

Econometría Financiera

Práctica 1: Estimaciones de modelos ARIMA

José Antonio Burgos Francisco

Índice de contenidos

Visualización de las Series	3
Gráfico1: Series en logaritmos	3
Gráfico 2: Series en primeras diferencias	4
Gráfico 3: Series en Variación Interanual	5
Análisis de Raíz Unitaria	6
Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF).	6
Transformación de serie en primera diferencia	6
Preparación de los datos	7
Estadísticas descriptivas	7
Correlaciones	7
Gráfico 4: Primeras diferencias logarítmicas del IPC	8
Identificación del Modelo ARIMA	9
Gráfico 5: Función de autocorrelación simple (ACF)	9
Gráfico 6: Función de autocorrelación parcial (PACF)	10
Justificación de modelo ARMA apropiado	10
Estimación del modelo	11
Resultados de la estimación	11
Evaluación de los modelos	12
Gráfico 6: Comportamiento de los residuos	12
Gráfico 8: ACF de los residuos	13
Gráfico 9: Histograma de los residuos	14
Pruebas estadísticas	14
Conclusión	15

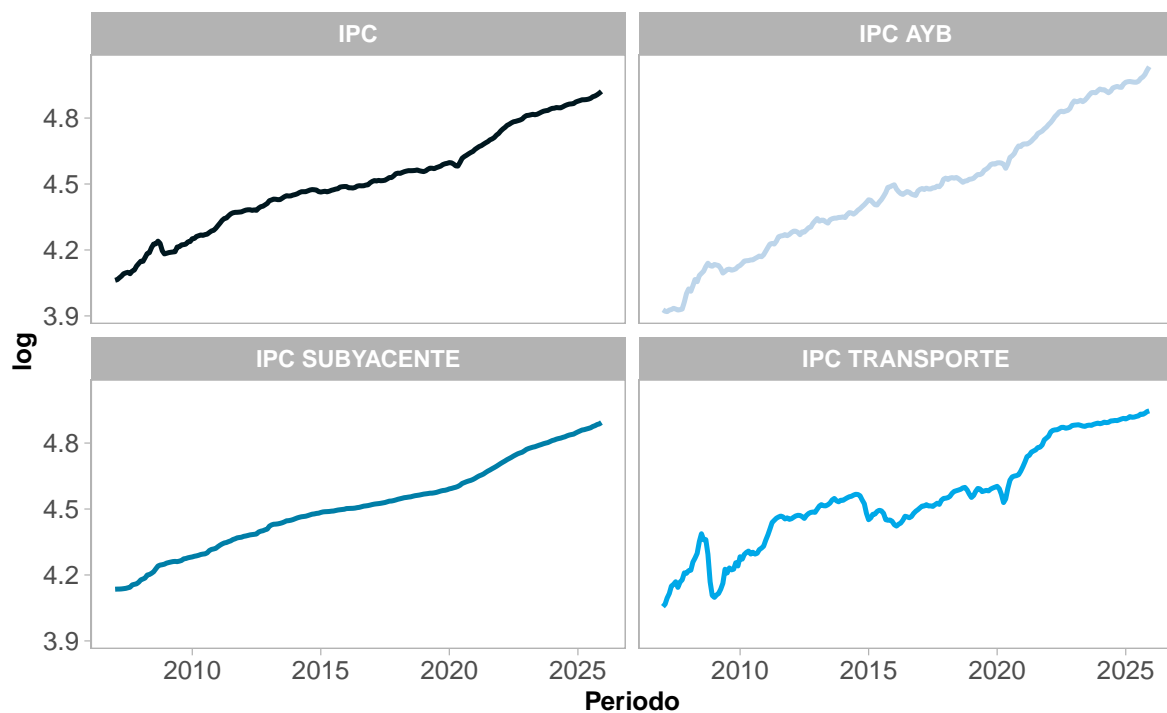
Apéndices	16
Apéndice A: Dickey-Fuller Aumentada - series logaritmos	16
Apéndice B: Dickey-Fuller Aumentada - series primera diferencia logaritmos	20
Apéndice C	24
Apéndice C1: Estadísticos descriptivos de las primeras diferencias logarítmicas del IPC	24
Apéndice C2: Matriz de correlaciones entre las primeras diferencias logarítmicas del IPC	24
Apéndice D: Resultados de la estimación de modelos ARMA(1,1)	25
Apéndice E: Test Ljung-Box autocorrelación en residuos	25

