreza extrema está basada en la ingesta mínima de calorías para mantener la eficiencia física.

3.3. Modelo económico probabilístico

En aras de analizar la exclusión y cómo esta afecta a los indígenas en el año 2023, se realiza un análisis descriptivo por dimensión de la exclusión, luego, se unifican estas dimensiones en un indicador multidimensional de exclusión social siguiendo la metodología de Alkire y Foster (2011). Finalmente, se operativiza este indicador en modelos probabilísticos. El indicador

multidimensional de exclusión constituye la base de las regresiones probabilísticas que se efectuarán. El modelo logit es aquel que se utilizará dentro del artículo debido a que no estima la probabilidad de manera lineal.

Se selecciona un modelo probabilístico debido al carácter dicotómico de la variable de exclusión social resultante de la aplicación de la metodología de Alkire y Foster. Además, se considera que este modelo es una herramienta que aporta significativamente a la identificación de factores que influyen en la propensión de un individuo a ser excluido. Es decir, con una regresión logística se mide el riesgo de una persona a caer en exclusión según los determinantes escogidos (Camarero & del Pino, 2021). De tal manera, una regresión probabilística, en este caso la logística, se considera como la mejor herramienta para lograr el objetivo del estudio.

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

Las dimensiones analizadas en este artículo son i) económica; ii) laboral; iii) sociosanitaria; iv) salud; v) formativa; vi) ciudadanía y participación, y vii) condiciones de la vivienda. En cada dimensión se midió el porcentaje de personas privadas en cada componente, diferenciando a las personas por el grupo étnico. Luego se analiza cómo el pertenecer a la etnia indígena vuelve a un individuo más proclive a ser excluido y los factores que inciden para dicha exclusión haciendo énfasis en la situación del año 2023.

4.1. Análisis por dimensiones

4.1.1. Dimensión económica

La etnia indígena es la que posee una mayor proporción de su población sin ingresos laborales. El ingreso laboral es condicionado por la calidad del empleo de los individuos, de tal modo que las personas que se encuentren en desempleo, subempleo o que tengan empleo dentro del sector informal tienen ingresos inferiores a las personas que poseen empleo adecuado (Tuárez et al., 2022). Dentro del Ecuador, se define al salario básico unificado (SBU) como la remuneración mínima que una persona debe recibir producto de un trabajo de 40 horas semanales (Pacheco et al., 2020); alguien privado de ingresos laborales es aquel que posee ingresos mensuales menores a la mediana del ingreso o al SBU. Dentro de los tres años de análisis, los pueblos y nacionalidades indígenas son la etnia con mayor porcentaje de privación en ingreso laboral. En el año 2021, el 74,38 % de sus individuos poseen ingresos producto del trabajo por debajo de la mediana poblacional o del SBU, y en el año 2023 pasa a ser el grupo étnico más afectado con un 75,94 % de su población en

privación. En contraste, durante el tiempo de estudio, las otras etnias presentan una reducción en el porcentaje de sus individuos privados en ingreso laboral.

Dentro de la dimensión económica es igualmente importante la red de apoyo pública y la seguridad social. En el Ecuador, tres instituciones diferentes proporcionan seguridad social: el Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA), Instituto de Seguridad Social de la Policía Nacional (ISSPOL) y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La seguridad social brindada por las tres instituciones cubre atención médica y pago de pensiones por jubilación; sin embargo, el IESS brinda tres tipos diferentes de seguridad social: seguro general, seguro voluntario y seguro campesino.

Se constata que los pueblos y nacionalidades indígenas son el grupo que posee menos acceso a la red de apoyo que brinda la seguridad social con más del 80,00 % de su población sin acceso; en contraste, las otras etnias tienen menos del 65 % de su población en esta situación. Además, la privación en acceso a la seguridad social aumenta en la etnia indígena, pasando de 81,22 % a 85,65 % del 2021 al 2023. Esta trayectoria es seguida por los negros y los mulatos, ya que los blancos y afroecuatorianos presentan reducciones de no menos 3 puntos porcentuales. Además, los mestizos también ven reducido su porcentaje de privación en seguridad social, pero únicamente en 0,29 puntos porcentuales.

4.1.2. Dimensión laboral

La etnia indígena posee únicamente a un 1,61 % de su población dentro del desempleo, sin distinguir entre empleo de calidad y empleo precario. Los pueblos y nacionalidades indígenas, a pesar de ser la segunda división étnica menos afectada por el subempleo, posee porcentajes similares a los de las demás agrupaciones étnicas, con el 21,20 %, 18,10 % y 15,02 % de su población en subempleo en los años 2021, 2022 y 2023 respectivamente. Las demás etnias revelan porcentajes de subempleo alrededor del 20,00 % resaltando los montuvios y mulatos con porcentajes más cercanos o superiores al 30,00 %.

Los pueblos y nacionalidades indígenas poseen a más de tres cuartos de su población dentro del sector informal, llegando al 2023 al 83,61 % de su población dentro de este sector. La distancia con los demás grupos étnicos es considerable, en especial con los afroecuatorianos, los mestizos y los blancos, con quienes divergen en más de 35 puntos porcentuales. El empleo informal también tiene efectos en el acceso a la seguridad social, con un acceso reducido por parte de los indígenas.

4.1.3. Sociosanitaria

Los pueblos y nacionalidades indígenas son el único grupo que ve su acceso al agua disminuir, durante el periodo en estudio, en 11,34 puntos porcentuales.

Por otro lado, las etnias mestiza, blanca y afroecuatoriana presentan un mayor acceso al agua por red pública, con menos del 20,00 % de su población sin acceso al servicio.

El indicador de acceso a la energía eléctrica considera tanto la energía adquirida por medios privados como públicos. Igual que con el acceso al agua, los pueblos y nacionalidades indígenas poseen porcentajes de acceso bajos en comparación con las demás etnias, siendo el único grupo que ve empeorar su acceso a electricidad, pasando del 5,77 % de su población privada de energía a un 6,46 % entre el 2021 y el 2023. Esto contrasta con los porcentajes nacionales, que llegan a un máximo de 0,91 % de individuos sin acceso a electricidad en 2023.

El acceso a la recolección de basura por parte de las municipalidades es igualmente deficiente para pueblos y nacionalidades indígenas, como para los montuvios. Dentro de los tres años, ambos grupos étnicos tienen el 40,00 % de individuos de sus respectivas poblaciones que no cuentan con el servicio de recolección de basura, mientras que las otras etnias tienen aproximadamente el 10,00 % de personas sin acceso.

El saneamiento de excretas es uno de los servicios más importantes para evitar la proliferación de enfermedades (Caluña et al., 2020). El indicador asociado a este servicio clasifica como privaciones las disposiciones de excretas por medios distintos al alcantarillado o pozo séptico. Los pueblos y nacionalidades indígenas figuran como el grupo étnico con menor acceso al saneamiento de excretas llegando al 34,72 % de personas privadas en 2023. La diferencia con otras etnias es marcada, ya que ninguna sobrepasa el 25,00 % de individuos privados del servicio. Esta privación no solo reduce el bienestar de las personas, sino que además representa un riesgo para su salud.

La disparidad en el acceso a este servicio está relacionada con la zona de residencia. Para el año 2023, la mayoría de las personas indígenas (83,10 %) vive en la ruralidad.

4.1.4. Salud

La desnutrición se evalúa usando a la pobreza extrema como variable *proxy*, esto debido a que dentro del Ecuador se define la línea de pobreza extrema como el nivel de ingreso mínimo para poder consumir los nutrientes y calorías necesarias para mantener un desempeño deseable y no perder masa muscular. Cuando se evalúa la pobreza extrema, se observa que las agrupaciones menos afectadas son los individuos que pertenecen a la etnia blanca y a la mestiza, ya que en ninguno de los años rebasan el 10,00 % de personas en pobreza extrema. Los afroecuatorianos y montuvios se ven más afectados que los grupos previamente mencionados, pero de manera similar estos no superan el 15,00 % y poseen trayectorias decrecientes. Por otro lado, el 52,00 % de los pueblos y nacionalidades indígenas se encuentran en pobreza extrema,

porcentaje que aumentó 3 puntos porcentuales durante el periodo en estudio. A pesar de ser la población con mayor porcentaje de sus individuos trabajando en actividades agrícolas, ganaderas y silvícolas destinadas al autoconsumo, son la división étnica que posee un mayor número de sus miembros en riesgo de desnutrición; esto refleja que los pueblos y nacionalidades indígenas no perciben los beneficios de los bienes que producen.

4.1.5. Formativa

El indicador de nivel de instrucción está conformado por tres componentes: i) la inasistencia tanto a Educación Básica como Bachillerato, ii) la existencia de logro educativo incompleto y iii) el no acceso a educación superior por razones económicas, por tener que ayudar en los quehaceres del hogar, por la inexistencia de un establecimiento educativo o por la falta de recursos tecnológicos. El indicador referente al analfabetismo, por su parte, se centra en los individuos mayores a 14 años que no saben ni leer ni escribir.

Al analizar el nivel de instrucción, se confirma que la etnia indígena es la más afectada. Aunque la proporción de personas con esta privación disminuyó entre 2021 y 2023, sigue siendo elevada, ya que no baja del 40 %. Por otra parte, aunque los demás grupos étnicos son privados en el nivel de instrucción, sus valores son lejanos a los obtenidos por los individuos pertenecientes a los pueblos y nacionalidades indígenas. Los afroecuatorianos presentan una trayectoria creciente y en 2023 alcanzan un máximo de 30,76 %. Por su parte, los mestizos presentan una evolución contraria, pasando de 27,28 % en 2021 a 26,05 % en 2023, al igual que negros y mulatos, pasando de 39,10 % en 2021 a 37,30 % en 2023 y de 32,26 % a 31,09 %, respectivamente. Dentro del analfabetismo las demás etnias se encuentran mucho más cercanas a la etnia indígena.

4.1.6. Ciudadanía y participación

La dimensión de ciudadanía y participación toma como base la asociación de la cual los individuos de las diferentes etnias son partícipes. En aras de medir esta asociación, se toma en cuenta a las personas que pertenecen a una organización asociativa dentro sus trabajos, ya que las cooperativas u otras organizaciones de carácter asociativo fomentan la participación ciudadana (Fernández, 2006). En contraste con otras dimensiones, los porcentajes de privación son bajos y cercanos entre las etnias. A pesar de esto, las personas de los pueblos y nacionalidades indígenas que pertenecen a una organización asociativa dentro del trabajo representan una menor proporción que las de otras etnias con tan solo el 7,28 % de los miembros de la etnia indígena que no pertenecen a ninguna institución de carácter asociativo dentro del trabajo.

4.1.7. Condiciones de la vivienda

El déficit habitacional hace referencia a las condiciones del techo, el piso y las paredes de una vivienda, en cuanto a su material de construcción y a su estado de deterioro. El grupo étnico que posee las peores condiciones de techo, piso y paredes dentro de sus viviendas en 2023 es el de los montuvios, con un 83,35 % de su población habitando viviendas con déficit de materiales y mala condición. Los pueblos y nacionalidades indígenas figuran como el segundo grupo con menos acceso a viviendas con condiciones materiales no deficientes, pasando del 70,84 % al 74,64 % en el periodo de estudio. Ambas etnias se encuentran por encima de los promedios nacionales de privación en este indicador, que se ubican alrededor del 50,00 %.

El indicador de hacinamiento considera como privados a aquellos individuos que residan en viviendas donde la relación de personas por dormitorios sea mayor a tres. En 2021, el 20,90 % de los pueblos y nacionalidades indígenas habita en hogares en hacinamiento, pasando al 27,62 % de su población en esta condición luego de 3 años. Es la etnia con mayor nivel de hacinamiento.

A pesar de que una proporción considerable de personas de los pueblos y nacionalidades indígenas reside en viviendas que no poseen las condiciones materiales idóneas o en hacinamiento, la propiedad de la vivienda es predominantemente propia, con un 79,6 %. Por otra parte, grupos étnicos como los mestizos y blancos son los que poseen en menor proporción propiedad sobre sus viviendas; en promedio, un 34,14 % y un 42,57 %, respectivamente, no habita en vivienda propia, lo que coincide con los porcentajes nacionales, que rondan el 30,00 %.

Por último, el tipo de vivienda donde habitan las personas son de seis diferentes clases: i) casa o villa; ii) departamento; iii) cuartos en casa de inquilinato; iv) mediagua; v) rancho o covacha, y vi) choza. Se considera a alguien como privado cuando no reside en una casa, villa, o departamento. A nivel nacional, la proporción de personas que no habitan en este tipo de vivienda se aproxima al 10,00 %. Sin embargo, la etnia más afectada es la de los pueblos y nacionalidades indígenas, que en 2021 presenta al 25,01 % de su población habitando en cuartos, mediaguas, covachas o chozas, y para el 2023 aumenta al 31,50 %.

4.1.8. Indicador de exclusión social

Para la construcción del indicador es necesario asignar una importancia relativa (peso) a cada una de las dimensiones, siguiendo 2 condiciones: la suma de la totalidad de los pesos debe ser igual a 1 y los pesos asignados a libertades instrumentales deben ser menores a los asignados a libertades fundamentales. Cualquier combinación de pesos que cumpla estas dos condiciones es pertinente para la construcción del indicador. A las dimensiones asociadas

a las libertades fundamentales se asignó el peso de 0,15 y a las libertades instrumentales, el peso de 0,10, debido a que las primeras se consideran de mayor importancia por estar relacionadas con la supervivencia y la agencia de las personas. Por ello, se considera que aquellas libertades estrictamente necesarias deben poseer un mayor peso, dado que sirven de punto de partida para la creación de otras libertades. Este indicador multidimensional permite obtener tanto la tasa de exclusión como la intensidad de la exclusión.

El indicador de exclusión social es creado como una variable donde se establece a los individuos excluidos como contraparte de los no excluidos. Para ello, se selecciona un punto de corte desde el cual se asigna la condición de excluido o no al individuo. Se determinó que toda persona que tenga privaciones mayores al 35,00 % será considerada excluida.

La tasa de exclusión social refleja el porcentaje de personas excluidas dentro de cada grupo étnico. A nivel nacional, esta tasa podría considerarse relativamente baja, ya que ronda el 14,00 %. Sin embargo, los pueblos y nacionalidades indígenas presentan tasas significativamente más altas, superando el 35,00 % y alcanzando un máximo del 44,75 % en 2023. Por otro lado, la etnia mestiza reporta un promedio del 11,33 % de exclusión social entre 2021 y 2023, mientras que la etnia blanca, la menos afectada, tiene un promedio de 10,91 %. Las etnias de afroecuatorianos, negros y mulatos tienen en promedio al 15,17 %; 27,84 % y 21,30 % de sus individuos excluidos, respectivamente. Por último, la etnia montuvia figura como el grupo con los porcentajes más altos de exclusión, solo por detrás de los pueblos y nacionalidades indígenas en 19,90 puntos porcentuales en 2023.

La tasa de exclusión social posee un limitante en el análisis: no mide que tan profunda es la exclusión de los individuos. Si una persona ya es considerada excluida incrementa sus privaciones, la tasa no reflejaría este cambio. En este contexto, la intensidad de la exclusión social, que mide el porcentaje promedio de privaciones entre los excluidos, es un indicador clave. A nivel nacional, la intensidad de exclusión social se sitúa alrededor del 45,00 %.

A pesar de que la etnia indígena sigue siendo la más afectada, ya que en promedio los excluidos indígenas tienen una privación del 48,65 % en el 2021, llegando al 49,39 % en 2023, las demás etnias encuentran en su población excluida porcentajes similares de privaciones promedio. En ningún caso, la privación promedio de los individuos indígenas supera por más de 10 puntos porcentuales a la de otros grupos excluidos. Esto se observa de mejor manera cuando se evalúa a las etnias menos afectadas en la tasa de exclusión social: mestizos y blancos. La etnia blanca presenta porcentajes de 44,16 % en 2021 y 42,89 % en 2023. Por su parte, la etnia mestiza tiene una intensidad de la privación de 44,51 % en 2021 y 43,71 % en 2023. Los afroecuatorianos presentan en promedio, entre los tres años, una media de privaciones para sus individuos excluidos del 45,26 % y los montuvios de 44,09 %. Por otra parte, los negros y mulatos presentan promedios de 47,29 % y 45,60 %, respectivamente.

Estas cifras demuestran que, aunque la tasa de exclusión social de los pueblos y nacionalidades indígenas es la más alta y sigue aumentando, la intensidad de su exclusión no presenta una diferencia sustancial en comparación con otros grupos étnicos. Esto podría explicarse por factores como el componente dinámico y la expansión de la exclusión, tal como lo plantean Tezanos (1999) y Atkinson y Hills (1998), lo que sugiere que los pueblos indígenas son más vulnerables a ser excluidos debido a las características estructurales de su situación socioeconómica.

4.2. Exclusión por etnia

El componente dinámico de la exclusión debe ser observado con el paso del tiempo; sin embargo, los datos disponibles para el Ecuador es para los años 2018 al 2023, ya que son los únicos en los cuales se realizaron encuestas acumuladas anuales. A pesar de esta limitación, la evaluación de cuán proclives son los indígenas a caer en una situación de exclusión social durante los tres años analizados constituye un punto de partida fundamental para los modelos logit empleados en el estudio.

El primer modelo (1) se encarga de evaluar si el grupo étnico al que se pertenece influye en la probabilidad de un individuo a ser excluido. Dentro del modelo se omitió al grupo étnico mestizo debido a su alta proporción dentro de la población ecuatoriana, que alcanza aproximadamente el 77 % del total. Así mismo, se agrupó a las etnias afroecuatoriana, negra y mulata en una sola categoría, de aquí en adelante referidos como afroecuatorianos.

$$P(\text{Excluido}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Indígena} + \beta_2 \text{Afroecuatoriano} + \beta_3 \text{Montuvio} + \beta_3 \text{Blanco} \quad (1)$$

Dentro del modelo se evidencia que el pertenecer a los pueblos y nacionalidades indígenas aumenta la posibilidad de ser excluido en 22,40 puntos porcentuales, con respecto a los mestizos. Los demás grupos étnicos presentan una probabilidad menor de ser excluidos sociales. El grupo que más se acerca es el de los montuvios con una probabilidad de 12,09 puntos porcentuales. Por otro lado, el formar parte del grupo de afroecuatorianos incrementa la probabilidad en 9,67 puntos porcentuales. Por último, los individuos de la etnia blanca presentan un aumento de únicamente 0,87 puntos porcentuales de probabilidad de ser excluidos; el coeficiente para la etnia blanca no es significativo al 95,00 % de confianza.

Al momento de cambiar el enfoque de la pobreza al de exclusión social en los modelos, se toman en cuenta factores como el grupo etario al cual pertenece el individuo, el sexo, el área donde reside (urbana o rural), si es discapacitado y el área de trabajo donde se encuentran. Las variables independientes se clasifican dentro de dos grupos: dicotómicas y ordinales. Las variables sexo, área y discapacidad son dicotómicas, y en cada caso se omitió

una de las categorías. Por su parte, la edad y la rama de actividad económica se clasifican como variables ordinales. Los detalles sobre las variables, sus niveles y las categorías omitidas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Variables y niveles

Variable	Tipo de variable	Niveles	Nivel de referencia (omitido)
Grupo etario	Ordinal	Infantes	Infantes
		Niños/as	
		Adolescentes	
		Jóvenes adultos	
		Adultos	
		Tercera edad	
Sexo	Dicotómica	Hombre	Hombre
		Mujer	
Área	Dicotómica	Urbano	Urbano
		Rural	
Discapacidad	Dicotómica	No discapacitado	No discapacitado
		Discapacitado	
Rama de actividad económica	Ordinal	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	Administración pública, defensa y seguridad social
		Explotación de minas y canteras	
		Industrias manufactureras	
		Suministros de electricidad, gas, aire acondicionado	
		Distribución de agua, alcantarillado;	
		Construcción	
		Comercio, reparación de vehículos	
		Transporte y almacenamiento	
		Actividades de alojamiento y servicios de comida	

Información y comunicación
Actividades financieras y de seguros
Actividades inmobiliarias
Actividades científicas
Actividades y servicios administrativos y de apoyo
Administración pública, defensa y seguridad social
Enseñanza
Actividades de servicios sociales y de salud
Artes, entretenimiento y recreación
Otras actividades de servicios
Actividades en hogares privados con servicio doméstico
Actividades de organizaciones extraterritoriales

Fuente: INEC.

Elaboración: Autores

La pobreza y la exclusión social son fenómenos interrelacionados, por lo que es pertinente ver si estos factores tienen efectos similares cuando se evalúa la pobreza (Roca & Rojas, 2002). Se utilizaron dos modelos, uno que evalúa la probabilidad de que un indígena caiga en pobreza según el grupo de edad al que pertenece y otro donde se toma en cuenta las ramas de actividad económica. Esto se debe a que, dentro del Ecuador, las personas no pueden

trabajar legalmente antes de los 16 años, y pueden hacerlo de los 16 a 18 años únicamente con el permiso expreso de sus padres.

Al analizar la pobreza por ingresos en pueblos y nacionalidades indígenas, los grupos más jóvenes muestran una mayor propensión a caer en esta condición. En cuanto al sexo, las mujeres indígenas tienen una probabilidad 2,88 puntos porcentuales más alta de ser pobres, consistente con hallazgos de otras investigaciones. De la misma manera, el que un indígena viva en la zona rural aumenta la probabilidad de ser pobre en 10,91 puntos porcentuales y el que un individuo indígena sea discapacitado aumenta la probabilidad de que sea pobre en 33 puntos porcentuales.

Con respecto a la administración pública, todas las ramas laborales en las que trabaje un individuo indígena aumentan la probabilidad de que sea pobre, especialmente las ramas más relacionadas con el sector rural. Es decir, la de agricultura, ganadería, caza y silvicultura aumenta la probabilidad de ser pobre para una persona indígena en 37,42 puntos porcentuales. Los coeficientes del segundo y tercer modelos pueden ser observados a detalle en la tabla 4.

$$P(\text{Pobre}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{edad} \quad (2)$$

$$P(\text{Pobre}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{edad} + \beta_2 \text{sexo} + \beta_3 \text{area} + \beta_3 \text{discapacidad} + \beta_4 \text{rama de actividad} \quad (3)$$

Tabla 4. Pobreza dentro de la etnia indígena

Variable	Modelo 2	Modelo 3
	Efecto marginal	Efecto marginal
Niños/as	-1,59472 (0,0085473)	
Adolescentes	-1,82620 (0,0093023)	
Jóvenes adultos	-13,84353 (0,0088941)	-11,73072 (0,0228774)
Adultos	-15,47054 (0,0094414)	-13,17709 (0,0220358)
Tercera edad	-17,94608 (0,0128528)	-23,3408 (0,1140942)
Mujer		2,88485 (0,0064782)
Rural		10,91721 (0,0142209)
Discapacidad (recibe bono JGL)		33,03371 (0,047538)
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura		37,41884 (0,0149426)
Explotación de minas y canteras		6,42935 (0,0196613)
Industrias manufactureras		12,65423 (0,0110442)
Suministros de electricidad, gas y aire acondicionado		6,0661 (0,0293968)
Distribución de agua, alcantarillado		9,21614 (0,0453879)
Construcción		21,92397 (0,01536)
Comercio, reparación de vehículos		14,98989 (0,0103989)
Transporte y almacenamiento		13,89956 (0,0143132)
Actividades de alojamiento y servicios de comida		15,51576 (0,013139)
Información y comunicación		27,9426 (0,0157793)

Actividades financieras y de seguros	0,24925 (0,0084116)
Actividades inmobiliarias	2,37947 (0,0185514)
Actividades científicas	2,24784 (0,0094917)
Actividades y servicios administrativos	16,07878 (0,0149278)
Enseñanza	0,54556 (0,0063755)
Actividades de servicios sociales y de salud	3,21091 (0,0115851)
Artes, entretenimiento y recreación	12,26553 (0,0265238)
Otras actividades de servicios	26,71143 (0,0249229)
Actividades en hogares privados con servicios doméstico	10,65211 (0,0125828)
Actividades en organizaciones extraterritoriales	No estimable

Fuente: INEC

Elaboración: Autores

Pertenecer a los pueblos y nacionalidades indígenas es determinante en la exclusión social, pero dentro de la misma etnia existen individuos más proclives a ser excluidos.

Una persona perteneciente a los pueblos y nacionalidades indígenas que sea un joven adulto o adulto tiene una probabilidad mayor de ser excluido en 1,48 y 0,45 puntos porcentuales. Las mujeres indígenas son más proclives a ser excluidas sociales en 2,45 puntos porcentuales. Respecto al área geográfica se observa que los individuos de los pueblos y nacionalidades indígenas del área rural ven incrementada su probabilidad de exclusión en 15,51 puntos porcentuales. Por último, un individuo discapacitado que pertenece a los pueblos y nacionalidades indígenas tiene más probabilidades de ser excluido en 16,48 puntos porcentuales. Todas las variables son significativas excepto los niveles de actividades financieras, actividades inmobiliarias y enseñanza.

En cuanto a las actividades económicas indígenas, se observan resultados variados y positivos en relación con la categoría omitida, que es la administración pública, defensa y seguridad social. Los indígenas que trabajan dentro de la rama donde se encuentra la mayor proporción de su población

empleada —la agricultura, ganadería, caza y silvicultura— poseen una probabilidad de 48,84 puntos porcentuales mayor de ser excluidos. Así, la mayoría de la población empleada de los pueblos y nacionalidades indígenas son más proclives a ser excluidos. Por otra parte, la actividad económica que aumenta en menor nivel la probabilidad de ser excluido es la de actividades financieras con 0,02 puntos porcentuales.

Factores como el sexo y el área de residencia tienen un impacto significativo en el riesgo de exclusión social. La segregación espacial, en particular, emerge como el factor con mayor influencia en la probabilidad de exclusión, afectando especialmente a los pueblos y nacionalidades indígenas. La matriz de confusión asociada al quinto modelo ofrece resultados mejores desde el punto de vista estadístico. Dentro del modelo, un 77,87 % de casos son clasificados correctamente, con un punto de corte de 0,18.

De manera contraria, el resultado observado en las mujeres indígenas es consistente a lo advertido en otras investigaciones. Las causas de esta vulnerabilidad son tanto culturales como económicas, ya que las mujeres suelen tener ingresos más bajos y menor acceso al empleo formal (Damonti, 2014). Asimismo, vivir en áreas rurales incrementa la probabilidad de exclusión en comparación con residir en zonas urbanas, lo que confirma la relación entre exclusión social y segregación espacial (Veiga, 2008).

Como se observó, existe un traslado de los individuos indígenas de las áreas urbanas a las áreas rurales. En general, la segregación espacial se hace hacia las periferias de las ciudades, lo que concuerda con la migración indígena hacia el área rural. Las áreas donde habitan los excluidos se convierten en objeto de exclusión (Veiga, 2008). Los individuos de los pueblos y nacionalidades indígenas migran al campo a causa de la exclusión, sin embargo, hay una mayor probabilidad de ser excluidos en el área rural.

La matriz de confusión del segundo modelo indica que logró clasificar correctamente el 75,94 % de los casos. Esto significa que, de cada 10 casos, el modelo estima correctamente aproximadamente 7,5, tomando como punto de corte una probabilidad de exclusión social del 23,00 %. Este punto de corte corresponde a la intersección de las curvas de sensibilidad y especificidad. Los efectos marginales asociados a los modelos 4 y 5 se detallan en la tabla 5.

$$P(\text{Excluido}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{edad} \quad (4)$$

$$P(\text{Excluido}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{edad} + \beta_2 \text{sexo} + \beta_3 \text{area} + \beta_4 \text{discapacidad} + \beta_5 \text{rama de actividad} \quad (5)$$

Tabla 5. Exclusión social dentro de los pueblos y nacionalidades indígenas

Variable	Modelo 4	Modelo 5
	Efecto marginal	Efecto marginal
Niños/as	-0,20526 (0,00414)	
Adolescentes	1,59518 (0,0060748)	
Jóvenes adultos	9,67165 (0,0078633)	1,478 (0,0246582)
Adultos	12,68699 (0,0078685)	0,450035 (0,0258078)
Tercera Edad	1,6088 (0,0090767)	-16,85451 (0,0260806)
Mujer		2,5076 (0,0072605)
Rural		15,51029 (0,0131597)
Discapacidad (recibe bono JGL)		16,47609 (0,0595608)
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura		48,83623 (0,0134972)
Explotación de minas y canteras		15,61911 (0,0312909)
Industrias manufactureras		19,60882 (0,0136744)
Suministros de electricidad, gas y aire acondicionado		8,6447 (0,0311976)
Distribución de agua, alcantarillado		10,52909 (0,0447669)
Construcción		39,46651 (0,0171464)
Comercio, reparación de vehículos		21,91955 (0,0101482)
Transporte y almacenamiento		23,06805 (0,0152037)
Actividades de alojamiento y servicios de comida		27,05186 (0,0138527)
Información y comunicación		1,94041 (0,0070392)

Actividades financieras y de seguros	0,02235 (0,0020956)
Actividades inmobiliarias	5,05982 (0,00284273)
Actividades científicas	4,62138 (0,0101052)
Actividades y servicios administrativos	28,33251 (0,0169936)
Enseñanza	3,07916 (0,0054956)
Actividades de servicios sociales y de salud	6,46927 (0,0128812)
Artes, entretenimiento y recreación	14,12116 (0,023756)
Otras actividades de servicios	36,82334 (0,0204637)
Actividades en hogares privados con servicios doméstico	20,27746 (0,0143267)
Actividades en organizaciones extraterritoriales	No estimable

Fuente: INEC

Elaboración: Autores

La pobreza, por otro lado, es un elemento que alimenta y se ve alimentado por la exclusión (Roca & Rojas, 2002). La evidencia no contradice este planteamiento, de hecho, un indígena excluido aumenta en 34,96 puntos porcentuales la probabilidad de ser pobre. Por otra parte, una persona de los pueblos y nacionalidades indígenas que ya es pobre posee una probabilidad mayor en 27,60 puntos porcentuales de ser excluido. Estos resultados remarcen el carácter circular de la relación entre pobreza y exclusión que recalcan Roca y Rojas (2002).

$$P(\text{Pobre}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{excluido} \quad (6)$$

$$P(\text{Excluido}|\text{Indígena}) = \beta_0 + \beta_1 \text{pobre} \quad (7)$$

4.3. Exclusión social en indígenas con enfoque regional

Es pertinente analizar la segregación espacial y el cómo las regiones donde se ubican los excluidos se vuelven territorios objeto de la exclusión. Habitar en ciertas regiones influye en la probabilidad de los individuos indígenas de ser excluidos. El territorio ecuatoriano se dividió en seis regiones geográficas. La región insular, que se toma como categoría de referencia u omitida, posee únicamente a la provincia de Galápagos. Esto porque es la región donde habitan menos indígenas y no existe ninguna comunidad nativa. Por su parte, la región Costa comprende siete provincias, mientras que la región Sierra, con la mayor concentración de comunidades indígenas, se subdividió en tres zonas: sierra norte (tres provincias), sierra centro (cuatro provincias) y sierra sur (tres provincias). Finalmente, la región Amazónica abarca seis provincias.

Con respecto a la región insular todas las regiones aumentan la probabilidad de que un individuo indígena sea excluido social. La razón de esto reside en que la provincia de Galápagos tiene indicadores sociales en general mejores que el resto de las regiones o provincias del Ecuador. La región Costa aumenta en 10,28 puntos porcentuales la probabilidad de que un individuo indígena sea excluido, a pesar de que es la región donde se ubican los grandes puertos comerciales del país y se realizan actividades económicas de pesca y agricultura. Sin embargo, el ingreso derivado de estas actividades no se traslada a los indígenas.

Por otro lado, la región que menos aumenta la probabilidad de que una persona perteneciente a los pueblos y nacionalidades indígenas sea excluida es la sierra norte, concretamente aumenta en 5,36 puntos porcentuales. En lo que respecta a las personas indígenas que habitan la sierra centro y sierra sur, estas ven sus probabilidades de ser excluidas aumentar en 17,76 y 10,32 puntos porcentuales, respectivamente. Por último, la región en la que los individuos indígenas son más proclives a ser excluidos es la región de la Amazonía. Esta región abarca al 31,89 % de la población indígena, además alberga a la principal actividad económica del Ecuador: la extracción petrolera. En esta región, la probabilidad de que se excluya a un individuo de los pueblos y nacionalidades indígenas aumenta en 48,51 puntos porcentuales, se infiere entonces que las rentas derivadas de la extracción petrolera no llegan a los pueblos y nacionalidades indígenas de dicha región.

Los resultados aquí expuestos coinciden con los hallazgos de otras investigaciones como el de García-Vélez y Contreras (2019) quienes encontraron que las provincias del Ecuador más excluidas son las que se ubican dentro de la región amazónica.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En esta investigación, para examinar los determinantes que en el 2023 generaron exclusión social en los pueblos y nacionalidades indígenas en Ecuador, se analizó la exclusión social, entendiéndola como el conjunto de privaciones de elementos necesarios para mantener la vida y crear capacidades. El acceso a los elementos tratados permite expandir las libertades reales de los individuos, debido a que se relacionan con su supervivencia y el aumento de oportunidades. Las libertades reales se componen por libertades fundamentales e instrumentales. Por una parte, las libertades fundamentales se conforman por factores indispensables para mantener la vida y las libertades instrumentales se relacionan con el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Las libertades fundamentales e instrumentales son importantes, ya que conforman la base sobre la cual se sustenta la vida. Así pues, una deficiencia en las necesidades relacionadas a estos dos tipos de libertades restringe la creación de capacidades, reducen el bienestar e impiden el desarrollo.

La exclusión social se concentra sobre todo en grupos desfavorecidos como las minorías étnicas. En Ecuador, los pueblos y nacionalidades indígenas conforman el grupo que posee mayores privaciones en elementos que satisfacen necesidades básicas para la vida y para la formación de capacidades. Los pueblos y nacionalidades indígenas son más privados del acceso a bienes, servicios, ingresos y empleo adecuado que los demás grupos étnicos. La incidencia en la privación de elementos indispensables para el desarrollo de capacidades es mayor dentro de los pueblos y nacionalidades indígenas, pero también se diferencia por diversos factores al interior de estos.

Por consiguiente, se determinó que dentro del Ecuador existe exclusión social. Se identificaron tanto los elementos como las dimensiones de este fenómeno, para pasar a una evaluación sobre cómo se estructuran estas últimas. Tomando en cuenta las etapas anteriores, se evaluó cómo la exclusión social afecta de manera diferenciada por grupo étnico, utilizando estadística descriptiva por cada dimensión y modelos logit en uso del indicador multidimensional, para analizar la exclusión como un fenómeno conjunto. Por último, se evaluó la exclusión social dentro de la etnia indígena analizando sus determinantes dentro de este grupo étnico.

Dentro del Ecuador, la exclusión se compone por siete dimensiones, relacionadas tanto con la sustentación de la vida como con la creación de capacidades. En el país existe exclusión social, ya que una gran cantidad de personas se encuentra privada de bienes, servicios o aspectos económicos que imposibilitan el acceso a funcionamientos que crean capacidades. Dentro del territorio ecuatoriano, un 14,27 % de las personas son excluidas socialmente.

La dimensión económica de la exclusión está relacionada con las libertades fundamentales, considerando que el ingreso es un medio de adquisición de bienes y servicios que satisfacen necesidades básicas. Los pueblos y nacionalidades indígenas son los más privados de ingreso laboral, es decir, perciben

ingresos producto de su trabajo menores a la mediana poblacional del ingreso laboral o al salario básico unificado. Este resultado contrasta con el obtenido en la etnia blanca, puesto que prácticamente el doble de personas indígenas está privada de ingreso laboral en comparación a la etnia blanca. Además, la situación de privación de ingresos laborales de los indígenas empeora con el tiempo. En base a los resultados obtenidos, se infiere que esto se debe a que las actividades económicas que se realizan en el área rural del Ecuador perciben menos ingresos y son de baja productividad, lo que empeora la situación de los indígenas, especialmente, cuando se observa que una mayor proporción de estos habita en el área rural del país, producto de la segregación espacial asociada a la exclusión social.

La dimensión laboral contribuye a la exclusión social de la etnia indígena. Los pueblos y nacionalidades indígenas son el grupo que posee un mayor acceso al empleo, a pesar de esto, sus ingresos son bajos. Los bajos ingresos están relacionados con la calidad del empleo y en donde están empleadas las personas indígenas. Un gran porcentaje de los indígenas se ve afectado por el subempleo y el empleo informal. Los indígenas que trabajan dentro del sector informal representan una proporción superior al de otras etnias.

Otro aspecto importante del cual la etnia indígena se encuentra privada es la seguridad social, a pesar de la existencia del seguro social campesino, diseñado específicamente para enfocarse en las personas que habitan el área rural. Los indígenas son el grupo étnico que menos se beneficia de la red de apoyo pública, lo que, junto con sus ingresos bajos, hace que estos tengan menos posibilidades de cubrir eventualidades relacionadas a la salud o accidentes. Las personas de los pueblos y nacionalidades indígenas ven reducidas sus posibilidades de retirarse y se ven obligadas a mantenerse en el mercado laboral hasta edades avanzadas, a no ser que sus allegados los mantengan, generando una carga económica para la familia.

La carencia de empleo, ingresos y soporte económico se conjuga con una deficiencia en los servicios sociosanitarios básicos. Los pueblos y nacionalidades indígenas son los que peores servicios poseen, ya que son el grupo que tiene menos acceso a energía eléctrica, agua por red pública, saneamiento de excretas y recolección de basura. La falta de acceso a energía eléctrica condiciona la creación de las capacidades debido a que limita su acceso a herramientas educativas como el internet. La falta de acceso a agua por red pública, a saneamiento de excretas y a recolección de basura son un riesgo sanitario, lo que, junto con la falta de capacidades económicas, laborales y, sobre todo, con la falta de acceso a seguridad social, aumenta el riesgo salubre de los pueblos y nacionalidades indígenas. Se sostiene que la conjunción de las privaciones económicas, laborales y socio sanitarias limitan la creación de capacidades de los pueblos y nacionalidades indígenas, ya que estos no pueden cubrir las eventualidades relacionadas a la salud, que representan gastos sustanciales; su supervivencia se ve condicionada por la imposibilidad de acceder a servicios de calidad.

La vulnerabilidad aumenta cuando se observa el riesgo de desnutrición. Más de un tercio de las personas indígenas están en pobreza extrema por ingresos, lo que se traduce en la imposibilidad de adquirir una canasta que satisfaga sus necesidades calóricas para mantener un desempeño corporal deseable y no perder masa muscular. De tal manera, los indígenas no solo poseen mayor riesgo de caer en desnutrición, sino de contraer enfermedades por las condiciones sociosanitarias en las que viven. Además, el poco acceso a seguridad social y los bajos ingresos hacen que las personas de pueblos y nacionalidades indígenas tengan una menor posibilidad de cubrir los gastos asociados a enfermedades y desnutrición. Todas estas dimensiones representan una falta de libertades fundamentales relacionadas al mantenimiento de la vida, lo que impide la creación de capacidades. En base a esto, se argumenta que las condiciones de vida deficientes relacionadas a las libertades fundamentales imposibilitan que los pueblos y nacionalidades indígenas desarrollen capacidades que les permitan desarrollarse.

El acceso a educación es una de las herramientas indispensables para la creación de capacidades. Más de 6 de cada 10 individuos de los pueblos y nacionalidades indígenas se ven especialmente privados del nivel de instrucción al que acceden, lo que contrasta de gran manera con la privación de otras etnias, en especial con la mestiza, que solo tiene un 26,05 % de su población en esta situación. Además, los indígenas son el grupo con el mayor porcentaje de personas analfabetas, lo que resulta especialmente preocupante dado que la capacidad de leer y escribir es la base para adquirir libertades y mejorar el bienestar. Se infiere además que las privaciones de carácter educativo se relacionan con las privaciones en otras dimensiones, ya que, por ejemplo, truncan el acceso a trabajos de ingresos altos.

Asimismo, poder participar dentro de la vida en sociedad y sobre todo dentro de las instituciones políticas del país, es esencial para poder cambiar la situación de exclusión. La asociatividad les ayuda a obtener poder político y de participación. Dentro de los trabajos esto es igualmente importante; sin embargo, los pueblos y nacionalidades indígenas representan la población que pertenece en menor medida a instituciones asociativas, y esto limita su poder de negociación.

Las viviendas donde habitan los pueblos y nacionalidades indígenas representan una privación. Los materiales de las viviendas son deficitarios y no poseen los suficientes dormitorios para las personas que residen en ellas; cerca del 30 % de la población indígena vive en hacinamiento. Estas privaciones también condicionan la facultad de creación de capacidades, ya que afectan a la necesidad de refugio de las personas.

Estas dimensiones se entrelazan y contribuyen a la configuración de la exclusión social. La etnia indígena es la más afectada, con un 44,75 % de su población en situación de exclusión, porcentaje que además muestra una tendencia al alza con el tiempo, lo que dificulta la formación de capacidades

y el acceso a libertades efectivas. Sin embargo, la intensidad de su exclusión no difiere sustancialmente de la experimentada por otros grupos étnicos.

De este modo, nacer en los pueblos y nacionalidades indígenas incrementa significativamente la probabilidad de exclusión social. Este hecho, sumado al mayor porcentaje de personas indígenas en situación de exclusión en comparación con otras etnias, refleja el componente intertemporal de la exclusión. El carácter dinámico de este fenómeno sugiere que la exclusión social puede ser heredada, perpetuando desigualdades a lo largo de generaciones (Atkinson & Hills, 1998).

Retomando las características de exclusión social definidas por Atkinson & Hills (1999) con el carácter relativo, el carácter de agencia y el carácter dinámico, se constata que la etnia indígena se ve afectada en mayor proporción que las demás etnias. El primer aspecto, el de la relatividad, establece que la exclusión social se evalúa con las privaciones que una persona o un grupo tiene en relación con otros, en este caso con otras etnias (Atkinson & Hills, 1998). Indudablemente, la etnia indígena ve el acceso a los bienes y servicios relacionados a libertades fundamentales e instrumentales limitado, sobre todo con respecto a etnias como la mestiza y la blanca. El carácter relativo de la exclusión toma un papel fundamental al momento de analizar la dimensión económica, especialmente en cómo la exclusión afecta el mantenimiento de la vida y el aumento del bienestar de grupos específicos. Siguiendo lo planteado por Muñoz et al (2022), la importancia de la dimensión económica es sustancial, ya que corresponde a los medios de acceso y a la seguridad social que sostiene la vida en muchos casos. De cada 10 personas que identifican su etnia dentro de los pueblos y nacionalidades indígenas, 8 no poseen la base de apoyo económico de la seguridad social.

Los pueblos y nacionalidades indígenas son más susceptibles a ser privados de bienes, formación educativa, servicios, trabajo, salud, ciudadanía, ingresos y vivienda. Además, formar parte de este grupo étnico aumenta en 22,40 puntos porcentuales la probabilidad de ser excluido. Las minorías étnicas del Ecuador no son las únicas excluidas, este fenómeno también sucede dentro de otros países. En Perú, Roca y Rojas (2002) encontraron que las poblaciones para las cuales el castellano no representaba su lengua materna tenían menos acceso a servicios básicos y, en general, eran más excluidas que las personas cuya lengua materna era el castellano. Las minorías étnicas tienen un menor acceso a los servicios básicos, servicios indispensables para la vida y la creación de capacidades. Por otro lado, en sociedades como la española, las minorías étnicas, sobre todo la etnia gitana, vive en mayor proporción en hogares inadecuados (Herrera, 1999). De manera similar, los pueblos y nacionalidades indígenas en Ecuador suelen habitar en estructuras precarias como mediaguas, covachas y otras formas de vivienda que no cumplen con estándares mínimos de habitabilidad.

Herrera (1999) habla sobre la manera en la que la exclusión social diferencia entre grupos desfavorecidos, concretamente en minorías étnicas y

otros grupos. Los excluidos no pueden cambiar su situación, debido al escaso o nulo poder económico y político que poseen (Herrera, 1999). La situación de los gitanos en España es similar a la de los indígenas en Ecuador. Ambos grupos se dedican mayoritariamente a actividades por las que perciben bajos ingresos, que resultan en una movilidad social escasa. No obstante, el acceso al empleo de los pueblos y nacionalidades indígenas es mayor que el de las minorías étnicas en España, ya que los indígenas son el grupo étnico que posee un mayor acceso al trabajo. Sin embargo, la calidad de ese empleo es deficiente y es en este aspecto donde ambos grupos coinciden, debido a que se encuentran mayoritariamente dentro del sector laboral informal español o ecuatoriano según sea el caso.

La exclusión social también se entiende desde una perspectiva de ciudadanía, tal que los excluidos dejan de ser ciudadanos plenos. La ciudadanía de los pueblos y nacionalidades indígenas, desde la perspectiva de exclusión de Tezanos (2005), es limitada. Los ciudadanos plenos deben tener acceso a los elementos básicos para mantener la vida y poseer un bienestar mínimo que les permita crear capacidades para adquirir funcionamientos y expandir sus libertades. Sin embargo, los pueblos y nacionalidades indígenas enfrentan privaciones críticas para sostener una vida digna, como el acceso a servicios básicos de limpieza, incluyendo saneamiento adecuado y recolección de basura, lo que incrementa los riesgos sanitarios. Además, una gran proporción de esta población enfrenta un riesgo considerable de desnutrición, reflejando carencias en la dimensión de salud, y habita en viviendas que no ofrecen protección adecuada contra las condiciones climáticas, entre otras limitaciones.

Aspectos fundamentales de la exclusión social son las libertades reales, ya sean fundamentales o instrumentales, a las cuales los excluidos no tienen acceso. Al ser los individuos de los pueblos y nacionalidades indígenas privados en la mayoría de estas dimensiones, se les dificulta o hasta imposibilita el crear capacidades que les permitan adquirir funcionamientos, que les posibiliten expandir sus libertades reales. Este aspecto de expansión de libertades se relaciona con la dinámica de la exclusión, el crear capacidades que les permitan expandir sus capacidades hace que las personas salgan de una situación de exclusión.

Los pueblos y nacionalidades indígenas no son solo los más excluidos, sino los más pobres. Empero, dentro de los mismos pueblos y nacionalidades indígenas existen diferencias. Una persona indígena que sea menor de edad posee una probabilidad mayor de ser pobre que los adultos o jóvenes. De la misma manera, una persona indígena discapacitada tiene mayor probabilidad de ser pobre, lo que indica que la pobreza, al igual que la exclusión, afecta a grupos desfavorecidos. Los indígenas que habitan en el área rural o que se dediquen a actividades económicas como la agricultura, silvicultura, ganadería o caza también son más proclives a ser pobres.

Por otro lado, los menores de edad que forman parte de la etnia indígena tienen menos probabilidad de ser excluidos. Los indígenas que son

discapacitados, las indígenas mujeres y quienes habitan en el área rural son más proclives a ser excluidos que los demás. Igualmente, las ramas económicas a las que los indígenas se pueden dedicar y que aumentan la probabilidad de ser excluidos son la agricultura, la construcción y las actividades y servicios administrativos. Se infiere que la menor probabilidad de exclusión entre los niños puede atribuirse tanto al apoyo proporcionado por su núcleo familiar como a la implementación de políticas públicas orientadas a su protección. Estas políticas incluyen programas específicos para garantizar el acceso a la educación, combatir la desnutrición y atender otras necesidades esenciales de la infancia.

Los indígenas de las regiones de la Amazonía y la Sierra son más excluidos que aquellos que habitan la Costa o la región insular. Dentro de la región andina, los indígenas de la sierra centro son los más proclives a ser excluidos.

La concordancia de los resultados con otras investigaciones es variada. La evidencia señala que los pueblos y nacionalidades indígenas son más propensos a ser excluidos; sin embargo, los menores de edad de este grupo étnico tienen una menor probabilidad de ser excluidos. Las políticas que mayor efecto tienen son las que se enfocan en las dimensiones de la exclusión tal como lo expresan Chávez y Delgado (2018). El carácter holístico de la política pública orientada al desarrollo infantil provoca que las infancias indígenas tengan una menor probabilidad de ser excluidos que los adultos de la misma etnia. De tal modo, una persona indígena que aún no llegue a la adultez se ve menos afectada por la exclusión social, lo que entra en conflicto con el aspecto dinámico de la exclusión social y la posibilidad de que esta exclusión sea heredada.

Los programas más importantes para los menores de edad indígenas dentro de ese marco político son los que garantizan educación, nutrición e ingresos económicos y la implementación de políticas públicas que actúan como red de apoyo a las infancias indígenas. En Ecuador, diversos programas contribuyen a la protección social y al desarrollo integral de infantes, niños y adolescentes indígenas. Entre estos destacan el programa Aliméntate Ecuador, el bono de desarrollo humano (Chiriboga & Wallis, 2010), la creación del Sistema Único de Atención a la Infancia (SUAI), enfocado específicamente en el desarrollo infantil, y la Agenda Social 2009-2011 (Chávez & Delgado, 2018).

Los resultados obtenidos en el modelo coinciden con lo señalado por Chávez y Delgado: «cuando los niños reciben una adecuada atención durante su primera infancia, aumentan sus oportunidades de desarrollo integral» (2018, p. 54). Además, subrayan que las políticas públicas enfocadas en la primera infancia, aunque se centran en el trabajo con la familia, promueven un enfoque intersectorial en sus estrategias y acciones, lo cual constituye una garantía para su éxito (Chávez & Delgado, 2018, p. 65).

La exclusión social y la pobreza son fenómenos que están estrechamente relacionados, se retroalimentan y forman un ciclo negativo que profundiza ambas situaciones. Los pueblos y nacionalidades indígenas son el grupo más afectado tanto por la exclusión social como por la pobreza. Los resultados

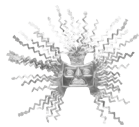
de este estudio pueden ser de utilidad para tomadores de decisiones quienes pueden intervenir con políticas que se enfoquen en brindar libertades fundamentales a los individuos, para que estos puedan crear capacidades.

No obstante, esta investigación tiene limitaciones, sobre todo relacionadas con la capacidad de evaluar el carácter dinámico de la exclusión por la falta de datos de carácter longitudinal que permitiría observar cómo evoluciona la exclusión social de cada individuo estudiado y la elaboración de modelos probabilísticos de datos de panel. Otra limitación del estudio fue la falta de información de ENEMDU acumulada anual anterior a 2019. Posteriores investigaciones pueden enfocarse en el carácter dinámico y heredado de la exclusión social con un periodo temporal de análisis mayor al tratado en este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and Multidimensional Poverty Measurement. *Journal of Public Economics*, 95(7-8), 476-487.
- Atkinson, A. B., & Hills, J. (1998). Exclusion, Employment and Opportunity (*LSE STICERD Research Paper No. CASE004*). London School of Economics.
- Caluña, W. C., Camacho, J. L., Moran, M. R. T., & Bonifaz, M. A. T. (2020). Eliminación de excretas en la parroquia Pascuales y la presencia de enfermedades gastrointestinales durante enero hasta agosto de 2019. *RECI-MUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 4(4), 213-223.
- Chávez, V., & Delgado, S. (2018). Políticas públicas del Gobierno de Ecuador que benefician a la primera infancia. *Espíritu Emprendedor TES*, 2(2), 47-69.
- Chiriboga, M., & Wallis, B. (2010). Diagnóstico de la pobreza rural en Ecuador y respuestas de política pública. *Grupo de Trabajo sobre Pobreza Rural*.
- Chisaguano, S. (2006). *La población indígena del Ecuador: Análisis de estadísticas sociodemográficas*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Collado-Ruano, J., Segovia-Sarmiento, J., & Silva-Amino, D. (2021). Educación, pobreza y género: Análisis intercultural y decolonial en la Región Andina. *Cadernos de Pesquisa*, 51, e07248.
- Damonti, P. (2014). Exclusión social y género: Un análisis de la realidad contemporánea. *Zerbitzuan: Revista de Servicios Sociales*, 57, 71–89.
- Fernández, M. E. (2006). Las cooperativas: Organizaciones de la economía social e instrumentos de participación ciudadana. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 12(2), 237-253.
- Hernández, M. (2010). El estudio de la pobreza y la exclusión social: Aproximación cuantitativa y cualitativa. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(3), 25-46.
- Herrera, E. (1999). *Minorías étnicas y exclusión social*. 583-614.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-laborales-abril-2023-2/>
- Jiménez, M. (2008). Aproximación teórica de la exclusión social: Complejidad e imprecisión del término. Consecuencias para el ámbito educativo. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 179-193. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052008000100010>

- Kanbur, R., & Squire, L. (1999). *The Evolution of Thinking About Poverty: Exploring the Interactions*. Charles H. Dyson School of Applied Economics and Management, Cornell University.
- Laparra, M., & Pérez, B. (2008). La exclusión social en España: Un espacio diverso y disperso en intensa transformación. En *VI Informe sobre Exclusión y Desarrollo Social en España* (pp. 173-205).
- Larrea, C. (2015). *El movimiento indígena en el Ecuador*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Muñoz, D. C., Diez, E. R., & Vega, A. R. (2022). Estudio de la exclusión social a través de registros de datos de servicios sociales: Análisis a partir de la herramienta SiSo. *Papers. Revista de Sociologia*, 107(2), e2985. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2985>
- Nussbaum, M. C. (2012). *Crear capacidades*. Paidós. <http://ciberinnova.edu.co/archivos/plantilla-ovas1-slide/documents-UCN-Canvas/teorias-contemporaneas-trabajo-social/lecturas/Crear%20capacidades.pdf>
- Pacheco, J., Aguayo, M. C. L., & Pico, A. (2020). Salario básico unificado y el nivel socioeconómico de Santa Ana en el periodo 2007-2017. *ECA Sinergia*, 11(3), 7-18.
- Pita, S., & Pértegas, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *CADERNOS de Atención Primaria*, 9(1), 76-78.
- Roca, I., & Rojas, B. (2002). Pobreza y exclusión social: Una aproximación al caso peruano. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 31(3), 699-724. <https://doi.org/10.4000/bifea.6828>
- Rowntree, B. S. (1901). *Poverty: A Study of Town Life*. Macmillan.
- Sen, A. (2000a). *Desarrollo como libertad*. Editorial Planeta.
- Sen, A. (2000b). Social Exclusion: Concept, Application, and Scrutiny. *Social Development Papers No. 1*. Asian Development Bank.
- Stezano, F. (2020). *Enfoques, definiciones y estimaciones de pobreza y desigualdad en América Latina y el Caribe: Un análisis crítico de la literatura*.
- Tezanos, J. F. (2005). Exclusión social, democracia y ciudadanía económica. La libertad de los iguales. En *Exclusión social/exclusión educativa: Lógicas contemporáneas* (pp. 47-59).
- Tuárez, E. A. S., Toledo, M. M. C., Salmon, E. S. S., & Mendoza, J. P. A. (2022). Contexto socioeconómico del subempleo en el cantón Esmeraldas-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(5), 220-233.
- Veiga, U. M. (1999). Pobreza, exclusión social y segregación espacial. *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 19, 35-50.



VARIABLES QUE INCIDEN EN LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE PENSIONES: EL CASO DEL ECUADOR PARA EL PERIODO 1970-2023

Marco Naranjo¹ y Daniela Ruiz²

Escuela Politécnica Nacional - Departamento de Economía Cuantitativa
Quito, Ecuador

Información

Recibido:

25 de septiembre de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Sistema de pensiones
Ahorro previsional
Rupturas estructurales
ARDL
Ecuador

JEL:

H55, C22, J11, O54, E27

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.4>

Resumen

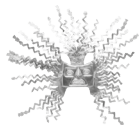
Este artículo emplea series de tiempo anuales desde el año 1970 al 2023 para determinar las variables que inciden en la sostenibilidad del sistema de pensiones ecuatoriano. Se consideraron como variables explicativas: la tasa de sostenimiento, la migración neta, la población total, la tasa de participación global, la tasa de subempleo y desempleo, la esperanza de vida al nacer, la tasa de fecundidad y el producto interno bruto. La variable utilizada para medir la sostenibilidad del sistema fue el ahorro previsional, resultante de la diferencia entre los ingresos y egresos que recibe el sistema de pensiones. Además, se consideraron los cambios estructurales, coincidentes con acontecimientos importantes en la economía ecuatoriana, como el año en el que el país instauró el sistema monetario de dolarización oficial en el año 2000 o decisiones gubernamentales radicales respecto al sistema de pensiones como en el año 2015. Tras aplicar el modelo autorregresivo de rezagos distribuidos se determinó la relación entre las variables; en particular, se empleó la versión de corrección de errores para especificar los determinantes de corto y largo plazo del ahorro previsional en presencia de rupturas estructurales. Los resultados mostraron que, a excepción del producto interno bruto, todas las variables guardan una relación de cointegración; es decir, el ahorro previsional fue influenciado por cada uno de los indicadores aquí considerados tanto a corto como a largo plazo, sin embargo, cada variable lo hace de forma diferente.

¹ORCID: 0000-0001-6398-1078. CRedit: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción borrador - original, redacción - revisión y edición

²ORCID: 0000-0002-3487-5812. CRedit: curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, validación, redacción borrador original, redacción - revisión y edición

E-mail: marco.naranjo@epn.edu.ec; daniela.ruiz@epn.edu.ec

Copyright © 2024 Naranjo y Ruiz. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



VARIABLES THAT AFFECT THE SUSTAINABILITY OF THE PENSION SYSTEM: THE CASE OF ECUADOR FOR THE PERIOD 1970-2023

Marco Naranjo¹ and Daniela Ruiz²

National Polytechnic School of Ecuador - Department of Quantitative Economics
Quito, Ecuador

Article Info

Received:

25th September 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Pension System
Pension Savings
Structural Breaks
ARDL
Ecuador

JEL:

H55, C22, J11, O54, E27

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.4>

Abstract

This paper uses annual time series from 1970 to 2023 to determine the variables that affect the sustainability of the Ecuadorian pension system. We considered explanatory variables: sustainability rate, net migration, total population, overall participation rate, underemployment and unemployment rate, life expectancy at birth, fertility rate, and gross domestic product. The variable used to measure the system's sustainability was pension savings, resulting from the difference between the income and expenses received by the pension system. In addition, structural changes were considered, coinciding with important events in the Ecuadorian economy, such as the year in which the country established the official dollarization monetary system in 2000 or radical government decisions regarding the Pension system as in 2015. After using the distributed lag autoregressive model, the relationship between the variables was determined. The error correction version was used to specify the short and long-term determinants of pension savings in the presence of structural breaks. The results showed that, except for the Gross Domestic Product, all variables are cointegrated, i.e., pension savings were influenced by each of the indicators considered here in both the short and long term; however, each variable does so differently.

¹ORCID: 0000-0001-6398-1078. CRediT: Conceptualization, Formal Analysis, Research, Methodology, Supervision, Validation, Draft - Original, Writing - Review and Editing

²ORCID: 0000-0002-3487-5812. CRediT: Data Curation, Formal Analysis, Research, Methodology, Validation, Draft - Original, Writing - Review and Editing

E-mail: marco.naranjo@epn.edu.ec; daniela.ruiz@epn.edu.ec

Copyright © 2024 Naranjo and Ruiz. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

La Declaración Universal de los Derechos Humanos es un documento mundial e intocable que reconoce los derechos de cada persona como inherentes y que, en consecuencia, otorga la dignidad que poseen todos los individuos tan solo por el hecho de serlo. El documento describe derechos económicos, sociales y culturales que se refieren, sobre todo, al derecho al trabajo, a la educación, a un nivel de vida adecuado, a la maternidad e infancia, a participar en la vida cultural y, en particular, a la seguridad social (Naciones Unidas, 1948; Talavera, 1998).

Pese a que este y el resto de los artículos fueron aprobados por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 1948, ya para el año 1900 diecisiete países contaban con un sistema de protección social; es decir, una forma de seguro en el que se respetaban los derechos básicos, como el derecho a la atención médica o el derecho a la seguridad financiera de personas que no pueden obtener los ingresos o recursos necesarios para cubrir un nivel de vida mínimo socialmente aceptable (Naciones Unidas, 2018; OIT, 2012).

En general, el ente regulador del sistema es el Estado; el cual, a través de sus instituciones, tiene la capacidad de tomar decisiones con respecto a su organización y gestión, reduciendo la vulnerabilidad social y económica entre los grupos y, en consecuencia, redistribuyendo el ingreso (Jimon et al., 2021).

El sistema de protección y seguridad social está constituido sobre todo por los sistemas de pensiones y los servicios de asistencia social. Específicamente, el sistema de pensiones, también conocido como sistema previsional, se diseñó bajo dos principios: por un lado, proporcionar el ingreso necesario para satisfacer las necesidades básicas de los adultos mayores y, por el otro, asegurar la capacidad del consumo durante la vejez o invalidez de un trabajador y el de su familia al evitar la pérdida de ingresos futuros (Bosch et al., 2013; Schwarz, 2006).

De acuerdo con Velín-Fárez (2021), los sistemas de pensiones se diseñaron bajo un principio contributivo; es decir, el derecho de pensión de cada persona depende de sus contribuciones durante su vida laboral. Sin embargo, además de contar con estos ingresos, los gobiernos aportan al sistema o exigen la participación de empleadores en algunos planes de pensiones (Schwarz, 2006).

En el Ecuador, el principal programa que compone es el sistema de protección del ingreso de las personas mayores es el Seguro General Obligatorio (SGO), administrado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), que cubre a los trabajadores del sector formal a través de las aportaciones obligatorias de los empleadores, los trabajadores y de la contribución financiera del Estado (Ley de Seguridad Social, 2001; Rofman, 2008). Mientras que sus egresos se basan en los gastos administrativos del Instituto y los montos asignados a los programas de entrega de prestaciones por seguros.

El Art. 54 de la Ley de Seguridad Social (2001) establece, además, que la estimación de los egresos no podría ser superior a la estimación de los ingresos. La diferencia entre ambos se nombra *ahorro* o *fondo previsional*; es decir, este se define como el excedente generado por el sistema de pensiones cuando los aportes son mayores a los gastos por contingencias. Su administración, junto con otras provisiones establecidas en la Ley de Seguridad Social (2001) constituyen fondos propios del IESS.

Sin embargo, al considerar la situación demográfica actual, su sostenibilidad se considera uno de los temas causantes de un continuo debate en el ámbito público, político y académico, pues, a pesar de las grandes modificaciones implementadas durante los años 90, la cobertura del sistema, al menos en América Latina y el Caribe, aún es deficiente (Bosch et al., 2013; Jimon et al., 2021).

Factores relacionados con el envejecimiento de la población, el mercado laboral y la migración constituyen elementos que influyen en el sistema de pensiones de cada nación y en su sostenibilidad (Jimon et al., 2021), entendiendo esta última como la capacidad del sistema para enfrentar sus obligaciones o de mantener en forma indefinida los compromisos de cobertura, y suficiencia de las prestaciones sin dejar de ser solventes (Arenas, 2019).

La provisión del beneficio que otorga el sistema de pensiones se ve condicionado, sobre todo, por el ingreso o el empleo que un trabajador posee, así como los impuestos necesarios para financiarlo, lo que crea deficiencias que resultan del cambio de comportamiento de la población de edad avanzada y de la más joven (Feldstein & Liebman, 2002). Asimismo, según la OECD et al. (2014), los bajos niveles de contribución en los planes de pensiones en los países de América Latina y el Caribe se correlacionan con una serie de características sociales y económicas, como el nivel de educación; el género; la diferencia de ingresos entre hogares, y, principalmente, el tipo de empleo.

El sistema de pensiones ecuatoriano ha estado sujeto a numerosos y continuos cambios y reformas desde su inicio, a pesar de que el IESS es una entidad autónoma, la sostenibilidad del sistema también depende de las decisiones gubernamentales sobre las contribuciones (Rofman, 2008). Por ejemplo, en el año 2015, cuando el Gobierno eliminó la contribución del Estado al fondo de pensiones, el sistema fue deficitario (Gaibor, 2019). Sin embargo, tras declararse inconstitucional, este sistema continuó siendo superavitario, es decir, sus ingresos superaron a sus gastos en la mayoría de los años del periodo considerado.

En consecuencia, es importante investigar la estructura del sistema de pensiones y, sobre todo, determinar las variables que inciden en el ahorro previsional. Por tanto, la presente investigación, además de considerar varios indicadores del mercado laboral y sus posibles cambios estructurales, incluye otros que, según Jimon et al. (2021), Rofman (2008), Han (2013), y entre otros autores, inciden en la sostenibilidad de un sistema de pensiones. Para esto, se usan datos disponibles para el periodo 1970-2023 y, a través de un modelo

autorregresivo de rezagos distribuido, se estiman las relaciones a corto y largo plazo entre las variables estudiadas y el ahorro previsional.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Determinación de las variables que inciden en el ahorro previsional y fuente de datos

La decisión de contribuir o no al sistema de pensiones de una persona depende sobre todo de su interés por los beneficios que el sistema concede; sin embargo, al formar parte de una comunidad e interactuar con otros sujetos, su motivación se correlaciona con los objetivos comunes que la sociedad considera importantes, y que, en la mayoría de las ocasiones, se manifiestan a través del Estado (Gómez, 2021; Jimon et al., 2021). El Estado, a través de sus instituciones, controla e implementa las leyes que rigen la ejecución del sistema de pensiones. Por lo tanto, la situación personal de cada individuo no es el único aspecto que incide en el ahorro previsional, pues a este se suman factores socioculturales, políticos, económicos, etc.

