

# Una exploración empírica de la dinámica de población y crecimiento económico

Gaston Cayssials\* Gabriel Brida Emiliano Álvarez

GIDE - Departamento de Métodos Cuantitativos - FCEA - UdelAR  
*III TALLER INTERDISCIPLINARIO EN SISTEMAS COMPLEJOS*

6 de diciembre de 2019

\* [gacayssials@gmail.com](mailto:gacayssials@gmail.com)

# Índice

- 1 Introducción
- 2 Antecedentes
- 3 Metodología
- 4 Descripción de los datos
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones

# Introducción

Dinámica de la población y crecimiento económico:

La población sujeto y objeto del crecimiento. Entender como se vinculan es fundamental para describir y explicar las fuentes y el proceso del crecimiento del producto per cápita, es principal objetivo de las teorías del crecimiento.

¿qué factores determinan el crecimiento?

¿por qué algunas economías crecen más que otras?

¿por qué algunas crecen a mayor velocidad que otras?

Responder a estas preguntas necesariamente implica entender como se interrelacionan la dinámica de la población y el crecimiento económico.

Es claro que la dinámica de la población y la dinámica económica están estrechamente vinculadas.

A nivel agregado, la población es parte de la demanda agregada (consumo) y al mismo tiempo una parte de esta es factor productivo. Descomponiendo a la población por edades, los vínculos con el sistema productivo son múltiples, variados y diferenciados.

Si se analiza por las fuentes de crecimiento de la población (fecundidad, mortalidad y migración), sucede lo mismo, el crecimiento influye en la población y viceversa.

Al mismo tiempo, las variables demográficas no se relacionan entre ellas de forma independiente ni simple. Durante un largo lapso de tiempo convivieron altas tasa de fecundidad con altas tasas de mortalidad, cuando la mortalidad disminuyó (mejoras en las condiciones de vida) la fecundidad también cayó, pero hay retroalimentación, ya que menor fecundidad contribuye a una menor tasa de mortalidad

Hay múltiples vínculos entre los determinantes de los factores demográficos y la economía, y como estos factores, la fertilidad, la mortalidad y la inmigración afectan al crecimiento. Y a su vez, como el crecimiento los afecta.

¿Que dice la teoría?

- Los clásicos: Smith, Malthus, Ricardo, Marx
- Teorías Modernas de crecimiento, Neoclásicos, crecimiento endógeno.
- Modelos de crecimiento que incorporan los aportes de Becker y otros

## ¿Que dicen los trabajos empíricos? revisión de la literatura empírica:

Trabajo	Muestra	Datos	Fuente	Met. Estimación	Efecto
Bloom et al (2000)	70 países sur de Asia y Asia Oriental	cross section	BM	OLS y VEC	causalidad bi-direccional no correlación
Barlow (1994)	86 países (1968-1983)	cross section	BM, FMI, UN	OLS	Relación Negativa si se agrega fertilidad rezagada
Kelly y Schmidt (1995)	89 países con población mayor a un millón de Hab.	datos panel		FEM, REM	No hay efectos en los 60 relación negativa en los 80
Kapuria-Foreman (1995)	15 países en desarrollo(1950-1990)	series temporales		VEC	$P \Rightarrow C$ $P \Leftrightarrow C$ $C \Rightarrow P$ y No causalidad
Darrat (1999)	20 países en desarrollo 1950-1996	series temporales	Of. Est. Fin	VEC	co-integradas causalidad: $P \Rightarrow C$ . $Crec \Rightarrow P$ $P \Leftrightarrow Crec$ Positivo (en 14 de 20)
Thornton (2001)	7 países de América Latina (1900-1994)	Series Temporales	BM	VAR	No causalidad
Ukpolo (2002)	Sub Sahara (1960-2000)	series temporales		VEC	Cointegración Negativa $P \Rightarrow C$
Kelly y Schmidt (2005)	86 países (1960-1995)	cross section	BM Penn Word Table	MC <sup>2</sup> E	Positivos Pob a Crec.
Tsen y Furuoka (2005)	10 países Asiáticos (1950-2000)	panel data	Banco Des. Asia NU Min RRII Japon	Cointegración Causalidad a la Granger	No Causalidad
An y Jeon (2006)	OECD(1960-2000)	cross section	BM Penn Word Table	Regresión de Kernel	U invertida Pobl- Crec
Dao (2012)	43 países en desarrollo (2007-2008)	cross section	BM	OLS	positivos joven y fec. Negativos de población y mortalidad
Song (2013)	13 países Asia (1965-2009)			OLS	Negativos de Pob. Positivo de Jovenes Negativa dependiente
Huang y Xie (2013)	90 países (1980-2007)			GMM	Ambiguo: efectos en corto plazo no en el largo plazo
Danda (2015)	16 países del este de Africa(1970-2011)	panel data		OLS FEM REM	Positivos de la Transición