Visualización de las Series

Gráfico1: Series en logaritmos

IPC de República Dominicana 2006–2025

Series en Logaritmos

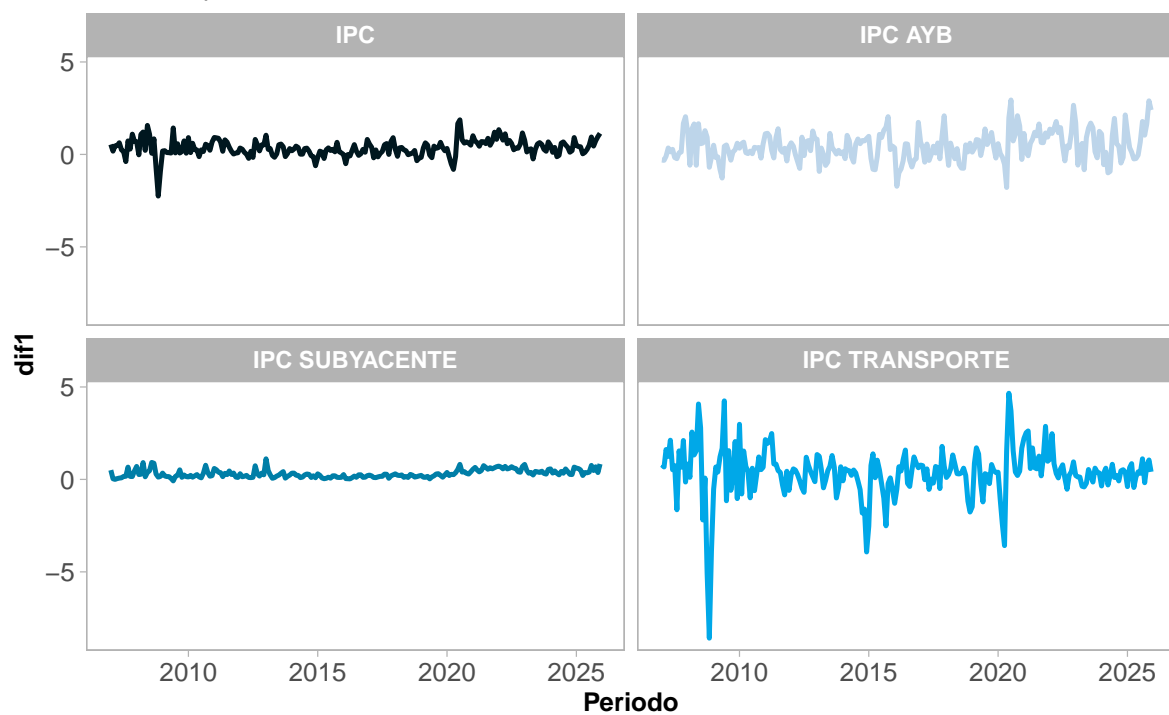


Fuente: BCRD

Gráfico 2: Series en primeras diferencias

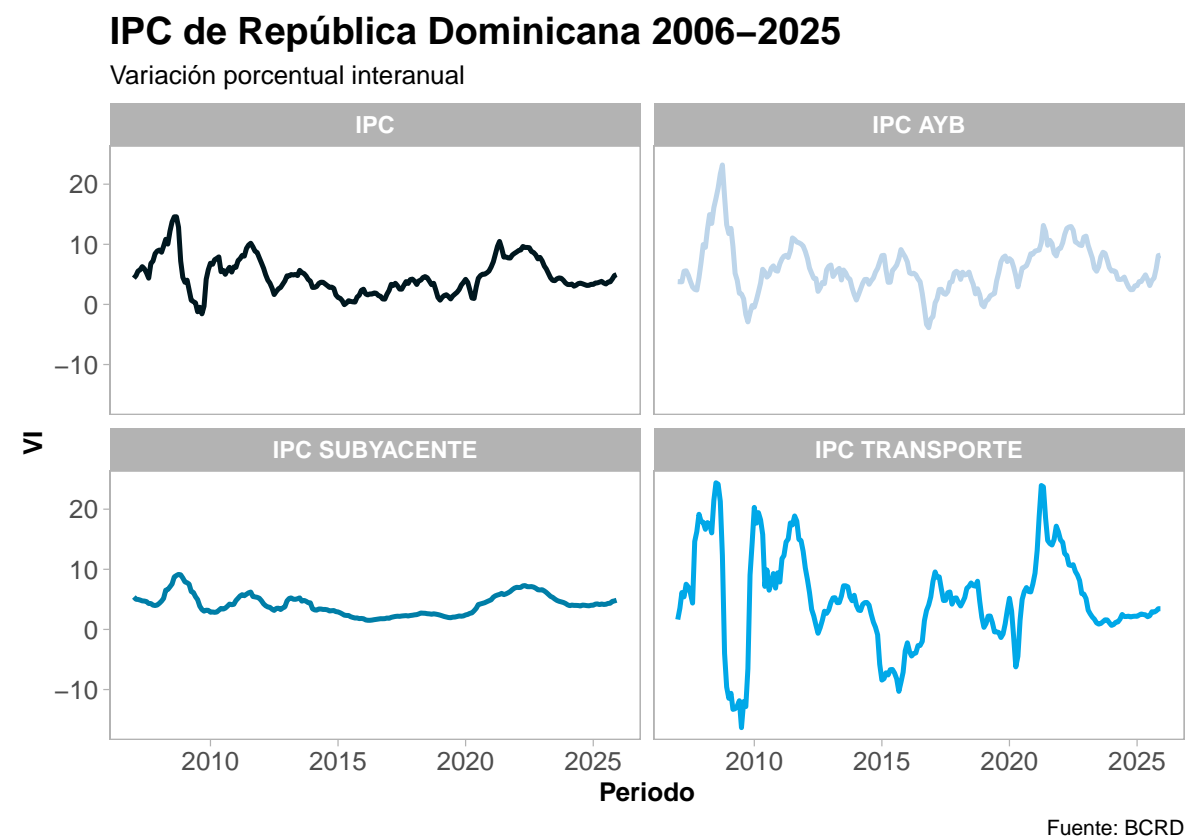
IPC de República Dominicana 2006–2025

Series en primeras diferencias



Fuente: BCRD

Gráfico 3: Series en Variación Interanual



Análisis de Raíz Unitaria

Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF).

Tabla 1: Resultados del test de Dickey-Fuller aumentado (ADF): Series en logaritmo

Serie	Estadístico ADF		Nivel de significancia	Conclusión
	(τ_3)	Valor crítico 5 %		
IPC	-2.013	-3.43	5 %	No estacionaria
IPC subyacente	-1.813	-3.43	5 %	No estacionaria
IPC A&B	-2.088	-3.43	5 %	No estacionaria
IPC transporte	-2.624	-3.43	5 %	No estacionaria

Los resultados del test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) indican que ninguna de las series en niveles rechaza la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria al 5 % de significancia, ver [Apéndice A](#). En consecuencia, se concluye que las series no son estacionarias en niveles. Se procede a transformar las series mediante diferenciación de primer orden, con el objetivo de inducir estacionariedad.