La tabla 1 enlista las variables que se discutirán en la siguiente sección, de acuerdo a los niveles (temas) y subniveles (variables).

Tabla 1. Niveles (temas) y subniveles (variables) del estudio

Tema	Variables
2.1.1 Indicadores demográficos	2.1.1.1 Tasa de sostenimiento
	2.1.1.2 Población total
	2.1.1.3 Migración neta
2.1.2 Indicadores del mercado laboral	Tasa de participación global
	Tasa de subempleo
	Tasa de desempleo
2.1.3 Indicadores sociomédicos	2.1.3.1 Tasa de natalidad y tasa de fecundidad
	2.1.3.2 Esperanza de vida
2.1.4 Indicadores relativos al desarrollo de la economía nacional	2.1.4.1 Producto interno bruto

2.1.1. Indicadores demográficos

2.1.1.1. Tasa de sostenimiento

Uno de los principales conceptos relacionados con la sostenibilidad del sistema de pensiones y con el ahorro previsional es la tasa de sostenimiento, también conocida como *tasa de apoyo a la vejez*, que se define como el número de personas que son capaces de brindar apoyo económico al número de personas mayores que pueden depender materialmente del apoyo de otros (OECD, 2011).

Los cambios en este indicador dependen de la mortalidad presente y pasada, las tasas de fecundidad y de la migración neta. Sin embargo, y por los principios actuariales general e internacionalmente aceptados, una tasa de sostenimiento adecuada corresponde a la relación 7:1; es decir, 7 activos por cada pensionista en un sistema solidario de jubilación (Actuaría Consultores S.A., 2023).

Para el caso ecuatoriano, la tasa de sostenimiento se construye a partir de la proporción de la población afiliada y de las pensiones del seguro IVM, información proveniente y construida a partir de los boletines estadísticos que publica el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) cada año y desde 1985. Su histórico, junto con sus componentes, se muestran en las figuras 1 y 2.

Población afiliada

La Población Afiliada cotizante al IESS, durante el periodo 1970-1991, se constituyó por las personas afiliadas al Seguro General (Sección A y B), por artesanos, por constructores y por domésticos, sin considerar a los asegurados voluntarios, la Caja Militar y Policial y el Seguro Social Campesino. Sin embargo, durante el periodo 1990-2011 se consideró la primera categoría (afiliaciones voluntarias). Tras este año, el número de afiliados al Seguro Voluntario se reporta fuera del Seguro General Obligatorio (SGO) que, a partir del año 2015, se compone de los Trabajadores no remunerados del Hogar, y Trabajadores con y sin Relación de Dependencia.

Actualmente, y según lo establecido en la Ley de Seguridad Social (2001), son sujetos de protección social, en calidad de afiliados, todas las personas que perciben ingresos por la ejecución de una obra o la prestación de un servicio físico o intelectual, con relación laboral o sin ella.

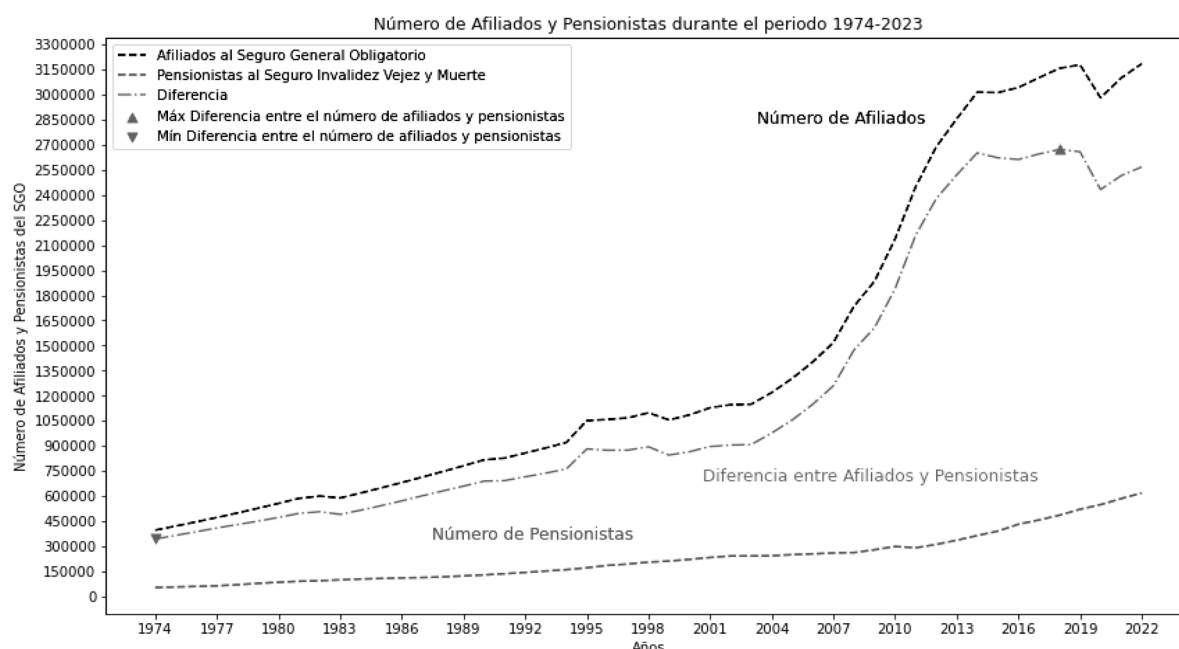
Pensionistas del Seguro IVM

Con respecto a las pensiones, éstas se distinguen por Pensionistas del Seguro General (invalidez, vejez y pensionistas de montepío), y del Seguro Social

Campesino. Para las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional existen regímenes especiales de protección social. En el primer caso, el Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas (ISSFA) es quien concede prestaciones al personal militar; mientras que, para la Policía Nacional, el organismo encargado de la cobertura de este tipo de contingencias es el Instituto de Seguridad Social de la Policía Nacional (ISSPOL).

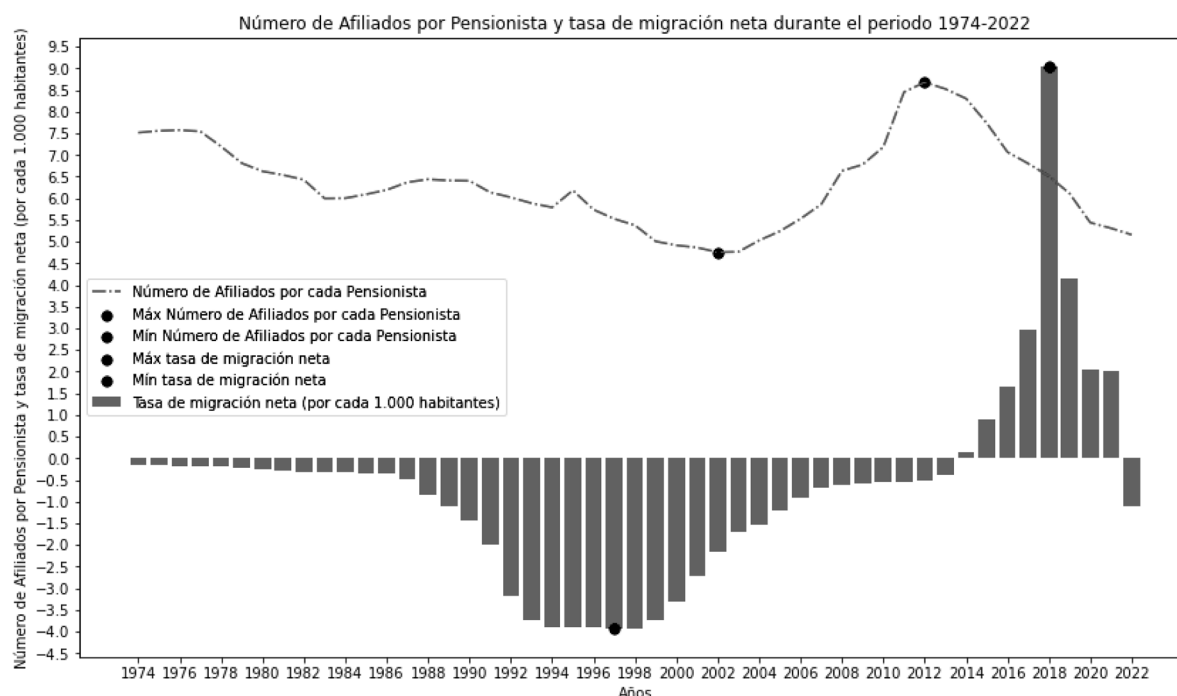
Para este estudio, solo se consideran los pensionistas pertenecientes al SGO; es decir, aquellos cubiertos por el Seguro de Invalidez, Vejez y Muerte (IVM), sistema que se financia a través del aporte mensual personal y patronal y los ingresos generados por la inversión de la reserva.

Figura 1. Número de afiliados y pensionistas durante el periodo 1974-2023



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Figura 2. Tasa de sostenimiento y de migración neta durante el periodo 1974-2022

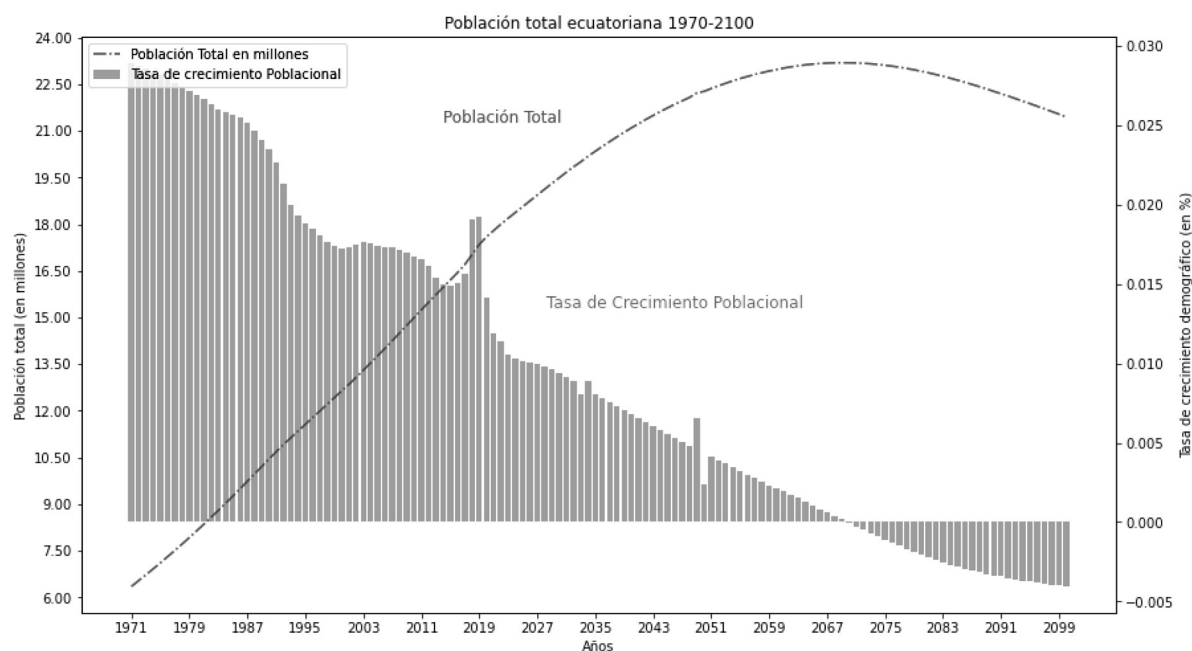


Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

2.1.1.2. Población total

Según Jimon et al. (2021), la población representa la fuerza que asegura el desarrollo socioeconómico de un Estado. Sin embargo, y pese a que la población mundial aún se extiende, su ritmo de crecimiento se desacelera conforme transcurren los años (Naciones Unidas, 2022).

De acuerdo con las proyecciones de las Naciones Unidas (2022), la población mundial podría crecer de 9.300 millones de personas en el año 2050 a 10.400 millones en el año 2100. La población ecuatoriana, por su parte, contó con 16,9 millones de personas para el año 2022, lo que es tres veces mayor a lo que fue a mediados del siglo xx (5,5 millones de personas), y se predice que, para el año 2100, será de 21,45 millones de personas. Tal crecimiento y la velocidad con que lo hace se justifica por la disminución de los niveles de natalidad y de la tasa de fecundidad, así como al aumento de la esperanza de vida al nacer (Lisenkova & Bornukova, 2017).

Figura 3. Población total ecuatoriana 1970-2100

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

2.1.1.3. Migración neta

En el Ecuador, la migración neta, definida como la diferencia entre el número de inmigrantes y el de emigrantes durante un periodo (Naciones Unidas, 2024a), ha sido predominantemente negativa, pues el país se ha caracterizado por ser emisor de emigrantes, principalmente durante el periodo 1980-2000, cuando entre el 10 % y 15 % de la población total emigró al exterior. Sin embargo, desde hace algunos años, su posición cambió, transformándose en una nación de acogida y de tránsito de refugiados (Mercier et al., 2016; Velín-Fárez, 2021).

Según Razin & Sadka (1998), la migración influye de forma significativa en la sostenibilidad de un sistema de pensiones, pues, a pesar de que los inmigrantes puedan ser poco calificados y adquieran los beneficios del sistema de seguridad social, todos los grupos de edad e ingreso existentes al momento de su llegada mejoran su situación. Esta conclusión se respalda por lo señalado por Han (2013), donde se muestra, empíricamente, que la migración laboral alivia la presión sobre los sistemas públicos de pensiones.

2.1.2. Indicadores del mercado laboral

En el país, las instituciones responsables de proveer datos estadísticos sobre el mercado laboral no han mantenido los estándares necesarios para estudiar su comportamiento a lo largo del tiempo. Según el INEC (2024), entre 1830 y 1973, se instauraron varios organismos encargados de las estadísticas y los censos en el país. Sin embargo, la falta de continuidad y la inconsistencia de algunos conceptos impiden conocer la conducta de la mayoría de los indicadores de la fuerza de trabajo.

Por ejemplo, desde el año 1985, la organización encargada de levantar información referente al tema fue el Instituto Nacional de Empleo; sin embargo, años más tarde, quien se hizo cargo de este trabajo fue el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Así, tanto el diseño de la muestra como la cobertura y los resultados obtenidos a través de la encuesta de mercado laboral se han ajustado conforme a la disponibilidad de recursos. Pese a estos cambios, aún se pueden considerar algunos conceptos relativamente importantes para estudiar el sistema de pensiones.

En este trabajo se toman tres indicadores. En primer lugar, se considera la tasa de participación global, que se define como el cociente entre la población económicamente activa (PEA)¹ y la población en edad de trabajar (PET)² (INEC, 2020). En segundo, la tasa de subempleo se define como la relación entre el número de personas catalogadas como subempleadas y la PEA; y, finalmente, la tasa de desempleo, que resulta de la relación entre el número de desempleados y la PEA (INEC, 2020).

La PEA, influenciada por la estructura del mercado laboral, es uno de los factores que determina e incide en la cantidad del ahorro previsional. En particular, las contribuciones de los trabajadores de este sector generan y podrían generar los ingresos presupuestarios necesarios para cubrir los beneficios de jubilación (Jimon et al., 2021).

Incluso, Dieppe & Guarda (2015) señalan que, para afrontar los cambios demográficos y fortalecer los sistemas de pensiones, las reformas deben fomentar una mayor tasa de empleo en el mercado del trabajo.

¹ Según el INEC (2020), la población económicamente activa se define como las «personas de 15 años y más que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia o aunque no trabajaron, tuvieron trabajo (empleados); y personas que no tenían empleo, pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (desempleados)».

² La población en edad de trabajar «comprende a todas las personas de 15 años y más» (INEC, 2020).

2.1.3. Indicadores sociomédicos

2.1.3.1. Tasa de natalidad y tasa de fecundidad

La tasa bruta de natalidad (nacimientos por cada 1.000 habitantes) se define como el número de nacidos vivos que se producen en una población durante un periodo de tiempo determinado, normalmente un año civil; es decir, el número de nacidos vivos que se producen entre la población de una zona geográfica determinada durante un año determinado, por cada 1.000 habitantes totales.

Este concepto se relaciona con la tasa de fecundidad, que se define como la suma de las tasas de natalidad específicas por edad en todas las edades reproductivas, y puede interpretarse como el número esperado de hijos que tendrá una mujer que sobrevive hasta el final de la edad reproductiva (entre 15 y 49 años), durante su vida (Naciones Unidas, 2024b).

Según Cremer et al. (2011), uno de los factores que contribuye a la falta de solvencia fiscal en los sistemas de seguridad social es la disminución de la fecundidad. En los sistemas de reparto, la decisión del tener o no hijos/hijas incide en la tasa de crecimiento demográfico, que se relaciona directamente con el número de trabajadores futuros que asegurarán el beneficio de jubilación.

Además, de acuerdo con Fenge & Scheubel (2017), una mayor contribución al plan de pensiones, que se traduce en una tasa de cotización más alta, se asocia a la disminución de la tasa de fecundidad; es decir, el estudio determina la relación inversa entre el seguro legal por vejez y la fecundidad. Este resultado es consistente con los obtenidos por Boldrin et al. (2015) y Ehrlich & Kim (2007), donde se evidencia que las contribuciones y beneficios por seguridad social generan incentivos para reducir la fecundidad. Sin embargo, Wang (2015) sostiene que la distribución de las pensiones podría actuar de forma positiva sobre esta variable, principalmente cuando se otorgan condiciones preferenciales para acceder a beneficios por el número de nacimientos.

Esperanza de vida

La esperanza de vida al nacer se define como el número de años que viviría un recién nacido si los patrones prevalecientes de mortalidad en el momento de su nacimiento se mantuvieran iguales durante toda su vida.

En general, el hecho de alcanzar edades más altas, además de ser atribuido a mejores servicios de salud, se explica por el aumento en el nivel de vida (OECD, 2017). Asimismo, se considera que, al aumentar la esperanza de vida, los agentes dedican mucho más tiempo a la acumulación de capital humano y, por tanto, se jubilan años después, aumentando el crecimiento agregado (Dieppe & Guarda, 2015).

Sin embargo, Kunze (2014) muestra que un aumento en la esperanza de vida implica una disminución en el crecimiento económico, pues, mientras

mayor es una persona, menos productivo se vuelve. Así, si la población envejece demasiado, la tasa de crecimiento se desacelera, pues una proporción de la fuerza laboral es cada vez menos productiva.

2.1.4. Indicadores relativos al desarrollo de la economía nacional

2.1.4.1. Producto interno bruto (PIB)

El indicador de la producción agregada de una economía durante un determinado periodo de tiempo se denomina producto interno bruto (PIB) y puede medirse de tres formas distintas: desde la perspectiva de la producción, donde se define como el valor de los bienes y servicios finales producidos; desde la perspectiva de la renta, que considera la suma de los ingresos o rentas de los factores de la producción; y desde la perspectiva del gasto, donde se suman todos los gastos finales o demanda agregada de los distintos agentes económicos (Blanchard et al., 2012).

El PIB se relaciona con el índice del ahorro previsional porque el asegurar la pensión de una persona en el futuro depende del crecimiento de la productividad, pues, mientras más productiva resulte ser la sociedad, mayor será su capacidad para generar ingresos y pagar impuestos y aportes (Cremer et al., 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Estadística descriptiva de las variables

Todas las variables descritas en este estudio se establecen en unidades diferentes. Por tanto, y para que sean comparables, se decide transformar cada serie en índices con base 1000, donde cada variable se interpreta de forma relativa con respecto a su periodo base. Es decir, se optó por la siguiente transformación:

$$Ix_t = \left(\frac{x_t}{x_0} \right) * 1000 \quad (1)$$

Donde x_0 representa el año base considerado, en este caso, el valor de la variable en el año 1970.

La tabla 2 presenta las medidas que caracterizan a las variables aquí introducidas, es decir, series de tiempo anuales de 1970-2023, donde cada serie es un índice con base 1000.

Tabla 2. Estadística descriptiva de las variables y fuente de datos

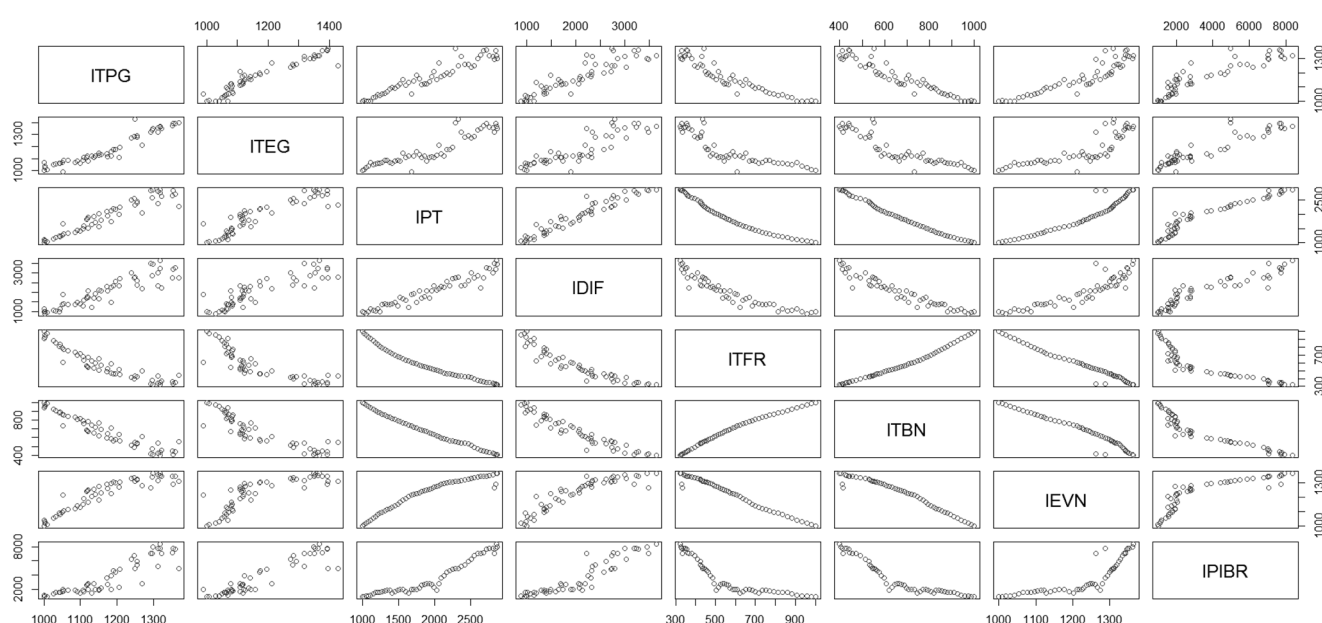
Variable	Nombre	Fuente	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
IAP	Índice ahorro previsional	IESS	-17.838,06	53.720,63	2,6	9,61
ITS	Índice tasa de sostenimiento	IESS	628,77	1.206,92	0,27	-0,62
IPT	Índice población total	Naciones Unidas	1.000	2.862,82	0,08	-1,29
IDIF	Índice diferencia edad de población	Naciones Unidas	889,25	3.644,31	0,27	-1,07
IMN	Índice migración neta	Banco Mundial	-140.065,75	43.834,7	-2,35	9,05
ITPG	Índice tasa de participación global	INEC	1.000	1.368,84	0,16	-1,19
ITEG	Índice tasa de empleo global	INEC	988,13	1.428,26	0,56	-1,15
ITSTD	Índice tasa de desempleo y subempleo	INEC	934,65	1.957,72	0,52	-0,76
ITFR	Índice tasa total de fecundidad	Naciones Unidas	325,02	1.000	0,56	-0,83
ITBN	Índice tasa bruta de natalidad	Naciones Unidas	400,23	1.000	0,16	-1,19
IEVN	Índice esperanza de vida al nacer	Naciones Unidas	1.000	1.366,17	-0,55	-1,01
IPIBR	Índice producto interno bruto	Banco Central del Ecuador	998,04	8.388,4	0,67	-1,12

3.1.1. Coeficiente de correlación

La figura 4 presenta los diagramas de dispersión que muestran la correlación entre cada par de variables predictoras, todas medidas durante el mismo periodo de tiempo, y donde la posición de cada par ordenado (n, m) se refiere a la relación entre la variable que se encuentra en el n -ésima fila y la m -ésima columna; por ejemplo, el gráfico en la posición $(2,1)$ se refiere a la relación entre la variable ITEG y ITPG.

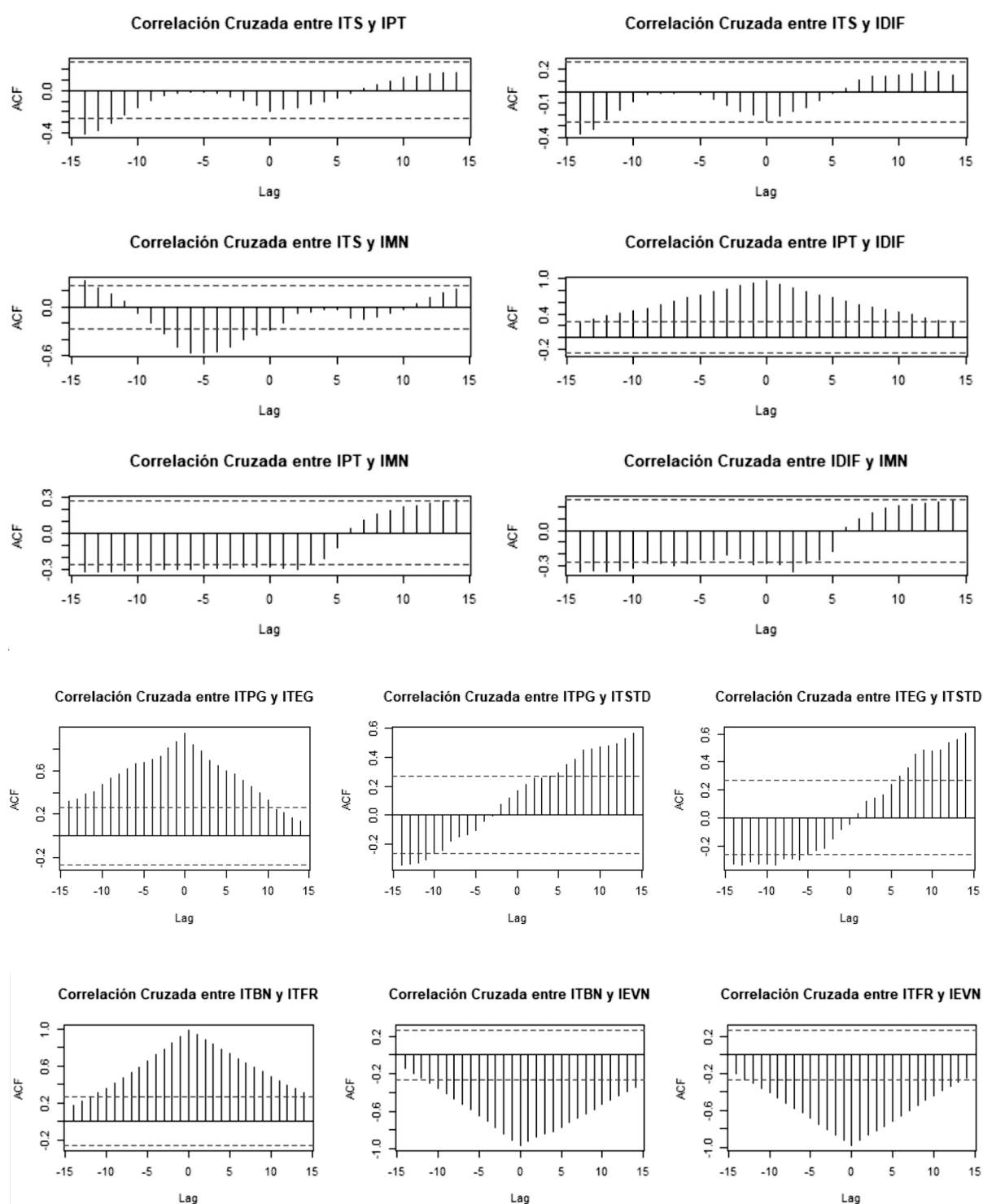
En algunos casos, la ausencia de correlación es visualmente evidente. No obstante, muchos de los indicadores del mercado laboral, demográficos y sociomédicos presentan una alta dependencia lineal entre sí. Por ejemplo, el ITPG muestra una fuerte correlación negativa con el ITFR, es decir que, mientras aumenta la participación laboral, disminuye la tasa de fecundidad; asimismo, el IEVN se relaciona de forma inversa con el ITBN, lo que indica que, mientras mayor es la esperanza de vida, menor es la tasa de natalidad.

Figura 4. Gráficas de dispersión por cada par de variables



3.1.2. Correlación cruzada para cada par de variables

La función de correlación cruzada (CCF) se define como el conjunto de correlaciones muestrales entre x_{t+h} y y_t , en particular identifica los rezagos de la variable x_t que podrían predecir a y_t . La figura 5 presenta la correlación cruzada entre cada par de series explicativas consideradas en este estudio. En este caso, y_t corresponde a la primera variable nombrada, mientras que, x_t corresponde a la segunda.

Figura 5. Correlación cruzada para cada par de variables

Por lo expuesto anteriormente, y según Alin (2010), incluir todas estas variables causaría «serias dificultades con respecto a la fiabilidad de

la estimación de los parámetros», pues puede introducir serios problemas de multicolinealidad.

Así, es necesario estudiar la inclusión de cada variable en modelos diferentes, capturando su influencia en la variable de respuesta, pero sin añadir al modelo variables redundantes que contribuyan con muy poca información, tal como lo hizo Jimon et al. (2021).

Por tanto, se decide tomar como variables el índice del ahorro previsional (IAP); el índice de la tasa de sostenimiento (ITS); el índice de la población total (IPT); el índice de migración neta (IMN); el índice de la tasa de participación global (ITPG); el índice de la tasa de subempleo y desempleo (ITSTD); el índice de la esperanza de vida al nacer (IEVN); el índice de la tasa total de fecundidad (ITFR), y el índice del producto interno bruto (PIBR).

3.2. Estacionariedad

Lo siguiente es estudiar la estacionariedad de cada una de las series. Para esto, se usan tres pruebas: la función de autocorrelación simple y parcial (FAS y FAP), la prueba de Dickey Fuller aumentada y la prueba de Philips-Perron. Sin embargo, se deben tener presente los cambios estructurales, pues, en caso de que existan rupturas temporales y no se consideren, las pruebas se sesgan hacia el no rechazo de la hipótesis nula; es decir, hacia el no rechazo de la existencia de raíz unitaria (Enders, 2014).

En estos casos, el pensar que no existe un cambio estructural en al menos una de las series es erróneo, pues la mayoría de las variables macroeconómicas se ven influenciadas por choques externos como crisis económicas, políticas institucionales, acuerdos políticos, etc. (Pahlavani et al., 2005). En particular, el Ecuador es un caso especial, al considerar que la instauración del sistema monetario de dolarización oficial y otros periodos de crisis forman parte de la muestra en este estudio y, por tanto, influyen la mayoría de las series que aquí se introducen.

Los puntos de quiebre en una regresión se refieren a los momentos en los que la relación entre la variable dependiente e independiente cambia de forma significativa; es decir, prueba o evalúa las desviaciones de estabilidad del modelo de regresión lineal clásico (ecuación 2).

$$y_i = x_i^T \beta + u_i \quad (2)$$

Y a través del criterio de información bayesiano (BIC) se decide el número de rupturas estructurales para todas las segmentaciones de la muestra.

En consecuencia, al confirmar la existencia de rupturas temporales en la mayoría de las series (ni IPT ni ITPG presentaron ninguna clase de cambio significativo), es necesario aplicar otros enfoques, además de los habituales, para confirmar la presencia de raíz unitaria (Pahlavani et al., 2005). Aquí se

usará el procedimiento de Lumsdaine & Papell (1997), una extensión de la prueba de Dickey Fuller aumentada que introduce los cambios estructurales como variables endógenas dentro de la regresión (Pahlavani et al., 2005).

Para determinar el número de rezagos óptimo se consideraron cuatro criterios de información: i) error de predicción final (FPE); ii) el criterio de información Akaike (AIC); iii) el criterio de información Hannan-Quinn (HQIC), y iv) el criterio de información Schwarz Bayesian (SBIC). La decisión de su elección se basó en el número de rezagos que minimizaba su valor.

Los resultados de las tres pruebas convencionales se resumen en las tablas 14, 15 y 16 (anexo 2). En todos los casos, no se rechaza la existencia de raíz unitaria, por tanto, todas las series son no estacionarias. Sin embargo, al diferenciarlas resultan serlo.

Mientras que el procedimiento de Lumsdaine y Papell (LP) introduce los cambios estructurales como variables endógenas en la prueba DFA, es decir, se estima la ecuación:

$$\Delta y_t = \alpha + \delta t + \sum_{i=1}^q (\theta_i DU_{it} + \gamma_i DT_{it}) + \beta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \zeta_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Donde, $DU_{it} = 1$ si $t \geq CE_i$, y 0 si $t < CE_i$; mientras que $DT_{it} = t - CE_i$. En este caso, se permiten cambios tanto en la deriva como en la tendencia, que corresponden a los términos asociados con las dummies dentro de la ecuación, y donde los términos q y k se refieren al número de cambios estructurales para cada una de las series y al número de rezagos de su diferencia, respectivamente.

Como era de esperarse, la mayoría de los cambios estructurales suceden a finales del siglo XX, y a comienzos del siglo XXI, etapa donde la economía ecuatoriana se dolarizó. En la tabla 3 se resumen los resultados de la ecuación 3, donde el coeficiente asociado al rezago y_{t-1} determina la existencia o no de una raíz unitaria.

Tabla 3. Prueba de raíz unitaria considerando los cambios estructurales para cada variable

Variable	CE5	CE4	CE3	CE2	CE1	t-test para β	p-valor	k	Resultado H_0 : existe raíz unitaria
IAP					2.015	-2,68**	0,011	3	Se rechaza H_0
ITS	1.977	1.986		2.004	2.012	-4,34****	0,000	4	Se rechaza H_0
IMN		1.991			2.015	-3,06***	0,004	1	Se rechaza H_0
ITSTD	1.982		1.998	2.009		-4,13****	0,000	1	Se rechaza H_0
IEVN		1.992			2.015	-7,45****	0,000	5	Se rechaza H_0
ITFR	1.980	1.990		2.004	2.013	0,5247**	0,083	3	Se rechaza H_0
IPIBR			1993	2.001	2.012	-4,71****	0,000	1	Se rechaza H_0

Nota: ****, ***, ** y * indican que la hipótesis nula de no significancia estadística es rechazada al 0,1 %, 1 %, 5 %, y 10 % respectivamente.

En todas las series se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. Por tanto, y al obtener resultados contradictorios, aplicar el modelo autorregresivo de rezagos distribuidos es la forma más eficiente para determinar la relación a largo plazo entre la variable de respuesta, sus rezagos y las variables explicativas (Pahlavani et al., 2005).

3.3. Metodología de investigación: modelo autorregresivo de rezagos distribuidos y cointegración

El modelo autorregresivo de rezagos distribuidos (ARDL), introducido como una técnica de cointegración alternativa por Pesaran & Shin (1996) y Pesaran & Pesaran (1997), se define como:

$$\phi(L, p)y_t = \sum_{i=1}^k \beta_i(L, q_i)x_{it} + \delta^T w_t + u_t \quad (4)$$

Donde

$$\begin{aligned} \phi(L, p) &= 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p \\ \beta_i(L, q_i) &= 1 - \beta_{i1} L - \beta_{i2} L^2 - \dots - \beta_{iq_i} L^{q_i} \\ i &= 1, 2, \dots, k \end{aligned}$$

En la ecuación 4, y_t denota la variable dependiente; x_{it} representa la i -ésima variable independiente; L es el operador de rezagos, u_t es el término de perturbación; y w_t es un vector $S \times 1$ que representa variables determinísticas, como los términos del intercepto, variables *dummy*, tendencias de tiempo y otras variables exógenas (Pahlavani et al., 2005).

En particular, y siguiendo a Pesaran et al. (2001), la representación de corrección de errores del modelo ARDL, para cada uno de los modelos, es:

$$\Delta IAP_t = \alpha_{10} + \sum_{j=1}^{n_1} \beta_{1j} \Delta IAP_{t-j} + \sum_{j=0}^{p_1} \gamma_{1j} \Delta ITS_{t-j} + \sum_{j=0}^{q_1} \rho_{1j} \Delta IPT_{t-j} + \sum_{j=0}^{s_1} \theta_{1j} \Delta IMN_{t-j} + \delta_{11} IAP_{t-1} + \delta_{12} ITS_{t-1} + \delta_{13} IPT_{t-1} + \delta_{14} IMN_{t-1} + \sigma_1^T w_{1t} + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

$$\Delta IAP_t = \alpha_{20} + \sum_{j=1}^{n_2} \beta_{2j} \Delta IAP_{t-j} + \sum_{j=0}^{p_2} \gamma_{2j} \Delta ITSTD_{t-j} + \sum_{j=0}^{q_2} \rho_{2j} \Delta ITPG_{t-j} + \delta_{21} IAP_{t-1} + \delta_{22} ITSTD_{t-1} + \delta_{23} ITPG_{t-1} + \sigma_2^T w_{2t} + \varepsilon_{2t} \quad (6)$$

$$\Delta IAP_t = \alpha_{30} + \sum_{j=1}^{n_3} \beta_{3j} \Delta IAP_{t-j} + \sum_{j=0}^{p_3} \gamma_{3j} \Delta IEVN_{t-j} + \sum_{j=0}^{q_3} \rho_{3j} \Delta IFR_{t-j} + \delta_{31} IAP_{t-1} + \delta_{32} IEVN_{t-1} + \delta_{33} IFR_{t-1} + \sigma_3^T w_{3t} + \varepsilon_{3t} \quad (7)$$

$$\Delta IAP_t = \alpha_{40} + \sum_{j=1}^{n_4} \beta_{4j} \Delta IAP_{t-j} + \sum_{j=0}^{p_4} \gamma_{4j} \Delta IPIBR_{t-j} + \delta_{41} IAP_{t-1} + \delta_{42} IPIBR_{t-1} + \sigma_4^T w_{4t} + \varepsilon_{4t} \quad (8)$$

Los coeficientes δ_{kj} con $k = 1, 2, 3, 4$, y $\beta_{kj}, \gamma_{kj}, \rho_{ij}, \theta_{1j}$ corresponden a los multiplicadores de largo y corto plazo respectivamente. Los primeros parámetros capturan la relación entre las variables cuando todos los efectos transitorios se ajustaron, mientras que los coeficientes de corto plazo se refieren a la respuesta de la variable dependiente ante un cambio en la variable independiente en el mismo periodo o periodos cercanos. Además, en cada ecuación, se añaden los cambios estructurales $\sigma_i^T w_{it}, i = 1, 2, 3, 4$ como variables ficticias de impulso o desplazamiento (Pahlavani et al., 2005).

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

Los siguientes resultados se obtuvieron a partir de la estimación de los modelos propuestos.

4.1. Modelo 1: el impacto demográfico en el ahorro previsional

En primer lugar, es necesario comprobar si existe una relación a largo plazo. Para esto se usa la prueba F de límites (Wald), donde H_0 implica la ausencia de cointegración y la alternativa sugiere lo contrario. Además, se establecen tres casos diferentes. En el primero, el modelo incluye la tendencia; en el

segundo se considera la constante; y en el tercero no se incluye una constante o una tendencia. Sin embargo, al incluir una constante en el modelo, el tercer caso no puede ser considerado. Los resultados del caso 1 y 2 se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados Prueba F de límites (Wald) para no cointegración

F/t-estadístico	p-valor	Resultado H_0 : No existe cointegración
Caso 1		
7,7264	0,000****	Se rechaza H_0
Caso 2		
-4,6076	0,004***	Se rechaza H_0

En ambos casos, se confirma la cointegración de las series.

Dado que las observaciones son anuales y su número es limitado se escogen como máximo 5 retardos. Los resultados de su estimación se muestran en la tabla 5; mientras que la estimación de los coeficientes del modelo 1 de rezagos distribuidos autorregresivos se muestra en la tabla 17 (anexo 3). Al añadir la corrección del término de error, se obtiene:

Tabla 5. Resultados estimados de los coeficientes de largo y corto plazo

MCE-ARDL(1)				
Modelo 1: ARDL (5,5,5,5)				
Regresor	Estimación	Error est.	t-est.	Pr(> t/)
Resultados estimados de los coeficientes de largo plazo				
α_{10}	1.528,33	6.984,94	0,218	0,829
IAP_{t-1}	-5,5880****	1,2130	-4,608	0,0002
ITS_{t-1}	-56,34*	27,78	-2,028	0,0568
IPT_{t-1}	69,55**	27,52	2,527	0,0205
IMN_{t-1}	-0,9152***	0,2478	-3,693	0,0016
Resultados estimados de los coeficientes de corto plazo				
α_{10}	8.541	37.880	0,225	0,824
ΔIAP_{t-1}	4,093****	1,047	3,908	0,001
ΔIAP_{t-2}	3,269****	0,7946	4,114	0,001
ΔIAP_{t-3}	2,135***	0,603	3,541	0,0022
ΔIAP_{t-4}	0,7821**	0,2788	2,805	0,0113
ΔITS_t	31,8	36,91	0,861	0,3998
ΔITS_{t-1}	-17,52	38,51	-0,455	0,6544
ΔITS_{t-2}	36,01	46,11	0,781	0,4444
ΔITS_{t-3}	-27,54	45,02	-0,612	0,5479
ΔITS_{t-4}	-5,048	44,2	-0,114	0,9103
ΔIPT_t	1.989	1.537	1,294	0,2112
ΔIPT_{t-1}	-2.138	1.965	-1,088	0,2901
ΔIPT_{t-2}	4.508**	1.817	2,481	0,0226
ΔIPT_{t-3}	-994	2.009	-0,495	0,6264
ΔIPT_{t-4}	-4.129**	1.808	-2,284	0,034
ΔIMN_t	0,06107	0,1283	0,476	0,6394
ΔIMN_{t-1}	1,069**	0,442	2,417	0,0258
ΔIMN_{t-2}	1,227**	0,5105	2,403	0,0266
ΔIMN_{t-3}	1,682***	0,4652	3,616	0,0018
ΔIMN_{t-4}	1,417****	0,3447	4,111	0,001
Variables fijas que controlan el cambio estructural				
DU2015	-25.630*	14.490	-1,769	0,093
DU2012	-21.750	14.690	-1,481	0,1551
DU2004	-5.982	6.446	-0,928	0,3650
DU1986	-15.110**	5.391	-2,803	0,0113

DU1977	3.669	5.074	0,723	0,4784
DU1991	-10.610*	5.480	-1,936	0,0678
Error estándar residual: 4419				
R^2 múltiple: 0,9303		R^2 ajustado: 0,8238		
F-estadístico: 8,74		p-valor: 0,0000		

Nota: ****, ***, ** y * indican que la hipótesis nula de no significancia estadística es rechazada al 0,1 %, 1 %, 5 %, y 10 %, respectivamente.

Tal como se presentan, muchos de los coeficientes de largo y corto plazo son estadísticamente significativos. En primer lugar, el índice del ahorro previsional se relaciona sobre todo con su pasado, tanto a corto como a largo plazo, lo que parece ser coherente al considerar que esta variable resulta ser un excedente de los ingresos y gastos del seguro de pensiones; sin embargo, los signos son contrarios en el corto y largo plazo.

A corto plazo, un aumento en el índice del ahorro previsional en los años anteriores, tal vez por altas contribuciones o ahorro, implica aumentos subsecuentes. No obstante, a largo plazo, cuando el sistema tiende a ajustarse al equilibrio, el superávit generado en el pasado disminuye por ajustes estructurales como cambios en las contribuciones, beneficios o porque la rentabilidad obtenida por su administración no se capitaliza. Además, durante este periodo, las autoridades pueden tomar decisiones con respecto al sistema y, por lo tanto, afectar su comportamiento, cosa que no ocurre en el corto plazo.

Por ejemplo, y como se mostró en la sección anterior, en el año 2015, momento del cambio estructural en el índice del ahorro previsional, el gobierno de Rafael Correa tomó dos decisiones importantes con respecto a la seguridad social. Por un lado, «decidió eliminar el aporte del 40 % del Estado para el pago de pensiones», y por el otro, «decidió reformar el esquema de distribución al disminuir el porcentaje del aporte de los afiliados al fondo del 9,44 % al 5,76 %» (Gaibor, 2019). Así, el hecho de que la dinámica de corto y largo plazo sea diferente es posible, y más aún cuando una variable depende de las políticas establecidas por las autoridades.

Mientras que el índice de la tasa de sostenimiento tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en el índice del ahorro previsional a largo plazo, pues, mientras más afiliados por pensionista existan, mayores son los ingresos que recibe el sistema por concepto de aportes. Sin embargo, a corto plazo, los coeficientes asociados a esta variable no son estadísticamente significativos.

Por otra parte, el coeficiente de largo plazo asociado al índice de la población es estadísticamente significativo y positivo, lo que se traduce en que, al aumentar este, el ahorro previsional también lo hace en 69,55 unidades. Mientras que, a corto plazo, tan solo dos rezagos resultan ser estadísticamente diferentes de cero. El primero impacta de forma positiva, y en el segundo, lo hace de forma negativa. El primer caso puede explicarse al considerar que, al

aumentar la población dos periodos atrás, más personas pueden contribuir al sistema de seguridad social, lo que implica que el índice de ahorro previsional aumente; sin embargo, mientras más lejano es el periodo, este aumento podría conllevar una mayor demanda en los servicios públicos y beneficios sociales, reduciendo el índice del ahorro previsional.

Finalmente, los parámetros asociados al índice de migración neta afectan de forma positiva al índice del ahorro previsional. Como se indicó en la sección anterior, la migración neta se define como «el número de inmigrantes menos el de emigrantes» (Naciones Unidas, 2024a). Un aumento en este indicador puede responder a que el número de inmigrantes aumentó o el número de emigrantes disminuyó; en cualquiera de los dos casos, la base de contribuyentes podría aumentar, y con esto, el ahorro previsional.

En cuanto a las rupturas temporales se tiene que solo los coeficientes de las variables *dummies* asociadas a los años 2015, 1986, y 1991 representan cambios significativos en la serie temporal.

De forma general, el modelo es estadísticamente significativo a nivel global, es decir, al menos una de las variables independientes tiene un efecto significativo en la variable dependiente (IAP). Además, el valor *p* asociado con el F-estadístico indica la probabilidad de que los resultados observados sean por el azar; en este caso, al tomar el valor de 0,000, se verifica que es poco probable que el ajuste del modelo se justifique por esta razón, lo que refuerza la significancia estadística del modelo.

4.2. Modelo 2: el impacto del mercado laboral en el ahorro previsional

La prueba F de límites (Wald) para no cointegración en este caso es:

Tabla 6. Resultados prueba F de límites (Wald) para no cointegración

F/t-estadístico	p-valor	Resultado
H_0 : No existe cointegración		
Caso 1		
5,4312**	0,005	Se rechaza H_0
Caso 2		
-4,0968*	0,028	Se rechaza H_0

En ambos casos, se rechaza la hipótesis nula; por tanto, las series están cointegradas. Los resultados al añadir la corrección del término de error se presentan en la tabla 7; mientras que los resultados del modelo ARDL se presentan en la tabla 18 (anexo 3).

Tabla 7. Resultados estimados de los coeficientes de largo y corto plazo

MCE-ARDL(2)				
Modelo 2: ARDL (2,5,5)				
Regresor	Estimación	Error est.	t-est.	Pr(> t)
Resultados estimados de los coeficientes de largo plazo				
α_{20}	935.503,22	768.491,43	1,2173	0,2397
IAP_{t-1}	0,2244	0,1854	1,211	0,2355
$ITSTD_{t-1}$	-43,94***	13,23	-3,322	0,0024
$ITPG_{t-1}$	250***	69,3	3,608	0,0011
Resultados estimados de los coeficientes de corto plazo				
α_{20}	-210.000***	65.220	-3,219	0,0031
ΔIAP_{t-1}	-0,2831	0,1916	-1,477	0,1500
$\Delta ITSTD_t$	-0,1717	11,39	-0,015	0,9881
$\Delta ITSTD_{t-1}$	-156,6***	50,13	-3,124	0,0039
$\Delta ITSTD_{t-2}$	-168,3****	38,55	-4,365	0,0001
$\Delta ITSTD_{t-3}$	-100,3***	32,88	-3,052	0,0047
$\Delta ITSTD_{t-4}$	-93,3***	26,64	-3,502	0,0015
$\Delta ITPG_t$	0,7899	11,5	0,069	0,9457
$\Delta ITPG_{t-1}$	38,99***	13,12	2,971	0,0058
$\Delta ITPG_{t-2}$	30,92**	11,53	2,682	0,0118
$\Delta ITPG_{t-3}$	17,09	9,659	1,769	0,0870
$\Delta ITPG_{t-4}$	15,79	9,741	1,621	0,1156
Variables fijas que controlan el cambio estructural				
DU2015	-15.580**	7.348	-2,121	0,0423
DU1982	-7.917	5.824	-1,359	0,1842
DU1998	-1.826	5.365	-0,340	0,7359
DU2009	-35.590****	8.997	-3,956	0,0004
Error estándar residual: 6365				
R^2 múltiple: 0,678		R^2 ajustado: 0,4848		
F-estadístico: 3,509		p-valor: 0,0012		

A largo plazo, todos los coeficientes, a excepción del intercepto y del parámetro asociado al índice del ahorro previsional en el periodo anterior, resultan ser estadísticamente significativos. En primer lugar, y como se esperaba, mientras mayor es el índice de la tasa de subempleo y desempleo en el periodo anterior, menor es el índice del ahorro previsional en el largo plazo (disminuye en 43,94 unidades). En segundo, mientras mayor es la tasa de

participación global, mayor resulta el índice del ahorro previsional (aumenta en 250 unidades).

Mientras que, en el corto plazo, los patrones son los mismos. Por un lado, el coeficiente asociado al intercepto es significativo y negativo, lo que sugiere una tendencia a la baja en este periodo. Además, los coeficientes de las variaciones pasadas del índice de la TSTD (tasa de subempleo y tasa de desempleo) son estadísticamente significativos y negativos, lo que significa que mientras aumenta la tasa de desempleo y subempleo, el índice del ahorro previsional disminuye. Por el otro, y como los coeficientes de las variaciones del ITPG (índice de la tasa de participación global) son significativos, y positivos, el hecho de que esta aumente causa que el ahorro previsional también lo haga.

Por último, las variables DU2015 y DU2009 indican que ambos cambios estructurales se asocian de forma significativa y negativa con el índice del ahorro previsional. En el año 2009, a causa de la «crisis financiera internacional, el descenso de los precios del petróleo, la reducción de las remesas y la pérdida de dinamismo de la demanda interna», la tasa de desocupación aumentó significativamente hasta alcanzar el 9,1 %; la tasa de desempleo aumentó hasta el 8.5 %, mientras que la participación laboral descendió del 60.1 %, en 2008, hasta el 59.8 % en el 2009 (CEPAL, 2009).

En este caso, el modelo es estadísticamente significativo a nivel global; es decir, al menos una de las variables independientes tiene un efecto significativo en la variable dependiente (IAP). Además, el valor p asociado con el F-estadístico indica que el ajuste del modelo no se justifica por el azar, lo que refuerza la significancia estadística del modelo.

4.3. Modelo 3 y 4: el impacto sociomédico en el ahorro previsional

La prueba F de límites (Wald) para no cointegración para el modelo 3 se resume en la tabla 8:

Tabla 8. Resultados prueba F de límites (Wald) para no cointegración

F/t-estadístico	p-valor	Resultado H_0 : No existe cointegración
Caso 1		
6,9818****	0,001	Se rechaza H_0
Caso 2		
-4,9056****	0,001	Se rechaza H_0

En ambos casos se rechaza H_0 . Así, los resultados al añadir el término de error se muestran en la tabla 9. Mientras que los resultados del modelo ARDL se presentan en la tabla 19 (anexo 3).

Tabla 9. Resultados estimados de los coeficientes de largo y corto plazo

MCE-ARDL(3)				
Modelo 3: ARDL (4,5,5)				
Regresor	Estimación	Error est.	t-est.	Pr(> t)
Resultados estimados de los coeficientes de largo plazo				
α_{30}	820.000	498.400	1,645	0,1119
IAP_{t-1}	-3,004****	0,6123	-4,906	0,0000
$IEVN_{t-1}$	-494,1	326,6	-1,513	0,1424
$ITFR_{t-1}$	-340,3*	187,9	-1,811	0,0817
Resultados estimados de los coeficientes de corto plazo				
α_{20}	272.985,08	169.442,93	1,611	0,1192
ΔIAP_{t-1}	1,664***	0,4967	3,350	0,0023
ΔIAP_{t-2}	1,441***	0,3992	3,610	0,0013
ΔIAP_{t-3}	0,4122	0,3318	1,242	0,2252
$\Delta IEVN_t$	-272,6**	116,3	-2,344	0,0269
$\Delta IEVN_{t-1}$	292,7	343,3	0,853	0,4017
$\Delta IEVN_{t-2}$	-260,4	367,6	-0,708	0,4851
$\Delta IEVN_{t-3}$	-712*	381,2	-1,868	0,0731
$\Delta IEVN_{t-4}$	665,2	615,2	1,081	0,2895
$\Delta ITFR_t$	923,3	1.085	0,851	0,4025
$\Delta ITFR_{t-1}$	-831,5	1.282	-0,648	0,5224
$\Delta ITFR_{t-2}$	1.992**	942	2,115	0,0442
$\Delta ITFR_{t-3}$	-3.879*	1.991	-1,949	0,0622
$\Delta ITFR_{t-4}$	1.339	1.170	1,144	0,2629
Variables fijas que controlan el cambio estructural				
DU1992	-5.992	7.217	-0,830	0,4139
DU2015	-29.950*	17.270	-1,734	0,0947
DU1980	-3.425	5.856	-0,585	0,5638
DU1990	726.3	6.879	0,106	0,9167
DU2004	8.651	5.282	1,638	0,1135
DU2013	-12.410	13.470	-0,922	0,3652
Error estándar residual: 6278				
R^2 múltiple: 0,7077		R^2 ajustado: 0,4989		
F-estadístico: 3,389		p-valor: 0,0016		

La mayoría de los coeficientes en este modelo no son estadísticamente significativos. La decisión de añadir la esperanza de vida y la tasa de

fecundidad como factores sociomédicos se basó en la literatura referente a la influencia de estas variables sobre la sostenibilidad de un sistema de pensiones, específicamente se siguió a Jimon et al. (2021); Cremer et al. (2011), Fenge & Scheubel (2017), Boldrin et al. (2015) y Ehrlich & Kim (2007). Sin embargo, en el contexto ecuatoriano, una de las razones que justifica «la crisis de liquidez del IESS» es el «incremento de la esperanza de vida en el país» (González, 2024). Por tanto, en lugar de considerar ambas variables, solo se tomará la primera, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados prueba F de límites (Wald) para no cointegración

F/t-estadístico	p-valor	Resultado H_0 : No existe cointegración
Caso 1		
8,0529****	0,001	Se rechaza
Caso 2		
-4,8114****	0,001	Se rechaza

Tras verificar la cointegración, los resultados del cuarto modelo se muestran en la Tabla 11.

A largo plazo, el coeficiente del índice de la esperanza de vida no es estadísticamente significativo; sin embargo, a corto plazo, los parámetros sí resultan ser significativos y negativos, los que sugiere una relación inversa en el corto plazo entre IEVN y IAP.

La falta de significancia a largo podría justificarse por la adaptación del sistema ante cambios inminentes. Según Celis (2015), «el proceso de transición demográfica que ha caracterizado al Ecuador» es un «proceso paulatino de envejecimiento de la población». En el año 2022, el país se consideró como «el tercer país de Sudamérica con la mayor esperanza de vida» (Machado, 2022). Así, en enero de 2024, Eduardo Peña, presidente del Consejo Directivo del IESS, indicó que «la seguridad social actual está concatenada a los parámetros de vida pasados», en particular, a la esperanza de vida, por tanto, se han propuesto «reformas para mejorar la situación de la institución» (Redacción Web, 2024).

Por el contrario, que las personas vivan más tiempo después de la jubilación supone que los pagos del sistema de pensiones aumenten y, por tanto, que el índice del ahorro previsional disminuya a corto plazo.

Con respecto a los cambios estructurales, las estimaciones sugieren que, durante los años 1992 y 2015, eventos específicos o reformas influyeron de forma significativa sobre el ahorro previsional. En el año 1992, por ejemplo, «se implementaron reformas neoliberales desde el gobierno de Sixto Durán Ballén y Alberto Dahik, que promovían la apertura comercial, la disminución

del tamaño del Estado, los intentos de privatización, la desregulación y la flexibilización financiera» (Muñoz López, 2006).

En cuanto a la significancia conjunta, ambos modelos son estadísticamente significativos a nivel global. Además, por el valor p , se puede concluir que el ajuste del último modelo no se justifica por el azar.

Tabla 11. Resultados estimados de los coeficientes de largo y corto plazo

MCE-ARDL(4)				
Modelo 4: ARDL (4,5)				
Regresor	Estimación	Error est.	t-est.	$Pr(> t)$
Resultados estimados de los coeficientes de largo plazo				
α_{30}	-11.630,13	15502,16	-0,7502	0,4579
IAP_{t-1}	-1,763****	0,3665	-4,811	0,0000
$IEVN_{t-1}$	34,96	25,21	1,387	0,1740
Resultados estimados de los coeficientes de corto plazo				
α_{20}	-20.510	28.330	-0,724	0,4739
ΔIAP_{t-1}	0,6743**	0,2676	2,520	0,0163
ΔIAP_{t-2}	0,8028***	0,2471	3,248	0,0025
ΔIAP_{t-3}	0,3528*	0,2086	1,691	0,0995
$\Delta IEVN_t$	-160,7**	75,07	-2,140	0,0392
$\Delta IEVN_{t-1}$	-216,4**	83,43	-2,594	0,0136
$\Delta IEVN_{t-2}$	-632,3****	124,3	-5,087	0,0000
$\Delta IEVN_{t-3}$	-960,7****	166,5	-5,769	0,0000
$\Delta IEVN_{t-4}$	1.128**	473,3	2,384	0,0225
Variables fijas que controlan el cambio estructural				
DU1992	-10.570**	4.634	-2,282	0,0285
DU2015	-14.450***	4.914	-2,941	0,0057
Error estándar residual: 5815				
R^2 múltiple: 0,6775		R^2 ajustado: 0,57		
F-estadístico: 6,303		p-valor: 0,0000		

4.4. Modelo 5: el impacto económico en el ahorro previsional

Finalmente, la prueba F de límites (Wald) para no cointegración para las series IAP y IPIBR muestra que las series no están cointegradas (tabla 13); es decir, no existe una relación a largo plazo, y las series no se mueven conjuntamente

a lo largo del tiempo. Aunque puede resultar contraintuitivo, varias razones explican por qué estas series no guardan una relación de cointegración.

En el sistema de pensiones ecuatoriano, tanto las contribuciones y los beneficios como el porcentaje de los aportes están fijados por ley y, por tanto, no varían con el ciclo económico.

Tabla 12. Resultados prueba F de límites (Wald) para no cointegración

F/t-estadístico	p-valor	Resultado H_0 : No existe cointegración
Caso 1		
0,5765	0,9608	No se rechaza
Caso 2		
0,9118	0,9929	No se rechaza

4.5. Diagnóstico y pruebas de estabilidad

En este estudio se consideran las pruebas de diagnóstico de autocorrelación, normalidad, heterocedasticidad y estabilidad estructural para cada uno de los modelos. Por un lado, y como se presenta en la tabla 15, no existe evidencia de autocorrelación; además, la prueba de Jarque Vera comprueba que los residuos se distribuyen de forma normal. Este resultado, se verifica con el gráfico Q-Q (cuantil-cuantil), donde la mayoría de los residuos se alinean a la línea roja que representa la distribución normal teórica (figuras 6, 7, y 8). Por otro lado, la prueba de Breusch-Pagan comprueba que los residuos en cada uno de los modelos sean homocedásticos.

Tabla 13. Resultados de la prueba de Breusch-Godfrey, Jarque Bera y Breusch-Pagan

Prueba de Breusch-Godfrey para correlación serial			
Modelos	LM test	p-valor	Resultado No hay autocorrelación serial
Modelo 1	4,7271	0,3165	No se rechaza H_0
Modelo 2	2,0069	0,1566	No se rechaza H_0
Modelo 4	3,2075	0,5237	No se rechaza H_0
Prueba de Jarque Bera			
Modelos	X-cuadrado	p-valor	Resultado H_0 : Los residuos se distribuyen normalmente
Modelo 1	0,29527	0,8627	No se rechaza H_0
Modelo 2	0,49394	0,7812	No se rechaza H_0
Modelo 4	0,68647	0,7095	No se rechaza H_0
Prueba de Breusch-Pagan			
Modelos	X-cuadrado	p-valor	Resultado H_0 : Homocedasticidad
Modelo 1	4,9593	0,9593	No se rechaza H_0
Modelo 2	14,879	0,5335	No se rechaza H_0
Modelo 4	20,225	0,2102	No se rechaza H_0

Figura 6. Gráfico Q-Q (cuantil-cuantil) de los residuos del modelo 1

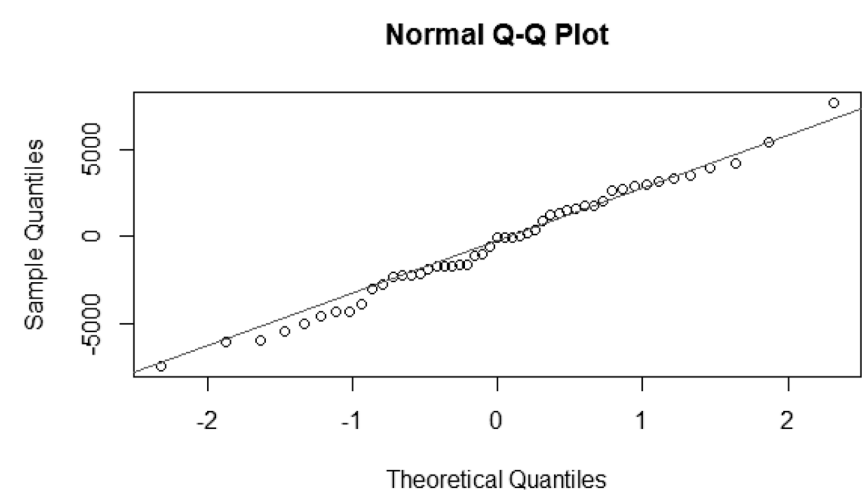
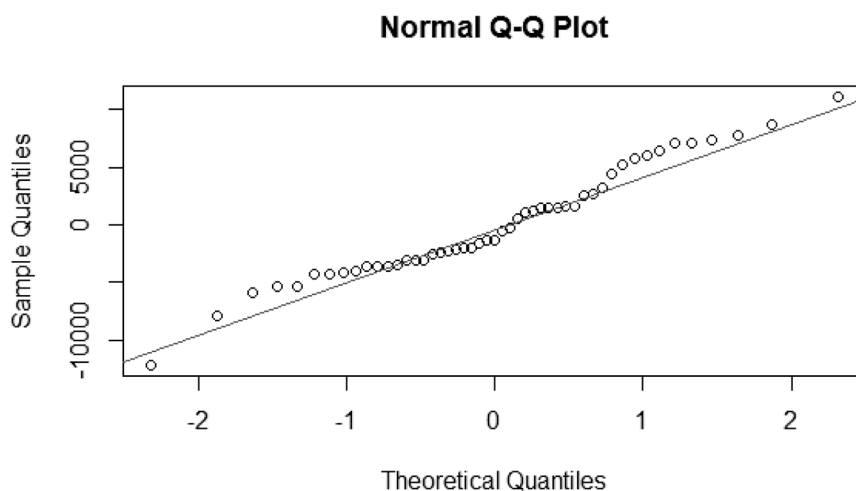
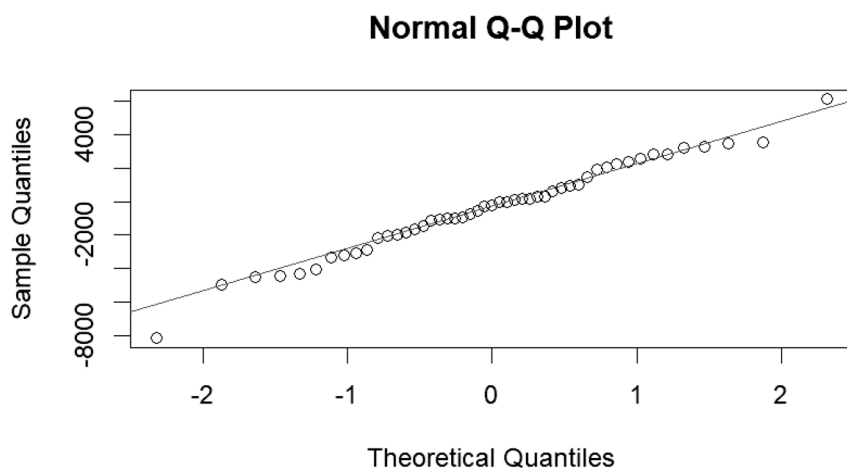


Figura 7. Gráfico Q-Q (cuantil-cuantil) de los residuos del modelo 2**Figura 8. Gráfico Q-Q (cuantil-cuantil) de los residuos del modelo 4**

Finalmente, para conocer la estabilidad de los coeficientes de largo y corto plazo, se aplica la suma acumulada (CUSUM). En las figuras 9, 10, y 11, se muestra la representación gráfica de la suma y, como se observa, en todos los modelos los valores no sobrepasan los límites, por lo tanto, los coeficientes son estables.

