

Tarea 1.2. Suicidios y Desarrollo Económico: un caso para varios países

Hairo Ulises Miranda Belmonte

5 de febrero de 2019

Resumen

Se realiza un análisis sobre el nivel de suicidio en distintos países ante las condiciones socio-económicas; esto con la finalidad de encontrar alguna relación entre el desarrollo económico y la tasa de suicidios a nivel mundial. Para esto, se elabora una serie de descriptivos y se implementa un modelo de regresión de tipo panel. Entre los principales resultados se encuentra que el nivel de desarrollo social -medido con el índice de desarrollo social-, afecta de forma positiva el crecimiento económico -medido con el PIB-, e incrementos en los niveles de suicidio se relacionan con reducciones en el crecimiento económico.

1. INTRODUCCIÓN

Es bien sabido en la literatura especializada la relación del nivel de suicidios y el crecimiento económico. Henrey y Short (1954)[2], hablan sobre el comportamiento contra-cíclico de estas variables; argumentando que la tasa de suicidios es baja conforme la economía se encuentra en expansión

y viceversa. No obstante, existen posturas que argumentan lo contrario; Ginsberg (1996)[1], presenta evidencias sobre el comportamiento pro-cíclico del nivel de suicidio, ya que la tasa de suicidios cae cuando la fase del ciclo económico se encuentra en recesión, y a manera contraria, incrementa en época de expansión.

En este trabajo, se pretende explorar los argumentos del párrafo anterior; con el fin de contestar la pregunta sobre el tipo de relación entre los niveles de suicidio en el mundo y el crecimiento y desarrollo en el tiempo. De esta manera, el documento se estructura de la siguiente forma; en la sección 2, se describe la base que se utiliza en el análisis; en la sección 3, se presentan algunos descriptivos; en la sección 4, el modelo econométrico para contestar la pregunta del trabajo; en la sección 5, principales resultados; en la sección 6, la identificación del modelo; y por último, conclusiones del trabajo.

2. DESCRIPCIÓN DE LA BASE

La base que se utiliza lo conforma 27,820 registros y 12 variables, dando un total de 333,840 observaciones. Se tienen 101 países con información para distintos años (algunos de 1985 hasta el 2016). En el cuadro 2.1, se presentan las variables de la base.

Cuadro 2.1: Descripción de variables

Variable	Descripción
i_country	País
year	Año
sex	Sexo
age	Edad por Rangos
suicides_no	Número de suicidios
population	Población
suicides.100k.pop	Suicidios por cada 100k
country_year	País_Año
HDI.for.year	Índice de desarrollo humano
gdp_for_year....	GDP
gdp_per_capita....	GDP per capita
generation	Generación

Como se mencionó previamente, son 101 países para los años 1985 al 2016,- en algunos casos menos años-; asimismo, la variable sex, refleja el genero (mujer y hombre); la variable age, reporta la edad por rangos, realiza 6 intervalos de edad: de 5 a 14 , de 15 a 24, de 25 a 35, de 35 a 54, de 55 a 74 y de 74 a más; la tasa de suicidios (suicide.100k) es el número de suicidios dividido por la población¹; HDI es el índice de desarrollo humano que se encuentra en porcentaje (0 al 1), y se compone de tres dimensiones; salud, que toma en cuenta la expectativa de vida y los años de escuela esperados; educación, medido con los años medios de escolaridad; y por último los estandares de vida, medido con el producto interno bruto. ²; el producto interno bruto (PIB) en millones (dolares) y el per- capita (PIB entre población); por último, una variable que registra el cohorte generacional (Boomers, generación G.I, x, y z, millenials y silent).

Esta base, al tener información para cada rango de edad, no se encuentra con valores agregados; es por esto, que se agrega la información por país y año para las variables de suicidio, índice de desarrollo humano, producto

¹Nota: los países de Dominica y Saint Kitts and Nevis, no reportan delitos en ningún año.

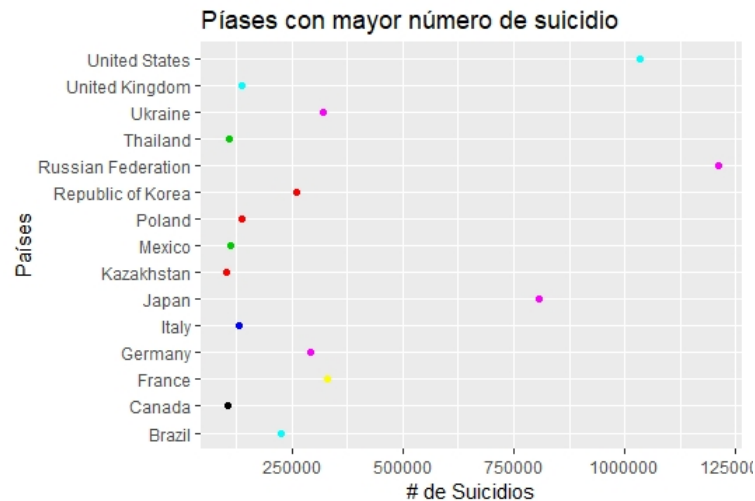
²ver la definición en http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2018_technical_notes.pdf

interno bruto, el per-capita, la tasa de suicidios y la población. De esta manera, la dimensión de la base es la siguiente: 2321 filas y 5 variables, dando un total de 11,605 observaciones³. A su vez, cabe mencionar, que la variable del índice de desarrollo humano, presenta inconsistencia en términos de tener una gran cantidad de valores perdidos; esto debido que se desarrollo en 1990, y muchos de los países carecían de instituciones formales que desarrollen dichos estadísticos[4].