Tabla 2: Resumen de la literatura empírica-paises

Trabajo	Muestra	Datos	Fuente	Met. Estimación	Efecto
Hasan (2010)	China	series Temporales	CPIRC	VAR VEC	Negativa en $l/p$ $C \Rightarrow P$ ambiguo en $c/p$
Choudhry et al (2010)	China, India y Pakistan (1961-2003)	panel data	BM	OLS	Ambiguo Positivo Jovenes Negativo Dependencia
Liu y Hu (2013)	China 28 provincias (1983-2008)	panel data			Negativo de natalidad Pos. educación
Garza-Rodriguez et al (2016)	México (1960-2012)			VEC	Bi-direccional
Maganga (2018)	Kenya (1963-2015)	cross section	Of.Nac.de Est. de Kenya	OLS	Positivos Población a Crec.

En resumen:

- Desde la teoría no hay acuerdo
- Desde la evidencia empírica tampoco

Aplicamos un método de análisis empírico en que se prescinde de un modelo específico subyacente.

## Esquema de trabajo

- Para el presente análisis se utilizaron conjuntamente las técnicas de minimum spanning tree (MST) and hierarchical tree (HT).
- Pasos a seguir:
  - ① Se realizó un análisis de cada variable por países → se muestran agrupamientos al tomar en cuenta a la tasa de crecimiento de la población y del producto en forma independiente.
  - ② Agrupamiento de países según la trayectoria temporal conjunta de ambas variables.
- Para el estudio conjunto de estas variables, se utilizó Symbolic Time Series Analysis (STSA)
- Clasificamos a los países según este análisis conjunto, a partir de la construcción de un MST y un HT.

## Árboles de expansión mínima y árboles jerárquicos

Siguiendo a Mantegna (1999), se utilizan los coeficientes de correlación de Pearson para estimar el grado de similitud entre un par de variables, como se detalla en la Ecuación (1):

$$\rho_{ij} = \frac{\langle X_i X_j \rangle - \langle X_i \rangle \langle X_j \rangle}{\sqrt{(\langle X_i^2 \rangle - \langle X_i \rangle^2)(\langle X_j^2 \rangle - \langle X_j \rangle^2)}} \quad (1)$$

- Donde  $X_i$  y  $X_j$  representan a la variable de interés de los países  $i$  y  $j$  y  $\rho_{ij}$  representa al coeficiente de correlación.
- Este coeficiente puede variar entre -1 (relación inversa entre las variables) y +1 (relación directa).
- Puede definirse además una matriz de correlaciones, a partir de calcular  $\rho_{ij}$  para todas las combinaciones  $i, j$ .

## Árboles de expansión mínima y árboles jerárquicos (cont.)

Para definir correctamente el problema necesitamos construir una matriz de distancias  $D$ , la cual define una función  $d(i, j)$  para cada par de países. Esta función  $d$  cumple las siguientes condiciones:

- 1  $d(i, j) \geq 0, \forall i, j$
- 2  $d(i, j) = 0 \iff i = j$
- 3  $d(i, j) = d(j, i), \forall i, j$
- 4  $d(i, j) \leq d(i, k) + d(k, j)$

Como en Gower (1966), en la Ecuación (2) se construye una distancia entre países utilizando los coeficientes de correlación de Pearson definidos anteriormente en (1).

$$d(i, j) = \sqrt{2(1 - \rho_{ij})} \quad (2)$$

Seguiremos el algoritmo de Kruskal (Kruskal, 1956) para construir progresivamente el MST y los árboles jerárquicos.

## Análisis de series de tiempo simbólicas

- Para analizar los outputs de ambas variables y poder realizar comparaciones entre países, es necesario particionar el espacio de estados en  $k$  regiones  $\{R_1, R_2, \dots, R_k\}$ .
- El espacio de estados consiste en todos los pares (tasa de crecimiento del PIB, tasa de crecimiento de la población) posibles.
- Los datos obtenidos  $(A_t, B_t)$  se transforman en el símbolo  $s$ , con  $s \in \{1, 2, \dots, K\} \iff (A_t, B_t) \in R_s$ .
- Se divide el rango de datos en cuatro regiones, determinadas por dos valores críticos: la tasa de crecimiento promedio del PIB y la tasa de crecimiento promedio de la población.
- El análisis se realizó considerando las variables rezagadas 10 y 20 años.

