

Apéndices

Apéndice A Código en R para el análisis de burbujas inmobiliarias

```
library(readxl)
library(devtools)
library(urca)
library(lubridate)
library(car)
library(tseries)
library(astsa)
library(foreign)
library(timsac)
library(mFilter)
library(dynlm)
library(timsac)
library(nlme)
library(vars)
library(forecast)
library(tidyverse)
library(tsDyn)
library(tidyquant)
library(fBasics)
library(tsbox)
library(KFAS)

file.choose()
ruta_excel1 <- "C:\\Users\\adri1\\Downloads\\ADRIANA GALVIS\\TRABAJO DE
GRADO\\Datos para proyecto COLOMBIA.xlsx"
ruta_excel2 <- "C:\\Users\\adri1\\Downloads\\ADRIANA GALVIS\\TRABAJO DE
GRADO\\Datos para proyecto CHILE.xlsx"
ruta_excel3 <- "C:\\Users\\adri1\\Downloads\\ADRIANA GALVIS\\TRABAJO DE
GRADO\\Datos para proyecto BRASIL.xlsx"
colombia <- read_excel(ruta_excel1)
chile <- read_excel(ruta_excel2)
brasil <- read_excel(ruta_excel3)
attach(colombia)
attach(chile)
attach(brasil)
names(colombia)
names(chile)
names(brasil)

PVo.ts = ts(PVo, start=c(1995,1), end=c(2019,3), freq=4)
lnM2o = log(M2o)
M2o.ts = ts(lnM2o, start=c(1995,1), end=c(2019,3), freq=4)
TDo.ts = ts(TDo, start=c(1995,1), end=c(2019,3), freq=4)
IPCo.ts = ts(IPCo, start=c(1995,1), end=c(2019,3), freq=4)

PVh.ts = ts(PVh, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
lnM2h = log(M2h)
M2h.ts = ts(lnM2h, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
TDh.ts = ts(TDh, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
IPCh.ts = ts(IPCh, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
```

```

PVb.ts = ts(PVb, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
lnM2b = log(M2b)
M2b.ts = ts(lnM2b, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
TDb.ts = ts(TDb, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)
IPCb.ts = ts(IPCb, start=c(2002,1), end=c(2019,3), freq=4)

datosCO = cbind(PVo.ts, M2o.ts, TDo.ts, IPCo.ts)
datosCH = cbind(PVh.ts, M2h.ts, TDh.ts, IPCh.ts)
datosBR = cbind(PVb.ts, M2b.ts, TDb.ts, IPCb.ts)
print(datosCO)
print(datosCH)
print(datosBR)
plot(PVo.ts)
plot(PVh.ts)
plot(PVb.ts)
plot(M2o.ts)
plot(M2h.ts)
plot(M2b.ts)
plot(TDo.ts)
plot(TDh.ts)
plot(TDb.ts)
plot(IPCo.ts)
plot(IPCh.ts)
plot(IPCb.ts)

#Phillips Perron Test
ppPVo = ur.pp(PVo.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppPVo)
ppPVh = ur.pp(PVh.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppPVh)
ppPVb = ur.pp(PVb.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppPVb)

ppM2o = ur.pp(M2o.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppM2o)
ppM2h = ur.pp(M2h.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppM2h)
ppM2b = ur.pp(M2b.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppM2b)

ppTDo = ur.pp(TDo.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppTDo)
ppTDh = ur.pp(TDh.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppTDh)
ppTDb = ur.pp(TDb.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppTDb)

ppIPCo = ur.pp(IPCo.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppIPCo)
ppIPCh = ur.pp(IPCh.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppIPCh)
ppIPCb = ur.pp(IPCb.ts, type="Z-tau", model="constant", lags="short")
summary(ppIPCb)

dppPVo = ur.pp(diff(PVo.ts), type="Z-tau", model="constant",

```

```

    lags="short")
summary(dppPVo)
dppPVh = ur.pp(diff(PVh.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppPVh)
dppPVb = ur.pp(diff(PVb.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppPVb)

dppM2o = ur.pp(diff(M2o.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppM2o)
dppM2h = ur.pp(diff(M2h.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppM2h)
dppM2b = ur.pp(diff(M2b.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppM2b)

dppTDo = ur.pp(diff(TDo.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppTDo)
dppTDh = ur.pp(diff(TDh.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppTDh)
dppTDb = ur.pp(diff(TDb.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppTDb)

dppIPCo = ur.pp(diff(IPCo.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppIPCo)
dppIPCh = ur.pp(diff(IPCh.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppIPCh)
dppIPCb = ur.pp(diff(IPCb.ts), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(dppIPCb)

d2ppPVb = ur.pp(diff(diff(PVb.ts)), type="Z-tau", model="constant",
  lags="short")
summary(d2ppPVb)

#Johansen test
M2b.tsdiff = ts(lnM2b, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
TDb.tsdiff = ts(TDb, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
IPCb.tsdiff = ts(IPCb, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
datosBRdiff = cbind(diff(PVb.ts), M2b.tsdiff, TDb.tsdiff, IPCb.tsdiff)

VARselect(datosCO, lag.max=8, type="const")
VARselect(datosCH, lag.max=8, type="const")
VARselect(datosBRdiff, lag.max=8, type="const")

jtCO = ca.jo(datosCO, type="trace", ecdet="const", K=5)
summary(jtCO)
jtCH = ca.jo(datosCH, type="trace", ecdet="const", K=4)

```

```

summary(jtCH)
jtBR = ca.jo(datosBRdiff, type="trace", ecdet="const", K=2)
summary(jtBR)

jtCO1 = ca.jo(datosCO, type="eigen", ecdet="const", K=5)
summary(jtCO1)
jtCH1 = ca.jo(datosCH, type="eigen", ecdet="const", K=4)
summary(jtCH1)
jtBR1 = ca.jo(datosBRdiff, type="eigen", ecdet="const", K=2)
summary(jtBR1)

#Error Correction Model
file.choose()
ruta_excel4 <- "C:\\Users\\adri1\\Downloads\\ADRIANA GALVIS\\TRABAJO DE
GRADO\\Datos para ECM proyecto COLOMBIA.xlsx"
ruta_excel5 <- "C:\\Users\\adri1\\Downloads\\ADRIANA GALVIS\\TRABAJO DE
GRADO\\Datos para ECM proyecto CHILE.xlsx"
colombial <- read_excel(ruta_excel4)
chile1 <- read_excel(ruta_excel5)
attach(colombial)
attach(chile1)
names(colombial)
names(chile1)

dPVot.ts = ts(dPVot, start=c(1995,2), end=c(2019,3), freq=4)
dPVot1.ts = ts(dPVot1, start=c(1995,2), end=c(2019,3), freq=4)
PVot1PEot1.ts = ts(PVot1PEot1, start=c(1995,2), end=c(2019,3), freq=4)
dPEot.ts = ts(dPEot, start=c(1995,2), end=c(2019,3), freq=4)

dPVht.ts = ts(dPVht, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
dPVht1.ts = ts(dPVht1, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
PVht1PEht1.ts = ts(PVht1PEht1, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)
dPEht.ts = ts(dPEht, start=c(2002,2), end=c(2019,3), freq=4)

ECMo = lm(dPVot.ts ~ dPVot1.ts+PVot1PEot1.ts+dPEot.ts)
summary(ECMo)

ECMh = lm(dPVht.ts ~ dPVht1.ts+PVht1PEht1.ts+dPEht.ts)
summary(ECMh)

#Time varying coefficient approach
TVCo = SSMModel(dPVot.ts ~ -1+SSMregression( ~
dPVot1.ts+PVot1PEot1.ts+dPEot.ts, Q=diag(NA,3)), H=NA)
TVCo.SS.ML = fitSSM(TVCo, inits=c(0,0,0,0), method="BFGS")
TVCo.SS.KFS <- KFS(TVCo.SS.ML$model)

plot(TVCo.SS.KFS$att) #filtrado
plot.ts(TVCo.SS.KFS$att[,1], plot.type="single", xlab="", ylab="Alpha")
plot.ts(TVCo.SS.KFS$att[,2], plot.type="single", xlab="", ylab="Beta")
plot.ts(TVCo.SS.KFS$att[,3], plot.type="single", xlab="", ylab="Gamma")

plot(TVCo.SS.KFS$alphahat) #suavizado

mean(TVCo.SS.KFS$att[,1])
mean(TVCo.SS.KFS$att[,2])