3. DESCRIPTIVOS

A continuación se presenta una serie de descriptivos para una identificación previa del problema. En la figura 2.1, como se puede observar, se tiene a los países con mayor número de suicidios. Se puede ver que la federación rusa, estados unidos y japon, son los países con el mayor número de suicidios⁴.

Figura 3.1: Países con mayor número de suicidio



Nota: No se diferencia por año

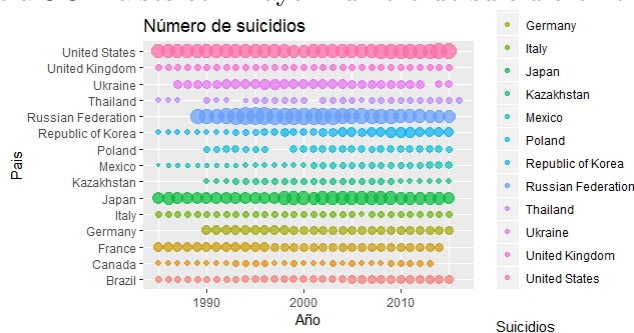
³Nota: no se eliminaron países ni valores perdidos

⁴En el apéndice se muestra de manera más detallada; i.e, diferenciando por año, cuadro 7.2 y 7.1.

Sin embargo, estos países han crecido de una forma exponencial en los últimos años; de esta manera, en la figura 2.1, se pretende controlar el efecto del tiempo en términos del crecimiento demográfico respecto a los niveles de suicidios.

Lo que se puede observar, es que tanto Estados Unidos, Japón y la Federación Rusa, han presentados niveles de suicidio bastante constantes en el tiempo; no obstante, cabe mencionar, que el nivel de suicidios para estos países incrementa - en algunos considerablemente, otros ligeramente-, en los años 2000, fecha en el cual muchos países entran en una fase de recesión económica debido a la caída de bolsa de valores estadounidense, afectando las economías del mundo.

Figura 3.3: Países con mayor número de suicidio en tiempo



Nota: Tamaño de burbuja crece conforme al número de suicidio

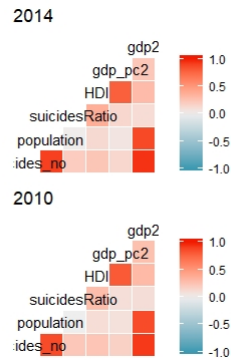
Lo anterior nos habla de una posible relación en nuestras variables; es por eso, que en la figura 3.5, se presenta un cuadro de correlación que colorea la intensidad de correlación, esto para los años 2010 y 2014, periodo en el cual los efectos de las crisis se habían desvanecido. A su vez, las figuras 3.6 y 3.7, presentan información de la medida de dependencia lineal entre las variables en forma de matriz de correlación⁵.

Como se puede observar, en la figura 3.5, si el bloque es rojo se habla de una correlación positiva, todo lo contrario si es azul; también, si la

⁵Nota: para el calculo de la correlación muestral entre variables, no se diferencia por país, y los valores perdidos del índice de desarrollo humano se omiten

intensidad es bastante, nos quiere decir que existe una alta relación entre las variables. De esta forma, lo primero que observamos es una correlación positiva entre todas las series, tanto para el año 2010 y 2014.

Figura 3.5: Correlación entre las variables



Por otro lado, y para ser más puntuales, en las figuras 3.6 y 3.7, podemos ver la interacción (diagrama de dispersión) entre las variables y el valor del estadístico de correlación. Vemos que la correlación para el año 2010, entre el índice de desarrollo humano y la tasa de suicidios es de solo .278, y de .0916, para el PIB per-capita y la tasa de suicidios. No obstante, para el año 2014, solo la relación del índice de desarrollo humano y la tasa de suicidios incrementa a un nivel de 0.365.

Figura 3.6: Matriz de correlación

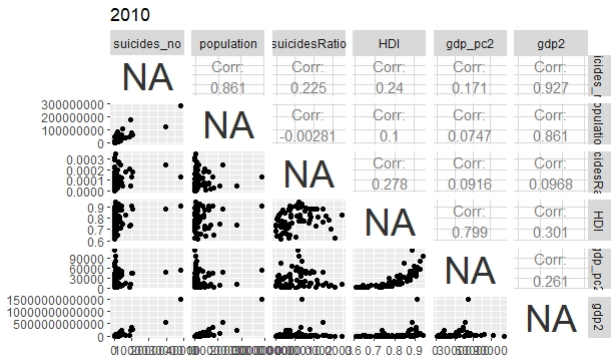
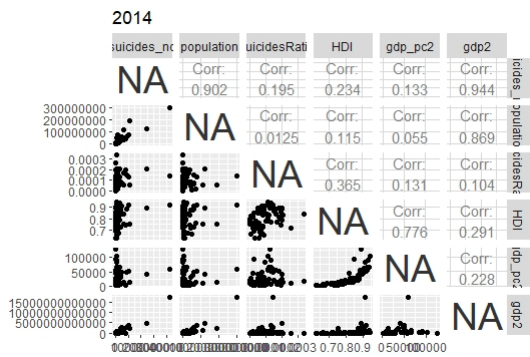


