

Análisis en base a Phillips de Colombia (2001-2024): Explorando la Relación entre Desempleo e Inflación

León, J, Devia, J, Morales, M.

^a Escuela de Economía y Administración, Universidad Industrial de Santander

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO	RESUMEN
<p><i>Palabras clave:</i> <i>Curva de Phillips</i> <i>Colombia</i> <i>Desempleo</i> <i>Inflación</i> <i>Análisis econométrica</i></p>	<p>Este estudio analiza la relación entre desempleo e inflación en Colombia (2001-2024) utilizando la curva de Phillips. Se examina la teoría de la Curva de Phillips, que postula una relación inversa entre el desempleo y la inflación. Se emplearán técnicas econométricas para estimar y analizar la Curva de Phillips en Colombia, utilizando datos de series temporales de desempleo e inflación. Además, se considerarán factores económicos, políticos y sociales que puedan influir en esta relación. El estudio busca proporcionar una comprensión más profunda de la dinámica macroeconómica en Colombia y ofrecer información útil para la formulación de políticas económicas. Se espera que los resultados ayuden a entender cómo el desempleo y la inflación se relacionan en el contexto colombiano y proporcionen perspectivas para abordar estos problemas mediante políticas efectivas. Los hallazgos de este estudio tendrán implicaciones significativas para la formulación de políticas económicas en Colombia y pueden contribuir al debate académico sobre la relación entre desempleo e inflación en economías emergentes.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Keywords:</i> <i>Phillips curve</i> <i>Colombia</i> <i>Unemployment</i> <i>Inflation</i> <i>Econometric analysis</i></p>	<p>This study analyzes the relationship between unemployment and inflation in Colombia (2001-2024) using the Phillips Curve. The Phillips Curve theory is examined, which postulates an inverse relationship between unemployment and inflation. Econometric techniques will be used to estimate and analyze the Phillips Curve in Colombia, using time series data on unemployment and inflation. In addition, economic, political and social factors that may influence this relationship will be considered. The study seeks to provide a deeper understanding of the macroeconomic dynamics in Colombia and offer useful information for the formulation of economic policies. The results are expected to help understand how unemployment and inflation are related in the Colombian context and provide perspectives to address these problems through effective policies. The findings of this study will have significant implications for the formulation of economic policies in Colombia and can contribute to the academic debate on the relationship between unemployment and inflation in emerging economies.</p>

1. Introducción

La relación entre la inflación y el desempleo ha sido un tema central en la teoría económica y la formulación de políticas durante décadas. Comprender esta relación es crucial para los responsables de formular políticas, ya que tiene importantes implicaciones para la estabilidad económica y el bienestar social. En este sentido, el análisis de la Curva de Phillips se ha convertido en una herramienta fundamental para estudiar esta relación en diferentes contextos económicos.

En el caso de Colombia, un país con una historia económica y social compleja, la comprensión de la relación entre la inflación y el desempleo es de vital importancia. La economía colombiana ha experimentado una serie de desafíos a lo largo de los años, incluidas crisis financieras internacionales, fluctuaciones en los precios del petróleo y, más recientemente, el impacto de la pandemia de COVID-19. Estos eventos han influido en la dinámica macroeconómica del país y han planteado nuevos interrogantes sobre la relación entre el desempleo y la inflación.

En esta investigación, nos proponemos examinar con mayor atención los fenómenos económicos que han marcado la evolución de la economía colombiana en las últimas décadas. En particular, nos centraremos en la crisis financiera global de 2008, las fluctuaciones en los precios del petróleo y su impacto en la economía colombiana, así como el efecto de la pandemia de COVID-19 en el mercado laboral y la inflación nacional. Al estudiar estos eventos y su influencia en la relación entre el desempleo y la inflación, esperamos contribuir a una mejor comprensión de la dinámica económica en Colombia y proporcionar información relevante para la formulación de políticas económicas efectivas.

2. Materiales

Los datos recopilados fueron extraídos directamente desde el banco de la república el cual recopila los datos extraídos directamente desde la base de datos del DANE y los entrega de manera directa, las variables empleadas en este trabajo para explicar la relación entre inflación y desempleo, es decir, la curva de Phillips serán las siguientes:

- Tasa de ocupación
- Base monetaria
- Tasa de inflación (índice de precios al consumidor)
- Tasa de interés
- Índice de precios al productor (IPP)

Con esos datos se logró consolidar un dataframe que contiene un total de 268 observaciones por cada una de las 6 variables, todos los datos están recopilados con una periodicidad mensual y han sido seleccionados los datos desde el primer mes del año 2001 hasta el último dato disponible hasta el momento de elaboración del trabajo que data del mes de Febrero del año 2024. Es decir un registro mensual durante 22 años y 4 meses.