## Análisis de series de tiempo simbólicas (cont.)

Regiones:

$$① R_1 : g > \bar{g} \cap n < \bar{n}$$

$$② R_2 : g > \bar{g} \cap n > \bar{n}$$

$$③ R_3 : g < \bar{g} \cap n > \bar{n}$$

$$④ R_4 : g < \bar{g} \cap n < \bar{n}$$

Para cada serie bi-dimensional se construye una serie simbólica uni-dimensional:  $(g_{it}, n_{it}) \longrightarrow k_{it}$  si  $(g_{it}, n_{it}) \in R_k$

A partir de esta simbolización, la dinámica de cada país se encuentra definida a partir de su trayectoria entre regímenes.

# Descripción de los datos

## Fuente:

Feenstra, R. C., Inklaar, R. & Timmer M. P. (2015), “The Next Generation of the Penn World Table” *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182.

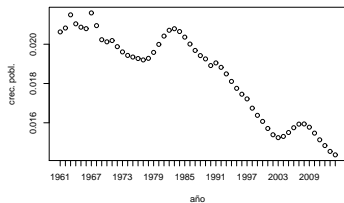
## Series a utilizar:

- PIB, medido en millones de USD de 2011 (PPP). *Variable rgdpo.*
- Población, en millones. *Variable pop.*

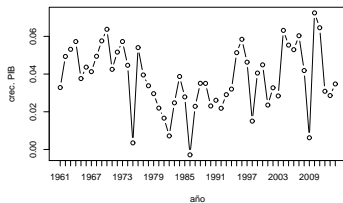
# Descripción de los datos

## Series del crecimiento de la población y del PIB

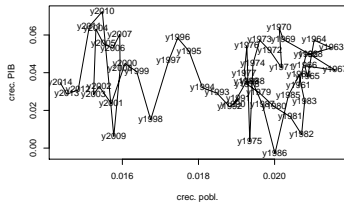
(a): Crecimiento de la población



(b): Crecimiento del PIB



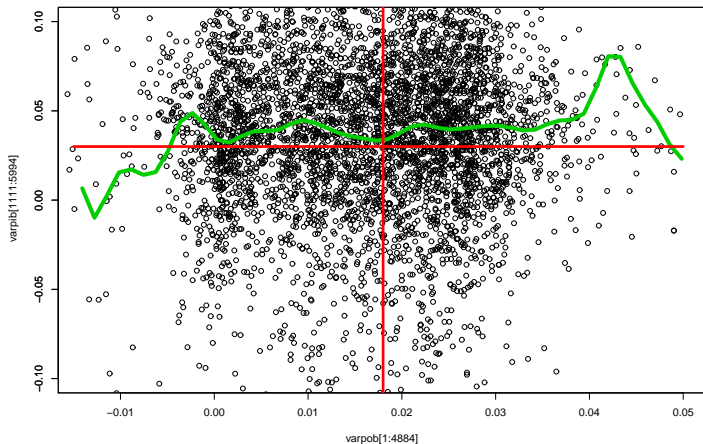
(c): población y PIB





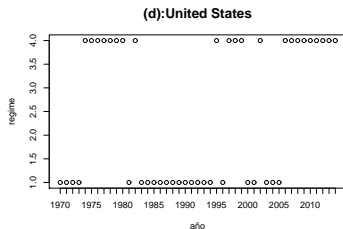
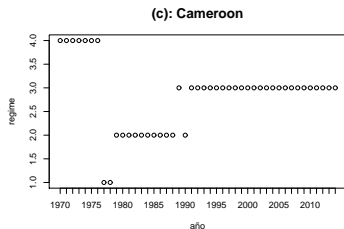
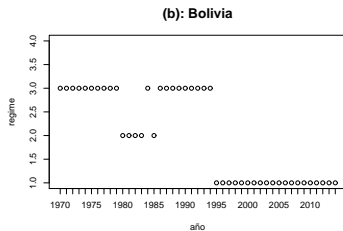
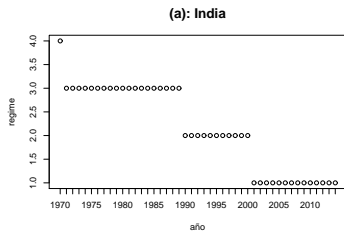
# Descripción de los datos