Figura 3.7: Matriz de correlación

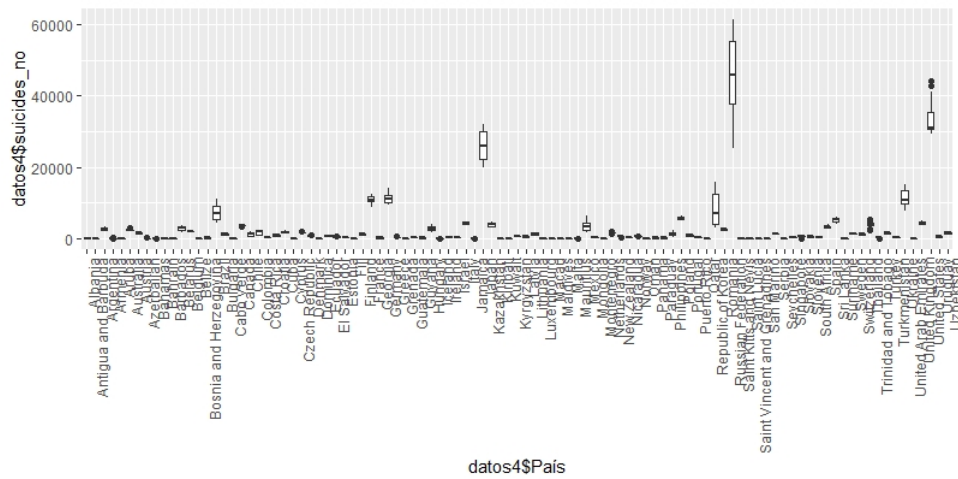


Estas correlaciones hablan de una relación muy baja entre el suicidio y el desarrollo económico en el mundo; no obstante, la relación entre las variables puede verse influida por las distintas características entre los países. Es por eso, que en la figura 3.8, se presenta un gráfico de cajas, el cual mide la variabilidad que presentan los países en el número de suicidios⁶.

⁶Nota: no se diferencia por años.

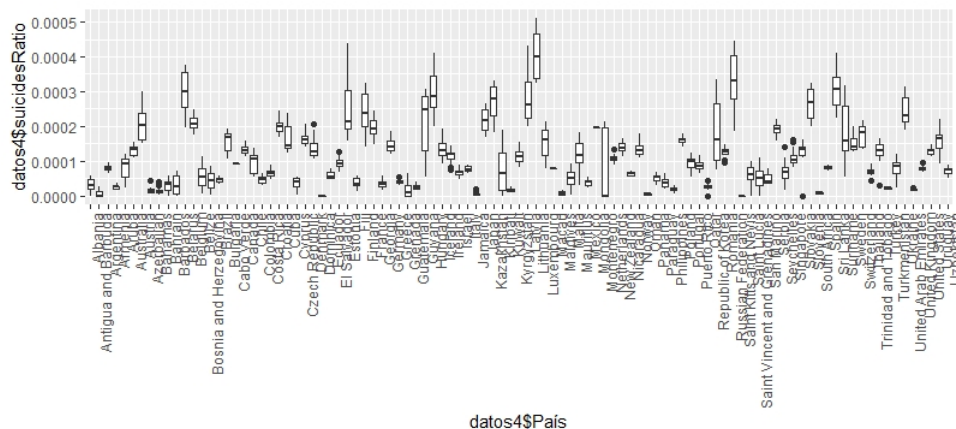
A primera vista se logra ver los altos niveles de suicidio de los países como Rusia, Jamaica, Qatar, Estados Unidos, y entre otros. No obstante, como ya se había mencionado, el crecimiento entre los países resulta ser diferente; de esta manera, en la figura 3.9, se presenta el gráfico de barra que mide la tasa de suicidios por cada cien mil habitantes. Como podemos notar, el efecto de variabilidad entre los países se hace presente; a su vez, vemos niveles de delitos mayores en algunos países, como lo son Kyrgystan, Rusia, Estados Unidos, El salvador, Barbados, entre otros.

Figura 3.8: Box plots: Número de suicidios en distintos países



Nota: No se diferencia por año

Figura 3.10: Box plots: Número de suicidios por cada cien mil habitantes en distintos países

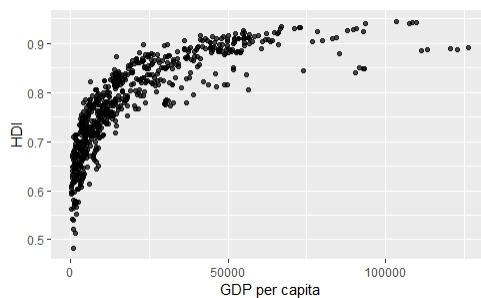


Nota: No se diferencia por año

La variabilidad que se encuentra hace referencia en como los países reaccionan de forma distinta a los niveles de suicidio; sin embargo, las variables de desarrollo económico (PIB per-capita e índice de desarrollo humano), suelen ser más estables. Para esto, en la figura 3.12, se presenta un gráfico de dispersión entre el PIB per-capita y el índice de desarrollo humano, el cual no se diferencia ni por año y ni por país. Lo que se puede observar claramente, es en lo que en economía se conoce, un efecto estacionario en la curva de crecimiento económico; i.e, que llega un momento en el que el nivel de crecimiento desacelera, y este llega un punto donde el desarrollo económico ha mejorado considerablemente; sin embargo este crecimiento se estabiliza hasta recibir una nueva inversión en tecnología.

