



El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior

Patricio Riveros Villegas



www.odepa.gob.cl

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior

Abril 2020

Autor:

Patricio Riveros Villegas

Departamento de Información Agraria, Análisis Económico y Transparencia de Mercados

Artículo producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias –Odepa.

Ministerio de Agricultura

Directora Nacional y Representante Legal: María Emilia Undurraga Marimón

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS

Valentín Letelier 1339. Código postal 6501970

Teléfono: (56-2) 2397 3000

www.odepa.gob.cl

e-mail: odepa@odepa.gob.cl

Foto de portada: Korea at night, autor desconocido.

*El autor agradece los comentarios y aportes de Maia Guiskin del Departamento de Desarrollo Rural de Odepa, y del profesor Rodrigo Pérez del Centro de Economía y Políticas Sociales de la Universidad Mayor.

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Estrategia empírica	5
3. Datos	6
Descripción de las fuentes de información.....	6
Estadística descriptiva	8
4. Resultados	10
5. Conclusiones.....	13
6. Bibliografía.....	14
7. Anexos.....	15



1. Introducción

En el marco de la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR), establecer indicadores de desempeño económico en territorios rurales cobra especial relevancia para el seguimiento y monitoreo de las acciones tendientes a dinamizar los territorios rurales, sin embargo, no se cuenta con la información necesaria para dichos efectos. Lo anterior se debe a que el principal indicador que mide el desempeño económico, el Producto Interno Bruto (PIB), al menos para Chile, solo está disponible a nivel nacional y regional.

Para dar respuesta a la interrogante de cuál es el desempeño económico en territorios que cuentan con escasa información estadística, diversos autores han desarrollado técnicas que utilizan datos estadísticos combinados con el uso de imágenes satelitales nocturnas que contienen información de la intensidad lumínica, para predecir y/o aproximarse al desempeño económico. El mecanismo de interpretación se basa en que cada actividad humana genera luminosidad y, por tanto, cada cambio en la intensidad lumínica se debería a que se generan nuevas o se intensifican las actividades económicas y/o sociales, tales como un nuevo o una remodelación de un restaurant, instalación de una agroindustria, expansión de una minera, una nueva construcción, entre otras.

En la literatura hay diversos estudios que dan cuenta de una fuerte correlación entre el PIB y la intensidad lumínica. Ebener et al (2005) define la distribución espacial de la actividad económica y de la pobreza a nivel nacional y regional utilizando imágenes nocturnas. Por su parte, Sutton et al (2007), Chen & Nordhaus (2011) y Ghosh et al (2010), concluyen que es posible usar imágenes satelitales nocturnas para predecir el PIB a nivel subnacional y regional. No obstante, no es hasta el estudio seminal de Henderson et al (2009; 2012)¹ que es posible usar con certeza herramientas geoestadísticas para aproximarse al desempeño económico a nivel subregional en países como China (Dai et al, 2017; Ma et al, 2014), Egipto (Omar & Ismal, 2019), México e India (Ghosh et al, 2010). Asimismo, organismos internacionales (Addison & Stewart, 2015; Hu & Yao, 2019) están utilizando esta técnica para hacer seguimiento de la evolución económica en países pobres y en vías de desarrollo.

Por tanto, dada la escasez de información del desempeño económico a nivel subregional (comunal) en Chile y utilizando información de cuentas nacionales, de población e imágenes nocturnas disponibles hasta el año 2013, el presente artículo tiene por objetivo aplicar el método que correlaciona la información estadística económica con la intensidad lumínica para estimar al crecimiento económico en comunas predominantemente rurales².

El artículo se distribuye en secciones con la estrategia empírica, una descripción detallada de las fuentes de datos utilizadas y las estadísticas descriptivas, los resultados y las conclusiones.

¹ Según Google Scholar con 1.338 citaciones.

² Según la PNDR, la comuna predominantemente rural es aquella donde el 50% o más de la población, vive en distritos censales de menos de 150 habitantes por km², con una población máxima de 50.000 habitantes.

2. Estrategia empírica

Primeramente, cabe mencionar que se utilizan los indicadores per cápita, tanto del PIB como de la luminosidad, ya que refleja de mejor forma el desempeño de una economía debido a que descuenta el efecto demográfico en el crecimiento.

Para estimar el desempeño económico en comunas predominantemente rurales se utiliza el procedimiento descrito por Ghosh et al en 2010 (ver anexo Imagen 1A) y el modelo Henderson et al (2012) corregido por Hu & Yao (2019) y Omar & Ismal (2019).