```

```
mean(TVCo.SS.KFS$att[,3])

TVCh = SSMdel(dPVht.ts ~ -1+SSMregression( ~
  dPVht1.ts+PVht1PEht1.ts+dPEht.ts, Q=diag(NA,3)), H=NA)
TVCh.SS.ML = fitSSM(TVCh, inits=c(0,0,0,0), method="BFGS")
TVCh.SS.KFS <- KFS(TVCh.SS.ML$model)

plot(TVCh.SS.KFS$att) #filtrado
plot.ts(TVCh.SS.KFS$att[,1], plot.type="single", xlab="", ylab="Alpha")
plot.ts(TVCh.SS.KFS$att[,2], plot.type="single", xlab="", ylab="Beta")
plot.ts(TVCh.SS.KFS$att[,3], plot.type="single", xlab="", ylab="Gamma")

plot(TVCh.SS.KFS$alphahat) #suavizado

mean(TVCh.SS.KFS$att[,1])
mean(TVCh.SS.KFS$att[,2])
mean(TVCh.SS.KFS$att[,3])
```

Apéndice B Artículo de carácter publicable

Estudio para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina

Karla Yuritza Flórez Sanabria¹ · Adriana Milena Galvis Pradilla¹ · Laura Daniela Garces Carreño^{1,2} · Juan Benjamín Duarte Duarte^{1,3}

Resumen

El estudio de las burbujas económicas es un tema relevante para el entendimiento de la sociedad, ya que su ocurrencia ha generado varias de las más grandes crisis económicas del mundo: como la tulipomanía holandesa, la Gran Depresión de 1930, la crisis de las puntocom y la crisis de las hipotecas subprime, entre otras. El objetivo principal de esta investigación es llevar a cabo un análisis para la detección de burbujas en los mercados inmobiliarios de Brasil, Colombia y Chile, utilizando un análisis econométrico. La metodología empleada inicia con un análisis descriptivo a partir de las series de tiempo graficadas y algunas medidas como la media y la desviación, a través de las cuales se obtiene una primera impresión sobre el comportamiento de los precios de la vivienda y sus fundamentales. Una vez realizado el análisis descriptivo se aplican las diferentes pruebas y modelos estadísticos propuestos, que incluyen la prueba de estacionariedad de Phillips Perron, el análisis de cointegración de Johansen, un modelo de corrección de errores y un modelo de coeficientes variables que emplea el filtro de Kalman. Los resultados señalan que el mercado brasileño y el colombiano presentan evidencia de una burbuja inmobiliaria en 2015 y 1995, respectivamente, mientras que para el mercado chileno no se observa evidencia suficiente para señalar la existencia de una burbuja. Además, los datos para Colombia indican una posible gestación de burbuja durante los últimos años.

Palabras Clave Burbujas · Mercado inmobiliario · América Latina · Modelo de coeficientes variables · Análisis econométrico

Clasificación JEL R21 · R31 · C01

✉ Karla Yuritza Flórez Sanabria
karla_florez@outlook.es

Adriana Milena Galvis Pradilla
adri120699@hotmail.com

¹ Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

² Directora del proyecto

³ Codirector del proyecto

Study to detect bubbles in the real estate market of the main Latin American economies

Karla Yuritza Flórez Sanabria¹ · Adriana Milena Galvis Pradilla¹ · Laura Daniela Garces Carreño^{1,2} · Juan Benjamín Duarte Duarte^{1,3}

Abstract

The study of economic bubbles is a relevant topic for the understanding of society, since their occurrence has generated several of the largest economic crises in the world: such as the Dutch tulipmania, the Great Depression of 1930, the dotcom crisis and the subprime mortgage crisis, among others. The main objective of this project is to carry out an analysis for the detection of bubbles in the real estate markets of Brazil, Colombia and Chile, using econometric analysis. The methodology used in this study begins with a descriptive analysis based on the time series plotted and some measures such as mean and deviation, through which a first impression of the behavior of housing prices and their fundamentals is obtained. Once the descriptive analysis has been carried out, the different statistical tests and models proposed are applied, which include the Phillips Perron stationarity test, the Johansen cointegration analysis, an error correction model and a variable coefficients model using the Kalman filter. The results indicate that the Brazilian and Colombian markets show evidence of a real estate bubble in 2015 and 1995, respectively, while for the Chilean market there is not enough evidence to point to the existence of a bubble. In addition, the data for Colombia indicate a possible bubble gestation during the last few years.

Key Words Bubbles · Real estate market · Latin America · Variable coefficient model · Econometric analysis

JEL Classification R21 · R31 · C01

✉ Karla Yuritza Flórez Sanabria
karla_florez@outlook.es

Adriana Milena Galvis Pradilla
adri120699@hotmail.com

- 1 School of Industrial and Business Studies, Industrial University of Santander, Bucaramanga, Colombia
- 2 Project director
- 3 Project codirector

1 Introducción

Una gran cantidad de investigaciones empíricas, centradas principalmente en la experiencia de las economías avanzadas, han demostrado que los precios de la vivienda, y los cambios en el precio de la vivienda, están estrechamente relacionados con un conjunto de variables macroeconómicas y condiciones específicas del mercado, que se espera que influyan tanto en la demanda como en la oferta (Chen, 2001; Hilbers et al., 2001; Hofmann, 2003; Tsatsaronis y Zhu, 2004; Gerlach y Peng, 2005; Egert y Mihaljek, 2007; Glindro et al., 2008, 2011; Hilbers et al., 2008; Klyuev, 2008; Worthington y Higgs, 2013). La vivienda juega un papel clave en la economía, ya que también apalanca otros sectores como el de la construcción. Además, los episodios de auge y caída del mercado inmobiliario pueden poner en peligro la estabilidad financiera y el crecimiento económico de un país.

Aun cuando la cantidad de estudios que hacen uso de modelos econométricos, para determinar la existencia y posibles causas de las burbujas inmobiliarias ha aumentado con los años y han surgido nuevos modelos, la gran mayoría de investigaciones se centran en el mercado de Estados Unidos, China y Reino Unido, es por esto que esta investigación realiza un estudio para la detección de burbujas en el mercado inmobiliario de las principales economías de América Latina, que además de ser poco estudiadas, en las últimas décadas han presentado incrementos importantes en los precios de la vivienda, despertando una sensación generalizada en gremios y especialistas sobre la existencia de burbujas. Las economías latinoamericanas analizadas en esta investigación son las de Brasil, Colombia y Chile, ya que se encuentran entre las seis mayores economías de la región según su Producto Interno Bruto (PIB).