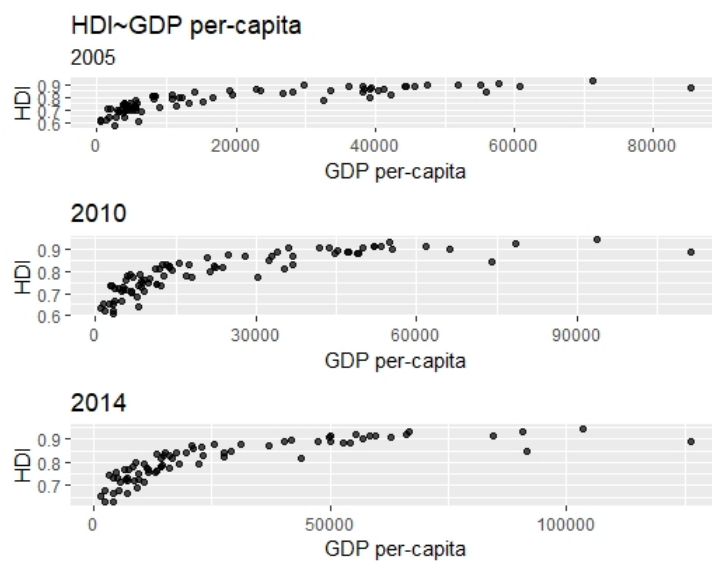
En la figura 3.1, se muestra el efecto anterior pero para los años 2005, 2010, y 2014, el cual muestra el mismo comportamiento.

Figura 3.12: Gráfico de dispersión: índice de desarrollo humano y PIB per-capita



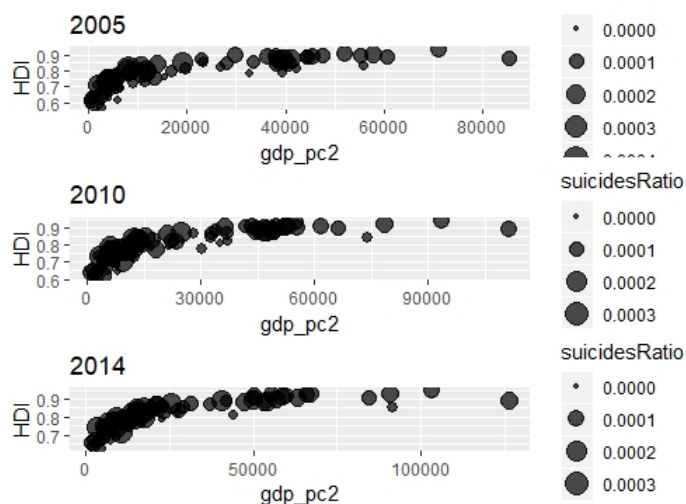
Nota: No se diferencia por año

Figura 3.14: Gráfico de dispersión: índice de desarrollo humano y PIB per-capita



Para finalizar esta sección, en la figura 3.15, se presentan gráficos de burbujas, los cuales miden la relación del índice de desarrollo humano respecto al PIB, per-capita, controlando con la tasa de suicidios⁷. Lo que se logra observar, es que para los tres años, los niveles altos de desarrollo social se relacionan con niveles altos de PIB per-capita; sin embargo, no se logra observar claramente el control por la tasa de suicidios, esto debido a la posible alta variabilidad entre los países.

Figura 3.15: Gráfico de dispersión: índice de desarrollo humano, PIB per-capita y tasa de suicidios



Nota: tasa de suicidios= suicidios por cada 100 mil habitantes

Nota: puntos de dispersión incrementan conforme aumenta la tasa de suicidios

Como se mencionó en algunos de los descriptivos, la variabilidad en el nivel de suicidios puede ser factor clave para observar la relación entre el suicidio y el desarrollo económico entre los países. Es por eso que se propone un modelo de tipo panel, el cual se explica en la siguiente sección.

⁷Nota: es importante mencionar que el efecto del crecimiento demográfico se controla al utilizar la tasa de suicidios y el PIB per-capita.

4. MODELO ECONÓMETRICO

En esta sección se presentan los modelos a utilizar como ejercicio de regresión. Se considera realizar regresión de tipo panel, el cual al tener valores perdidos y una base con falta de observaciones, para distintas entidades, se considera como un panel no balanceado.

Una de las características de estos modelos es que considera datos transversales y longitudinales, en los cuales se crea diferencia entre grupos y obtienen un control sobre la heterogeneidad; en contraste al método de mínimos cuadrados ordinales que no considera esta heterogeneidad entre individuos y tiempo. Para realizar dicho control, existen modelos como el mínimo cuadrados controlando con variables binarias (dummy), las cuales cada una de ellas absorbe el efecto particular de cada entidad.