En dicho procedimiento se definen dos etapas. La primera tiene por objetivo correlacionar el logaritmo natural del PIB per cápita (y) y el logaritmo natural de la intensidad lumínica per cápita (dn) en la región (i) y año (t) para obtener el parámetro β mediante la siguiente ecuación:

$$y_{it} = \beta dn_{it} + \delta_t D_t^{\text{año}} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde,

$$i = 1,2,3 \dots 15$$

$$t = 1,2,3 \dots 6$$

La ecuación (1) se controla por el tiempo incorporando variables dicotómicas para cada año ($D_t^{\text{año}}$) y asumiendo el efecto fijo (α_i) de las regiones, ya que cada región tiene una estructura productiva en particular y su crecimiento no es aleatorio. La presencia de efectos fijos se determina con la prueba de Hausman.

En la segunda etapa, una vez obtenida la elasticidad producto-luminosidad ($\hat{\beta}$), se multiplica la tasa de crecimiento de la intensidad lumínica per cápita (\dot{dn}) en la comuna j por el parámetro estimado de la intensidad lumínica, según (2), lo que entrega la interpretación de la tasa de variación del PIB per cápita en la comuna j .

$$\dot{y}_j = \hat{\beta} * \dot{dn}_j \quad (2)$$



3. Datos

Descripción de las fuentes de información

En el cuadro 1 se observan las diferentes fuentes de información y las variables para construir los indicadores necesarios para aplicar la estrategia empírica. La información económica y de población para la construcción del PIB per cápita proviene del Banco Central de Chile y del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Los datos de la intensidad lumínica provienen de imágenes satelitales nocturnas estables³ del *Defense Meteorological Satellite Program (DMPS) Operational Line-Scan System (OLS)* perteneciente al *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, las que fueron recolectadas mediante la plataforma *Google Earth Engine*.

Cuadro 1. Variables y fuentes de información utilizadas

Variable	Período	Unidad de medida	Escala	Fuente
Producto interno Bruto	2008-2013	Volumen a precios del año anterior encadenado	Regional	Banco Central. Cuentas Nacionales
Población	2008-2013	N° de personas en base a la estimación y proyección de población.	Regional y comunal	INE. Estadísticas demográficas y vitales
Cartografía nacional, regional y comunal	2018		Regional y comunal	INE. Estadísticas territoriales
Definición de ruralidad	de 2018	Definición en base a la densidad poblacional	Comunas predominantemente rurales/mixtas/urbanas	PNDR-Odepa
Intensidad lumínica utilizando luces estables	2008-2013	Ráster con Digital Number (DN) 0-63. Datos con píxel de 1km ² .	Regional y comunal	NOAA. DMPS-OLS

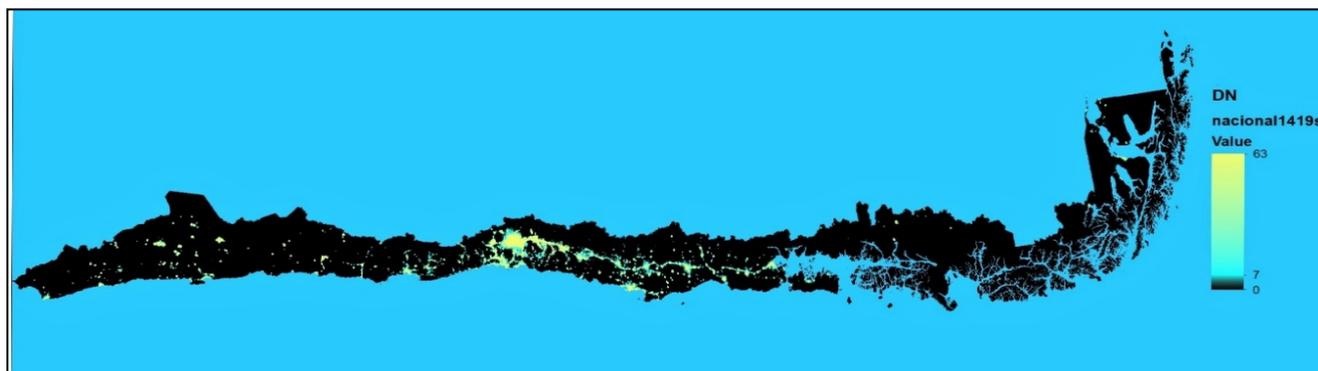
Fuente: elaborado por Odepa.

³ No contienen incendios, gases ni luminosidad nival.

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior

La intensidad lumínica está representada por el Digital Number (DN) que va desde 0 (sin luminosidad) hasta 63. El uso de las imágenes satelitales nocturnas estables tienen una serie de ventajas: la luminosidad es medida de manera objetiva y sistemática, tienen un alto nivel de desagregación (pixel de 1km²), bajo costo y está disponible en plataformas abiertas. La principal desventaja de las imágenes del DMPS-OLS es la temporalidad de las imágenes estables hasta 2013. En la imagen 1 se puede observar la luminosidad del territorio nacional para el año 2013, destacando su concentración en la zona central de Chile.