Este estudio emplea un análisis descriptivo de las series de tiempo, la prueba de Phillips Perron, el análisis de cointegración de Johansen, un modelo de corrección de errores y un modelo de coeficientes variables que hace uso del filtro de Kalman y está basado en el modelo de corrección de errores, para analizar las variaciones en el tiempo del precio de la vivienda observado, la diferencia entre el precio de la vivienda observado y sus fundamentales y el precio de la vivienda explicado por los fundamentales; y de esta manera descubrir la presencia de burbujas inmobiliarias en los mercados estudiados, con los siguientes descubrimientos: primero, a través de la prueba de estacionariedad de Philips Perron, se encuentra que todas las variables estudiadas son $I(1)$, excepto el precio de la vivienda en Brasil que es $I(2)$.

Segundo, usando el análisis de cointegración de Johansen para Colombia y Chile, y una versión transformada para Brasil (usando la primera diferencia del precio de la vivienda), se encuentra que para todas las economías existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables estudiadas. Por el particular comportamiento de los datos en el mercado brasilero, el análisis para la presencia de burbujas inmobiliarias se hace con la información obtenida hasta este punto, lo que señala la existencia de una burbuja para Brasil en el 2015.

Tercero, se aplica un Modelo de Corrección de Errores (ECM) para Colombia y Chile, obteniendo como resultado la ausencia de una relación de equilibrio a corto plazo entre el precio de la vivienda y las variables fundamentales, lo que podría deberse a la alta variación de los datos.

Por último, se emplea un modelo de coeficientes variable que hace uso del filtro de Kalman para Colombia y Chile, encontrando la presencia de una burbuja para Colombia en 1995 y la ausencia de evidencia en Chile para afirmar la existencia de una burbuja en el periodo estudiado. Además, se haya la posibilidad de que se esté gestando una nueva burbuja en el mercado colombiano.

El documento está organizado de la siguiente manera: la sección 2 discute un marco teórico con la literatura relacionada con el tema, la sección 3 introduce la metodología usada, describiendo los datos y el modelo seleccionado, la sección 4 presenta los resultados empíricos obtenidos en la investigación y en la sección 5 se presentan las conclusiones de este artículo.

2 Marco teórico

Una burbuja es un fenómeno de contagio en el que los precios de un activo están subiendo y las personas se sienten cada vez más atraídas a participar (Shiller, 2021). Robert Shiller (2000) describe los mecanismos de amplificación de la burbuja como procesos Ponzi, en los que la confianza y expectativas alcistas de los inversionistas se sustentan en incrementos de los precios pasados, lo que aumenta aún más el precio a través de la expansión de la demanda, y esto a su vez motiva a más inversionistas a ser partícipes de la burbuja. La burbuja de activos tiene una larga historia, la Tulipomania holandesa (1634-1637) es el primer caso de burbuja registrado, que junto con la burbuja del Mississippi en Francia (1719-1720) y la burbuja del mar del sur en el Reino Unido (1720) son las llamadas "tres burbujas clásicas" (Lei y Lu-Kui, 2011).

Estudiar los impulsores del mercado de la vivienda es importante porque este juega un papel clave en la economía. Primero, es el principal activo de los hogares y los cambios en su precio tienen un efecto de riqueza mucho más fuerte que otros activos (Case et al., 2005, 2012; Berger et al., 2017). En segundo lugar, la inversión residencial privada representa un porcentaje del PIB, en Colombia, según Fedelonjas (Federeación Colombiana de Lonjas de Propiedad Raíz) el sector inmobiliario participa con el 15% del PIB nacional y del empleo (Portafolio, 2019) y en Brasil, una de las economías más destacadas de Latinoamérica, el mercado inmobiliario equivale al 2.3% del PIB nacional, siendo uno de los que más contribuye al crecimiento del país (Cambra Comerç Brasil Catalunya, 2021). Y, en tercer lugar, los episodios de auge y caída en el mercado de la vivienda pueden poner en peligro la estabilidad financiera y el crecimiento macroeconómico (Crowe et al., 2013; Dell’Ariccia et al., 2016).

Muchos autores se centran en análisis deductivos de las burbujas inmobiliarias, como Shiller (2009) que opina que la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos comenzó en 1997 y se mantuvo en un momento en que la tasa de fondos federales cayó ligeramente del 5,5% en 1997 al 4,75% durante gran parte de 1998, y luego aumentó a 6,5% en 2000. Otros autores como Durán (2014), afirman que la formación de una burbuja inmobiliaria en España se debió a una equívoca política monetaria, además de la intensa competencia bancaria que provocó que las entidades crediticias volcaran un excesivo volumen de créditos a familias y empresas constructoras, financiando con créditos a clientes de dudosa solvencia y a

constructores de viviendas en poblaciones donde la demanda era prácticamente inexistente.

Además de los análisis deductivos, existe un gran número de estudios empíricos que buscan determinar las causas y las fechas de inicio y estallido de las burbujas inmobiliarias. McDonald y Stokes (2013) utilizan el análisis de causalidad de Granger y métodos de modelado VAR (Vectores Autorregresivos) para comprobar la hipótesis de que la política de tasas de interés de la reserva federal que redujo y mantuvo baja la tasa de fondos federales en el período 2001-2004 fue al menos una causa importante de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos, haciendo uso de dos series de tiempo. Los autores concluyen que los hallazgos de su investigación son consistentes con la opinión de que la política de tasas de interés de la reserva federal impulsó la baja de fondos federales y mantenerla fue una causa de la burbuja inmobiliaria. Zhi et al. (2019) emplea el modelo LPPLS (Log-Periodic-Power-Law-Singularity) para detectar si hay alguna evidencia de comportamientos especulativos insostenibles en el mercado chino, que se refuerzan a sí mismos, entre las series de precios; también investigan si los precios se desvían significativamente de los fundamentos económicos aplicando la prueba de cointegración E-G. Encontraron que 10 de las 35 ciudades analizadas mostraban señales LPPLS positivas, por lo que proponen realizar pruebas de diagnóstico de burbujas e implementar políticas relevantes para las características específicas de las burbujas.

La investigación desarrollada por Fernández-Kranz y Hon (2006) tiene como objetivo estimar la elasticidad de la demanda de la vivienda en España a partir de la sección transversal de precios e ingresos en cincuenta provincias españolas desde 1996 hasta 2002, para lo cual utiliza un modelo Log lineal; a partir de los resultados obtenidos los autores concluyen que la tasa de crecimiento de los precios de la vivienda en España entre 1998 y 2003 es consistente con la existencia de una burbuja inmobiliaria, ya que los precios están entre un 24% y un 34% por encima de su nivel de equilibrio a largo plazo. Gómez et al. (2018) estudia la existencia y transmisión internacional de burbujas inmobiliarias en 20 países de la OCDE, durante el periodo 1970-2015, siguiendo modelos de periferia central, la investigación concluye que se han presentado burbujas inmobiliarias en todos los países analizados. Adicionalmente, identifica varios episodios de potencial transmisión, todos ellos originados en la burbuja inmobiliaria de Estados Unidos que precedió la crisis del 2008.

Los modelos más utilizados en los análisis empíricos son los modelos de Vectores Autorregresivos (VAR), Present Value (PVM) y Error Correction (ECM), esto se debe principalmente a que la literatura sobre ellos es más amplia y sencilla de comprender, pero además de estos factores hay aspectos estructurales y de utilidad que hacen de estos modelos los más populares. Aun así, son cada vez más las investigaciones que proponen el uso de otro tipo de modelos, como el SSM (State Space Model), un modelo de series de tiempo que incluye una o más variables no observables (state variables), cuya dinámica se puede representar por una ecuación de estado. Los defensores del ECM exponen dos principales ventajas de este modelo: en primer lugar, la multicolinealidad tiende a ser menor debido a que la correlación lineal entre las variables es menor, permitiendo una estimación

más precisa de los parámetros; y, en segundo lugar, el modelo puede captar con mayor facilidad la información dinámica contenida en los datos de las series económicas, al incluir diferencias de todas las variables (Rendón, 2003). Por último, este artículo hace uso del Modelo de Corrección de Errores (ECM) y su variación usando el modelo de coeficientes variables, teniendo como base la investigación hecha por Tsai (2015) que analiza la existencia de burbujas inmobiliarias en el mercado estadounidense y la correlación que existe entre estas y los suministros monetarios del país.