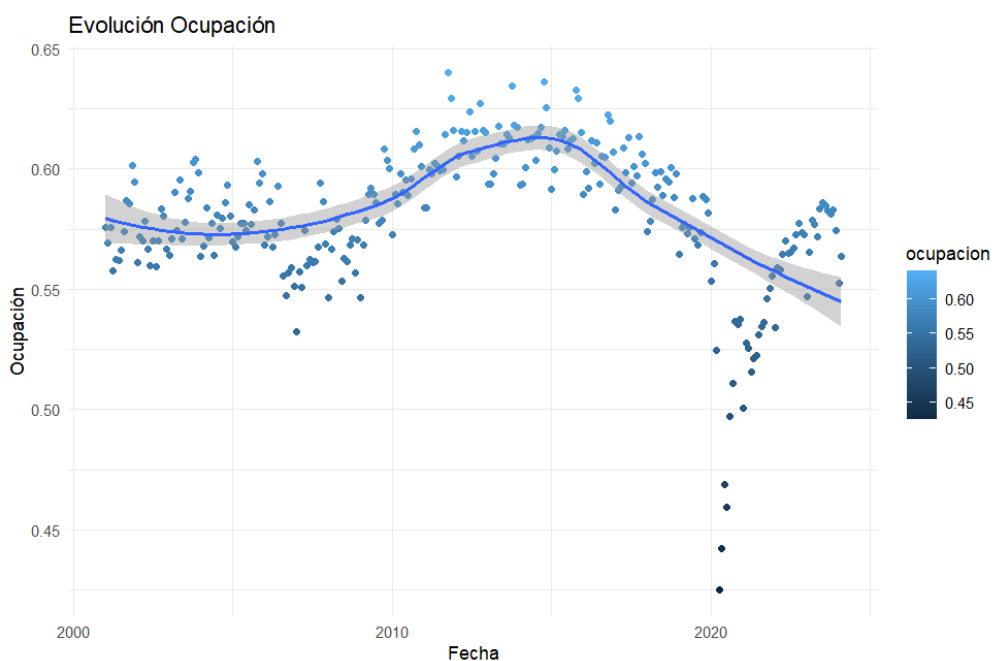
3. Análisis Exploratorio de los Datos

Se llevará a cabo un análisis exploratorio de los datos, centrándose en las variables clave del estudio: ocupación, desempleo, base monetaria, inflación, tasa de interés e índice de precios al productor (IPP). El objetivo es comprender mejor la distribución y las relaciones entre estas variables antes de proceder con análisis más detallados.

Ocupación	Desempleo	Base monetaria	Inflación	Tasa de Interés	IPP
Min. :0.4250	Min. :0.0756	Min. : -0.117	Min. :0.01669	Min. :0.01760	Min. :-1.6600
1st Qu.:0.5677	1st Qu.:0.0994	1st Qu.: -0.018	1st Qu.:0.03254	1st Qu.:0.04420	1st Qu.: -0.1000
Median :0.5833	Median :0.1134	Median : 0.007	Median :0.04444	Median :0.05965	Median : 0.2550
Mean :0.5811	Mean :0.1180	Mean : 34.990	Mean :0.04916	Mean :0.06531	Mean : 0.4012
3rd Qu.:0.6006	3rd Qu.:0.1306	3rd Qu.: 0.038	3rd Qu.:0.05994	3rd Qu.:0.07848	3rd Qu.: 0.8975
Max. :0.6401	Max. :0.2197	Max. :9724.000	Max. :0.12412	Max. :0.14390	Max. : 3.9700

Teniendo en cuenta las medidas mostradas anteriormente se procederá a hacer un análisis acompañado de una gráfica de dispersión de cada una de las variables para tener una mejor comprensión de la evolución a través del tiempo que han tenido las variables y se complementará con una línea suavizada que mostrará la tendencia de cada uno de los datos.

Ocupación

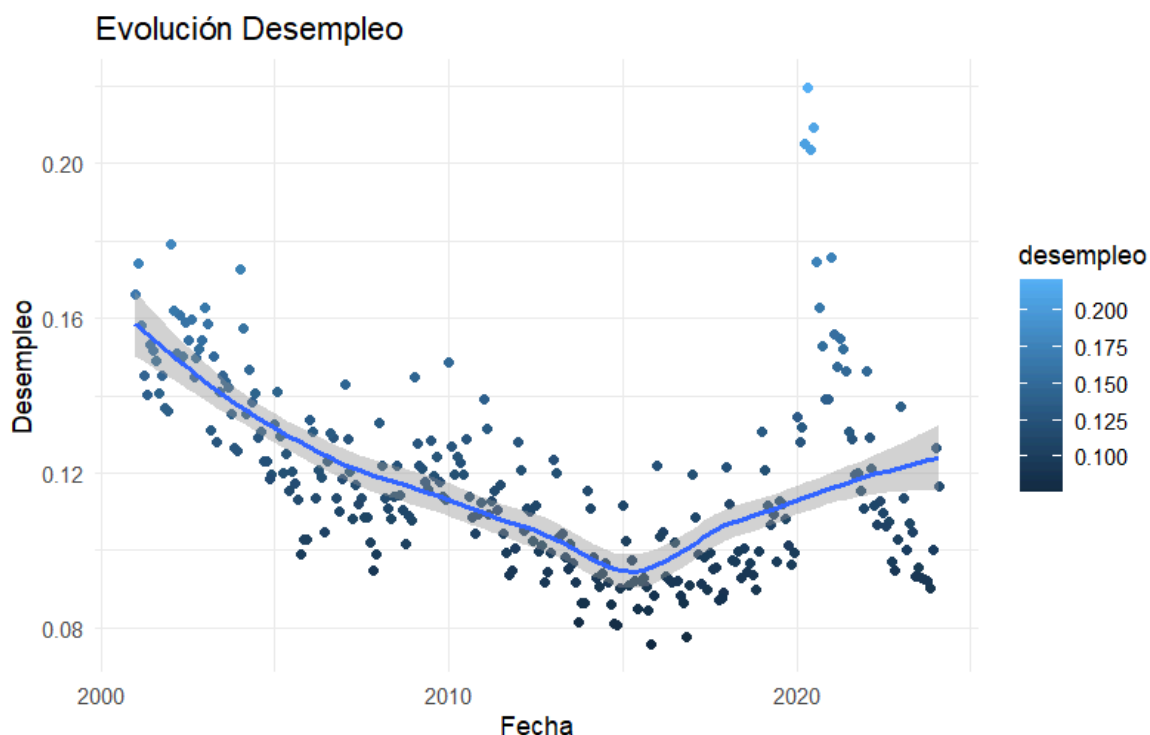


Fuente:

Elaboración propia con base en los datos del DANE.