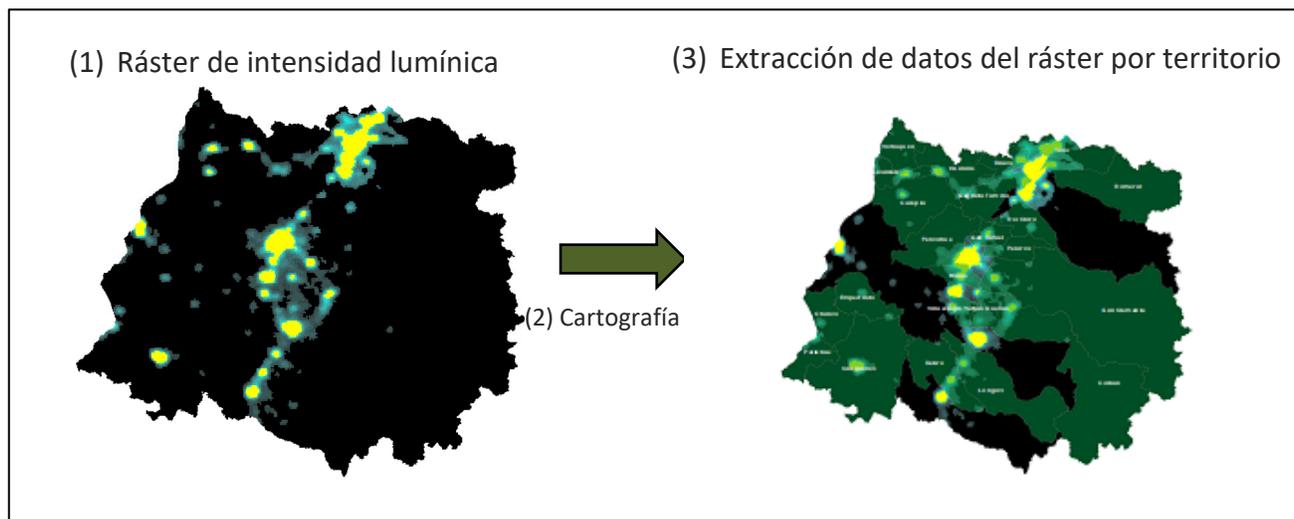
Imagen 1. Intensidad lumínica en Chile, año 2013



Fuente: elaborado por Odepa, basado en DMSP-OLS.

Para el proceso de extracción de los datos del ráster de intensidad lumínica, se utilizó la cartografía de las divisiones político-administrativas del Instituto Nacional de Estadísticas y la clasificación de comunas predominantemente rurales de la Política Nacional de Desarrollo Rural, la que se basa en la densidad de población a nivel de distritos censales y un ajuste por comunas con población sobre 50.000 habitantes. En la imagen 2 se observa gráficamente el procedimiento conceptual para la extracción de los datos de intensidad lumínica, en este caso, para las comunas predominantemente rurales de la Región del Maule.

Imagen 2. Procedimiento conceptual para la extracción de datos de intensidad lumínica



Fuente: elaborado por Odepa.

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior

Finalmente, si bien las imágenes satelitales nocturnas del DMSP-OLS tienen una temporalidad entre 1990-2013, la información del PIB regional, considerando que la separación de las regiones de Los Ríos y Los Lagos comienza desde el 2008, lo que sumado a la propiedad de no aditividad de la metodología del encadenamiento⁴ del PIB, generar la desagregación hacia atrás no es trivial. Por ello, la temporalidad de la estimación de la elasticidad producto-luminosidad es 2008-2013.

Estadística descriptiva

En el cuadro 2 se presenta la descripción estadística de la información: los datos tienen una estructura de panel con 15 regiones y 6 años, constituyendo un total de 90 observaciones. Según las estadísticas descriptivas del panel, para el periodo 2008-2013 el PIB per cápita promedio es 7 millones y la luminosidad per cápita promedio es 0,22.

En un análisis, entre las regiones, el PIB per cápita presenta una desviación estándar de 4,7 millones con un rango mínimo y máximo de 3,1 y 21,9 millones, respectivamente. A su vez, la luminosidad per cápita entre regiones presenta una desviación estándar de 0,10 con un mínimo de 0,07 y un máximo de 0,48.

Dentro de los años de estudio, se observa una desviación estándar del PIB per cápita de 554,3 mil con un mínimo y máximo de 5,1 y 8,6 millones, respectivamente. Mientras la luminosidad per cápita tiene una desviación estándar de 0,04 con un rango entre 0,08 y 0,29.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas

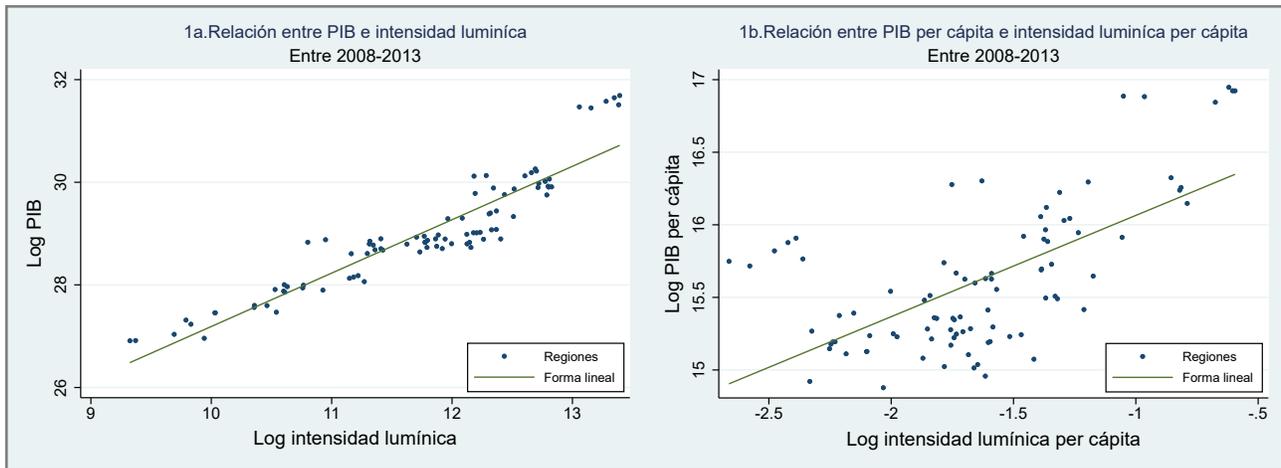
Variable	Promedio	Desviación Estándar	Min	Max	Obs.
PIB per cápita	7.033.402	4.664.931	2.891.501	22.900.000	N = 90
Entre		4.767.740	3.182.933	21.900.000	n = 15
Dentro		554.326	5.192.476	8.648.460	T = 6
Luminosidad per cápita	0,22	0,11	0,07	0,55	N = 90
Entre		0,10	0,08	0,48	n = 15
Dentro		0,04	0,08	0,29	T = 6

Fuente: elaborado por Odepa, basado en Banco Central, INE y NOAA.

En una visualización de los datos se puede observar que mientras en el gráfico 1a hay una estrecha relación positiva entre el PIB y la intensidad lumínica, en el gráfico 1b se observa que dicha relación disminuye cuando se normalizan los datos por la población, sin embargo, aún se visualiza una clara tendencia positiva y significativa. (Ver cuadro 1A en anexo).

⁴ CUENTAS NACIONALES DE CHILE Métodos y Fuentes de Información (2013, pp 21). Banco Central. https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Metodologias/CCNN/imacec/Cuentas_Nacionales_metodos_fuentes.pdf

Gráfico 1. Relación entre variables de interés para todas las regiones.



Fuente: elaborado por Odepa.

4. Resultados

En el cuadro 3 se observan los resultados con tres modelos econométricos. En la primera columna (FE) se presentan los resultados para la estimación mediante efectos fijos⁵ ajustados por heterocedasticidad. En la segunda columna (AR1) se da cuenta de los resultados mediante el uso de regresión lineal con paneles corregidos por errores estándar, que permite abordar problemas de autocorrelación evidenciado mediante la prueba de Wooldridge (ver Cuadro 2A del Anexo). En la tercera columna (ABOND) se muestran los resultados utilizando el modelo de Arellano-Bond para paneles dinámicos capturando la influencia del pasado (Δ Log pib per) en la variable dependiente.

Cuadro 3. Resultado de las estimaciones

	FE	AR1	ABOND
Log Lum per	0,137**	0,119**	0,143***
	(0,055)	(0,056)	(0,03)
Δ Log pib per			0,853***
			(0,119)
r2	0,486		
r2_o	0,33		
r2_w	0,486		
sigma_u	0,476		
sigma_e	0,061		

Fuente: elaborado por Odepa.