3 Metodología

3.1 Descripción de los datos

Este artículo usa los datos trimestrales de los índices de los precios reales de la vivienda residencial, las tasas de desempleo, los índices de precios del consumidor (IPC) y los M2 (disponibilidad líquida y disponibilidades cuasi monetarias), de Brasil, Colombia y Chile. Las fuentes de los datos son: el BIS (Bank of International Settlements) para los índices de los precios de las viviendas, la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) para las tasas de desempleo y los M2, el IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para el IPC de Brasil, el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) para el IPC de Colombia y el INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile) para el IPC de Chile. Por razones de disponibilidad de datos, el periodo analizado para Colombia, que va del T1-1995 al T3-2019, es mayor al de Brasil y Chile, que va del T1-2002 al T3 2019. En la Figura 1 se encuentran graficadas las series de tiempo para los datos usados de cada país.

3.2 Modelo empírico

La metodología empleada en este estudio inicia con un análisis descriptivo, en el cual haciendo uso de las series de tiempo graficadas y algunas medidas como la media y la desviación se obtiene una primera impresión sobre el comportamiento de los precios de la vivienda y sus fundamentales en cada uno de los países estudiados. Una vez terminado el análisis descriptivo se realizan las diferentes pruebas y modelos estadísticos propuestos. En primer lugar, se realiza la prueba de Phillips Perron, que empleando las series de datos sirve para probar la estacionariedad y determinar el grado de integración de las variables, aquellas variables que estén integradas en el mismo orden serán analizadas por medio del análisis de cointegración de Johansen con el fin de evaluar el equilibrio a largo plazo, en caso de no estar integradas en el mismo orden se transformarán de forma que sea posible analizarlas.

Aquellos países en los que todas las variables sean I (1) y estén cointegradas serán analizados aplicando el MCE y el modelo de coeficientes variables, descritos posteriormente en esta sección, obteniendo como resultado el valor de los coeficientes del modelo planteado en cada uno de los periodos analizados. En caso de que alguno de los países no cuente con todas sus variables I (1) cointegradas, el

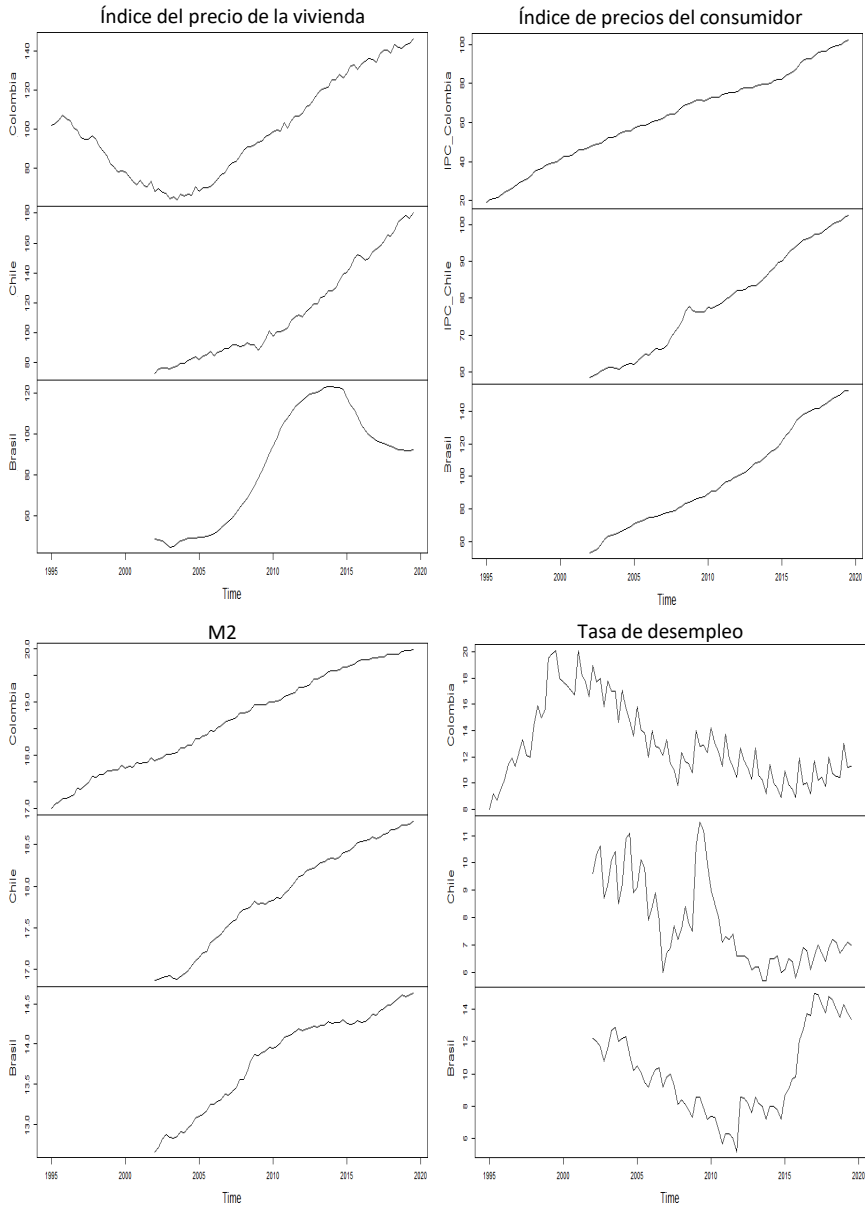


Fig. 1 Series de tiempo para los precios de la vivienda y las variables macroeconómicas. *Note:* El M2 se encuentra en miles de millones en la moneda de cada país, pesos colombianos, pesos chilenos y real brasileño.

análisis de burbujas se hará solo con base en el análisis descriptivo y el análisis de cointegración.

Para el desarrollo de esta investigación se hace uso del modelo de corrección de errores propuesto por Scherbina y Schlusche (2013), quienes emplearon tasas de interés para verificar el efecto de las políticas monetarias en las burbujas de activos, en dicho modelo el precio observado (P_t) se divide en dos partes: el valor intrínseco (P_t^*) determinado por las variables fundamentales y el factor burbuja (B_t):

$$P_t = P_t^* + B_t \quad (1)$$

El valor intrínseco del activo es el valor presente de los flujos futuros de efectivo esperados, y está determinado por el modelo de crecimiento de Gordon, que se presenta en la ecuación 2; CF representa el flujo de efectivo, r la tasa de rendimiento del activo requerida y g el rendimiento esperado del activo.

$$P^* = \frac{CF}{r-g} \quad (2)$$

Por tanto, el precio registrado corresponde a la suma de los flujos futuros de efectivo esperados y el valor presente del componente de la burbuja. De acuerdo con la ecuación 1 se puede obtener el cambio en el precio total de la vivienda y dividir el resultado en tres partes, como se señala en la ecuación 3.