Figura 9. Prueba de CUSUM para el modelo 1

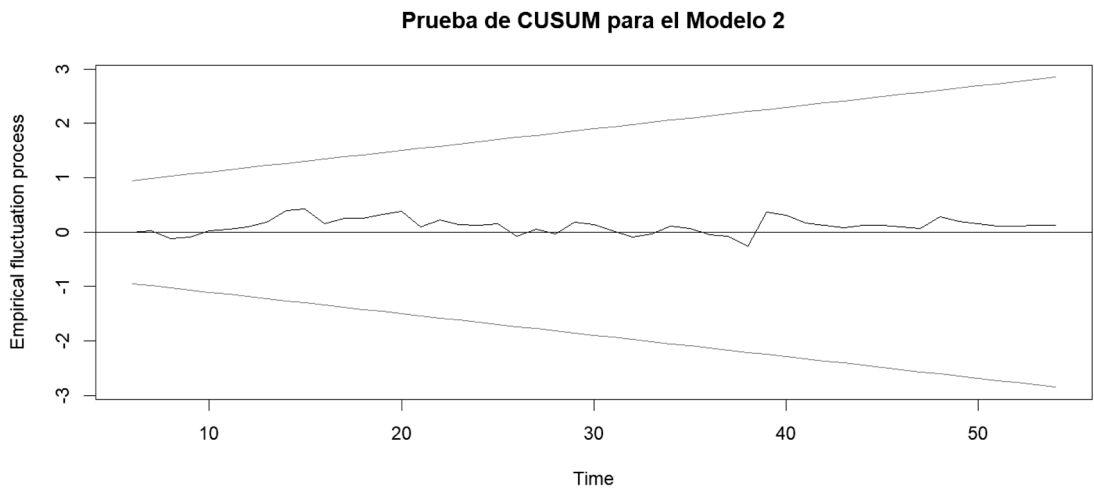


Figura 10. Prueba de CUSUM para el modelo 2

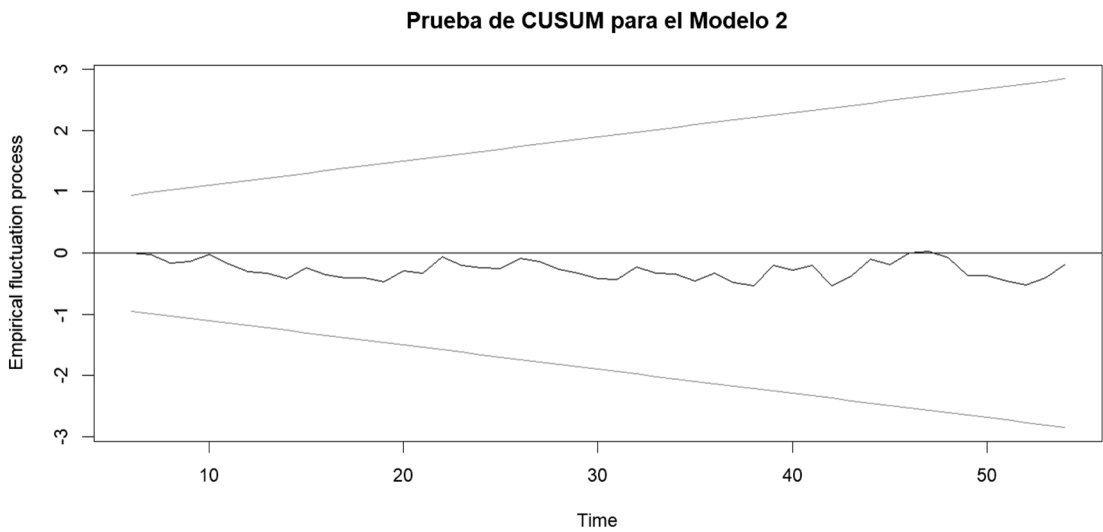
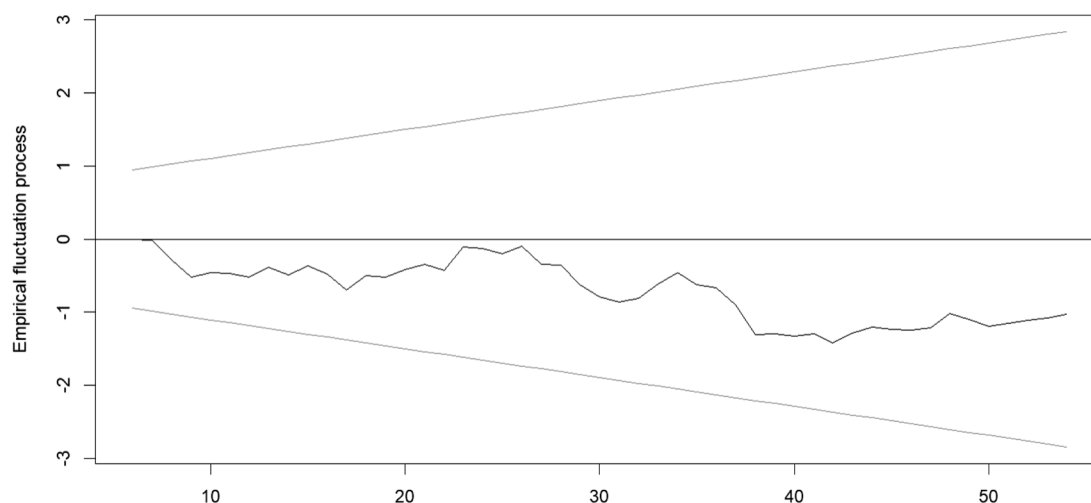


Figura 11. Prueba de CUSUM para el modelo 4

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue identificar las variables que inciden en la sostenibilidad del sistema de pensiones del Ecuador para el periodo 1970-2023, utilizando modelos autorregresivos de rezagos distribuidos. Al analizar la estacionariedad de las series y al considerar cada cambio estructural como una variable *dummie*, se determinó que el índice de la tasa de sostenimiento, el índice de la migración neta, el índice de la población total, el índice de la tasa de participación global, el índice de la tasa de subempleo y desempleo, y el índice de la esperanza de vida al nacer inciden en el índice del ahorro previsional; sin embargo, cada variable lo hace de forma diferente.

Por un lado, a largo plazo, tanto el índice de la tasa de sostenimiento como el índice de la población total inciden de forma positiva en el índice del ahorro previsional. No obstante, a corto plazo, la tasa de sostenimiento no influye de forma significativa sobre el ahorro previsional, por el contrario, el efecto del índice de la población total en este periodo es ambiguo. En cuanto a la migración neta, esta influye de forma positiva en el corto y largo plazo. Por esto, para aumentar el ahorro previsional, el aumento de la población, así como de la tasa de sostenimiento y la reducción de la emigración, desempeñan papeles relevantes y significativos. Por una parte, para aumentar el número de contribuyentes se podrían adoptar políticas que estimulen a los jóvenes a alcanzar al menos el pago mínimo de jubilación. Por otra, retener a los ecuatorianos dentro del país y atraer personas provenientes de otros lugares requiere de la existencia de un marco socioeconómico y político que permita su integración.

Por otro lado, el índice de la tasa de participación global incide de forma positiva y significativa sobre el índice del ahorro previsional, tanto a corto

como a largo plazo. El índice de la tasa de subempleo y desempleo inciden de forma negativa en ambos periodos. Así, para fortalecer la sostenibilidad presupuestaria del sistema de pensiones, se podría priorizar el aumento de la tasa de actividad y disminuir la tasa de desempleo y subempleo. En este sentido, la política social debería estar vinculada a las regulaciones del mercado laboral, donde se prioricen los derechos de los trabajadores y se fomente el trabajo formal. En consecuencia, una política que favorezca el desempleo, como el otorgar prestaciones específicas para aquellas personas que padecen esta clase de situación, sería insostenible en el largo plazo.

Con respecto a la esperanza de vida, pese a que esta se relaciona a corto plazo con el ahorro previsional, no lo hace a largo plazo. Así, sería necesario que esta variable sea considerada en el cálculo de la pensión del sistema de IVM.

La mayoría de los cambios estructurales asociados a los años 1986, 1991, 1992, 2009, y 2015 incidieron de forma significativa sobre el índice del ahorro previsional. Estos años corresponden a periodos donde el país enfrentó alguna clase de crisis económica o se implantó alguna clase de reforma con respecto al sistema de seguridad social.

Finalmente, el producto interno bruto no guarda una relación de cointegración con el ahorro previsional. Sin embargo, y como se mostró en la mayoría de los modelos, los resultados de la aplicación de una política o de alguna clase de reforma, afecta de forma significativa al ahorro previsional. Por ende, las decisiones que tomen las autoridades con respecto a su uso deberían estar asociadas a estudios que cuantifiquen su impacto tanto a corto como a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Actuarial Consultores S.A. (2023). *Estudio actuarial fideicomiso de inversión PUCE*.
- Alin, A. (2010). Multicollinearity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 370-374. <https://doi.org/10.1002/wics.84>
- Arenas, A. (2019). *Los sistemas de pensiones en la encrucijada: Desafíos para la sostenibilidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Pearson Educación.
- Boldrin, M., De Nardi, M., & Jones, L. E. (2015). Fertility and Social Security. *Journal of Demographic Economics*, 81(3), 261-299. <https://doi.org/10.1017/dem.2014.14>
- Bosch, M., Melguizo Estes, A., & Pagés, C. (2013). *Mejores pensiones, mejores trabajos: Hacia la cobertura universal en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Celis, K. (2015). *El envejecimiento y el sistema general de pensiones del Ecuador*. Universidad de Chile.
- CEPAL. (2009). *Ecuador: Rasgos generales de la evolución reciente*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cremer, H., Gahvari, F., & Pestieau, P. (2011). Fertility, Human Capital Accumulation, and the Pension System. *Journal of Public Economics*, 95(11-12), 1272-1279. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.09.014>
- Dieppe, A., & Guarda, P. (2015). *Public Debt, Population Ageing and Medium-Term Growth* (Occasional Paper Series No. 165). Banco Central Europeo.
- Ehrlich, I., & Kim, J. (2007). Social Security and Demographic Trends: Theory and Evidence from the International Experience. *Review of Economic Dynamics*, 10(1), 55-77. <https://doi.org/10.1016/j.red.2006.09.002>
- Enders, W. (2014). *Applied Econometric Time Series* (4^a ed.). Wiley.
- Feldstein, M., & Liebman, J. B. (2002). Social Security. En A. J. Auerbach & M. Feldstein (Eds.), *Handbook of Public Economics* (Vol. 4, pp. 2245-2324). Elsevier.
- Fenge, R., & Scheubel, B. (2017). Pensions and Fertility: Back to the Roots-Bismarck's Pension Scheme and the First Demographic Transition. *Journal of Population Economics*, 30(1), 93-139. <https://doi.org/10.1007/s00148-016-0608-x>

- Gaibor, I. (2019, 21 de diciembre). Así se perdieron USD 8.927 millones en el IESS, en tres años. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/perdida-8927-millones-iess-fondo-pensiones/>
- Gómez, M. (2021). El Estado desde la perspectiva organizacional. *Revista Argentina de Ciencia Política*, 1, 295-313.
- González, P. (2024, 5 de enero). Así se calcula la pensión de jubilación en Ecuador que el IESS quiere cambiar. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/pension-jubilacion-iess-seguro-aportes-salarios/>
- Han, K. J. (2013). Saving Public Pensions: Labor Migration Effects on Pension Systems in European Countries. *The Social Science Journal*, 50(2), 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2012.12.001>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2020). *Indicadores laborales marzo 2018*. INEC.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Historia*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/historia/>
- Jimon, S., Dumiter, F., & Baltes, N. (2021). Financial Sustainability of Pension Systems: Empirical Evidence from Central and Eastern European Countries. En N. L. Bilan & A. S. Rajnoha (Eds.), *Proceedings of the 8th International Conference on Applied Economics and Business*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74454-0>
- Kunze, L. (2014). Life Expectancy and Economic Growth. *Journal of Macroeconomics*, 39, 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2013.12.004>
- Ley de Seguridad Social. Registro Oficial Suplemento 465 de 30 de noviembre de 2001 (Ecuador).
- Lisenkova, K., & Bornukova, K. (2017). Effects of Population Ageing on the Pension System in Belarus. *Baltic Journal of Economics*, 17(2), 103-118. <https://doi.org/10.1080/1406099X.2017.1318000>
- Lumsdaine, R. L., & Papell, D. H. (1997). Multiple Trend Breaks and the Unit-Root Hypothesis. *Review of Economics and Statistics*, 79(2), 212-218.
- Machado, J. (2022, 28 de noviembre). Ecuador es el tercer país de la región con mayor esperanza de vida. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/esperanza-vida-ecuador-crece-cepal/>
- Mercier, M., David, A., Mahía, R., & De Arce, R. (2016). Reintegration upon Return: Insights from Ecuadorian Returnees from Spain. *International Migration*, 54(6), 56-73. <https://doi.org/10.1111/imig.12288>
- Muñoz López, P. (2006). Ecuador: Reforma del Estado y crisis política, 1992-2005. *Anuario de Estudios Americanos*, 63(1), 101-110.

- Naciones Unidas. (1948). *Universal Declaration of Human Rights* (Documento de la ONU No. A/810). <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Naciones Unidas. (2018, 1 de diciembre). *Artículo 22: Derecho a la Seguridad Social*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2018/12/1447441>
- Naciones Unidas. (2022). *World Population Prospects: Summary of Results*. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- Naciones Unidas. (2024a). *UNdata | Glosario*. <https://data.un.org/Glossary.aspx?q=life+>
- Naciones Unidas. (2024b). *UNdata | Glosario*. [https://data.un.org/Glossary.aspx?q=Total+fertility+rate+\(live+births+per+woman\)](https://data.un.org/Glossary.aspx?q=Total+fertility+rate+(live+births+per+woman))
- OECD. (2011). *Society at a Glance 2011: OECD Social Indicators-Old Age Support Rate*. <https://doi.org/10.1787/888932381760>
- OECD. (2017). Life Expectancy. En *Pensions at a Glance 2017: OECD and G20 Indicators* (pp. 120-121). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/pension_glance-2017-en
- OECD, IDB, & The World Bank. (2014). *Pensions at a Glance: Latin America and the Caribbean*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/pension_glance-2014-en
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2012). *The Protection of the Right to Social Security in European Constitutions*. https://www.ilo.org/global/standards/WCMS_205337/lang--en/index.htm
- Pahlavani, M., Wilson, E., & Worthington, A. C. (2005). Trade-GDP Nexus in Iran: An Application of the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Model. *American Journal of Applied Sciences*, 2(7), 1158-1165.
- Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (1997). *Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis*. Oxford University Press.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1996). Cointegration and Speed of Convergence to Equilibrium. *Journal of Econometrics*, 71(1-2), 117-143. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01697-6](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01697-6)
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Razin, A., & Sadka, E. (1998). Migration and Pension (IMF Working Paper No. WP/98/28). International Monetary Fund.
- Redacción Web. (2024, enero). Cambios en las jubilaciones y prestaciones de salud para hijos, algunos cambios en la seguridad social. *El Telégrafo*.

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/nacionales/44/cambios-jubilaciones-prestaciones-salud-hijos-cambios-seguridad-social>

Rofman, R. (2008). The Pension System. En *Revisiting Ecuador's Economic and Social Agenda in an Evolving Landscape* (pp. 251-263). Banco Mundial.

Schwarz, A. M. (2006). *Pension System Reforms* (Social Protection Discussion Paper No. 0608). The World Bank.

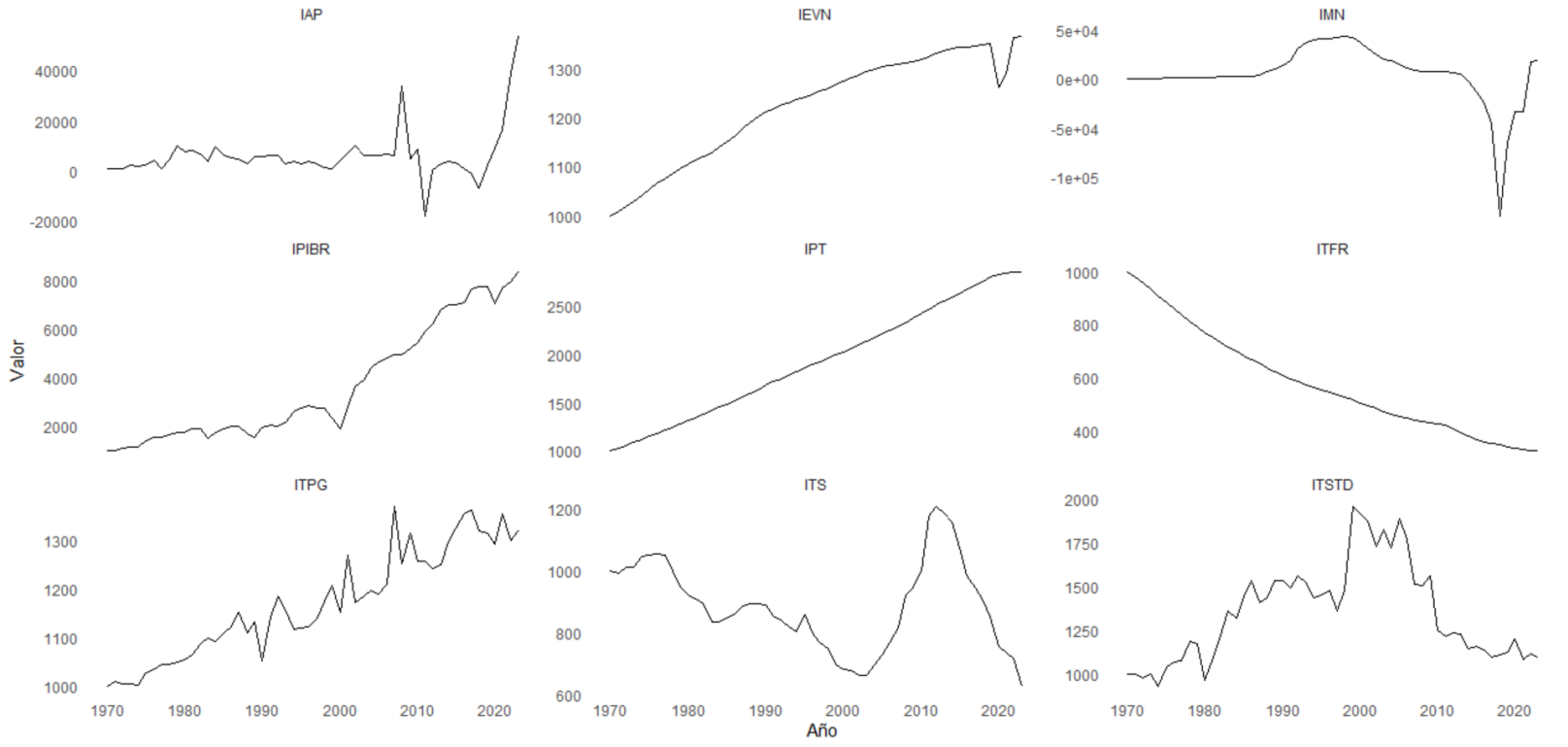
Talavera, F. N. (1998). *La Declaración Universal de Derechos Humanos cincuenta años después*.

Velín-Fárez, M. (2021). Population and Labor Dynamics in Large Informal Markets: Implications for Pension Systems with Evidence from Ecuador. *Contemporary Economics*, 15(2), 164-186. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.442>

ANEXOS

Anexo 1

Figura 13. Gráfica de las series



Anexo 2

Tabla 14. Resultados de la FAS y FAP para cada variable

Variables	FAS y FAP
<i>IAP</i>	No estacionaria
ΔIAP	Serie estacionaria
<i>ITS</i>	No estacionaria
ΔITS	Serie estacionaria
<i>IPT</i>	No estacionaria
ΔIPT	Serie estacionaria
<i>IMN</i>	No estacionaria
ΔIMN	Serie estacionaria
<i>ITPG</i>	No estacionaria
$\Delta ITPG$	Serie estacionaria
<i>ITSTD</i>	No estacionaria
$\Delta ITSTD$	Serie estacionaria
<i>IEVN</i>	No estacionaria
$\Delta IEVN$	Serie estacionaria
<i>ITFR</i>	No estacionaria
$\Delta ITFR$	Serie estacionaria
<i>IPIBR</i>	No estacionaria
$\Delta IPIBR$	Serie estacionaria

Tabla 15. Resultados prueba de DFA

Variable	Prueba de Dickey Fuller Aumentada (DFA)					
	Sin deriva ni tendencia		Sin tendencia		Con o sin deriva y con tendencia	
	t-est.	Respuesta H_0 : Existe RU	t-est.	Respuesta Existe RU	t-est.	Respuesta H_0 : Existe RU
<i>IAP</i>	-0,099	No se rechaza	-1,383 (0,5903)	No se rechaza	-1,405 (0,8596)	No se rechaza
ΔIAP	-3,167***	Se rechaza	-3,241** (0,0177)	Se rechaza	-3,407* (0,0505)	Se rechaza
<i>ITS</i>	-1,113	No se rechaza	-2,92** (0,0431)	Se rechaza	-2,943 (0,1486)	No se rechaza
ΔITS	-2,776**	Se rechaza	-2,835* (0,0534)	Se rechaza	-2,836 (0,1841)	No se rechaza
<i>IPT</i>	-1,589	No se rechaza	-1,416 (0,5744)	No se rechaza	-2,034 (0,5826)	No se rechaza
ΔIPT	-1,291	No se rechaza	-2,956** (0,0491)	Se rechaza	-3,641** (0,0265)	Se rechaza
<i>IMN</i>	-2,216	No se rechaza	-2,267 (0,1828)	No se rechaza	-2,328 (0,4184)	No se rechaza
ΔIMN	-7,847***	Se rechaza	-7,773 (0,0000)	Se rechaza	-7,697 (0,0000)	Se rechaza
<i>ITPG</i>	1,549	No se rechaza	-1,067 (0,7279)	No se rechaza	-4,374*** (0,0024)	Se rechaza
$\Delta ITPG$	-6,186***	Se rechaza	-6,510**** (0,0000)	Se rechaza	-6,449**** (0,0000)	Se rechaza
<i>ITSTD</i>	-0,202	No se rechaza	-1,661 (0,4513)	No se rechaza	-1,393 (0,8631)	No se rechaza

$\Delta ITSTD$	-7,465***	Se rechaza	-7,393 (0,0000)	Se rechaza	-7,556 (0,0000)	Se rechaza
$IEVN$	-1,228	No se rechaza	-1,161 (0,6903)	No se rechaza	1,720 (1,0000)	No se rechaza
$\Delta IEVN$	-2,912***	Se rechaza	-4,545**** (0,0002)	Se rechaza	-6,600**** (0,0000)	Se rechaza
$ITFR$	-2,130***	Se rechaza	-3,189** (0,0207)	Se rechaza	-2,546 (0,3054)	No se rechaza
$\Delta ITFR$	-1,708*	Se rechaza	-1,198 (0,6743)	No se rechaza	-2,910 (0,1590)	No se rechaza
$IPIBR$	2,575**	Se rechaza	0,788 (0,9914)	No se rechaza	-1,511 (0,8252)	No se rechaza
$\Delta IPIBR$	-4,850***	Se rechaza	-5,742**** (0,0000)	Se rechaza	-5,972**** (0,0000)	Se rechaza
Nota: ****, ***, ** y * indican que la hipótesis nula de no significancia estadística es rechazada al 0,1 %, 1 %, 5 %, y 10 %, respectivamente.						

Tabla 16. Resultados Prueba de PP

Variable	Prueba de Philips Perron (PP)					
	Sin deriva ni tendencia H_0 : Existe RU		Sin tendencia H_0 : Existe RU		Con o sin deriva y con tendencia H_0 : Existe RU	
	t-est.	Respuesta H_0 : Existe RU	t-est.	Respuesta Existe RU	t-est.	Respuesta H_0 : Existe RU
<i>IAP</i>	-0,642	No se rechaza	-1,724 (0,4188)	No se rechaza	-1,991 (0,6063)	No se rechaza
ΔIAP	-8,976***	Se rechaza	-9,04**** (0,0000)	Se rechaza	-9,25**** (0,0000)	Se rechaza
<i>ITS</i>	-0,929	No se rechaza	-1,48 (0,5434)	No se rechaza	-1,584 (0,7985)	No se rechaza
ΔITS	-3,648***	Se rechaza	-3,69*** (0,0043)	Se rechaza	-3,704** (0,0221)	Se rechaza
<i>IPT</i>	10,805***	Se rechaza	0,020 (0,9602)	No se rechaza	-2,115 (0,5379)	No se rechaza
ΔIPT	-1,826**	Se rechaza	0,587 (0,9873)	No se rechaza	3,418** (0,048)	Se rechaza
<i>IMN</i>	-2,493**	Se rechaza	-2,55 (0,1038)	No se rechaza	-2,605 (0,2777)	No se rechaza
ΔIMN	-7,842***	Se rechaza	-7,7**** (0,0000)	Se rechaza	-7,692**** (0,0000)	Se rechaza
<i>ITPG</i>	1,480*	Se rechaza	-1,261 (0,6468)	No se rechaza	-6,355**** (0,0000)	Se rechaza
$\Delta ITPG$	-12,62***	Se rechaza	-13,6**** (0,0000)	Se rechaza	-13,498**** (0,0000)	Se rechaza

<i>ITSTD</i>	-0,173	No se rechaza	-1,626 (0,4698)	No se rechaza	-1,29 (0,8904)	No se rechaza
<i>ΔITSTD</i>	-7,522***	Se rechaza	-7,44*** (0,0000)	Se rechaza	-7,694*** (0,0000)	Se rechaza
<i>IEVN</i>	3,406***	Se rechaza	-2,019 (0,2785)	No se rechaza	-1,924 (0,6421)	No se rechaza
<i>ΔIEVN</i>	-6,141***	Se rechaza	-7,23*** (0,0000)	Se rechaza	-7,554*** (0,0000)	Se rechaza
<i>ITFR</i>	-19,99***	Se rechaza	-10,2*** (0,0000)	Se rechaza	-3,013 (0,1285)	No se rechaza
<i>ΔITFR</i>	-1,533	No se rechaza	-0,805 (0,8178)	No se rechaza	-2,586 (0,2866)	No se rechaza
<i>IPIBR</i>	3,544***	Se rechaza	1,176 (0,9958)	No se rechaza	-1,348 (0,8756)	No se rechaza
<i>ΔIPIBR</i>	-4,816***	Se rechaza	-5,65*** (0,0000)	Se rechaza	-5,879*** (0,0000)	Se rechaza

Anexo 3

Tabla 17. Resultados de la estimación del modelo 1 de rezagos distribuidos autorregresivos

Modelo 1: ARDL (5,5,5,5)				
Regresor	Estimación	Error estándar	t-valor	Pr(> t)
α_{10}	8.541	37.880	0,225	0,824
IAP_{t-1}	-0,4949	0,2278	-2,172	0,0427**
IAP_{t-2}	-0,8243	0,4412	-1,868	0,0772**
IAP_{t-3}	-1,1340	0,4918	-2,305	0,0326**
IAP_{t-4}	-1,3530	0,4208	-3,216	0,0045***
IAP_{t-5}	-0,7821	0,2788	-2,805	0,0113**
ITS_t	31,8	36,91	0,861	0,3998
ITS_{t-1}	-105,6	48,96	-2,158	0,0439**
ITS_{t-2}	53,5	48,63	1,101	0,2848
ITS_{t-3}	-63,6	49	-1,297	0,2101
ITS_{t-4}	22,5	50,4	0,446	0,6604
ITS_{t-5}	5,048	44,2	0,114	0,9103
IPT_t	1.989	1.537	1,294	0,2112
IPT_{t-1}	-4.058	3.073	-1,32	0,2024
IPT_{t-2}	6.646	3.273	2,031	0,0565*
IPT_{t-3}	-5.502	3.403	-1,617	0,1224
IPT_{t-4}	-3.135	2.859	-1,097	0,2865
IPT_{t-5}	4.129	1.808	2,284	0,034**
IMN_t	0,0611	0,1283	0,476	0,6394
IMN_{t-1}	0,0923	0,1776	0,52	0,6094
IMN_{t-2}	0,1585	0,2049	0,773	0,4488
IMN_{t-3}	0,4551	0,2269	2,006	0,0593*
IMN_{t-4}	-0,2651	0,2939	-0,902	0,3784
IMN_{t-5}	-1,417	0,3447	-4,111	0,000****
DU2015	-25.630	14.490	-1,769	0,0923*
DU2012	-21.750	14.690	-1,481	0,1551
DU2004	-5.982	6.446	-0,928	0,3650
DU1986	-15.110	5.391	-2,803	0,0113**
DU1977	3.669	5.074	0,723	0,4784
DU1991	-10.610	5.480	-1,936	0,0678*
Error estándar residual: 4.419				
R^2 múltiple: 0,9303		R^2 ajustado: 0,8238		
F-estadístico: 8,74		p-valor: 0,0000		

Nota: ****, ***, ** y * indican que la hipótesis nula es rechazada al 0,1 %, 1 %, 5 %, y 10 %, respectivamente.

Tabla 18. Resultados de la estimación del modelo 2 de rezagos distribuidos autorregresivos

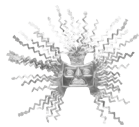
Modelo 2: ARDL (5,5,5)				
Regresor	Estimación	Error estándar	t-valor	Pr(> t)
α_{10}	-135.900	48.020	-2,830	0,0085***
IAP_{t-1}	0,9703	0,1583	6,129	0,0000****
IAP_{t-2}	0,4772	0,2208	2,161	0,0394**
IAP_{t-3}	-0,25	0,1997	-1,252	0,2211
IAP_{t-4}	0,2014	0,1977	1,019	0,3169
IAP_{t-5}	0,4576	0,2013	2,273	0,0309**
$ITSTD_t$	-0,1717	11,39	-0,015	0,9881
$ITSTD_{t-1}$	-5,699	11,75	-0,485	0,6314
$ITSTD_{t-2}$	-4,291	12,96	-0,331	0,743
$ITSTD_{t-3}$	-8,11	12,47	-0,650	0,5207
$ITSTD_{t-4}$	-3,748	11,85	-0,316	0,7541
$ITSTD_{t-5}$	-9,597	9,189	-1,044	0,3053
$ITPG_t$	-21,66	28,35	-0,764	0,4513
$ITPG_{t-1}$	82,8	27,56	3,004	0,0056***
$ITPG_{t-2}$	-17,72	34,82	-0,509	0,6147
$ITPG_{t-3}$	32,5	33,28	0,976	0,3372
$ITPG_{t-4}$	12,56	31,95	0,393	0,6971
$ITPG_{t-5}$	75,51	29,5	2,560	0,0162 *
DU2015	-6.999	5.885	-1,189	0,2443
DU2012	1.729	5.159	0,335	0,74
DU2004	-31.030	7.864	-3,945	0,0005****
Error estándar residual: 6.278				
R^2 múltiple: 0,7926			R^2 ajustado: 0,6444	
F-estadístico: 5,349			p-valor: 0,0000	

Tabla 19. Resultados de la estimación del modelo 3 de rezagos distribuidos autorregresivos

Modelo 3: ARDL (4,5,5)				
Regresor	Estimación	Error estándar	t-valor	<i>Pr(> t)</i>
α_{10}	820.000	498.400	1,645	0,1119
IAP_{t-1}	-0,3397	0,2032	-1,672	0,1066
IAP_{t-2}	-0,2233	0,2097	-1,065	0,2967
IAP_{t-3}	-1,029	0,2369	-4,342	0,0002 ***
IAP_{t-4}	-0,4122	0,3318	-1,242	0,2252
$IEVN_t$	-272,6	116,3	-2,344	0,0269 *
$IEVN_{t-1}$	71,21	117,3	0,607	0,5489
$IEVN_{t-2}$	-553,1	116	-4,769	0,0000 ***
$IEVN_{t-3}$	-451,6	128,4	-3,519	0,0016 **
$IEVN_{t-4}$	1.377	844,1	1,632	0,1148
$IEVN_{t-5}$	-665,2	615,2	-1,081	0,2895
$ITFR_t$	923,3	1.085	0,851	0,4025
$ITFR_{t-1}$	-2.095	1.879	-1,115	0,275
$ITFR_{t-2}$	2.824	1.939	1,456	0,1573
$ITFR_{t-3}$	-5.872	2.598	-2,26	0,0324*
$ITPG_{t-4}$	5.218	3.082	1,693	0,1023
$ITPG_{t-5}$	-1.339	1.170	-1,144	0,2629
DU1992	-5.992	7.217	-0,83	0,4139
DU2015	-29.950	17.270	-1,734	0,0947
DU1980	-3.425	5.856	-0,585	0,5638
DU1990	726,3	6.879	0,106	0,9167
DU2004	8.651	5.282	1,638	0,1135
DU2013	-12.410	13.470	-0,922	0,3652
Error estándar residual: 6,278				
R^2 múltiple: 0,7926			R^2 ajustado: 0,6444	
F-estadístico: 5,349			p-valor: 0,0000	

Tabla 20. Resultados de la estimación del modelo 4 de rezagos distribuidos autorregresivos

Modelo 4: ARDL (4,5)				
Regresor	Estimación	Error estándar	t-valor	<i>Pr(> t)</i>
α_{10}	-20.510	28.330	-0,724	0,4739
IAP_{t-1}	-0,08888	0,1816	-0,489	0,6276
IAP_{t-2}	0,1284	0,1486	0,864	0,3931
IAP_{t-3}	-0,45	0,1484	-3,032	0,0045***
IAP_{t-4}	-0,3528	0,2087	-1,691	0,0995*
$IEVN_t$	-160,7	75,07	-2,140	0,0392**
$IEVN_{t-1}$	-20,76	79	-0,263	0,7942
$IEVN_{t-2}$	-415,9	95,9	-4,337	0,0001****
$IEVN_{t-3}$	-328,3	109,2	-3,006	0,0048***
$IEVN_{t-4}$	2.089	572,5	3,649	0,0008****
$IEVN_{t-5}$	-1.128	473,3	-2,384	0,0225**
DU2004	-10.570	4.634	-2,282	0,0285**
DU2013	-14.450	4.914	-2,941	0,0057*
Error estándar residual: 5.815				
R^2 múltiple: 0,7712			R^2 ajustado: 0,6949	
F-estadístico: 10,11			p-valor: 0,0000	



ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ECUATORIANAS: UNA APLICACIÓN DE ALGORITMOS NO SUPERVISADOS

Xavier Rodríguez-Cruz

Universidad de Guayaquil - Facultad de Ingeniería Industrial
Guayaquil, Ecuador

Información

Recibido:

30 de septiembre de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Algoritmos no
supervisados

Rentabilidad

Eficiencia

Costos

Manufactura

JEL:

D24, C38, L60

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.5>

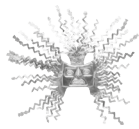
Resumen

Esta investigación se centra en el análisis de la eficiencia y la rentabilidad de las empresas manufactureras ecuatorianas utilizando técnicas de *clustering* no supervisadas. A través de un enfoque metodológico que incluye algoritmos como *k-means*, DBSCAN, *hierachical clustering*, se segmentaron las empresas de las diferentes subramas en diversos *clusters* basados en variables financieras claves como el margen de utilidad neta, margen de utilidad operativa, el retorno sobre los activos (ROA), el retorno sobre el capital (ROE) y la rotación de activos. Los resultados del análisis de la rentabilidad y la eficiencia operativa del sector manufacturero permiten identificar empresas que registran patrones marcados de gestión de indicadores de resultados con márgenes de ganancias y retornos bajos y estables, lo que infiere en el comportamiento promedio del sector con homogeneidad en las prácticas operativas y en la rentabilidad. Un hallazgo notable es que algunas subramas de la industria manufacturera se encuentran en una etapa de transición, donde comienzan a mostrar eficiencia, pero aún no han alcanzado niveles de rentabilidad sostenible, considerando la reactivación de las actividades económicas posterior a la pandemia. Además, se identificaron *clusters* con características distintas que permiten entender el mercado y las oportunidades de mejora a través de formulación de políticas públicas dirigidas al desarrollo sostenible del sector.

¹ORCID: 0000-0002-2931-0702. CRediT: conceptualización, investigación, análisis formal, metodología, software, redacción - revisión y edición

E-mail: lester.rodriguezc@ug.edu.ec; xrodriguez@econintsa.ec

Copyright © 2024 Rodríguez. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



ANALYSIS OF THE EFFICIENCY AND PROFITABILITY OF ECUADORIAN MANUFACTURING COMPANIES: AN APPLICATION OF UNSUPERVISED ALGORITHMS

Xavier Rodríguez-Cruz

University of Guayaquil - Faculty of Industrial Engineering
Guayaquil, Ecuador

Article Info

Received:

30th September 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Unsupervised algorithms
Profitability
Efficiency
Costs
Manufacturing

JEL:

D24, C38, L60

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.5>

Abstract

This paper analyzes the efficiency and profitability of Ecuadorian manufacturing companies using unsupervised clustering techniques. Through a methodological approach that includes algorithms such as K-means, DBSCAN, Hierarchical Clustering, the companies of the different sub-branches were segmented into various clusters based on key financial variables such as net profit margin, operating profit margin, return on assets (ROA), return on equity (ROE), and asset turnover. The results of the analysis of the profitability and operational efficiency of the manufacturing sector allow us to identify companies that register marked patterns of management of results indicators with low and stable profit margins and returns, which infers the average behavior of the sector with homogeneity in the operational practices and profitability. A notable finding is that some sub-branches of the manufacturing industry are in a transition stage, where they are beginning to show efficiency but have yet to reach levels of sustainable profitability, considering the reactivation of economic activities after the pandemic. In addition, clusters with different characteristics were identified that allow an understanding of the market and opportunities for improvement through the formulation of public policies aimed at the sector's sustainable development.

¹ORCID: 0000-0001-6398-1078. CRediT: Conceptualization, Research, Formal Analysis, Methodology, Software, Drafting - Proofreading and Editing

E-mail: lester.rodriaguezc@ug.edu.ec; xrodriguez@econintsa.ec

Copyright © 2024 Rodríguez. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

La contribución a la variación porcentual del producto interno bruto (PIB) del sector manufacturero pasó de 4,6 en el año 2000 a 0,8 en el 2022 de acuerdo a la información estadística del sector real de la economía a diciembre 2023 publicada por el Banco Central del Ecuador (BCE). Este comportamiento evidencia una tendencia volátil en su aporte al PIB, caracterizada por periodos de bajo crecimiento o incluso decrecimiento en los últimos cinco años, en contraste con otros sectores económicos.

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto significativo en el sector. En el 2020, la contribución del sector a la variación porcentual del PIB fue de -1,3 %, evidenciando el impacto negativo de la pandemia. Sin embargo, el sector experimentó una recuperación posterior, cerrando con un volumen en millones de dólares estadounidenses encadenados superior a los registros de 2019.

El sector manufacturero ha enfrentado desafíos significativos durante el último quinquenio, exacerbados por la pandemia. A pesar de su contribución al PIB y su potencial para generar empleo, su crecimiento se ha visto limitado por problemas estructurales y la falta de políticas efectivas que fomenten la competitividad, como se especifica en el estudio realizado por Ochoa-Jiménez et al. (2022). En ese sentido, la recuperación pospandemia enfrenta riesgos considerables para impulsar su crecimiento a largo plazo. Estos riesgos que enfrenta la economía ecuatoriana están relacionados con factores tanto externos como internos. Aunque a continuación se mencionan brevemente algunos, su importancia no debe subestimarse.

Por ejemplo, la dependencia de los precios del petróleo afecta considerablemente el financiamiento del gasto público; la inestabilidad política y social impacta en la confianza de los inversores y ralentiza la implementación de reformas estructurales; y la criminalidad y la inseguridad tienen efectos adversos sobre sectores como el turismo, la inversión extranjera directa y el desarrollo empresarial. Aunque estos factores se presentan de manera concisa, su relevancia es significativa para el cumplimiento de las metas de desarrollo económico y social.

En este contexto de desafíos, González et al. (2024) en un informe del Banco Mundial analiza los desafíos y oportunidades que enfrenta Ecuador para lograr un crecimiento económico sostenible y resiliente. El documento destaca la necesidad de diversificar la economía, mejorar la productividad y reducir la dependencia del petróleo. Subraya la importancia de implementar reformas estructurales para promover el empleo formal, la equidad social y la sostenibilidad fiscal, sin dejar de lado la vulnerabilidad ante los cambios climáticos y la importancia de políticas públicas para la transición energética y la inclusión social.

En este escenario, realizar un análisis de la rentabilidad y la eficiencia operativa del sector manufacturero permite evaluar el desempeño económico

de las empresas e identificar oportunidades de mejora relacionadas con la competitividad. Además, proporciona una base empírica para la formulación de políticas públicas que promuevan la innovación, la diversificación y el crecimiento sostenible de este sector clave para el desarrollo económico de Ecuador. Según Glas Espinel et al (2015), estas políticas son esenciales para consolidar la industria manufacturera como un pilar estratégico en el desarrollo económico del Ecuador.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Debido a su importancia para el desarrollo económico y la competitividad empresarial, la evaluación de la eficiencia y rentabilidad de las empresas del sector manufacturero ha sido ampliamente estudiada. A continuación, se presentan las investigaciones locales realizadas, las metodologías empleadas y sus principales resultados.

Caiza-Pastuña et al. (2020) analizan la rentabilidad y su efecto en las decisiones de inversión mediante técnicas estadísticas. Encuentran que el rendimiento sobre el patrimonio, las ventas y la rentabilidad financiera muestran una tendencia de crecimiento a partir de 2016, atribuyendo esto a la correcta gestión financiera en inventarios, proveedores y cartera de crédito. Este estudio se realizó con una muestra de cinco empresas industriales, las más grandes de la provincia de Cotopaxi.

Para analizar los determinantes de la rentabilidad del sector manufacturero ecuatoriano, Coello-Montecel (2017) utiliza técnicas de datos de panel, empleando variables financieras y de eficiencia operacional, además de diferentes medidas de concentración de mercado para el periodo 2000-2015. Los resultados muestran que la relación entre la estructura del mercado y el desempeño de las empresas es positiva y estadísticamente significativa. Sin embargo, esta relación varía según el tamaño de la empresa, la región donde se domicilia y la presencia de oligopolios en ciertos subsectores.

Otro estudio sobre la eficiencia de las empresas manufactureras en Ecuador es el realizado por Cobos Salvador y Armijos-Yambay (2020) para el periodo 2007-2018. Utilizan la taxonomía de Pavitt (1984) y la clasificación de Díaz y Sánchez (2008) para analizar la eficiencia considerando dos diferentes clasificaciones intraindustriales. Emplean el modelo de análisis envolvente de datos (DEA) no paramétrico orientado a productos con retornos variables a escala. Los resultados evidencian que los subsectores relacionados con la producción de maquinaria y metales son eficientes en el periodo analizado. Además, sugieren la necesidad de innovar a través del impulso de investigación y desarrollo en la industria manufacturera y de establecer alianzas entre la academia y el sector productivo. Esto se basa en el hallazgo de que el sector basado en la ciencia, que comprende la producción junto con la investigación

y que puede provenir de la academia, presenta niveles de eficiencia más bajos en contraste con los subsectores dominados por proveedores, que incluyen las empresas más tradicionales de la industria y muestran mayor eficiencia.

Salazar-Mosquera (2017) realiza un análisis de correlación y concluye que la rotación de ventas y la rentabilidad sobre el activo son factores determinantes en la rentabilidad financiera del sector manufacturero en Ecuador.

A nivel regional, un estudio sobre los efectos de la pandemia en el crecimiento y la rentabilidad de empresas manufactureras colombianas es realizado por Molina y Hernández (2024). Utilizan un enfoque de datos de panel, aplicando el modelo de efectos fijos y primeras diferencias sobre indicadores financieros de 850 empresas colombianas. Los resultados indican que el efecto de la pandemia en 2020 es negativo y significativo para la ecuación de crecimiento. Sin embargo, en el modelo de efectos fijos, el coeficiente de 2021 es alto, lo que los autores infieren puede deberse a que para ese año ya se empezaban a levantar algunas restricciones de la pandemia, permitiendo que las empresas retomaran la normalidad en el desarrollo de sus actividades y, por consiguiente, aumentara considerablemente su productividad.

Por otro lado, Delgado (2015) realiza una contrastación de la estructura económica y financiera de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de la zona fronteriza colombo-venezolana, específicamente en Cúcuta y San Cristóbal —esta última en Venezuela—, para el periodo 2009-2012. La investigación es descriptiva y documental, con muestreo intencional. Los principales resultados destacan que las empresas venezolanas analizadas concentran su estructura económica en partidas no monetarias, aplican políticas conservadoras de crédito y se financian con la banca ante tasas de interés reales negativas. Por otro lado, las empresas colombianas mantienen una proporción mayor en cuentas monetarias, flexibilizan sus políticas de crédito y se financian mayormente por la vía comercial.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación, se obtienen los datos de los registros estadísticos del portal de información del ranking y análisis sectoriales de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador, que es de acceso abierto¹. Los archivos resumen del ranking son generados tomando en cuenta la información de los estados financieros presentados bajo el estado de compañías activas. Para fines de este presente artículo, solo se consideran los indicadores desde el 2019 al 2023.

¹ <https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/ranking/>

Tabla 1. Número de expedientes activos anuales por región

Año	Costa	Sierra	Oriente	Galápagos	Total
2019	41.082	35.723	2.497	479	79.781
2020	43.569	38.370	2.726	508	85.173
2021	46.466	41.960	2.943	553	91.922
2022	50.198	46.595	3.267	665	100.725
2023	58.633	56.034	4.145	799	119.611

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En ese contexto, la base de datos está conformada por 477.212 registros, de los cuales 119.611 corresponden a compañías activas de 2023. Para 2022, se registran 100.725 empresas activas; en 2021, 91.922; en 2020, 85.173; y en 2019, 79.781. El mercado societario ecuatoriano utiliza la Clasificación Nacional de Actividades Económicas CIIU, revisión 4.0, basada en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas CIIU, revisión 4.0, preparada por las Naciones Unidas. Esta clasificación permite categorizar de manera uniforme las actividades económicas de las empresas y establecimientos en el Ecuador, según la actividad económica principal que desarrollan. La estructura de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas en el Ecuador tiene una jerarquía piramidal, integrada por seis niveles de categorías mutuamente excluyentes.

Las categorías del nivel superior de la clasificación son denominadas *secciones*, que se encuentran identificadas por código alfabético (A-U), posteriormente se ubican en categorías más detalladas, identificadas por un código numérico. Para el caso anterior, corresponde dos dígitos para las divisiones; tres dígitos para los grupos; cuatro dígitos para las clases; cinco dígitos para las subclases, y, finalmente, seis dígitos para la actividad económica al nivel más desagregado.

En la tabla 2 se presenta la estructura esquemática de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CIIU, revisión 4.0). De acuerdo con el clasificador, se entiende por industria al conjunto de todas las unidades de producción que se dedican primordialmente a una misma clase o a clases similares de actividades productivas.

Tabla 2. Estructura esquemática por secciones del Clasificador Nacional de Actividades Económicas

No.	Sección	Rama de actividad económica
1	A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
2	B	Explotación de minas y canteras
3	C	Industrias manufactureras
4	D	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
5	E	Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento
6	F	Construcción
7	G	Comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas
8	H	Transporte y almacenamiento
9	I	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
10	J	Información y comunicación
11	K	Actividades financieras y de seguros
12	L	Actividades inmobiliarias
13	M	Actividades profesionales, científicas y técnicas
14	N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo
15	O	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
16	P	Enseñanza
17	Q	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
18	R	Artes, entretenimiento y recreación
19	S	Otras actividades de servicios
20	T	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios
21	U	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), revisión 4.0

Elaboración: Autor

La presente investigación se concentrará en el estudio de la clase perteneciente a la industria manufacturera, que tiene una significativa composición conformada por 24 subramas o divisiones que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Estructura esquemática por divisiones de la industria manufacturera

Subrama	Industrias manufactureras	Subrama	Industria manufacturera
C10	Elaboración de productos alimenticios	C22	Fabricación de productos de caucho y plásticos
C11	Elaboración de bebidas	C23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
C12	Elaboración de productos de tabaco	C24	Fabricación de metales comunes
C13	Fabricación de productos textiles	C25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinarias y equipo
C14	Fabricación de prendas de vestir	C26	Fabricación de productos de informática, electrónica y óptica.
C15	Fabricación de cueros y productos conexos	C27	Fabricación de equipo eléctrico
C16	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales transables	C28	Fabricación de maquinaria y equipo N. C. P.
C17	Fabricación de papel y de productos de papel	C29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques
C18	Impresión y reproducción de grabaciones	C30	Fabricación de otros tipos de equipos de transporte
C19	Fabricación de coque y de productos de refinación del petróleo	C31	Fabricación de muebles
C20	Fabricación de sustancias y productos químicos	C32	Otras industrias manufactureras
C21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales, y productos botánicos de productos farmacéuticos	C33	Reparación e instalación de maquinaria y equipo

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), revisión 4.0

Elaboración: Autor

De la información del ranking de los años 2019 a 2023, se considera de manera única la que pertenece a la industria manufacturera, que asciende a 32.776 empresas (tabla 4).

La tasa de crecimiento promedio anual del periodo a nivel del sector de industrias manufacturera fue de 8,08 %. Las subramas de la industria manufacturera que más crecieron fueron C14 (fabricación de prendas de vestir), con un 14 %; C11 (industria manufacturera, como son elaboración de bebidas); C30 (fabricación de otros tipos de equipos de transporte), y C31 (fabricación de muebles), con un crecimiento promedio anual del 13 % cada una.

La información del ranking de empresas presenta variables como la posición en el año actual y anterior, expediente, nombre, tipo de compañía, código de actividad económica, región, provincia, ciudad, tamaño, sector, cantidad de empleados y las cuentas patrimoniales de activo, patrimonio, ingresos por ventas, utilidad antes del impuesto, utilidad del ejercicio, utilidad neta, impuesto a la renta causado e ingreso total.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de la presente investigación, solo se tomarán las empresas que pertenecen a la subrama de la industria manufacturera y que, además, no reportan valores negativos ni ceros en las cuentas patrimoniales de ingresos por ventas, utilidad antes de impuesto, utilidad del ejercicio, utilidad neta, impuesto a la renta causado e ingreso total, aunque tengan reporte de valores tanto en el activo como en el patrimonio. Por lo tanto, el número de empresas para el proceso de análisis se presenta a continuación.

Tabla 4. Número de empresas anuales por estructura esquemática para la división de la industria manufacturera

Subrama	2019	2020	2021	2022	2023
C10	1.105	1.173	1.264	1.370	1.611
C11	204	224	242	271	329
C12	5	5	5	6	8
C13	225	218	217	211	246
C14	319	347	374	446	540
C15	83	83	83	79	91
C16	123	136	141	136	160
C17	143	159	166	160	170
C18	318	319	308	318	369
C19	40	40	45	46	52
C20	513	538	564	590	674
C21	217	251	270	279	322
C22	319	323	323	346	375
C23	228	227	230	242	265
C24	108	108	113	115	132
C25	337	347	372	416	465
C26	96	101	104	104	110
C27	107	109	105	107	121
C28	194	199	197	209	240
C29	101	103	104	101	111
C30	56	60	67	74	90
C31	162	176	188	217	261
C32	129	139	143	149	163
C33	617	663	703	804	940
Total	5.749	6.048	6.328	7.845	32.766

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En ese contexto, considerando las cuentas patrimoniales no negativas y mayores a cero, el conjunto de datos para el análisis asciende a 10.621 registros.

En la tabla 5, se indican el número de empresas con expedientes activos por cada año en las diferentes regiones.

Tabla 5. Número de expedientes activos anuales por región de la industria manufacturera

Año	Costa	Sierra	Oriente	Galápagos	Total
2019	1.408	1.324	31	2	2.765
2020	794	663	21	1	1.479
2021	958	882	19	1	1.860
2022	1.020	971	27	3	2.021
2023	1.284	1.183	25	4	2.496

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En los anexos 3 y 4 se presenta, respectivamente, el número de empresas por cada año de cada una de las subramas y el número de empresas por provincia que conforman el sector manufacturero en el Ecuador durante el periodo 2019 a 2023, una vez que se eliminan aquellas con cuentas patrimoniales negativas o iguales a cero. Además, se debe considerar el factor del tiempo de participación de las empresas durante el periodo de análisis, por lo que se adoptará una estrategia para el manejo de la información que se detalla más adelante.

Con la información del ranking se obtienen los indicadores de rentabilidad y eficiencia operativa que son objeto de análisis en el presente estudio. Los indicadores de rentabilidad a considerar son:

- Margen de utilidad neta: mide la proporción de ingresos que se convierte en utilidades netas e indica la eficiencia operativa después de impuestos y gastos.
- ROA (*Return on Assets*): indica la eficiencia con la que la empresa utiliza sus activos para generar utilidades netas.
- ROE (*Return on Equity*): es el rendimiento sobre el patrimonio; mide la rentabilidad del capital invertido por los propietarios y es una medida de la capacidad de la empresa para generar utilidades a partir de su patrimonio.

En cuanto a los indicadores de eficiencia, se analizará la eficiencia operativa de las empresas considerando:

- Rotación de activos: proporciona una medida de la eficiencia en el uso de los activos para generar ventas. Un valor alto puede indicar una mayor eficiencia en la utilización de los activos.

- Productividad del patrimonio: evalúa cuántos ingresos por ventas se generan por cada unidad de patrimonio y se utiliza para medir la efectividad del uso del capital propio.

Posteriormente, mediante algoritmos de aprendizaje automático no supervisado, se identificarán patrones y se segmentarán las empresas en grupos similares según los indicadores de rentabilidad, independientemente de la subrama a la que pertenezcan. De este modo, también se pueden identificar empresas con rendimientos anómalos que podrían requerir un análisis más detallado.

Este estudio utiliza algoritmos de agrupamiento no supervisados de aprendizaje automático como *k-means*, DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*) y el *clustering* jerárquico.

Existen diferentes algoritmos *k-means* disponibles, pero el algoritmo estándar es el de Hartigan y Wong (1979). El objetivo es minimizar la suma de las distancias cuadradas entre los puntos de datos y sus respectivos centroides. Esta función se puede expresar como:

$$J = \sum_{i=1}^K \sum_{x \in C_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (1)$$

Donde:

k es el número de *cluster*.

C_i es el conjunto de puntos de datos en el i -ésimo *cluster*.

x representa un punto de datos.

μ_i es el centroide del i -ésimo *cluster*.

$\|x - \mu_i\|^2$ es la distancia euclidiana cuadrada entre el punto de datos x y el centroide μ_i .

Cada punto de datos x se asigna al *cluster* cuyo contenido μ_i minimice la distancia euclidiana:

$$C_i = \left\{ x : \|x - \mu_i\|^2 \leq \|x - \mu_j\|^2 \forall j, 1 \leq j \leq K \right\} \quad (2)$$

$$\Delta J = \left(\frac{n_i}{n_i - 1} \right) \|x - \mu_i\|^2 - \left(\frac{n_j}{n_j + 1} \right) \|x - \mu_j\|^2 \quad (3)$$

Donde:

n_i y n_j son las cantidades de puntos en los *clusteres* C_i y C_j , respectivamente.

μ_i y μ_j son los centroides de los *clusteres* C_i y C_j , respectivamente.

El algoritmo itera sobre estos pasos hasta que no se produzcan más reasignaciones que mejoren la función objetivo, indicando que se ha alcanzado la convergencia.

Se aplica el método *elbow*², que, según Kassambara (2017), es una técnica para determinar el número óptimo de *clusters* k , particularmente en algoritmos como *k-means*. La idea central de este método es observar cómo la inercia o suma de distancias al cuadrado intraclúster disminuye conforme incrementa k , y elegir el número donde la tasa de disminución se estabiliza; por esta razón, se la conoce popularmente como el método del *codo* por la visualización en la gráfica.

Con la finalidad de comparar resultados que nos permitan evaluar el algoritmo más adecuado para el conjunto de datos específicos de la presente investigación, se utilizará otro algoritmo de *machine learning* no supervisado basado en la densidad, que es usado para identificar *clusters* de forma arbitraria en un conjunto de datos y manejar datos atípicos.

Por otro lado, DBSCAN es un algoritmo de *cluster* clásico basado en la densidad que puede agrupar un conjunto de datos de forma arbitraria en el caso de una distribución de datos desconocida, usado para el análisis de agrupamiento de datos debido a sus características simples y eficientes, como lo especifica Deng (2020).

El modelo se puede expresar como la vecindad ε .

$$N_{\varepsilon}(P) = \{q \in D \mid \text{dist}(P, q) \leq \varepsilon\} \quad (4)$$

Donde:

$N_{\varepsilon}(P)$ es el conjunto de puntos en la vecindad ε del punto P .

q es el punto de datos en el conjunto de datos D .

$\text{dist}(P, q)$ es la distancia (típicamente euclidiana) entre los puntos P y q .

ε es el radio de vecindad.

El punto central se define como:

$$|N_{\varepsilon}(P)| \geq \text{MinPts} \quad (5)$$

Donde:

$|N_{\varepsilon}(P)|$ es el número de puntos en la vecindad ε del punto P .

MinPts es el número mínimo de puntos requeridos para formar un *cluster*.

Para cada punto P en el *cluster*, todos los puntos en $|N_{\varepsilon}(P)|$ que no han sido visitados se añaden al *cluster* y se marcan como visitados. El proceso anterior se repite recursivamente para todos los puntos centrales en el *cluster*.

² Ciencia de Datos. (s.f.). *Clustering con Python: Análisis y visualización de agrupamientos*. Recuperado de <https://cienciadedatos.net/documentos/py20-clustering-con-python>

Entre las principales ventajas de este algoritmo, se encuentra que no requiere predefinir el número de *clusters*. Además, es capaz de identificar *clusters* con formas arbitrarias y manejar datos atípicos de manera efectiva. No obstante, se observan desventajas como la sensibilidad a la elección de ε y de *MinPts*. También presenta limitaciones al trabajar con datos de alta dimensionalidad sin una transformación adecuada.

El algoritmo de *clustering* jerárquico (*hierachical clustering*) representa un enfoque eficaz para agrupar datos, al construir una jerarquía de *clusters*. Este método no exige especificar el número de *clusters* de manera previa y genera un *dendograma*, que es una estructura en forma de árbol donde se representan los niveles de similitud entre los puntos de datos. Existen dos variantes principales: el enfoque aglomerativo (ascendente) y el divisivo (descendente). El enfoque aglomerativo comienza con cada punto de datos como un *cluster* individual y combina iterativamente los *clusters* más similares hasta formar un único *cluster*. Por otro lado, el enfoque divisivo inicia con todos los puntos en un único *cluster* y los divide sucesivamente hasta que cada punto pertenece a su propio *cluster*.

En este caso, se utiliza el método *clustering aglomerativo* junto con una medida de distancia basada en el enlace promedio (*average linkage*), representado de la siguiente manera:

$$C = \{\{x_1\}, \{x_2\}, \dots, \{x_n\}\} \quad (6)$$

Donde C es el conjunto de *clusters* iniciales y x_i es un punto de datos. Con respecto a la distancia, tenemos:

$$d(C_i, C_j) = \frac{1}{|C_i| \cdot |C_j|} \sum_{x \in C_i} \sum_{y \in C_j} \text{dist}(x, y) \quad (7)$$

Como se mencionó anteriormente, la ventaja de utilizar *hierachical clustering* es que produce un *dendograma* y que no se requiere especificar el número de *clusters* de antemano; sin embargo, este método es sensible a datos atípicos y la selección del criterio de enlace puede afectar considerablemente los resultados. Además, puede ser computacionalmente costoso para grandes conjuntos de datos. El *clustering* jerárquico es una herramienta poderosa para explorar la estructura subyacente de los datos, especialmente cuando se desea entender las relaciones jerárquica y no se conoce el número de *clusters* a priori.

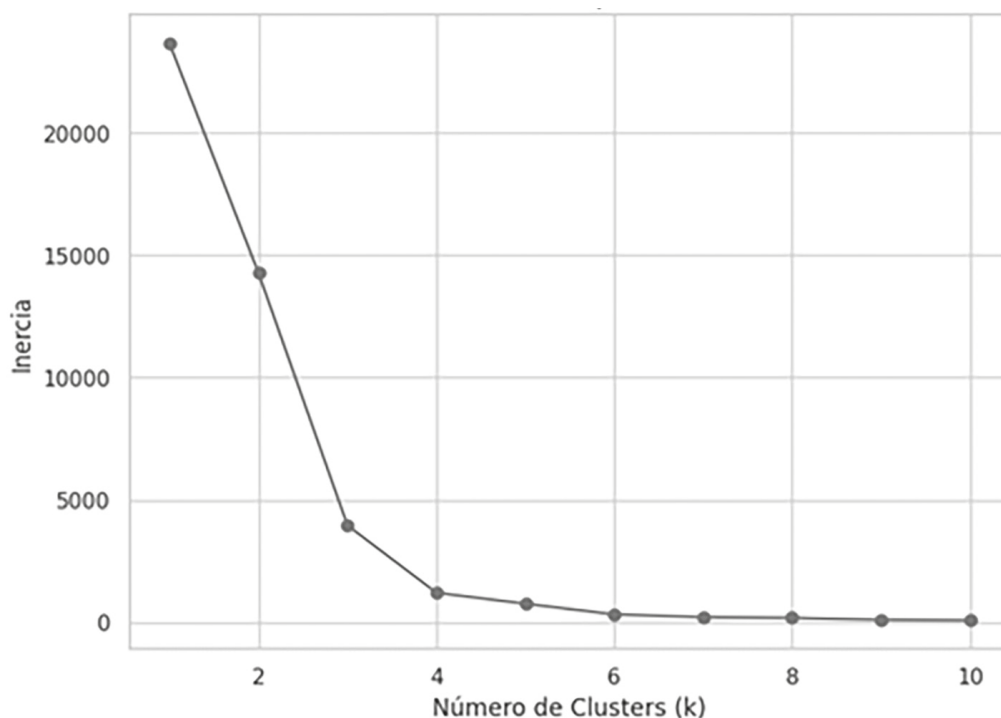
Finalmente, para abordar la variación temporal en los datos antes de aplicar los algoritmos, se adoptará una estrategia que considere las diferencias en la disponibilidad de información. Algunas empresas cuentan con datos de periodos completos, mientras que otras presentan información parcial debido

a su ingreso o salida de la industria. Como medida de control del tiempo en el *clustering*, se calculará el promedio de cada indicador por empresa dentro de cada subrama. Esta metodología permite reducir la variabilidad temporal y obtener un perfil representativo de cada empresa.

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

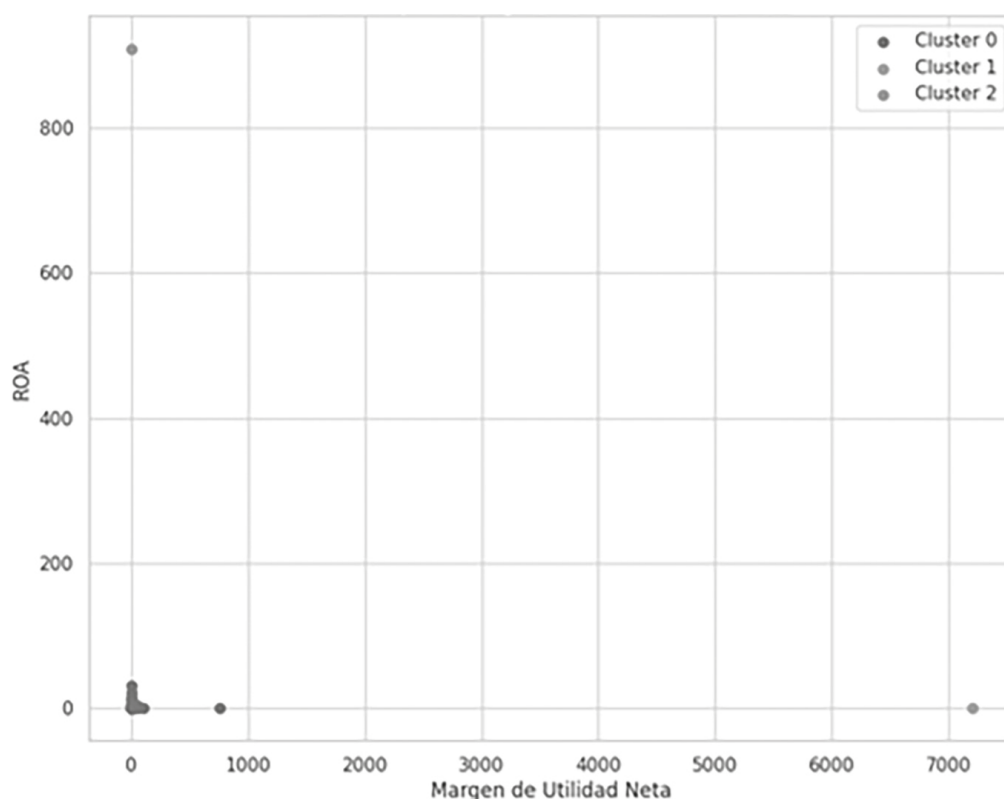
Una vez aplicado el método *elbow* para el análisis de *clustering* usando el algoritmo *k-means*, se puede observar en la figura 1 que la inercia disminuye rápidamente al principio, pero luego la pendiente se vuelve menos pronunciada a partir de $k = 3$. Esto indica que el número óptimo de *clusters* para este caso es tres, basado en la combinación de los indicadores analizados. Los resultados de la combinación entre el margen de utilidad neta y el ROA proporcionan información valiosa sobre la rentabilidad y la eficiencia operativa de las empresas. Las principales estadísticas de los indicadores promedio de la industria, desglosadas por subrama, se presentan en los anexos 16 al 21.