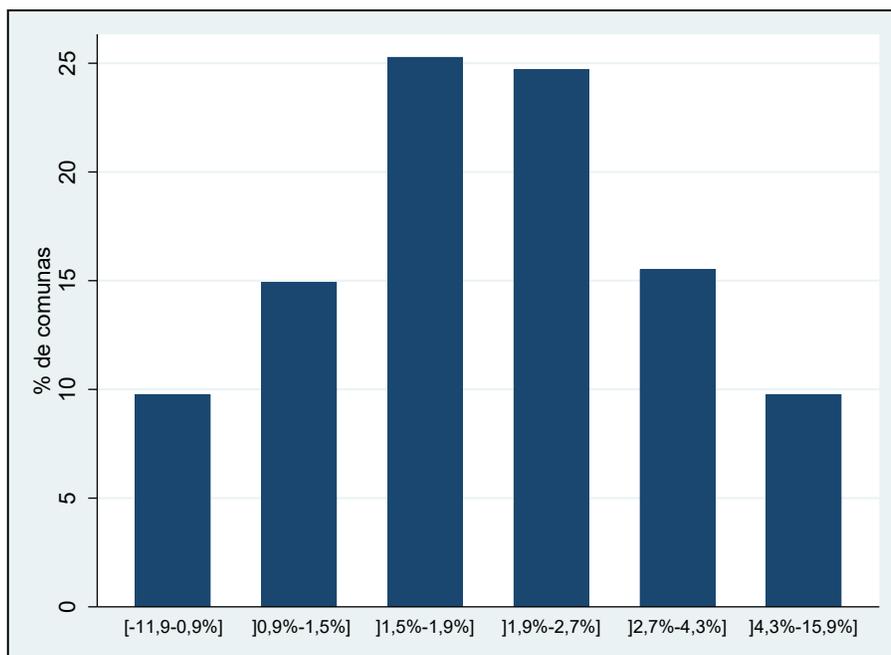
Los resultados de la estimación indican la existencia de una correlación positiva y estadísticamente significativa en el parámetro de interés, independiente del modelo utilizado. La elasticidad PIB luminosidad varía entre 0,119 y 0,143, dependiendo del modelo. No obstante, el parámetro obtenido mediante el modelo AR1 será el utilizado para estimar el PIB per cápita comunal, ya que, aunque la

⁵ Se realizó la prueba de Hausman entregando evidencia que las diferencias entre los estimadores son sistemáticas por tanto se recomendó usar FE. (Ver anexo imagen 2A).

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior literatura indica que aún en presencia de autocorrelación los parámetros estimados son insesgados, este modelo asegura la condición MELI⁶, y para una evitar la sobrestimación en la segunda etapa.

Una vez estimada la elasticidad se procedió a interpretar la intensidad lumínica de acuerdo con la ecuación (2). En el gráfico 2 se observa que mientras el 50% de las comunas predominantemente rurales tiene una tasa anual de crecimiento entre 1,5% y 2,7% para el periodo 2008-2013, el 15% varía entre 0,9%-1,5% y 2,7%-4,3%. Por otro lado, en los extremos se observa que el 10% inferior tiene una tasa anual entre -11,9% y 0,9%, y el 10% superior presenta una tasa anual entre 4,3% y 25,9%.

Gráfico 2. Frecuencia de la tasa anual de crecimiento del PIB per cápita estimado en comunas predominantemente rurales para el periodo 2008-2013



Fuente: elaborado por Odepa.

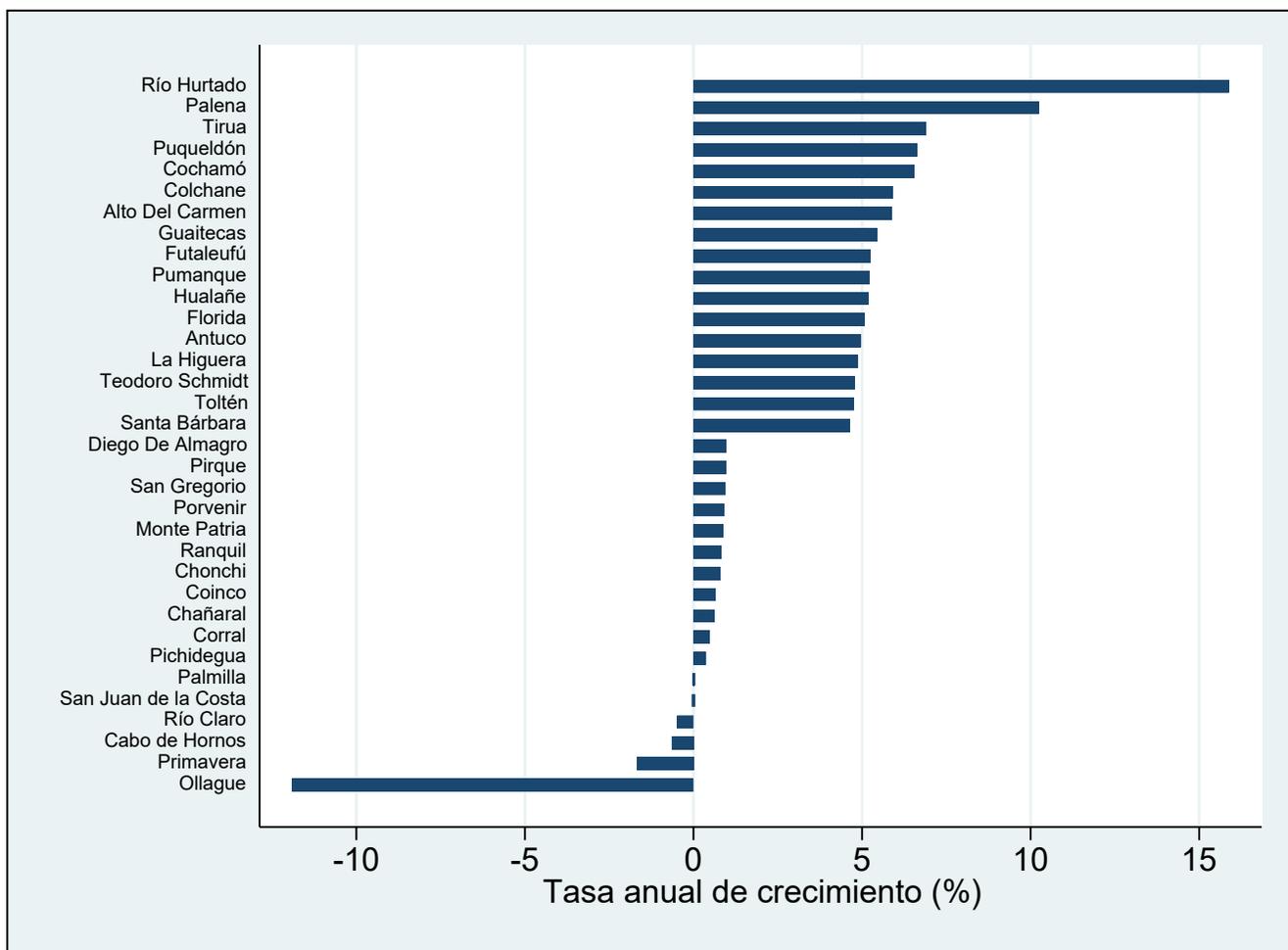
En el gráfico 3 se muestra la tasa anual de crecimiento estimada para el periodo 2008-2013 para las comunas del 10% superior e inferior. En las primeras se observa que la comuna de Río Hurtado tiene la mayor expansión del producto con 15,9%; en una menor intensidad pero con un desempeño alto se observan las comunas de Santa Bárbara (4,6%), Palena (10%), Tirúa (6,9%) , Puqueldón (6,6%), Cochamó (6,5%), Colchane (5,9%), Alto del Carmen (5,8%), Guaitecas (5,4%), Futaulefú (5,2%), Pumanque (5,2%), Hualañe (5,2%), Florida (5,0%), Antuco (4,9%), La Higuera (4,8%), Teodoro Schmidt (4,7%) y Toltén (4,7%).