La ocupación mínima fue de 0.42, o en valores porcentuales del 42%, es decir que durante el año 2020 se presentó el menor número de personas empleadas dentro de la población en edad de trabajar, ese fenómeno está cuanto menos relacionado con la pandemia causada por el covid 19, la cual imposibilita el trabajo a las personas que tuvieron que guardar cuarentena durante gran parte del año y afectando de mayor medida a los adultos mayores que por comorbilidades tuvieron que esperar aún más para reactivar su actividad económica. Como se puede observar en el gráfico, los niveles de ocupación no pudieron alcanzar los niveles registrados en 2011 que fueron los más altos del periodo analizado con una tasa de ocupación del 64%, año que coincide con la variación del PIB más alta registrada dejando de lado el atípico 11% del año 2021 que no vale para el análisis debido a la reactivación económica que no presenta datos normales.

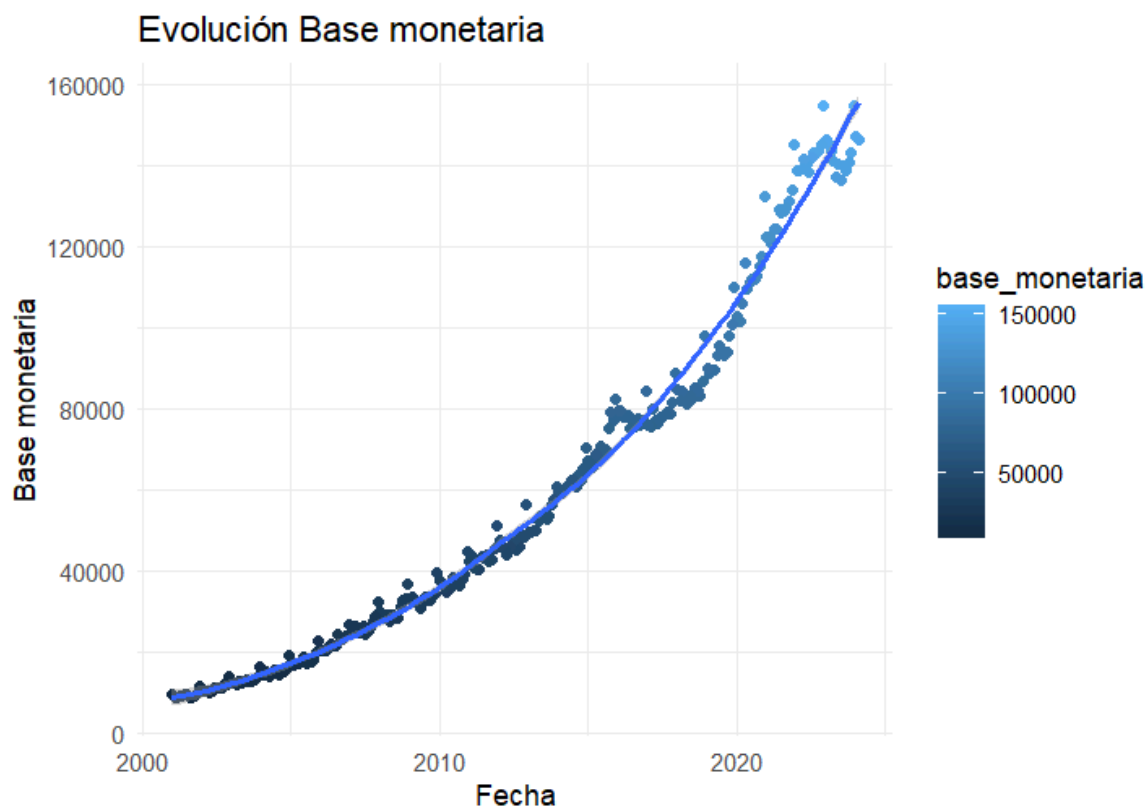
Desempleo



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del DANE.

El dato más alto que se registró de desempleo en Colombia durante el periodo analizado fue 21.9% durante el mes de mayo del año 2020 en pleno auge del confinamiento y las medidas de bioseguridad por la pandemia de covid-19. En términos porcentuales la tasa de desempleo más baja registrada fue de 7% en el año 2015 específicamente en el mes de noviembre, por regla general los últimos meses del año son los que más gasto y empleo registran en el país por lo cual está bien definida la razón de tales niveles de empleo, después de este punto más bajo de desempleo la tendencia es al alza durante el resto del periodo analizado.