Transformación de serie en primera diferencia

```
ipcs_log_diff <- map(ipc_log, diff)      # Primera diferencia de logaritmos
test_diff <- map(ipcs_log_diff, ~urca::ur.df(.x, type = "trend", lags = 4))
```

Tabla 2: Resultados del test de Dickey-Fuller aumentado (ADF): Series con primeras diferencias

Serie	Estadístico ADF		Nivel de significancia	Conclusión
	(τ_3)	Valor crítico 5 %		
IPC	-6.043	-3.43	5 %	Estacionaria
IPC subyacente	-3.902	-3.43	5 %	Estacionaria
IPC A&B	-6.406	-3.43	5 %	Estacionaria
IPC transporte	-7.654	-3.43	5 %	Estacionaria

Luego de aplicar la transformación en primeras diferencias, los resultados del test ADF indican que todas las series rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria al 5 % de significancia. En consecuencia, se concluye que las series transformadas son estacionarias. Para más detalles del test véase el [Apéndice B](#).

Preparación de los datos

Estadísticas descriptivas

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de las primeras diferencias logarítmicas del IPC

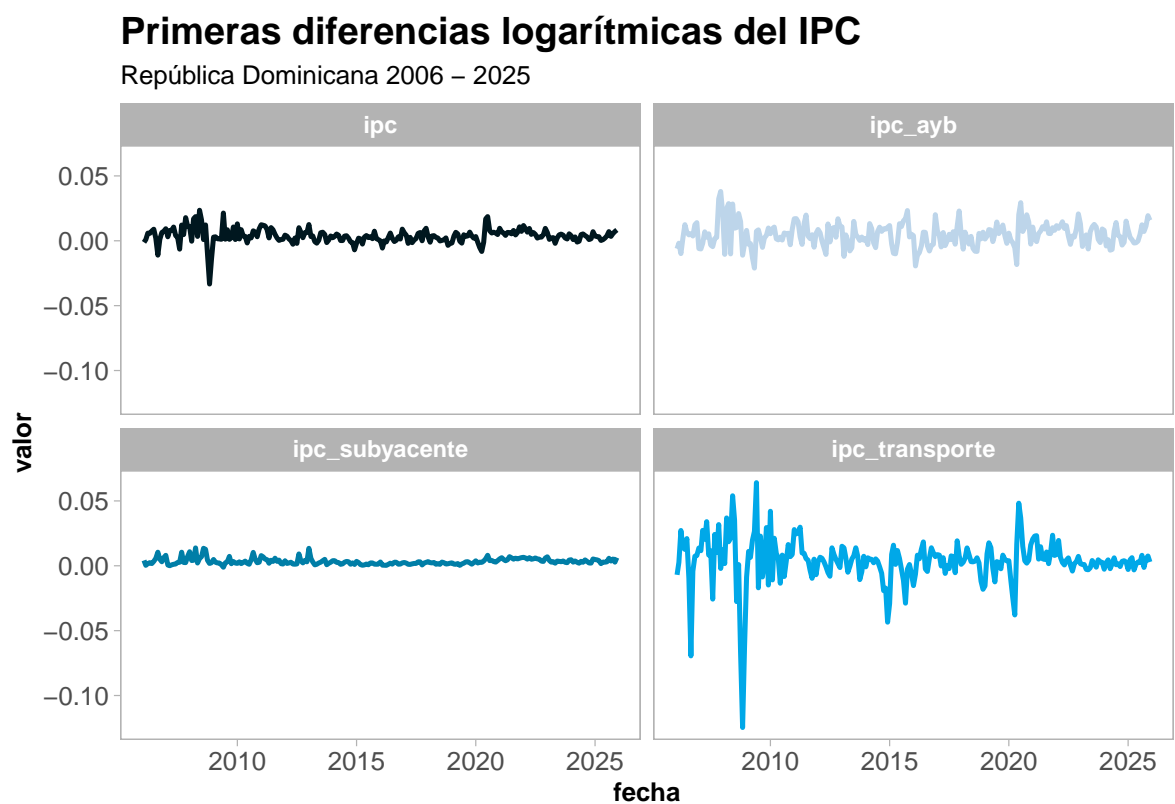
Serie	Media	Varianza	Mínimo	Máximo
IPC	0.0038	0.0000308	-0.0333	0.0235
IPC subyacente	0.0034	0.00000575	-0.0011	0.0138
IPC A&B	0.0048	0.0000810	-0.0211	0.0380
IPC transporte	0.0038	0.0003130	-0.1250	0.0641

Correlaciones

Tabla 4: Matriz de correlaciones entre las primeras diferencias logarítmicas del IPC

	IPC	IPC subyacente	IPC A&B	IPC transporte
IPC	1.000			
IPC subyacente	0.39	1.000		
IPC A&B	0.60	0.40	1.000	
IPC transporte	0.84	0.06	0.14	1.000

Gráfico 4: Primeras diferencias logarítmicas del IPC



Fuente: elaboración propia con datos del BCRD

Identificación del Modelo ARIMA

Gráfico 5: Función de autocorrelación simple (ACF)