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* + \Delta B_t = \Delta P_t^* + B_t - B_{t-1} = \Delta P_t^* - (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + B_t \quad (3)$$

El crecimiento de una burbuja puede ser descrito como un aumento fuerte y persistente en el precio del activo, que genera correlación serial de las series de precios.

$$B_t = b\Delta P_{t-1} \quad (4)$$

El componente burbuja es reemplazado por el grado de correlación serial.

$$\Delta P_t = \Delta P_t^* - (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + b\Delta P_{t-1} \quad (5)$$

La ecuación 5 puede ser extendida para ser un modelo simple de corrección de errores:

$$\Delta P_t = \alpha\Delta P_{t-1} + \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^*) + \gamma\Delta P_t^* + \varepsilon_t \quad (6)$$

El modelo de corrección de errores descrito por la ecuación 6 y las pruebas estadísticas mencionadas anteriormente permiten analizar la relación de equilibrio a corto y a largo plazo de las variables estudiadas, aun así, los coeficientes constantes no son suficientes para representar y analizar las variaciones en el precio de la vivienda en cada uno de los periodos estudiados, lo que imposibilita la detección del periodo en el cual se presenta la burbuja en caso de que exista. Es por

esto por lo que se propone, además de un cálculo inicial del modelo de corrección de errores que permite estudiar el equilibrio a corto plazo entre el precio de la vivienda y sus fundamentales, modificarlo como se muestra en la ecuación 7, para lo que se usa como referencia el enfoque de coeficientes variables en el tiempo (Engle y Watson, 1987).

$$\Delta P_t = \alpha_t \Delta P_{t-1} + \beta_t (P_{t-1} - P_{t-1}^*) + \gamma_t \Delta P_t^* + \varepsilon_t \quad (7)$$

Este modelo propone una variación de los coeficientes en el tiempo, de manera que se puedan evidenciar las variaciones abruptas que se omiten al usar un coeficiente constante, esto es importante debido a que una burbuja se presenta cuando existe una variación brusca, inesperada y sostenida. Eagle y Watson (1987) proponen el uso del filtro de Kalman para la formulación del modelo con coeficientes variables.

4 Resultados

Teniendo en cuenta los datos graficados en la Fig. 1 y los datos presentados en la tabla 1, se puede identificar para Colombia una caída importante en los precios de la vivienda, que inicia en 1995 y se mantiene hasta mediados del 2005, periodo en el que nuevamente empiezan a crecer, dicho aumento parece ser sostenido y acelerado, especialmente después del 2012. La media de los datos observados es de 98.86. En el caso de Chile se percibe una caída de precio de la vivienda importante entre el 2008 y el 2010, pero en general los precios parecen estar en aumento la mayoría del tiempo, de manera más acelerada a partir del 2012. La media de los datos es de 114. Los precios para Brasil presentan un comportamiento que a simple vista podría relacionarse con una burbuja inmobiliaria, a partir del 2005 se presenta un incremento grande y sostenido, que se mantiene hasta mediados del 2015, periodo en el que los precios bajan de forma brusca; la media de los datos examinados es de 84.95, con una desviación de 27.54. Teniendo en cuenta la tendencia cuadrática que se puede evidenciar en la gráfica, se sospecha que la serie de tiempo para los precios de la vivienda en Brasil corresponde a un proceso integrado de orden 2.

Tabla 1 Estadísticas descriptivas para los datos del precio de la vivienda y las variable macroeconómicas

VARIABLES	Países	Media	Desviación Estándar	Curtosis
Precio de la vivienda	Brasil	84.956	27.543	1.495
	Chile	114.060	32.647	2.013
	Colombia	98.868	25.015	1.889
IPC	Brasil	99.235	29.380	1.903
	Chile	79.079	13.708	1.748
	Colombia	62.350	22.656	2.060
M2	Brasil	1180865.676	576364.182	1.826
	Chile	70277882.820	38087427.530	1,828
	Colombia	178219539.900	141534732.300	2.145
Tasa de desempleo	Brasil	10.063	2.640	1.978
	Chile	7.768	1.580	2.490
	Colombia	12.999	3.035	2.515

El IPC para los tres países se mantiene en aumento a lo largo del periodo de tiempo analizado, al igual que el M2; esta variable puede interpretarse como el flujo de dinero en cada una de las economías, por lo que su aumento o disminución está muy relacionado con la productividad y el crecimiento de éstas. Por lo tanto, es importante revisar aquellos periodos de tiempo en los cuales el cambio de esta variable es más notorio; para el caso de Colombia se percibe un comportamiento más estable con cambios poco bruscos. Por otro lado, Chile presenta un crecimiento más notorio que Brasil, pero aun así en los periodos del 2003 al 2005 y del 2008 al 2010 se ven disminuciones. En cuanto a Brasil se observa que del 2008 a inicios del 2015 hubo un aumento, seguido por una caída que va desde el 2015 hasta mediados del 2017.

Como se puede contemplar en la tabla 1, Colombia tiene la tasa de desempleo promedio más alta con un 12.99%, seguido por Brasil con un 10.06%, y por último Chile con un 7.76%. El incremento más importante en la tasa de desempleo para Colombia se presenta en el lapso entre 1995 y 1999, para Brasil entre los años 2015 y 2017, y para Chile se presenta antes del 2006 y en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010; lo que coincide con las variaciones identificadas en los precios de la vivienda de cada país.

La tabla 2 presenta los resultados de la prueba de Phillips Perron. Se puede notar que para Colombia y Chile todas las variables originales analizadas son I (1), es decir, son estacionarias en su primera diferencia. En el caso de Brasil tres de las cuatro variables originales son I (1), la variable precio de la vivienda no es estacionaria en ninguna de las dos formas analizadas, por lo que se aplica nuevamente la prueba, esta vez para la segunda diferencia. Los resultados obtenidos para la segunda diferencia del precio de la vivienda en Brasil se muestran en la tabla 3 y reflejan que esta variable es un proceso integrado de orden 2 (I (2)).

Tabla 2 Prueba de Phillips Perron

Variables	Brasil		Chile		Colombia	
	Z-tau	Z-tau (diferencia)	Z-tau	Z-tau (diferencia)	Z-tau	Z-tau (diferencia)
Precio de la vivienda	-1.290 (-2.900)	-1.510 (-2.900)	2.850 (-2.900)	-8.090 (-2.900)	1.210 (-2.890)	-9.160 (-2.890)
IPC	-1.020 (-2.900)	-8.480 (-2.900)	-2.130 (-2.900)	-8.350 (-2.900)	-2.210 (-2.890)	-17.410 (-2.890)
M2	1.300 (-2.900)	-4.190 (-2.900)	0.540 (-2.900)	-5.690 (-2.900)	-1.130 (-2.890)	-7.320 (-2.890)
Tasa de desempleo	-2.430 (-2.900)	-7.330 (-2.900)	-1.120 (-2.900)	-7.38 (-2.900)	-2.390 (-2.890)	-14.610 (-2.890)

Los valores entre paréntesis corresponden a los valores críticos al 5%

Tabla 3 Prueba de Phillips Perron para la segunda diferencia del precio de la vivienda en Brasil

Variable	Brasil
	Z-tau (segunda diferencia)
Precio de la vivienda	-7.0658 (-2.904)

El valor entre paréntesis corresponde al valor crítico al 5%

Para realizar el análisis de cointegración de Johansen, es necesario que todas las variables tengan el mismo orden de integración; por lo tanto, el análisis se lleva a cabo para las variables originales de Chile y Colombia, y para el caso de Brasil (cuyas variables son I (1) a excepción del precio de la vivienda que es I (2)) se probará la cointegración entre la primera diferencia del precio de la vivienda (rendimiento de los precios) y las demás variables originales. En la tabla 4 se puede examinar los resultados de este análisis, en la cual se evidencia que para Chile existe una ecuación de cointegración, mientras que para Colombia existen dos, esto quiere decir que en los dos casos existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables originales. Para Brasil se advierte que existen dos ecuaciones de cointegración, es decir, una relación de equilibrio a largo plazo entre el rendimiento de los precios de la vivienda (primera diferencia de los precios de la vivienda) y las variables fundamentales originales. Como se presentó una variable I (2), no es posible analizar la economía brasileña haciendo uso del modelo de corrección de errores y el modelo de coeficientes variables (como se mencionó en la sección 3.2), por esta razón, dicho análisis se basará en los datos obtenidos hasta este punto.