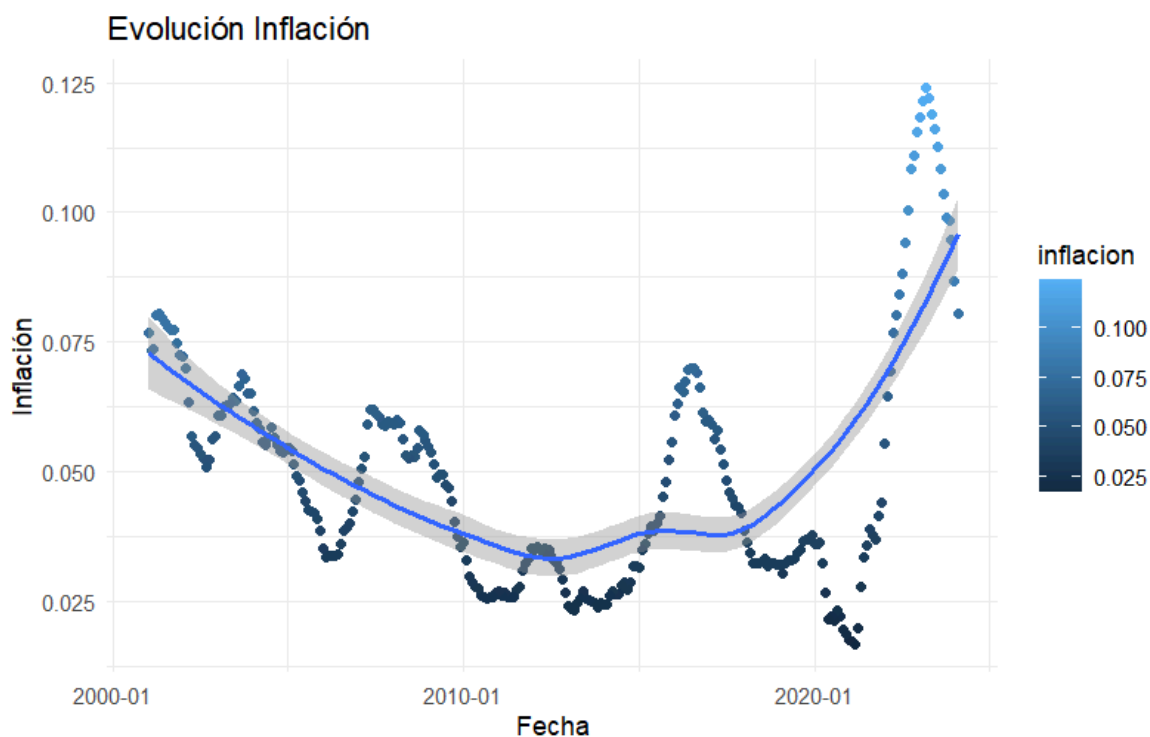
Base monetaria



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del DANE.

Desde el año 2001 hasta el 2024, Colombia ha experimentado un constante crecimiento en su base monetaria. Este aumento sostenido ha sido un reflejo de diversos factores económicos y políticos que han influido en el sistema financiero del país. La expansión de la base monetaria ha sido impulsada por políticas gubernamentales destinadas a estimular el crecimiento económico, mantener la estabilidad financiera y controlar la inflación.

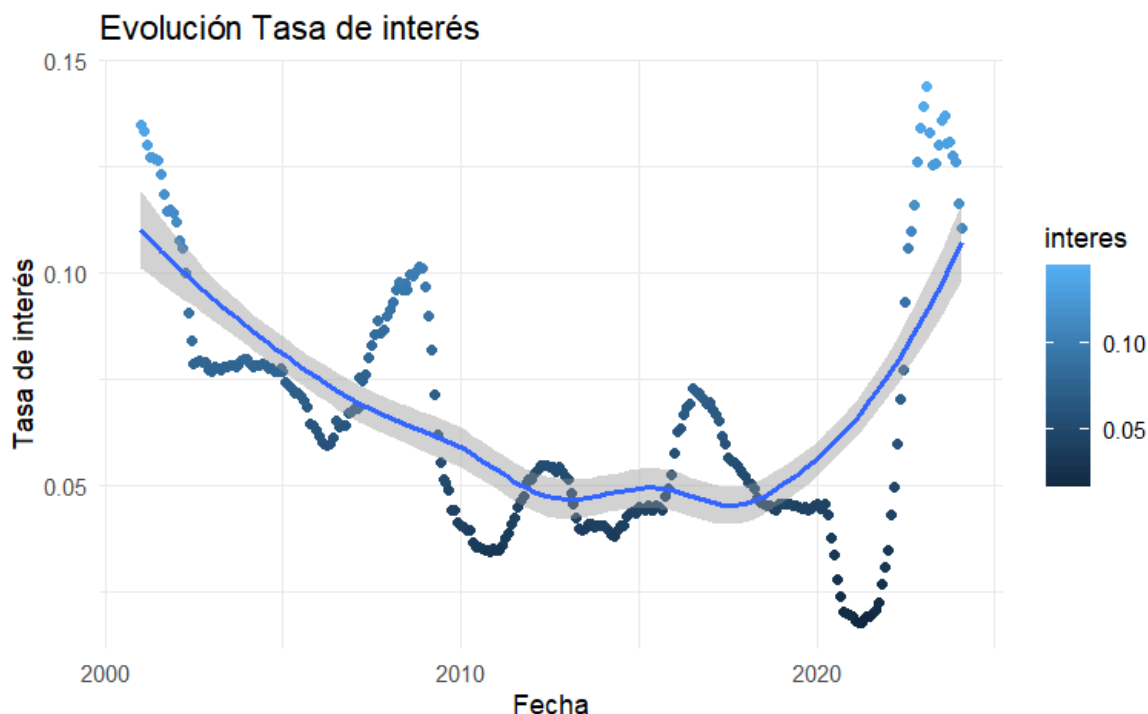
Inflación



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del DANE.