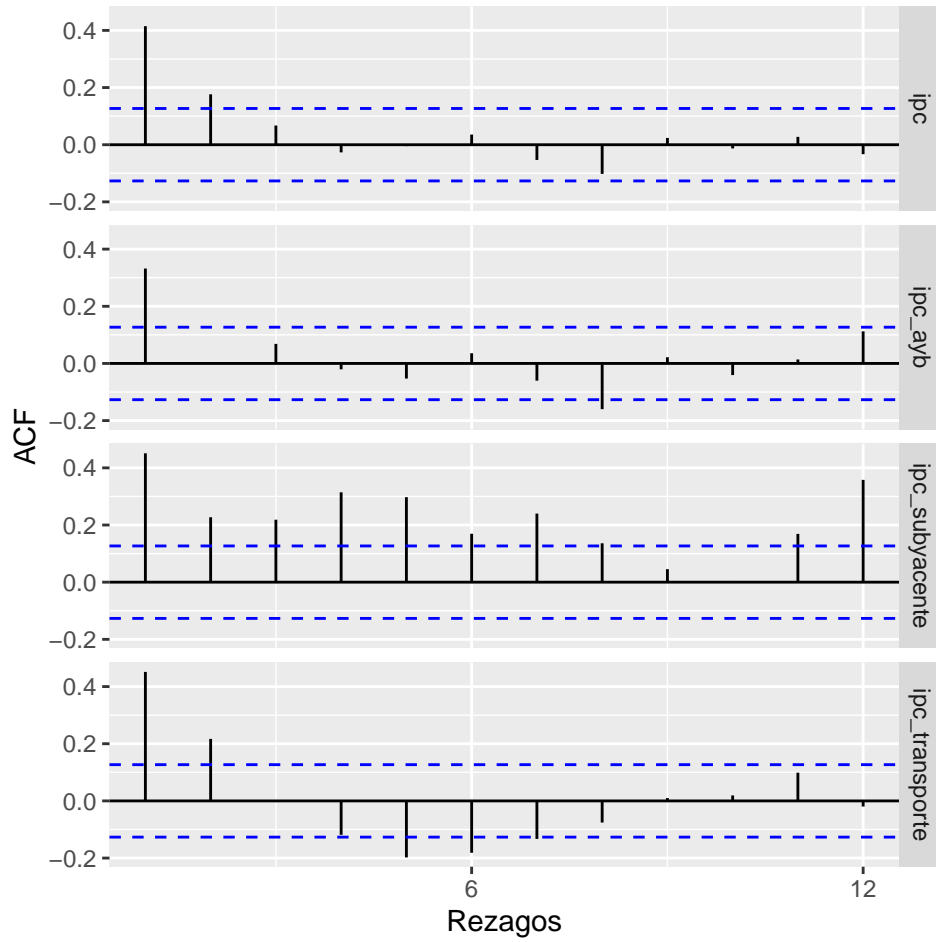
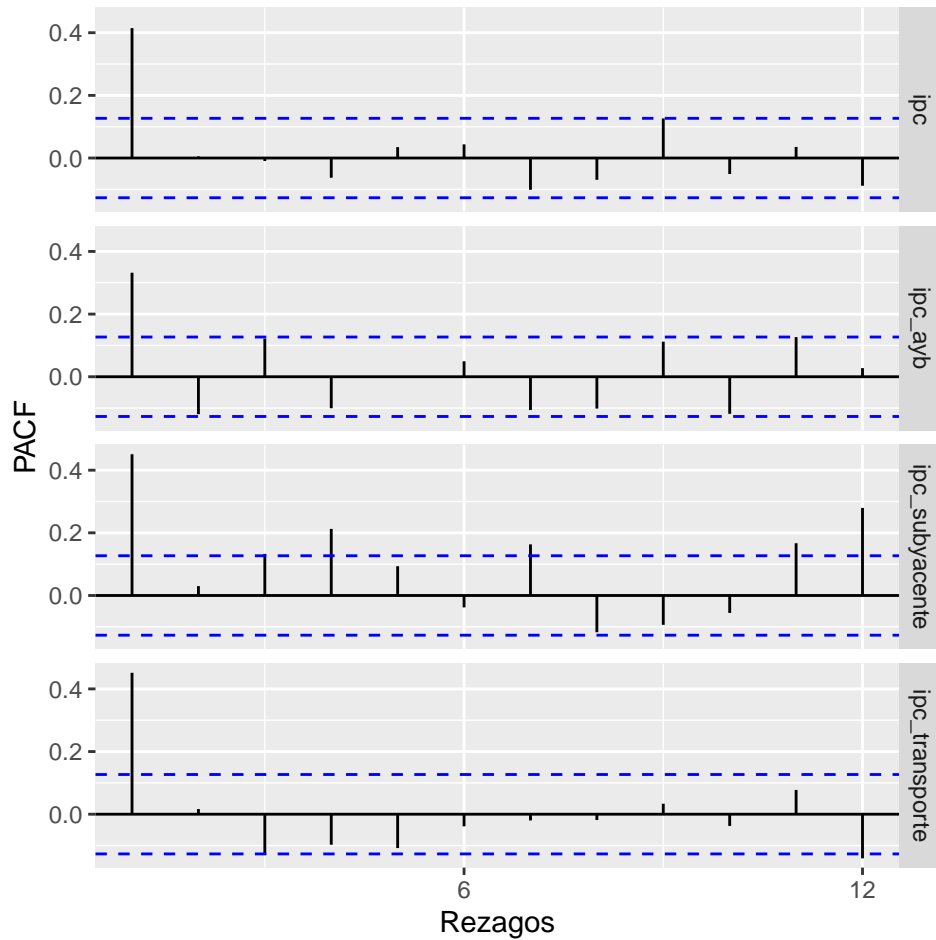


Gráfico 6: Función de autocorrelación parcial (PACF)



Justificación de modelo ARMA apropiado

El análisis de las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) de las primeras diferencias logarítmicas sugiere que las series presentan una dinámica de corto plazo dominada por la persistencia en el primer rezago. En particular, para el IPC general, IPC de alimentos y bebidas, y el IPC de transporte, la PACF muestra un corte claro en el primer rezago, mientras que la ACF decae gradualmente, lo cual es consistente con un proceso $AR(1)$.