Tabla 4 Análisis de cointegración de Johansen

Hipótesis nula	Brasil		Chile		Colombia	
	Traza	Valor propio	Traza	Valor propio	Traza	Valor propio
$r \leq 3$	3.810 (9.240)	3.810 (9.240)	6.150 (9.240)	6.150 (9.240)	6.750 (9.240)	6.750 (9.240)
$r \leq 2$	18.980 (19.960)	15.170 (15.670)	13.590 (19.960)	7.440 (15.670)	21.310 (19.960)	14.560 (15.670)
$r \leq 1$	43.510 (34.910)	24.530 (22.000)	33.640 (34.910)	20.050 (22.000)	53.450 (34.910)	32.130 (22.000)
$r \leq 0$	75.030 (53.120)	31.510 (28.140)	71.760 (53.120)	38.120 (28.140)	89.810 (53.120)	36.360 (28.140)

Los valores entre paréntesis corresponden a los valores críticos al 5%. La primera columna de la tabla indica la hipótesis nula (H_0), que es rechazada cuando el estadístico obtenido es mayor al valor crítico de referencia.

El análisis de cointegración de Johansen para Brasil probó que sí existe una relación a largo plazo entre el rendimiento de los precios de la vivienda y la tasa de desempleo, el IPC y el M2, esto quiere decir que las variables fundamentales propuestas deberían servir para explicar el comportamiento de los precios. Los resultados en la tabla 1 junto a los resultados en la tabla 2 permiten identificar, para Brasil, la existencia de una tendencia cuadrática en los precios, señalando un aumento sostenido y relevante desde mediados del 2008 hasta el 2015, seguido de una brusca caída, lo que coincide con un aumento en la tasa de desempleo y el IPC y una caída en el M2. Las pruebas y observaciones realizadas sugieren la existencia de una burbuja inmobiliaria en Brasil que tuvo su estallido en el 2015. Entre los factores que se cree influyeron en la aparición y desarrollo de la burbuja se encuentran: la reforma al sistema financiero en el 2003, la apertura de capital a diversos constructores y/o promotores del mercado financiero entre el 2003 y el 2007 (D'agostini, 2013), la creación en el 2009 de "Minha Casa, Minha Vida", un programa federal de crédito que aumentó la compra de viviendas, ya que otorgaba financiamiento hasta por 35 años (IBRESP, 2021), a lo anterior se sumó la crisis subprime, que afectó a Estados Unidos, Japón y gran parte de Europa.

En la tabla 5 se puede mirar los resultados de Modelo de Corrección de Errores aplicado a la economía chilena y colombiana. Para Chile se observa que solo hay un coeficiente significativo (β) que representa la relación entre el precio de la vivienda en un periodo t y el periodo $t-1$; el modelo de Colombia no tiene coeficientes significativos. Lo anterior quiere decir que, en los dos casos, el MCE no apoya la idea de una relación de equilibrio a corto plazo entre el precio de la vivienda y las variables fundamentales, esto puede deberse a la alta variabilidad estadística de los datos y puede estar relacionada con la existencia de burbujas.

Tabla 5 Modelo de Corrección de errores para Chile y Colombia

Modelo: $\Delta P_t = \alpha \Delta P_{t-1} + \beta (P_{t-1} - P_t^*) + \gamma \Delta P_t^* + \varepsilon_t$

Variable	Chile				Colombia			
	Coef.	Error Est.	Estadíf. -t	p-valor	Coef.	Error Est.	Estadíf. -t	p-valor
α	-0.110	0.127	-0.868	0.388	0.038	0.107	0.356	0.723
β	0.020	0.009	2.373	0.021	0.014	0.009	1.468	0.145
γ	50.367	53.019	0.950	0.346	-2.746	6.740	-0.407	0.685
R ² ajustado	0.041				0.001			

P_t es el índice del precio de la vivienda en el tiempo t y P_t^* es el valor de equilibrio del precio de la vivienda determinado por los tres factores en el tiempo t

α es la variación del precio de la vivienda observado explicado por las variaciones de las observaciones de periodos anteriores; β es la variación de la diferencia entre el precio de la vivienda observado y sus fundamentales; γ es la variación del precio de la vivienda explicado por los fundamentales de períodos anteriores

Coef. es la abreviación de coeficientes y Estadíf.-t es la abreviación para estadístico-t

Para poder evidenciar las variaciones en los coeficientes a lo largo del tiempo estudiado, se obtienen los coeficientes (α , β y γ) en el tiempo, usando el modelo de coeficientes variables que aplica el filtro de Kalman, estas variaciones se pueden encontrar gráficamente en la Fig. 2.

El modelo de coeficientes variables muestra que α en el caso de Colombia se encuentra por encima de la unidad en un periodo: 1996, esto indica que en este periodo se presentó una burbuja en el mercado inmobiliario, esta burbuja se asocia principalmente a la crisis UPAC. Entre las décadas de los setenta y noventa, el sector inmobiliario fue impulsado con la creación del sistema de financiamiento de Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC), que estaba diseñado de manera que aumentara con el IPC, sin embargo, a principios de los noventa se establece que la variación de la UPAC estaría ligada a la tasa de depósitos a término fijo a 30 días (DTF), la cual cambiaba según el comportamiento del sistema financiero (Villa, 2015). A partir de 1993, la falta de regulación en la financiación de la vivienda llevó a un aumento de los precios que se puede identificar en la gráfica presentada en el año 1995, donde la DTF alcanzó valores históricamente altos que estaban muy por encima del IPC (que determinaba los ingresos de los colombianos). Sumado a lo anterior, Colombia había aumentado su deuda pública y privada durante la última década, hechos que ponían al país en una situación muy vulnerable. Después de 2004, se presenta una recuperación de los precios asociada a factores como el crecimiento del ingreso de los hogares, el desempeño de inversionistas y la lenta reacción de la política fiscal para establecer mayores