Figura 1. Método del codo para *k-means*



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Figura 2. Cluster *k-means* (utilidad neta/ROA)

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En la figura 2, se puede evidenciar el *cluster 1*, formado por una empresa con un alto margen de utilidad neta y un ROA moderado. Esta agrupación no permite hacer comparaciones con otras empresas o *clusters*, pero permite hacer un análisis detallado del rendimiento interno de la empresa, que escapa del estricto objetivo del presente análisis; sin embargo, en términos generales, indica una particularidad de la empresa que responde a una estrategia efectiva de maximizar sus beneficios a partir de sus ingresos.

Los resultados especificados en la tabla 6 muestran una formación de 4.725 empresas para el *cluster 0*. En promedio, las empresas retienen 32 % de sus ingresos como ganancias después de cubrir sus costos y gastos. Además, generan un retorno sobre los activos del 14 %. Sin embargo, los resultados evidencian una alta variabilidad, lo que sugiere que unas empresas son más efectivas que otras en el uso de sus activos. Este indicador puede interpretarse como la utilidad que recibe la empresa por cada dólar invertido en sus bienes³. Por otro lado, el *cluster 2* muestra un ROA extremadamente alto y

³ Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, s. f., p 15.

bajos márgenes de utilidad neta. Esta empresa no solo es rentable, sino que también es altamente eficiente en el uso de sus activos para generar ingresos.

Tabla 6. Resultados para *k-means* con variables margen de utilidad neta-ROA

Cluster	Empresas	Margen de utilidad neta		ROA	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	4.725	0,32	11,13	0,14	0,70
1	1	7.198,08	-	0,05	-
2	1	0,85	-	908,47	-

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En la tabla 7, se muestran los resultados para el *k-means* con la combinación de los indicadores margen de utilidad operativa y ROE, que permite identificar qué empresas son líderes en términos de eficiencia operativa y rendimiento para los accionistas, y cuáles podrían estar en una situación desfavorable.

Las empresas que pertenecen al *cluster* 0 registran en promedio un margen de utilidad operativa de 0,34 %, que es relativamente bajo; sin embargo, la desviación estándar de 11,13 % es considerablemente alta en relación a la media. Esto sugiere una gran variabilidad en los márgenes de utilidad operativa en las empresas dentro de este *cluster*.

Por otro lado, el retorno sobre el patrimonio (ROE) promedio es de 0,48 %, que también es bajo, lo que supone que las empresas no están generando un alto retorno para sus accionistas. La desviación estándar de 4,5 % muestra una alta variabilidad, lo que puede sugerir disparidades en la eficiencia del uso del capital de las empresas que pertenecen a este grupo que, ascienden a 4.725 unidades económicas.

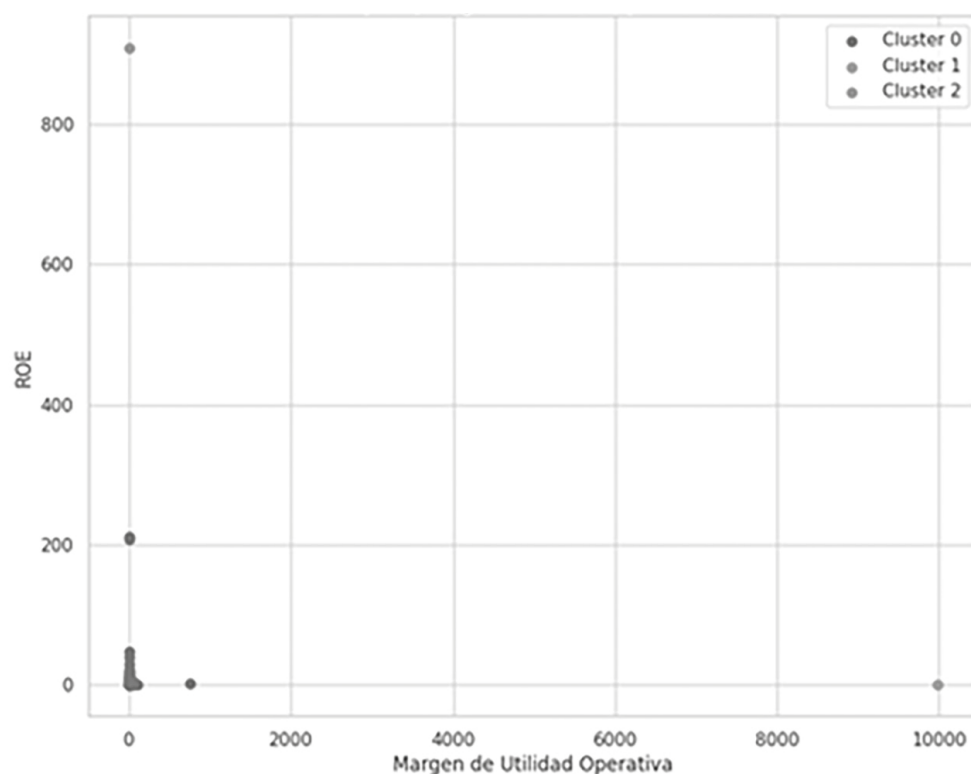
Tabla 7. Resultados para *k-means* con variables margen de utilidad operativa-ROE

Cluster	Empresas	Margen de utilidad operativa		ROE	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	4.725	0,34	11,13	0,48	4,50
1	1	9.974,87	-	0,11	-
2	1	0,86	-	908,47	-

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

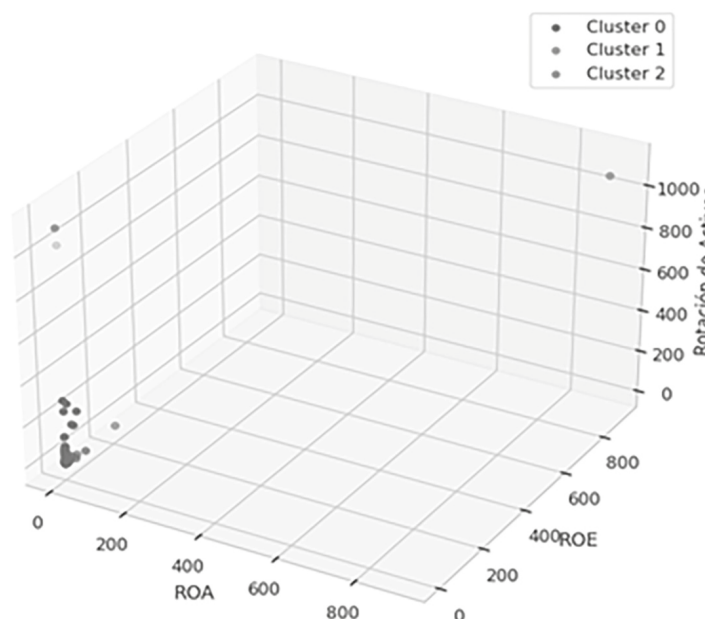
En la figura 3, se presenta la aplicación del algoritmo *k-means* para la combinación del margen de utilidad operativa y ROE, lo que permite tener información de la eficiencia de las operaciones y su relación con los ingresos.

Figura 3. Cluster *k-means* (margen de utilidad operativa/ROE)

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Figura 4. Cluster K-means (ROA/ROE/rotación de activos)



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

En los *clusters* 1 y 2 se registra la pertenencia de una sola empresa en cada uno, pero con marcadas diferencias en los indicadores. Por una parte, la empresa del clúster 1 genera un margen de utilidad operativa excepcionalmente alto, lo que sugiere un modelo de negocio eficiente en la generación de ganancias operativas en relación con sus ingresos. Sin embargo, se evidencia un ROE de 0,11 bastante bajo, lo que indica que, a pesar de generar un margen operativo excepcional, no está logrando un retorno significativo para sus accionistas. En este caso, pueden existir factores no observables que limitan la capacidad de convertir las utilidades en beneficios para los accionistas.

Para identificar la eficiencia, rentabilidad y estrategia operativa de las empresas, se realizó un análisis de *clustering* utilizando la combinación de ROA, ROE y rotación de activos. Esta combinación ayuda a identificar no solo la rentabilidad y eficiencia, sino también la capacidad de generar ingresos a partir de sus activos.

Tabla 8. Resultados para K-means con variables ROA, ROE y rotación de activos

Cluster	Empresas	ROA		ROE		Rotación de activos	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	4.724	0,14	0,70	0,48	4,50	2,78	10,52
1	1	908,47	-	908,47	-	1.066,55	-
2	2	0,95	0,80	1,18	1,13	1.075,15	56,04

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Los resultados especificados en la tabla 8 no difieren de los anteriores al identificar un ROA promedio de 0,14 %, lo que indica que las empresas del clúster 0 generan un retorno relativamente bajo en relación con sus activos totales. Además, la alta desviación estándar de 0,70 sugiere una gran variabilidad en la eficiencia del uso de los activos entre las empresas.

La alta variabilidad del ROA evidencia que algunas empresas están utilizando sus activos de manera efectiva para generar ingresos, mientras que otras pueden estar enfrentando problemas de ineficiencia. El clúster 1 muestra resultados extraordinarios y extremos en comparación con el clúster 0, debido a que su ROA es excepcionalmente alto. Esto indica que esta empresa está generando un retorno muy elevado en relación con sus activos, lo que consecuentemente genera un retorno extraordinario para sus accionistas.

En cuanto a los resultados de la aplicación del algoritmo DBSCAN, se pudieron obtener dos clústeres para cada una de las combinaciones: margen de utilidad neta-ROA, margen de utilidad operativa-ROE y ROA-ROE-rotación de activos.

Los resultados para la primera combinación se muestran en la tabla 9. En este caso, observamos que el clúster 0 está conformado por cinco empresas y muestra indicadores significativamente más altos con respecto al clúster 1.

Estos resultados permiten inferir que, aunque las empresas del clúster 0 tienen una alta rentabilidad, su desempeño es inconsistente. Esto se debe a dos aspectos importantes: por un lado, la alta rentabilidad medida por el margen de utilidad neta promedio; por otro, un ROA promedio de 192,38, lo que sugiere que estas empresas son muy eficientes en la generación de ingresos. Sin embargo, su elevada desviación estándar en los indicadores, tanto para el margen de utilidad como para el ROA, indica que hay variabilidad entre los resultados de las empresas dentro del clúster.

Tabla 9. Resultados para DBSCAN con variables margen de utilidad neta-ROA

Cluster	Empresas	Margen de utilidad neta		ROA	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	5	1.590,64	3.151,50	192,38	400,52
1	4.722	0,16	2,02	0,13	0,44

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

La aplicación del algoritmo DBSCAN revela una clara diferenciación entre empresas de alto rendimiento y aquellas con rendimientos menores. Los resultados obtenidos utilizando las variables margen de utilidad operativa y ROE se presentan en la tabla 10 y la figura 6.

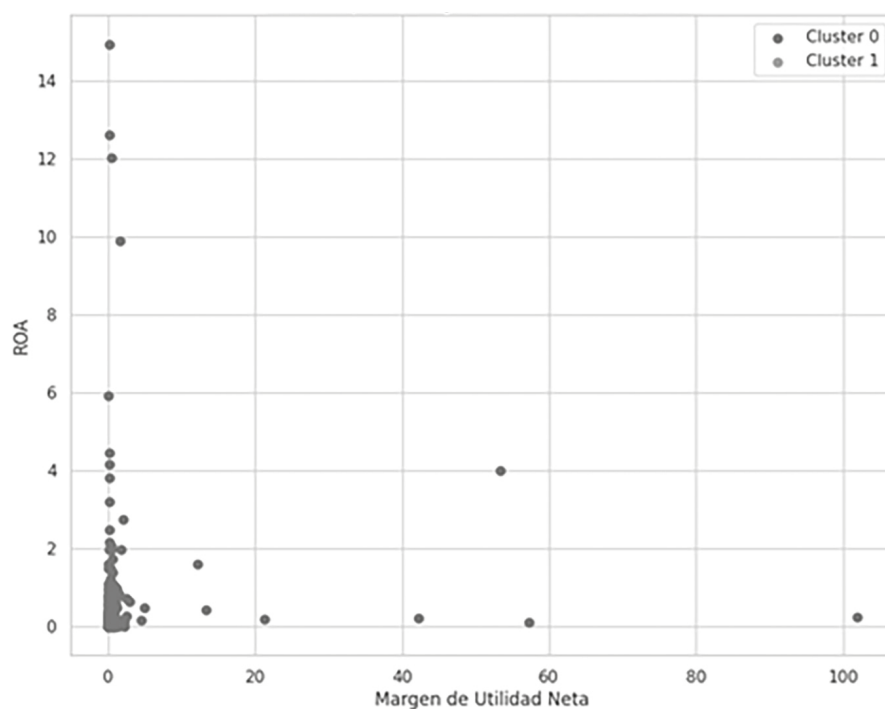
El grupo de empresas del *cluster* 0 representa un pequeño número de compañías altamente rentables; sin embargo, se observa una variabilidad en los resultados, lo que sugiere que dentro del *cluster* existen empresas que enfrentan desafíos significativos de mejora.

Tabla 10. Resultados para DBSCAN con variables margen de utilidad operativa-ROE

Cluster	Empresas	Margen de utilidad operativa		ROE	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	8	1.341,48	3.498,33	180,61	306,26
1	4.719	0,18	2,03	0,36	0,93

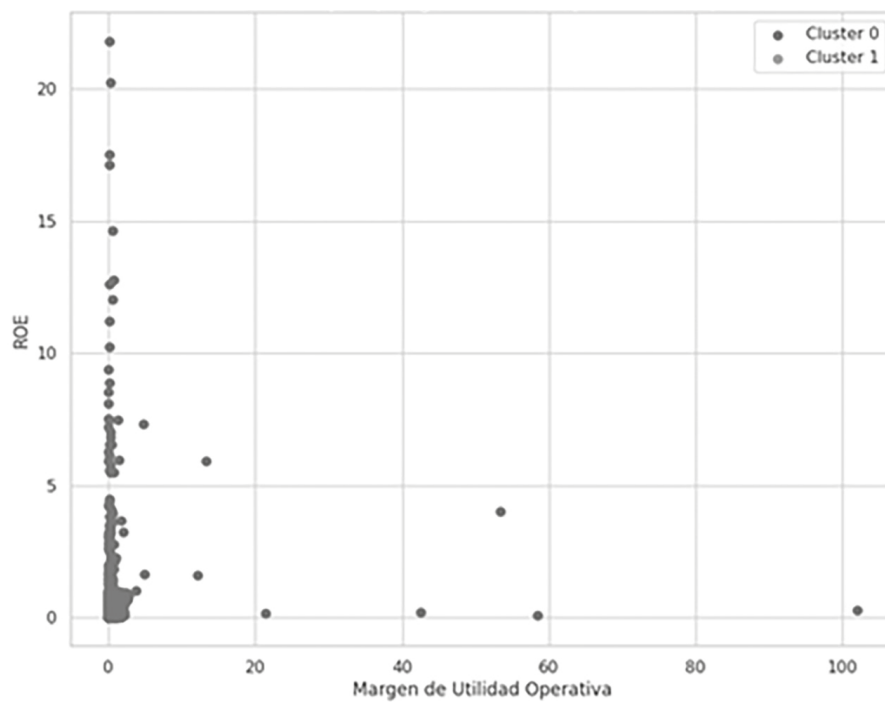
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Figura 5. DBSCAN para margen de utilidad neta-ROA

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Figura 6. DBSCAN para margen de utilidad operativa-ROE

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Por otro lado, el *cluster* 1 está conformado por 4.719 empresas que demuestran un desempeño financiero deficiente. La baja rentabilidad y el ROE sugieren la necesidad de mejorar la eficiencia y competitividad en las subramas a las que pertenecen estas compañías.

El análisis a los resultados para el DBSCAN con variables ROA, ROE, rotación de activos se presenta en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados para DBSCAN con variables ROA, ROE y rotación de activos

Cluster	Empresas	ROA		ROE		Rotación de Activos	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	17	59,96	218,84	89,22	221,26	295,32	385,30
1	4.710	0,12	0,23	0,34	0,80	2,40	5,19

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Las empresas del *cluster* 0 se caracterizan por ser eficientes en generar beneficios sobre los activos y el capital, aunque presentan una alta variabilidad en su desempeño, similar a resultados anteriores. En contraste, el *cluster* 1 agrupa empresas con un desempeño relativamente uniforme, pero en niveles de baja eficiencia.

El análisis de *cluster* jerárquico proporciona una visión de cómo las empresas se agrupan según su rendimiento financiero y operacional, lo que guía decisiones estratégicas para mejorar la competitividad y la eficiencia. En este caso, se identifican dos *clusters*.

La tabla 12 muestra los resultados de la aplicación del *cluster* jerárquico. El clúster 0 representa a la mayoría de las empresas y se caracteriza por bajos márgenes de utilidad neta y ROA. La baja variabilidad en el ROA indica estabilidad y homogeneidad en el rendimiento de los activos, aunque existe dispersión en los márgenes de utilidad neta, característico de empresas que operan en sectores de baja rentabilidad o con alta competencia.

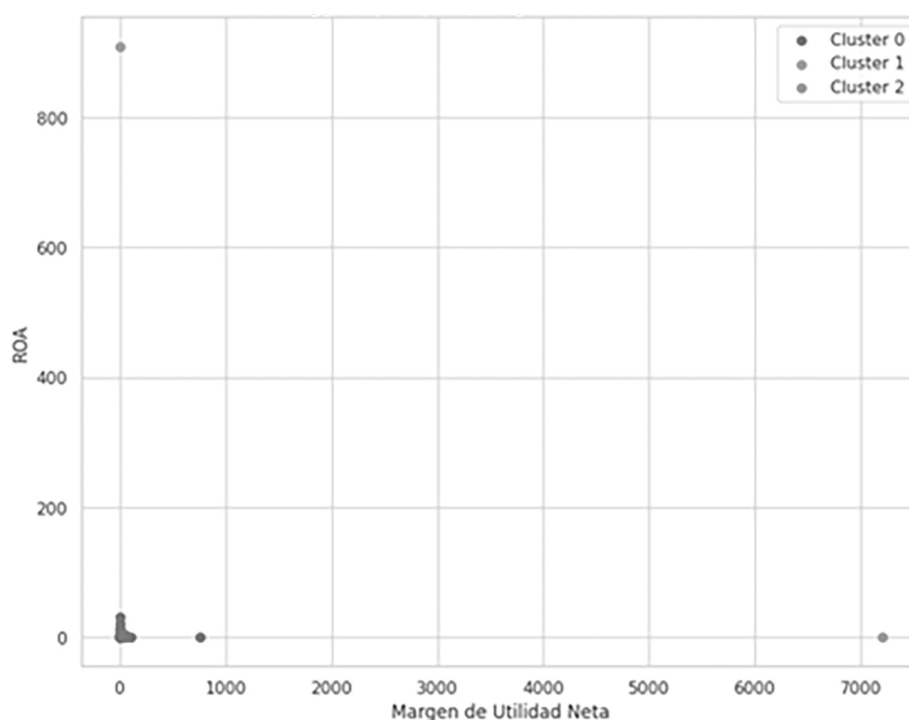
Tabla 12. Resultados para clustering jerárquico con variables margen de utilidad neta-ROA

Cluster	Empresas	Margen de utilidad neta		ROA	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	4.725	0,32	11,13	0,14	0,70
1	1	0,85	-	908,47	-
2	1	7.198	-	0,05	-

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

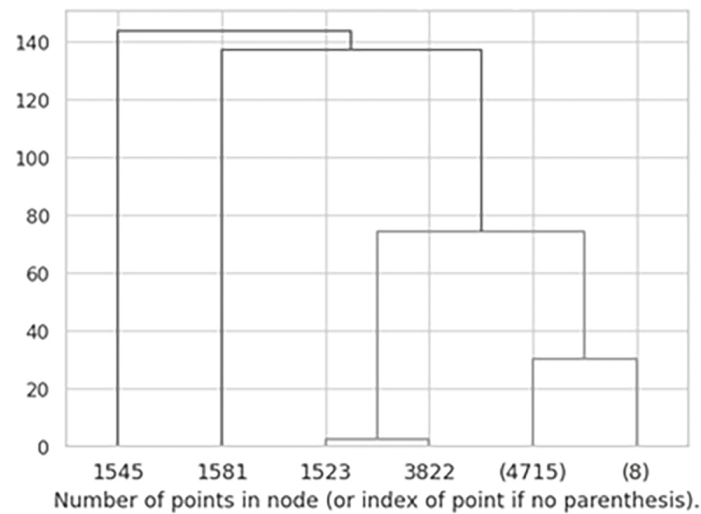
De manera general, se destacan dos empresas con valores atípicos y extraordinarios (*clusters* 1 y 2) en comparación con el grupo principal (cluster 0); en este caso, se puede evidenciar que la mayoría de las empresas operan dentro de rangos de rentabilidad y eficiencia de activos normales.

Figura 7. Cluster Jerárquico margen utilidad neta-ROA

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Figura 8. Hierarchical Clustering Dendrogram



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

Para diferenciar los resultados mediante la aplicación de algoritmos *k-means*, DBSCAN y el *clustering* jerárquico, se utiliza un modelo en el que considera que las observaciones siguen una distribución probabilística formada por la combinación de múltiples distribuciones normales⁴ y encontramos semejanza de resultados con el *cluster* jerárquico.

Tabla 13. Resultados para Gaussian Mixture Models (GMM): variables margen de utilidad neta-ROA

Cluster	Empresas	Margen de utilidad neta		ROA	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
0	4.725	0,32	11,13	0,14	0,70
1	1	7.198	-	0,05	-
2	1	0,85	-	908,47	-

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

Elaboración: Autor

⁴ <https://cienciadedatos.net/documentos/py23-deteccion-anomalias-gmm-python>

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la rentabilidad y eficiencia operativa del sector manufacturero, mediante la aplicación de algoritmos no supervisados, permiten identificar empresas que presentan patrones marcados de gestión con márgenes de ganancias y retornos bajos y estables. Esto sugiere un comportamiento promedio del sector con homogeneidad en las prácticas operativas y en la rentabilidad.

Asimismo, los resultados evidencian grupos reducidos de empresas caracterizadas por ser muy eficientes en generar beneficios tanto respecto a sus activos como a su capital. Esto demuestra una diferenciación en el desempeño y ofrece oportunidades de aprendizaje para otras empresas en cuanto a mejores prácticas de gestión y uso de activos.

Las empresas que muestran un margen de utilidad operativa excepcionalmente alto indican que poseen un modelo de negocio muy eficiente en la generación de ganancias operativas en relación con sus ingresos. Sin embargo, es pertinente identificar si este *cluster* está beneficiándose de condiciones de mercado muy favorables, como bajos costos operativos o ingresos extraordinarios. Este aspecto podría ser objeto de análisis más detallado en estudios complementarios, ya que estas mismas empresas registran un retorno sobre el patrimonio muy bajo, lo que indica que no están logrando un retorno significativo para sus accionistas. Este factor limita la capacidad de convertir las utilidades en beneficios para los accionistas, por lo que factores no observables, como los niveles de deuda y la estructura de capital, motivan una investigación adicional.

Finalmente, los resultados proporcionan una base sólida para entender la variabilidad de la eficiencia y rentabilidad de las empresas manufactureras, independientemente de la subrama a la que pertenecen. Esto permite generar políticas dirigidas a incrementar la competitividad y sostenibilidad del sector, y buscar la transformación de la economía mediante la diversificación productiva, el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas y la integración de la industria en el desarrollo sostenible.

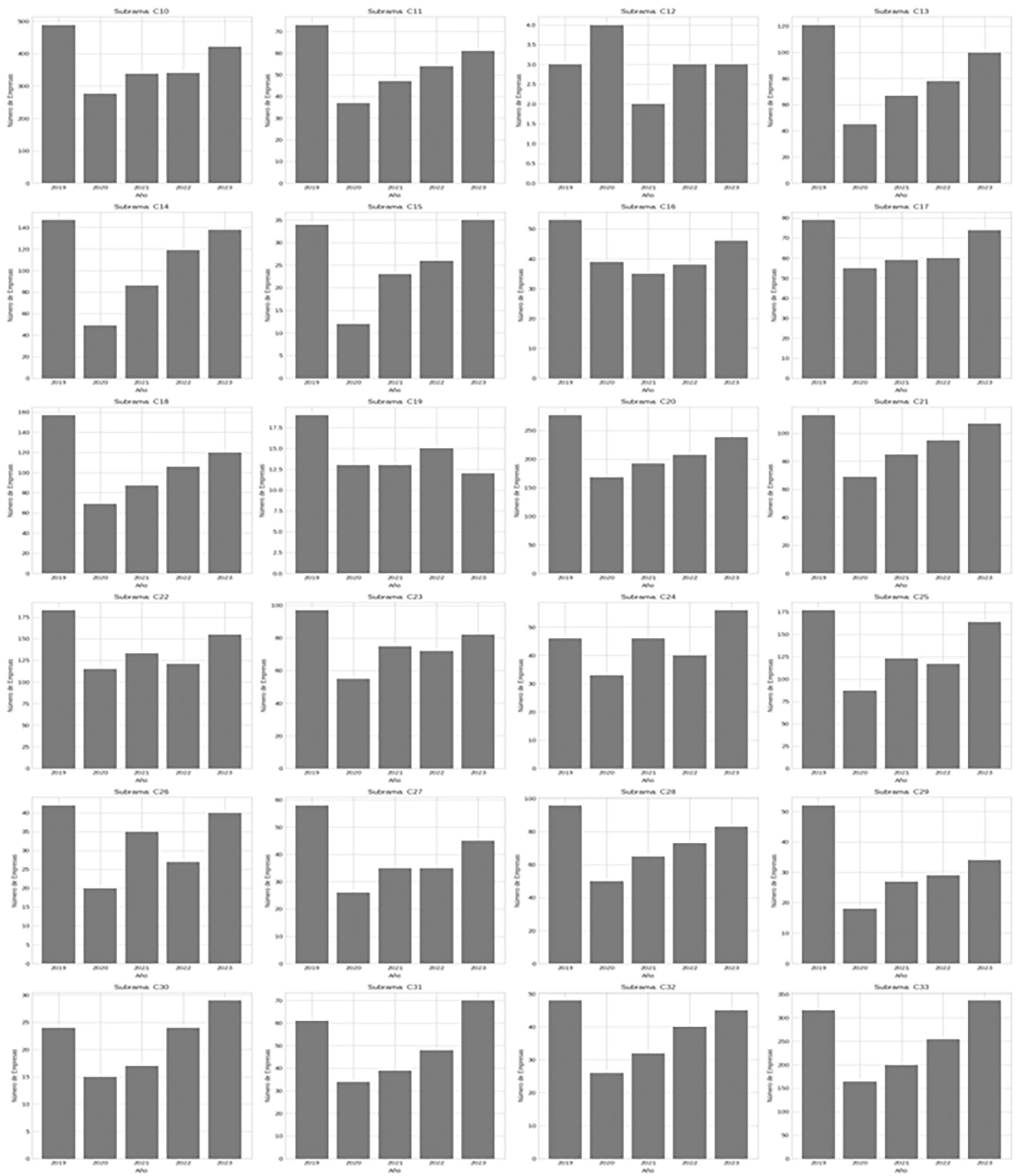
BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, H. O. (2018). *Análisis financiero aplicado, bajo NIIF* (16ª ed.). Universidad Externado.
- Caiza-Pastuña, E. C., Valencia-Núñez, E. R., & Bedoya-Jara, M. P. (2020). Decisiones de inversión y rentabilidad bajo la valoración financiera en las empresas industriales grandes de la provincia de Cotopaxi, Ecuador. *Revista Universidad y Empresa*, 22(39), 201-229. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-46392020000200201&script=sci_arttext
- Ciencia de Datos. (s.f.). *Clustering con Python: Análisis y visualización de agrupamientos*. <https://cienciadedatos.net/documentos/py20-clustering-con-python>
- Cobos-Salvador, A., & Armijos-Yambay, M. (2020). Eficiencia de las empresas manufactureras de Ecuador del 2007 al 2018: dos enfoques de análisis intraindustrial. *X-pedientes Económicos*, 4(8).
- Coello-Montecel, D. (2017). ¿Poder de mercado o eficiencia?: Determinantes de la rentabilidad del sector manufacturero ecuatoriano durante el periodo post dolarización. *Market Power of Efficiency*, 56-77.
- Delgado, J. A. O. (2015). Estructura económico-financiera de pequeñas y medianas empresas manufactureras colombo-venezolanas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(71), 397-418. <https://www.redalyc.org/pdf/290/29042408002.pdf>
- Deng, D. (2020, septiembre). DBSCAN clustering algorithm based on density. En *2020 7th International Forum on Electrical Engineering and Automation (IFEEA)* (pp. 949-953). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9356727>.
- Glas Espinel, J., Alvarado Espinel, V., León Abad, S., & Parra Fonseca, J. (2015). *Política industrial del Ecuador 2016-2025*.
- González et al. (2024). *Ecuador: Crecimiento resiliente para un futuro mejor*. Oficina de Ecuador, Grupo Banco Mundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099050924131536292/pdf/P17797312cbabc01b189011ce-0839cba821.pdf>
- Hartigan, J. A., & Wong, M. A. (1979). A k-means clustering algorithm. *Applied Statistics*, 28(1), 100-108.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), revisión 4.0*. <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/metodologias/CIIU%204.0.pdf>

- Kassambara, A. (2017). *Practical Guide to Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning* (Vol. 1). STHDA. https://www.datanovia.com/en/wp-content/uploads/dn-tutorials/book-preview/clustering_en_preview.pdf
- Ochoa-Jiménez, D., Armas-Herrera, R., & Pereira, C. (2022). Manufacturas y crecimiento económico en Ecuador bajo una perspectiva regional: Un modelo de panel dinámico, 2007-2020. *Revista Económica*, 10(1), 31-44.
- Molina, Z. A. M., & Hernández, J. C. S. (2024). Efectos de la pandemia COVID-19 en el crecimiento y la rentabilidad de las empresas manufactureras colombianas. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 32(1), 63-79. <https://doi.org/10.18359/rfce.6888>
- Salazar-Mosquera, G. M. (2017). Factores determinantes del desempeño financiero en el sector manufacturero en la República del Ecuador. *Panorama Económico*, 25(2), 243-254. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/8986>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2023, 16 de febrero). *Ranking de compañías*. <https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/ranking/reporte.html>

ANEXOS

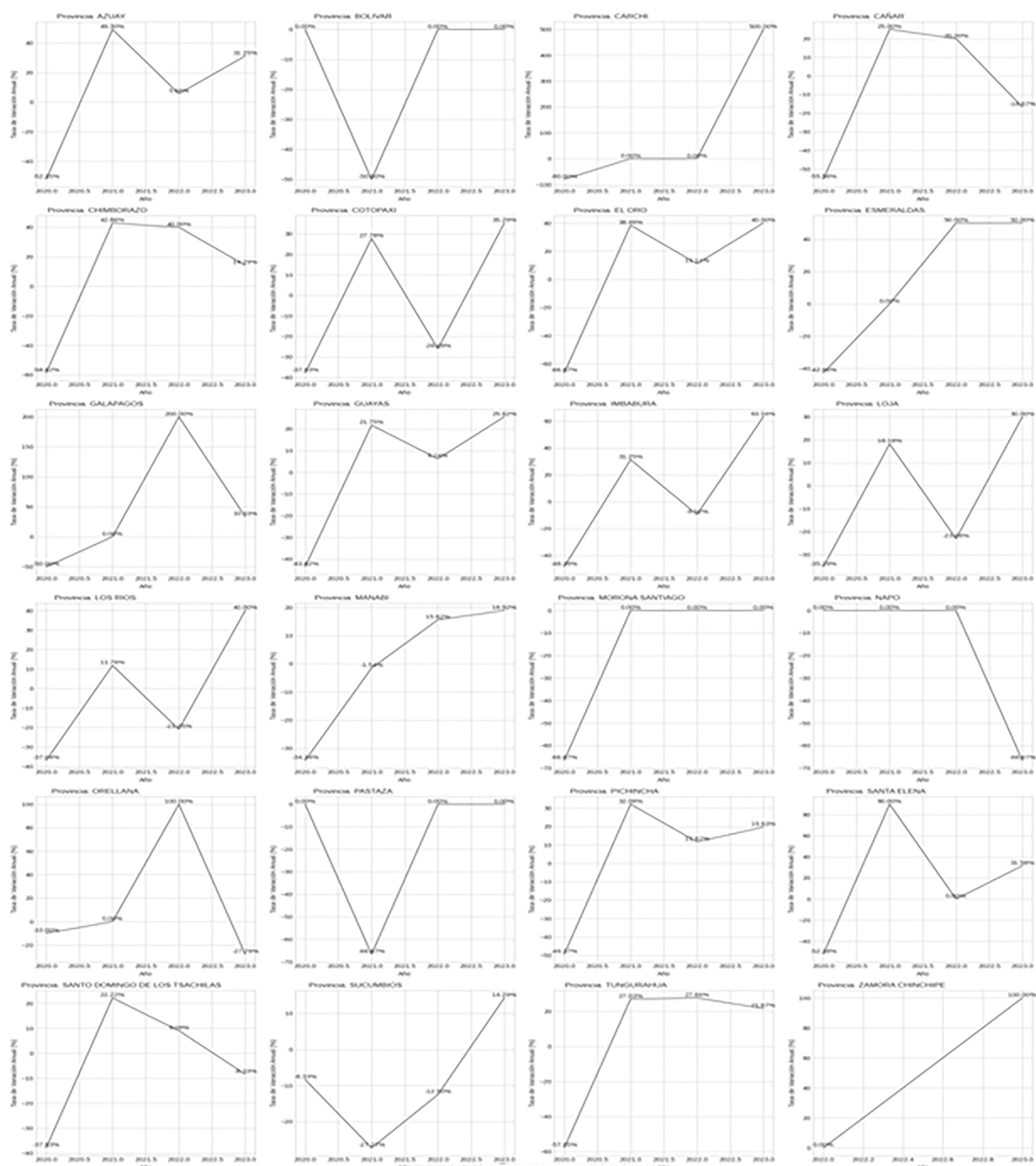
Anexo 1. Número empresas por subrama que no reportan valores ceros y negativos



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)⁵

⁵ <https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/ranking/reporte.html>

Anexo 2. Evolución del número de empresas industria manufacturera



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 3. Número de empresas por año subrama de industria manufacturera

Subrama	2019	2020	2021	2022	2023
C10	489	276	338	340	422
C11	73	37	47	54	61
C12	3	4	2	3	3
C13	121	45	67	78	100
C14	147	49	86	119	138
C15	34	12	23	26	35
C16	53	39	35	38	46
C17	79	55	59	60	74
C18	157	69	87	106	120
C19	19	13	13	15	12
C20	277	168	192	207	238
C21	113	69	85	95	107
C22	183	115	133	121	155
C23	97	55	75	72	82
C24	46	33	46	40	56
C25	177	87	123	117	164
C26	42	20	35	27	40
C27	58	26	35	35	45
C28	96	50	65	73	83
C29	52	18	27	29	34
C30	24	15	17	24	29
C31	61	34	39	48	70
C32	48	26	32	40	45
C33	316	164	199	254	337
Total	2.765	1.479	1.860	2.021	2.496

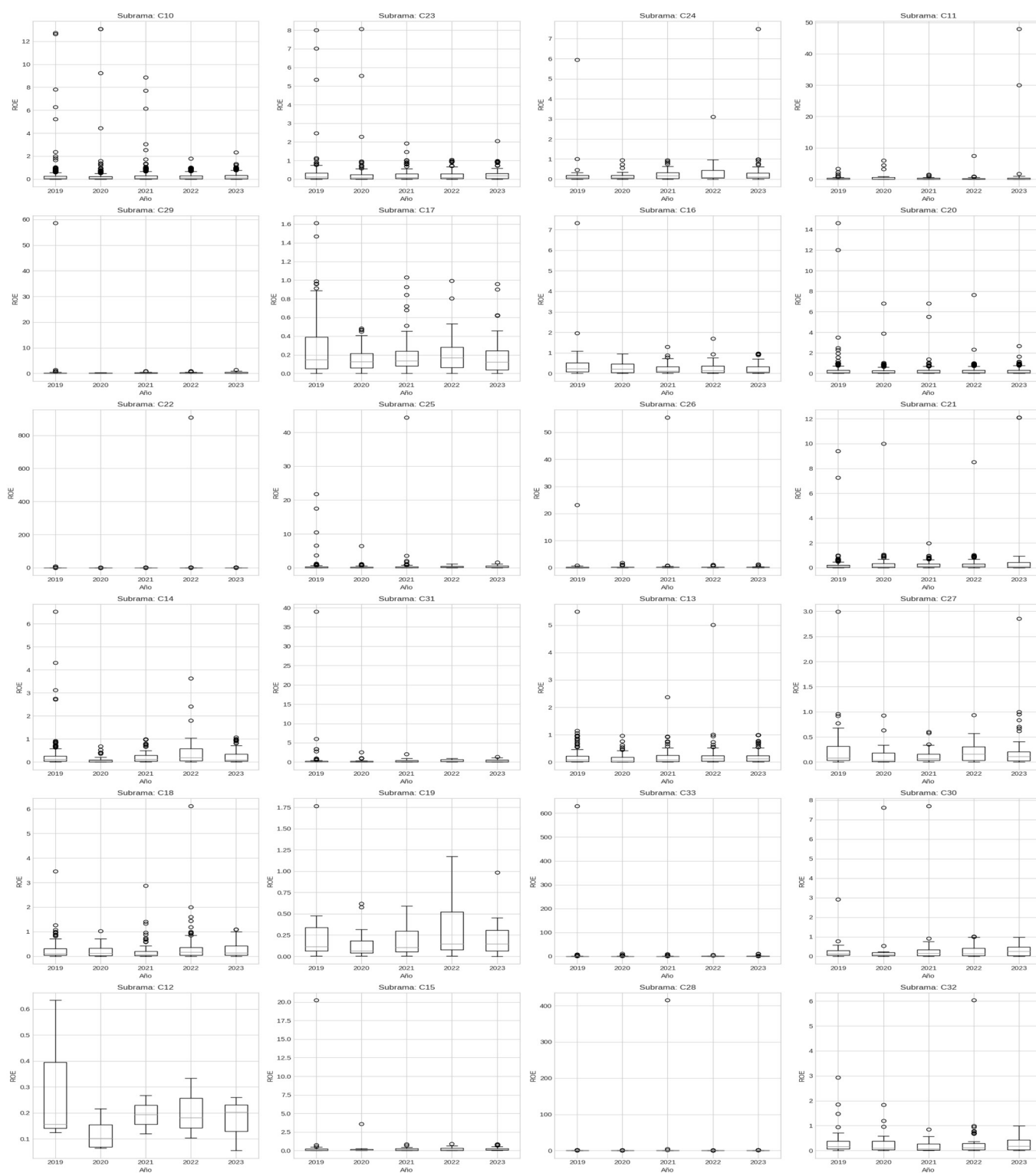
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 4. Número de empresas de la industria manufacturera por provincia

Provincias	2019	2020	2021	2022	2023
Azuay	149	71	106	112	147
Bolívar	2	0	1	0	0
Carchi	5	1	0	1	6
Cañar	9	4	5	6	5
Chimborazo	17	7	10	14	16
Cotopaxi	29	18	23	17	23
El Oro	39	13	18	20	28
Esmeraldas	7	4	4	6	9
Galápagos	2	1	1	3	4
Guayas	1.215	685	834	886	1.113
Imbabura	31	16	21	19	31
Loja	17	11	13	10	13
Los Ríos	27	17	19	15	21
Manabí	99	65	64	74	88
Morona Santiago	3	1	0	0	0
Napo	3	0	0	0	1
Orellana	10	9	9	18	13
Pastaza	3	0	1	1	1
Pichincha	948	480	634	708	847
Santa Elena	21	10	19	19	25
Santo Domingo de los Tsáchilas	29	18	22	24	22
Sucumbíos	12	11	8	7	8
Tungurahua	88	37	47	60	73
Zamora Chinchipe	0	0	1	1	2
Total	2.765	1.479	1.860	2.021	2.496

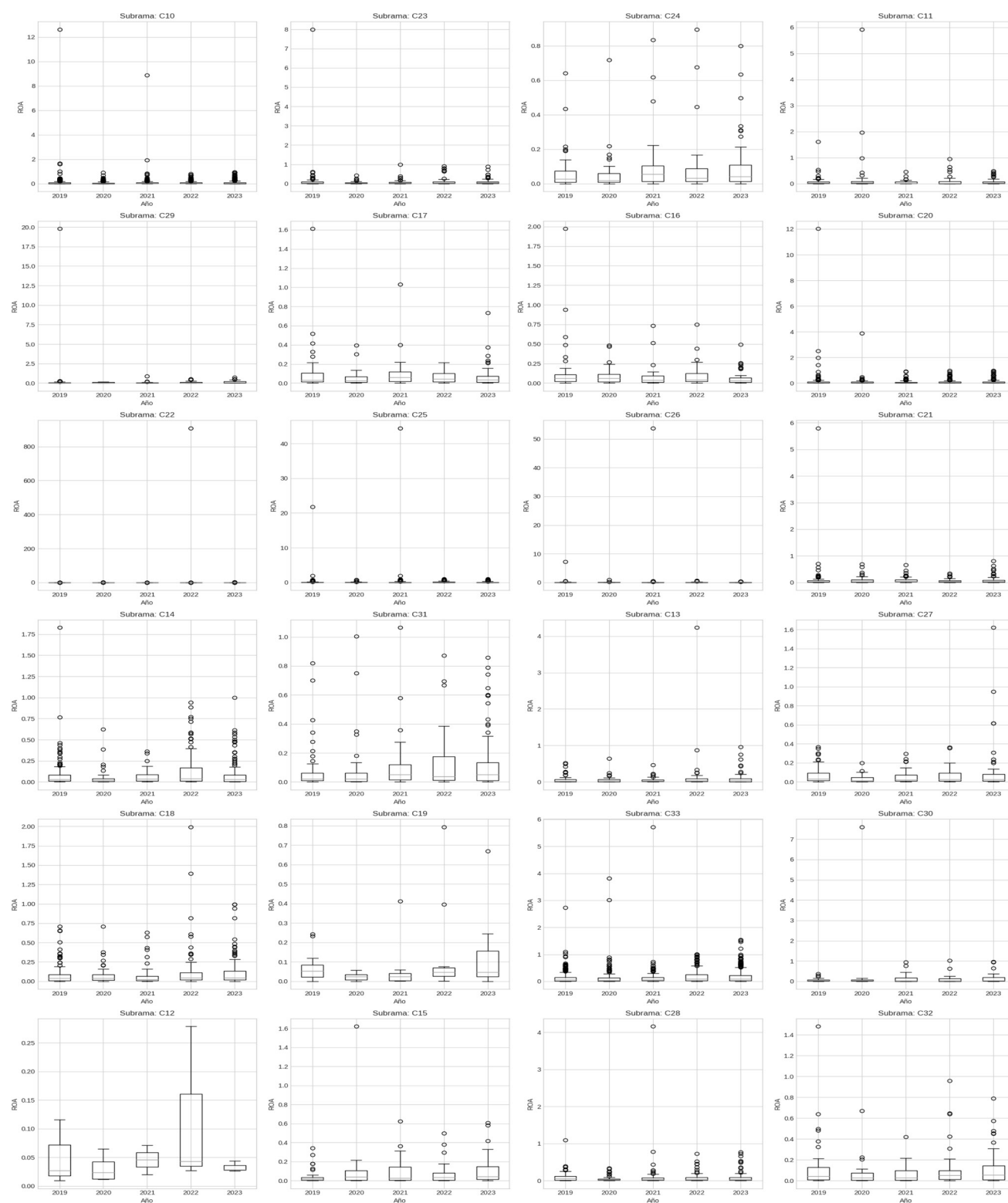
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 5. Indicador ROE de la industria manufacturera



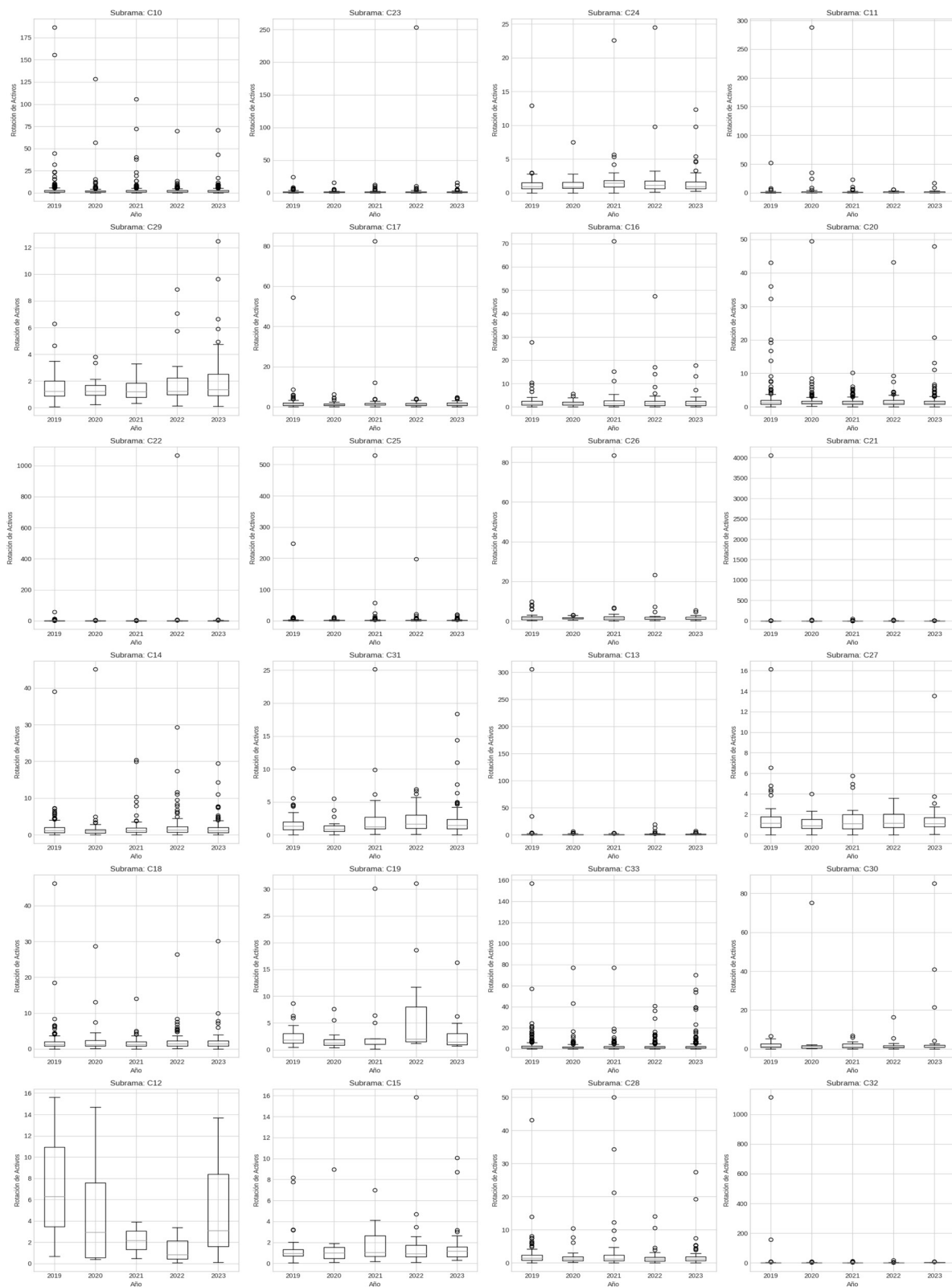
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 6. Indicador ROA de la industria manufacturera



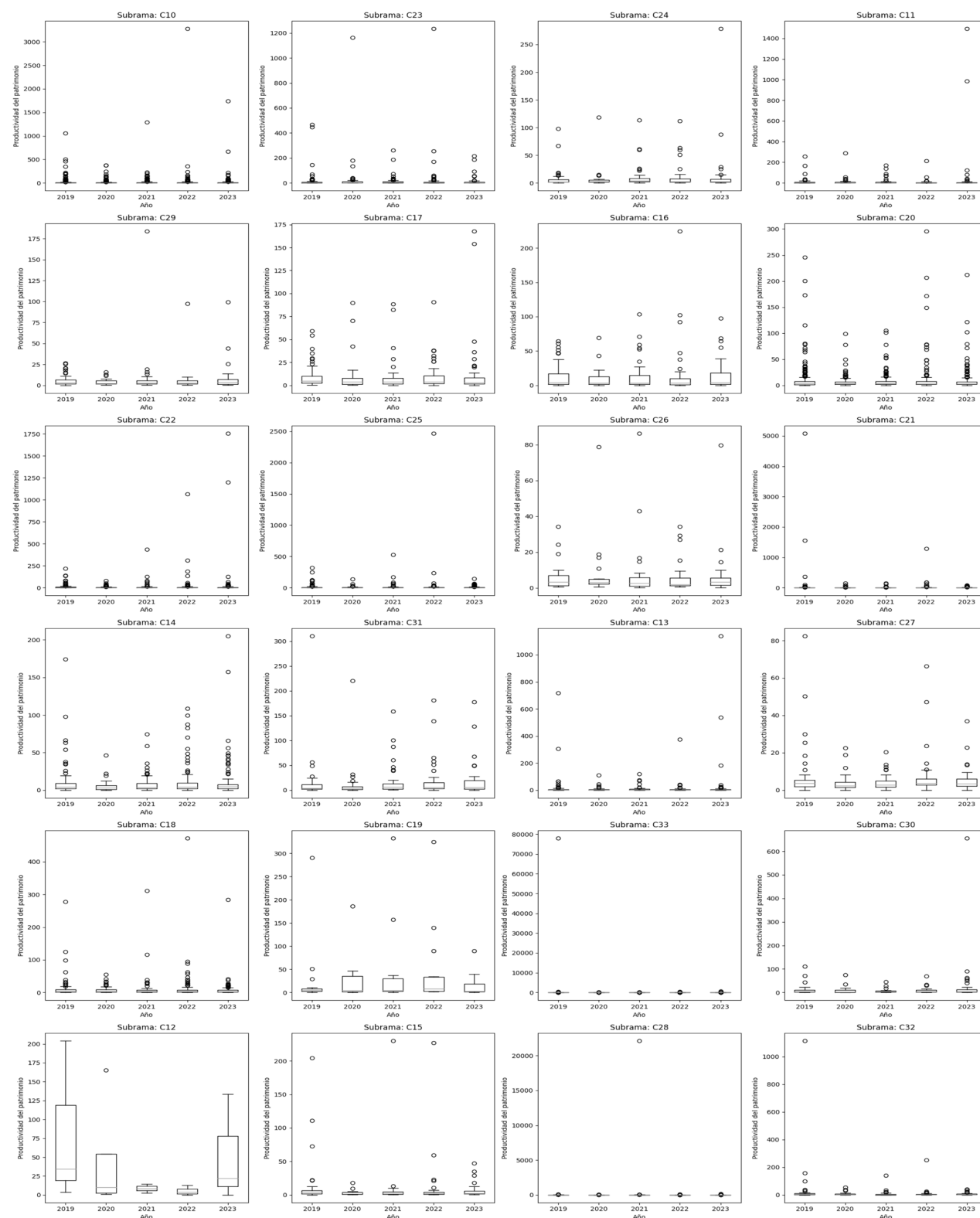
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 7. Indicador rotación de activos de la industria manufacturera



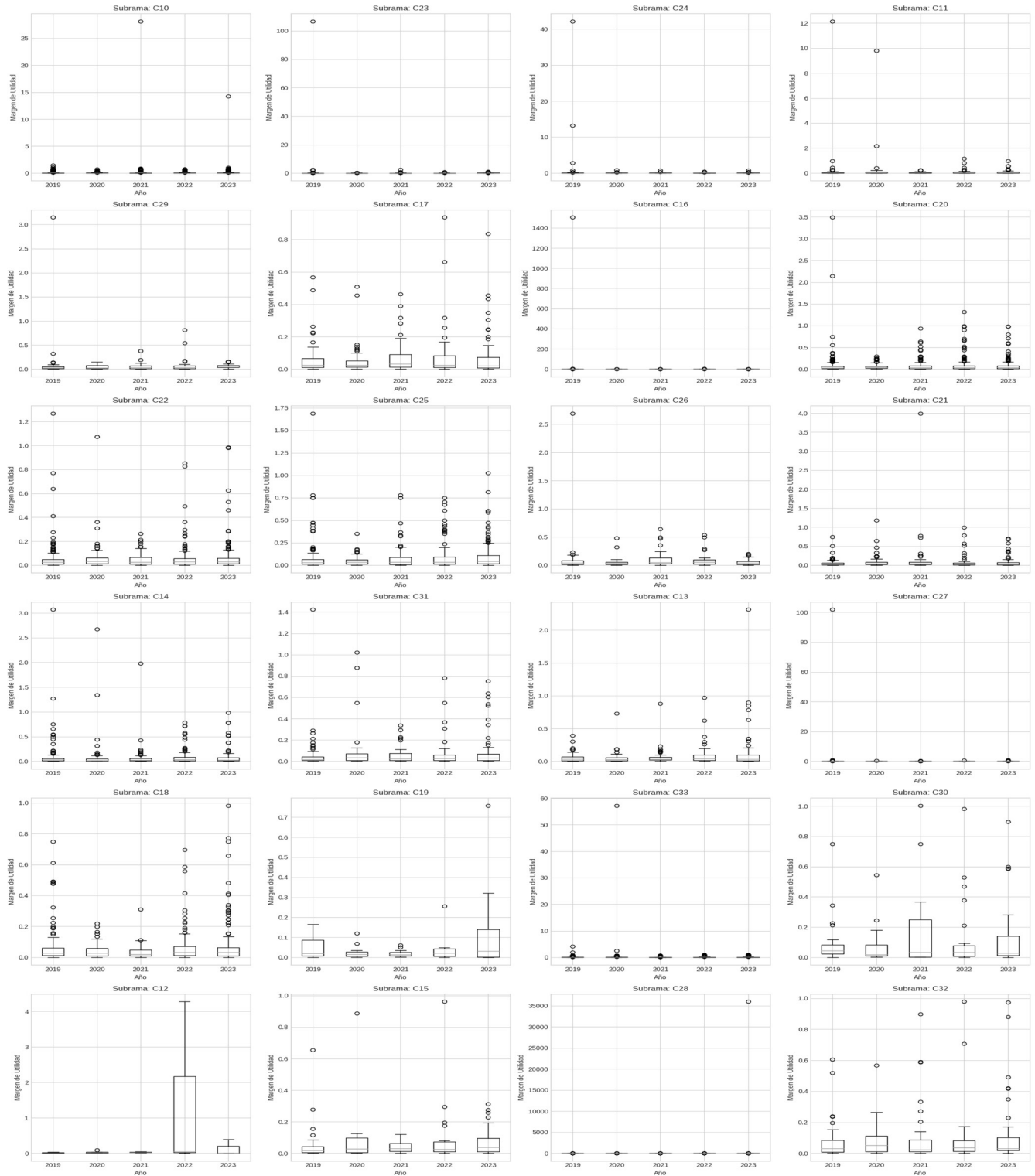
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 8. Indicador rotación productividad del patrimonio de la industria manufacturera



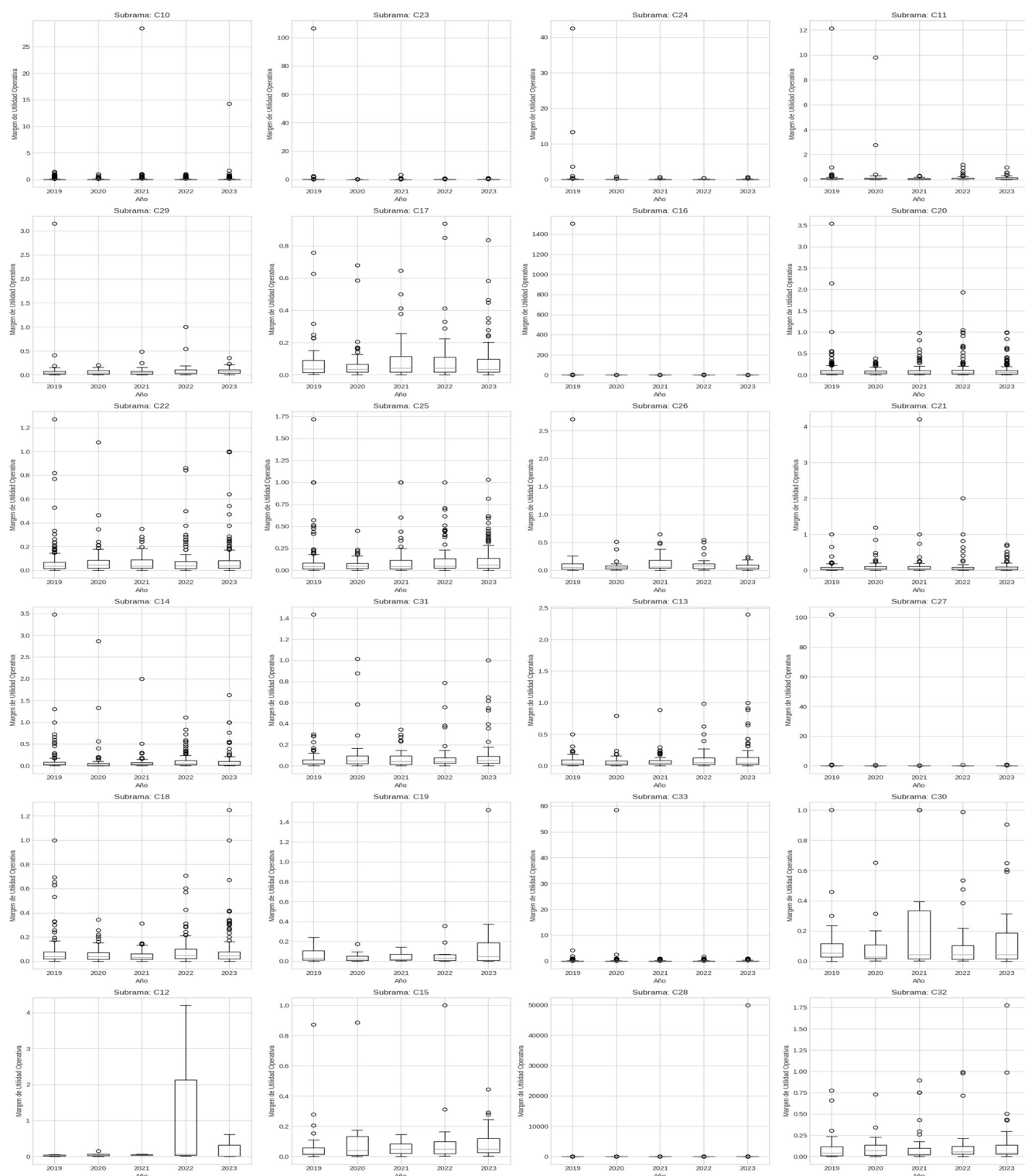
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 9. Indicador margen de utilidad neta de la industria manufacturera



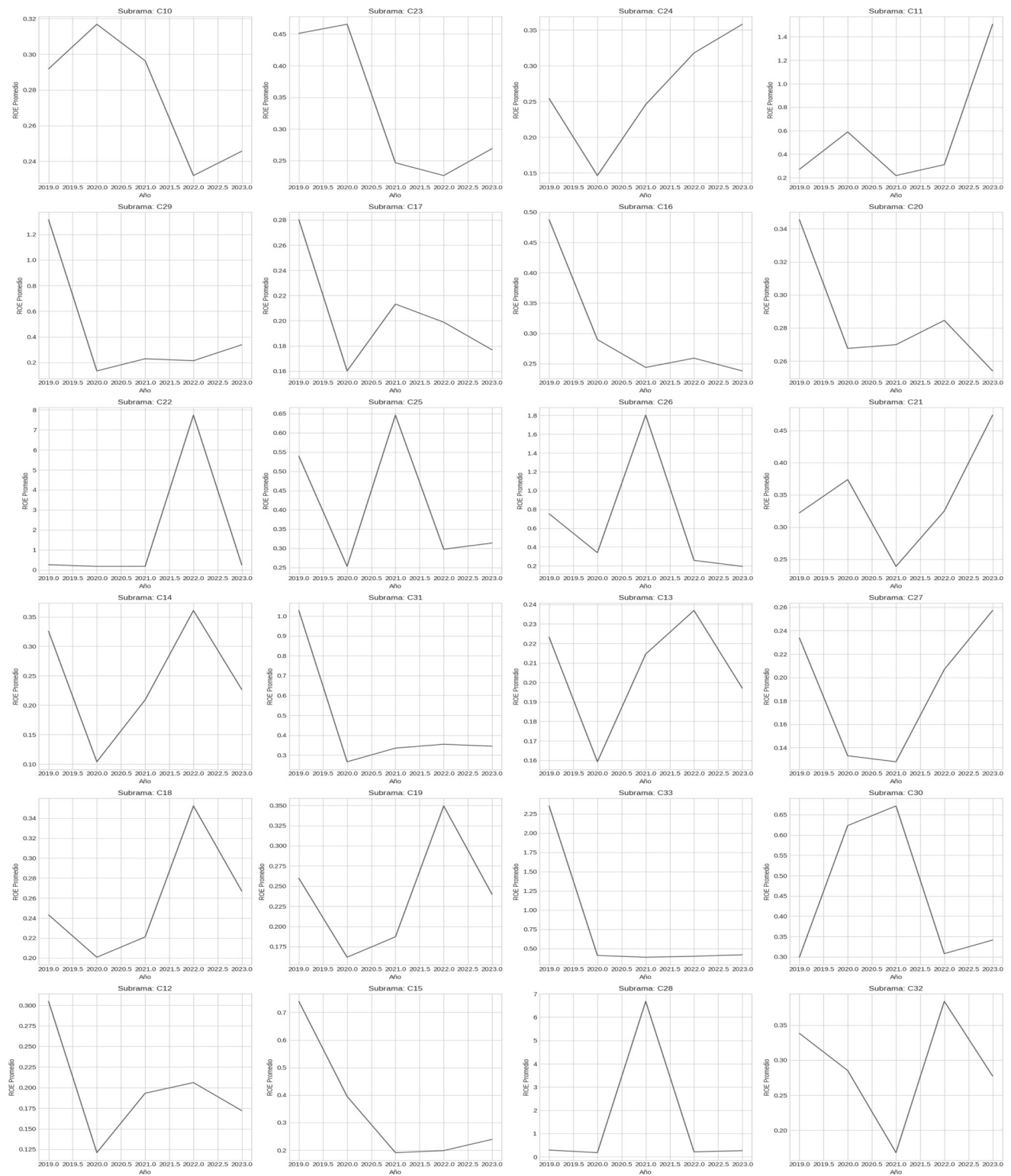
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 10. Indicador margen de utilidad operativa de la industria manufacturera