Estimación del modelo

Resultados de la estimación

```
modelos_arma <- ipc_to_model |>
  group_by(key) |>
  model(arma11 = ARIMA(value ~ pdq(1, 0, 1)))
```

Tabla 5: Resultados de la estimación de modelos ARMA(1,1) para las primeras diferencias logarítmicas del IPC

Serie	Modelo	Log-verosimilitud	AIC	AICc	BIC
IPC	ARMA(1,1)	925.00	-1842.00	-1842.00	-1828.00
IPC subyacente	ARMA(1,1)	1160.00	-2308.00	-2308.00	-2287.00
IPC A&B	ARMA(1,1)	807.00	-1604.00	-1604.00	-1587.00
IPC transporte	ARMA(1,1)	654.00	-1295.00	-1295.00	-1274.00

Evaluación de los modelos

Gráfico 6: Comportamiento de los residuos

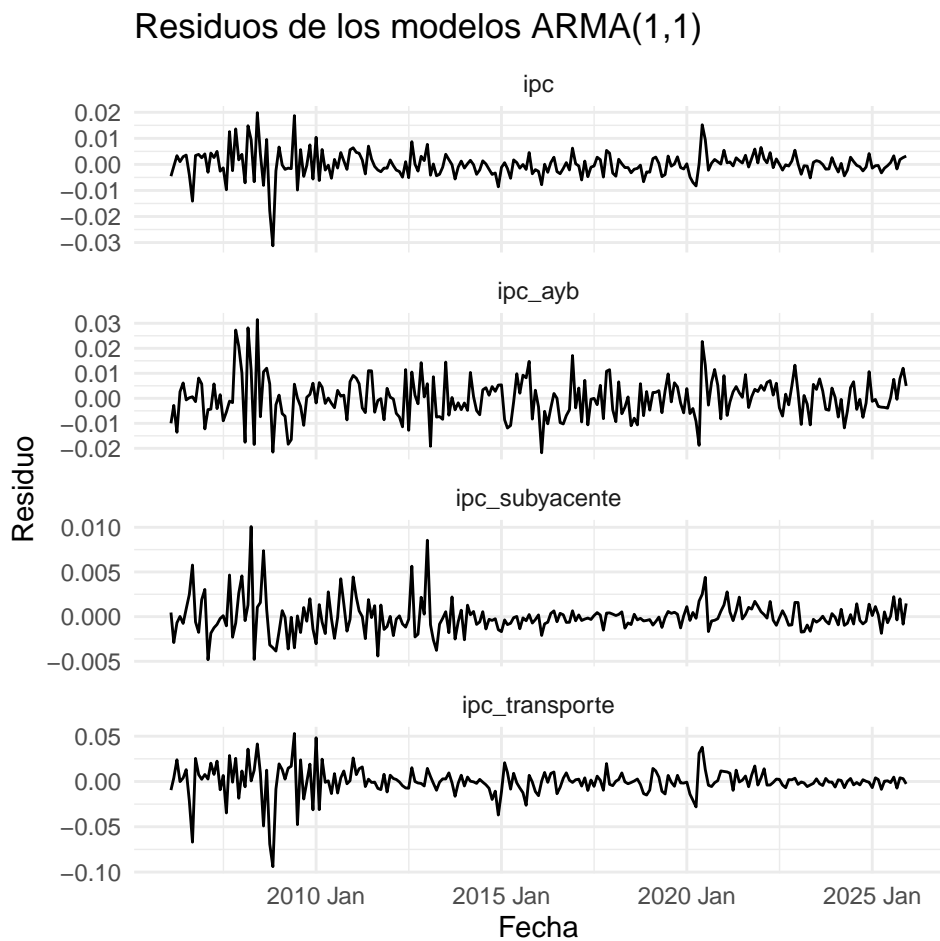
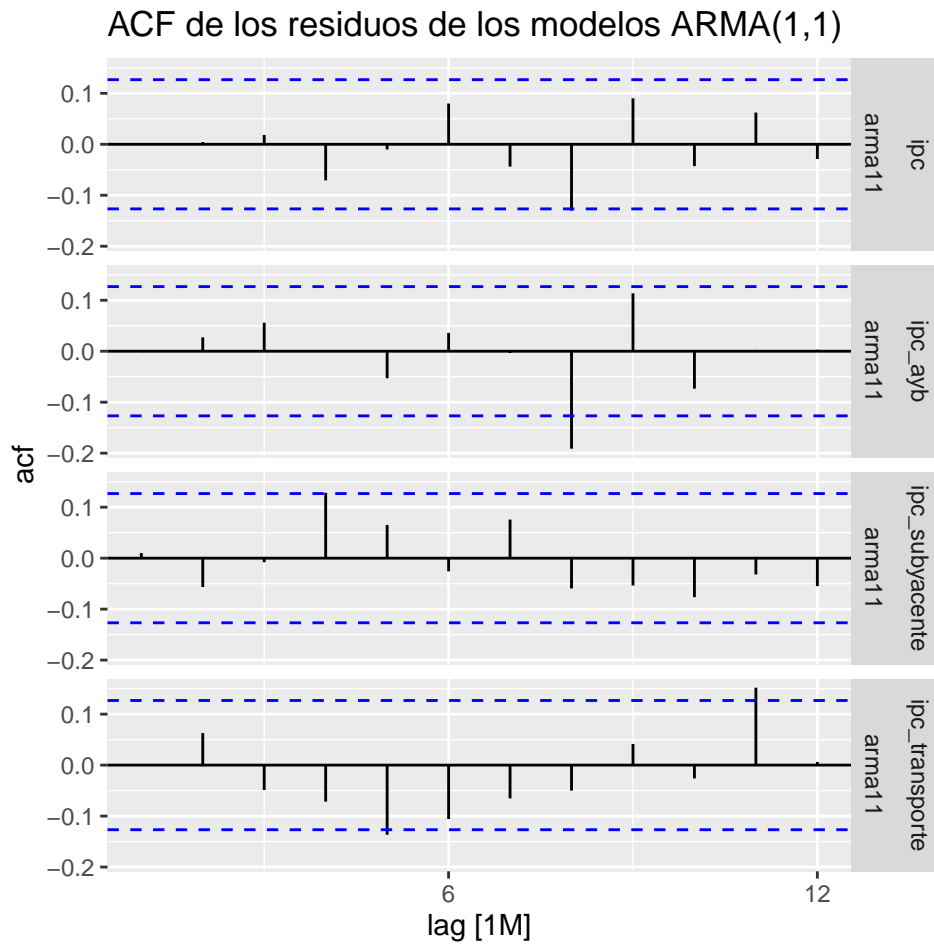
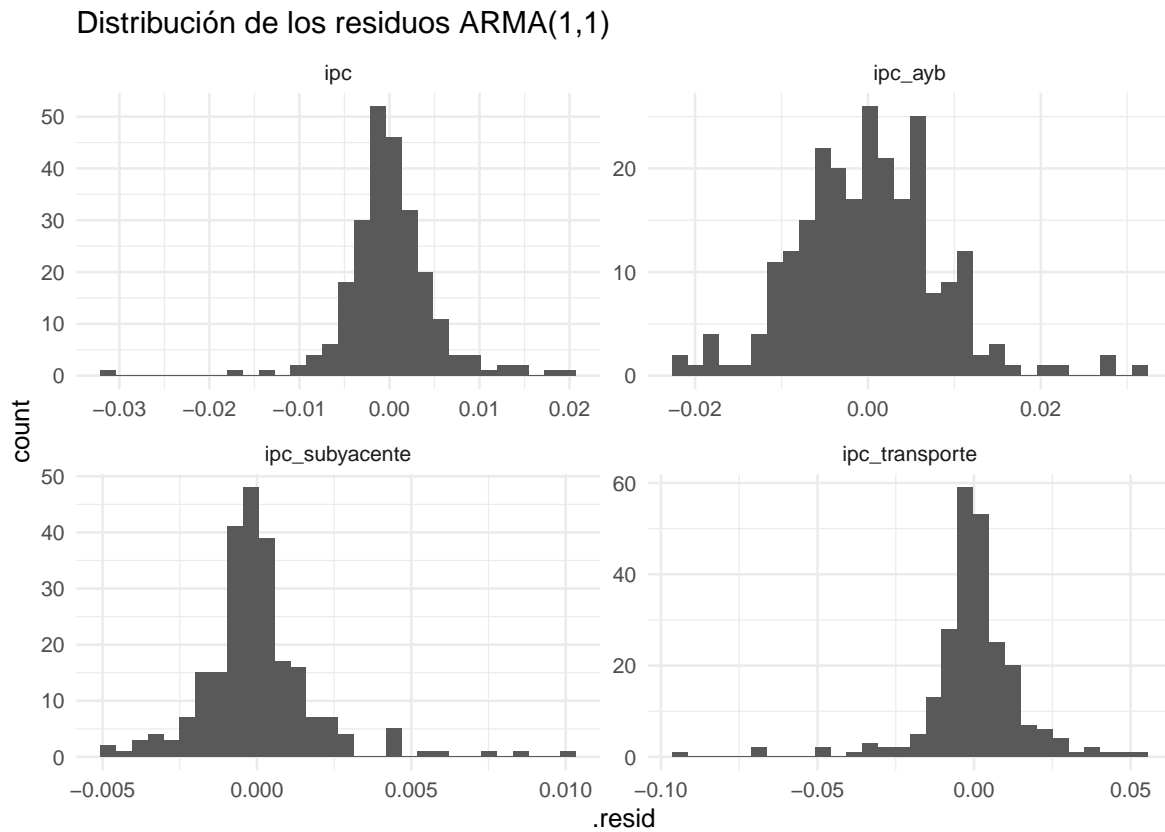