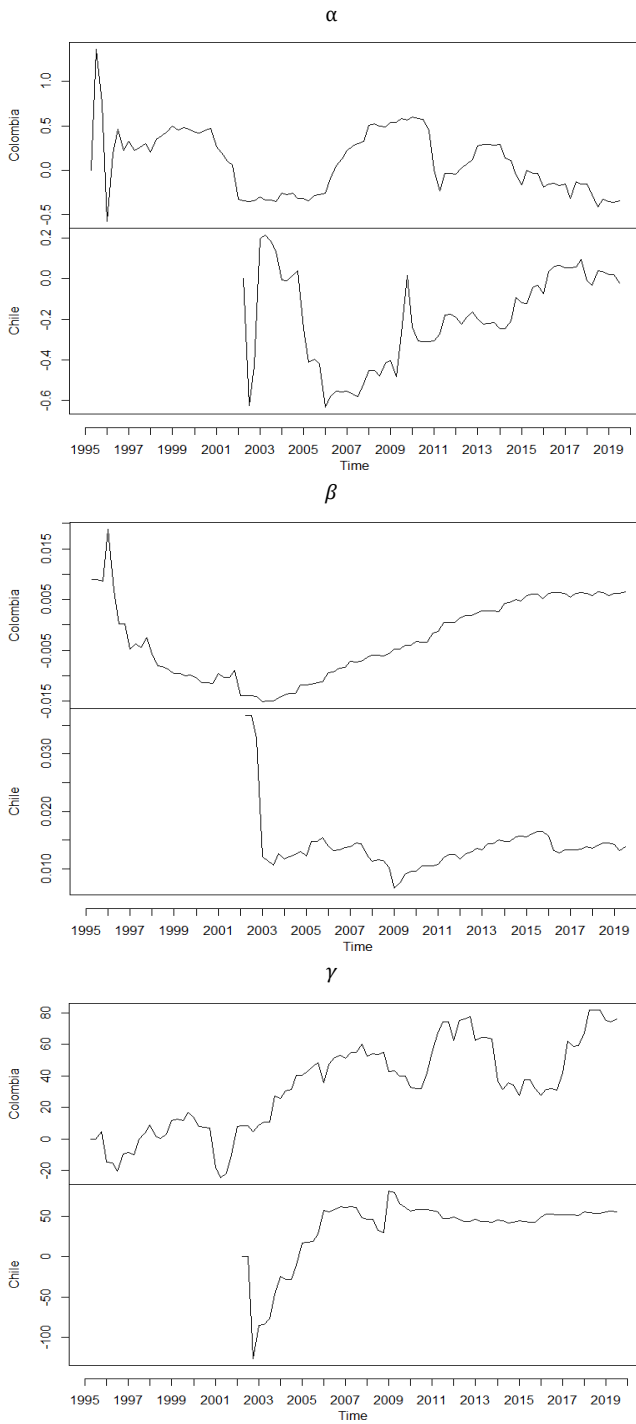


Fig. 2 Variación de los coeficientes en el tiempo.

gravámenes y mayor provisión de bienes públicos para aumentar la oferta de suelo urbano (Hernández y Piraquive, 2014), la posterior caída de precios en el 2010 está asociada a la crisis subprime.

Para el caso de Chile α no supera el 0.2 en ninguno de los periodos analizados, lo que quiere decir que no existe un gran aumento del precio de la vivienda observado con respecto a periodos anteriores y no soporta la idea de una burbuja inmobiliaria, a pesar esto se observan cambios importantes, especialmente en la ventana de tiempo entre el 2005 y el 2010, dichos cambios son descritos por Bastias (2017) como quiebres estructurales en el sector inmobiliario y se encuentran asociados a la crisis subprime y al terremoto del año 2010.

El coeficiente β en el caso de Colombia presenta su mayor valor en el año 1996, diferencia histórica que soporta la existencia de una burbuja inmobiliaria. Además, se puede notar que desde el 2004 hasta el 2019 β va en aumento, lo que quiere decir que el precio de la vivienda observado se va alejando cada vez más del precio explicado por los fundamentales. Esto puede indicar que se está gestando una burbuja inmobiliaria.

Para el caso de Chile β no tiene grandes variaciones, lo que soporta la falta de evidencia de una burbuja inmobiliaria. Solo se contempla una importante caída de este coeficiente a mediados del 2009, que se atribuye a los efectos de la crisis económica mundial. La estabilidad de los precios en el mercado inmobiliario chileno puede atribuirse a la constante preocupación de expertos y gremios sobre la existencia de burbujas en el sector inmobiliario y las futuras crisis económicas que esto puede provocar, lo que se evidencia en el constante monitoreo al sector inmobiliario realizado por el Banco Central de Chile, a través de su Informe de Estabilidad Financiera (IEF). Además, la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF), en diciembre de 2014, introdujo las “Modificaciones a la normativa de provisiones por riesgo de crédito para bancos”, el objetivo central de esta modificación fue establecer un método estándar para la determinación de provisiones mínimas sobre colocaciones hipotecarias para la vivienda, que considere explícitamente la morosidad y la relación LTV de los créditos (Henríquez, 2018).

Los valores de γ para Colombia antes del 2002 son en su mayoría negativos, esto se atribuye a la desaceleración del crecimiento económico durante la segunda mitad de la década de los 90. En 1999 se presentó la mayor caída registrada en cerca de 100 años, con una contracción de 4.2% (Banco de la República, 2006), dicha desaceleración se puede evidenciar también en lo percibido en el análisis descriptivo para la tasa de desempleo y el IPC entre 1995 y el 2001. A partir del 2003 el coeficiente no presenta valores negativos, aun así, se evidencia falta de estabilidad con notables subidas y bajadas. Es importante señalar que la periodicidad de dichos cambios coincide con las diferentes transiciones en la administración del país, la primera va del 2003 al 2010 (aumentando del 2003 al 2007 y disminuyendo del 2008 al 2010), la segunda del 2011 a mediados del 2017 (aumentando del 2011 al 2014 y disminuyendo del 2015 al 2017) e iniciando una nueva transición con incremento en el 2018. El notable impacto de la administración del país en el comportamiento de las variables fundamentales hace que exista poca estabilidad en los precios, esto sumado a las constantes reformas y cambios en las políticas crea un ambiente propicio para la gestación de una

burbuja en el mercado inmobiliario que puede desatar una crisis económica.

Para Chile y se mantiene en aumento pronunciado desde el 2003 hasta el 2006, este aumento en el precio de la vivienda asociado a los fundamentales se debe al notable crecimiento de la economía chilena durante el periodo; el PIB per cápita de Chile creció a una tasa promedio anual de 4.1% en el periodo 1991-2005, rompiendo con el bajo crecimiento de apenas 1.5% registrado desde la independencia nacional (1810) hasta 1990 (Banco Central de Chile, 2006).

Además, se advierte un decremento en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010, que coincide con lo observado en el análisis descriptivo del capítulo 6. En 2009, Chile debió hacer frente a los efectos adversos de la crisis financiera internacional que se inició en Estados Unidos, gracias a las capacidades creadas en años anteriores que permitieron la aplicación de políticas contra cíclicas, fue posible contrarrestar las turbulencias externas y crear paulatinamente las condiciones para recuperar el crecimiento en el 2010 (CEPAL, 2010). Después del 2010 el coeficiente se mantiene estable, sin aumentos o disminuciones bruscas.

5 Conclusiones

Usando la prueba de estacionariedad de Phillips Perron, el análisis de cointegración de Johansen, el modelo de corrección de errores y el modelo de coeficientes variables que emplea el filtro de Kalman, este artículo estudia la existencia de burbujas en los mercados inmobiliarios de Brasil, Colombia y Chile, encontrando la existencia de una burbuja para Brasil en el año 2015 y para Colombia en 1995, en cuanto a la economía chilena no se encuentra evidencia suficiente para señalar la existencia de una burbuja inmobiliaria en el periodo estudiado.

Según los resultados obtenidos, los precios de la vivienda en Brasil presentan un aumento relevante y sostenido desde mediados del 2008 hasta el 2015, año en el que se presentó el estallido, lo cual se puede analizar no solo en la disminución de los precios de la vivienda, si no en una variación importante de las variables fundamentales.

Para el caso de Colombia, la evidencia de una burbuja en 1995 se asocia principalmente a la crisis del sistema de financiamiento de Unidad de Poder Adquisitivo Constante (UPAC). Adicionalmente, se identifica que desde el 2004 hasta el 2019 la diferencia entre el precio determinado por los fundamentales y el precio observado va en aumento, además de una falta de estabilidad en el precio determinado por los fundamentales con notables subidas y bajadas; la periodicidad de estos cambios coincide con las diferentes transiciones en la administración del país, lo que puede indicar una relación con las variables fundamentales, que puede estar generando poca estabilidad en los precios y creando un ambiente propicio para la gestación de una burbuja en el mercado inmobiliario.

La economía chilena no presenta grandes variaciones, lo que soporta la falta de evidencia de una burbuja inmobiliaria. Solo se percibe una importante caída en las variables fundamentales en el periodo comprendido entre el 2008 y el 2010, asociada a la crisis subprime y el terremoto del 2010. La estabilidad de este mercado se debe a la labor de instituciones como Banco Central de Chile y organismos como la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF), que realizan constante monitoreo al sector inmobiliario con el objetivo de

evitar futuras crisis.