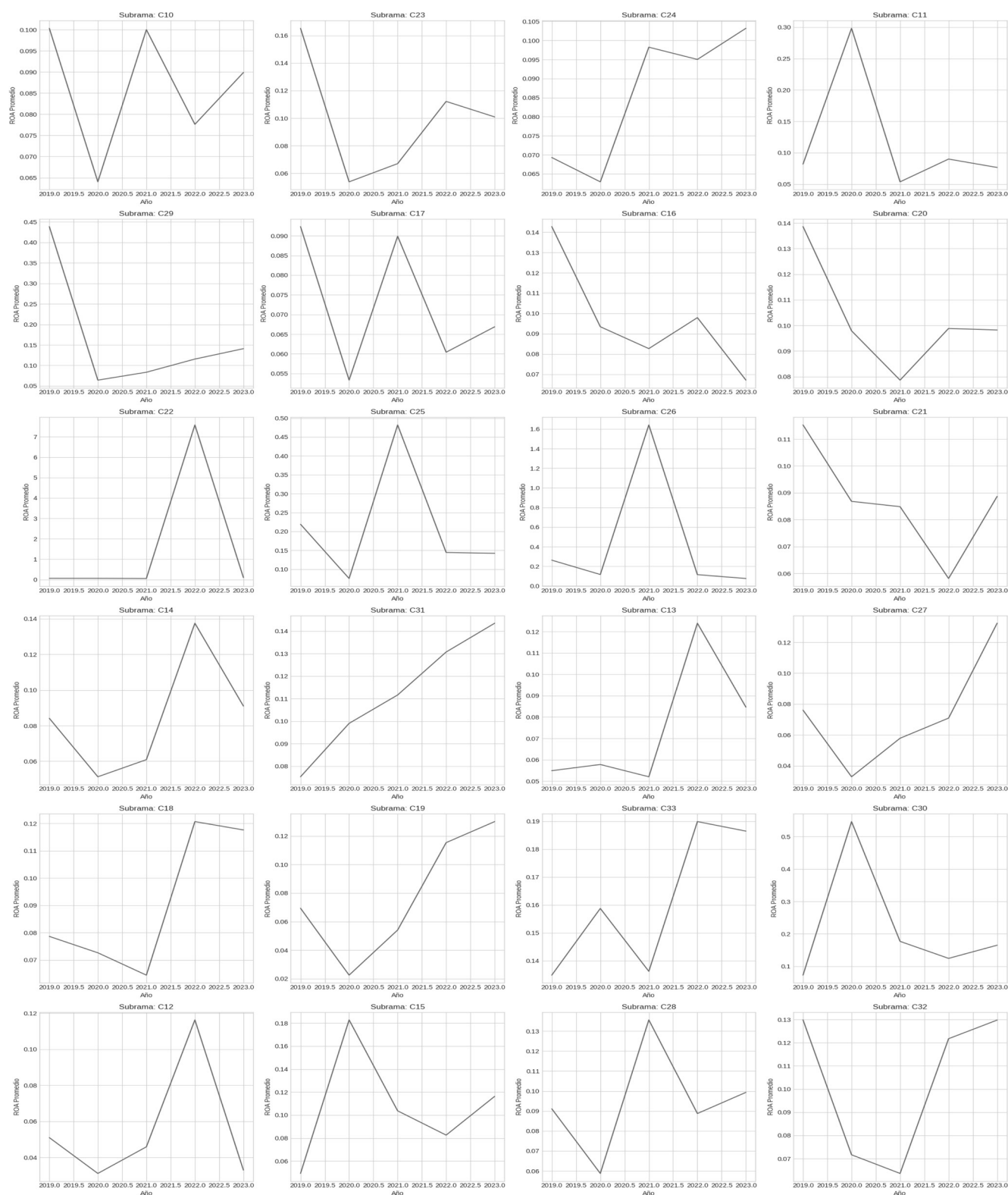
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 11. Indicador ROE promedio de la industria manufacturera



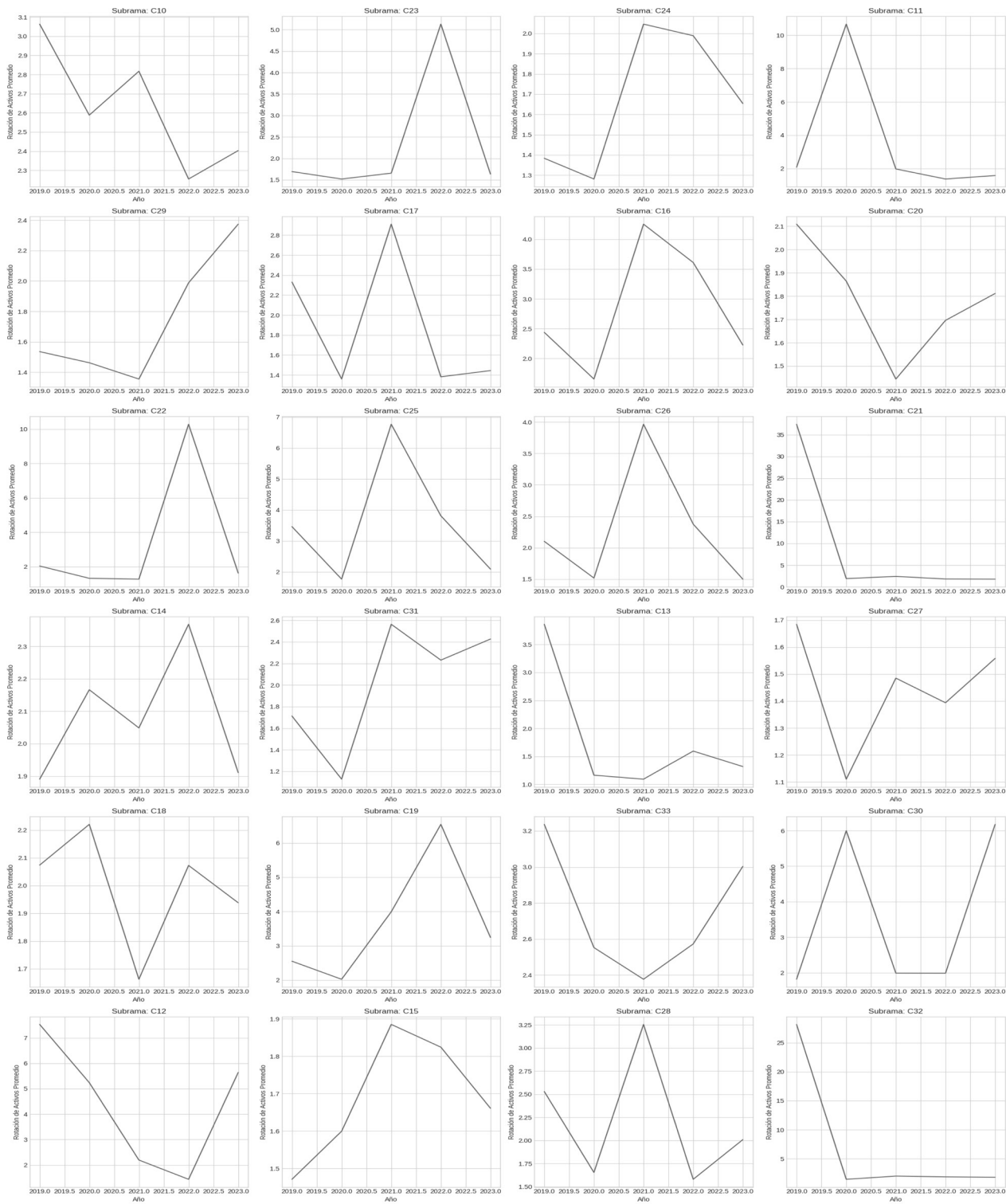
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 12. Indicador ROA promedio de la industria manufacturera



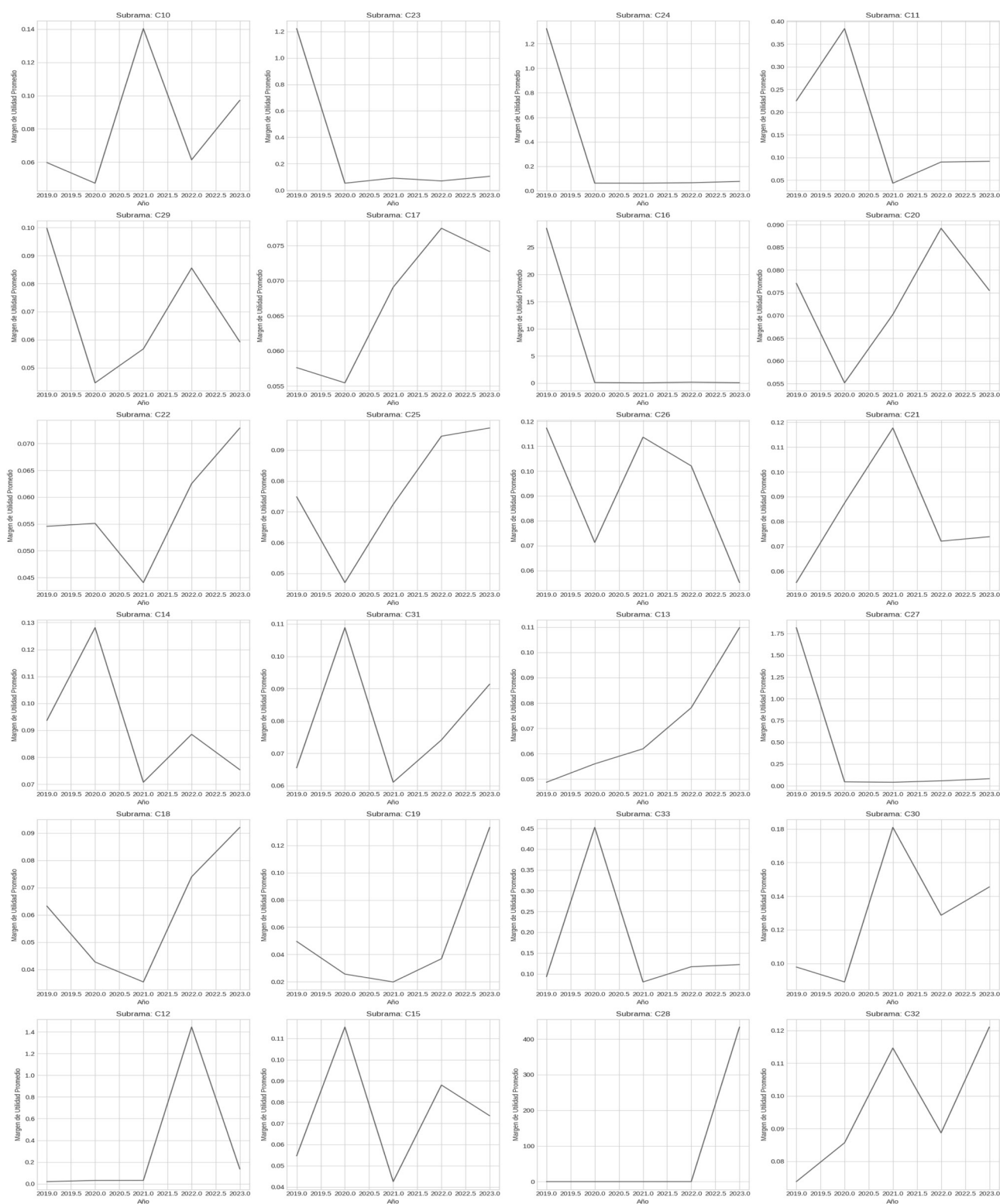
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 13. Indicador rotación de activos promedio de la industria manufacturera



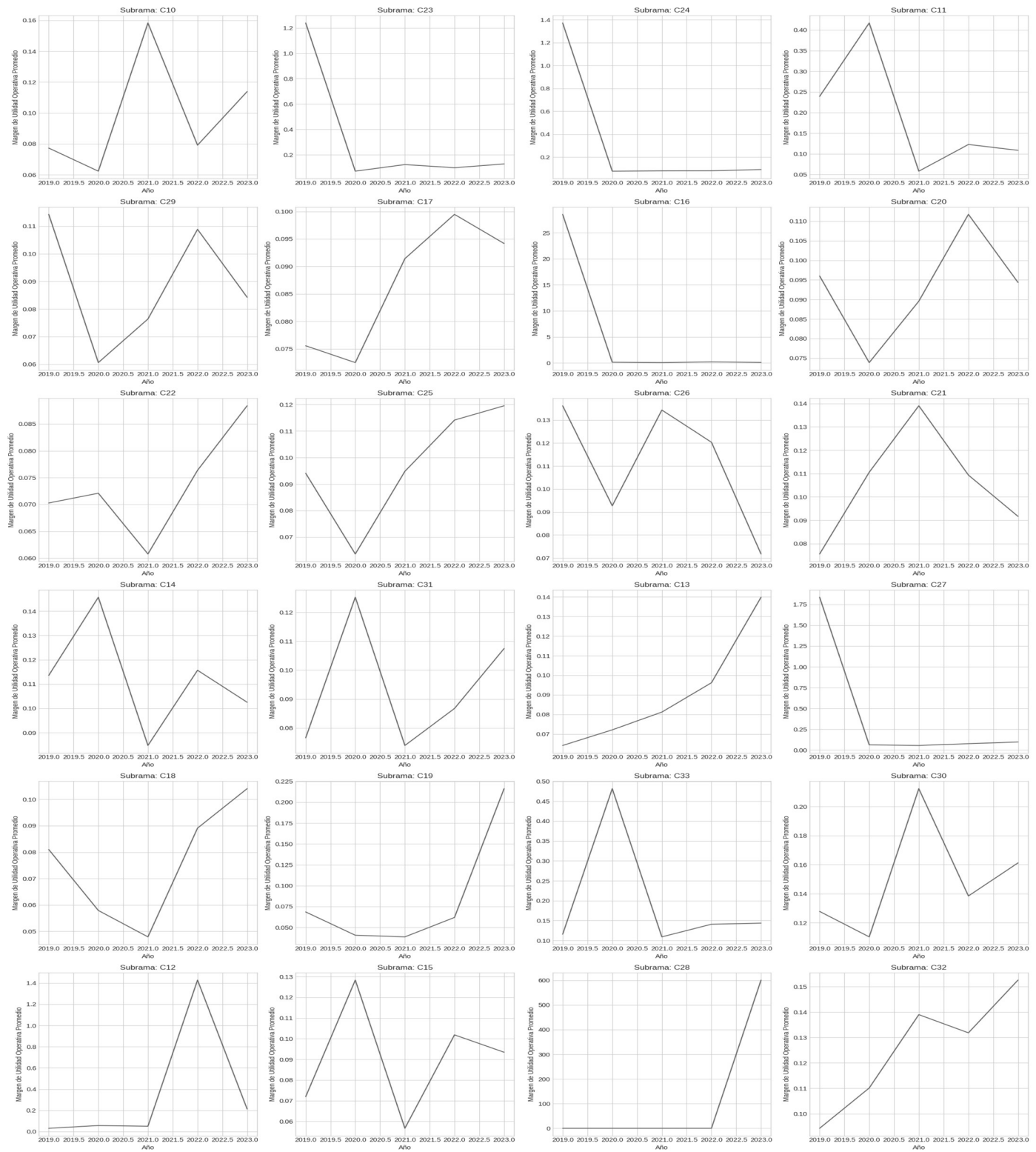
Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 14. Indicador margen de utilidad promedio de la industria manufacturera



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 15. Indicador margen de utilidad operativa promedio de la industria manufacturera



Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 16. Principales estadísticos del indicador ROA industria manufacturera

Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	0,11	0,04	0,49	0,00	12,62
C11	0,15	0,03	0,56	0,00	5,92
C12	0,06	0,05	0,05	0,02	0,12
C13	0,07	0,03	0,16	0,00	1,74
C14	0,10	0,04	0,15	0,00	1,02
C15	0,09	0,03	0,13	0,00	0,61
C16	0,13	0,05	0,20	0,00	1,11
C17	0,09	0,04	0,18	0,00	1,61
C18	0,12	0,04	0,22	0,00	1,99
C19	0,10	0,05	0,16	0,00	0,67
C20	0,14	0,05	0,62	0,00	12,03
C21	0,09	0,05	0,16	0,00	1,51
C22	3,49	0,03	55,59	0,00	908,47
C23	0,12	0,04	0,34	0,00	4,00
C24	0,12	0,05	0,19	0,00	0,90
C25	0,26	0,06	1,49	0,00	21,78
C26	0,52	0,07	3,51	0,00	30,49
C27	0,10	0,03	0,18	0,00	0,99
C28	0,13	0,05	0,36	0,00	4,16
C29	0,23	0,05	1,12	0,00	9,91
C30	0,19	0,05	0,36	0,00	2,17
C31	0,13	0,04	0,19	0,00	0,87
C32	0,13	0,04	0,19	0,00	0,79
C33	0,20	0,09	0,31	0,00	3,81

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 17. Principales estadísticos del indicador ROE industria manufacturera

Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	0,32	0,13	0,80	0,00	12,75
C11	0,82	0,12	4,28	0,00	48,01
C12	0,18	0,16	0,07	0,13	0,28
C13	0,23	0,10	0,50	0,00	5,49
C14	0,32	0,16	0,57	0,00	6,53
C15	0,56	0,12	2,64	0,00	20,24
C16	0,40	0,21	0,80	0,00	7,32
C17	0,23	0,16	0,27	0,00	1,61
C18	0,31	0,17	0,49	0,00	6,12
C19	0,30	0,16	0,34	0,01	1,47
C20	0,38	0,15	1,05	0,00	14,63
C21	0,38	0,15	0,84	0,00	9,40
C22	3,69	0,15	55,58	0,00	908,47
C23	0,41	0,15	1,00	0,00	8,08
C24	0,38	0,14	0,96	0,00	7,49
C25	0,50	0,19	1,87	0,00	21,78
C26	0,79	0,19	4,52	0,00	39,32
C27	0,23	0,10	0,33	0,00	1,71
C28	1,60	0,19	16,35	0,00	207,75
C29	0,63	0,17	3,30	0,00	29,33
C30	0,40	0,18	0,66	0,00	3,95
C31	0,46	0,18	1,05	0,00	10,25
C32	0,32	0,14	0,44	0,00	3,07
C33	0,80	0,25	8.5	0,00	210,59

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 18. Principales estadísticos del indicador rotación de activos industria manufacturera

Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	3,10	1,49	10,27	0,00	186,73
C11	4,46	1,05	25,47	0,00	288,44
C12	4,97	2,52	6,72	0,19	14,66
C13	3,15	0,96	22,75	0,02	305,87
C14	2,19	1,21	3,73	0,01	45,09
C15	1,80	0,95	2,10	0,04	11,63
C16	3,37	1,43	7,31	0,01	59,28
C17	2,46	1,21	8,41	0,02	82,40
C18	2,10	1,38	3,82	0,00	46,29
C19	4,00	1,64	6,60	0,34	30,61
C20	2,02	1,24	4,05	0,00	47,97
C21	7,46	1,21	76,65	0,00	1.035,52
C22	5,70	1,18	65,19	0,03	1.066,55
C23	3,24	1,08	19,93	0,00	253,58
C24	1,89	1,02	3,52	0,00	24,53
C25	3,98	1,44	17,78	0,00	246,86
C26	2,45	1,44	5,11	0,12	43,13
C27	1,56	1,05	1,91	0,00	13,54
C28	2,74	1,29	5,43	0,03	43,14
C29	1,83	1,30	2,02	0,07	12,47
C30	4,64	1,28	13,22	0,00	85,22
C31	2,41	1,43	3,28	0,00	25,15
C32	14,00	1,11	112,06	0,01	1.114,77
C33	3,37	1,60	7,49	0,00	76,99

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 19. Principales estadísticos del indicador margen de utilidad neta industria manufacturera

Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	0,10	0,03	0,76	0,00	21,20
C11	0,23	0,03	1,15	0,00	12,14
C12	0,41	0,03	0,79	0,00	1,59
C13	0,06	0,03	0,11	0,00	0,91
C14	0,09	0,03	0,19	0,00	1,86
C15	0,07	0,03	0,12	0,00	0,66
C16	8,41	0,03	78,87	0,00	752,52
C17	0,07	0,03	0,12	0,00	0,89
C18	0,08	0,03	0,14	0,00	0,98
C19	0,07	0,02	0,15	0,00	0,76
C20	0,08	0,04	0,17	0,00	2,14
C21	0,09	0,04	0,23	0,00	2,39
C22	0,07	0,03	0,15	0,00	0,98
C23	0,41	0,04	4,19	0,00	53,33
C24	0,65	0,04	4,38	0,00	42,14
C25	0,10	0,04	0,17	0,00	1,69
C26	0,11	0,05	0,21	0,00	1,67
C27	1,29	0,03	11,11	0,00	101,91
C28	44,79	0,03	567,28	0,00	7.198,08
C29	0,09	0,04	0,21	0,00	1,58
C30	0,17	0,06	0,22	0,00	0,90
C31	0,09	0,03	0,18	0,00	1,42
C32	0,11	0,04	0,19	0,00	0,97
C33	0,22	0,06	2,31	0,00	57,24

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 20. Principales estadísticos del indicador margen de utilidad operativa industria manufacturera

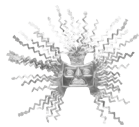
Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	0,12	0,04	0,77	0,00	21,39
C11	0,26	0,04	1,16	0,00	12,15
C12	0,44	0,05	0,82	0,00	1,66
C13	0,08	0,04	0,12	0,00	0,93
C14	0,11	0,05	0,21	0,00	2,16
C15	0,09	0,05	0,14	0,00	0,87
C16	8,43	0,04	78,88	0,00	752,64
C17	0,09	0,04	0,13	0,00	0,89
C18	0,10	0,05	0,16	0,00	1,25
C19	0,12	0,03	0,28	0,00	1,52
C20	0,10	0,05	0,19	0,00	2,15
C21	0,11	0,06	0,24	0,00	2,51
C22	0,09	0,04	0,15	0,00	1,00
C23	0,44	0,05	4,19	0,00	53,34
C24	0,68	0,05	4,43	0,00	42,58
C25	0,12	0,06	0,19	0,00	1,72
C26	0,13	0,06	0,21	0,00	1,68
C27	1,31	0,05	11,12	0,00	102,00
C28	62,06	0,04	786,12	0,00	9.974,87
C29	0,11	0,05	0,22	0,00	1,61
C30	0,19	0,08	0,24	0,00	1,00
C31	0,10	0,04	0,18	0,00	1,43
C32	0,13	0,05	0,23	0,00	1,38
C33	0,25	0,08	2,36	0,00	58,49

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)

Anexo 21. Principales estadísticos del indicador productividad del patrimonio industria manufacturera

Subrama	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
C10	21,65	4,57	112,53	0,00	2.508,31
C11	25,97	3,08	133,94	0,01	1.492,43
C12	47,93	11,84	80,33	0,34	167,71
C13	20,59	2,99	98,04	0,04	1.138,86
C14	11,01	4,88	21,68	0,01	205,22
C15	14,97	3,50	37,33	0,05	204,19
C16	14,28	4,22	22,30	0,01	111,77
C17	10,14	5,13	18,86	0,06	167,83
C18	12,74	4,14	41,22	0,00	471,51
C19	38,33	4,67	77,25	0,47	325,27
C20	11,38	4,20	25,35	0,00	245,49
C21	29,56	4,32	154,77	0,00	1.551,89
C22	27,09	3,86	146,31	0,23	1.753,60
C23	31,27	2,80	138,19	0,01	1.233,86
C24	10,54	2,75	30,93	0,00	278,43
C25	14,50	3,88	56,20	0,00	847,64
C26	7,18	3,74	12,12	0,16	79,75
C27	5,62	3,19	7,26	0,00	35,75
C28	78,10	4,45	877,15	0,24	11.137,64
C29	9,66	3,90	24,26	0,10	184,09
C30	24,05	4,08	91,12	0,00	654,97
C31	15,75	5,87	28,45	0,00	179,32
C32	20,90	3,54	112,67	0,02	1.114,77
C33	54,08	4,06	1.044,96	0,00	25.972,24

Fuente: Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2024)



EL ACEITE VEGETAL EN ECUADOR: ¿UN SECTOR RENTABLE Y CON PODER DE MERCADO?

Erika Espinoza¹ y Lilian Morales²

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Contabilidad y Auditoría
Ambato, Ecuador

Información

Recibido:

31 de julio de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Organización industrial
Paradigma ECR
Concentración
Precios
Rentabilidad

JEL:

L11, L13, D4, D43

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.6>

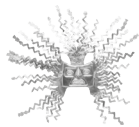
Resumen

Dentro de la organización industrial, el paradigma ECR es crucial para conocer la situación de las empresas y los sectores, resultando imprescindible aplicarlo en industrias de productos de primera necesidad para contrarrestar los efectos negativos de los mercados concentrados. Por ello, la presente investigación tiene como objetivo analizar la relación entre estructura de mercado, comportamiento y resultados en función del paradigma ECR en el sector del aceite vegetal en Ecuador en el periodo 2014-2021. Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, correlacional y estudios explicativos. En el marco del paradigma ECR, se calculó la estructura de mercado con el índice Herfindahl-Hirschman y se determinó el comportamiento que adoptan las empresas para manejar el mercado utilizando los precios como indicador del poder de mercado, mientras que los resultados del oligopolio se midieron con las ratios de rentabilidad ROA y de ROE. Los resultados indican que el sector del aceite vegetal pertenece a un mercado oligopólico, lo que permite a las empresas fijar precios, obtener mayores ganancias e incrementar su rentabilidad.

¹ORCID: 0009-0000-2758-5027. CRediT: conceptualización, investigación, metodología, validación, redacción - borrador original

²ORCID: 0000-0001-7026-4544. CRediT: investigación, análisis formal, metodología, administración del proyecto
E-mail: erikespinoza3014@gmail.com; lilianmorales@uta.edu.ec

Copyright © 2024 Espinoza y Morales. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



VEGETABLE OIL IN ECUADOR: A PROFITABLE SECTOR WITH MARKET POWER?

Erika Espinoza¹ and Lilian Morales²

Technical University of Ambato - Faculty of Accounting and Auditing
Ambato, Ecuador

Article Info

Received:

31st July 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Industrial Organisation
SCP paradigm
Concentration
Prices
Profitability

JEL:

L11, L13, D4, D43

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.6>

Abstract

Within Industrial Organization, the SCP paradigm is crucial for understanding the situation of companies and sectors, and it is essential to apply it in industries of staple products to counteract the adverse effects of concentrated markets. Therefore, the present research aims to analyze the relationship between market structure, behaviour, and performance according to the SCP paradigm in the vegetable oil sector in Ecuador during the period 2014-2021. The data were processed using descriptive statistics, correlational analysis, and explanatory studies. Within the framework of the SCP paradigm, the market structure was calculated using the Herfindahl-Hirschman Index, the behaviour of firms was determined by examining how they manage the market using prices as an indicator of market power, and the outcomes of the oligopoly were measured using profitability ratios such as ROA and ROE. The results indicate that the vegetable oil sector belongs to an oligopolistic market. This structure grants firms market power, enabling them to set prices, achieve higher profits, and increase profitability, resulting in better performance.

¹ORCID: 0009-0000-2758-5027. CRediT: Conceptualization, Research, Methodology, Validation, Drafting - Original Draft

²ORCID: 0000-0001-7026-4544. CRediT: Research, Formal Analysis, Methodology, Project Management

E-mail: erikespinoza3014@gmail.com; lilianmorales@uta.edu.ec

Copyright © 2024 Espinoza and Morales. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

El aceite vegetal es un producto de primera necesidad y de consumo masivo en el Ecuador, lo que hace relevante estudiar la estructura de mercado, el comportamiento de las empresas del sector y los resultados de la industria. Asimismo, es fundamental comprender cómo funciona una industria tan importante en la economía ecuatoriana, sobre todo después de que en el 2021 se experimentó un considerable incremento en los precios del aceite comestible (SIPA, 2023). En este contexto, es de interés determinar si la concentración del mercado en el sector de elaboración de aceites vegetales otorga a las empresas poder de mercado para influir positiva y directamente en los resultados del sector.

Esta investigación tiene el objetivo de analizar la relación entre la estructura de mercado, comportamiento y resultados en función del paradigma ECR (estructura-conducta–resultados) en el sector del aceite vegetal en el Ecuador. Se pretende comprobar si la estructura de mercado se relaciona significativamente con la rentabilidad y, a su vez, si la conducta, medida por el poder de mercado, se relaciona significativamente con los resultados sectoriales.

El paradigma ECR examina cómo la estructura de un sector determina la conducta de los agentes que participan en él y cómo esta conducta afecta los resultados empresariales (Maspupah et al., 2022). En una industria concentrada con barreras de entrada, la estructura influye directamente en la conducta de las empresas, y esta conducta, a su vez, impacta en el rendimiento del mercado (Bain, 1959). Según este paradigma, la concentración afecta negativamente la competencia eficiente (Rakshit & Bardhan, 2020), lo que resalta la importancia de la política pública. Mediante instrumentos regulatorios, correctamente implementados, las políticas públicas pueden fomentar rendimientos más eficientes y mejorar las condiciones del mercado (Vinueza & Braga, 2021).

Una estructura concentrada significa que la producción de un bien o servicio es dominada por un pequeño grupo de oferentes (Vera-Vera, 2019), esto puede deberse a que las empresas buscan un poder de mercado que les permita manipular precios o economías de escala para ser más eficientes (Hovhannisyan et al., 2019). Sin embargo, la concentración de mercado puede perjudicar a los consumidores al permitir que las empresas manipulen tanto el mercado como los precios de los bienes y servicios que ofrecen. Esto, a su vez, puede incrementar considerablemente la rentabilidad del sector.

Los mercados imperfectos generan perjuicios para uno o varios agentes económicos, lo que hace necesaria la intervención estatal para restablecer la eficiencia en sectores con fallas de mercado. En estos casos, las políticas públicas deben centrarse en resolver problemas relacionados con la fijación de precios, fusiones y abuso de poder de mercado (Cabral, 2022).

A lo largo de este documento, se presenta una revisión de la literatura que describe las bases teóricas del paradigma ECR que orientan las hipótesis de la investigación y se detallan conceptos de interés. A continuación, se presenta la evidencia empírica acerca de la estructura de mercado identificada

y los efectos del poder de mercado en el rendimiento del sector del aceite vegetal en el Ecuador.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Diversas investigaciones en distintas partes del mundo utilizan el paradigma estructura-comportamiento-resultado, en adelante ECR, para analizar un mercado de competencia imperfecta y estudiar cómo las conductas de las firmas influyen, o no, en la mejora de los resultados de la industria.

Coello-Montecel (2017) analizó la validez del paradigma ECR en el sector manufacturero ecuatoriano, obteniendo que la estructura del mercado y los resultados de las empresas poseen una relación positiva y con alta significancia del modelo. Además, se identificó que la Ley Orgánica de Regulación y Control de Mercado redujo la rentabilidad de las empresas, destacando el impacto positivo de las políticas públicas que regulan el mercado. En el mismo sentido y en el marco del paradigma ECR, Solano et al. (2017) calcularon los indicadores de concentración utilizando el índice Herfindahl-Hirshman y evidenciaron que cinco actividades poseen alta concentración, afectando a las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes). Las grandes compañías dominan la industria mediante actividades colusorias y barreras de entrada, mejorando sus resultados a costa de reducir el bienestar de los consumidores, disminuir la eficiencia productiva e impedir que nuevas empresas entren o se mantengan en el mercado.

En República Checa, Žáková et al. (2022) analizaron el sector de transformación de alimentos para identificar los determinantes de la rentabilidad empresarial. El estudio concluyó que, en entornos competitivos, las empresas con mayores cuotas de mercado no necesariamente tienen mayor poder para fijar precios ni obtener mejores resultados. Esto sugiere que en estos mercados no se adoptan comportamientos colusorios y el precio no se manipula para aumentar beneficios.

Es evidente que la concentración supone un grave problema para el correcto funcionamiento de cualquier mercado y, especialmente, para el sector de alimentos, incluyendo el correspondiente al aceite vegetal, por lo que el estudio de esta problemática es sumamente necesario. Bhuyan (2005) estudió la industria alimentaria de Estados Unidos para establecer los determinantes del poder de mercado, obteniendo que, en un mercado concentrado, el poder de mercado tiende a aumentar, afectando negativamente la eficiencia del sector. Esto concuerda con un estudio sobre el mercado minorista alimentario del mismo país, en el que, al analizar el efecto de la concentración del sector en los precios de los alimentos, se demostró que el incremento de la concentración desencadenaría en el aumento de los precios, y, por ende, la reducción del consumo de alimentos (Hovhannisyan et al., 2019).

Por otro lado, Dong et al. (2023) señalaron que, incluso en ausencia de poder de mercado o aumento de precios, la concentración tiene otros efectos negativos, como la reducción del número de empresas, lo que limita la variedad de opciones disponibles para los consumidores y perjudica a quienes buscan alternativas que se ajusten mejor a sus necesidades. En la industria manufacturera, la concentración resulta fundamental, pues solo las grandes compañías están en capacidad de competir con la tecnología necesaria (Schneider, 2021).

Es fundamental establecer formas eficientes de medir la rentabilidad, ya que esta refleja la situación financiera de las empresas y, en consecuencia, del sector al que pertenecen. Entre los diversos indicadores destacan el rendimiento sobre activos (ROA), que mide las ganancias en base al capital invertido en activos, y el rendimiento sobre patrimonio (ROE), que relaciona la utilidad neta después de impuestos con el capital que los accionistas invirtieron (Van Horne & Wachowicz, 2010). Estos indicadores permiten analizar los resultados tanto del mercado como de las empresas, que buscan constantemente mejorar su desempeño.

Para estudiar el sector manufacturero en Ecuador entre 2013 y 2018, se utilizaron las ratios de rendimiento sobre activos (ROA) y rendimiento sobre patrimonio (ROE), y se determinó que, en promedio, el ROA fluctúa entre 1,5 % y 3,5 %, mientras que el ROE varía entre 4,5 % y 9 %, destacando que las empresas manufactureras registraron niveles de rentabilidad más altos en comparación con otros sectores (Camino et al., 2020).

Algunas empresas pueden poseer control sobre los precios a pesar de la presencia de competidores (seguramente más pequeños) y tienen la capacidad de establecer un precio más alto o más bajo, y así alterar el comportamiento de la demanda y la oferta. Por ello, al estudiar la estructura, el comportamiento y los resultados de un sector, es indispensable considerar los precios de los productos ofrecidos y su volatilidad, especialmente por su impacto en la sociedad (Cabral, 2022). Específicamente en los mercados agrarios, Mora et al. (2014), al establecer la relación entre la volatilidad de los precios de productos agrícolas, identificaron que una volatilidad excesiva en los precios de productos agrícolas genera efectos negativos, como incertidumbre entre los actores económicos, un desarrollo inadecuado del sector y riesgos para la seguridad alimentaria. Estos efectos pueden contrarrestarse con políticas que incrementen la transparencia de los sectores, reduzcan la incertidumbre y garanticen que la volatilidad no sea consecuencia de especulación, desinformación o medidas gubernamentales incoherentes.

Al tratarse de productos alimenticios básicos o necesarios, como el aceite vegetal, la volatilidad de los precios cobra relevancia. Un estudio realizado por la CEPAL detalla que, entre 2000 y 2010, el aceite de palma y de soya registraron una volatilidad tipo I. Esta volatilidad es la más preocupante, debido a que genera un mayor nivel de incertidumbre, lo que conlleva graves consecuencias para los productores y consumidores del sector (CEPAL et al., 2011).

Durante 2021 y 2022, la economía de Ecuador experimentó un aumento significativo en los precios locales, alcanzando una inflación anual récord de 4,2 % en junio de 2022. En este periodo, los precios de las materias primas, incluidos alimentos, mostraron una mayor volatilidad, lo cual coincidió con el aumento inflacionario del país y desde 2021. Esta inflación se relacionó principalmente con el alza en los precios del sector de transporte (Bunce & Yaselga, 2023), debido a la disminución del subsidio a los combustibles.

Al estudiar el paradigma ECR y los efectos negativos de los mercados imperfectos sobre el bienestar social, la productividad y los precios, es indudable que, sin importar el sector y el poder de las compañías, es responsabilidad de los gobiernos proteger a los consumidores y a las pequeñas empresas de los efectos negativos de los mercados concentrados. En el caso de Ecuador, la Ley Orgánica de Regulación y Control de Poder de Mercado (2011) se creó con el objeto de construir un mercado más justo y competitivo. Al respecto, Coello-Montecel (2017) concluyó que esta normativa cumplió su propósito al modificar la estructura del sector manufacturero, garantizando una mayor competencia. No obstante, destacó el incremento en la concentración de las cuatro empresas más grandes de la industria: Pronaca, Nestlé Ecuador S.A., La Fabril S.A. e Industrias Ales C.A.

En Ecuador, el aceite vegetal desempeña un rol fundamental, pues, además de que los aceites comestibles forman parte de la canasta familiar básica (INEC, 2023), el país se encuentra entre los principales productores y exportadores de este producto en América. En el 2022, se produjeron 433.688 mil toneladas de aceite vegetal crudo; de este total, el 74 % fue para consumo local y el restante fue exportado, siendo Colombia el principal importador (Acosta, 2022).

En un mercado imperfecto, se hace necesaria la regulación estatal para restablecer la eficiencia de un sector con fallas de mercado. En el país, existen varias normas que buscan regular el mercado y proteger a los consumidores, tanto la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado y la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor son la base legal para garantizar la competencia justa y el bienestar general en el país.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio, se analizó el sector manufacturero clasificado en la CIIU 1040.11, dedicado a la elaboración de aceites crudos vegetales (sin refinar) de oliva, soya, palma, semilla de girasol, semilla de algodón, colza, repollo o mostaza, linaza, etcétera (INEC, 2012). Al momento de recopilar la información, se identificaron 43 compañías activas en el sector. Sin embargo, se eligieron dos empresas, La Fabril S.A. e Industrial Danec S.A., con base en

el ranking elaborado por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). Estas fueron seleccionadas porque contaban con la información completa necesaria para el periodo de estudio.

Para la investigación, se utilizaron datos extraídos de los portales web de tres instituciones gubernamentales:

- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias): se obtuvieron las ventas de aceite de La Fabril basadas en auditorías externas, y las ventas sujetas a IVA de Danec a partir de los estados de situación financiera.
- Servicio de Rentas Internas (SRI): de la declaración 104 se obtuvieron las ventas locales del sector con 0 % IVA; las adquisiciones locales de activos fijos y las importaciones de activos fijos. De la declaración 101, se extrajo el total del activo, total del patrimonio y utilidad del ejercicio de la CIIU 1040.11.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA): se recopilaron los precios de tres marcas de aceites vegetales en las ciudades de Quito y Cuenca, ya que ofrecían información completa para el periodo de estudio.

Para el procesamiento de la información, se presentaron limitaciones relacionadas con la falta de información disponible en el portal web de la SuperCias. La intención inicial era medir la cuota de mercado de cada una de las empresas participantes en la CIIU 1040.11; sin embargo, de las nueve empresas pertenecientes al sector, solo se contaba con la información completa de las ventas de La Fabril y Danec.

Al recabar los datos del Sistema de Información de la Producción Agropecuaria (SIPA), los precios mensuales y anuales de las tres marcas de aceite vegetal no estaban disponibles de manera ininterrumpida, así que se tomó el periodo 2014-2021. De las veintiún ciudades que el Ministerio de Agricultura (MAGAP) compila la información de precios, apenas las ciudades de Quito y Cuenca disponían la información completa para el periodo estudiado, además de ser ciudades importantes y de referencia para el consumo en la sierra andina del Ecuador.

Una vez depuradas las bases de datos, en primer lugar, se calculó el índice Herfindahl-Hirschman (IHH). Al multiplicar la sumatoria de las cuotas de mercado elevadas al cuadrado de las dos empresas por diez mil (anexo B), se estableció el grado de la concentración de mercado del sector en base a los parámetros aceptados la Superintendencia de Control del Poder de Mercado. Un IHH inferior a 1500 es un mercado con baja concentración; entre 1500 y 2500, concentración moderada, y, si se trata de un mercado con concentración alta, se obtiene un valor superior a 2500.

Posteriormente, para determinar la volatilidad de los precios, se utilizaron los precios mensuales de tres diferentes marcas de aceite vegetal entre

el periodo 2014-2021 (La Favorita, El Cocinero y Girasol) en las ciudades de Quito y Cuenca. Se realizó un estudio de series temporales por cada aceite en cada ciudad, que se divide en tres fases:

1. Estadísticos descriptivos: valores mínimos, máximos, media y desviación estándar de los precios mensuales promedio del litro de aceite vegetal en Quito y Cuenca.
2. Secuencia de los precios mensuales: se determinó si los precios poseían series con niveles estables, si presentaban un comportamiento aleatorio y si existía una tendencia creciente o decreciente, o si no se evidenciaba ninguna tendencia.
3. Estacionalidad de los precios: mediante diagramas de caja y bigote se analizaron los precios en función de los meses y se estableció si existía uno o varios meses en los cuales el precio mostraba un comportamiento especial.

Después de determinar el comportamiento de los precios, se calculó la variación mensual de los precios por año mediante la fórmula:

$$V = \frac{V_F - V_I}{V_I} \quad (1)$$

Luego, se procedió a calcular la desviación estándar de la variación por cada año estudiado y finalmente se obtuvo la volatilidad, al multiplicar la desviación estándar anual (σ) por la raíz cuadrada de 12, pues los precios se encontraban en intervalos mensuales. De esta forma, la fórmula de la volatilidad vendría dado por:

$$\text{Volatilidad} = \sigma * \sqrt{12} \quad (2)$$

Para el cálculo de la rentabilidad del sector en el periodo 2014-2021, se utilizaron dos indicadores: rentabilidad económica y rentabilidad financiera, con los datos de la CIIU 1040.11 obtenidos de la declaración 101 del SRI. Para calcular la rentabilidad sobre los activos, se utilizó la utilidad del ejercicio y el total de activos, así se determinó en qué medida la utilidad del sector depende de la inversión en activos.

$$ROA = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Activos total}} \quad (3)$$

Para calcular la rentabilidad sobre el patrimonio, se utilizó la utilidad del ejercicio y el total de patrimonio para establecer la influencia de los aportes de capital en la utilidad.

$$ROE = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio}} \quad (4)$$

Por último, para establecer el cumplimiento del paradigma ECR, se estableció la relación estadística entre la estructura de mercado y la rentabilidad sectorial. Posteriormente, se buscó establecer si existe una relación estadística entre los precios promedio con la rentabilidad. Para ambos casos, inicialmente se evaluó si existía correlación significativa entre las variables y se analizó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk, pues se contaban con menos de 50 datos. Se utilizó la correlación de Spearman.

A continuación, se realizó una regresión lineal simple en el software SPSS, utilizando los precios promedio como variable independiente y los índices de rentabilidad como variable dependiente, dado que entre estas variables se evidenció una correlación significativa. Para mejorar la calidad del modelo, se excluyeron los valores correspondientes al año 2021, ya que las pruebas de bondad de ajuste proyectaron mejores resultados sin incluir dicho periodo. Esta exclusión se fundamenta en que el año 2021 fue atípico para el sector del aceite vegetal debido al bajo crecimiento de la producción en países del sudeste asiático (FAO, 2021) y a la guerra entre Rusia y Ucrania, principales exportadores de aceite de girasol (FAO, 2022).

Inicialmente, se trabajó con datos anuales del periodo 2014-2021, ya que las fuentes oficiales solo proporcionaban información anual. No obstante, para aumentar el número de observaciones y mejorar la robustez del análisis econométrico, los datos sobre la estructura de mercado y las ratios de rentabilidad se trimestralizaron utilizando el software Ecotrim. Esto generó un conjunto de 32 observaciones (ver anexo F), que posteriormente fueron analizadas nuevamente en SPSS mediante una regresión lineal como parte de un análisis experimental. Este proceso y sus resultados se detallan en los anexos G y H.

El análisis experimental mostró que los resultados para ambas series de datos (anual y trimestralizada) fueron similares. Contrario a lo esperado, el mayor número de observaciones no incrementó la robustez del modelo. Por este motivo, los resultados finales de la investigación se presentan utilizando la serie original con ocho observaciones anuales, garantizando la validez de los hallazgos y la coherencia del análisis.

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

4.1. Estructura de mercado

En base al índice de concentración Herfindahl-Hirschman (IHH), se analizó el grado de concentración de las dos empresas más grandes del sector de elaboración de aceite vegetal.

Tabla 1. Índice de concentración de mercado IHH - CIIU 1040.11

Año	Cuota de mercado La Fabril S.A.	Cuota de mercado Industrial Danec S.A.	Índice Herfindahl-Hirschman
2014	0,617753529	0,344775159	5.004,9
2015	0,644594395	0,354136025	5.409,1
2016	0,564344313	0,32708698	4.254,7
2017	0,557953833	0,303351494	4.033,3
2018	0,572474096	0,328309627	4.355,1
2019	0,623488618	0,358633547	5.173,6
2020	0,657108674	0,366840284	5.663,6
2021	0,567436818	0,402854926	4.842,8
Promedio	0,60064428	0,34824851	4.842,1

Fuente: SuperCias (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Se determinó que en el periodo estudiado la industria del aceite vegetal presentó un IHH superior a 4.800, lo cual evidencia la presencia de una estructura de mercado imperfecta, es decir, un oligopolio. Cabe resaltar que las empresas del duopolio que se presentan en la tabla 1 poseen el 95 % de la cuota de mercado, siendo La Fabril la empresa con mayor participación, acaparando en promedio el 60 % de la cuota, mientras que Danec posee aproximadamente el 35 % de participación. Este escenario sugiere la presencia de poder de mercado, permitiendo a estas empresas influir en los precios y establecer barreras de entrada que dificultan la participación de nuevos competidores.

En el contexto ecuatoriano, se ha evidenciado que las grandes empresas con poder de mercado en el sector manufacturero pueden disminuir el bienestar de los consumidores, reducir la eficiencia productiva y afectar la competitividad (Solano et al., 2017). El aceite vegetal es un producto de alto consumo de los hogares ecuatorianos, de modo que un aumento de la concentración podría provocar un aumento de los precios (Hovhannisyan et al., 2019). No obstante, debido a la naturaleza inelástica de la demanda de este producto básico, los consumidores tienden a aceptar los precios establecidos.

La revisión de la literatura revela también otros efectos de la concentración como mercados no competitivos e ineficientes (Bhuyan, 2005) o un reducido número de competidores que afecta a la variedad de productos, eliminando las alternativas para los consumidores (Dong et al., 2023).

En la lógica de la concentración de mercado, Hashimzade et al. (2017) señalan que una de las principales barreras de entrada es la inversión necesaria para adquirir planta y equipo. En el sector manufacturero, específicamente, solo las grandes empresas cuentan con la capacidad de realizar inversiones intensivas en bienes de capital (Schneider, 2021). En el presente estudio, se analiza el monto de inversión para la adquisición de activos fijos en el sector del aceite vegetal que podría evidenciar la presencia de una barrera de entrada al sector.

Tabla 2. Inversión en activos fijos sector aceite vegetal CIU 1040.11

Año	Adquisiciones locales de activos fijos 12 %	Importaciones de activos fijos 12 %	Total activos fijos
2014	\$ 2.526.468,95	\$ 3.185.950,67	\$ 5.712.419,62
2015	\$ 1.332.731,56	\$ 8.218.388,51	\$ 9.551.120,07
2016	\$ 1.267.613,65	\$ 761.323,92	\$ 2.028.937,57
2017	\$ 2.332.136,41	\$ 2.392.327,50	\$ 4.724.463,91
2018	\$ 5.239.352,26	\$ 2.656.416,49	\$ 7.895.768,75
2019	\$ 3.380.688,32	\$ 3.442.799,21	\$ 6.823.487,53
2020	\$ 668.616,12	\$ 2.561.018,18	\$ 3.229.634,30
2021	\$ 1.901.013,13	\$ 3.081.569,49	\$ 4.982.582,62
Promedio			\$5.618.551,80

Fuente: SRI (2023)

Elaboración: Autores

Evidentemente, este sector ha requerido una importante inversión en activos fijos que le ha permitido operar y mantener la estructura de mercado oligopólica. Entre 2014 y 2021, las empresas dedicadas a la elaboración de aceite vegetal requirieron en promedio \$5.618.551,80 dólares estadounidenses anuales para comprar activos fijos del mercado nacional e importados.

4.2. Volatilidad de los precios

En el siguiente apartado, se establece el comportamiento de los precios nacionales y la volatilidad de los precios de tres marcas de aceite vegetal disponibles en las ciudades de Quito y Cuenca, a saber, El Cocinero, La Favorita y Girasol.

4.2.1. Estadísticos descriptivos

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del precio del aceite vegetal para las ciudades de Quito y Cuenca

Marcas de aceite estudiadas	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Aceite El Cocinero-Quito	1,47	2,44	1,756	0,21747
Aceite El Cocinero-Cuenca	1,56	2,36	1,7804	0,18811
Aceite La Favorita-Quito	1,57	2,41	1,8363	0,19454
Aceite La Favorita-Cuenca	1,71	2,36	1,8929	0,17965
Aceite Girasol-Quito	2,71	3,63	2,8221	0,19796
Aceite Girasol-Cuenca	2,65	3,65	2,8657	0,18441

Fuente: SIPA (2023)

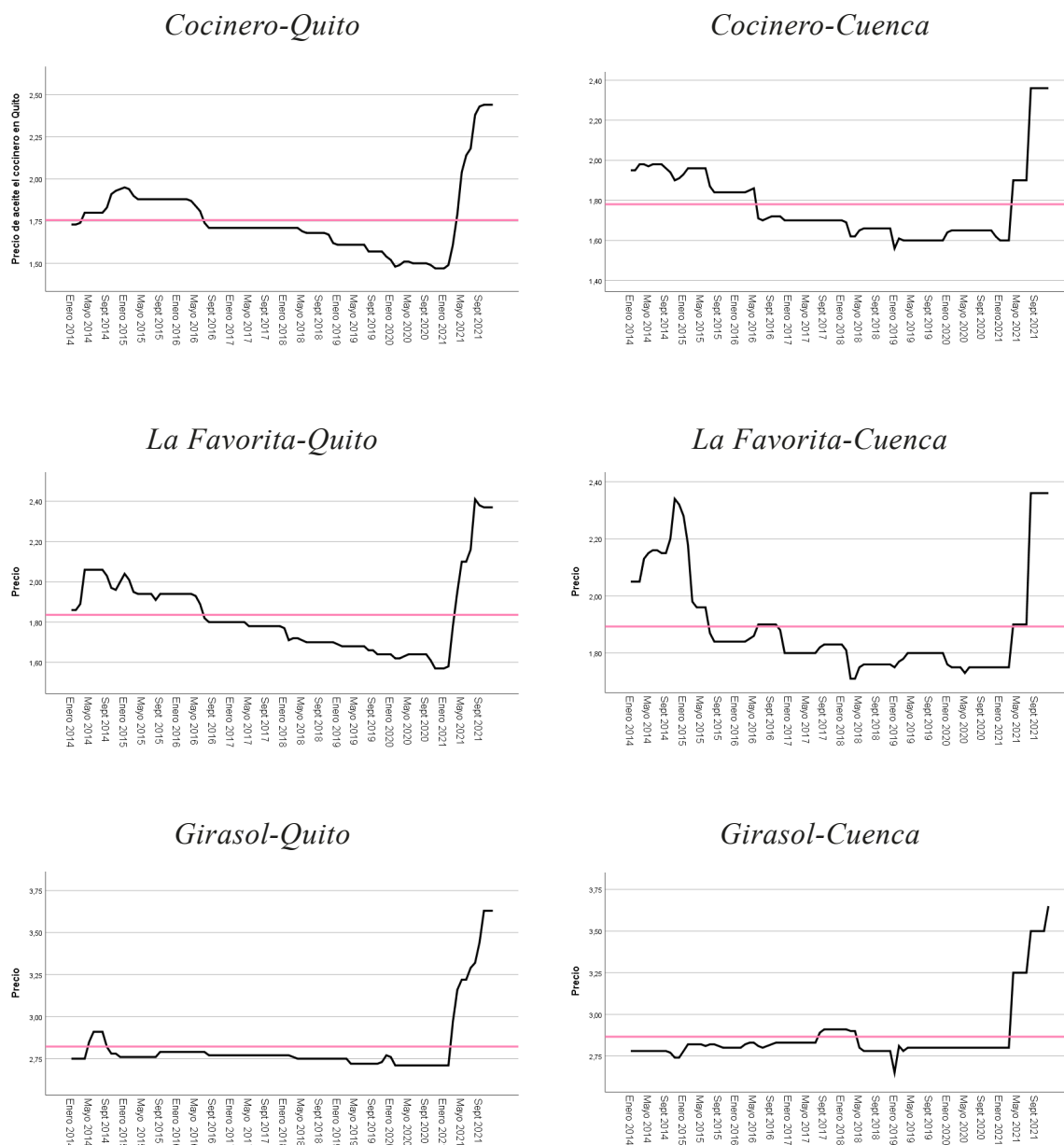
Elaboración: Autores

Al analizar los estadísticos descriptivos de las distintas marcas de aceite vegetal en el periodo 2014-2021, se observa que todos los precios alcanzaron su pico máximo en los últimos meses de 2021 (anexo C). Además, en general, se presentan desviaciones estándar bajas; es decir, los precios tienen poca dispersión respecto a la media.

4.2.2. Secuencia de los precios

En la figura 1 se evidencia el nivel, comportamiento y tendencia de los precios por litro expresados mensualmente correspondiente a los aceites vegetales de las marcas El Cocinero, La Favorita y Girasol en las ciudades de Quito y Cuenca en el periodo 2014-2021.

Figura 1. Secuencia de los precios del aceite El Cocinero, La Favorita y Girasol



Fuente: SIPA (2023)

Elaboración: Autores

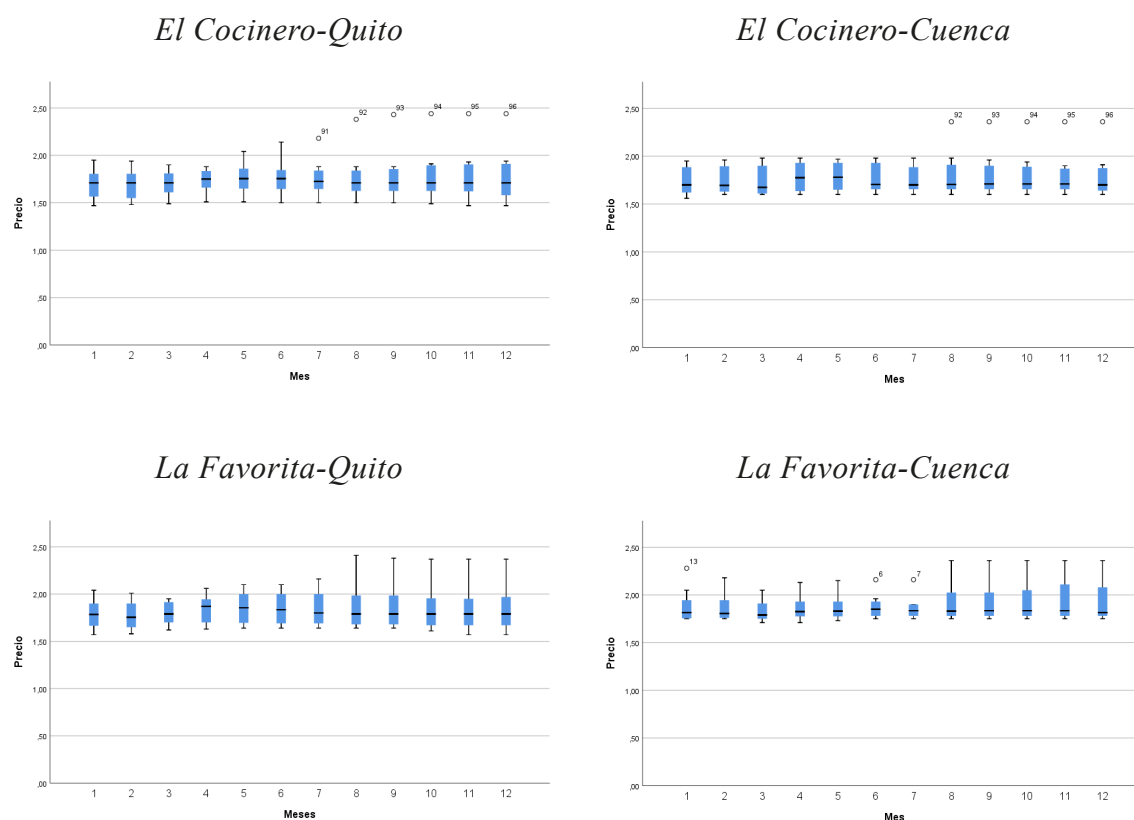
Al analizar la secuencia de los precios de las distintas marcas de aceite vegetal en las ciudades de Quito y Cuenca presentados en la figura 1, se puede determinar que las series tienen un nivel inestable, cuyos picos son aleatorios, por lo que no se puede establecer una sola tendencia a lo largo de los años en

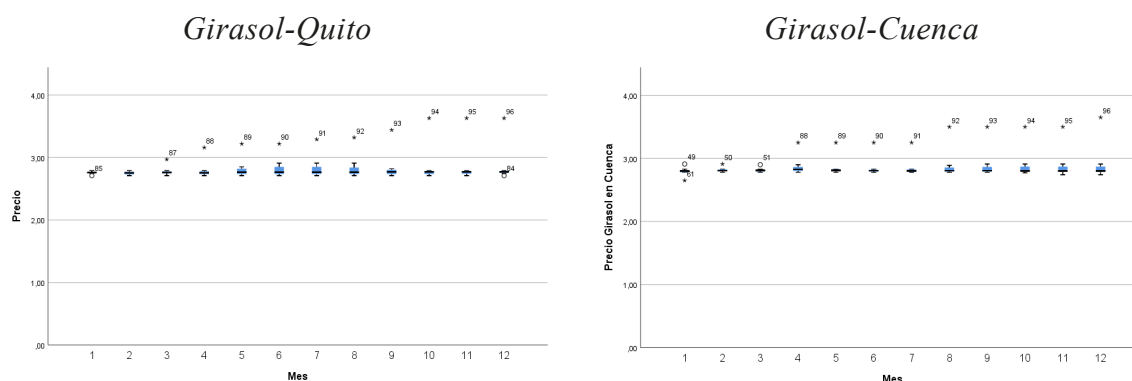
ninguna marca estudiada. Se debe resaltar el comportamiento de los precios en el año 2021, en el que claramente se observa un incremento sostenido reflejado en los últimos meses de este año.

4.2.3. Estacionalidad de los precios

En la figura 2 se evidencia estacionalidad de los precios mensuales del aceite vegetal de marca El Cocinero, La Favorita y Girasol en las ciudades estudiadas, para demostrar si presentan o no algún comportamiento característico.

Figura 2. Estacionalidad de los precios del aceite El Cocinero, La Favorita y Girasol





Fuente: SIPA (2023)

Elaboración: Autores

Mediante los diagramas de caja y bigote de la figura 2, se puede evidenciar que las series no son estacionales, es decir, no presentan un patrón sistemático con una repetición cíclica en un mes en particular. No se observan picos pronunciados en periodos determinados, y las cajas son relativamente pequeñas, lo que indica una baja variabilidad en los datos. Por último, se identificaron valores atípicos que corresponden al año 2021, un periodo que registró una notable variación al alza en comparación con años anteriores.

4.2.4. Volatilidad de los precios

En base a la secuencia y estacionalidad de los precios, se procede a establecer la volatilidad de los precios nacionales del aceite vegetal de las marcas El Cocinero, La Favorita y Girasol en las ciudades de Quito y Cuenca en el periodo 2014-2021, considerando que se tratan de series aleatorias, sin tendencias constantes y no estacionarias.

Tabla 4. Volatilidad de los precios del aceite vegetal

Año	Cocinero- Quito	Cocinero- Cuenca	Favorita- Quito	Favorita- Cuenca	Girasol- Quito	Girasol- Cuenca
2014	5,14	3,42	10,12	7,37	5,69	1,11
2015	2,35	5,34	4,61	9,85	1,09	2,17
2016	4,2	8,31	4,04	5,12	0,72	1,3
2017	0	0	1,11	1,19	0	2,17
2018	3,07	4,77	3,48	6,3	0,49	3,44
2019	2,97	7,08	1,65	2,81	1,93	8,08
2020	3,59	3,27	3,34	2,81	1,81	0
2021	17,12	29,43	18,05	24,94	10,96	17,17
Promedio	4,81	7,70	5,80	7,55	2,84	4,40

Fuente: SIPA (2023)**Elaboración:** Autores

Al estudiar los precios en un análisis comparativo entre marcas de aceite vegetal, se observa que estos presentan una volatilidad relativamente baja, con promedios inferiores al 8 % en el periodo de 2014 a 2021. En el periodo estudiado, se destaca la volatilidad del año 2017 del aceite Cocinero en Quito y Cuenca, y la del aceite Girasol en la misma ciudad en 2017 y 2021, precios que presentaron una fluctuación del 0 %, es decir, no se presentó volatilidad. Por el contrario, el año 2021 muestra el mayor nivel de volatilidad del periodo analizado, siendo el único año en el que se superaron los 10 puntos porcentuales, en concordancia con los resultados previamente presentados.

Los resultados evidencian que 2021 fue un año en el cual los precios de las tres marcas de aceites en las ciudades analizadas tuvieron un repunte considerable. La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO, 2021) señala que los cambios en los precios de los aceites vegetales se deben principalmente al encarecimiento del aceite de palma, colza y soja. En mayo de 2021, el aceite de palma tuvo un crecimiento en su cotización internacional, presentando su valor más alto desde febrero de 2011, esto se atribuye al desacelerado crecimiento de su producción en naciones del sudeste asiático y a la alta demanda mundial de su importación (FAO, 2021).

Por otro lado, según la FAO, el aumento de los precios en el aceite de girasol pudo deberse principalmente a la guerra entre Rusia y Ucrania, que tuvo un impacto significativo en sus valores, registrando en 2021 incrementos del 63 %, además de la escasa oferta mundial y la alta demanda. Es necesario recalcar que Rusia y Ucrania, entre 2018 y 2021, acapararon aproximadamente el 80 % de las exportaciones globales del aceite de girasol, y en el último año

los dos países se encontraban entre los tres principales exportadores (FAO, 2022).

4.3. Rentabilidad del sector

En el contexto del paradigma ECR, se procedió a calcular la rentabilidad sectorial por medio de los indicadores de rentabilidad sobre activos (ROA) y rentabilidad sobre el patrimonio (ROE).

Tabla 5. ROA del sector del aceite vegetal CIU 1040.11

Años	Activos	Utilidad	ROA
2014	547.429.414,57	33.862.938,42	0,061858091
2015	563.392.575,21	32.295.006,56	0,057322386
2016	554.097.172,32	28.065.764,65	0,050651341
2017	588.676.020,80	21.919.438,23	0,037235147
2018	613.097.896,42	14.692.562,34	0,023964464
2019	713.022.421,63	8.165.611,72	0,011452111
2020	800.565.292,70	10.945.116,52	0,013671735
2021	834.524.964,69	14.464.300,35	0,017332376
Promedio	651.850.719,79	20.551.342,35	0,034186

Fuente: SRI (2023)

Elaboración: Autores

Al analizar la rentabilidad en relación con los activos totales del sector del aceite vegetal, se determinó que, en el periodo de estudio, la rentabilidad de la industria mantuvo un rendimiento del activo mayor a 0, y en promedio, en la industria entre 2014 y 2021, el 3 % de la inversión en activos generó utilidad. Además, se tuvo un retorno del 3,42 % sobre sus activos, es decir, por cada dólar de activos que posee el sector, se obtuvo una utilidad de 0,03 centavos.

Se puede resaltar que de 2014 a 2021, la ROA del sector tuvo un decrecimiento aproximado del 72 %, pero, a pesar de eso, el indicador de la rentabilidad medida por los activos es buena. Es necesario mencionar que, en los años estudiados, los activos totales del sector tuvieron una alta capacidad para generar rentabilidad, incluso en 2020, a pesar de la crisis sanitaria causada por el COVID-19.

Los resultados del ROA concuerdan con la investigación de Camino et al. (2020), que señala que, en la industria manufacturera, este ratio se encuentra entre 1,5 % y 3,5 %, y como se señaló el sector de la CIU 1040.11 presenta una media de 3,42 %.

Tabla 6. ROE CIHU 1040.11

Años	Patrimonio	Utilidad	ROE
2014	189.174.259,95	33.862.938,42	0,179003943
2015	189.686.060,11	32.295.006,56	0,170255034
2016	189.228.916,12	28.065.764,65	0,148316469
2017	188.794.394,31	21.919.438,23	0,116102167
2018	189.287.657,08	14.692.562,34	0,077620287
2019	207.068.439,58	8.165.611,72	0,039434362
2020	217.962.738,16	10.945.116,52	0,05021554
2021	200.085.629,44	14.464.300,35	0,072290551
Promedio	196.411.011,84	20.551.342,35	0,1066548

Fuente: SRI (2023)**Elaboración:** Autores

Al analizar la rentabilidad del sector del aceite vegetal en relación con el total del patrimonio neto, se determinó que, en el periodo 2014-2021, la rentabilidad fue positiva, y en promedio se generó un retorno del 10,67 % sobre el patrimonio. Es decir, por cada dólar de patrimonio que posee el sector, se obtiene una utilidad aproximada de 0,11 centavos, y aproximadamente el 11 % del patrimonio invertido por accionistas de las empresas del sector contribuyó a generar utilidad. El ROE superior al 0 % en los 8 años indica que el rendimiento obtenido por los aportes de capital contribuyó en gran medida a generar rentabilidad, incluso en épocas de recesión económica, como fue el 2020, año en el que la pandemia del COVID-19 limitó la capacidad económica de varias empresas.

En promedio, el rendimiento sobre el patrimonio del sector estudiado en los 8 años de estudio fue de 10,67 %, esto difiere ligeramente con los resultados presentados por Camino et al. (2020), pues en su investigación del sector manufacturero se señala que el ROE de la industria oscila entre 4,5 % y 9 %; sin embargo, tanto en el estudio de Camino et al. (2020) como en la presente investigación, se obtiene que la rentabilidad económica es superior a la rentabilidad financiera.

4.4. Relación estadística entre estructura de mercado, poder de mercado (precios) y rentabilidad

4.4.1. Estructura de mercado y rentabilidad

Como lo establece el paradigma estructura-comportamiento-resultados (ECR), se buscó identificar la relación entre la estructura y los resultados del sector de la elaboración del aceite vegetal. Los hallazgos indican que no existe una relación estadística significativa entre la estructura concentrada del mercado y la rentabilidad, ya sea económica o financiera, con una correlación de -0,238 en ambos casos (ver anexo E).

En base a este resultado, se puede determinar que, para el caso del sector del aceite vegetal de Ecuador en el periodo 2014-2021, no existe relación entre la estructura concentrada y el rendimiento del sector. A pesar de que se trata de una industria concentrada, con apenas dos empresas que controlan aproximadamente el 96 % de la cuota del mercado, la rentabilidad positiva del sector no se debe a su estructura oligopólica. Lo mencionado previamente ofrece un primer avance hacia la comprensión del comportamiento de este sector en Ecuador.