Como se puede apreciar, la tendencia fue a la baja desde el comienzo del periodo analizado hasta el año 2012 empieza una considerable subida, la tasa de inflación ha tenido una constante tendencia a presentar picos pronunciados para luego tener caídas, el punto más pronunciado de un alza en la inflación se registra en el año 2023 en el mes de marzo y el punto más bajo de inflación fue en el año 2021 en el mes de marzo. Estos fenómenos se explican por la presencia del efecto del covid 19 en la economía colombiana.

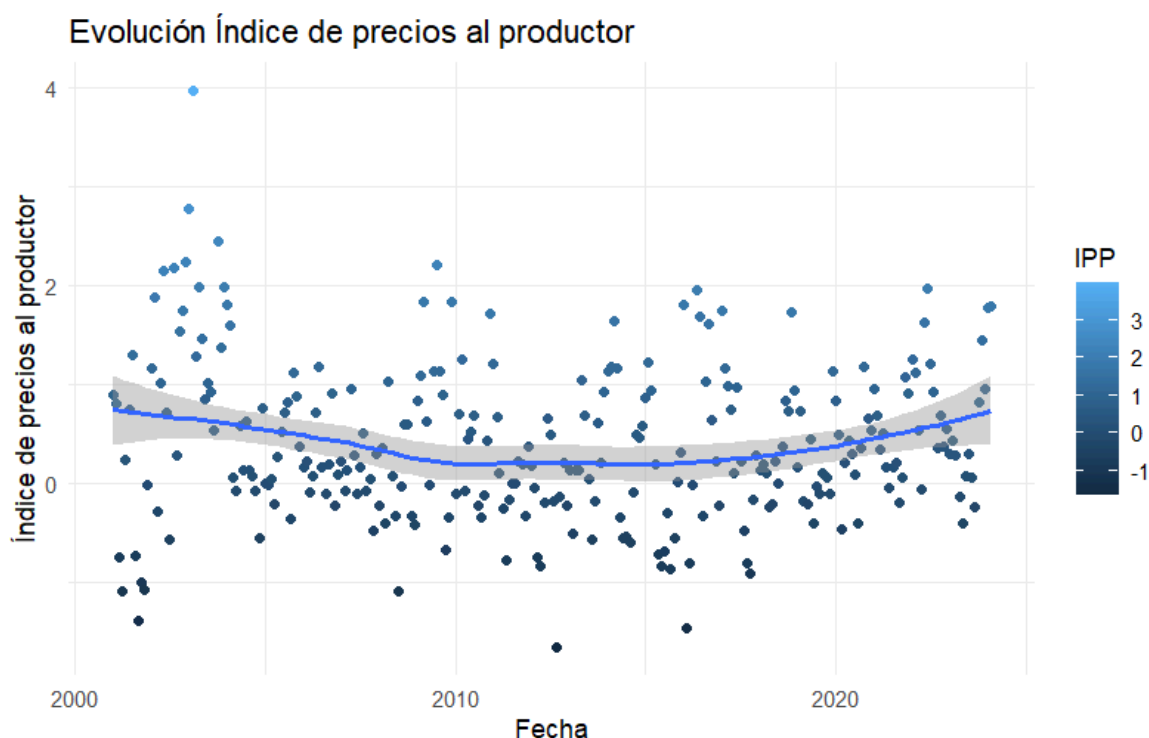
Tasa de interés



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del DANE.

La evolución de la tasa de interés en el periodo analizado presenta una tendencia a la baja desde el 2001 hasta el 2006 donde se presenta cierta resistencia a seguir bajando la tasa hasta que en el 2007 empieza la subida que no parará hasta inicios del 2009 donde presenta una marcada tendencia a la baja hasta inicios del 2011 donde presenta un repunte. La tasa se mantiene constante entre el 4% y 5% durante los años 2013, 2014 y gran parte de 2015 donde se presenta una nueva subida de los tipos de interés por parte del banco de la república hasta mediados del 2017 donde se presenta un nuevo descenso en los tipos de interés con un agravante como la crisis del covid 19 que acentúa la caída de los tipos de interés hasta mínimos históricos del 2%, pasado el gran malestar de la pandemia a mediados de 2022 se empiezan a elevar los tipos de interés y se mantienen en dos cifras hasta el día de hoy.

Índice de precios al productor



Fuente: Elaboración propia con base en los datos del DANE.

El Índice de precios al productor tuvo una tendencia constante durante el periodo analizado, se puede observar que los datos están muy dispersos por lo que resulta difícil su análisis.

4. Métodos

A continuación se procederá a esbozar de manera concisa los métodos empleados en la investigación, con el propósito de seguidamente exponer y analizar los resultados obtenidos.

- *Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)*

Se utiliza MCO para estimar los coeficientes en un modelo de regresión lineal que relaciona la tasa de inflación y la tasa de desempleo, controlado por las demás variables mencionadas anteriormente.

- *Modelos de Ecuaciones Simultáneas*

Se estima el modelo de ecuaciones simultáneas para capturar la, valga la redundancia, relación simultánea entre la inflación, el desempleo y las demás variables mencionadas anteriormente. Esto permite examinar cómo los cambios en una variable afectan a las demás, teniendo en cuenta la posible endogeneidad.