Por último, es importante resaltar la estabilidad y la evolución de Chile como economía, siendo actualmente el país con mayor ritmo de crecimiento en la región; Colombia, por otra parte, a pesar de mostrar crecimiento presenta indicios de inestabilidad, por lo que se hace indispensable un mayor seguimiento con el fin de prevenir futuras crisis y Brasil, la economía con mayor PIB de la región, parece estar en un periodo de recesión, con aumentos preocupantes en la tasa de desempleo.

Cumplimiento de estándares éticos

Aprobación ética Este artículo no contiene ningún estudio con participantes humanos o animales realizado por ninguno de los autores.

Conflicto de intereses Karla Yuritza Flórez Sanabria declara que no tienen ningún conflicto de intereses. Adriana Milena Galvis Pradilla declara que no tienen ningún conflicto de intereses. Laura Daniela Garces Carreño declara que no tienen ningún conflicto de intereses. Juan Benjamín Duarte Duarte declara que no tienen ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Banco Central de Chile. (2006). El crecimiento económico de Chile. Cuadernos de economía.
- Banco de la República. (2006). La economía colombiana: situación actual frente a los noventa y sus perspectivas. Grupo macroeconomía 2006.
- Banco de la República. (2021). Índice de precios al consumidor (IPC). <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/indice-precios-consumidor-ipc>
- Banco de la República. (2021). Sectorización Monetaria y Económica, Manual. <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/sectormon.pdf>
- Bastías, J. (2017). Indicios de burbujas inmobiliarias en economías emergentes: el caso Chileno. Working paper, Draft doctorado en Negocios, Universidad de Chile.
- Berger, D. Guerrieri, V. Lorenzoni, G. Vavra, J. (2017). House prices and consumer spending. *The Review of Economic Studies*. 85, 1502–1542.
- BIS. (2019). IFC Report No 8. Irving Fisher Committee on Central Bank Statistics. ISBN 978-92-9259-247-9
- Cambra Comerç Brasil Catalunya. (21 de enero de 2021). El sector inmobiliario en Brasil: presente y futuro. <http://www.cambra-brasilcatalunya.com/es/2021/01/21/sector-inmobiliario-brasil-presente-futuro/>
- CEPAL. (2010). Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/973/23/Chile_es.pdf
- CEPAL. (2021). Ficha técnica: Liquidez monetaria (M2), fin del período. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/technical-sheet.html?lang=es&indicador_id=868
- CEPAL. (2021). Ficha técnica: Tasa de desempleo trimestral. https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/technical-sheet.html?lang=es&indicador_id=2182
- Chen, N. (2001). Bank net worth, asset prices and economic activity. *Journal of Monetary Economics*. 48, 415-436.
- D'Agostini, L. (2013). Acumulação de Capital, Progresso Técnico e Mudança Estrutural: Teoria e Evidência para o Caso Brasileiro (1980-2012). Economic Development, Federal University of Paraná (UFPR).
- Dell'Ariccia, G. Igan, D. Rabanal, P. (2013). How to deal with real estate booms: lessons from country experiences. *Journal of Financial Stability* .3, 300–319.
- Durán, Juan. Huertas, Mónica. (2014). Aspectos sobre el sector inmobiliario que pueden determinar la existencia o no de una burbuja inmobiliaria: análisis del caso de los estratos altos en las localidades de Chapinero y Usaquén en la ciudad de Bogotá (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Egert, B. Mihaljek, D. (2007). Determinants of house prices in Central and Eastern Europe. BIS Working

Paper 236, Basel.

- Engle, R. Watson, M. (1987). The Kalman Filter: applications to forecasting and rational-expectations models. *Advances in Econometrics, Fifth World Congress*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CCOL0521344301.007>
- Fernández-Kranz, D. Hon, M. (2006). A Cross-Section Analysis of the Income Elasticity of Housing Demand in Spain: Is There a Real Estate Bubble?. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 32, 449–470.
- Gerlach, S. Peng, W. (2005). Bank lending and property prices in Hong Kong. *Journal of Banking and Finance*. 29, 461–481.
- Glindro, E.T. Subhanij, T. Szeto, J. Zhu, H. (2008). Determinants of house prices in nine Asia-Pacific economies. *BIS Working Papers* 263, Basel.
- Glindro, E.T. Subhanij, T. Szeto, J. Zhu, H. (2011). Determinants of house prices in nine Asia-Pacific economies. *International Journal of Central Banking*. 7, 163–204.
- Gomez, J. Gamboa, J. Hirs, J. Pinchao, A. (2018). When Bubble Meets Bubble: Contagion in OECD Countries. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 56,546–566.
- Henríquez, C. (2018). ¿Están los precios de las viviendas en Chile desalineados de sus fundamentales?. Universidad de Chile. Para optar al título de magister. Santiago, Chile.
- Hilbers, P. Lei, Q. Zacho, L. (2001). Real estate booms and banking busts: an international perspective. *IMF Working Paper* 01/129, Washington DC.
- Hilbers, P. Hoffmaister, A.W. Banerjee, A. Shi, H. (2008). House price developments in Europe: a comparison. *IMF Working Paper* 08/211. Washington DC.
- Hofmann, B. (2003). Bank lending and property prices: some international evidence. *Working Papers* 222003, Hong Kong Institute for Monetary Research.
- IBRESP (Instituto Brasileiro de Educação de Sao Paulo. (2021). <https://www.ibresp.com.br/blogs/2021/o-que-e-e-como-funciona-o-programa-minha-casa-minha-vida/>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12,231–254.
- Klyuev, V. (2008). What goes up must come down? House price dynamics in the United States. *IMF Working Paper* 08/187, Washington DC.
- Lei, F. Lu-kui, J. (2011). Real Estate Bubble in China: An Empirical Study Based on VaR Model. 2011 International Conference on Management Science & Engineering (18th).
- McDonald, J. Stokes, H. (2013). Monetary Policy and the Housing Bubble. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 46, 437–451.
- Phillips, Peter. Perron, Pierre. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*. Vol 75, No 2, pp 335–346.
- Portafolio. (19 de September de 2019). Sector inmobiliario y edificaciones produce 2,4 millones de empleos. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/sector-inmobiliario-y-de-edificaciones-produce-2-4-millones-de-empleos-533743>
- Rendón Obando, H. (2003). Modelos de corrección de errores y cointegración: A propósito del premio Nobel de economía. *Ensayos de Economía*. 13(23), 141–148
- Shiller, R. [EfectoNaim]. (2021, junio 21). Efecto Naím conversa con el Nobel de Economía: Robert Shiller [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=haHBI2_TAI
- Shiller, R. (2009). *Irrational Exuberance*. New York: Broadway Books, 2nd ed.
- Tsai, I-Chun. (2015). Monetary liquidity and the bubbles in the U.S housing market. *International Journal of Strategic Property Management*. Vol 19(1): 1–12.
- Tsatsaronis, K. Zhu, H. (2004). What drives housing price dynamics: cross-country evidence. *BIS Quarterly Review*, March, pp. 65–78.
- Villa, Paulina. (2015). *Burbujas especulativas en los precios de la vivienda en Colombia (tesis de maestría)*. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- Worthington, A. Higgs, H. (2013). Macro drivers of Australian housing affordability, 1985–2010. *Studies in Economics and Finance*. 30, 347–369.
- Zhi, T. Li, Z. Jiang, Z. Wei, L. Sornette, L. (2019). Is there a housing bubble in China?. *Emerging Markets Review*. 39, 120–132.