En el 10% inferior se destaca el crecimiento negativo de Ollagüe (-11,9%), Primavera (-1,68%), Cabo de Hornos (-0,64%) y Río Claro (0,48%); sin crecimiento San Juan de la Costa (0%), Palmilla (0,19%) y Pichidegua (0,37%); y con crecimiento acotado las comunas de Corral (0,5%), Chañaral (0,6%) , Coinco

⁶ Mejor Estimador Linealmente Insesgado

El desempeño económico en comunas predominantemente rurales: una interpretación desde el espacio exterior (0,7%), Chonchi (0,8%), Ránquil (0,8%), Monte Patria (0,9%), Porvenir (0,91%), San Gregorio (0,95%), Pirque (0,96%) y Diego de Almagro (0,98%).

Gráfico 3. Tasa anual de crecimiento del PIB per cápita estimado del 10% inferior y superior de comunas predominantemente rurales en el período 2008-2013



Fuente: elaborado por Odepa.

Conclusiones

Los resultados del trabajo indican que, independiente del modelo utilizado, existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre el PIB per cápita y la intensidad lumínica per cápita, siendo consistente con la literatura revisada. En este sentido, la interpretación de imágenes satelitales nocturnas puede ser utilizada para acercarnos al PIB per cápita en comunas predominantemente rurales de acuerdo con la definición de la Política Nacional de Desarrollo Rural.

No obstante, para el seguimiento y monitoreo del desempeño económico posterior a 2013, se deben limpiar las imágenes disponibles con el mismo u otros sensores (VIIRS) disponibles. Asimismo, al ser la luminosidad el indicador de interés, hay actividades económicas que quedarían fuera de esta visualización como la agricultura, por ello, se debe avanzar en la incorporación de otras fuentes de información que permitan capturar el aporte de este sector.