Siendo lo anterior, a continuación se presentan tres modelos básicos para tratar datos con estas características. Entre estos modelos, se encuentran el *pooled*, efectos fijos y efectos aleatorios.

Regresión Pooled

La regresión tipo *pooled*, no es más que mínimos cuadrados aplicados a un panel de dato; i.e, que no se diferencia una estructura tipo panel. Se asume homocedasticidad en el término de error y no correlación entre unidades en diferentes periodos de tiempo.

Efectos Fijos

Al utilizar efectos fijos se pretende analizar el impacto de las variables sobre el tiempo. Estos modelos pretenden explorar la relación entre las variables dependientes e independiente dentro de una entidad; además, uno de los supuestos del modelo es que cada entidad presentan sus propias características que impactan o sesgan de forma distinta a la variable de salida. Asimismo, estas particularidades son únicas entre cada individuo, y no deben presentar estructura de autocorrelación respecto a otros. A su vez, efectos fijos remueve las características de variables que no cambian con el tiempo, introduciendo estas variaciones en el intercepto, con la finalidad de obtener la variación neta entre las variables de entrada y salida.

A continuación se presenta el modelo:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

En donde α_i , es el intercepto, que se asume como desconocido para cada

entidad; y_{it} , es la variable de respuesta para la entidad i en el tiempo t ; x_{it} , es la variable dependiente de la entidad i en el tiempo t ; β es el coeficiente de la entidad i ; por último, u_{it} es el termino de error para cada i en el tiempo t .

Efectos Aleatorios

A diferencia a los modelos de efectos fijos, los modelos de efectos aleatorios, asumen que las variaciones entre las entidades son aleatorias, y no contemplan estructuras de correlación entre las variables dependientes e independiente. A su vez, estos modelos permiten variables que no cambian en el tiempo (i.e, sexo), que en el caso de efectos fijos lo absorbo el coeficiente del intercepto.

$$y_{it} = \beta_1 x_{it} + \alpha_1 + u_{it} + \epsilon_{it}$$

Entre algunos supuestos se tienen; no existe correlación entre el termino de error y las variables dependientes, lo cual permitiendo ver los efectos de las variables que no cambian con el tiempo. De esta manera, y debido a lo anterior, al tener entidades con características distintas, las cuales pueden influir de forma diferente a la variable de salida, efectos aleatorios es un modelo adecuado.

5. RESULTADOS

En esta sección, se presenta la librería que se utiliza para las regresiones y se expresa el modelo que se planteó junto con los principales resultados. Cabe mencionar que las regresiones se realizaron en el software R version 3.5.2.

La librería que se utiliza es *plm*, que en ingles es: *Linear model for panel data*. En la cual, se utiliza la función ya conocida *lm* para realizar transformación de datos. Por otro lado, *plm* realiza estimaciones de tipo *pooled*, efectos fijos y efectos aleatorios; también, logra lidiar con paneles que no se encuentran balanceados; asimismo, para los valores perdidos en la base de datos, la función *plm* simplemente los omite⁸.

El modelo que se plantea es el siguiente:

Efectos fijos

$$GDPper - capita_{it} = \beta_1 IDH_{it} + \beta_1 Suicidio,100k_{it} + \alpha_1 + u_{it}$$

⁸Para una explicación más detallada visite: <https://cran.r-project.org/web/packages/plm/plm.pdf>

Efectos Aleatorios

$$GDPper - capita_{it} = \beta_1 IDH_{it} + \beta_2 Suicidio,100k_{it} + \alpha_1 + u_{it} + \epsilon_{it}$$

Regresión tipo *Pooled*

$$GDPper - capita = \beta_1 IDH + \beta_2 Suicidio,100k + \alpha_1 + \epsilon$$

En donde; $GDPper - capita_{it}$ es el pib per-capita (millones de dolares), para el país i en el tiempo t ; IDH_{it} es el índice de desarrollo humano para el país i en el tiempo t ; $Suicidio,100k_{it}$ es el número de suicidios por cada cien mil habitantes.

En el cuadro 5.1, se presenta la salida de la regresión de efectos fijos. Podemos observar que el coeficiente del índice de desarrollo humano es positivo y significativo (p-valor) al 95 %, y que el coeficiente de la tasa de suicidios es negativo y estadística mente significativo (p-valor); también, el ajuste del modelo (R^2) es del .55, y el modelo en su totalidad (estadístico F), es adecuado con el criterio de un p-valor menor a .05⁹.