Gráfico 8: ACF de los residuos



La función de autocorrelación (ACF) de los residuos de los modelos ARMA(1,1) no muestra patrones sistemáticos ni picos persistentes a lo largo de los rezagos considerados. En la mayoría de los casos, las autocorrelaciones se mantienen dentro de las bandas de confianza, lo que indica ausencia de dependencia serial remanente en los residuos.

Gráfico 9: Histograma de los residuos



La distribución de los residuos de los modelos ARMA(1,1) muestra una forma aproximadamente simétrica y centrada en torno a cero para todas las series, lo que sugiere que el modelo captura adecuadamente la dinámica media de los datos.

Pruebas estadísticas

Tabla 6: Test Ljung-Box autocorrelación en residuos

Serie	Modelo	Estadístico Q	p-valor
ipc	arma11	11.323	0.501
ipc_ayb	arma11	15.670	0.207
ipc_subyacente	arma11	11.577	0.480
ipc_transporte	arma11	18.283	0.107

La prueba de Ljung–Box aplicada a los residuos de los modelos $ARMA(1,1)$ no rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación hasta el rezago 12 en ninguna de las series analizadas (p-valores mayores a 0.10). Este resultado sugiere que los residuos se comportan como ruido blanco, lo que respalda la adecuada especificación de los modelos estimados.

Conclusión

Los resultados muestran que las variaciones del IPC y de sus componentes pueden describirse adecuadamente mediante modelos $ARMA(1,1)$, lo que evidencia la existencia de dependencia temporal de corto plazo en las series. El IPC subyacente presenta mayor persistencia, mientras que los componentes de A&B y transporte responden con mayor intensidad a choques transitorios. Los criterios de información confirman la idoneidad de los modelos estimados y el análisis de residuos no revela autocorrelación remanente significativa, respaldando la validez de la especificación adoptada.