- *Curva de Phillips*

Se toma como base la relación entre inflación y desempleo descubierta por William Phillips que notó la relación de pendiente negativa que relaciona la tasa de inflación y la tasa de desempleo a lo largo del tiempo.

- *Regresión lineal*

Se emplea para modelar la relación entre las variables del modelo para entender y cuantificar la influencia que sufren la inflación y desempleo por parte de las demás variables.

- *Transformación de variables*

Se realizó la transformación de la variable de masa monetaria, al ser una variable indispensable para el análisis se aplicó una transformación para convertirla en una variación mes a mes.

Planteamiento del modelo:

En el análisis econométrico, se emplearán modelos de ecuaciones simultáneas para estudiar las interacciones entre variables macroeconómicas. El primer modelo aborda la relación entre inflación y desempleo como variables simultáneas, con el índice de precio al consumidor y la ocupación como variables endógenas. La base monetaria y la tasa de interés se consideran como variables exógenas. Este enfoque permitirá entender cómo los cambios en las variables exógenas impactan en las endógenas y simultáneas, profundizando la comprensión de la dinámica económica.

El primer modelo de regresión está dado por:

$$\text{inflacion} \sim \text{desempleo} + \text{IPP} + \text{ocupacion} \mid \text{base_monetaria} + \text{interes}$$

5. Resultados y Discusión

La base de datos está conformada por un conjunto de variables obtenidas del Banco de la República, con una frecuencia mensual. La base monetaria ha sido transformada en variaciones para asegurar su coherencia con las demás variables.

Se emplean la inflación y el desempleo como variables simultáneas, mientras que el Índice de Precios al Productor (IPP) y la ocupación se consideran variables endógenas. Por otro lado, la base monetaria y la tasa de interés se utilizan como variables exógenas.

Como primera acción se procede a realizar la regresión según el modelo planteado anteriormente:

Primera regresión: se saca la variable “ocupación”

```
ivreg(formula = inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion | base_monetaria +
      interes, data = data)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.607916 -0.093840 -0.008747  0.093692  0.435121

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0.48281     0.31984  -1.510   0.1323
desempleo     5.03731     2.79955   1.799   0.0731 .
IPP          -0.15514     0.09867  -1.572   0.1170
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1587 on 275 degrees of freedom
Multiple R-Squared:  -48.56,    Adjusted R-squared:  -48.92
Wald test: 2.169 on 2 and 275 DF, p-value: 0.1162
(En resumen, al nivel de significancia del 5%, no estamos seguros si la variable
es importante, pero al nivel del 10%, hay una pequeña posibilidad de que sí lo
sea.)

Diagnósticos:
ivreg(formula = inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion | base_monetaria +
      interes, data = data)
Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.607916 -0.093840 -0.008747  0.093692  0.435121
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0.48281     0.31984  -1.510   0.1323
desempleo     5.03731     2.79955   1.799   0.0731 .
IPP          -0.15514     0.09867  -1.572   0.1170
Diagnostic tests:
              df1 df2 statistic p-value
Weak instruments (desempleo)    2 275    3.078 0.0477 *
Weak instruments (IPP)         2 275    2.336 0.0986 .
Weak instruments (ocupacion)    2 275    0.415 0.6609
Wu-Hausman                    2 272 569.447 <2e-16 ***
Sargan                        -1 NA      NA      NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1587 on 275 degrees of freedom
Multiple R-Squared:  -48.56,    Adjusted R-squared:  -48.92
Wald test: 2.169 on 2 and 275 DF, p-value: 0.1162
```

Los resultados de la primera regresión indican que la variable ocupación debe ser excluida del modelo, dado que presenta una alta correlación con la variable desempleo. También con el resultado de la prueba de Hausmann se comprende que el modelo cuenta con el problema de endogeneidad, posteriormente se aplicarán las pruebas de los mínimos cuadrados ordinarios a 2 etapas y 3 etapas para ajustar y corregir el problema.

Después, se elabora la matriz de coeficientes de las variables endógenas, verificando el orden y el rango, junto con sus respectivos parámetros. Se procede a verificar las condiciones de orden y el rango, donde se nota según señala el software, que ambas condiciones se cumplen de manera que el modelo de ecuaciones se puede estimar de manera consistente y eficiente lo cual es fundamental para garantizar la validez y robustez de los resultados.

Posteriormente, se especifican las ecuaciones estructurales y auxiliares que están dados por:

```
eq_inf <- inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion
```

```
eq_des <- desempleo ~ inflacion + IPP + ocupacion
```

```
system <- list(eq1 = eq_inf, eq2 = eq_des)
```

```
instrum <- ~ IPP + ocupacion + base_monetaria + interes
```

Y en último lugar, se estiman el modelo de mínimos cuadrados en dos etapas y, posteriormente, el de mínimos cuadrados en tres etapas.

Después, se realiza una regresión para examinar la simultaneidad, utilizando la inflación y el desempleo como variables endógenas, la ocupación y el Índice de Precios al Productor como variables transversales. Posteriormente, la base monetaria y la tasa de interés se incluyen como variables exógenas.

En esta segunda regresión, se observa que el desempleo tiene una relación significativa con la inflación, mientras que el Índice de Precios al Productor muestra una relación más débil.