⁹Los efectos fijos, es decir, los interceptos para cada país se encuentra en el apéndice, en el cuadro 7.3

Cuadro 5.1: Efectos fijos

```

Oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio,
     data = datos3, model = "within", index = c("País",
        "Año"))

Unbalanced Panel: n = 39, T = 1-31, N = 697

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-22137.3  -9417.3  -2381.5   6200.8   75283.3

Coefficients:
                Estimate Std. Error t-value      Pr(>|t|)
datos3$HDI          194883      6471 30.1164 < 0.00000000000000022 ***
datos3$suicidesRatio -35447017    6902130 -5.1357      0.0000003711 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    316130000000
Residual Sum of Squares: 131930000000
R-Squared:              0.58268
Adj. R-Squared: 0.55723
F-statistic: 457.959 on 2 and 656 DF, p-value: < 0.000000000000000222

```

La interpretación del modelo es la siguiente; el PIB per-capita al variar en el tiempo incrementa 194,883 dólares en promedio por país, cuando el índice de desarrollo humano incrementa una unidad porcentual. De la misma forma, el PIB per-capita, al cambiar en el tiempo disminuye en promedio por país 35,447,017 dólares, esto ante incrementos de una unidad porcentual de la tasa de suicidios.

En el cuadro 5.2, se presenta la salida de la regresión de efectos aleatorios. Podemos observar que el coeficiente del índice de desarrollo humano es positivo y significativo (p-valor), y que el coeficiente de la tasa de suicidios es negativa y estadística mente significativo (p-valor); también, el ajuste del modelo (R^2) es del .608, y el modelo en su totalidad (estadístico F), es adecuado con el criterio de un p-valor menor a .05.

Cuadro 5.2: Efectos aleatorios

```

Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio,
     data = datos3, model = "random", index = c("País",
        "Año"))

Unbalanced Panel: n = 39, T = 1-31, N = 697

Effects:
              var      std.dev share
idiosyncratic 201113687      14182      1
individual           0           0      0
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
    0      0      0      0      0      0

Residuals:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-24638.5 -9372.6 -3487.8  6160.4  83502.9

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept)   -124938.2    4501.1 -27.7572 < 0.00000000000000022 ***
datos3$HDI      192715.8    5886.1  32.7409 < 0.00000000000000022 ***
datos3$suicidesRatio -32240230.7  6623639.7 -4.8674  0.00000113 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 355300000000
Residual Sum of Squares: 139220000000
R-Squared: 0.60817
Adj. R-Squared: 0.60704
chisq: 1077.17 on 2 DF, p-value: < 0.00000000000000022

```

Su interpretación es la siguiente; el PIB per-capita varía en promedio 192,715 dólares, cuando el índice de desarrollo humano cambia en el tiempo y entre países una unidad porcentual. Para el caso del suicidio, afecta

de manera negativa el PIB per-capita en 32,240,230 dolares, al variar en el tiempo y entre países una unidad porcentual.

Por último, en el cuadro 5.3, se presenta la regresión tipo *pooled*. Se observa el mismo comportamiento en los modelos anteriores, una relación negativa entre el PIB per-capita y tasa de suicidios, y positiva para la relación con el índice de desarrollo humano. El ajuste del modelo es similar al de efectos aleatorios y la interpretación es la misma que una regresión lineal.

Cuadro 5.3: Regresión *pooled*

```
Pooling Model

call:
plm(formula = datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio,
     data = datos3, model = "pooling", index = c("País",
     "Año"))

Unbalanced Panel: n = 39, T = 1-31, N = 697

Residuals:
    Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.
-24638.5  -9372.6  -3487.8   6160.4  83502.9

Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
(Intercept)   -124938.2    4501.1  -27.7572 < 0.00000000000000022 ***
datos3$HDI      192715.8    5886.1   32.7409 < 0.00000000000000022 ***
datos3$suicidesRatio -32240230.7  6623639.7  -4.8674  0.000001401 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares: 355300000000
Residual Sum of Squares: 139220000000
R-Squared: 0.60817
Adj. R-Squared: 0.60704
F-statistic: 538.584 on 2 and 694 DF, p-value: < 0.00000000000000022
```

6. IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Hausman

A continuación, se presenta el test Hausman, el cual decide entre los modelos de efectos fijos o efectos aleatorios. La hipótesis nula es que el mejor modelo es de efectos aleatorios, en contraste a la alternativa que se prefiere efectos fijos.

Cuadro 6.1: Prueba Hausman FE vs RE

```
Hausman Test

data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
chisq = 2.8712, df = 2, p-value = 0.238
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

Al tener un p-valor mayor a .05, no se puede rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, el mejor modelo es de efectos aleatorios.

Prueba F

La prueba F nos ayuda a determinar si efectos fijos es deseable respecto una regresión de mínimos cuadrados, en nuestro caso la regresión tipo *pooled*. La hipótesis nula se encuentra en términos de que mínimos cuadrado es mejor que efectos fijos.

Cuadro 6.2: Prueba F para efectos individuales

```
F test for individual effects

data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
F = 0.95361, df1 = 38, df2 = 656, p-value = 0.5515
alternative hypothesis: significant effects
```

El p-valor es de .5515, lo cual hace que no se tenga evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula; siendo así, se es mejor una regresión lineal

que una de efectos fijos. De esta manera, las dos pruebas realizadas hasta ahora indican que no se utilice efectos fijos, haciendo que el análisis se centre con los modelos de efectos aleatorios y regresión *pooled*.

Multiplicador de lagrange

Para identificar que modelo es mejor entre efectos aleatorios y *pooled*, se utiliza el test *LM*, que ayuda a decidir entre efectos aleatorios y una regresión de mínimos cuadrados. La hipótesis nula en el test *LM* es que la varianza entre entidades es cero. Esto es, que no hay diferencia significativa entre las unidades, y por lo tanto no existe algún efecto tipo panel.

Cuadro 6.3: Multiplicador de lagrange test