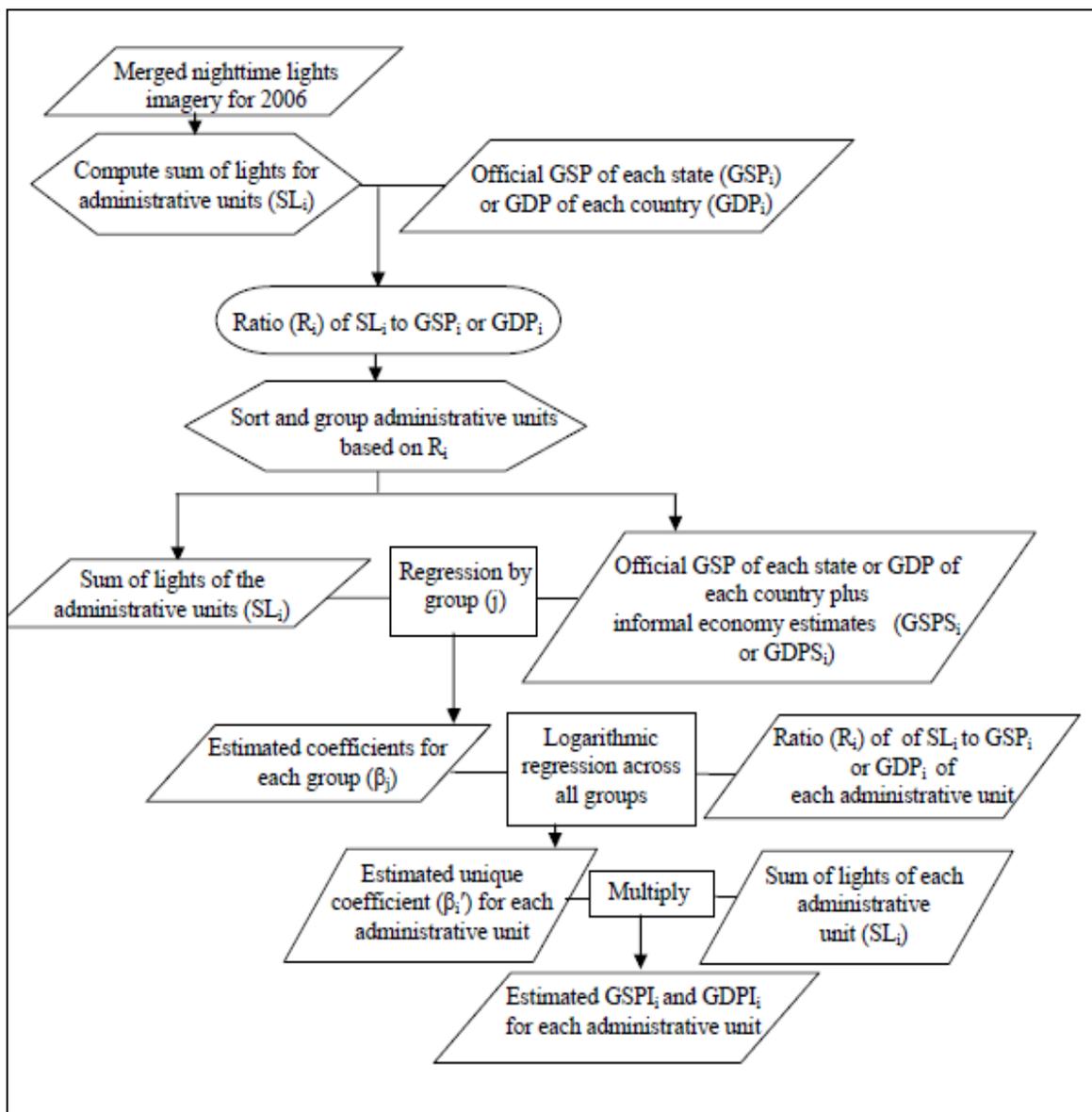


5. Bibliografía

- Addison, D., & Stewart, B. (2015). Nighttime lights revisited: the use of nighttime lights data as a proxy for economic variables. *The World Bank*.
- Chen, X., & Nordhaus, W. (2011). Using luminosity data as a proxy for economic statistics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 8589-8594.
- Dai, Z., Hu, Y., & Zhao, G. (2017). The Suitability of Different Nighttime Light Data for GDP Estimation at Different Spatial Scales and Regional Levels. *Sustainability*, 305.
- Ebener, S., Murray, C., Tandon, A., & Elvidge, C. (2005). From wealth to health: modelling the distribution of income per capita at the sub-national level using night-time light imagery. *International Journal of Health Geographics volume*, 4-5.
- Ghosh, T., Powell, R., Elvidge, C., Baugh, K., Sutton, P., & Anderson, S. (2010). Shedding light on the global distribution of economic activity. *The Open Geography Journal*.
- Henderson, J., Storeygard, A., & Weil, D. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American economic review*, 994-1028.
- Henderson, J., Storeygard, A., & Weil, D. (2009). Measuring Economic Growth from Outer Space. *NBER Working Paper*.
- Hu, Y., & Yao, J. (2019). Illuminating Economic Growth. *International Monetary Fund*.
- Keola, S., Andersson, M., & Hall, O. (2015). Monitoring economic development from space: using nighttime light and land cover data to measure economic growth. *World Development*, 322-334.
- Ma, T., Zhou, C., Pei, T., Haynie, S., & Fan, J. (2014). Responses of Suomi-NPP VIIRS-derived nighttime lights to socioeconomic activity in China's cities. *Remote Sensing Letters*, 165-174.
- Omar, N., & Ismal, A. (2019). Night Lights and Economic Performance in Egypt. *Advances in Economics and Business*.
- Sutton, P., Elvidge, C., & Gosh, T. (2007). Estimation of gross domestic product at sub-national scales using nighttime satellite imagery. *International Journal of Ecological Economics & Statistics*, 5-21.