Los resultados son consistentes con investigaciones previas como las de Permana y Hariyanti (2016) y Žáková et al. (2022), que también encontraron que la rentabilidad, siendo un resultado del sector, no se relaciona con la concentración ni con la presencia de una estructura de mercado imperfecta. Sin embargo, estos hallazgos contrastan con el estudio de Coello-Montecel (2017), que identificó una relación positiva y significativa entre la concentración del mercado y los resultados en el sector manufacturero ecuatoriano.

Dada esta diversidad de resultados, es crucial profundizar en el análisis del comportamiento de este sector de la economía ecuatoriana, especialmente considerando su relevancia como producto esencial en el consumo de la población.

4.4.2. Poder de mercado (precios) y rentabilidad

Siguiendo el paradigma ECR, a pesar de que no se encontró una relación entre estructura de mercado y rentabilidad, los resultados obtenidos previamente insinúan que un mercado concentrado otorga poder de mercado a las empresas que poseen alta participación. Este poder les permite a las grandes compañías controlar aspectos fundamentales del mercado, como la fijación de precios adoptando comportamientos para mejorar sus resultados. Es por ello por lo que resulta imprescindible analizar la relación entre poder de mercado medido por los precios y la rentabilidad.

La correlación de Spearman aplicada para el análisis estadístico indica que, al utilizar los precios promedio de cada una de las tres marcas de aceite

mencionadas en este estudio, se exhibe una relación positiva y la rentabilidad, con una correlación de 0,619. Es decir que, a medida que los precios del aceite vegetal incrementan, la rentabilidad del sector también lo hace.

A continuación, se realiza una regresión lineal entre el promedio de los precios y los dos índices de rentabilidad para el periodo 2014-2021.

4.4.3. Relación entre poder de mercado (precios) y rentabilidad 2014-2021

En base a la tabla 7, el valor beta de los coeficientes estandarizados es de 0,263 para la relación precios-ROA y 0,339 para precios-ROE, lo que indica que la variable rentabilidad tiene un peso limitado en el modelo. Además, se determina que el modelo no es significativo, lo que sugiere que, en el periodo 2014-2021, los precios no son considerados predictores válidos de los rendimientos sectoriales.

Tabla 7. Regresión lineal simple entre precios y rentabilidad ROA-ROE (2014-2021)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
Precios-ROA	(Constante)	-0,044	0,118		-0,375	0,721
	Precios promedio	0,036	0,054	0,263	0,667	0,529
Precios-ROE	(Constante)	-0,164	0,307		-0,534	0,613
	Precios promedio	0,125	0,142	0,339	0,883	0,411

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

El análisis estadístico exhibe un R-cuadrado ajustado de -0,086 con el ROA y -0,032 con el ROE (tabla 8). La varianza presenta un valor F de 0,445 para ROA y 0,780 para ROE (tabla 9); por lo tanto, los datos obtenidos reflejan un débil ajuste del modelo.

Tabla 8. Resumen del modelo de los precios: ROA-ROE (2014-2021)

Modelo	R	R cuadrado	R2 ajustado	Error estándar de la estimación
Precios-ROA	0,263	0,069	-0,086	0,02124
Precios-ROE	0,339	0,115	-0,032	0,05543

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Tabla 9. ANOVA de los precios: ROA-ROE (2014-2021)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Precios-ROA	Regresión	0,000	1	0,000	0,445	0,529b
	Residuo	0,003	6	0,000		
	total	0,003	7			
Precios-ROE	Regresión	0,002	1	0,002	0,780	0,411b
	Residuo	0,018	6	0,003		
	total	0,021	7			

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Dado lo anterior, se procedió a revisar los datos utilizados en el análisis previo y se retiraron los precios correspondientes al año 2021. Este periodo presentó altas fluctuaciones en los precios, considerados valores atípicos que podrían haber distorsionado los resultados del resto de la serie de datos.

Los datos anuales del periodo 2014-2020, obtenidos de las fuentes del Servicio de Rentas Internas y de la Superintendencia de Compañías, fueron trimestralizados (anexos G y H). De modo que, al aplicar el procedimiento nuevamente, se obtiene un 0,964 de correlación de Spearman, alta y positiva, con ambos indicadores de rentabilidad.

4.4.4. Poder de mercado (precios) ROA y ROE (2014-2020)

El valor beta de los coeficientes no estandarizados señala que un aumento de una unidad monetaria en los precios resultará en un aumento aproximado de 0,22 unidades monetarias en la ROA, y de 0,60 unidades en la ROE. Además, el signo positivo indica que, si los precios incrementan, también lo hace la rentabilidad. Por otro lado, el valor beta de los coeficientes estandarizados

fue de 0,979 y 0,975, lo que permite concluir que los precios del aceite son relevantes para determinar la rentabilidad en el sector estudiado. La significancia sugiere que, con un nivel de confianza del 99 % y con un nivel de error del 1 %, el modelo es altamente significativo, por lo que los precios del aceite vegetal inciden en la rentabilidad.

Tabla 10. Regresión lineal simple precios: ROA-ROE excluyendo el año 2021 del periodo de estudio

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
Precios-ROA	(Constante)	-0,428	0,043		-9,836	0,000
	Precios promedio	0,219	0,021	0,979	10,687	0,000
Precios-ROE	(Constante)	-1,158	0,131		-8,868	0,000
	Precios promedio	0,600	0,062	0,975	9,730	0,000

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Tabla 11. Resumen del modelo de regresión lineal (2014-2020)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
Precios-ROA	0,979	0,958	0,950	0,00465
Precios-ROE	0,975	0,950	0,940	0,01398

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Los modelos presentan un R-cuadrado ajustado de 0,950 para el ROA y 0,940 para el ROE. Esto indica que la rentabilidad económica está explicada en un 95 % por los precios, mientras que la rentabilidad financiera lo está en un 94 %. Estos resultados sugieren que los precios tienen una incidencia significativa en la rentabilidad del sector. En el marco del paradigma ECR, esto implica que el comportamiento del mercado influye directamente en los resultados de la industria del aceite vegetal en Ecuador.

Tabla 12. ANOVA de precios: ROA-ROE (2014-2020)

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Precios-ROA	Regresión	0,002	1	0,002	114,209	0,000
	Residuo	0,000	5	0,000		
	Total	0,003	6			
Precios-ROE	Regresión	0,019	1	0,019	94,679	0,000
	Residuo	0,001	5	0,000		
	Total	0,019	6			

Fuente: SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

El análisis de varianza determina que los valores F son elevados al igual que la significancia a un nivel de confianza del 99 % y un 1 % de probabilidad de error, destacando que los precios nacionales del aceite vegetal tienen un impacto significativo sobre la rentabilidad medida para este estudio por el ROA y por el ROE. Con los resultados obtenidos, se puede pensar que, cuando los precios nacionales del aceite vegetal incrementan, la rentabilidad del sector también lo hace.

Es importante destacar que, al tratarse de un producto esencial para el consumo de los ecuatorianos, la demanda del aceite vegetal se caracteriza por su inelasticidad. Esto implica que los resultados del sector, medidos en este estudio a través de la rentabilidad, no se ven significativamente afectados por los cambios en los precios, a diferencia de lo que podría ocurrir en un mercado de competencia perfecta con demanda elástica, donde un aumento en los precios podría provocar una disminución en la demanda.

En mercados concentrados, como el del aceite vegetal en Ecuador, el poder de mercado tiende a incrementarse, lo que usualmente conduce a un alza en los precios (Hovhannisyan et al., 2019). Además, las grandes empresas suelen establecer barreras de entrada, dificultando la participación de nuevos competidores (Bhuyan, 2005).

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El sector del aceite vegetal estudiado en la presente investigación evidencia una estructura de mercado oligopólica, caracterizada por una alta concentración de mercado en dos empresas, La Fabril S.A. e Industrial Danec S.A., que poseen aproximadamente el 95 % de la cuota de mercado promedio del periodo. Esta concentración otorga a estas empresas un significativo poder de mercado,

permitiéndoles fijar precios y establecer barreras de entrada para pequeños y nuevos competidores. Esto es especialmente relevante en un sector intensivo en capital y activos fijos, necesarios para incrementar la capacidad productiva.

Existe baja volatilidad en los precios del aceite vegetal para tres marcas distintas, como son El Cocinero, La Favorita y Girasol, en las ciudades de Quito y Cuenca para el periodo 2014-2020. El año 2021 evidencia que los precios tuvieron una alta volatilidad, siendo datos atípicos del periodo de estudio. De acuerdo con la FAO, el incremento de los precios del aceite de palma en el año 2021 se explica en cierta medida por el lento crecimiento en la producción de este aceite en países del sudeste asiático y su alta demanda global. Por otro lado, las fluctuaciones en los precios del aceite de girasol estuvieron influenciadas por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, dos de los principales exportadores de este producto.

Se determinó que la industria estudiada obtuvo resultados positivos en los ocho años de estudio. Así, la rentabilidad en relación con los activos generó un retorno promedio del 3 % y el retorno sobre el capital fue del 10 %. Evidentemente, el sector muestra alta rentabilidad, incluso frente a eventos inesperados, como la pandemia por COVID-19 en el año 2020.

Al establecer las relaciones entre la estructura de mercado, el poder de mercado y la rentabilidad (paradigma ECR), no se exhibe una relación estadísticamente significativa entre la estructura y la rentabilidad, lo que revela que, en el sector del aceite vegetal en el Ecuador, la concentración de mercado no influye directamente en la rentabilidad. Sin embargo, al relacionar estadísticamente el poder del mercado, medido por el comportamiento de los precios y la rentabilidad del sector, se evidenció una correlación alta y positiva, afirmando que, a medida que los precios del aceite vegetal se incrementan, también lo hace la rentabilidad del sector. Esto confirma el paradigma estructura-comportamiento-resultados, pues la estructura oligopólica les otorga poder de mercado a las empresas, lo que a su vez les permite fijar precios elevando la rentabilidad del sector.

Este estudio busca contribuir con información relevante para la toma de decisiones en política pública en Ecuador, orientando a los responsables en la búsqueda del bienestar y la mejora de la calidad de vida de la población. La presencia de poder de mercado genera demanda inelástica y por lo tanto los consumidores aceptan los precios. En el marco de la seguridad alimentaria, el acceso a productos alimenticios necesarios para la población surge no solo por la oferta disponible, sino también por la posibilidad de comprarlos a precios accesibles.

En futuras líneas de investigación, se podrían orientar los estudios de la academia hacia el análisis del poder de mercado y el bienestar de los consumidores por ejemplo o al estudio de las economías de escala y la inversión relacionados con las estructuras de mercado imperfectas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, W. (2022). Cultivo de palma aceitera en el Ecuador: Resultados del sector palmicultor ecuatoriano en el año 2022. *ANCUPA*, 1-3.
- Bain, J. (1959). *Industrial Organization*. John Wiley & Sons.
- Bhuyan, S. (2005). Does Vertical Integration Affect Market Power? Evidence From U.S. Food Manufacturing Industries. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 37(1), 263-276. <https://doi.org/10.1017/s1074070800007240>
- Bunce, A., & Yaselga, E. (2023). La relación entre el precio de los fertilizantes y la inflación en el Ecuador. *Cuestiones Económicas*, 33(2), 37-66. <https://doi.org/10.47550/RCE/33.2.2>
- Cabral, L. (2022). *Introducción a la organización industrial* (2ª ed.). Antoni Bosch Editor.
- Camino, S., Armijos, M., Parrales, K., & Herrera, L. (2020). *Estudios sectoriales: La eficiencia de las empresas manufactureras en el Ecuador, periodo 2013-2018*. Dirección Nacional de Investigación y Estudios de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/eficienciamanufactura_FINAL.pdf
- CEPAL, FAO, & IICA. (2011). *Volatilidad de precios en los mercados agrícolas (2000-2010): Implicaciones para América Latina y opciones de políticas*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36867>
- Coello-Montecel, D. ¿Poder de mercado o eficiencia? Determinantes de la rentabilidad del sector manufacturero ecuatoriano durante el periodo post-dolarización. *X-Pedientes Económicos*, 1(1), 56-77. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/1
- Dong, X., Balagtas, J., & Byrne, A. (2023). A Closer Look at the Relationship Between Concentration, Prices, and Market Power in Food Retail: A Monopolistic Competition and Differentiated Products Approach. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 45(2), 1-22. <https://doi.org/10.1002/aepp.13344>
- FAO. (2021). *Oilseeds, Oils and Meals: Monthly Price and Policy Update No. 143, June 2021*. <https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/detail/en/c/1415509/>
- FAO. (2022). *Repercusiones del conflicto entre Ucrania y la Federación de Rusia en la seguridad alimentaria mundial y asuntos conexos en relación con el mandato de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. <https://www.fao.org/3/nj164es/nj164es.pdf>

- Hashimzade, N., Myles, G., & Black, J. (2017). *A Dictionary of Economics* (5.^a ed.). Oxford University Press.
- Hovhannisyan, V., Cho, C., & Bozic, M. (2019). The Relationship Between Price and Retail Concentration: Evidence From the US Food Industry. *European Review of Agricultural Economics*, 46(2), 319-345. <https://doi.org/10.1093/erae/jby026>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2012). *Clasificación nacional de actividades económicas*. INEC.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2023). *Canasta*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/canasta/>
- Maspupah, I., Sudrajat, C., & Rosid, J. M. (2022). Analysis of Structure-Conduct-Performance (SCP) on the Merger of State-Owned Enterprise Islamic Banks Based on the Assets Value. *International Conference on Islamic Economic*, 1(2), 283-294. <https://ejournal.iaforis.or.id/index.php/icie/article/view/175>
- Mora, J. J., Zamudio, A., & Fuentes, H. J. (2014). Volatilidad e interdependencia en los precios agrícolas a partir de un modelo GARCH multivariado. *Análisis Económico*, 29(72), 35-56. <https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/101>
- Permana, Y., & Hariyanti, D. (2016). Analysis of Food and Beverage Industry in Indonesia Using Structure, Conduct and Performance (SCP) Paradigm. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 9(11), 61-71. <https://ssrn.com/abstract=2898384>
- Rakshit, B., & Bardhan, S. (2020). Bank Competition in India: Revisiting the Application of Panzar-Rosse Model. *Managerial Finance*, 46(11), 1455-1477. <https://doi.org/10.1108/MF-09-2019-0457>
- Schneider, G. (2021). *Economic Principles and Problems: A Pluralist Introduction*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315636924>
- SIPA. (2023). *Reportes dinámicos*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php>
- Solano, J., Camino, S., & Alvarado, M. I. (2017). Análisis del entorno competitivo en el que operan las Mipymes del sector manufacturero en Ecuador. *Empresarial*, 11(4), 54-63. <https://doi.org/10.23878/empr.v11i44.115>
- Servicio de Rentas Internas (SRI). (2023). *Estadísticas multidimensionales*. <https://www.sri.gob.ec/estadisticas-sri>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SuperCias). (2023). *Directorio de compañías*. <https://mercadodevalores.supercias.gob.ec/reportes/directorioCompanias.jsf>
- Van Horne, J., & Wachowicz, J. (2010). *Fundamentos de administración financiera*. Pearson Educación.

- Vera-Vera, C. G. (2019). Índices de concentración de mercado de las ramas de actividad económica del Paraguay como instrumentos determinantes de estructura. Año 2010. *Población y Desarrollo*, 25(48), 28-37. [https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2019.025\(48\)028-037](https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2019.025(48)028-037)
- Vinueza, K. A., & Braga, M. J. (2021). Concentración y poder de mercado en la industria de la manufactura del Ecuador en el periodo 2007 a 2015. *Estudios de Economía Aplicada*, 39(3), 1-19. <https://doi.org/10.25115/eea.v39i3.3858>
- Žáková, Z., Trnková, G., & Roman, M. (2022). Is Market Power or Efficiency Behind Economic Performance? The Case of the Czech Food Processing Industry. *Economies*, 10(9), 215. <https://doi.org/10.3390/economies10090215>

ANEXOS

Anexo A. Resumen de literatura

Autor(es) y año	Variables estudiadas	Metodología	Resultados obtenidos
Coello-Montecel (2017)	Estructura del mercado, número de competidores, variables de corte financiero y de eficiencia operacional	Uso de datos de panel, ROA, IHH, Índice de concentración C4.	El paradigma ECR aplicado al sector manufacturero ecuatoriano evidenció una relación positiva y significativa entre la estructura del mercado, caracterizada como oligopólica en ciertos subsectores, y los resultados de las empresas. Sin embargo, esta relación puede variar dependiendo del tamaño y la ubicación de las compañías.
Solano et al. (2017)	Estados financieros por rama económica, número de empresas e ingresos de las MIPYMES	Indicadores de concentración Cr4, Cr8, IHH.	Cinco actividades del sector poseen concentración alta, lo que perjudica a las Mipymes, pues las grandes compañías poseen el poder para controlar la industria al practicar actividades colusorias e imponer barreras de entrada.
Žáková et al. (2022)	Cuota de mercado, concentración de mercado, número de compañías, estados financieros y cuentas anuales.	CR4, IHH, Análisis de fronteras estocásticas (AFE), modelo de regresión.	Las empresas transformadoras de alimento de República Checa con altas cuotas de mercado no tienen mayor poder para fijar precios y obtener mejores resultados. En entornos competitivos, las empresas no adoptan comportamientos colusorios y no modifican el precio para aumentar sus beneficios.
Bhuyan (2005)	Concentración regional, intensidad publicitaria, intensidad de capital, ventas industriales, fluctuaciones de demanda, importaciones.	Índices de integración vertical y poder de mercado, CR4, test Hausman.	En un mercado concentrado, el poder de mercado tiende a aumentar. Además, a mayor publicidad o diferenciación del producto, se crean más barreras de entrada por el incremento de los costos, perjudicando a la correcta competencia.
Hovhannisyan et al. (2019)	Precios de los alimentos al por menor, características de tiendas y mercados, superficie comercial de nuevas construcciones.	Regresión MCO simple, estimación de efectos fijos, regresiones IV.	El incremento de la concentración del mercado minorista alimentario de Estados Unidos aumentaría los precios, lo que a su vez provocaría la reducción del consumo de alimentos. Las empresas buscan poder de mercado para manipular los precios, o economías de escala para ser más eficientes.

Dong et al. (2023)	Precios, márgenes brutos, márgenes de beneficio y elasticidades de la demanda.	IHH, índice Lerner, regresión por mínimos cuadrados ordinarios.	El aumento de la concentración en el sector minorista de alimentos afecta negativamente a los consumidores, un escaso número de empresas reduce la variedad de opciones en el mercado, por lo que no hay variedad para que los demandantes elijan la mejor alternativa según sus necesidades.
Camino et al. (2020)	Activos, ingresos, utilidad, patrimonio eficiencia.	ROA, análisis de envoltura de datos.	Las empresas manufactureras de Ecuador registraron niveles de rentabilidad más altos que otros sectores, y suelen registrar una mayor utilidad a comparación de otras industrias. Generalmente, este sector presenta niveles altos de eficiencia, en particular, los subsectores de elaboración de alimentos y bebidas.
Mora et al. (2014)	Índices de precios agregados de bienes agrícolas (cereales y aceites)	Modelos GARCH multivariados, modelos BEKK diagonales, modelos de vectores autorregresivos.	El excesivo incremento de la volatilidad de los precios de productos agrícolas puede provocar incertidumbre de los actores económicos, afectar el correcto desarrollo en el sector e influir en la seguridad alimentaria de la población.
Bunce & Yaselga (2023)	Inflación, índice de precios de fertilizantes, índice de precios al productor, índice de precios de insumos agroquímicos, índice de actividad económica.	Proyecciones locales, regresiones por mínimos cuadrados ordinarios.	Un cambio significativo en los precios de los fertilizantes en Ecuador provoca un aumento en la inflación, siendo los sectores alimenticios y agrícolas los más perjudicados, al incrementar la volatilidad de los precios de materias primas.

Elaboración: Autores

Anexo B. Índice Herfindahl-Hirschman

Año	Ventas sectoriales 0 %	La Fabril			Industrial Danec			Sumatoria cuota de mercado^2	IHH
		Ventas	Cuota de mercado	Cuota de mercado^2	Ventas de aceite	Cuota de mercado	Cuota de mercado^2		
2014	\$ 534.527.253,42	\$330.206.097,00	0,617753529	0,381619422	\$184.291.719,00	0,344775159	0,118869911	0,500489333	5.004,9
2015	\$ 510.321.283,79	\$328.950.239,00	0,644594395	0,415501934	\$180.723.151,00	0,354136025	0,125412324	0,540914258	5.409,1
2016	\$ 568.774.529,74	\$320.984.671,00	0,564344313	0,318484503	\$186.038.743,00	0,32708698	0,106985892	0,425470395	4.254,7
2017	\$ 623.764.493,07	\$348.031.790,00	0,557953833	0,31131248	\$189.219.891,00	0,303351494	0,092022129	0,403334609	4.033,3
2018	\$ 595.719.536,52	\$341.034.003,00	0,572474096	0,32772659	\$195.580.459,00	0,328309627	0,107787211	0,435513802	4.355,1
2019	\$ 535.697.004,44	\$334.000.985,00	0,623488618	0,388738057	\$192.118.917,00	0,358633547	0,128618021	0,517356078	5.173,6
2020	\$ 515.158.573,00	\$338.515.167,00	0,657108674	0,43179181	\$188.980.917,00	0,366840284	0,134571794	0,566363604	5.663,6
2021	\$ 671.023.027,00	\$380.763.171,00	0,567436818	0,321984542	\$270.324.932,00	0,402854926	0,162292092	0,484276634	4.842,8

Fuente: SuperCías (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Anexo C. Precios mensuales

Año	Mes	1L Cocinero				1L Favorita				1L Girasol		
		Quito	Cuenca	Tulcán	Guayaquil	Cuenca	Guayaquil	Quito	Tulcán	Cuenca	Guayaquil	Quito
2014	Enero	1,73	1,95	1,66	1,88	2,05	2,01	1,86	1,96	2,78	2,77	2,75
	Febrero	1,73	1,95	1,71	1,88	2,05	2,03	1,86	2	2,78	2,75	2,75
	Marzo	1,74	1,98	1,73	1,87	2,05	2,04	1,89	1,97	2,78	2,75	2,75
	Abril	1,8	1,98	1,79	1,96	2,13	2,1	2,06	2	2,78	2,81	2,75
	Mayo	1,8	1,97	1,86	2	2,15	2,15	2,06	2	2,78	2,79	2,85
	Junio	1,8	1,98	1,91	2	2,16	2,2	2,06	2,02	2,78	2,87	2,91
	Julio	1,8	1,98	1,93	2	2,16	2,2	2,06	2,05	2,78	2,87	2,91
	Agosto	1,8	1,98	1,93	2	2,15	2,2	2,06	2,06	2,78	2,87	2,91
	Septiembre	1,83	1,96	1,89	2	2,15	2,2	2,03	2,05	2,78	2,87	2,82
	Octubre	1,91	1,94	1,86	2	2,2	2,2	1,97	2,02	2,77	2,87	2,78
	Noviembre	1,93	1,9	1,88	2	2,34	2,2	1,96	2,04	2,74	2,87	2,78
	Diciembre	1,94	1,91	1,91	2	2,32	2,2	2	2,03	2,74	2,87	2,76
2015	Enero	1,95	1,93	1,92	1,95	2,28	2,1	2,04	2,04	2,78	2,78	2,76
	Febrero	1,94	1,96	1,95	1,93	2,18	2,06	2,01	2,06	2,82	2,75	2,76
	Marzo	1,9	1,96	1,93	1,86	1,98	1,92	1,95	2,06	2,82	2,78	2,76
	Abril	1,88	1,96	1,93	1,86	1,96	1,85	1,94	2,09	2,82	2,79	2,76
	Mayo	1,88	1,96	1,99	1,86	1,96	1,91	1,94	2,12	2,82	2,83	2,76
	Junio	1,88	1,96	1,96	1,81	1,96	1,89	1,94	2,08	2,81	2,83	2,76
	Julio	1,88	1,87	1,92	1,8	1,87	1,86	1,94	2,04	2,82	2,83	2,76
	Agosto	1,88	1,84	1,87	1,8	1,84	1,86	1,91	2,01	2,82	2,83	2,76
	Septiembre	1,88	1,84	1,86	1,8	1,84	1,86	1,94	1,98	2,81	2,83	2,79
	Octubre	1,88	1,84	1,88	1,66	1,84	1,8	1,94	2,02	2,8	2,75	2,79
	Noviembre	1,88	1,84	1,87	1,66	1,84	1,8	1,94	2,03	2,8	2,83	2,79
	Diciembre	1,88	1,84	1,87	1,66	1,84	1,8	1,94	2,03	2,8	2,83	2,79

Año	Mes	1L Cocinero				1L Favorita				1L Girasol		
		Quito	Cuenca	Tulcán	Guayaquil	Cuenca	Guayaquil	Quito	Tulcán	Cuenca	Guayaquil	Quito
2016	Enero	1,88	1,84	1,86	1,66	1,84	1,8	1,94	2,02	2,8	2,83	2,79
	Febrero	1,88	1,84	1,88	1,66	1,84	1,8	1,94	2,02	2,8	2,83	2,79
	Marzo	1,88	1,84	1,87	1,66	1,84	1,8	1,94	2,03	2,82	2,83	2,79
	Abril	1,87	1,85	1,87	1,66	1,85	1,8	1,94	2,03	2,83	2,83	2,79
	Mayo	1,84	1,86	1,75	1,66	1,86	1,8	1,93	1,91	2,83	2,83	2,79
	Junio	1,81	1,71	1,73	1,64	1,9	1,78	1,89	1,83	2,81	2,82	2,79
	Julio	1,74	1,7	1,73	1,59	1,9	1,71	1,82	1,8	2,8	2,7	2,79
	Agosto	1,71	1,71	1,68	1,6	1,9	1,73	1,8	1,77	2,81	2,75	2,77
	Septiembre	1,71	1,72	1,65	1,6	1,9	1,73	1,8	1,76	2,82	2,75	2,77
	Octubre	1,71	1,72	1,65	1,6	1,9	1,73	1,8	1,76	2,83	2,75	2,77
	Noviembre	1,71	1,72	1,65	1,6	1,88	1,68	1,8	1,74	2,83	2,64	2,77
	Diciembre	1,71	1,7	1,66	1,6	1,8	1,66	1,8	1,73	2,83	2,6	2,77
2017	Enero	1,71	1,7	1,67	1,62	1,8	1,68	1,8	1,73	2,83	2,58	2,77
	Febrero	1,71	1,7	1,7	1,65	1,8	1,73	1,8	1,76	2,83	2,66	2,77
	Marzo	1,71	1,7	1,7	1,66	1,8	1,73	1,8	1,75	2,83	2,79	2,77
	Abril	1,71	1,7	1,72	1,59	1,8	1,63	1,8	1,76	2,83	2,79	2,77
	Mayo	1,71	1,7	1,7	1,73	1,8	1,7	1,78	1,79	2,83	2,83	2,77
	Junio	1,71	1,7	1,69	1,73	1,8	1,67	1,78	1,75	2,83	2,79	2,77
	Julio	1,71	1,7	1,69	1,73	1,8	1,7	1,78	1,73	2,83	2,81	2,77
	Agosto	1,71	1,7	1,71	1,7	1,82	1,7	1,78	1,76	2,89	2,91	2,77
	Septiembre	1,71	1,7	1,72	1,7	1,83	1,7	1,78	1,77	2,91	2,85	2,77
	Octubre	1,71	1,7	1,72	1,69	1,83	1,7	1,78	1,77	2,91	2,83	2,77
	Noviembre	1,71	1,7	1,7	1,68	1,83	1,7	1,78	1,77	2,91	2,83	2,77
	Diciembre	1,71	1,7	1,68	1,69	1,83	1,71	1,78	1,77	2,91	2,8	2,77

Año	Mes	1L Cocinero				1L Favorita				1L Girasol		
		Quito	Cuenca	Tulcán	Guayaquil	Cuenca	Guayaquil	Quito	Tulcán	Cuenca	Guayaquil	Quito
2018	Enero	1,71	1,7	1,68	1,66	1,83	1,7	1,77	1,76	2,91	2,73	2,77
	Febrero	1,71	1,69	1,7	1,66	1,81	1,7	1,71	1,76	2,91	2,83	2,77
	Marzo	1,71	1,62	1,71	1,65	1,71	1,69	1,72	1,78	2,9	2,8	2,76
	Abril	1,71	1,62	1,71	1,6	1,71	1,66	1,72	1,76	2,9	2,68	2,75
	Mayo	1,69	1,65	1,71	1,6	1,75	1,65	1,71	1,75	2,8	2,67	2,75
	Junio	1,68	1,66	1,68	1,6	1,76	1,63	1,7	1,73	2,78	2,7	2,75
	Julio	1,68	1,66	1,67	1,6	1,76	1,63	1,7	1,74	2,78	2,7	2,75
	Agosto	1,68	1,66	1,67	1,52	1,76	1,6	1,7	1,74	2,78	2,6	2,75
	Septiembre	1,68	1,66	1,68	1,52	1,76	1,6	1,7	1,75	2,78	2,62	2,75
	Octubre	1,68	1,66	1,68	1,63	1,76	1,63	1,7	1,75	2,78	2,83	2,75
	Noviembre	1,67	1,66	1,68	1,6	1,76	1,6	1,7	1,75	2,78	2,83	2,75
	Diciembre	1,62	1,66	1,69	1,6	1,76	1,6	1,7	1,75	2,78	2,83	2,75
2019	Enero	1,61	1,56	1,68	1,6	1,75	1,63	1,69	1,74	2,65	2,8	2,75
	Febrero	1,61	1,61	1,68	1,6	1,77	1,63	1,68	1,74	2,81	2,83	2,75
	Marzo	1,61	1,6	1,66	1,6	1,78	1,63	1,68	1,74	2,78	2,78	2,75
	Abril	1,61	1,6	1,66	1,6	1,8	1,63	1,68	1,73	2,8	2,7	2,72
	Mayo	1,61	1,6	1,66	1,6	1,8	1,63	1,68	1,74	2,8	2,69	2,72
	Junio	1,61	1,6	1,67	1,6	1,8	1,63	1,68	1,74	2,8	2,62	2,72
	Julio	1,61	1,6	1,67	1,6	1,8	1,63	1,68	1,74	2,8	2,62	2,72
	Agosto	1,57	1,6	1,66	1,6	1,8	1,65	1,66	1,73	2,8	2,68	2,72
	Septiembre	1,57	1,6	1,64	1,6	1,8	1,66	1,66	1,73	2,8	2,7	2,72
	Octubre	1,57	1,6	1,63	1,6	1,8	1,66	1,64	1,73	2,8	2,7	2,72
	Noviembre	1,57	1,6	1,61	1,6	1,8	1,66	1,64	1,69	2,8	2,7	2,73
	Diciembre	1,54	1,6	1,6	1,6	1,8	1,66	1,64	1,66	2,8	2,71	2,77

Año	Mes	1L Cocinero				1L Favorita				1L Girasol		
		Quito	Cuenca	Tulcán	Guayaquil	Cuenca	Guayaquil	Quito	Tulcán	Cuenca	Guayaquil	Quito
2020	Enero	1,52	1,64	1,6	1,6	1,76	1,66	1,64	1,65	2,8	2,83	2,76
	Febrero	1,48	1,65	1,59	1,6	1,75	1,66	1,62	1,62	2,8	2,83	2,71
	Marzo	1,49	1,65	1,56	1,6	1,75	1,66	1,62	1,6	2,8	2,83	2,71
	Abril	1,51	1,65	-	1,58	1,75	1,69	1,63	-	2,8	2,83	2,71
	Mayo	1,51	1,65	-	1,53	1,73	1,8	1,64	-	2,8	2,83	2,71
	Junio	1,5	1,65	-	1,53	1,75	1,67	1,64	-	2,8	2,82	2,71
	Julio	1,5	1,65	-	-	1,75	1,6	1,64	-	2,8	2,81	2,71
	Agosto	1,5	1,65	-	-	1,75	1,6	1,64	-	2,8	2,81	2,71
	Septiembre	1,5	1,65	-	-	1,75	1,6	1,64	-	2,8	2,77	2,71
	Octubre	1,49	1,65	1,55	-	1,75	1,6	1,61	1,61	2,8	2,65	2,71
	Noviembre	1,47	1,65	1,55	-	1,75	1,6	1,57	1,62	2,8	2,6	2,71
	Diciembre	1,47	1,62	1,55	-	1,75	1,6	1,57	1,62	2,8	2,65	2,71
2021	Enero	1,47	1,6	1,55	-	1,75	1,6	1,57	1,62	2,8	2,7	2,71
	Febrero	1,49	1,6	1,54	-	1,75	1,6	1,58	1,61	2,8	2,66	2,71
	Marzo	1,61	1,6	1,55	-	1,75	1,63	1,78	1,61	2,8	2,73	2,97
	Abril	1,79	1,9	1,57	-	1,9	1,88	1,95	1,63	3,25	3,19	3,16
	Mayo	2,04	1,9	1,56	-	1,9	2	2,1	1,62	3,25	3,33	3,22
	Junio	2,14	1,9	1,59	-	1,9	2,07	2,1	1,67	3,25	3,38	3,22
	Julio	2,18	1,9	1,8	-	1,9	2,46	2,16	1,9	3,25	3,66	3,29
	Agosto	2,38	2,36	1,87	-	2,36	2,46	2,41	1,96	3,5	3,66	3,32
	Septiembre	2,43	2,36	1,91	-	2,36	2,46	2,38	1,99	3,5	3,66	3,44
	Octubre	2,44	2,36	2,07	-	2,36	2,46	2,37	2,16	3,5	3,66	3,63
	Noviembre	2,44	2,36	2,15	-	2,36	2,45	2,37	2,24	3,5	3,66	3,63
	Diciembre	2,44	2,36	2,18	-	2,36	2,44	2,37	2,27	3,65	3,66	3,63

Fuente: SIPA (2023)

Elaboración: Autores

Anexo D. Volatilidad de precios del aceite Cocinero, Favorita y Girasol en Quito y Cuenca

Año	Cocinero- Quito	Cocinero- Cuenca	Favorita- Quito	Favorita- Cuenca	Girasol- Quito	Girasol- Cuenca
2014	5,14	3,42	10,12	7,37	5,69	1,11
2015	2,35	5,34	4,61	9,85	1,09	2,17
2016	4,2	8,31	4,04	5,12	0,72	1,30
2017	0	0,00	1,11	1,19	0,00	2,17
2018	3,07	4,77	3,48	6,30	0,49	3,44
2019	2,97	7,08	1,65	1,74	1,93	8,08
2020	3,59	3,27	3,34	2,81	1,81	0,00
2021	17,12	29,43	18,05	24,94	10,96	17,17

Fuente: SIPA (2023)

Elaboración: Autores

Anexo E. Correlación

	IHH	Ventas sector	ROA sector	ROE sector	PP	Volatilidad	PCQ	PCC	PFQ	PFC	PGQ	PGC	VCQ	VCC	VFQ	VFC	VGQ	VGC
IHH	1																	
Ventas sector	-0,786	1																
ROA sector	-0,238	-0,238	1															
ROE sector	-0,238	-0,238	1,000	1														
PP	-0,238	0,238	0,619	0,619	1													
Volatilidad	0,262	-0,048	0,238	0,238	0,762	1												
PCQ	-0,190	0,190	0,595	0,595	0,976	0,738	1											
PCC	-0,190	0,190	0,643	0,643	0,976	0,690	0,952	1										
PFQ	-0,238	0,238	0,619	0,619	1,000	0,762	0,976	0,976	1									
PFC	-0,143	0,071	0,667	0,667	0,952	0,786	0,905	0,905	0,952	1								
PGQ	-0,431	0,407	0,575	0,575	0,958	0,659	0,898	0,934	0,958	0,910	1							
PGC	-0,635	0,778	-0,096	-0,096	0,287	-0,132	0,359	0,311	0,287	0,036	0,361	1						
VCQ	0,048	0,190	0,048	0,048	0,476	0,595	0,357	0,524	0,476	0,429	0,563	0,000	1					
VCC	-0,024	0,238	-0,143	-0,143	0,429	0,667	0,476	0,333	0,429	0,357	0,431	0,252	0,476	1				
VFQ	0,143	-0,024	0,452	0,452	0,833	0,857	0,810	0,857	0,833	0,762	0,755	0,060	0,738	0,548	1			
VFC	0,192	-0,024	0,371	0,371	0,778	0,850	0,802	0,778	0,778	0,671	0,639	0,120	0,551	0,575	0,946	1		
VGQ	0,524	-0,119	-0,167	-0,167	0,405	0,810	0,333	0,381	0,405	0,476	0,347	-0,323	0,690	0,452	0,619	0,539	1	
VGC	-0,240	0,599	-0,407	-0,407	0,216	0,347	0,275	0,072	0,216	0,096	0,181	0,482	-0,060	0,575	0,084	0,289	0,156	1

Fuente: Supercias (2023), SIPA (2023) y SRI (2023)

Elaboración: Autores

Nota: PP = precios promedio; PCQ = precios del aceite Cocinero en Quito; PCC = precios del aceite Cocinero en Cuenca; PFQ = precios del aceite Favorita en Quito; PFC = precios del aceite Favorita en Cuenca; PGQ = precios del aceite Girasol en Quito; PGC = precios del aceite Girasol en Cuenca; VCQ = volatilidad del aceite Cocinero en Quito; VCC = volatilidad del aceite Cocinero en Cuenca; VFQ = volatilidad del aceite Favorita en Quito; VFC = volatilidad del aceite Favorita en Cuenca; VGQ = volatilidad del aceite Girasol en Quito; VGC = volatilidad del aceite Girasol en Cuenca.

Anexo F. Datos trimestralizados

Año	Trimestre	IHH	ROA	ROE	Precios
2014	1	1.211,15	0,015679	0,045048	2,190556
2014	2	1.227,18	0,015593	0,044929	2,266667
2014	3	1.259,24	0,015422	0,044692	2,274444
2014	4	1.307,32	0,015164	0,044336	2,271667
2015	1	1.371,44	0,014822	0,043861	2,265556
2015	2	1.389,42	0,014488	0,043153	2,219444
2015	3	1.361,28	0,014164	0,042209	2,182778
2015	4	1.287,01	0,013849	0,041032	2,181667
2016	1	1.166,61	0,013543	0,03962	2,182778
2016	2	1.077,28	0,013069	0,038039	2,175
2016	3	1.019,01	0,012426	0,036289	2,120556
2016	4	991,81	0,011613	0,034369	2,113889
2017	1	995,68	0,010632	0,03228	2,101667
2017	2	1.002,29	0,00971	0,030143	2,099444
2017	3	1.011,64	0,008848	0,027957	2,135525
2017	4	1.023,74	0,008045	0,025722	2,116667
2018	1	1.038,59	0,007302	0,023438	2,095
2018	2	1.064,61	0,00648	0,020911	2,060556
2018	3	1.101,79	0,00558	0,018142	2,055
2018	4	1.150,15	0,004602	0,015129	2,051111
2019	1	1.209,68	0,003546	0,011874	2,024444
2019	2	1.266,98	0,00285	0,009766	2,035
2019	3	1.322,04	0,002515	0,008804	2,028333
2019	4	1.374,87	0,002541	0,00899	2,023333
2020	1	1.425,46	0,002927	0,010323	2,008333
2020	2	1.441,88	0,003278	0,011748	2,007778
2020	3	1.424,12	0,003593	0,013267	2,008333
2020	4	1.372,17	0,003874	0,014878	1,993333
2021	1	1.286,05	0,004119	0,016582	2,018889
2021	2	1.221,46	0,004302	0,01786	2,381667
2021	3	1.178,4	0,004425	0,018712	2,637778
2021	4	1.156,86	0,004486	0,019138	2,785

Fuente: SuperCias (2023), SIPA (2023) y SRI (2023)**Elaboración:** Autores

Anexo G. Resultados trimestralizados 2014-2021.**Tabla G1. Regresión lineal simple de los precios y la ROA y ROE 2014-2021**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
Precios-ROA	(Constante)	-0,005	0,11		-0,433	0,668
	Precios promedio	0,006	0,005	0,220	1,235	0,226
Precios-ROE	(Constante)	-0,164	0,307		-0,534	0,613
	Precios promedio	0,125	0,142	0,339	0,883	0,411

Tabla G2. Resumen del modelo de los precios y la ROA y ROE 2014-2021

Modelo	R	R cuadrado	R2 ajustado	Error estándar de la estimación
Precios-ROA	0,220	0,048	0,017	0,004840718
Precios-ROE	0,291	0,084	0,054	0,012732525

Tabla G3. ANOVA de los precios y la ROA y ROE 2014-2021

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Precios-ROA	Regresión	0,000	1	0,000	1,526	0,226b
	Residuo	0,001	30	0,000		
	Total	0,001	31			
Precios-ROE	Regresión	0,000	1	0,000	2,765	0,107b
	Residuo	0,005	30	0,000		
	Total	0,005	31			

Anexo H. Resultados trimestralizados 2014-2020.**Tabla H1. Regresión lineal simple de los precios y la ROA y ROE 2014-2020**

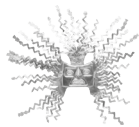
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
Precios-ROA	(Constante)	-0,100	0,007		-13,603	0,000
	Precios promedio	0,052	0,003	0,946	14,859	0,000
Precios-ROE	(Constante)	-0,272	0,021		-13,060	0,000
	Precios promedio	0,141	0,010	0,943	14,414	0,000

Tabla H2. Resumen del modelo de regresión lineal de precios ROA y ROE 2014-2020

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
Precios-ROA	0,946	0,895	0,891	0,001632
Precios-ROE	0,943	0,889	0,884	0,004611

Tabla H3. ANOVA de precios y ROA y ROE 2014-2020

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Precios-ROA	Regresión	0,001	1	0,001	220,777	0,000
	Residuo	0,000	26	0,000		
	Total	0,001	27			
Precios-ROE	Regresión	0,004	1	0,004	207,752	0,000
	Residuo	0,001	26	0,000		
	Total	0,005	27			



CONSUMO DE LOS HOGARES EN ECUADOR: UN ANÁLISIS POR CUANTILES

Víctor Hermida^{a1} y David Vásquez^{ab2}

^aUniversidad Católica de Cuenca - Unidad Académica de Ciencias Económicas y
Empresariales

^bUniversidad Complutense de Madrid - Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales,
Madrid

Cuenca, Ecuador - Madrid, España

Información

Recibido:

26 de junio de 2024

Aceptado:

25 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Función de consumo
keynesiana

Ingreso disponible

Propensión marginal al
consumo

Regresión por cuantiles

JEL:

C31, D12, E12, E21

DOI:

[https://doi.org/10.47550/
RCE/34.2.7](https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.7)

Resumen

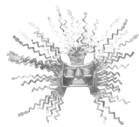
En este artículo, se analizan los diferentes factores que inciden en los distintos cuantiles de consumo de los hogares de Ecuador para el año 2012. Utilizando una regresión por cuantiles (QR) se evidencia que el nivel de educación e ingresos del hogar tienen una relación positiva sobre los gastos de consumo en todos los cuantiles. El tamaño del hogar y el sexo del jefe de hogar se relacionan negativamente con el consumo. Finalmente, concerniente a la región geográfica, con excepción del tercer cuartil, se evidencia un consumo superior en los hogares de la región Costa que con respecto a los de la Sierra.

¹ORCID: 0000-0002-7235-1470. CRediT: conceptualización, curación de datos, metodología, software, visualización, análisis formal, redacción - borrador original

²ORCID: 0000-0002-3028-5399. CRediT: conceptualización, curación de datos, metodología, software, supervisión, validación, análisis formal, redacción - revisión y edición

E-mail: victor.hermida@est.ucacue.edu.ec; david.vasquez@ucacue.edu.ec; davidvas@ucm.es

Copyright © 2024 Hermida y Vásquez. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



HOUSEHOLD CONSUMPTION IN ECUADOR: AN ANALYSIS BY QUANTILES

Víctor Hermida^{a1} and David Vásquez^{ab2}

^aCatholic University of Cuenca - Academic Unit of Economic and Business Sciences

^bComplutense University of Madrid - Faculty of Economic and Business Sciences, Madrid
Cuenca, Ecuador - Madrid, Spain

Article Info

Received:

26th June 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Keynesian Consumption
function

Disposable income

Marginal propensity to
consume

Quantile regression

JEL:

C31, D12, E12, E21

DOI:

[https://doi.org/10.47550/
RCE/34.2.7](https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.7)

Abstract

This paper analyzes the different factors that affect the consumption quarters of households in Ecuador for the year 2012. A quantitative regression (QR) shows that education and household income positively correlate with consumption in all quarters. The household size and sex of the head of household are negatively related to consumption. Finally, regarding the geographical region, except for the third quartile, there is a higher consumption of households in the coastal region than in the highlands region.

¹ORCID: 0000-0002-7235-1470. CRediT: Conceptualization, Data Curation, Methodology, Software, Visualization, Formal Analysis, Writing - Original Draft

²ORCID: 0000-0002-3028-5399. CRediT: Conceptualization, Data Curation, Methodology, Software, Monitoring, Validation, Formal Analysis, Drafting - Review and Editing

E-mail: victor.hermida@est.ucacue.edu.ec; david.vasquez@ucacue.edu.ec

Copyright © 2024 Hermida and Vásquez. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo representa una de las variables macroeconómicas más significativas para estudiar el desempeño de un sistema económico. Desde la perspectiva keynesiana, esta variable depende del consumo autónomo y del nivel de ingreso disponible del individuo (Keynes, 1992). Esta teoría es conocida también como la *hipótesis del ingreso absoluto*, y relaciona los incrementos del ingreso corriente con aumentos generalizados en el consumo de bienes y servicios por parte de los hogares. Por lo tanto, si se considera aquello de forma agregada, significa que el gasto en consumo agregado está en función del ingreso agregado. En este sentido, resulta de interés cuestionarse ¿cuáles son los principales factores que determinan estos niveles de consumo en una economía y qué relación presentan?

A pesar de que la teoría del consumo keynesiana es ampliamente estudiada, investigadores como De Gregorio (2007) señalan que la función de consumo keynesiana puede presentar errores de predicción a corto plazo. De manera similar, otras investigaciones empíricas y teóricas argumentan que el nivel de gasto de los individuos no depende exclusivamente del ingreso corriente o presente, sino de otros factores más relevantes (Koenker & Bassett, 1978).

Existen diferentes teorías que analizan el consumo, como la hipótesis del ingreso permanente, formulada por Milton Friedman en 1957. El objetivo de esta teoría es explicar el comportamiento del consumidor, basándose en la teoría del consumo de Irving Fisher. Friedman sostiene que el consumo no depende únicamente de la renta corriente, sino también de si los cambios en los ingresos son permanentes o transitorios, y del conocimiento que las familias tengan sobre dichos cambios, ya que sus reacciones serán distintas en cada caso (Casas & Gil, 2011).

Friedman, a diferencia de Keynes, señala que el ingreso no es el único determinante del consumo, sino que depende de todos los ingresos que a lo largo de su vida reciban los consumidores. Según su modelo, basado en las expectativas adaptativas, los hogares toman decisiones considerando los acontecimientos recientes. Así, un cambio positivo en el ingreso transitorio genera un aumento en el ahorro, y viceversa. De este modo, los consumidores utilizan el ahorro para mantener un nivel constante de consumo a lo largo de su vida.

Otra teoría para explicar el consumo es la hipótesis del ciclo de vida propuesto por Modigliani & Brumberg (1954). El autor desarrolló un modelo que buscaba explicar la aparente contradicción que se daba entre la teoría de consumo de Keynes y la evidencia empírica. El principal postulado de su modelo es que los agentes económicos intentan mantener un nivel de consumo constante a lo largo de su vida. Como los ingresos se reciben únicamente durante la vida activa, los individuos deben ahorrar en esas etapas para mantener un consumo constante durante su vida pasiva.

Al igual que Friedman, Modigliani considera que los hogares maximizarán su utilidad a lo largo de la vida teniendo en cuenta sus expectativas sobre el futuro. Sin embargo, el enfoque de Modigliani se aleja al de Friedman en la medida de que la hipótesis del ciclo de vida considera que el ahorro de los individuos depende del ciclo de vida por el que este atravesando (Cabrera et al., 2019).

Por otro lado, existen estudios que pretenden explicar los factores que inciden en el gasto de consumo de los hogares utilizando microdatos. Caglayan y Astar (2012) establecen que la teoría del consumidor estudia las decisiones de los consumidores durante un periodo de tiempo específico y considera la dirección de estas decisiones en términos de una variedad de factores, incluidos su ingreso, los precios, el estado ocupacional, la edad, la riqueza y los factores socioculturales.

Por su parte, Ruperti et al. (2019) examinan el consumo privado en Ecuador, donde, según datos disponibles entre 1950 y 2014, este representó en promedio el 62 % del PIB real. Este fenómeno no es exclusivo de la economía ecuatoriana, sino una característica compartida a nivel global, ya que el principal componente de la demanda agregada en la mayoría de los países es el consumo de bienes y servicios finales, el cual representa aproximadamente dos tercios del producto interno bruto.

Tomando como base la teoría keynesiana e incorporando diversos factores que condicionan y explican el consumo de los hogares en Ecuador, este estudio se distingue de gran parte de la documentación teórica y empírica existente, que se ha centrado en estimar la propensión marginal al consumo (PMC) de manera agregada, como lo hicieron Ruperti et al. (2019) para Ecuador o Casas y Gil (2011) para Colombia. En Ecuador, no se han realizado investigaciones que aborden los determinantes del consumo de los hogares ni la PMC diferenciada por niveles de consumo. Además, estudios como el de Parra (2016) evidencian que en países como Estados Unidos, España, Argentina y México, los estratos de ingresos más bajos se comportan de manera divergente con respecto a las predicciones de Keynes, lo que resalta la relevancia de este análisis. Este enfoque permitirá desarrollar políticas económicas más precisas, orientadas al comportamiento del consumo en diferentes estratos económicos.

Utilizando una regresión por cuantiles, que permite capturar la heterogeneidad en el comportamiento de los agentes según su posición en la distribución del consumo, los resultados indican que los ingresos tienen una relación positiva con el consumo en todos los cuantiles analizados. Sin embargo, otras variables como el tamaño del hogar y el sexo del jefe de hogar influyen negativamente en el consumo. Por otro lado, se observa que los hogares de la región Costa presentan mayores niveles de consumo en comparación con los de la región Sierra. Finalmente, el análisis muestra que el consumo autónomo es significativo y mayor a cero en todos los cuantiles, en concordancia con la teoría keynesiana.

Este artículo se organiza en cinco secciones. Primero, se ofrece una breve introducción al tema; en la segunda sección, se presenta una revisión de la literatura relevante; a continuación, se describen los datos y la metodología utilizada; posteriormente, se exponen los resultados obtenidos; y, finalmente, se destacan las conclusiones más relevantes del estudio.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las investigaciones sobre el comportamiento de consumo individual están vinculadas con las decisiones de consumo del hogar, utilizando factores económicos y sociodemográficos para describir la relación con el entorno social. Esto evidencia que los factores socioeconómicos juegan un papel determinante en la estimación de las necesidades de consumo individuales (Merz, 1983).

Teniendo disponibilidad de datos a nivel micro, el análisis del gasto de consumo de los hogares suele realizarse en el marco de modelos de sistemas de demanda como los realizados por Cortés y Pérez (2010) para el caso colombiano. In embargo, este enfoque generalmente se centra en analizar el consumo de bienes o servicios específicos. Tal es el caso de Segovia et al. (2020), quienes investigaron la demanda de bebidas no alcohólicas en Ecuador, o de Gerstenblüth et al. (2023), quienes estudiaron la demanda de cigarrillos en Uruguay. Dado que estas metodologías implican restricciones económicas significativas, los sistemas de demanda presentan una estructura más compleja.

El trabajo con datos provenientes de encuestas enfrenta desafíos como la presencia de datos atípicos, heterocedasticidad y cambios estructurales, que complican el manejo y la estimación precisa de modelos. Por esta razón, autores como Cárdenas (2020) optaron por el uso de regresión por cuantiles (QR) para estudiar la demanda de electricidad residencial en México, logrando mejores resultados. Este método minimiza las desviaciones absolutas ponderadas mediante pesos asimétricos, que no son afectados por valores extremos. De manera similar, Wan Zin y Fatin (2012) utilizaron regresión por cuantiles para estimar los gastos de consumo de los hogares en Malasia, destacando su capacidad para generar diferentes respuestas en la variable dependiente según los distintos cuantiles.

Dadas las ventajas del análisis mediante regresión por cuantiles, la siguiente sección expone investigaciones de diversos autores que emplearon este método para analizar los determinantes del gasto en consumo. Nguyen et al. (2007), por ejemplo, realizaron un estudio del comportamiento de consumo de los hogares en áreas urbanas y rurales de Vietnam, utilizando datos de la Encuesta de Niveles de Vida de 1993 y 1998. Este estudio aplicó descomposición de regresión por cuantiles, tomando el logaritmo del gasto de consumo real per cápita como indicador de bienestar e incorporando variables de control sociodemográficas. Entre los hallazgos principales se destaca que un mayor

nivel educativo tiene una relación positiva y estadísticamente significativa con el consumo en todos los cuantiles analizados. Por otro lado, características como el sexo y el origen étnico del jefe de hogar resultaron significativas solo en los cuantiles más bajos, mostrando una relación negativa con el consumo.

Asimismo, Wan Zin y Fatin (2012) analizaron los determinantes del consumo de los hogares urbanos y rurales de Malasia, aplicando un modelo de regresión por cuantiles con datos de la Encuesta de Gastos de los Hogares (HES) del Departamento de Estadísticas de Malasia. Su estudio incluyó siete factores que pueden influir en el consumo de los hogares: estado civil, edad, género, origen étnico, nivel de educación, ocupación y tamaño del hogar. Dentro de los principales hallazgos encontraron que el nivel de educación del jefe de hogar incrementa significativamente los gastos de consumo en los hogares del área urbana. Sin embargo, la magnitud no es la misma en el consumo de las áreas rurales, ya que la variable que más influye en este caso es el tamaño del hogar y la situación laboral del jefe de hogar. Asimismo, el estado civil resultó significativo en el cuartil más bajo para las dos áreas analizadas, y en cuanto a la edad se encontró una relación positiva con el incremento del consumo en el hogar.

Caglayan y Astar (2012) realizaron un estudio similar con el propósito de identificar factores que influyen en los gastos de consumo total en los hogares de Turquía. Para ello, en primera instancia, dividieron a la población en áreas urbana y rurales para examinar la brecha regional utilizando como variable dependiente el gasto en consumo de los hogares y como variables independientes algunas características sociodemográficas. En cuanto a sus resultados, las variables de edad, tamaño del hogar y nivel educativo incrementan los niveles de consumo en las zonas urbanas y lo contrario en las zonas rurales. Un resultado llamativo contrario a la literatura es que el consumo es menor en los hombres que con respecto a las mujeres.

Por su parte Ipek y Sekmen (2017) utilizaron un modelo de ecuaciones simultáneas y una regresión por cuantiles (QR) para analizar la influencia de los factores que afectan el comportamiento del consumidor en Turquía. El modelo utiliza datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares realizada por el Instituto de Estadística en 2014. Entre los principales resultados obtenidos se tiene que las características del jefe de hogar (sexo, edad, estado civil y nivel educativo) tienen una relación positiva y significativa sobre el gasto de consumo en todos los hogares. En particular, se resalta la importancia del nivel educativo del jefe de hogar, ya que un mayor nivel educativo está relacionado con un incremento en el consumo, asociado a ingresos más altos en el hogar. Sin embargo, esta relación es más pronunciada en las áreas urbanas que en las rurales.

En esta misma línea, Agyire-Tettey et al. (2018) estudiaron el comportamiento de consumo de los hogares ghaneses durante 1998-1999 y 2012-2013 utilizando el enfoque de regresión por cuantiles incondicionales (UQR). Como principales resultados se puede mencionar que existen diferencias

estadísticamente significativas en el comportamiento de consumo de los diferentes cuantiles, y el gasto de consumo de los hogares encabezados por mujeres es mayor que el de los hogares encabezados por hombres, lo que contradice la hipótesis de feminización de la pobreza. Otro hallazgo importante del estudio es que el consumo de los hogares aumenta de forma monótona en todos los cuantiles, dependiendo del nivel educativo del jefe de hogar.

Respecto a estudios en América Latina, Mercado et al. (2022) realizaron una investigación con el objetivo de analizar el perfil de los hogares en Colombia de acuerdo con su estructura y nivel en gasto de consumo. Para ello, utilizan datos de la Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares (DANE). Aplicando una regresión cuantílica, encontraron que los años de escolaridad del jefe de hogar tienen una relación positiva y significativa en todos los cuantiles, y que esta importancia aumenta a medida que se avanza hacia los cuantiles más altos. La edad también resultó significativa, con una relación positiva, mientras que su cuadrado mostró una tasa de crecimiento decreciente, reflejando la no linealidad del gasto a lo largo del ciclo de vida. Variables como estado civil e ingresos también son significativas y tienen una relación positiva con el comportamiento del gasto, aunque su relevancia disminuye en los cuantiles más altos. En cuanto al ingreso, esta pérdida de importancia en los cuantiles superiores sugiere el esfuerzo de los hogares por generar ahorro o acumular riqueza.

En relación al ahorro, el modelo de regresión cuantílica también se ha empleado para identificar los factores sociodemográficos y económicos que lo determinan. Un estudio realizado en México con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014 encontró que la tasa de ahorro en el cuantil 20 (QR20) es del 5,7 %, mientras que en el cuantil 90 (QR90) es del 16,1 %. Además, el mayor porcentaje de capacidad de ahorro se concentra en los deciles IX y X. Salvo la edad y la clase social, las demás variables sociodemográficas demostraron ser estadísticamente significativas (Nava y Brown, 2018).

Finalmente, varios estudios han analizado la propensión marginal al consumo (PMC) utilizando series temporales. Tsenkwo (2011) encontró que para Nigeria, durante el periodo 1980-2004, la PMC fue menor a uno y estable, aunque mostró una tendencia creciente con el tiempo. Por su parte, Wright et al. (2017) estimaron la PMC para Hungría en el periodo 1995-2016, obteniendo un valor de 0,408 en el corto plazo y 0,945 en el largo plazo. En el caso de México, Ramírez et al. (2022) determinaron que la PMC durante el periodo 1980-2019 fue de 0,695.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Datos

Para el desarrollo de este artículo se utilizaron datos de corte transversal y de forma agregada de la última Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR) correspondiente al periodo abril 2011 a marzo del 2012, presentada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC) en noviembre de 2013.

La ENIGHUR tiene como unidad de observación todas las viviendas que están ocupadas dentro del territorio nacional, tanto urbano como rural. Su principal objetivo es brindar una visión detallada de los presupuestos de los hogares con base en las características socioeconómicas y demográficas de los miembros del hogar. Además, analiza las características de la infraestructura habitacional y el equipamiento del hogar en términos de estructura, volumen y distribución de los ingresos y gastos de los hogares urbanos y rurales (INEC, 2013).

Para la selección de la muestra, se definieron a los sectores censales como unidades primarias de muestreo (UPM); mientras que las viviendas representan las unidades de segunda etapa. El muestreo realizado por la ENIGHUR se basa en un modelo probabilístico y bietápico, con un dominio de 24 provincias y nueve ciudades autorepresentadas, con un tamaño muestral de 40.392 viviendas distribuidas en 3.411 sectores a nivel nacional (INEC, 2013).

A partir de esta información y con la literatura detallada, se propone un conjunto de variables socioeconómicas y demográficas del hogar y de los jefes de hogar. En la tabla 1, se describe cada una de las variables, su naturaleza y la posible relación entre ellas.

Tabla 1. Descripción de las variables de estudio

Vector de variables	Relación esperada (+/-)	Naturaleza	Descripción
Vector variables sociodemográficas del hogar y el jefe de hogar	Sexo jefe del hogar (-)		1: Hombre 0: Mujer
	Edad jefe del hogar (+)		
	Edad al cuadrado jefe del hogar (-)		
	Años de escolaridad jefe del hogar (+)	Independiente/ cualitativa y cuantitativa	1: Casado 0: Soltero, separado, unión libre, viudo o divorciado
	Estado civil jefe del hogar (+)		
	Tamaño del hogar (+)		
Vector de ingreso del hogar	Región Costa Región Oriente		0: Región Sierra
Vector de gastos del hogar	Ingreso total del hogar (+)	Independiente/ cuantitativa	
	Gasto total en consumo del hogar	Dependiente/ cuantitativa	

Fuente: Adaptado de Mercado et al. (2022) con información de la ENIGHUR (2013).

Elaboración: Autores

Nota: Tanto el ingreso total del hogar como el gasto total en consumo del hogar se utilizarán en logaritmos. No se considera la región insular debido a su dinámica y nivel de precios.

Utilizando como base el modelo descrito por Keynes, es necesaria la información tanto de consumo total de los hogares como el ingreso disponible. Dado que se trata de un análisis de corte transversal utilizando microdatos de encuestas, fue necesario construir estos indicadores a partir de la información proporcionada por la ENIGHUR. Los indicadores se definieron de la siguiente manera:

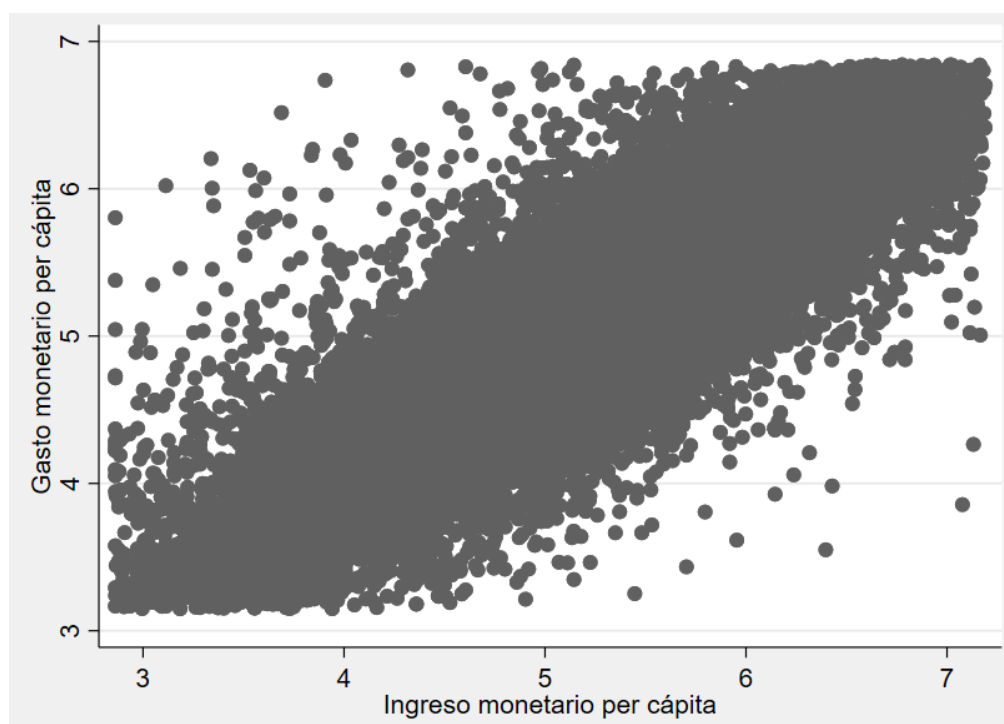
En cuanto al gasto en consumo privado per cápita, se utiliza el gasto monetario de los hogares¹. Para transformar este consumo privado a términos per cápita se realiza la división del total de gastos en consumo del hogar para el número de personas que conforman dicho hogar.

¹ Se compone del gasto de consumo final de los hogares más su gasto no imputable de consumo. La agregación utiliza la clasificación de consumo individual por finalidades.

Por otro lado, el ingreso personal per cápita es el resultado de sumar las diferentes fuentes de ingreso corriente monetario² y luego dividirlo para el número total de personas en el hogar. En este caso, se presenta una limitación en la base de datos, debido a que la encuesta ENIGHUR no levanta información del pago de impuestos sobre el ingreso corriente por parte de los hogares, dificultando el cálculo del ingreso disponible del hogar; sin embargo, siguiendo a autores como Rupert et al. (2019) y Caglayan y Astar (2012), se tomó al ingreso corriente monetario per cápita como una variable *proxy* del ingreso disponible³.

La figura 1 ilustra la relación entre estas dos variables, creadas a partir de la información descrita, con el objetivo de analizar su comportamiento y correlación.

Figura 1. Gráfico de dispersión entre gasto e ingreso monetario corriente per cápita



Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Nota: Series en logaritmos.

² Dentro del ingreso monetario se incluyen: ingresos provenientes del trabajo asalariado (ingresos netos menos pagos por seguridad social e impuesto a la renta), trabajo independiente e ingresos de otros trabajos.

³ Gráfico de densidad de las series ver anexo A.

La figura 1 muestra una correlación positiva existente entre el gasto e ingreso monetario corriente per cápita, lo que permite intuir que, cuando el ingreso per cápita se incrementa, también lo hace el consumo de los hogares.