Después, se llevan a cabo las pruebas de mínimos cuadrados en dos y tres etapas para ajustar el modelo.

```
2SLS estimates for 'eq1' (equation 1)
Model Formula: inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion
Instruments: ~IPP + ocupacion + base_monetaria + interes
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-1.48623151	0.58755268	-2.52953	0.0119826	*
desempleo	3.31142239	1.23251444	2.68672	0.0076567	**
IPP	-0.00304021	0.00475784	-0.63899	0.5233639	
ocupacion	1.97197682	0.76398669	2.58117	0.0103669	*

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.059537 on 274 degrees of freedom
Number of observations: 278 Degrees of Freedom: 274
SSR: 0.971242 MSE: 0.003545 Root MSE: 0.059537
Multiple R-Squared: -5.948716 Adjusted R-Squared: -6.024797
```

Ecuación 2:

```
2SLS estimates for 'eq2' (equation 2)
Model Formula: desempleo ~ inflacion + IPP + ocupacion
Instruments: ~IPP + ocupacion + base_monetaria + interes

      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.467394456 0.020290880 23.03471 < 2e-16 ***
inflacion    0.070725833 0.049487518  1.42917 0.15410
IPP          0.000888621 0.001272798  0.69816 0.48567
ocupacion   -0.607886866 0.034105447 -17.82375 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.016357 on 274 degrees of freedom
Number of observations: 278 Degrees of Freedom: 274
SSR: 0.073311 MSE: 0.000268 Root MSE: 0.016357
Multiple R-Squared: 0.552372 Adjusted R-Squared: 0.547471
```

El modelo de dos etapas mejora con respecto al anterior al reintroducir la variable ocupación.

Mínimos cuadrados ordinarios: 3 etapas

Ecuación 1:

```
3SLS estimates for 'eq1' (equation 1)
Model Formula: inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion
Instruments: ~IPP + ocupacion + base_monetaria + interes

      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
(Intercept) -1.69253370 0.20150032 -8.39966 2.4425e-15 ***
desempleo    3.74750994 0.39747380  9.42832 < 2.22e-16 ***
IPP          -0.00342379 0.00464585 -0.73696 0.46178
ocupacion    2.23871972 0.27281186  8.20609 8.8818e-15 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.066119 on 274 degrees of freedom
Number of observations: 278 Degrees of Freedom: 274
SSR: 1.197865 MSE: 0.004372 Root MSE: 0.066119
Multiple R-Squared: -7.570084 Adjusted R-Squared: -7.663917
```

Ecuación 2:

```
3SLS estimates for 'eq2' (equation 2)
Model Formula: desempleo ~ inflacion + IPP + ocupacion
Instruments: ~IPP + ocupacion + base_monetaria + interes

      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.451852146 0.019938995 22.66173 < 2e-16 ***
inflacion    0.264230211 0.015959238 16.55657 < 2e-16 ***
IPP          0.000913285 0.001272784  0.71755 0.47365
ocupacion   -0.597528512 0.034013140 -17.56758 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01762 on 274 degrees of freedom
Number of observations: 278 Degrees of Freedom: 274
```

SSR: 0.085065 MSE: 0.00031 Root MSE: 0.01762
Multiple R-Squared: 0.480608 Adjusted R-Squared: 0.474921

El modelo de tres etapas, en comparación con el de dos etapas, muestra un ajuste considerablemente mejor. Las variables son más significativas y la correlación de los residuos sugiere que se cumple con el modelo de ecuaciones simultáneas.

6. Conclusiones

En conclusión, la presencia de endogeneidad en el primer modelo de regresión de inflación y desempleo en Colombia planteó un desafío significativo en la estimación de los parámetros. Sin embargo, mediante el uso de técnicas econométricas como los mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas y tres etapas, se pudo abordar este problema con éxito. La corrección de la endogeneidad no solo mejoró la precisión de las estimaciones, sino que también fortaleció la robustez y la validez de los resultados obtenidos. Además de que se demuestra estadísticamente que la relación entre inflación y desempleo como lo determinó Phillips en su día se cumple en el periodo analizado

Al identificar y corregir la endogeneidad, se avanzó hacia una comprensión más sólida de la relación entre la inflación y el desempleo en el contexto colombiano. Estos hallazgos subrayan la importancia de abordar adecuadamente la endogeneidad en los análisis econométricos, ya que las conclusiones y las políticas derivadas de estos modelos pueden estar sesgadas si no se tienen en cuenta los problemas de endogeneidad. Al adoptar enfoques metodológicos rigurosos, se pueden generar resultados más confiables y contribuir de manera más efectiva al debate y la toma de decisiones en política económica.

Referencias:

1. Población colombiana, serie histórica desde 1950, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Dirección de Censos y Demografía, grupo de proyecciones Recuperado de: <https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Portal>
2. Tasas de ocupación y desempleo, Total nacional periodicidad mensual, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH). Recuperado de: https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Portal&PortalPath=%2Fshared%2FDashboards_T%2FD_Estad%C3%ADsticas%2FEstad%C3%ADsticas&NQUser=p%C3%B3blico&NQPassword=p%C3%B3blico123&lang=es&page=Actividad%20econ%C3%B3mica,%20mercado%20laboral%20y%20cuentas%20financieras&pagina=Ocupaci%C3%B3n%20y%20desempleo
3. Chávez-Muñoz, N. M. (2010). Inflación y crecimiento económico: determinantes del desempleo en Colombia. Revista Finanzas y Política Económica, Vol. 2 (1) Recuperado de: http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RFYPE/article/view/543/564
4. Banco Mundial. (s/f). Crecimiento del PIB (% anual) - Colombia. Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=CO>
5. Banco de la República de Colombia. (2024). Tasas de ocupación y desempleo. Recuperado de: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-ocupacion-y-desempleo>
6. Observatorio del Envejecimiento de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. (23 de Agosto de 2023). Trabajo y personas mayores, a tres años de la pandemia. Recuperado de: <https://seniorlab.uc.cl/wp-content/uploads/2023/08/Reporte-Trabajo-y-Personas-Mayores-a-Tres-Anos-de-la-Pandemia.pdf>
7. **Banco de la República de Colombia.** (2002). Informe sobre inflación diciembre 2001. <https://www.banrep.gov.co/es/informe-sobre-inflacion-diciembre-2001>