Kernel con lag 10 años



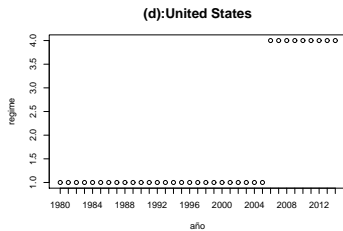
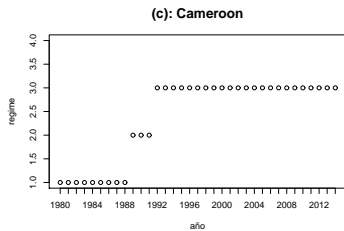
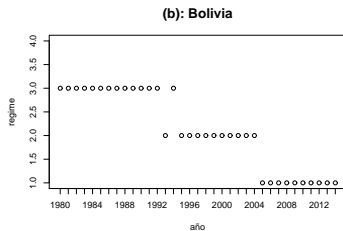
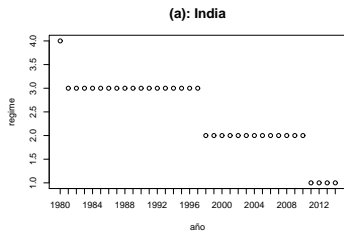
# Resultados

Series simbólicas para cuatro países (lag: 10 años)



# Resultados

Series simbólicas para cuatro países (lag: 20 años)

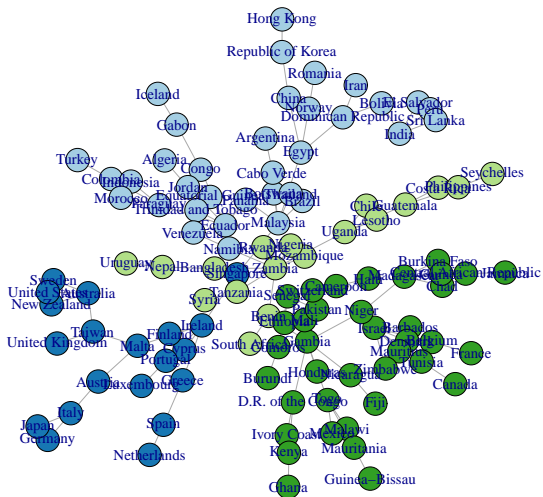


Para aplicar una técnica de clasterización utilizamos una distancia  $d$  que tiene en cuenta la coincidencia de regimenes de dos paises distintos:

$$d(i, j) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (k_{it} - k_{jt})^2}{T}} \quad (3)$$

# Resultados

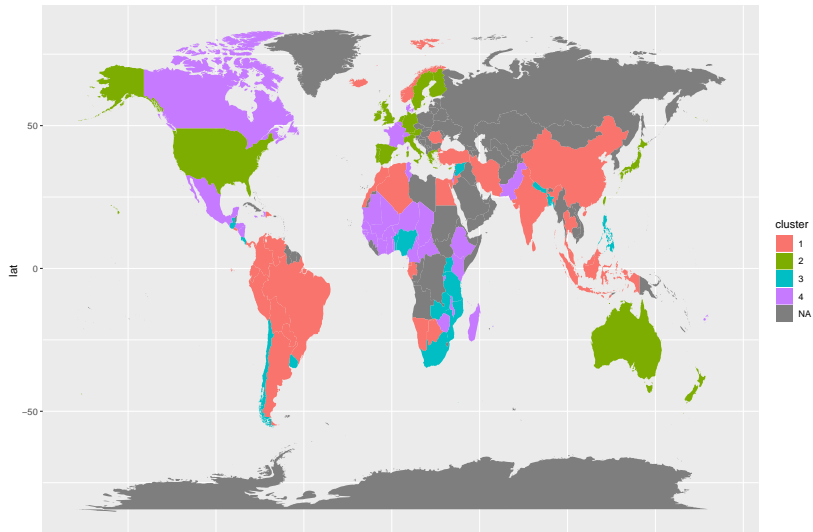
Red (lag 10 años)