6. Anexos

Imagen 1A. Algoritmo de estimación del desempeño económico a nivel subregional



Fuente: Ghosh *et al*, (2010)

Cuadro 1A. Matriz de correlaciones entre variables

	PIB per cápita	PIB	Luminosidad per cápita	Luminosidad
PIB per cápita	1,00000			
PIB	0,3241*	1,00000		
Luminosidad per cápita	0,6421*	-0,05680	1,00000	
Luminosidad	0,15220	0,9276*	0,07980	1,00000

* Significancia al 99%

Fuente: elaborado por Odepa.

Imagen 2A. Prueba de Hausman modelo de Efectos aleatorios vs Efectos Fijos

	— Coefficients —			
	(b) FE	(B) RE	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
logx_pob	,136658	,2212168	-,0845588	,0325642
d2009	-,0394121	-,0495193	,0101072	,0038924
d2010	-,0607544	-,1057077	,0449534	,0173119
d2011	,0158384	-,0163911	,0322295	,0124118
d2012	,026871	-,010603	,037474	,0144315
d2013	,0600234	,0239336	,0360898	,0138984

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\text{chi2}(1) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

= 6,74
 Prob>chi2 = 0,0094
 (V_b-V_B is not positive definite)

Cuadro 2.A Prueba de autocorrelación serial

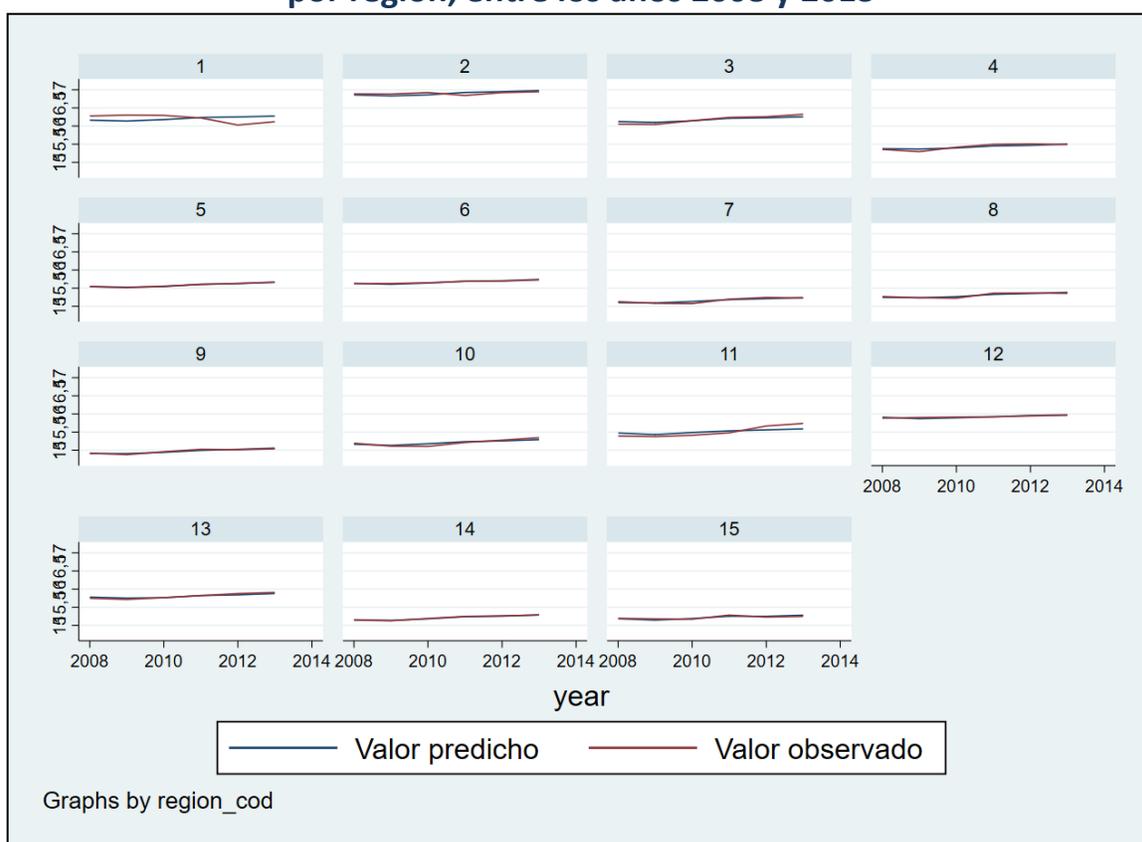
Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

$F(1, 14) = 21,043$

Prob > F = 0,0004

Gráfico 1A. Evolución de los valores observados y predichos del PIB per cápita, por región, entre los años 2008 y 2013





www.odepa.gob.cl