Código:

```
library("readxl")

datos <- read_excel("datosmartin.xlsx")

# Suponiendo que 'fecha' es una variable en formato de cadena de caracteres (character)
datos$fecha <- as.Date(paste(datos$fecha, "01"), format = "%Y-%m-%d")

library(dplyr)

library(AER)

# Suprimir los mensajes de advertencia
suppressWarnings({

  # Ajustar el modelo de regresión instrumental
  reg <- ivreg(inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion | base_monetaria + interes, data =
datos)

})

summary(reg)

summary(reg,diagnostics = T)

# Verificación de la condición de orden
condicion_orden <- function(k, p) {

  if (k >= p) {

    return("La condición de orden se cumple.")

  } else {

    return("La condición de orden no se cumple.")

  }

}

# Verificación de la condición de rango
condicion_rango <- function(A, p) {

  if (qr(A)$rank == p) {

    return("La condición de rango se cumple.")

  } else {

    return("La condición de rango no se cumple.")

  }

}

k <- 4 # Número de variables instrumentales

p <- 2 # Número de parámetros a estimar en la ecuación

A <- as.matrix(datos[,c('inflacion','desempleo')]) # Matriz de coeficientes de las
variables endógenas

# Verificación de la condición de orden
resultado_orden <- condicion_orden(k, p)
```



```

print(resultado_orden)

# Verificación de la condición de rango
resultado_rango <- condicion_rango(A, p)
print(resultado_rango)

library(systemfit)

# Especificar las ecuaciones estructurales y auxiliares
eq_inf <- inflacion ~ desempleo + IPP + ocupacion
eq_des <- desempleo ~ inflacion + IPP + ocupacion
system <- list(eq1 = eq_inf, eq2 = eq_des)

instrum <- ~ IPP + ocupacion + base_monetaria + interes

# Estimar el modelo MC2E utilizando Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E)
mc2e_model <- systemfit(system, inst = instrum, method = '2SLS', data = datos,
                        residCovWeighted = T,
                        methodResidCov = "max")

summary(mc2e_model)

# Estimar el modelo MC3E utilizando Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E)
mc3e_model <- systemfit(system, inst = instrum, method = '3SLS', data = datos,
                        method3sls = "GMM")

summary(mc3e_model)

# Crear una secuencia de fechas desde el primero de enero de 2001 hasta el primero de
febrero de 2024
nueva_fecha <- seq(as.Date("2001-01-01"), as.Date("2024-02-01"), by = "month")

# Invertir el orden de la variable tiempo
tiempo_invertido <- rev(nueva_fecha)

# Cargar paquetes necesarios
library(ggplot2)

# Crear el gráfico de inflación
grafico_inflacion <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = inflacion)) +
  geom_point(aes(color = inflacion)) +
  geom_smooth(method = "loess") +
  labs(x = "Fecha", y = "Inflación", title = "Evolución Inflación") +
  theme_minimal() +
  scale_x_date(date_labels = "%Y-%m") # Especifica el formato de la fecha en el eje x

```

```
grafico_inflacion
```

```
# Crear el gráfico de desempleo
```

```
grafico_desempleo <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = desempleo)) +  
  geom_point(aes(color = desempleo)) +  
  geom_smooth(method = "loess") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Desempleo", title = "Evolución Desempleo") +  
  theme_minimal()  
grafico_desempleo
```

```
# Crear el gráfico de ocupación
```

```
grafico_okupa <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = ocupacion)) +  
  geom_point(aes(color = ocupacion)) +  
  geom_smooth(method = "loess") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Ocupación", title = "Evolución Ocupación") +  
  theme_minimal()  
grafico_okupa
```

```
# Crear el gráfico de base monetaria
```

```
grafico_monetaria <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = base_monetaria))  
+  
  geom_point(aes(color = base_monetaria)) +  
  geom_smooth(method = "loess") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Base monetaria", title = "Evolución Base monetaria") +  
  theme_minimal()  
grafico_monetaria
```

```
# Crear el gráfico de tasa de interés
```

```
grafico_interes <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = interes)) +  
  geom_point(aes(color = interes)) +  
  geom_smooth(method = "loess") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Tasa de interés", title = "Evolución Tasa de interés") +  
  theme_minimal()  
grafico_interes
```

```
# Crear el gráfico de Índice de precios al productor
```

```
grafico_productor <- ggplot(data = datos, aes(x = tiempo_invertido, y = IPP)) +
```

```
geom_point(aes(color = IPP)) +  
geom_smooth(method = "loess") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Índice de precios al productor", title = "Evolución Índice de  
precios al productor") +  
  theme_minimal()  
grafico_productor  
  
## Resumen estadístico  
summary(datos[, sapply(datos, is.numeric)])
```