Se sabe que, cuando se usan datos obtenidos a través de encuestas a los hogares, es común encontrarse con el problema de datos atípicos⁴. Esto provoca una distorsión de la información y dificultan una correcta inferencia estadística, ya que los coeficientes de las variables explicativas pueden resultar sobreestimados o subestimados. Así lo demuestra Parra (2018) cuando realiza una estimación de PMC keynesiana para Estados Unidos con la utilización de microdatos. El autor, por consecuencia de la existencia de datos atípicos Bunting (1989), obtiene una PMC de 0,78, que no coincide con la determinada por Brumberg y Friedman (0,84). Sin embargo, luego de excluir las categorías de ingresos más pobres y ricos, determinó una PMC de 0,83 más acorde con la realidad y lo determinado por otros autores.

Por lo antes mencionado, se decide eliminar el 1 % de los ingresos más bajos y altos, obteniendo así una base de datos con 38.052 observaciones (ver estadísticos descriptivos anexo C). Es importante mencionar que en todos los procedimientos realizados se ha incluido el factor de expansión (fexp) para que los parámetros estimados mediante la muestra sean extrapolados. Finalmente, tanto la serie de gasto como de ingreso per cápita serán transformadas en logaritmos para encontrar la elasticidad entre ellas⁵.

Con esta información, la tabla 2 proporciona un análisis por cuantiles del logaritmo del consumo y el ingreso per cápita en el Ecuador durante el periodo de estudio.

⁴ Visualizador de datos atípicos en anexo D.

⁵ Las variables en las tablas tomarán el nombre de *ingreso* y *consumo*.

Tabla 2. Análisis descriptivo del consumo e ingreso per-cápita por cuartil

Q1			Q2		
Variable	Ingreso	Consumo	Variable	Ingreso	Consumo
Media	63,94	62,30	Media	143,59	133,62
Desv. Std	0,367	0,336	Desv. Std	0,196	0,187
Min	2,862	3,419	Min	4,631	4,580
Max	4,631	4,576	Max	5,318	5,232
Q3					
Variable	Ingreso	Consumo			
Media	360,32	315,45			
Desv. Std	0,426	0,390			
Min	5,319	5,233			
Max	7,190	6,841			

Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Nota: Los valores que corresponden a las medias de cada cuartil se expresan en dólares americanos.

Tanto el logaritmo del ingreso como el consumo per cápita se ha dividido en cuartiles. Cada uno agrupa 12.684 observaciones. Así, el cuartil 1 (Q1) agrupa el 25 % de los hogares con consumo e ingreso más bajo de la distribución. La media del ingreso monetario mensual per cápita de un hogar es de 63,94 dólares y su consumo monetario medio per cápita es de 62,30 dólares. Por otro lado, el Q2 agrupa el 50 % de datos de la distribución, es decir, también representa la mediana de toda la distribución, en donde se observa un ingreso monetario medio mensual 143,59 dólares y una media del consumo mensual de 133,62 dólares. Finalmente, el último cuartil Q3 agrupa el 75 % de la distribución de los datos e indica que el ingreso medio mensual es de 360,32 dólares y una media del consumo mensual de 315,45 dólares.

El comportamiento de las variables es similar en cada uno de los cuartiles, con ingresos medios ligeramente superiores al consumo medio; sin embargo, se puede observar cómo las variables de interés, consumo e ingreso, difieren considerablemente de manera especial en el cuartil 1 y 3, justificando así un análisis por cuartiles.

3.2. Metodología

La función de consumo keynesiana establece una relación lineal y funcional entre el gasto de consumo y la renta disponible de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C_i = a + bY_i + e_i \quad (1)$$

Donde C_i representa el gasto de consumo del hogar i ; Y_i son los ingresos o renta disponible del hogar i ; además, se considera un error aleatorio, e_i , que esta idénticamente distribuido con media cero y varianza conocida.

La propensión media al consumo se define por $\frac{\Delta C_i}{\Delta Y_i}$. b es la propensión marginal al consumo (PMC) o el incremento del gasto de consumo que va relacionado al incremento de una unidad monetaria en la renta de los hogares. Finalmente, a se considera el consumo autónomo, que representa el consumo que realizan los hogares para su subsistencia a pesar de no tener ningún tipo de ingreso.

Según Otero y Reyes (2012), mínimos cuadrados ordinarios (MCO) resulta ser un método menos robusto por ser sensible ante la presencia de heterocedasticidad, cambios estructurales y datos atípicos, problemas que son frecuentes cuando se trabaja con datos de encuestas. Por lo tanto, resulta una mejor alternativa el uso de una regresión cuantílica, que permite estimar rectas de regresión por cuantiles de la variable dependiente sin los inconvenientes presentes en MCO, ya que penaliza los errores de manera lineal y no de manera cuadrática. De esta forma es posible analizar diferentes segmentos de la distribución.

De acuerdo con Koenker y Bassett (como se citó en Xuan & Erreygers, 2020): «El enfoque de regresión MCO requiere de los supuestos de homocedasticidad y distribución normal del término de error, el enfoque de regresión por cuantiles se puede aplicar incluso cuando se violan estos supuestos». (p. 180)

El método de regresión por cuantiles fue introducido por Koenker y Bassett (1978) y permite estimar e inferir funciones de cuantiles condicionales. A diferencia de MCO, que estima la media condicional de la variable de respuesta dados algunos valores de la variable predictora, la regresión cuantílica (QR) está diseñada para estimar la mediana condicional u otros cuantiles de la variable de respuesta. En otras palabras, esta regresión tiene la ventaja de analizar distintas respuestas en diferentes cuantiles de la variable dependiente. Estas diferentes respuestas pueden explicarse como diferencias en la respuesta de la variable dependiente a cambios en el regresor en diferentes puntos de la distribución condicional de la variable dependiente (Wan Zin y Fatin, 2012).

La regresión cuantílica establece que el cuantil condicional de una variable y es lineal en los regresores x con:

$$Y_i = \alpha + \beta_{\theta} X_i + \varepsilon_{\theta i} \quad (2)$$

$$\text{Quant}_{\theta} \left(\frac{Y_i}{X_i} \right) = \alpha + \beta_{\theta} X_i \quad (3)$$

Donde X_i es un vector de variables independientes y β_θ es el vector de parámetros. $Quant_\theta\left(\frac{Y_i}{X_i}\right)$ es el cuantil condicional de Y_i dado X_i . La estimación de los parámetros del cuantil correspondiente se determina como la solución a:

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^k} \left(\sum_{i: Y_i > X_i \beta} \theta |Y_i - X_i \beta_\theta| + \sum_{i: Y_i < X_i \beta} (1 - \theta) |Y_i - X_i \beta_\theta| \right) \quad (4)$$

Los errores estándar de los vectores de parámetros se obtienen mediante el método *bootstrap* descrito en Buchinsky (2015). Debido a que el modelo de regresión cuantílica analiza diferentes cuantiles en una distribución, puede proporcionar una descripción más completa de la distribución condicional subyacente en comparación con otros modelos basados en la media como MCO.

La principal ventaja que aporta el uso de las desviaciones en valor absoluto en lugar de las desviaciones al cuadrado, como lo hace el método de MCO, es el comportamiento ante la existencia de valores atípicos que además permite analizar a los hogares con diferentes niveles de consumo, en lugar de limitarse al análisis del hogar promedio (Buchinsky, 2015).

Por lo tanto, para determinar los factores que condicionan el consumo de los hogares en Ecuador, en este estudio, se plantea el siguiente modelo de regresión cuantílica:

$$Quant_\theta(Y_i | X_i) = X_i \beta_\theta + \varepsilon_{\theta i} \quad (5)$$

Donde Y_i es el logaritmo del gasto de consumo per-cápita; X_i es el vector de variables independientes, entre ellas, el logaritmo del ingreso total per-cápita del hogar, número de personas, sexo, estado civil, escolaridad, edad y edad al cuadrado del jefe de hogar; θ es el cuantil que se analiza, en este caso, se analiza el gasto de consumo de los hogares condicionado en 3 cuantiles representativos: 25, 50, 75, que en adelante se denotan como Q25, Q50 y Q75. Esta división se realiza debido a la existencia de diferencias en la distribución del gasto en consumo de los hogares (ver anexo A). Por ello, se divide el conjunto de observaciones en cuatro partes iguales tomando el gasto de consumo de los hogares, lo que significa que cada parte contiene el 25 % de las observaciones. Con ello, resulta útil analizar la relación de los factores que condicionan el consumo de los hogares en relación con el cuantil en el cual se ubican.

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

Para el análisis de resultados, se aplicó una regresión cuantílica, la cual permite ver el comportamiento del consumo de los hogares en los distintos cuantiles seleccionados. Además, con el objetivo de enriquecer el estudio y contrastar

la importancia de la aplicación de QR, se presentan en la tabla 3 los resultados de una regresión lineal mediante MCO⁶⁻⁷.

Tabla 3. Resultados de QR y MCO
Variable dependiente: Consumo

	(1) Q25	(2) Q50	(3) Q75	(4) MCO
Sexo jefe hogar	-0,0289*** (-3,87)	-0,0247*** (-4,41)	-0,0131** (-2,45)	-0,0210*** (-3,70)
Edad jefe hogar	0,00225** (2,14)	0,00276*** (3,59)	0,00293*** (3,72)	0,00485*** (5,97)
Edad2 jefe hogar	-0,0000257** (-2,52)	-0,0000285*** (-3,79)	-0,0000248*** (-3,31)	-0,0000438*** (-5,56)
Escolaridad jefe hogar	0,0118*** (15,69)	0,0109*** (19,69)	0,0122*** (21,25)	0,0156*** (23,51)
Estado civil jefe hogar	-0,00761 (-1,11)	0,000825 (0,16)	0,0218*** (4,10)	0,0125** (2,40)
Número personas en el hogar	-0,0142*** (-9,48)	-0,0214*** (-19,37)	-0,0246*** (-63,10)	-0,0236*** (-18,06)
Ingreso	0,783*** (171,12)	0,816*** (238,14)	0,821*** (240,45)	0,765*** (170,11)
Región Costa	0,0191*** (3,01)	-0,00378 (-0,82)	-0,0169*** (-3,46)	-0,00984** (-2,08)
Región Oriente	-0,0281*** (-2,75)	-0,0271*** (-3,36)	-0,00875 (-1,07)	-0,0300*** (-3,34)
Constante	0,749*** (24,20)	0,793*** (34,91)	0,903*** (38,58)	0,936*** (36,87)
N	38.052	38.052	38.052	38.052
R2				0,799

Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaborado: Autores

Nota: Se utilizan errores estándar robustos. Estadísticos *t* entre paréntesis (* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$)

⁶ Los resultados de QR frente a MCO no son directamente comparables.

⁷ Se rechaza la igualdad de los coeficientes estimados entre cuantiles (ver anexo E).

El sexo del jefe de hogar tiene una relación negativa y significativa sobre el gasto en consumo. Esto indica que, en Ecuador, los hogares con jefes de hogar hombres consumen menos que aquellos en los cuales su jefe de hogar es mujer. Según Paxton (2009), el consumo de las mujeres jefes de hogar difiere del consumo de los hombres, ya que las mujeres gastan una mayor proporción de sus ingresos en sus hijos, lo cual favorece a la reducción de la pobreza infantil (Hopkins et al., 1999). Este resultado es similar a lo encontrado por Caglayan y Astar (2012) y Mercado et al. (2022). Por su parte, se observa que en el Q25 la magnitud es mayor, en comparación con los cuartiles superiores.

Con respecto a la edad y edad al cuadrado del jefe de hogar, resultaron significativas en todos los cuartiles. En cuanto a la edad, su relación es positiva sobre el gasto de consumo y además creciente a través de los cuartiles. Esto implica que un hogar ubicado en el Q75 tiende a gastar más en consumo conforme aumenta de manera unitaria la edad del jefe de hogar, en comparación con los hogares de cuartiles inferiores. Por otro lado, la edad al cuadrado tiene el signo negativo, que es el esperado según la literatura, ya que su tasa de crecimiento es decreciente, lo cual explica la no linealidad del comportamiento del gasto a lo largo del ciclo de vida.

Por su parte, la escolaridad del jefe del hogar, medida en años, muestra una significancia al 1 % en todos los cuartiles de la distribución de consumo. Un incremento en los años de escolaridad del jefe del hogar incrementa también sus niveles de consumo. Este incremento está ligado a mejores oportunidades laborales y por ende mejores ingresos (Alvarado & Ortiz, 2018). A su vez, se encuentra que los coeficientes obtenidos son mayores a medida que pasamos de un cuartil al siguiente superior.

Cuando se analiza el estado civil del jefe de hogar, resultó significativo únicamente en el Q75, lo cual indica que, en la distribución de gasto de consumo mayor, los jefes de hogar casados tienden a consumir más que con respecto a otros estados civiles. Estos resultados son congruentes a los hallazgos determinados por Caglayan y Astar (2012), Wan Zin y Nabilah (2012) y Mercado et al. (2022).

Por otro lado, el número de personas en el hogar aporta información importante al modelo, dado que su relación es significativa al 1 % en todos los cuartiles. En cuanto al signo, es negativo debido a que el consumo se encuentra en términos per cápita.

Respecto a la región geográfica de los hogares, tomando como base la región Sierra, se evidencia un consumo superior en los hogares de la Costa únicamente en el Q25, donde se ubican los hogares con menores gastos en consumo. En el Q50, la variable no es significativa, mientras que en el Q75 el consumo de los hogares de la Costa es inferior al de los hogares de la Sierra. Por otro lado, el consumo de los hogares ubicados en la región oriental es inferior en todos los cuartiles en comparación con los de la Sierra.

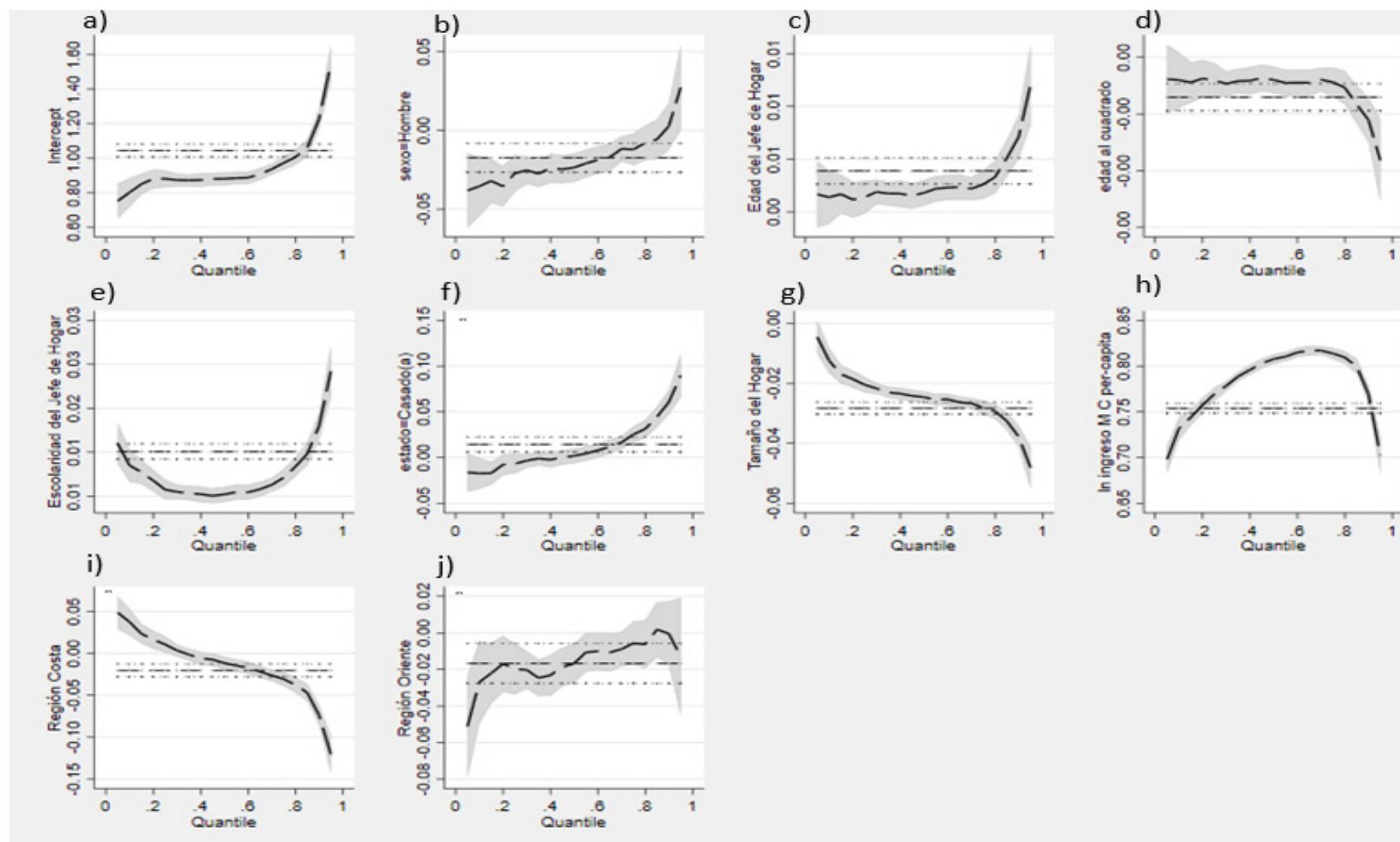
Por otro lado, la constante es significativa, positiva y mayor a cero en todos los cuartiles. Esta representa el consumo autónomo de los hogares, es

decir, el consumo que mantienen aun cuando no tienen ningún tipo de ingresos, resultado que está de acuerdo con la literatura.

Con respecto a los ingresos del hogar, resultó ser positiva y significativa al 1 % en todos los cuantiles de consumo. La tendencia difiere con los resultados de otras investigaciones, ya que, a medida que se pasa del cuartil más bajo al más alto, el coeficiente se incrementa, lo que significa que en el Ecuador la PMC es mayor a medida que se incrementa el cuartil por consumo. Por ejemplo, en el Q25, ante un aumento de 1 % en el ingreso, el consumo varía en 0,782 %; mientras que, en el Q75, ante un aumento de 1 % en el ingreso del hogar, el consumo varía en 0,822 %.

Si bien este resultado es contrario a la literatura, existen factores que pueden incidir en la propensión marginal al consumo, como es el acceso al crédito. En ese sentido, Villarreal (2023) indica que la existencia de techos de tasas de interés en Ecuador distorsiona el mercado crediticio, lo cual promueve la exclusión financiera, afectando principalmente a los más vulnerables. En ese sentido, los hogares de cuantiles más bajos podrían optar por un ahorro precautorio que, según Velásquez y Galoppo (2012), opera como un regulador creado para mantener su sendero de consumo estable y evitar pérdidas de bienestar.

Figura 2. Comportamiento de las variables de estudio



Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

La figura 2 representa gráficamente el comportamiento de las variables de estudio cuando se analizan por cuartiles y mediante MCO. Por ejemplo, en la escolaridad del jefe de hogar (panel e), las líneas horizontales representan la regresión por MCO donde se observa un comportamiento lineal de la variable. Por otro lado, cuando se analiza por QR (segmento sombreado), se puede observar que la relación entre la variable y el consumo no es lineal, sino más bien varía en cada uno de los cuantiles. Así, en un inicio, la relación es decreciente, pero, a lo largo de la distribución, su relación con el consumo tiende a ser mayor.

Un comportamiento similar muestra el ingreso (panel h), donde un gráfico generado por MCO (líneas horizontales) muestran una relación constante sobre el consumo. Sin embargo, el segmento de líneas sombreadas representa la regresión cuantílica, donde nos muestra una relación positiva y claramente creciente sobre el consumo a medida que el ingreso se incrementa en cada uno de los cuantiles de la distribución. Resultados similares arrojan las diferentes figuras, lo que demuestra la importancia de este estudio⁸.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Con los resultados de esta investigación se analizan los factores que influyen en el gasto de consumo de los hogares ecuatorianos en función de distintos cuartiles, en donde además se comprueba la teoría de consumo keynesiana para el periodo estudiado. Según los resultados arrojados por las diferentes técnicas econométricas, existe una relación positiva entre el ingreso y el gasto en consumo.

Para el desarrollo del estudio se empleó el método de regresión por cuantiles (QR), complementado con un análisis de regresión lineal múltiple. Las variables incluidas explican características del jefe de hogar, del hogar en general, y los ingresos y gastos del mismo.

Entre los principales resultados de esta investigación se tiene que las características del jefe del hogar resultan representativas e influyen en el consumo del hogar. Por ejemplo, el sexo y los años de escolaridad del jefe de hogar fueron significativos en todos los cuartiles analizados. Por un lado, hombres jefes de hogar demuestran menor consumo en el hogar que con respecto a mujeres y, en tanto que los años de escolaridad, su relación es positiva sobre el consumo. Asimismo, la edad del jefe de hogar y su cuadrado resultaron significativos en todos los cuartiles, mostrando una relación positiva y negativa,

⁸ Siguiendo lo planteado por Buchinsky (2015), se emplea un remuestreo aleatorio por *bootstrap* con 150 repeticiones para determinar la consistencia y robustez del modelo, encontrando que no existe una variación significativa en los signos y coeficientes de las variables que resultaron significativas (ver anexo F).

respectivamente, consistente con estudios previos como los de Mercado et al. (2022) y Caglayan y Astar (2012).

Otro hallazgo relevante se refiere al consumo por regiones geográficas. En la región Costa, el consumo de los hogares en el Q25 es superior al de las familias de la región Sierra. Sin embargo, en el Q75, el consumo de la Costa es menor que el de la Sierra. Por otro lado, las familias de la región oriental tienden a consumir menos que las de la Sierra en los cuartiles 25 y 50. No obstante, en los hogares con ingresos más altos, no se observan diferencias significativas en los niveles de consumo entre estas regiones.

El ingreso per-cápita resultó positivo y significativo en todos los cuartiles. Sin embargo, la tendencia también difiere con los resultados de otras investigaciones, ya que, a medida que se pasa del cuartil más bajo al más alto, el coeficiente se incrementa, lo que significa que en el Ecuador la PMC es mayor a medida que se analizan distintos segmentos de la distribución de consumo.

Como limitación de este estudio, se identifica la ausencia de un canal de exogeneidad que permita establecer relaciones causales entre los determinantes del consumo de los hogares en Ecuador. La inclusión de este enfoque podría contribuir a identificar efectos más precisos y no solo correlaciones.

Finalmente, como recomendación para futuras investigaciones, se sugiere actualizar este estudio cuando se encuentre disponible la nueva Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en Hogares Urbanos y Rurales. Esto es especialmente relevante dado que los datos utilizados en este estudio corresponden a la última encuesta disponible, con más de una década de antigüedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Agyire-Tettey, F., Godfred, C., & Asuman, D. (2018). An unconditional quantile regression-based decomposition of spatial welfare inequalities in Ghana. *The Journal of Development Studies*, 54(4), 537-556. <https://doi.org/10.1080/00220388.2017.1303676>
- Alvarado, R., & Ortiz, C. (2018). El rol del capital humano en el nivel de ingreso de las provincias del Ecuador. *Revista Económica*, 30(1), 120-129.
- Buchinsky, M. (1995). Estimating the asymptotic covariance matrix for quantile regression models: A Monte Carlo study. *Journal of Econometrics*, 68(2), 303-338. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01652-G](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01652-G)
- Bunting, D. (1989). *The Consumption Function Paradox*. Journal of Post Keynesian Economics. doi:<https://doi.org/10.1080/01603477.1989.11489746>
- Cabrera Valverde, D. G., Rosero Oliveros, T. M., & Riascos, J. C. (2019). Principales determinantes económicos del consumo en Colombia 2000-2015. *Tendencias*, 20(1), 77-106.
- Caglayan, E., & Astar, M. (2012). A microeconomic analysis of household consumption expenditure determinants for both rural and urban areas in Turkey. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(2), 27-34.
- Cárdenas, R. (2020). Demanda de electricidad residencial: Una perspectiva de regresión cuantílica. *Ensayos Revista de Economía*, 30(56), 87-114.
- Casas, J., & Gil, J. (2011). Evidencia empírica de la teoría del consumo para Colombia 2000-2010. *Apuntes del CENES*, 30(52), 53-75.
- Cortés, D., & Pérez, J. (2010). El consumo de los hogares colombianos, 2006-2007: Estimación de sistemas de demanda. *Desarrollo y Sociedad*, (65), 7-44.
- De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía: teoría y políticas*. Pearson Educación.
- Gerstenblüth, M., González, C., & Triunfo, P. (2023). Estimación de demanda de cigarrillos en Uruguay: Análisis en base a encuestas de gastos e ingresos de los hogares. *dECON*, 15(1), 5-27.
- Hopkins, J., Levin, C., & Haddad, L. (1994). Women's income and household expenditure patterns: Gender or flow? Evidence from Niger. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(5), 1219-1225.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2013, 22 de noviembre). *Metodología ENIGHUR 2011-2012*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Nac_Ingresos_Gastos_Hogares_Urb_Rur_ENIGHU/ENIGHU-2011-2012/Metologia_ENIGHUR_2011-2012_rev.pdf

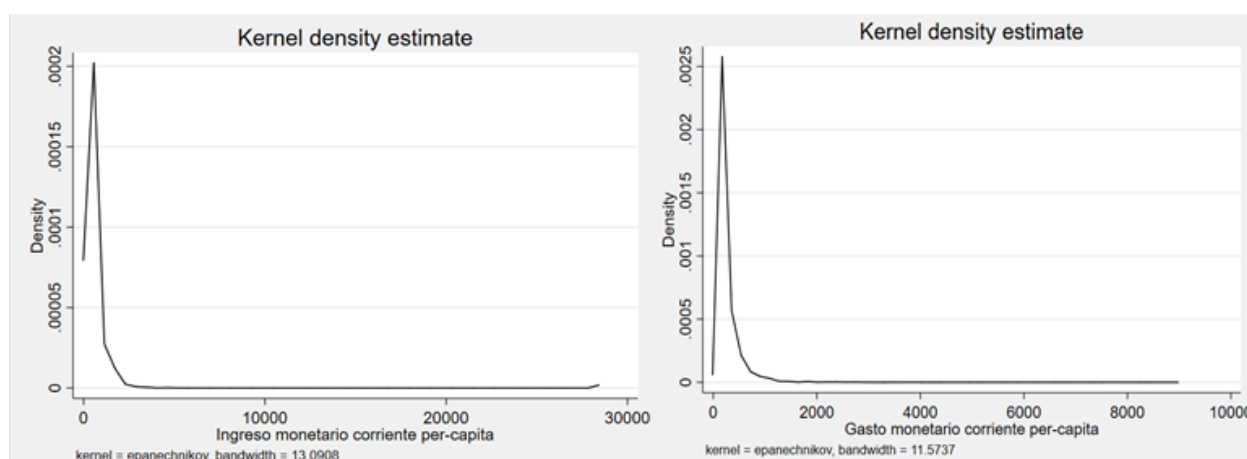
- Ipek, E., & Sekmen, Ö. (2017). Effect of household heterogeneity on consumption expenditure: A simultaneous quantile regression analysis. *The Empirical Economics Letters*, 16(12), 1329-1336.
- Keynes, J. M. (1992). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero* (5ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Mercado, M., Angulo, G., & Becerra, O. (2022). Gasto en consumo de los hogares en Colombia: Un análisis por cuartiles. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 18(34), 1-17.
- Merz, J. (1983). The functionalized extended linear expenditure system: Theory, estimation procedures and application to individual household consumption expenditures involving socioeconomic and sociodemographic characteristics. *European Economic Review*, 21(3), 359-394.
- Modigliani, F., & Brumberg, R. (1954). *Utility Analysis and the Consumption Function: An Interpretation of Cross-Section Data*. (K. Kurihara, Ed.) Post-Keynesian Economics.
- Nava, I., & Brown, F. (2018). Determinantes del ahorro de los hogares en México: Un análisis de regresión cuantílica. *Economía Teoría y Práctica*, (49), 93-118.
- Nguyen, B., Albrecht, J., Vroman, S., & Westbrook, D. (2007). A quantile regression decomposition of urban-rural inequality in Vietnam. *The Journal of Development Studies*, 43(6), 936-954. <https://doi.org/10.1080/00220380701384494>
- Otero, J., & Reyes, B. (2012). *Regresión Cuantílica: estimación y contrastes*. Instituto LR Klein-Centro Gauss. Obtenido de <https://www.uam.es/uam/media/doc/1606862082401/regresion-cuantilica-estimacion-y-contrastos.pdf>
- Parra, F. J. (2016). Estimación de una propensión marginal al consumo keynesiana. *Documentos de Trabajo Economía*, (9), 1-31.
- Parra, F. (2018). Estimation of a Keynesian marginal propensity to consume. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 23(44), 320-351. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-01-2018-0011>
- Paxton, J. (2009). Subsistence savings strategies of male- and female-headed households: Evidence from Mexico. *Eastern Economic Journal*, 35(2), 209-231. <https://doi.org/10.1057/palgrave.eej.9050056>
- Ramírez Loyola, M. Á., Vega Valdivia, D. D., & Soto Gil, M. (2022). Evolución del consumo de la economía mexicana en el periodo 1980-2019. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 12(36), 221-238.

- Ruperti, J., Zambrano, C., & Molero, L. (2019). Estimación de corto y largo plazo de la función consumo keynesiana para Ecuador: Periodo 1950-2014. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 25(1), 152-171.
- Segovia, J. K., Orellana Bravo, M. R., & Sarmiento Jara, J. P. (2020). Estimación de la demanda de bebidas no alcohólicas en Ecuador. *ECA Sinergia*, 11(1), 72-83.
- Tsenkwo, J. (2011). Testing Nigeria's marginal propensity to consume (MPC) within the period 1980-2004. *Innovative Research in Management and Humanities*, 2(1), 15-25.
- Velásquez Herrera, A., & Galoppo Pinto, A. (2012). Ahorro precautorio en Bolivia: Evidencia para un periodo de recesión y un periodo de expansión. *Banco Central de Bolivia*, 1-13.
- Wan Zin, Z., & Fatin, S. (2012). Malaysian household consumption expenditure: Rural vs urban. *American Economic Review*, 102(3), 1320-1337.
- Wright, K., Shroff, A., & Smith, G. (2017). Marginal propensity to consume in Hungary: The long-term versus short-term challenges to policy makers. *Eastern European and Central Asian Research*, 4(2), 1-7.
- Xuan, T., & Erreygers, G. (2020). Applying quantile regression to determine the effects of household characteristics on household saving rates in Vietnam. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 27(2), 175-193. <https://doi.org/10.1108/JABES-07-2019-0069>

ANEXOS

Anexo A. Gráfico de densidad de Kernel de ingreso y consumo corriente per cápita

El anexo A muestra donde están concentrados los datos dentro del intervalo estudiado, tanto del consumo como el ingreso per cápita. En ambos casos, los datos no siguen una distribución normal como se puede observar gráficamente.

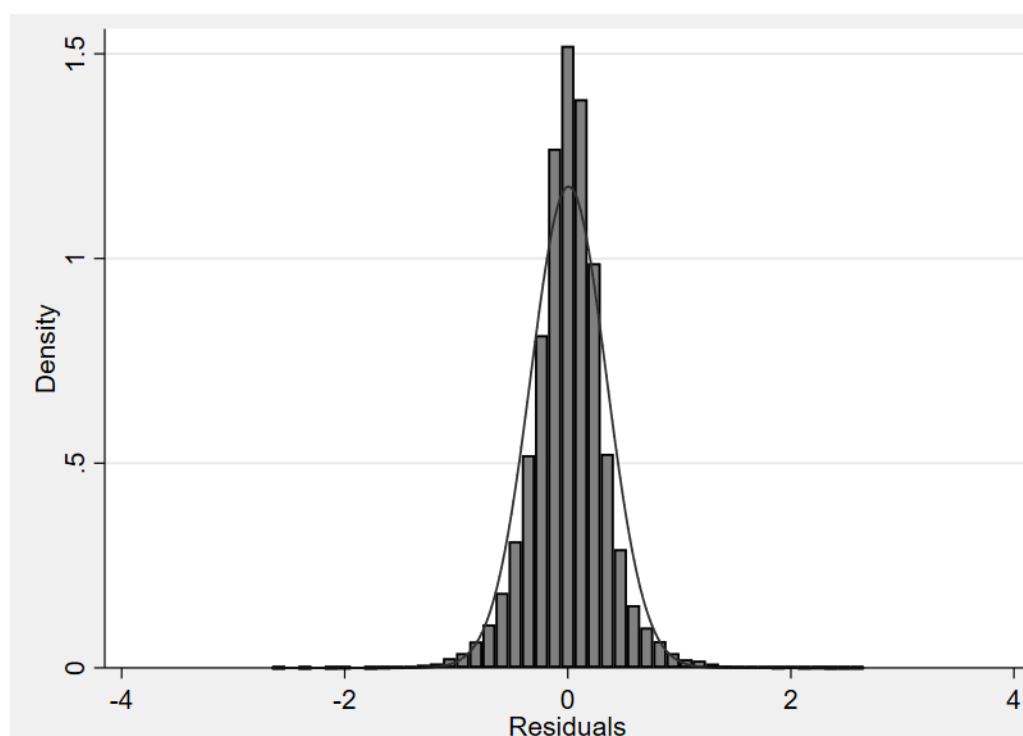


Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Anexo B. Gráfico de normalidad de los datos

El anexo B muestra un gráfico de normalidad de los residuos luego de aplicado la regresión por MCO, donde visualmente se observa normalidad en los residuos; sin embargo, usando un *test* formal se determinó que los residuos no siguen una distribución normal.



Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Anexo C. Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas

En el anexo C se presentan las estadísticas descriptivas en cada cuartil de las variables utilizadas en el estudio.

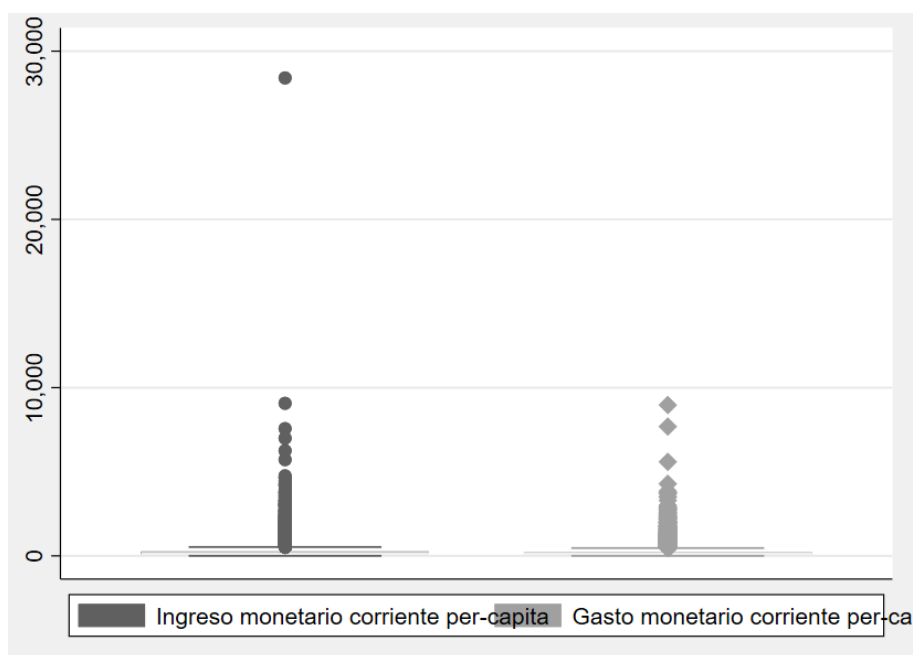
		Variable	Escolaridad	Sexo	Edad	Edad2	Estado civil	Número personas por hogar	Consumo	Ingreso
Q1	Media		6,636708	0,7537843	48,21665	2.617,361	0,4084674	4,57474	62,30	63,94
	Desv. Std		3,953107	0,4308227	17,10375	1.819,794	0,4915698	2,198825	0,336	0,367
	Min		0	0	13	169	0	1	3,419	2,862
	Max		20	1	98	9604	1	22	4,576	4,631
		Variable	Escolaridad	Sexo	Edad	Edad2	Estado civil	Número personas por hogar	Consumo	Ingreso
Q2	Media		8,956638	0,7642699	46,66801	2.423,317	0,451356	3,945522	143,59	133,62
	Desv. Std		4,382739	0,424471	15,66632	1.601,506	0,4976478	1,741637	0,196	0,187
	Min		0	0	14	196	0	1	4,631	4,580
	Max		21	1	98	9604	1	19	5,318	5,232
		Variable	Escolaridad	Sexo	Edad	Edad2	Estado civil	Número personas por hogar	Consumo	Ingreso
Q3	Media		12,21176	0,7656891	47,93543	2.534,639	0,494087	3,167849	360,32	315,45
	Desv. Std		4,833759	0,4235841	15,39001	1.591,467	0,4999847	1,546403	0,426	0,390
	Min		0	0	14	196	0	1	5,319	5,233
	Max		22	1	98	9.604	1	12	7,190	6,841

Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Anexo D. Box plot ingreso y consumo corriente per cápita

El anexo D muestra de forma gráfica la distribución de las observaciones en un diagrama de caja. El gráfico permite observar claramente que en los datos de ingreso corriente per cápita existen datos atípicos, lo que se contrastó también con otros métodos. Hay la necesidad de eliminar ese 1 % de la población con ingresos menores a 37,69 y superiores a 1.517,67 dólares mensuales, esto para evitar que el coeficiente del ingreso en el modelo esté sub o sobreestimado



Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Anexo E. Test de Wald. Coeficientes por cuartil.

Hipótesis	Q25=Q50	Q25=Q75	Q50=Q75
Estadístico F	65,68	142,07	54,02
P-Valor	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)**Elaboración:** Autores

Anexo F. Tabla comparativa por bootstrap con 150 repeticiones

El anexo F muestra el resultado de la aplicación de un remuestreo a través de bootstrap con 150 repeticiones.

Variable dependiente: gasto en consumo

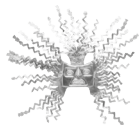
Variables	BQ25	Q25	BQ50	Q50	BQ75	Q75
Sexo jefe H	-0,0272*** (0,00571)	-0,0289*** (0,00747)	-0,0236*** (0,00457)	-0,0247*** (0,00561)	-0,0121*** (0,00425)	-0,0131** (0,00536)
Edad jefe H	0,00139* (0,000815)	0,00225** (0,00105)	0,00180*** (0,000570)	0,00276*** (0,000770)	0,00260*** (0,000632)	0,00293*** (0,000786)
Edad2 jefe H	-0,000020** (0,000008)	-0,0000257** (0,000001)	-0,00001*** (0,000005)	-0,000028*** (0,000007)	-0,00002*** (0,000006)	-0,000024 (0,000007)
Escolaridad jefe H	0,0107*** (0,000577)	0,0118*** (0,000751)	0,0102*** (0,000493)	0,0109*** (0,000553)	0,0121*** (0,000467)	0,0122*** (0,000575)
Estado civil jefe H	-0,00677 (0,00443)	-0,00761 (0,00689)	0,00187 (0,00416)	0,000825 (0,00501)	0,0253*** (0,00443)	0,0218*** (0,00532)
Número per. H	-0,0205*** (0,00124)	-0,0142*** (0,00150)	-0,0246*** (0,00101)	-0,0214*** (0,00111)	-0,0281*** (0,00103)	-0,0246*** (0,000389)
Ingreso	0,770*** (0,00360)	0,783*** (0,00458)	0,808*** (0,00320)	0,816*** (0,00343)	0,814*** (0,00331)	0,821*** (0,00342)
Región Costa	0,0107** (0,00516)	0,0191*** (0,00633)	-0,0114*** (0,00323)	-0,00378 (0,00459)	-0,0306*** (0,00368)	-0,0169*** (0,00489)
Región Oriente	-0,0197** (0,00765)	-0,0281*** (0,0102)	-0,0167*** (0,00590)	-0,0271*** (0,00809)	-0,00568 (0,00682)	-0,00875 (0,00816)

Variables	BQ25	Q25	BQ50	Q50	BQ75	Q75
Constante	0,882*** (0,0236)	0,749*** (0,0310)	0,882*** (0,0190)	0,793*** (0,0227)	0,973*** (0,0226)	0,903*** (0,0234)
N	38.052	38.052	38.052	38.052	38.052	38.052

Fuente: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR)

Elaboración: Autores

Nota: Estadísticos t entre paréntesis (* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$).



ANALIZANDO LA DINÁMICA DEL ÍNDICE DEL DÓLAR ESTADOUNIDENSE: PERSPECTIVAS DEL NYICDX

Ricardo I. von Schoettler

Investigador independiente
Fráncfort del Meno, Alemania

Información

Recibido:
18 de junio de 2024

Aceptado:
25 de noviembre de 2024

Palabras clave:
Sonrisa del dólar
Coeficiente
Economía
Indicador
Índice NYICDX

JEL:
C43, C55

DOI:
<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.8>

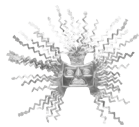
Resumen

Esta investigación analiza de manera descriptiva la evolución del índice NYICDX entre 2000 y 2024, empleando la teoría de la sonrisa del dólar (TSD) como marco conceptual. A través de un enfoque inferencial, se evalúan las distintas etapas del índice mediante estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad, coeficiente de variación y la prueba de Friedman. Se introduce, además, un nuevo indicador: el coeficiente de fuerza de inclinación (CFI), para profundizar en el análisis de las tendencias. Con el objetivo de comprender la dinámica del NYICDX y caracterizar sus principales etapas, se vincula el análisis con las crisis económicas más relevantes del periodo. Los resultados obtenidos revelan que las etapas *recesión global* y *robusta expansión económica* presentan mayor volatilidad, coincidiendo con la premisa de la TSD sobre cambios de tendencia. El CFI confirma que la etapa *desaceleración del crecimiento estadounidense* exhibe la mayor fuerza de caída, mientras que las etapas *crecimiento de las economías foráneas* y *robusta expansión económica* muestran las mayores fuerzas de crecimiento. La prueba de Friedman expone resultados espejos e indica que existen diferencias significativas entre algunas etapas, como el *crecimiento del resto del mundo*, la *recesión en EE.UU.* y el *crecimiento del resto de economías que superan a EE.UU.* Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas entre otras etapas. En conclusión, este estudio proporciona una caracterización detallada de la dinámica del NYICDX a lo largo de las últimas décadas, validando en gran medida los postulados de la TSD y aportando nuevas evidencias a través del CFI.

¹ORCID: 0000-0002-0757-6091. CRediT: investigación, redacción - revisión y edición, redacción - borrador original, validación, metodología, análisis formal, curación de datos, conceptualización.

E-mail: rvons1957@gmail.com

Copyright © 2024 von Schoettler. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.



ANALYZING THE DYNAMICS OF THE US DOLLAR INDEX: NYICDX PERSPECTIVES

Ricardo I. von Schoettler

Independent researcher
Frankfurt am Main, Germany

Article Info

Received:

18th June 2024

Accepted:

25th November 2024

Keywords:

Dollar Smile
Coefficient
Economy
Indicator
NYICDX Index

JEL:

C43, C55

DOI:

<https://doi.org/10.47550/RCE/34.2.8>

Abstract

This descriptive research analyzes the evolution of the NYICDX index between 2000 and 2024, using the Dollar Smile Theory (TSD) as a conceptual framework. Through an inferential approach, the different stages of the index are evaluated using descriptive statistics, normality tests, coefficient of variation, and the Friedman test. A new indicator, the Tilt Force Coefficient (CFI), is also introduced to deepen the analysis of trends. In order to understand the dynamics of the NYICDX and characterize its primary stages, the analysis is linked to the most relevant economic crises of the period. The results reveal that the Global Recession and Robust Economic Expansion stages present greater volatility, coinciding with the premise of the TSD on trend changes. The IFC confirms that the U.S. Growth Slowdown stage exhibits the most significant downward force. In contrast, the Foreign Economy Growth and Robust Economic Expansion stages show the most significant growth forces. The Friedman test exposes mirror results and indicates significant differences between some stages, such as Rest of the World Growth and Recession in the U.S. and the Growth of the Rest of the Economies that Outperform the U.S. However, no significant differences are found between other stages. In conclusion, this study provides a detailed characterization of the dynamics of the NYICDX over the last decades, mainly validating the postulates of the TSD and providing new evidence through the CFIx.

¹ORCID: 0000-0002-0757-6091. CRediT: Research, Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Methodology, Formal analysis, Data curation, Conceptualization.

E-mail: rvons1957@gmail.com

Copyright © 2024 von Schoettler. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

La teoría de la sonrisa del dólar (TSD) es una hipótesis que sostiene que el valor del dólar estadounidense, medido a través del índice NYICDX, se aprecia tanto en momentos de optimismo como en situaciones de incertidumbre. Esta teoría indica que la influencia de la fluctuación del dólar en la economía de un país respecto a otro es asimétrica, afectando de manera desigual a los principales indicadores económicos entre naciones. Empero, ¿cuáles son las particularidades de este índice?, ¿cómo se comporta en el tiempo tanto en etapas de crecimiento como de recesión?, ¿se describe como un indicador confiable del precio del dólar? El presente enunciado plantea estas interrogantes.

El dólar estadounidense es ampliamente reconocido como el reflejo de la estrategia financiera nacional de Estados Unidos. Históricamente, su tendencia ha ejercido una influencia considerable en la economía global (Lee & Liu, 2010). El autor además reflexiona en que, al analizar su comportamiento durante pasadas crisis económicas mundiales, se observa que fluctuaciones significativas en el índice del dólar suelen correlacionarse con periodos de fortalecimiento o debilidad de la economía global.

En agosto de 1973, el entonces presidente Richard Nixon puso fin a la convertibilidad del dólar en oro, marcando el cese del sistema de Bretton Woods establecido en 1944. Esta permuta histórica otorgó al dólar el rol de moneda de comercio internacional y abrió la puerta a una nueva era de tipos de cambio flotantes vigentes hasta la fecha. Con la eliminación del anclaje a un régimen de cambio fijo, las monedas comenzaron a fluctuar libremente en los mercados de divisas, moviéndose al ritmo de la oferta y la demanda.

Esta investigación está estructurada para proporcionar una comprensión integral del comportamiento del NYICDX. La primera sección profundiza en la literatura existente, revisando las teorías relevantes que sustentan este estudio. También establece el propósito de la investigación y las hipótesis a probar. A continuación, la segunda sección se centra en los aspectos metodológicos empleados para analizar el comportamiento del índice. Finalmente, en la tercera sección, se presentan y discuten los resultados obtenidos, destacando las observaciones clave y las conclusiones extraídas del análisis.

Desde la adopción generalizada de la normativa de cambio flotantes entre países industrializados, el valor del dólar ha experimentado notables fluctuaciones, tanto ascendentes como descendentes, frente a una canasta de monedas relevantes y las de sus socios comerciales. Esta volatilidad sugiere la influencia significativa del tipo de cambio en las variables económicas, consolidando al dólar como el precio más crucial dentro de cualquier economía y el activo más determinante globalmente. De hecho, muchos de estos cambios fluctuantes se debieron a eventos impredecibles que derivaron en algunas ulteriores crisis financieras mundiales.

En respuesta a esta nueva dinámica, el índice USDX se estableció en marzo de 1973, poco antes del desmantelamiento de los Acuerdos de Bretton

Woods, proporcionando un indicador para medir el valor relativo del dólar. Inicialmente fijado en 100, el índice ha registrado un máximo histórico el 5 de marzo de 1985 cuando llegó a 163,83 puntos, y un mínimo de 71,8 puntos el 22 de abril del 2008, reflejando el rango fluctuante intertemporal del dólar. Estos movimientos han sido impulsados por una variedad de factores, incluyendo innovaciones tecnológicas, cambios en las políticas monetarias, crisis financieras y eventos geopolíticos imprevistos. El USDX no solo proporciona una perspectiva histórica de la evolución del dólar, sino que también sirve como una herramienta valiosa para entender su papel en la economía global.

En tal virtud, el dólar estadounidense se ha consolidado como la moneda de referencia en el comercio internacional, siendo parte integral de la mayoría de los pares de divisas más negociados. Esto se debe a su estabilidad percibida, liquidez y el papel de Estados Unidos como una economía dominante. Los pares más populares que incluyen al dólar son: EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF, USD/JPY y USD/CAD. Estos pares no solo dominan el mercado de divisas por su volumen de negociación, sino que también sirven como indicadores clave del estado de la economía mundial y las relaciones comerciales entre países. La preeminencia del dólar en el sistema financiero global también se muestra en su rol como moneda de reserva preferida por los bancos centrales y de uso en la cotización de materias primas, como ejemplo tenemos el petróleo, gas natural y el oro.

El índice NYICDX¹ es un contrato de futuros que vincula el dólar frente a seis monedas ponderadas en las siguientes proporciones: el euro, 57,6 %; el yen japonés, 13,6 %; la libra esterlina, 11,9 %; el dólar canadiense, 9,1 %; la corona sueca, 4,2 %; y el franco suizo, 3,6 %. Como se mencionó su base de referencia frente a sus pares es de 100 puntos. La dinámica de esta referencia es que, por encima de los 100, el dólar se está apreciando frente a otras monedas. Por otro lado, una lectura por debajo de 100 puntos implica que el dólar está perdiendo valor frente al resto de las monedas, es decir, se está depreciando.

Entre las características del dólar y su relación con los pares de divisas relacionados, se observan generalmente dos movimientos que actúan con el índice: (i) cuando el dólar actúa como moneda base o numerador del par, el índice NYICDX y el par de divisa escogida tienden a moverse en la misma dirección, y (ii) cuando el dólar es la moneda cotizada o denominador, el índice NYICDX y su binomio suelen moverse en direcciones opuestas. Aunque pueda parecer un mecanismo sencillo, detrás de estos movimientos se encuentran las complejas dinámicas de oferta y demanda que rigen los mercados globales del dólar.

De acuerdo con los datos observados del índice NYICDX entre los años 2014 y 2020 (ver figura 1), se presenta un periodo de transición con un cambio

¹ Introducido en marzo de 1973, el índice ha evolucionado en su denominación, pasando por DXY, USDX y alcanzando su nombre actual.

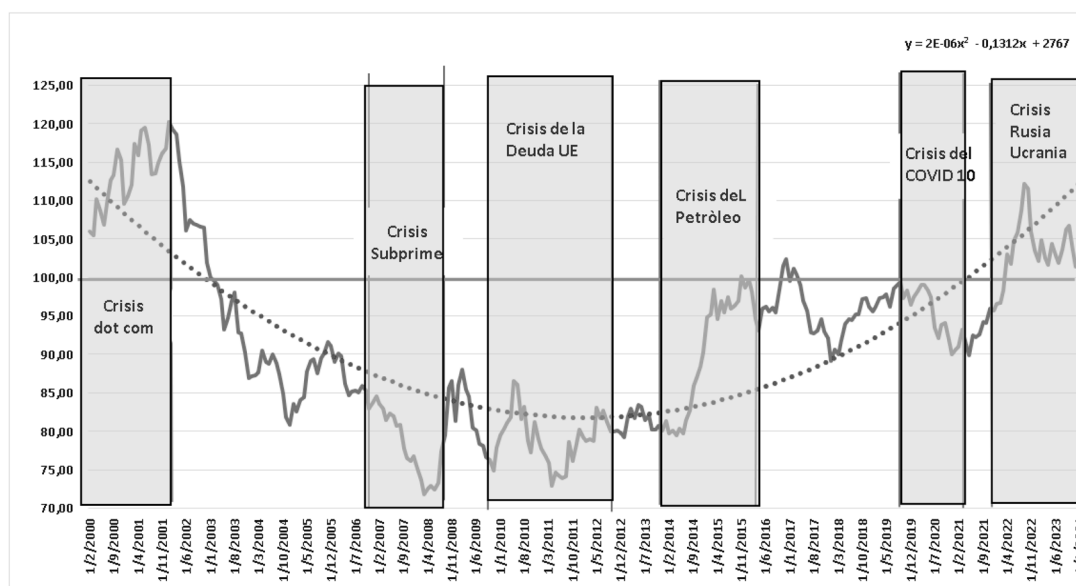
de etapa de E4 a E5, durante el cual el precio se mantuvo entre los 90 y 100 puntos. La pendiente de la serie temporal sugiere un incipiente crecimiento económico y, por tanto, una reactivación de la economía que se observa hasta la fecha actual. Esta característica evidencia que, en los cambios de tendencia entre periodos, la volatilidad de la serie se manifiesta de manera creciente. Esto se puede corroborar en el análisis de normalidad elaborado por etapas (ver el anexo 1).

Otra de las características del NYICDX es que en su composición están representados 22 países, entre ellos, 17 miembros de la Unión Europea que han adoptado el euro así como los otros cinco países ya mencionados. Por tanto, es una buena herramienta para medir la fortaleza general del dólar estadounidense.

Entre los principales defectos del índice NYICDX, se encuentra que la estructura inicial se hizo en base a los vínculos comerciales de Estados Unidos a principios de los años 70. Esta composición no ha sido actualizada. Como consecuencia, algunos de los importantes socios comerciales de EE.UU. no están considerados. Entre ellos, China, su segundo país en importancia comercial; México, socio en el Tratado de Libre Comercio; Rusia; Brasil, e India, países demográfica y geográficamente extensos. Muchos de estos países están dentro de las diez economías más grandes en la actualidad y, sin embargo, ninguna de esas divisas está representada en el indicador. Por otro lado, debido a que las monedas antes mencionadas se devalúan continuamente como consecuencia de la inflación interna y de la revalorización del dólar, el índice NYICDX no justificaría su valor referente, al no ponderarse respecto a otras divisas en el tiempo.

La teoría de la sonrisa del dólar es una proposición poco reconocida en el ámbito académico y, aunque no se evidencia en la literatura algún sustento teórico, se nutre de diversas corrientes económicas, financieras y de psicología empresarial. Si bien su base empírica es muy heterogénea, la presente investigación plantea tres ambientes teóricos que respaldan de manera significativa este postulado.

Dentro de las teorías con marco teórico económico, se encuentra la teoría de la paridad del poder adquisitivo de Cassel (1967), que sugiere que, a largo plazo, las tasas de cambio entre dos monedas están determinadas por las diferencias en los niveles de precios internos de los países. Según esta teoría, los tipos de cambio se ajustan en el mercado internacional para que el poder adquisitivo (es decir, la cantidad de bienes y servicios que se pueden adquirir con una unidad de moneda) sea equivalente entre países, lo que puede influir en la fortaleza o debilidad del dólar en diferentes escenarios económicos, estableciendo que el tipo de cambio de equilibrio entre monedas debe igualar la tasa de cambio entre los niveles de precios de los bienes y servicios en ambos países.

Figura 1. Cotización del índice NYICDX del 2000 al 2024

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Nota: Se incluye la ecuación polinómica de la serie que describe el comportamiento del índice y se ubican las principales crisis durante el periodo. En la tabla 1 se detallan los periodos por etapas y los rangos establecidos por puntos del NYICDX

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este mismo contexto se encuentra la teoría del ciclo económico, quienes entre los autores más influyentes están Adam Smith, David Ricardo, Carl Menger, Friedrich Hayek, John Maynard Keynes y Milton Friedman. Según esta teoría, las economías pasan por ciclos de expansión y contracción. Si Estados Unidos está en una fase de expansión económica, con altas tasas de crecimiento del PIB y empleo, los inversores extranjeros pueden buscar invertir en activos denominados en dólares, lo que aumenta la demanda de la moneda y puede llevar a su apreciación. Examina cómo las fases del ciclo económico, como la depresión, estancamiento y la recesión económica, afectan las inversiones y la demanda de una variedad de activos monedas seguras como el dólar.

Finalmente, la teoría monetaria óptima, propuesta por Mundell (1961), sostiene que una economía monetaria es más estable cuando está respaldada por una moneda nacional que se utiliza como moneda de reserva global. Si la economía de EE. UU. se considera fuerte y estable, entonces su moneda, el dólar, podría experimentar una apreciación debido a su estatus como moneda de reserva.

En el contexto financiero, existen teorías que vinculan elementos de otras áreas de la economía, como es el caso de la teoría de portafolio. En efecto, las aportaciones de Markowitz (1952), Merton (1973) y Black y Scholes (1973) son fundamentales en este ámbito. Estos autores propusieron modelos matemáticos para seleccionar portafolios óptimos de inversión, asumiendo un comportamiento racional de los inversores con el objetivo de obtener mayores beneficios con mayor seguridad. Proporcionaron un marco para diversificar carteras, analizar el riesgo y maximizar el retorno esperado, lo que convierte sus trabajos en referencias esenciales para inversores individuales, profesionales y administradores financieros. El comportamiento racional está vinculado con el marco teórico socioeconómico que fundamenta la teoría de las expectativas racionales.

Las expectativas humanas, inherentes a la conducta individual, nos impulsan a alcanzar nuestros objetivos lo más pronto posible bajo condiciones similares. La teoría de la preferencia temporal, formulada por Böhm Bawerk, E. von (1881), refleja esta tendencia innata y fundamenta su teoría del interés en la predilección por la gratificación inmediata, argumentando que, en general, valoramos más los bienes actuales que los futuros, siempre que su cantidad y calidad sean comparables (Bondone, 2011). En contraposición, la relación entre los tipos de interés y el dinero es directamente proporcional: a mayor plazo, mayor es el costo financiero, lo que se traduce en la necesidad de cubrir montos más elevados. Bondone (2006) enunció en su teoría de la relatividad económica o de temporalidad económica (TTE) que el *tiempo económico* es el único bien intertemporal que no tiene vida propia, sino que siempre se materializa, sí o sí, en otro bien económico presente. En este sentido, se puede ultimar que las preferencias de los inversores se conforman en virtud de temporalidad en que los acontecimientos se vayan presentando y de las oportunidades del momento.

Stephen Jen, antiguo economista del Fondo Monetario Internacional y de Morgan Stanley, y actualmente al frente de un fondo de cobertura y de la consultora Eurizon SLJ Capital en Londres y su colega Fatih Yilmaz, expusieron la conocida Teoría de la Sonrisa del Dólar (Eurizon, 2022). Esta teoría identifica tres escenarios clave que influyen en el comportamiento del dólar estadounidense: (i) un fortalecimiento del dólar impulsado por la aversión al riesgo; (ii) una debilitación del dólar en respuesta a la desaceleración en intensidad de impredecibles crisis económicas de manera periódica; y (iii) un fortalecimiento del dólar asociado con el crecimiento económico. De hecho, las características de las crisis se manifiestan como eventos que ciernen impactos severos a las economías, impredecibles como la coyuntura de la crisis por el COVID-19, en otros casos se coligen con cambios de paradigmas como las del dot com; complementando todas ellas con una racionalización posterior de los eventos ocurridos. Nassim Nicholas Taleb, desarrolló una teoría a partir del año 2001 para explicar el papel desproporcionado de eventos raros y difíciles

de predecir que están más allá de las expectativas normales en historia, ciencia y finanzas.

De hecho, las características de las crisis se manifiestan como eventos que ciernen impactos severos a las economías, impredecibles, como la coyuntura de la crisis por el COVID-19; en otros casos, se coligen con cambios de paradigmas como las del *dot-com*, complementando todas ellas con una racionalización posterior de los eventos ocurridos. Nassim Nicholas Taleb desarrolló una teoría a partir del año 2001 para explicar el papel desproporcionado de eventos raros y difíciles de predecir que están más allá de las expectativas normales en historia, ciencia y finanzas.

Generalmente estos eventos con las características mencionadas fueron advertidos por la denominada *Black Swan Theory* o teoría del cisne negro. Es una metáfora que describe un suceso sorpresivo o altamente improbable, de gran impacto socioeconómico, y que, una vez pasado el hecho, se racionaliza por retrospección (Taleb, 2015). La teoría advierte sobre la limitación humana para prever lo inesperado y la necesidad de planificar ante la incertidumbre.

Enmarcado en este contexto teórico, resulta evidente cómo diversos eventos impredecibles han desencadenado en crisis financieras de alcance global, afectando el comportamiento del NYICDX en diferentes etapas de ciclos económicos, conformando la sarcástica risa observada de la figura 1. A continuación, se ofrece una breve descripción de estas recientes crisis.

2.1. Descripción de las principales crisis del siglo XXI

Desde el año 2000 al 2024, el mundo ha enfrentado una variedad de crisis de diferente índole. Se expondrá un resumen somero de las principales en su orden de aparición:

2.1.1. La burbuja puntocom (2000-2002)

La burbuja *dot-com* (1997-2001) fue un periodo de especulación financiera e inversión excesiva en empresas de internet. El Nasdaq se disparó 400 % (1995-2000) y luego cayó 78 % (2002), causando una recesión en varios países. La crisis se caracterizó por valoraciones de acciones exageradas, modelos de negocio insostenibles y prácticas de compensación cuestionables (Krugman, 2019). El estallido de la burbuja resultó en el cierre de miles de empresas, dejando lecciones valiosas sobre la especulación y la importancia de fundamentos económicos sólidos.

2.1.2. Crisis financiera Argentina (2001)

Esta crisis se caracterizó por una profunda recesión, el *default* de la deuda externa y la implementación del *corralito*, que restringió la libre disposición

de efectivo en los bancos. El origen de la crisis se remonta a la adopción de la Ley de Convertibilidad en 1991, que fijó el valor del peso argentino igual al dólar estadounidense. Aunque inicialmente fue exitosa, esta política llevó a una sobrevaluación de la moneda y un déficit fiscal insostenible. La falta de competitividad, la falsa rigidez inflexible del sistema monetario, la inestabilidad endógena y el alto endeudamiento hicieron que la economía fuera vulnerable a *shocks* externos y a la fuga de capitales (Minsky, 2016).

2.1.3. Hipotecaria *subprime* (2007-2008)

La crisis financiera global de 2008, desencadenada por el colapso del mercado hipotecario en Estados Unidos, provocó una recesión mundial. La crisis expuso las fallas de las teorías de eficiencia de mercado y los modelos de portafolios óptimos (Markowitz, Merton, Scholes), que no pudieron predecir ni mitigar el desastre (Rapoport & Brenta, 2010). La venta de créditos de alto riesgo como activos financieros fue el detonante que intensificó su inicio (Ahumada, 2013). Las causas incluyeron bajas tasas de interés, préstamos laxos, riesgo moral excesivo, asimetrías de información, regulación deficiente y falta de disciplina de mercado. Las consecuencias fueron devastadoras: ejecuciones hipotecarias, colapso de instituciones financieras, recesión económica profunda, desconfianza generalizada, contracción del crédito, caída en inversión y consumo, y un impacto negativo en la eficiencia bancaria global. La crisis de 2008 dejó un legado de inestabilidad financiera y cambios profundos en la regulación financiera (Ahumada, 2013; Candia-Campano et al., 2019).

2.1.4. Deuda soberana europea (2010-2012)

La crisis de la deuda europea, también conocida como la Euro Crisis, azotó la zona euro entre 2010 y 2012. Se caracterizó por altos niveles de deuda pública, problemas bancarios y recesiones económicas en países como Grecia, Irlanda, Portugal, España e Italia. Sus raíces se remontan a la crisis financiera *subprime*, la cual expuso las debilidades estructurales de la unión monetaria europea y la falta de coordinación fiscal entre sus miembros. Esta situación no solo se tradujo en un problema de deuda pública, sino que también generó un desequilibrio en el crecimiento económico, el desempleo y la balanza de pagos. Las respuestas políticas incluyeron medidas de austeridad y reformas estructurales, junto con la creación de mecanismos de estabilidad financiera como el EFSF y el ESM. Sin embargo, estas medidas generaron controversia, ya que algunos dirigentes argumentaban que la austeridad profundizaba la recesión y empeoraba el desempleo (Capraro et al., 2013).

2.1.5. Crisis del petróleo (2014-2016)

La crisis del petróleo de 2014-2016 fue un periodo marcado por una caída drástica en los precios del crudo, iniciada por un exceso de oferta y una desaceleración de la demanda global. La sobreproducción de petróleo de esquisto en Estados Unidos, junto con la decisión de la OPEP de no recortar la producción, contribuyó a un mercado saturado y a la disminución de los precios. Esta crisis tuvo repercusiones significativas en la economía mundial, afectando especialmente a los países exportadores de petróleo. Las naciones dependientes de los ingresos petroleros enfrentaron déficits presupuestarios y tuvieron que ajustar sus políticas fiscales y monetarias. Además, la caída de los precios impactó la inversión en el sector energético, con una reducción notable en la exploración y producción de nuevos yacimientos (Ruiz-Porras & Anguiano-Pita, 2021).

2.1.6. Crisis económica de Venezuela (2013-presente)

Venezuela sigue sufriendo una crisis económica caracterizada por hiperinflación, escasez de productos básicos y caídas del PIB. En efecto, la crisis, iniciada en 2013, representa una de las situaciones más complejas en Latinoamérica, ampliada por una profunda disputa social interna. Las políticas económicas implementadas basadas en el control de precios, regulaciones y endeudamiento externo han sido analizadas desde la perspectiva de la Escuela Austríaca de Economía, que critica el intervencionismo fiscal y monetario (Torres et al., 2019), y aunadas a sanciones implementadas por parte de EE.UU. La situación de Venezuela es un claro ejemplo de cómo las políticas económicas e ideologías contrapuestas pueden tener efectos devastadores en la estructura productiva y la estabilidad social de un país (Echarte-Fernández et al., 2018).