Apéndices

Apéndice A: Dickey-Fuller Aumentada - series logaritmos

```
map(test_log, summary)
```

\$ipc

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0301829	-0.0023644	-0.0000173	0.0021730	0.0191807

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.777e-02	3.732e-02	2.084	0.0383 *
z.lag.1	-1.847e-02	9.172e-03	-2.013	0.0452 *
tt	6.116e-05	3.184e-05	1.921	0.0560 .
z.diff.lag1	4.111e-01	6.557e-02	6.270	1.79e-09 ***
z.diff.lag2	1.934e-02	7.095e-02	0.273	0.7855
z.diff.lag3	2.312e-02	7.095e-02	0.326	0.7449
z.diff.lag4	-5.155e-02	6.579e-02	-0.784	0.4341

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

Residual standard error: 0.005088 on 228 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1916, Adjusted R-squared: 0.1703

F-statistic: 9.007 on 6 and 228 DF, p-value: 7.749e-09

Value of test-statistic is: -2.0134 9.7486 2.1247

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

\$ipc_subyacente

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0072803	-0.0011502	-0.0003454	0.0008352	0.0104388

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.837e-02	2.045e-02	1.877	0.061811 .
z.lag.1	-9.003e-03	4.965e-03	-1.813	0.071096 .
tt	2.726e-05	1.542e-05	1.767	0.078486 .
z.diff.lag1	4.055e-01	6.459e-02	6.277	1.72e-09 ***
z.diff.lag2	-2.251e-02	7.011e-02	-0.321	0.748456
z.diff.lag3	4.616e-02	6.996e-02	0.660	0.510024
z.diff.lag4	2.212e-01	6.448e-02	3.431	0.000714 ***

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

Residual standard error: 0.002086 on 228 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2673, Adjusted R-squared: 0.248

F-statistic: 13.86 on 6 and 228 DF, p-value: 2e-13

Value of test-statistic is: -1.8133 6.7248 1.6713

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

\$ipc_ayb

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0216470	-0.0052201	0.0000209	0.0050964	0.0294287

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.121e-01	5.200e-02	2.155	0.0322 *
z.lag.1	-2.785e-02	1.334e-02	-2.088	0.0379 *
tt	1.248e-04	6.005e-05	2.078	0.0389 *
z.diff.lag1	4.054e-01	6.539e-02	6.199	2.63e-09 ***
z.diff.lag2	-1.710e-01	6.981e-02	-2.449	0.0151 *
z.diff.lag3	1.764e-01	6.954e-02	2.537	0.0119 *
z.diff.lag4	-8.117e-02	6.590e-02	-1.232	0.2194

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

Residual standard error: 0.008334 on 228 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1612, Adjusted R-squared: 0.1392

F-statistic: 7.304 on 6 and 228 DF, p-value: 3.747e-07

Value of test-statistic is: -2.0881 9.6944 2.1821

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
--	------	------	-------

```
tau3 -3.99 -3.43 -3.13
phi2  6.22  4.75  4.07
phi3  8.43  6.49  5.47
```

```
$ipc_transporte
```

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####
```

```
Test regression trend
```

```
Call:
```

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

```
Residuals:
```

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.094862 -0.004228  0.000481  0.006097  0.046152
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.604e-01  6.009e-02   2.669  0.00815 **
z.lag.1      -3.837e-02  1.462e-02  -2.624  0.00927 **
tt           1.283e-04  5.221e-05   2.458  0.01471 *
z.diff.lag1  4.390e-01  6.498e-02   6.756 1.17e-10 ***
z.diff.lag2  1.017e-01  7.053e-02   1.442  0.15080
z.diff.lag3 -6.801e-02  7.072e-02  -0.962  0.33719
z.diff.lag4 -6.709e-02  6.563e-02  -1.022  0.30778
```

```
---
```

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

```
Residual standard error: 0.01558 on 228 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.2496,    Adjusted R-squared:  0.2299
```

```
F-statistic: 12.64 on 6 and 228 DF,  p-value: 2.659e-12
```

```
Value of test-statistic is: -2.6242 4.0776 3.4619
```

```
Critical values for test statistics:
```

```
      1pct   5pct 10pct
tau3 -3.99 -3.43 -3.13
```

```
phi2 6.22 4.75 4.07
phi3 8.43 6.49 5.47
```

Apéndice B: Dickey-Fuller Aumentada - series primera diferencia logaritmos

```
map(test_diff, summary)
```

```
$ipc
```

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####
```

```
Test regression trend
```

```
Call:
```

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

```
Residuals:
```

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0311394	-0.0026183	-0.0002759	0.0022865	0.0188296

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.493e-03	8.162e-04	3.055	0.00252 **
z.lag.1	-6.023e-01	9.967e-02	-6.043	6.13e-09 ***
tt	-1.796e-06	4.998e-06	-0.359	0.71967
z.diff.lag1	1.560e-02	9.381e-02	0.166	0.86809
z.diff.lag2	2.671e-02	8.602e-02	0.311	0.75644
z.diff.lag3	4.315e-02	7.685e-02	0.561	0.57506
z.diff.lag4	-3.425e-02	6.633e-02	-0.516	0.60618

```
---
```

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

```
Residual standard error: 0.005139 on 227 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  0.2961,    Adjusted R-squared:  0.2775
```