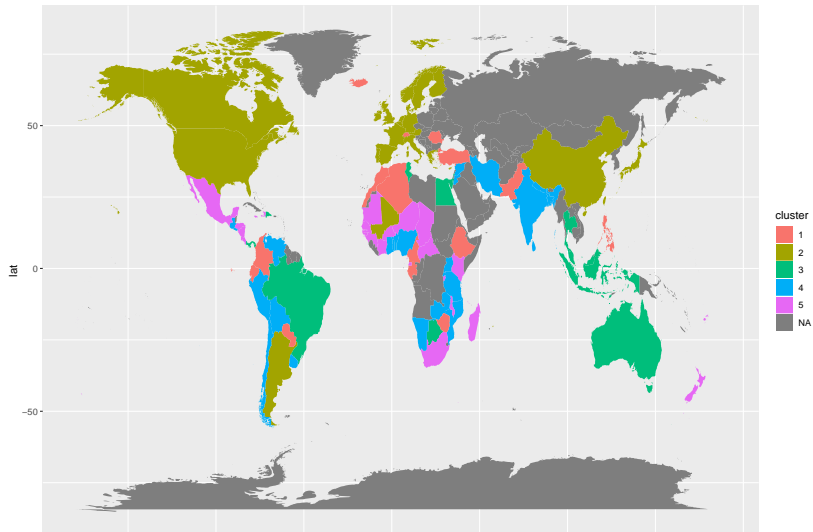
# Resultados

Mapa con grupos a 10 años



# Resultados

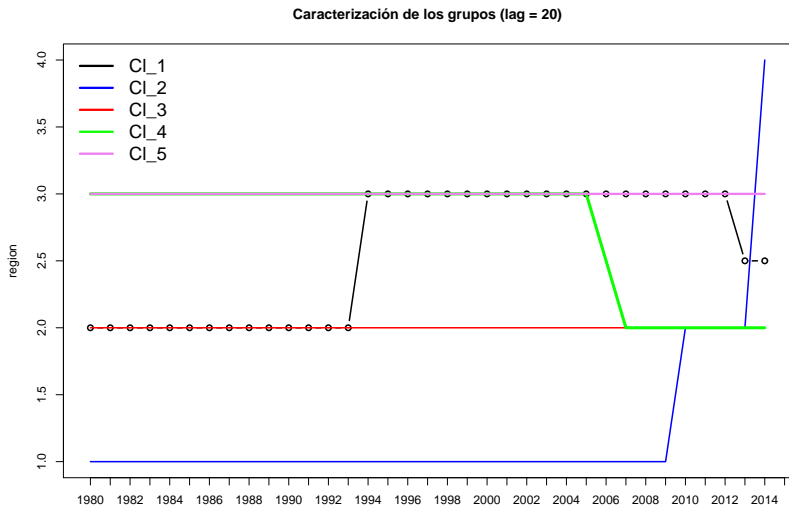
Mapa con grupos a 20 años





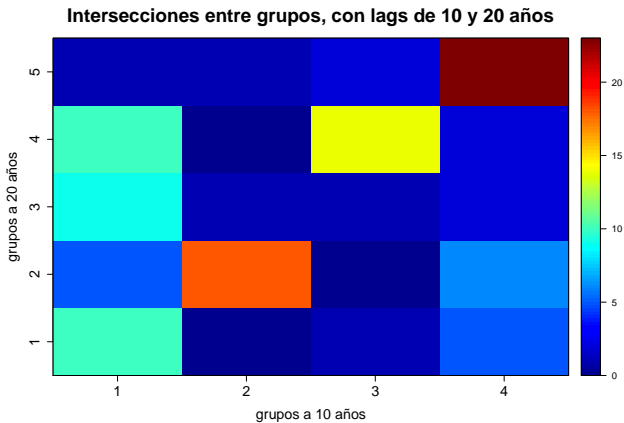
# Resultados

## Caracterización de grupos a 20 años



# Resultados

## Correlación entre los distintos árboles



# Resultados

Correlación entre los distintos árboles (cont.)

	1	2	3	4	Total
1	10	0	1	5	16
2	5	18	0	6	29
3	9	1	1	2	13
4	10	0	14	2	26
5	1	1	2	23	27
Total	35	20	18	38	111

# Conclusiones

- La evidencia empírica no parece respaldar la hipótesis de Kusnetz.
- Tomando en cuenta el ciclo económico y las generaciones, se encuentra que distintos grupos de países describen trayectorias diferentes.
- ¿Convergencia en ingresos? Sólo algunos de los países (Cl\_4).
- Hipótesis de perfecta movilidad de capital (físico y humano) puede explicar el carácter regional de los agrupamientos.