2.1.7. Crisis económica causada por la pandemia de COVID-19 (2020)

La pandemia del coronavirus provocó una recesión global, con cierres de empresas, pérdida de empleos y una contracción económica sin precedentes. La crisis del COVID-19, iniciada a finales del año, se convirtió en una pandemia global con efectos devastadores en la salud, la economía y la sociedad a nivel mundial. Originada por el virus SARS CoV 2, la pandemia fue declarada «emergencia de salud pública de alcance internacional» en menos de un mes desde su aparición en China (Escudero et al., 2020). La rápida propagación del virus llevó a millones de infecciones y cientos de miles de muertes, afectando a todos los continentes. Las medidas para contener el virus, como los confinamientos y el distanciamiento social, provocaron una contracción económica. Sectores como el turismo, la hostelería y el comercio minorista se vieron especialmente afectados. La crisis exacerbó la desigualdad y la pobreza,

impactando de manera desproporcionada a los grupos más vulnerables y a las economías emergentes (World Bank, 2022).

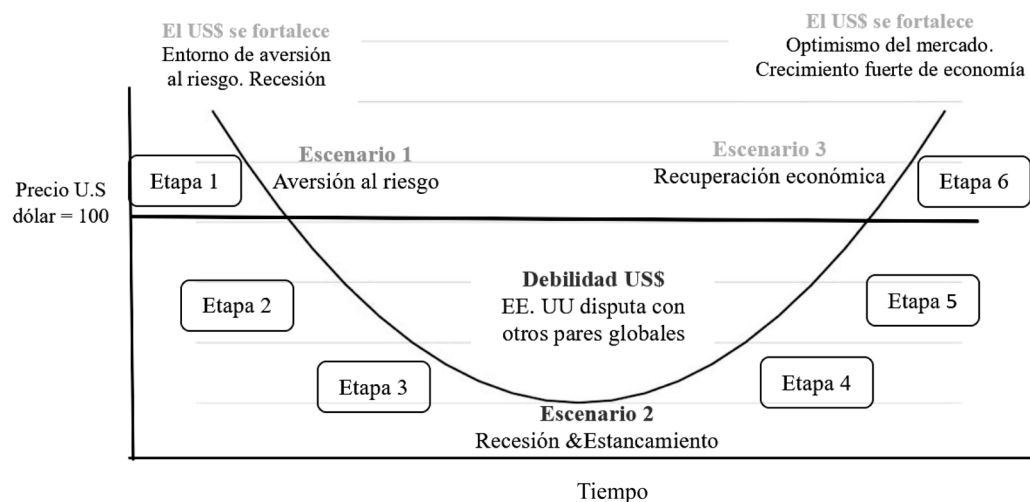
2.1.8. Crisis por la guerra de Rusia y Ucrania (en curso)

El conflicto entre Rusia y Ucrania, desatado en 2022, ha generado un eco mundial, alterando la seguridad global, la economía y el equilibrio geopolítico. A dos años del inicio de la guerra, estas medidas han repercutido en el encarecimiento de materias primas esenciales como el petróleo y el gas, impactando directamente en los costos de naciones que buscan reducir gastos. La escalada de precios ha desencadenado una inflación generalizada y un aumento sostenido de las tasas de interés, señales que apuntan hacia una posible recesión global. La guerra ha interrumpido también el flujo de alimentos básicos, dado que Ucrania y Rusia son productores clave de trigo, maíz y aceite de girasol, exacerbando la inflación y el costo de vida, con un efecto desproporcionado en países en desarrollo y comunidades vulnerables. Además, implicó una crisis humanitaria con millones de desplazados y refugiados ucranianos. La respuesta internacional ha sido una movilización de ayuda humanitaria, aunque la situación permanece en un estado crítico.

Finalmente, un nuevo enfrentamiento entre Israel y Hamas ha abierto un amplio frente de conflicto, con Irán mostrando su influencia mediante ataques a Tel-Aviv, una situación inédita aún en desarrollo. En este contexto, el dólar, reflejado en el índice NYICDX, ha mostrado una *sonrisa* a lo largo de estos 24 años, indicando movimientos correlacionados con las crisis mencionadas. Este análisis horizontal y el comportamiento del índice se explorarán descriptivamente, sentando las bases para futuras investigaciones que busquen determinar las variables explicativas que interconectan las crisis, el índice y componentes macroeconómicos.

Cada crisis ha dejado huellas en el comportamiento del índice NYICDX. En consecuencia, este estudio además acoge² una taxonomía temporal más detallada en seis etapas para entender cómo se ha comportado el dólar a lo largo de las distintas crisis del presente siglo, estableciendo conexiones con eventos económicos significativos de nuestra era. En el apartado de metodología, se expone dicha clasificación. La figura 2 modela la propuesta de las etapas.

² Tomado de Enlund (2021), Holik (2022), Macrobond (s. f.) y Nordea (s. f.)

Figura 2: Propuesta de evaluación por etapas del índice NYICDX

Fuente: Enlund (2021), Holik (2022), Macrobond (s. f.) y Nordea (s. f.)

Elaboración: Autor

2.2. Propósito, hipótesis y significancia

Cumplido el estudio observacional, el propósito primario de la presente investigación es describir el comportamiento del precio del índice del dólar estadounidense, medido a través del NYICDX desde el 2000 al 2024, y de específicamente contrastar de forma inferencial su conducta a través de las seis etapas antes propuestas. La pregunta de investigación que se plantea es la siguiente: ¿es la distribución de la variable NYICDX diferente de la distribución normal? Ergo, se propone la siguiente hipótesis para determinar la normalidad:

H_0 : La distribución de la variable aleatoria índice USD X no es distinta de la distribución normal.

H_1 : La distribución de la variable aleatoria índice USD X es distinta de la distribución normal.

La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico Kolmogorov-Smirnov, con un nivel de significancia alfa del $\alpha = 5\%$.

Esta prueba será aplicada al índice NYICDX de manera mensual, es decir, 288 unidades observadas; incluidas en las seis etapas referidas. Los argumentos que sustentan la hipótesis del investigador se basan en los siguientes fundamentos tanto teóricos como de sentido económico:

- se asumen ciclos económicos compartidos (Giudice, 2010) y
- se infiere que existe una relación temporal entre variables.

Luego de evaluar la condición de normalidad del NYICDX, se propone un análisis inferencial para una variable, que permita comparar tres o más grupos relacionados o medidas repetidas. En este sentido, la prueba de Friedman podría aplicarse en estudios donde un mismo grupo de sujetos es evaluado en diferentes momentos.

La pregunta de investigación que plantea esta premisa es: ¿existen diferencias estadísticamente significativas en el índice NYICDX entre las seis etapas temporales consideradas? Dado aquello, se propone la siguiente hipótesis:

H_0 : No hay diferencias estadísticamente significativas en el índice NYICDX entre las seis etapas temporales.

H_1 : Existen diferencias estadísticamente significativas en el índice NYICDX entre al menos dos de las seis etapas temporales.

La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico Kruskal-Wallis y con la prueba de Friedman, para el caso que la variable NYICDX no cumpla con el supuesto de normalidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de carácter observacional descriptivo no experimental. Para el efecto se preparó la variable considerando técnicas paramétricas propias de este tipo de investigaciones descriptivas, tanto en su transformación como en la clasificación sugerida para un mayor entendimiento.

3.1. Estadística no inferencial

3.1.1. Transformación por agrupamiento (*binning*)

En relación con el tratamiento taxonómico de la variable NYICDX, se pudo establecer relaciones por agrupamiento óptimo (*binning*) de una misma variable, con el fin de clasificarlos en categorías (denominadas descriptivas). Sin embargo, estas relaciones no pueden ser de causa y efecto, ya que sería imposible obtener este tipo de información al solo disponer de una variable (Alban et al., 2020). Este estudio propone dividir el período a investigar desde febrero del 2000 hasta enero del 2024, en seis etapas compuestas de 48 registros

mensuales cada uno, quedando clasificados de la siguiente manera, acorde a lo expuesto en la tabla 1.

Tabla 1. Propuesta de evaluación por etapas

Etapas	Desde	Hasta	Número de meses	Puntos
E1	feb-00	ene-04	48	120-100
E2	feb-04	ene-08	48	100-85
E3	feb-08	ene-12	48	<85
E4	feb-12	ene-16	48	70-85
E5	feb-16	ene-20	48	85-100
E6	feb-20	ene-24	48	>100

Elaboración: Autor

Nota: La tabla 3 presenta las fechas de las etapas y el margen de rangos establecidos en meses y por puntos

3.1.2. Caracterización de las etapas propuestas

Etapas 1: recesión global

Una recesión global se manifiesta como una disminución generalizada y simultánea de la actividad económica a nivel mundial, lo que frecuentemente resulta en un incremento de la demanda del dólar estadounidense como moneda de refugio, reforzándolo frente a otras divisas. Shiskin (1974) definió la recesión como dos trimestres consecutivos de decrecimiento económico. Por otro lado, el Buró Nacional de Investigación Económica (NBER) la describe como una caída significativa y extendida en el PIB que perdura varios meses (NBER, 2024). Según el Banco Mundial, una recesión global ocurre cuando las economías de múltiples países importantes se contraen simultáneamente, lo que es un indicativo de un crecimiento mundial débil (World Bank, 2022). La etapa 1 se ve reflejada en el comienzo de la sonrisa con niveles altos del índice NYICDX (parte izquierda superior de la figura 2); generalmente viene precedido de un fuerte crecimiento del indicador y evidencia una fuerte tendencia bajista con pendiente negativa. Para la investigación, esta etapa está considerada con registros superiores o iguales a 100 puntos ($E1 \geq 100$) y se encuentra comprendido entre febrero del 2000 hasta enero del 2004, como se aprecia en la tabla 1.

Etapa 2: desaceleración del crecimiento estadounidense

Durante esta etapa, el crecimiento económico de EE. UU. se ralentiza, lo que puede llevar a una disminución de la demanda de dólares si los inversores buscan oportunidades en otras economías que estén creciendo más rápidamente. Zarnowitz (1992) definió la desaceleración como una fase en la que existe una tendencia a la baja, aunque presenta un crecimiento positivo. Para Ben-David & Papell (1995) la desaceleración del crecimiento se define como un rompimiento negativo y estadísticamente significativo en la función de la tendencia del proceso de crecimiento; no obstante, sigue siendo positiva.

La desaceleración del crecimiento económico en Estados Unidos puede tener un doble impacto significativo en el índice del dólar estadounidense (USDIX). Durante periodos de desaceleración, los inversores pueden buscar refugio en activos considerados más seguros. Esto puede llevar a un aumento en el valor del USDIX, ya que refleja la fortaleza del dólar frente a una cesta de monedas extranjeras (World Bank, 2023). Por otro lado, si la desaceleración es percibida como un indicador de problemas económicos más profundos en EE.UU., podría disminuir la confianza en el dólar y, por ende, reducir su valor en el índice USDIX (Gudmundsson, 2022).

La etapa 2 se manifiesta como una continuación de la fase 1 con niveles del índice NYICDX (parte izquierda media inferior a 100 puntos de la figura 2), con una pendiente bajista muy sesgada. Para la presente investigación, esta etapa está considerada con registros entre los puntos $100 < E2 \leq 85$ y se encuentra comprendida entre febrero del 2004 hasta enero del 2008, como se aprecia en la tabla 1.

Etapa 3: crecimiento del resto del mundo y recesión en EE. UU.

Esta etapa se refiere a un escenario económico global donde las economías fuera de Estados Unidos experimentan crecimiento, mientras que la economía estadounidense enfrenta una recesión. Este fenómeno puede tener varias implicaciones, incluso el inicio de una contracción económica integral. Efectivamente, Hernández-Veleros (2016) y Zarnowitz (1992) definieron *contracción* como una fase caracterizada por la caída absoluta en la actividad económica total.

Este fenómeno puede tener varias implicaciones, que se sintetizan a continuación:

1. Debilidad del dólar: ocurre porque los inversores pueden perder confianza en la estabilidad económica de EE. UU. y buscar rendimientos más altos en otros lugares. Además, la FED puede adoptar políticas monetarias expansivas, como bajar las tasas de interés y aumentar la oferta monetaria, lo que también puede reducir el valor del dólar (Barria, 2022).

2. Flujo de capital hacia mercados emergentes: estos mercados pueden ofrecer oportunidades de crecimiento más rápidas, especialmente si están experimentando una expansión económica mientras EE. UU. está en recesión (Gutiérrez Andrade, 2011).
3. Comparación con otras economías desarrolladas: estas pueden parecer más atractivas para los inversores si están creciendo y EE. UU. no lo está (Barria, 2021).

En resumen, la etapa 3 podría llevar a un debilitamiento del dólar estadounidense y a un cambio en la dirección del flujo de capital global, con más inversores buscando oportunidades en mercados emergentes y otras economías desarrolladas que muestran signos de crecimiento. La tabla 1 muestra el periodo correspondiente a la etapa 3.

Etapas 4: el crecimiento del resto de economías supera a EE. UU.

Esta etapa describe un escenario de nuevo crecimiento económico en el cual el incremento de otras economías supera al de Estados Unidos. Este fenómeno podría resultar en una preferencia por monedas alternativas al dólar estadounidense debido a varios factores:

1. Diversificación de la inversión: los inversores pueden buscar diversificar sus carteras más allá del dólar estadounidense si otras economías muestran un crecimiento más robusto (Trading Economics, 2023).
2. Política monetaria y tasas de interés: si la Reserva Federal de EE. UU. adopta una política monetaria más restrictiva para combatir una inflación superior al 2 % (Burneo, 2024), esto podría desacelerar el crecimiento económico y hacer que otras monedas sean más atractivas.
3. Superávit de balanza comercial: un crecimiento económico más fuerte en otras regiones, como China, puede mejorar su balanza comercial, lo que podría fortalecer sus monedas frente al dólar.
4. Estabilidad económica global: la estabilidad y el evidente crecimiento económico en otras partes del mundo pueden percibirse como oportunidades más seguras o rentables, motivando a los inversores a buscar pares de divisas o activos denominados en otras monedas.

Sin embargo, la etapa 4 sugiere el inicio de un cambio potencial en la dinámica de las monedas globales, donde el dólar podría recuperar su atractivo relativo si otras economías ofrecen sistemáticamente menores perspectivas de crecimiento y rendimiento.

Etapas 5: ralentización del crecimiento de las economías foráneas

La etapa 5 contempla un escenario en el cual las economías fuera de Estados Unidos experimentan una desaceleración en su crecimiento. En tales circunstancias, es común que los inversores busquen refugio en activos considerados seguros, como el dólar estadounidense, lo que podría fortalecer su valor. A continuación, se presentan algunas razones:

1. **Búsqueda de seguridad:** durante periodos de incertidumbre económica o ralentización global, los inversores tienden a favorecer activos percibidos como menos volátiles o más seguros. El dólar estadounidense, siendo la moneda de reserva mundial, junto con los bonos del Tesoro americano y el oro, a menudo se consideran refugios seguros (Canalis, 2017).
2. **Política monetaria:** las políticas expansivas adoptadas por otros países para contrarrestar la desaceleración pueden debilitar sus monedas, mientras que el dólar se mantiene estable o se aprecia debido a la confianza en la economía de EE. UU. y su sistema financiero.
3. **Flujos de capital:** la desaceleración en otras economías, como Alemania y la zona euro recientemente, puede llevar a una salida de capital hacia mercados más estables como EE. UU., aumentando la demanda de dólares y, por ende, su valor, reflejado en el crecimiento del índice NYICDX.
4. **Impacto del comercio mundial:** una ralentización global puede afectar negativamente a las economías dependientes de sus exportaciones. EE. UU., con un amplio mercado interno, puede verse menos afectado, lo que refuerza la posición del dólar (Peralta & Fernández, 2011).
5. **Subidas de tipos de interés:** las alzas en las tasas de interés en EE. UU. generalmente atraen inversión extranjera en busca de mayores rendimientos, fortaleciendo así el dólar (Pellicer, 2023).

En resumen, la etapa 5 sugiere que, ante una ralentización del crecimiento económico en otras partes del mundo, el dólar estadounidense podría experimentar una apreciación debido a su percepción como un activo seguro y estable en tiempos de incertidumbre económica.

Etapas 6: el crecimiento de EE. UU. supera a la economía global/robusta expansión

Kaplan (2024) destacó que, contrario a la creencia común en los mercados de divisas de que 2020 ha sido un año de debilidad para el dólar, los datos muestran una realidad diferente. Hasta la fecha, el índice amplio del dólar de la Reserva Federal ha experimentado un incremento real del 1,5 %, a pesar de las fluctuaciones que han alcanzado picos del 10 %. No obstante, en comparación

con el euro, el dólar ha registrado una caída del 5,4 %. Esta situación advierte que buena parte de la preferencia y valoración del dólar está siendo estimulada por el incremento de la deuda estadounidense, que según CNN supera los 34 billones de dólares.

Cuando Estados Unidos disfruta de un crecimiento económico significativo que supera al del resto del mundo, el dólar tiende a fortalecerse. Esto se debe a la percepción de Estados Unidos como un mercado seguro y atractivo para la inversión. Según la definición de Hausmann et al. (2005), la aceleración del crecimiento o incremento económico rápido se establece como un periodo de siete años donde el progreso se incrementa en al menos un 2 % en comparación con la tendencia previa, que debe ser igual o superior al 3,5 %.

En el marco de esta investigación, se ha designado una etapa específica que se caracteriza por un registro donde $E6 > 100$. Este periodo abarca desde febrero de 2020 hasta enero de 2024, tal como se detalla en la tabla 1.

Las seis etapas expuestas reflejan los distintos estados de la economía global y cómo estos pueden afectar la fortaleza relativa del dólar. Es crucial reconocer que estos escenarios son generalizaciones y que la realidad económica es más compleja, influenciada por una variedad de factores que actúan simultáneamente.

3.2. Estadística inferencial

Se desarrollarán los procedimientos estadísticos que permitan alcanzar una estimación puntual expresada en la descripción de las medidas de tendencia central y dispersión, en donde se incluye la determinación del coeficiente de variación. Además, se propone un nuevo indicador que permite medir la fuerza tendencial de los datos clasificados y se plantea denominarlo *coeficiente de la fuerza de inclinación* (CFIx).

La pendiente de una recta es una medida de su inclinación. Matemáticamente, se la define como el cociente del desplazamiento vertical sobre el desplazamiento horizontal. El propósito es determinar cuál ha sido el efecto de la inclinación de la pendiente en relación con el rango estadístico. El rango estadístico es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de un periodo. Por tanto, se ha considerado evaluar el valor de la pendiente entre el rango estadístico dividido para la media del rango estadístico. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$CFIx = \left(\frac{\pm \text{Valor de pendiente promedio} / \text{Rango}}{(\text{Media del Rango estadístico})} \right) \quad (1)$$

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

A continuación, se muestran los principales resultados de la investigación descriptiva univariante, bajo la óptica de: un análisis cuantitativo integral y una escala nominal dividido en seis etapas.

4.1. Análisis descriptivo de los datos

La tabla 2 presenta las principales medidas descriptivas de tendencia central de los 288 datos del índice NYICDX sin valores perdidos, obtenidos de Yahoo Finance. La media del índice es 92,03, lo que indica que durante el periodo 2000 al 2024, el dólar ha tenido una relativa debilidad. La mediana es 91,99, muy cercana a la media, lo que sugiere una distribución relativamente simétrica alrededor de este valor. Por otro lado, la moda es 79,78, un valor considerablemente más bajo que la media y la mediana.

En cuanto a los estadísticos de dispersión, se obtuvo una desviación estándar de 11,42 y una varianza de 130,3. El rango total de los datos es de 48,44, reflejando la diferencia entre el valor máximo y mínimo durante el periodo analizado.

El análisis de la forma de la distribución del NYICDX muestra una asimetría positiva ($g_1 = 0,417$; error: 0,144), lo que indica que la mayoría de los datos se encuentran a la izquierda de la media, con una cola más larga hacia la derecha. La serie presenta una curtosis platicúrtica ($g_2 = -0,508$; error: 0,286), lo que sugiere que la distribución es más plana y las colas son menos gruesas que en una distribución normal.

El valor máximo registrado durante el periodo fue de 120,24, mientras que el valor mínimo histórico de la serie fue de 71,80.

Tabla 2. Cuadro de estadísticos descriptivos del NYICDX

N	Válido	288		
	Perdidos	0	Asimetría	0,417
Media		92,026	Error estándar de asimetría	0,144
Error estándar de la media		0,673	Curtosis	-0,508
Mediana		91,995	Error estándar de curtosis	0,286
Moda		79,78a	Rango	48,44
Desviación estándar		11,422	Mínimo	71,80
Varianza		130,463	Máximo	120,24

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Notas: Se describe los principales indicadores de medidas de tendencia central, medidas de dispersión y de forma. Se utilizó el software SPSS. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Antes de evaluar la tendencia de la curva del NYICDX por etapas, se consideró calcular las pendientes promedio de los seis periodos, cuyo registro está considerando la tabla 3. Hay que destacar que las tres primeras etapas tuvieron una tendencia promedio negativa ($E1 = -32,46$; $E2 = -67,05$; $E3 = -5,32$). Para el caso de las etapas subsiguientes, sus tendencias promedio fueron positivas, siendo las tres primeras muy similares a las tres últimas etapas, tal y como lo demuestra la tabla 3.

Tabla 3. Valor de las pendientes promedio por etapas

Etapas	No. de meses	Valor de la pendiente
E1. Recesión global	48	-32,46
E2. Desaceleración del crecimiento económico	48	-67,05
E3. Crecimiento mundial y recesión en EE. UU	48	-5,32
E4. Crecimiento de economías supera a EE. UU	48	48,88
E5. Ralentización de las economías foráneas	48	4,69
E6. Robusta expansión EE. UU	48	50,02

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Notas: Se reporta las etapas y el valor de las pendientes promedio obtenido de 48 observaciones cada etapa

Se elaboró un dossier estadístico descriptivo por etapas, permitiendo segmentar la información y ofrecer un análisis detallado del comportamiento de la serie. La tabla 4 resume las principales observaciones encontradas.

Considerando que las etapas están compuestas de 48 observaciones cada una, se observó que el rango de mayor dimensión lo registra la etapa 1, con un valor $r = 33,32$, seguido de la etapa 6 ($r = 22,28$). El rango acumulado de las tres primeras etapas fue superior ($r = 65,92$) frente a las tres últimas etapas ($r = 56,98$). En este sentido, se puede concluir que los rangos estadísticos extremos presentan una mayor volatilidad, coincidiendo con la premisa que detentan cambios de tendencias intertemporales.

Los periodos con mayores fluctuaciones en estos 24 años fueron la primera y la cuarta etapa ($s = 9,27$ y $s = 7,29$, respectivamente). Esto indica

que, tanto durante la recesión como al inicio de una etapa de crecimiento del NYICDX, se observaron variaciones significativas. Además, estos periodos coinciden con un marcado decrecimiento económico y con los primeros esfuerzos por superar la caída del índice del dólar, respectivamente. Es probable que dichos ajustes estuvieran orientados a estabilizar la economía estadounidense.

Tabla 4. Cuadro de estadísticos descriptivos por etapas del NYICDX del 2000 al 2024

Etapas de la sonrisa del dólar	N	Rango	Mín.	Máx.	Media		Desviación estándar
		Estad.	Estad.	Estad.	Estad.	Desv. Error	
Etapas 1 Recesión global	48	33,32	86,92	120,24	107,4183	1,33884	9,27575
Etapas 2 Desaceleración del crecimiento estadounidense	48	16,39	75,18	91,57	85,0296	0,61215	4,24109
Etapas 3 Crecimiento del resto del mundo y recesión en EE. UU	48	16,21	71,8	88,01	78,8121	0,6274	4,34676
Etapas 4 El crecimiento del resto de economías supera a EE. UU.	48	21,44	78,73	100,17	85,8092	1,05199	7,28841
Etapas 5 Ralentización del crecimiento de las economías foráneas	48	13,26	89,13	102,39	96,0483	0,42166	2,92133
Etapas 6 Robusta expansión	48	22,28	89,84	112,12	99,0396	0,86088	5,96436

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Finalmente, las etapas E1 (-0,617), E2 (-0,564) y E5 (-0,18) muestran un comportamiento asimétrico con sesgo hacia la derecha, acompañado de una curtosis mayoritariamente platycúrtica. Esto sugiere una conducta anómala en

sus series. La tabla 4.1 detalla el análisis de asimetría y curtosis correspondiente.

Tabla 4.1. Cuadro de estadísticos descriptivos por etapas del NYICDX del 2000 al 2024

Etapas de la sonrisa del dólar			Asimetría		Curtosis	
			Estad.	Desv. Error	Estad.	Desv. Error
Etapa 1	Recesión Global	48	-0,617	0,343	-0,609	0,674
Etapa 2	Desaceleración del crecimiento estadounidense	48	-0,564	0,343	-0,304	0,674
Etapa 3	Crecimiento del resto del mundo y recesión en EE. UU.	48	0,362	0,343	-0,662	0,674
Etapa 4	El crecimiento del resto de economías supera a EE.UU.	48	0,853	0,343	-0,988	0,674
Etapa 5	Ralentización del crecimiento de las economías foráneas	48	-0,18	0,343	0,004	0,674
Etapa 6	Robusta expansión	48	0,211	0,343	-0,894	0,674

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

4.2. Análisis de la pendiente de la serie

Se infiere que, cuando una tendencia positiva o negativa significativa se mantiene en intervalos cortos, el efecto de inclinación será mayor. Por el contrario, si pendientes de menor magnitud se mantienen en intervalos prolongados, el efecto de inclinación será menor. Este coeficiente es aplicable a datos con tendencias cíclicas y de naturaleza polinomial. La tabla 5 presenta los resultados del CFIX.

Tabla 5. Coeficiente de la fuerza de inclinación

Etapas	No. de meses	Valor pendiente	Rango	Indicador de dirección de la pendiente por rango	Coeficiente de fuerza de inclinación
1	48	-32,46	33,32	-0,97	-4,76 %
2	48	-67,05	16,39	-4,09	-19,97 %
3	48	-5,32	16,21	-0,33	-1,60 %
4	48	48,88	21,44	2,28	11,13 %
5	48	4,69	13,26	0,35	1,73 %
6	48	50,02	22,28	2,25	10,96 %
Suma	288				-2,51 %
Media			20,48		-0,42 %

Fuente: Yahoo Finance**Elaboración:** Autor**Notas:** El indicador de dirección de la pendiente es el resultado de dividir el valor de la pendiente para el rango del periodo, todo esto dividido para el rango estadístico promedio x por 100.

La media del CFI durante el periodo evaluado (-0,42 %) evidencia que, en los 288 periodos analizados, se ha mantenido una tendencia predominantemente negativa, respaldada por la suma porcentual total del periodo (-2,51 %). La etapa 2 registró la mayor caída porcentual, con un -19,97 %, mientras que la etapa 4 mostró un incremento significativo de 11,3 %. Esto respalda la idea de que la recuperación de la economía norteamericana en periodos similares fue impulsada significativamente tras la culminación de la crisis de la zona euro, es decir, entre 2012 y 2016. Aunque este proceso de crecimiento se ha mantenido hasta la actualidad, las crisis posteriores a 2012 han impedido alcanzar el máximo valor del índice durante el periodo evaluado.

4.3. Coeficiente de variación

Los periodos de mayor dispersión del índice NYICDX se dieron en la etapa 1 de recesión global, como consecuencia de la crisis *dot-com* (8,64 %) y en el periodo 4 del crecimiento económico global en detrimento del US dólar (8,49 %). Este resultado porcentual de valores absolutos evidencia los momentos de alta volatilidad durante los cambios de tendencia. Sin embargo, no permite determinar si dichos cambios corresponden a periodos de crecimiento o decrecimiento.

Tabla 6. Coeficiente de variación

Etapas de la sonrisa del dólar		N	Rango estadístico	Media	Desviación	Coeficiente de variación (%)
Etapa 1	Recesión global	48	33,32	107,42	9,28	8,64 %
	Desaceleración del crecimiento estadounidense	48	16,39	85,03	4,24	4,99 %
Etapa 2	Crecimiento del resto del mundo y recesión en EE. UU	48	16,21	78,81	4,35	5,52 %
	El crecimiento del resto de economías supera a EE. UU.	48	21,44	85,81	7,29	8,49 %
Etapa 3	Ralentización del crecimiento de las economías foráneas	48	13,26	96,05	2,92	3,04 %
	Robusta expansión	48	22,28	99,04	5,96	6,02 %

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Nota: La alta volatilidad de las etapas se ve reflejada en el anexo 2.

La similitud entre los indicadores CV y CFI evidencia su capacidad para capturar eventos críticos de alta volatilidad en el índice NYICDX. Empero, el indicador CV no refleja los cambios de tendencia, tanto positivos como negativos, en las diferentes etapas.

4.4. Prueba de normalidad de la serie

Se llevó a cabo un procedimiento para verificar si los datos de la variable NYICDX cumplen con la condición de normalidad (tabla 7). La hipótesis del investigador plantea que la distribución de la variable NYICDX difiere de una distribución normal, con un nivel de significancia del 5 %. La prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) mostró que, con una probabilidad de error de 0,00 (estadístico: 0,1; gl: 288), la distribución de la variable NYICDX es efectivamente distinta de la normal. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador. Una posible explicación para este resultado es que los datos analizados presentan un comportamiento de tendencia polinómica, como lo indica el coeficiente de determinación $R^2=0,648$, demostrado mediante la regresión polinomial correspondiente.

$$y = 2E - 06x^2 - 0,1312x + 2767 \quad (2)$$

Se realizó una conversión al NYICDX mediante el uso de técnicas de transformación de datos, a fin de indagar mejores niveles de normalidad. Se aplicó la transformación logarítmica (L_{10}), de rango fraccional (RF) y de diferencias (desempeño) de los datos.

El resultado de las dos primeras opciones indica que, con una probabilidad de error del 0,001 y 0,016 (estadístico: 0,072 y 0,059, respectivamente), la distribución de la variable NYICDX difiere de la distribución normal en todos los casos. La tabla 7 ilustra estos resultados.

Tabla 7. Prueba de normalidad de transformación del índice NYICDX

Var	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice NYICDEX	0,075	288	0,000	0,969	288	0,000
Log de NYICDEX	0,072	288	0,001	0,978	288	0,000
Frac.R. NYICDEX	0,059	288	0,016	0,955	288	0,000

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Notas: La tabla 7 detalla la corrección de significancia de Lilliefors. Se evaluaron los 288 datos del índice NYICDX con la prueba K-S y se analizaron dos transformaciones: logarítmica (log) y de rango fraccional (Frac. R), considerando un nivel de significancia del 5 % mediante el software SPSS.

Para evaluar el desempeño de normalidad de la variable por etapas, se aplicó la prueba de K-S, complementada con la prueba de S-W, dado que esta última es adecuada para conjuntos de datos menores a 50 observaciones (ver anexo 1). Además, se utilizó el coeficiente de rentabilidad universal aplicado a la variable Dif-NYICDX, según la siguiente ecuación: $CR = \left(\frac{P_2}{P_1} \right) - 1$. En la tabla 8, se evidencia el comportamiento de los datos transformados por etapas.

Tabla 8. Prueba de normalidad de transformación del Índice (Dif NYICDX)

Etapas	Variable	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Etapas 1	Dif. NYICDEX	0,084	47	0,200*	0,983	47	0,712
Etapas 2	Dif. NYICDEX	0,054	48	0,200*	0,988	48	0,905
Etapas 3	Dif. NYICDEX	0,090	48	0,200*	0,975	48	0,404
Etapas 4	Dif. NYICDEX	0,071	48	0,200*	0,978	48	0,507
Etapas 5	Dif. NYICDEX	0,063	48	0,200*	0,985	48	0,792
Etapas 6	Dif. NYICDEX	0,082	48	0,200*	0,985	48	0,804

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Notas: La tabla 8 evalúa la transformación del Dif-NYICDX mediante el cálculo de la diferencia por cada etapa. Se evalúa con la prueba S-W con grados de libertad (gl: 48) a excepción de la etapa 1. Con el nivel de significancia de 0,05, se acepta H0.

*Límite inferior de la significación verdadera en K-S al 1 %.

Corrección de significación de Lilliefors

En cuanto a los resultados obtenidos para las variables transformadas por etapas, como se detalla en el anexo 1, el índice original NYICDX presenta una distribución normal en la mayoría de las etapas (Sig: E1 = 0,063; E2 = 0,200; E3 = 0,200; E5 = 0,200; E8 = 0,07), con excepción de la etapa 4, donde no se cumple este supuesto según la prueba K-S (Sig: E4 = 0,00). Sin embargo, los resultados de la prueba S-W muestran resultados mixtos, que no concuerdan con los obtenidos mediante K-S. Debido a esta inconsistencia, se concluye que el NYICDX no cumple con el supuesto de normalidad, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Además, las transformaciones del índice NYICDX mediante logaritmo (L_{10}) y rango fraccional (RF) tampoco cumplen con la condición de normalidad en la mayoría de las etapas.

En relación con los resultados de la tabla 8, se observa que, al aplicar la transformación de rendimiento universal al NYICDX, el nivel de significancia obtenido es de 0,200 (mayor a 0,05 y con gl = 48). Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que existe normalidad tanto bajo la prueba K-S como bajo la S-W, incluso en el límite inferior de 0,01 (ver anexo 2).

4.5. Prueba de Friedman

Dado que la muestra por etapas del índice NYICDX no cumple con el supuesto de normalidad, se debe recurrir a una prueba no paramétrica para muestras relacionadas que evalúe si existen diferencias significativas entre las etapas. Para este propósito, se utiliza la prueba de Friedman, que permite analizar

las diferencias en datos relacionados provenientes de tres o más muestras. La hipótesis planteada por el investigador es que existen diferencias significativas entre las observaciones por etapas. El criterio de decisión establece que, si el nivel de significancia (p-valor) es mayor a 0,05, se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 9. Resumen de la prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos

		Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
N total	48	Las distribuciones de etapa 1, etapa 2, etapa 3, etapa 4, etapa 5 y etapa 6 son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	0,000	Rechace la hipótesis nula.
Estadístico de prueba	175,548				
Grado de libertad	5				
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,000				

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Notas: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,050. Por tanto, con un grado de libertad de 5 y nivel de significancia $< 0,05$, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, las distribuciones de las varianzas no son iguales entre las etapas.

Con los resultados obtenidos de la tabla 9 ($Est = 175,548$; $gl = 5$; $Sig = 0,00 < 0,05$) se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que, con una probabilidad de error de 0,00, las distribuciones de las etapas son diferentes.

Cada fila de la tabla 10 evalúa la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se presentan las significaciones asintóticas correspondientes a pruebas bilaterales, considerando un nivel de significancia de 0,05. Los valores de significación han sido ajustados utilizando la corrección de Bonferroni para controlar el error tipo I en pruebas múltiples.

Tabla 10. Prueba de Friedman: comparación por parejas

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Etapa 3-Etapa 4	-0,729	0,382	-1,909	0,056	0,843
Etapa 3-Etapa 2	0,833	0,382	2,182	0,029	0,436
Etapa 3-Etapa 5	-2,896	0,382	-7,583	0,000	0,000
Etapa 3-Etapa 6	-3,458	0,382	-9,056	0,000	0,000
Etapa 3-Etapa 1	3,708	0,382	9,711	0,000	0,000
Etapa 4-Etapa 2	0,104	0,382	0,273	0,785	1,000
Etapa 4-Etapa 5	-2,167	0,382	-5,674	0,000	0,000
Etapa 4-Etapa 6	-2,729	0,382	-7,147	0,000	0,000
Etapa 4-Etapa 1	2,979	0,382	7,801	0,000	0,000
Etapa 2-Etapa 5	-2,063	0,382	-5,401	0,000	0,000
Etapa 2-Etapa 6	-2,625	0,382	-6,874	0,000	0,000
Etapa 2-Etapa 1	2,875	0,382	7,529	0,000	0,000
Etapa 5-Etapa 6	-0,563	0,382	-1,473	0,141	1,000
Etapa 5-Etapa 1	0,813	0,382	2,128	0,033	0,501
Etapa 6-Etapa 1	0,250	0,382	0,655	0,513	1,000

Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Con un nivel de significancia del 5 %, se identifican similitudes entre las siguientes etapas: etapas 3 y 4 (Sig = 0,056), etapas 4 y 2 (Sig = 0,785), etapas 5 y 6 (Sig = 0,141) y etapas 6 y 1 (Sig = 0,513).

Durante el cuarto trimestre de 2020, la proporción de reservas mundiales de divisas en dólares estadounidenses cayó al 59 %, marcando su nivel más bajo en 25 años, según la encuesta *Composition of Official Foreign Exchange Reserves* (COFER) del FMI (2024) (figura 6). Este descenso refleja un papel reducido del dólar en la economía mundial, atribuible a la creciente competencia de otras monedas. Aunque en las últimas dos décadas el valor del dólar estadounidense se ha mantenido estable frente a las principales monedas, su participación en las reservas globales ha disminuido de manera constante. Esto sugiere que los bancos centrales están diversificando sus activos de reserva, alejándose del dólar. Se espera que esta tendencia continúe a medida que los mercados emergentes y las economías en desarrollo busquen diversificar sus activos. Países como Rusia han declarado explícitamente su intención de reducir su dependencia del dólar (Arslanalp & Simpson-Bell, 2021).

En resumen, los resultados del cuadro de estadísticos descriptivos por etapas muestran que los rangos estadísticos de la etapa *recesión global* (E1,

Est: 33,32) y de *robusta expansión económica* (E6, Est: 22,28) presentan mayor volatilidad, corroborando la hipótesis de que estos periodos coinciden con próximos cambios de tendencia intertemporal. El análisis del CFI destacó que la etapa *desaceleración del crecimiento estadounidense* (E2) experimentó la mayor caída con un -19,97 %, mientras que las etapas *crecimiento de las economías foráneas* (E4, 11,13 %) y *robusta expansión económica* (E6, 10,96 %) exhibieron los mayores incrementos. Esto demuestra que las pendientes negativas y positivas, respectivamente, fueron las de mayor fuerza en sus tendencias, concordando con los resultados del coeficiente de variación por etapas.

Por otro lado, de acuerdo con la prueba de Friedman, se identificó significancia al 5 % entre las siguientes etapas: *crecimiento del resto del mundo y recesión en EE. UU.* (E3 y E4: Sig = 0,05); *crecimiento del resto de economías que superan a EE. UU.* y *desaceleración del crecimiento estadounidense* (E4 y E2: Sig = 0,785); *ralentización del crecimiento de las economías foráneas* y *robusta expansión económica* (E5 y E6: Sig = 0,141), y *robusta expansión económica* y *recesión global* (E6 y E1: Sig = 0,513). Ver tabla 10 para más detalles.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La dominancia del dólar estadounidense podría enfrentar desafíos si economías emergentes como China y Rusia incrementan su preferencia por utilizar su propia moneda como reserva. Esto se debe en parte a la creciente desconfianza entre los países en desarrollo hacia el sistema financiero global dominado por el dólar, exacerbada por la revelación de estrategias destinadas a contrarrestar a potenciales rivales en la búsqueda de una nueva supremacía económica. En años recientes, esta desconfianza se ha manifestado en la reducción del uso del dólar por naciones que buscan evitar posibles sanciones o la confiscación de activos denominados en la moneda estadounidense.

En el último Foro de Davos 2024, se estableció que el futuro crecimiento económico mundial vendrá dado por el desarrollo de la inteligencia artificial, el cambio a la transición energética y ecología, existiendo opiniones contrarias en detrimento de las economías menos desarrolladas. Estos cambios de paradigma también se verán frustrados por las tensiones geopolíticas, el endeudamiento excesivo, el cambio climático y la polarización social. En efecto, en relación con el endeudamiento excesivo, el excongresista Ron Paul, en una entrevista de mayo del 2023 en el *The Daily Hold*, advirtió que la prominencia del dólar ya ha comenzado a decaer a medida que países de todo el mundo se cansan de las políticas intervencionistas estadounidenses. Anteriormente, ya se había señalado la posibilidad de un colapso del dólar estadounidense. En los últimos años, se observa una clara tendencia hacia el abandono del dólar en favor de

activos respaldados por materias primas como el oro y el petróleo, impulsada principalmente por el aumento de la deuda estadounidense, que pasó de 9,2 billones en 2007 a 34 billones en 2023, lo que representa un incremento del 41 %, y por las agresivas políticas monetarias de la Reserva Federal, que han provocado un crecimiento significativo del medio circulante; solo en 2020 se emitió casi un 24 % más de dólares que la emisión acumulada a lo largo de la historia, alcanzando actualmente un total de 20,8 billones de dólares, según datos publicados en el sitio web de la Reserva Federal. Estos factores han generado preocupación sobre la sostenibilidad del dólar como moneda de reserva mundial.

La teoría de la sonrisa del dólar está estrechamente vinculada con los ciclos económicos recurrentes, siendo esta su característica principal. Durante la crisis económica de mediados de los años 80, se observó el punto más alto en la historia del índice, formando lo que se podría describir como una sonrisa sarcástica. El autor sugiere que es probable que se alcancen nuevamente esos niveles. Sin embargo, la historia económica mundial ha demostrado que, gracias a las lecciones aprendidas de eventos similares en los últimos 100 años, se ha logrado gestionar de manera parcial las crisis recientes. La razón es sencilla: es imposible predecir con exactitud el curso de los acontecimientos económicos y solo se puede actuar en el momento preciso. Ni la previsión ni las señales del mercado ni la experiencia previa han servido como antídoto para anticiparse y reconocer el inicio de estos eventos, ni para prever sus posibles consecuencias.

Históricamente, los mercados financieros han mostrado patrones específicos de comportamiento en respuesta a eventos anticipados, especialmente aquellos de naturaleza trágica. Un fenómeno recurrente es el aumento de la actividad del mercado y un crecimiento inusual previo a tales eventos, posiblemente como una estrategia para mitigar el impacto negativo posterior, conocido como efecto de «acolchonamiento». Por ejemplo, antes del estallido de la burbuja del puntocom, se observó un crecimiento excesivo en los valores de mercado, seguido de una corrección significativa tras el colapso. En el caso del índice del dólar de EE.UU. (NYICDX), no se ha identificado hasta ahora un patrón similar, aunque las circunstancias actuales podrían propiciar un comportamiento de mercado comparable al observado en eventos previos de gran magnitud. Es fundamental reconocer que, aunque los patrones históricos ofrecen indicios útiles, cada situación es única, y los mercados pueden reaccionar de manera diferente dependiendo de la naturaleza del evento y la respuesta de los inversores.

Hasta la fecha de este estudio, el NYICDX no ha alcanzado el límite máximo de los últimos 40 años. De ocurrir, podría anticiparse una nueva crisis económica con tendencias negativas en los próximos años, marcando el inicio de un nuevo ciclo de la «sonrisa del dólar». Las condiciones actuales de la economía mundial, junto con los conflictos bélicos reconocidos hasta el momento, presentan un alto nivel de riesgo y podrían desencadenar una nueva

etapa crítica, posiblemente una burbuja económica multifactorial distinta a las previamente observadas.

Los resultados obtenidos en este estudio han cumplido con el objetivo principal de describir integralmente y por etapas el comportamiento del NYICDX, dejando reflexiones significativas. En primer lugar, se destaca que los bruscos cambios tendenciales, medidos a través de la tangente, pueden anticipar eventos tanto en directrices positivas como negativas. Este argumento se sustenta en los resultados estadísticos obtenidos, que pueden servir como referencia para evaluar estos fenómenos. La figura 5 ilustra los cambios de la pendiente aplicando medias móviles de 12 meses.

Además, se evidencia que existe una mayor probabilidad de un nuevo ciclo bajista, dado que la tendencia positiva del índice NYICDX no puede mantenerse indefinidamente sin violar los principios del ciclo económico inherentes a este indicador. Asimismo, las etapas analizadas presentan características específicas que podrían coincidir en el futuro con eventos críticos, permitiendo predecir posibles movimientos en favor de quienes anticipen estos comportamientos. Otra observación importante es la inconsistencia de la teoría de la paridad del poder adquisitivo (PPA), ya que esta se aplica principalmente para comparar economías con divisas propias, dejando interrogantes sobre aquellas que no pueden devaluar su moneda, como las economías oficialmente dolarizadas (EOD).

Por tanto, surgen preguntas clave para futuras investigaciones: ¿son las EOD inmunes a los cambios pendulares de pánico-expansión del indicador?, ¿cómo reaccionan los indicadores económicos ecuatorianos si el dólar se revalúa tanto en etapas de crecimiento como de recesión? Este estudio establece una base sólida para explorar el comportamiento del índice USDX y su influencia en las EOD, lo que constituye un objetivo a largo plazo del autor. Finalmente, se ha demostrado la consistencia entre los indicadores descriptivos e inferenciales y la propuesta del nuevo índice que mide la fuerza de inclinación de las tendencias.

En contraste, el paradigma de la «sonrisa del dólar» no ha sido replicado en eventos recientes con la magnitud observada antes de la crisis del puntocom. Aunque el auge tecnológico impulsado por la inteligencia artificial abre perspectivas prometedoras, la economía mundial ha experimentado un proceso de ralentización desde la pandemia del COVID-19, lo que pone en seria duda la reanudación de la sonrisa sarcástica del dólar.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, V. M. C. (2013). La crisis hipotecaria subprime y sus efectos sobre México. *Análisis Económico*, 28(67), 123-151.
- Albán, G. P. G., Argüello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Arslanalp, S., & Simpson-Bell, C. (2021, mayo 5). *US dollar share of global foreign exchange reserves drops to 25-year low*. IMF Blog. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2021/05/05/blog-us-dollar-share-of-global-foreign-exchange-reserves-drops-to-25-year-low>
- Barría, C. (2021, enero 28). *La caída del dólar recién está comenzando: El impacto de la pandemia en la moneda más fuerte del mundo (y cómo afecta a América Latina)*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55835740>
- Barría, C. (2022, julio 28). *EE. UU. entra en recesión técnica: Por qué es peligroso y cómo puede afectar a América Latina*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-62341719>
- Ben-David, D., & Papell, D. H. (1995). The great wars, the great crash, and steady state growth: Some new evidence about an old stylized fact. *Journal of Monetary Economics*, 36(3), 453-475.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://doi.org/10.1086/260062>
- Von Böhm-Bawerk, E. (1959). *Capital and interest* (Original work published 1881). Libertarian Press.
- Bondone, C. (2006). *Teoría de la relatividad económica*. https://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/37_9_Teoria%20de%20la%20relatividad%20economica%20-%20Carlos%20Bondone.pdf
- Bondone, C. (2011). *Teoría del interés: En retrospectiva desde la Teoría del Tiempo Económico*.
- Burneo, K. (2024, marzo 25). Los factores externos y el dólar. *La República*. <https://larepublica.pe/opinion/2024/05/06/los-factores-externos-y-el-dolar-por-kurt-burneo-88330>
- Canalis, J. (2017, febrero 16). *Ralentización del comercio mundial: El papel del proteccionismo*. CaixaBank Research. <https://www.caixabankresearch.com/es/ralentizacion-del-comercio-mundial-papel-del-proteccionismo>
- Candia-Campano, C., Aguirre-González, M., Orellana-Valenzuela, V., & Gaeite-Morales, M. (2019). La crisis subprime y sus efectos en la eficiencia

- del sector bancario chileno. *Revista de Economía Institucional*, 21(41), 187-211.
- Capraro, S., Panico, C., Purificato, F., & Perrotini, I. (2013). Economía política de la crisis de deuda en Europa. *Investigación Económica*, 72(286), 35-64.
- Cassel, G. (1967). *The theory of social economy*. Augustus M. Kelley-Publishers.
- Echarte-Fernández, M. Á., Martínez-Hernández, M., & Zambrano, O. (2018). Un análisis de la crisis económica de Venezuela desde los postulados de la Escuela Austríaca de Economía. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 68-82.
- Enlund, M. (2021, marzo 18). *Global: The dollar smile and its future*. Nordea. <https://corporate.nordea.com/article/63638/global-the-dollar-smile-and-its-future>
- Escudero, X., Guarner, J., Galindo-Fraga, A., Escudero-Salamanca, M., Alcocer-Gamba, M. A., & Del Río, C. (2020). La pandemia de coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. *Archivos de Cardiología de México*, 90, 7-14.
- Eurizon SLJ Capital, A. M. (2022, abril 5). *The Dollar Smile* | Eurizon SLJ Capital. <https://www.eurizonsljcapital.com/dollar-smile/>
- Giudice, V. (2010). *Teorías de los ciclos económicos*. Instituto de Investigaciones Económicas. <https://bit.ly/34OBIEu>
- Gudmundsson, T. (2022, noviembre 13). *La desaceleración del crecimiento económico mundial es cada vez más evidente, como muestran los datos de alta frecuencia*. IMF Blog. <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2022/11/13/slowing-global-economic-growth-is-increasingly-evident-high-frequency-data-show>
- Gutiérrez Andrade, O. W. (2011). La crisis de EE. UU. y el futuro del dólar. *Revista Perspectivas*, 28, 113-136.
- Hausmann, R., Pritchett, L., & Rodrik, D. (2005). Growth accelerations. *Journal of Economic Growth*, 10(4), 303-329. <https://doi.org/10.1007/s10887-005-4712-0>
- Hernández-Veleros, Z. S. (2016). Modelos de crecimiento, estacionariedad y rompimientos: Comparación entre las tendencias de crecimiento de las economías de la OCDE y las de los países menos desarrollados. *El Trimestre Económico*, 83(332), 635-678.
- Holik, J. (2022, octubre 22). *The US dollar is killing the global economy*. Medium. <https://jurajholik.medium.com/the-us-dollar-is-killing-the-global-economy-2ff6025e2202>

- International Monetary Fund (IMF). (2024). *International Monetary Fund*. <https://www.imf.org/en/Home>
- Kaplan, P. (2024, enero 3). *Deuda nacional de EE. UU. supera los US\$34 billones* [Video]. CNN en Español. <https://cnnespanol.cnn.com/video/eeuu-deuda-nacional-supera-34-billones-cnn-dinero-tv/>
- Krugman, P. (2019). The conscience of a liberal. En T. Ball & R. Dagger (Eds.), *Ideals and ideologies* (pp. 153-158). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429286827-28>
- Lee, D. S., & Liu, H. (2010). *An analysis of several factors affecting the US Dollar Index* [Manuscrito no publicado]. University of Cambridge. <https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/226762>
- Macrobond. (s. f.). *Macrobond Financial: Extensive macroeconomic data, financial time series*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de <https://www.macrobond.com/>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183.
- Minsky, H. P. (1982). *The debt-deflation theory of great depressions*. Hyman P. Minsky Archive. https://digitalcommons.bard.edu/hm_archive/159
- Mundell, R. A. (1961). A theory of optimum currency areas. *The American Economic Review*, 51(4), 657-665.
- National Bureau of Economic Research (NBER). (2024). *National Bureau of Economic Research*. <https://www.nber.org/>
- Taleb, N. N. (2010). *The Black Swan: The impact of the highly improbable* (2.^a ed.). Random House.
- Nordea. (s. f.). *Macro & markets: Central banks strike back*. Recuperado el 14 de abril de 2024, de <https://corporate.nordea.com/article/79344/macro-markets-central-banks-strike-back>
- Pellicer, L. (2023, octubre 5). La OMC prevé un frenazo del comercio global por las subidas de tipos y la desaceleración en China. *El País*. <https://elpais.com/economia/2023-10-05/la-omc-preve-un-frenazo-del-comercio-global-por-las-subidas-de-tipos-y-la-desaceleracion-en-china.html>
- Peralta, Á. L., & Fernández, M. J. (2011). Ralentización en el segundo trimestre. *Cuadernos de Información Económica*, (223), 1-13.
- Rapoport, M., & Brenta, N. (2010). La crisis económica mundial: ¿El desenlace de cuarenta años de inestabilidad? *Problemas del Desarrollo*, 41(163), 7-30.

- Ruiz-Porras, A., & Anguiano-Pita, J. E. (2021). Los precios del petróleo y la actividad económica en México. *Ensayos. Revista de Economía*, 40(2), 159-188.
- Shiskin, J. (1974, noviembre 24). The changing business cycle. *The New York Times*, p. 222.
- Torres, V., Bello, A., Rosales, A., & Solís, J. (2019). La mirada regional frente a la crisis política en Venezuela: 2013-2019. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 25(1), 43-73.
- Trading Economics. (2023). *Estados Unidos—Tasa de interés interbancaria | 1986-2023 Datos*. <https://es.tradingeconomics.com/united-states/inter-bank-rate>
- World Bank. (2022). *Is a global recession imminent?* World Bank. <https://www.worldbank.org/en/research/brief/global-recession>
- World Bank. (2023). *Global economic prospects: Sharp, long-lasting slowdown to hit developing countries hard*. World Bank. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/01/10/global-economic-prospects>
- Zarnowitz, V. (1992). *What is a business cycle?* https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+What+is+a+business+cycle?&author=Zarnowitz+V.&publication_year=1992

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 11. Cuadro de prueba de normalidad del índice NYICDX transformado por etapa

		Etapas de la sonrisa del dólar					
Etapas	Var.	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Etapa 1	Índice NYICDEX	0,124	48	0,063	0,933	48	0,009
	Log de NYICDEX	0,143	48	0,016	0,920	48	0,003
	Frac.R. NYICDEX	0,248	48	0,000	0,786	48	0,000
Etapa 2	Índice NYICDEX	0,105	48	,200*	0,949	48	0,036
	Log de NYICDEX	0,104	48	,200*	0,941	48	0,018
	Frac.R. NYICDEX	0,114	48	0,147	0,917	48	0,002
Etapa 3	Índice NYICDEX	0,082	48	,200*	0,958	48	0,085
	Log de NYICDEX	0,079	48	,200*	0,963	48	0,130
	Frac.R. NYICDEX	0,163	48	0,003	0,884	48	0,000
Etapa 4	Índice NYICDEX	0,276	48	6E-10	0,789	48	0,000
	Log de NYICDEX	0,267	48	3E-09	0,797	48	0,000
	Frac.R. NYICDEX	0,231	48	0,000	0,838	48	0,000
Etapa 5	Índice NYICDEX	0,068	48	,200*	0,990	48	0,950
	Log de NYICDEX	0,072	48	,200*	0,988	48	0,890
	Frac.R. NYICDEX	0,060	48	,200*	0,981	48	0,642
Etapa 6	Índice NYICDEX	0,122	48	7E-02	0,955	48	0,061
	Log de NYICDEX	0,120	48	8E-02	0,956	48	0,067
	Frac.R. NYICDEX	0,179	48	0,001	0,899	48	0,001

Fuente: Yahoo Finance**Elaboración:** Autor**Notas:** Datos que corresponden a la prueba de normalidad de los índices del NYIDEX y sus dos transformaciones logarítmicas (Log) y rango fraccional (Frac. R), por etapas, con un nivel de significancia del 5 % y gl = 48.

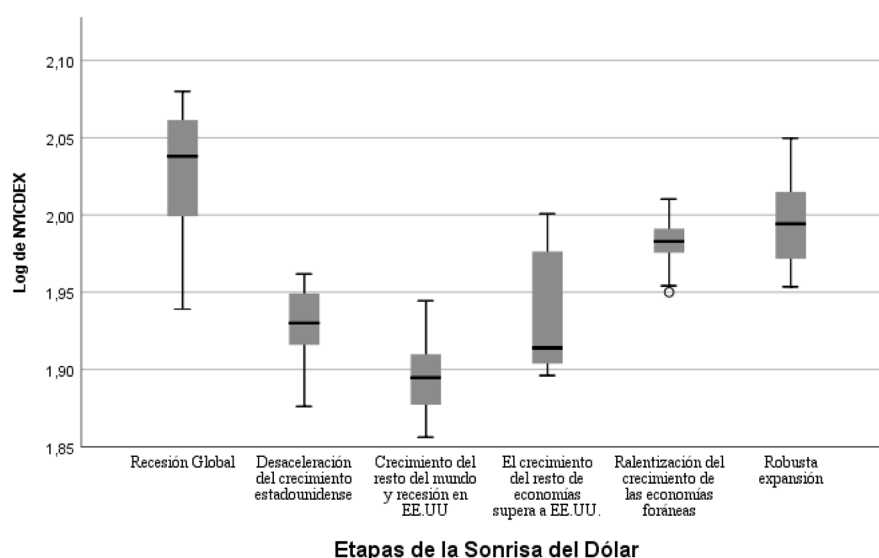
*Límite inferior de la significación verdadera.

Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 2

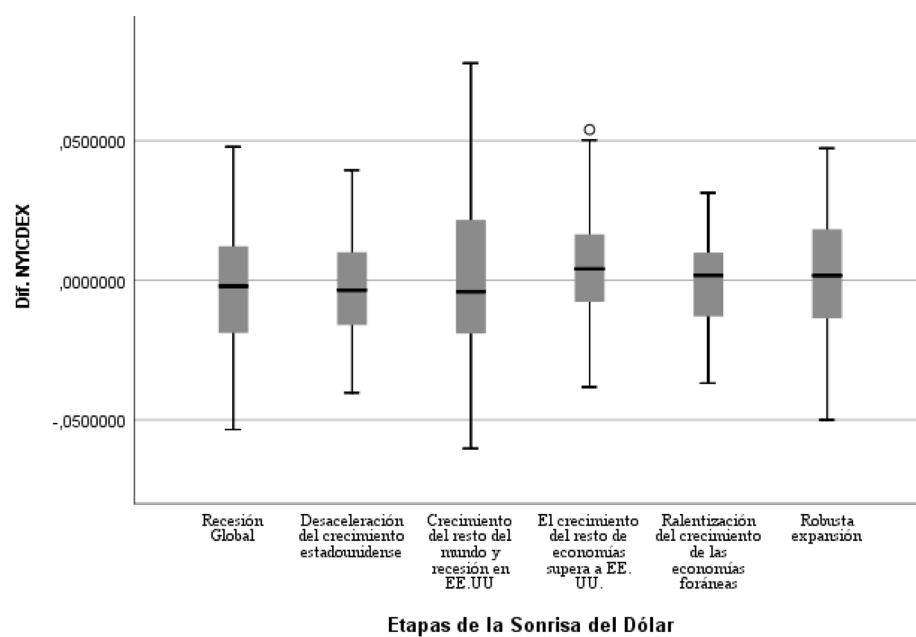
La prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes presenta el Log (NYICDX) en una gráfica de caja y bigotes, destacando las diferencias en la volatilidad entre etapas, lo que complementa los resultados obtenidos mediante la prueba de Friedman. Asimismo, esta prueba también analiza el Dif. NYICDX en una gráfica de caja y bigotes, evidenciando las semejanzas en las varianzas entre etapas, tal como se detalla en la tabla 8.

Figura 3. Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Figura 4. Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

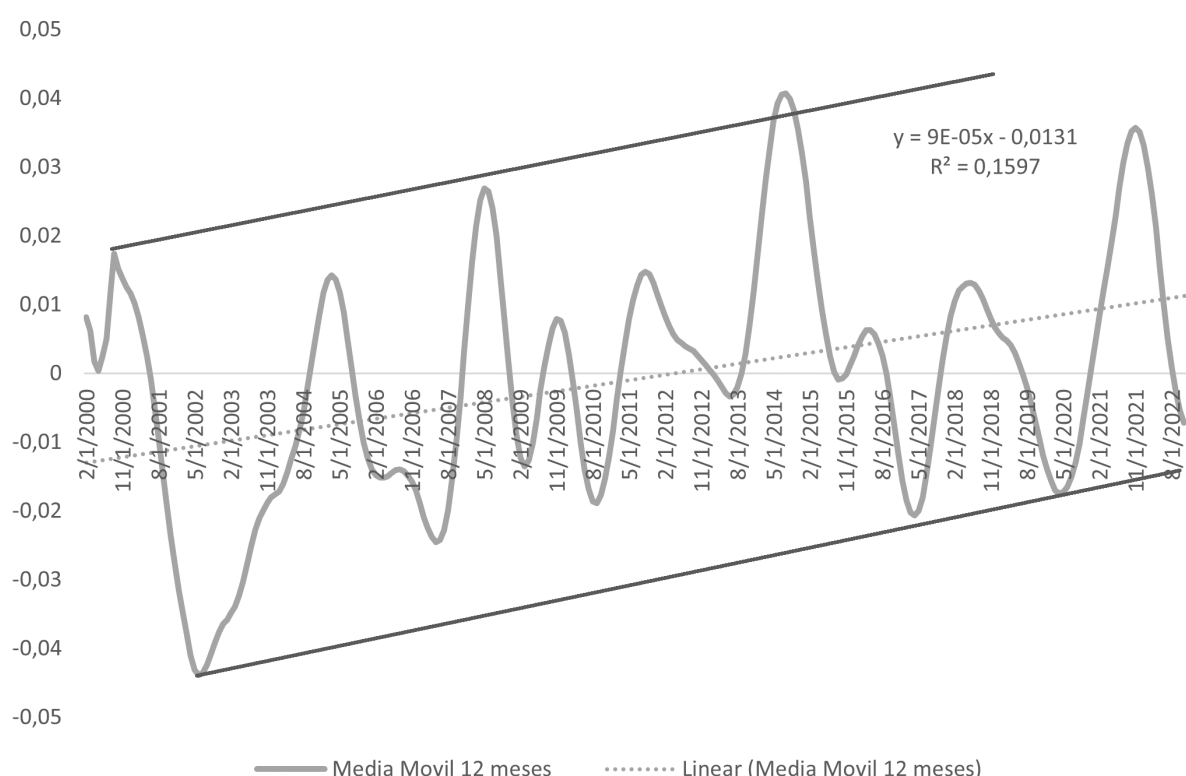
Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

Anexo 3

La figura 5 demuestra que el promedio móvil de 12 años de la pendiente del NYICDX ha mantenido una tendencia alcista. No obstante, los últimos 24 meses, en promedio, mantienen una pendiente negativa a pesar de que el índice marca valores superiores a 100, sin alcanzar el soporte registrado en mayo del 2021 alcanzando 89,84 puntos.

Figura 5. Pendiente de media móvil 12



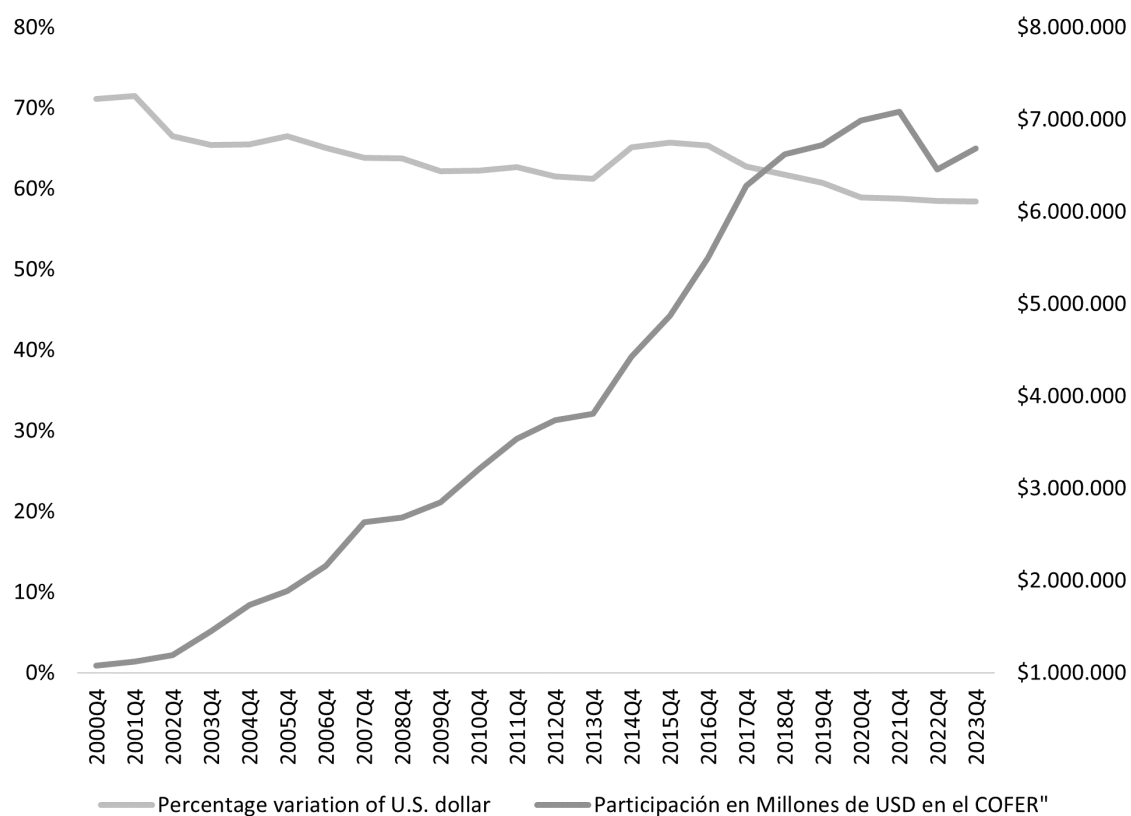
Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor

La figura 6 muestra la variación porcentual y el monto de participación del dólar estadounidense en la Composición Monetaria Mundial de las Reservas Oficiales de Divisas (COFER), utilizando datos anuales correspondientes al cuarto trimestre (Q4). Durante el periodo analizado, la participación del dólar disminuyó del 71,1 % en el año 2000 al 58,4 % en 2003, representando una caída del 18 % y manteniendo una tendencia negativa por debajo de su línea proyectada. Sin embargo, el monto total en millones de dólares correspondiente a esta participación en el COFER aumentó en un 620 % durante el

mismo periodo. Los datos fueron obtenidos del sitio web del Fondo Monetario Internacional (IMF).

Figura 6. Variación porcentual y participación de dólares en COFER



Fuente: Yahoo Finance

Elaboración: Autor



Banco Central del Ecuador