```
F-statistic: 15.91 on 6 and 227 DF,  p-value: 2.991e-15
```

```
Value of test-statistic is: -6.0434 12.1936 18.2894
```

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

\$ipc_subyacente

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0070640	-0.0011132	-0.0002796	0.0007224	0.0096319

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.216e-03	4.129e-04	2.945	0.003564 **
z.lag.1	-3.288e-01	8.428e-02	-3.902	0.000126 ***
tt	-5.639e-07	2.031e-06	-0.278	0.781523
z.diff.lag1	-2.828e-01	9.099e-02	-3.108	0.002126 **
z.diff.lag2	-3.139e-01	8.425e-02	-3.726	0.000245 ***
z.diff.lag3	-2.721e-01	7.536e-02	-3.611	0.000375 ***
z.diff.lag4	-9.585e-02	6.619e-02	-1.448	0.148997

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

Residual standard error: 0.002093 on 227 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3257, Adjusted R-squared: 0.3079

F-statistic: 18.27 on 6 and 227 DF, p-value: < 2.2e-16

Value of test-statistic is: -3.9017 5.0965 7.6119

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

\$ipc_ayb

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0217360	-0.0052347	-0.0004152	0.0052258	0.0290764

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.372e-03	1.258e-03	2.680	0.00789 **
z.lag.1	-7.176e-01	1.120e-01	-6.406	8.53e-10 ***
tt	1.167e-06	8.152e-06	0.143	0.88630
z.diff.lag1	1.155e-01	1.024e-01	1.127	0.26073
z.diff.lag2	-6.746e-02	9.330e-02	-0.723	0.47041
z.diff.lag3	9.821e-02	7.728e-02	1.271	0.20510
z.diff.lag4	-5.487e-04	6.624e-02	-0.008	0.99340

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

Residual standard error: 0.008422 on 227 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3603, Adjusted R-squared: 0.3434

F-statistic: 21.31 on 6 and 227 DF, p-value: < 2.2e-16

Value of test-statistic is: -6.4056 13.7103 20.5446

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
tau3	-3.99	-3.43	-3.13
phi2	6.22	4.75	4.07
phi3	8.43	6.49	5.47

\$ipc_transporte

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####
```

Test regression trend

Call:

```
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.094059	-0.005065	0.000120	0.006471	0.048529

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.121e-03	2.165e-03	1.442	0.15080
z.lag.1	-7.404e-01	9.673e-02	-7.654	5.54e-13 ***
tt	-3.272e-06	1.526e-05	-0.214	0.83040
z.diff.lag1	1.624e-01	8.887e-02	1.828	0.06894 .
z.diff.lag2	2.383e-01	8.078e-02	2.950	0.00351 **
z.diff.lag3	1.587e-01	7.517e-02	2.111	0.03588 *
z.diff.lag4	1.081e-01	6.566e-02	1.647	0.10093

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

Residual standard error: 0.01575 on 227 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3026, Adjusted R-squared: 0.2842

F-statistic: 16.41 on 6 and 227 DF, p-value: 1.085e-15

Value of test-statistic is: -7.6541 19.5335 29.2985

Critical values for test statistics:

	1pct	5pct	10pct
--	------	------	-------

```
tau3 -3.99 -3.43 -3.13
phi2  6.22  4.75  4.07
phi3  8.43  6.49  5.47
```

Apéndice C

Apéndice C1: Estadísticos descriptivos de las primeras diferencias logarítmicas del IPC

```
map_dfr(
  ipcs_log_diff,
  ~tibble::tibble(
    media    = mean(.x, na.rm = TRUE),
    varianza = var(.x, na.rm = TRUE),
    minimo   = min(.x, na.rm = TRUE),
    maximo    = max(.x, na.rm = TRUE)),
  .id = "serie")
```

```
# A tibble: 4 x 5
  serie          media  varianza  minimo maximo
<chr>         <dbl>    <dbl>    <dbl> <dbl>
1 ipc          0.00377 0.0000308 -0.0333 0.0235
2 ipc_subyacente 0.00339 0.00000575 -0.00112 0.0138
3 ipc_ayb       0.00478 0.0000810 -0.0211 0.0380
4 ipc_transporte 0.00379 0.000313 -0.125 0.0641
```

Apéndice C2: Matriz de correlaciones entre las primeras diferencias logarítmicas del IPC

```
df_ipcs <- dplyr::bind_cols(ipcs_log_diff)

cor_mat <- cor(df_ipcs, use = "pairwise.complete.obs")
round(cor_mat, 3)
```

	ipc	ipc_subyacente	ipc_ayb	ipc_transporte
ipc	1.000	0.392	0.600	0.841
ipc_subyacente	0.392	1.000	0.402	0.064
ipc_ayb	0.600	0.402	1.000	0.141
ipc_transporte	0.841	0.064	0.141	1.000

Apéndice D: Resultados de la estimación de modelos ARMA(1,1)

```
modelos_arma |>
  glance() |>
  select(key, .model:BIC)
```

A tibble: 4 x 7

	key <chr>	.model <chr>	sigma2 <dbl>	log_lik <dbl>	AIC <dbl>	AICc <dbl>	BIC <dbl>
1	ipc	arma11	0.0000257	925.	-1842.	-1842.	-1828.
2	ipc_ayb	arma11	0.0000693	807.	-1604.	-1604.	-1587.
3	ipc_subyacente	arma11	0.00000357	1160.	-2308.	-2308.	-2287.
4	ipc_transporte	arma11	0.000252	654.	-1295.	-1295.	-1274.

Apéndice E: Test Ljung-Box autocorrelación en residuos

```
pruebas_lb
```

A tibble: 4 x 4

	key <chr>	.model <chr>	lb_stat <dbl>	lb_pvalue <dbl>
1	ipc	arma11	11.3	0.501
2	ipc_ayb	arma11	15.7	0.207
3	ipc_subyacente	arma11	11.6	0.480
4	ipc_transporte	arma11	18.3	0.107