```
Lagrange Multiplier Test - (Breusch-Pagan) for unbalanced panels

data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
chisq = 0.09252, df = 1, p-value = 0.761
alternative hypothesis: significant effects
```

Como podemos observar, el p-valor es de .76, lo cual hace que no se tenga evidencia para rechazar la hipótesis nula de no existencia de un efecto tipo panel. De esta manera, el mejor modelo sería el *pooled*; no obstante, consideramos efectos fijos para realizar el análisis de forma más realista; i.e., que en la realidad los países son distintos y existe diferencia entre ellos.

Test de autocorrelación

A continuación, se presentan el test de autocorrelación serial de Breusch-Godfrey.

Cuadro 6.4: Prueba de Autocorrelación: Regresión *pooled*

```
Breusch-Godfrey/wooldridge test for serial correlation in panel models

data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
chisq = 1.4784, df = 1, p-value = 0.224
alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors
```

Cuadro 6.5: Prueba de Autocorrelación: Efectos aleatorios

Breusch-Godfrey/wooldridge test for serial correlation in panel models

```
data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
chisq = 6.861, df = 1, p-value = 0.00881
alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors
```

Ambos modelos no presentan estructura de autocorrelación serial en sus respectivos términos de error.

Heterocedasticidad

Se presenta la prueba de Breusch-Pagan para detección de heterocedasticidad. La hipótesis nula de la prueba considera homocedasticidad en el término de error.

Cuadro 6.6: Test de Heterocedasticidad

Breusch-Pagan test

```
data:  datos3$gdp_pc2 ~ datos3$HDI + datos3$suicidesRatio
BP = 151.42, df = 2, p-value < 0.00000000000000022
```

Se observa que a ese p-valor se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad. Para resolver el problema de heterocedasticidad en el error se utiliza una matriz de covarianza más robusta. Esta matriz se estima mediante el método de White (1984) [3], realizando la estimación para los parámetros del modelo de efectos fijos y aleatorios. En grandes rasgos, dicho método asume la no existencia de autocorrelación entre grupos ni entre sus errores; sin embargo, permite heterocedasticidad ¹⁰.

En los cuadros 6.7 y 6.8, se presentan los coeficientes ya corregidos por heterocedasticidad, tanto del modelo *poole* y el de efectos aleatorios.

¹⁰para ver la estimación de los parámetros vease: White (1984 [3])

Cuadro 6.7: Robustes en coeficientes: regresión *pooled*

```
t test of coefficients:
      Estimate Std. Error t value
(Intercept)   -124938.2    8459.8 -14.7685 < 0.0
datos3$HDI     192715.8    11684.2  16.4937 < 0.0
datos3$suicidesRatio -32240230.7  6872863.6 -4.6909
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cuadro 6.8: Robustes en coeficientes: modelo efectos aleatorios

```
t test of coefficients:
      Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
(Intercept)   -124938.2    8459.8 -14.7685 < 0.00000000000000022 ***
datos3$HDI     192715.8    11684.2  16.4937 < 0.00000000000000022 ***
datos3$suicidesRatio -32240230.7  6872863.6 -4.6909      0.000003276 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

7. CONCLUSIÓN

Se analizó la relación entre los niveles de suicidio y el desarrollo económico; asimismo, se toma información de 101 países, cada uno con las variables de suicidio, producto interno bruto e índice de desarrollo humano.

Entre los principales resultados se encuentran; que las tasas de suicidio afectan de forma negativa el crecimiento del país (PIB per-capita) y que incrementos en índice de desarrollo humano se observa una mejora en el PIB per-capita.

Entre las limitantes se presentan la falta de observaciones para enriquecer el modelo, y la ausencia de la variable de desempleo para la construcción de un mecanismo de transmisión más directo entre suicidios y contexto económico.

En conclusión, se encuentra que para niveles altos de suicidio se le adjudica niveles bajos de desarrollo y crecimiento económico. Es decir, se encuentra lo ya mencionado por Henry y Short (1954)[2], el comportamiento contracíclico entre recesiones económicas e incrementos en los niveles de suicidio.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

- [1] Ginsberg, R. B., "Anomie and Aspirations." Dissertation Abstracts 27A(1966): 3945-3946.
- [2] Henry, A. F. and J. F. Short, Suicide and Homicide (New York: Free Press, 1954)
- [3] White, H. (1984) A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica* 48(4), pp. 817–838.
- [4] UNDP (2018). Human Development Indices and Indicators. 2018 Statistical Update

CÓDIGO EN R

Librerías:

```
1| getwd()
2| setwd("C:/Users/h_air/Desktop")
3| library("rggobi")
4| library("magrittr")
5| library("tidyverse")
6| library("pipeR")
7| library("knitr")
8| library("dplyr")
9| library("DescribeDisplay")
10| library("formattable")
11| library("grid")
12| library("gridExtra")
```

--

APÉNDICE

Cuadro 7.1: Número de suicidios para algunos países por año

Group.1	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Brazil	4228	4271	4672	4466	4463	4803	5156	5207	5508	5896	6536	6698	6891	6922	6507	6763
Canada	3258	3670	3591	3510	3491	3378	3593	3708	3803	3748	3968	3941	3681	3699	4074	3606
France	12501	12529	12161	11599	11715	11403	11502	11644	12251	12041	11819	11279	11139	10534	10268	10849
Germany	NA	NA	NA	NA	NA	13924	14010	13458	12690	12718	12888	12225	12256	11654	11160	11073
Italy	4759	4691	4516	4381	4342	4402	4453	4543	4697	4536	4569	4689	4694	4504	4115	4108
Japan	23257	25484	23663	22676	21013	20002	19780	20756	20353	20744	21249	21967	23280	31458	31115	29989
Kazakhstan	NA	NA	NA	NA	NA	3172	3082	3356	4019	4024	4706	4773	4642	4313	3991	4428
Mexico	1544	1714	1701	1703	1865	1926	2103	2237	2342	2588	2877	3008	3350	3312	3327	3456
Poland	NA	NA	NA	NA	NA	4970	5316	5713	5624	5519	5499	5446	NA	NA	5779	5841
Republic of Korea	3689	3458	3301	2949	3023	3159	3069	3533	4124	4212	4841	5857	6024	8569	7075	6444
Russian Federation	NA	NA	NA	NA	37921	39028	39281	45923	55846	61420	60548	57511	54746	51518	56974	56619
Thailand	2982	2798	3035	NA	NA	3753	3559	3550	NA	2307	4245	4443	4150	4963	5276	5182
Ukraine	NA	NA	10050	9751	10887	10645	10700	11666	12469	13826	14541	15160	14903	14789	14363	14467
United Kingdom	5105	4839	4594	4971	4361	4643	4547	4628	4462	4380	4315	4165	4143	4389	4448	4290
United States	29446	30892	30783	30388	30218	30895	30790	30471	31084	31123	31272	30879	30517	30558	29183	29343

Cuadro 7.2: Número de suicidios para algunos países por año

Group.1	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Brazil	7710	7697	7839	7995	8529	8618	8855	9184	9346	9429	9822	10295	10513	10631	11163	NA
Canada	3694	3650	3765	3613	3743	3512	3611	3705	3890	3951	3728	3926	4054	NA	NA	NA
France	10449	10643	10871	10804	10713	10423	10127	10353	10499	10379	10408	9743	9600	8881	NA	NA
Germany	11167	11176	11155	10741	10270	9775	9409	9459	9579	10030	10153	9896	10091	10217	10088	NA
Italy	4030	4069	4075	3986	3742	3700	3757	3904	3974	3989	4153	4257	4290	4147	3988	NA
Japan	29132	29715	31881	30034	30369	29769	30665	30073	30523	29411	28766	26338	25991	24357	23092	NA
Kazakhstan	4377	4240	4321	4394	3903	4076	4141	3997	3838	3609	3401	3240	3512	3119	2872	NA
Mexico	3760	3826	4070	4056	4274	4230	4285	4642	5023	4858	5558	5381	5711	6178	6234	NA
Poland	5855	5925	5836	6072	6045	5805	5284	5682	6477	6357	6113	6368	6218	5934	5420	NA
Republic of Korea	6911	8611	10898	11492	12011	10653	12174	12858	15402	15558	15906	14159	14426	13834	13510	NA
Russian Federation	56958	55024	51445	49096	45802	42614	41149	38211	37408	33356	31038	29643	28690	26541	25432	NA
Thailand	NA	4902	4484	4296	3937	3608	3754	3778	3787	3761	3873	3985	3961	3952	4205	4117
Ukraine	13131	12536	12313	11256	10621	10013	10032	9454	9715	9089	8973	9058	NA	7968	7574	NA
United Kingdom	4128	4117	3979	4183	4047	4122	3897	4259	4246	4188	4393	4444	4824	4788	4910	NA
United States	30607	31645	31477	32428	32629	33292	34596	36030	36900	38362	39508	40596	41143	42769	44189	NA

Cuadro 7.3: Intercepto estimado para cada país en modelos de efectos fijos

Albania	Antigua and Barbuda	Barbados	Belarus
-127355.1	-125387.9	-126605.5	-119994.9
Belgium	Cyprus	Czech Republic	Denmark
-125837.9	-125119.6	-123158.3	-123161.4
Dominica	Ecuador	Hungary	Iceland
-135815.9	-125297.2	-131485.6	-130808.0
Ireland	Israel	Mexico	Mongolia
-128922.7	-127982.1	-130460.2	-131281.6
Montenegro	Netherlands	New Zealand	San Marino
-131680.0	-126387.3	-126685.3	-138395.8
Serbia	Seychelles	Singapore	Slovakia
-130449.2	-127586.8	-124915.0	-125451.3
Slovenia	South Africa	Spain	Sri Lanka
-130029.5	-125729.6	-121622.6	-122565.3
Suriname	Sweden	Switzerland	Thailand
-129990.6	-121803.1	-125821.1	-129800.4
Trinidad and Tobago	Turkey	Turkmenistan	Ukraine
-122744.5	-122344.4	-126186.5	-129940.5
United Arab Emirates	United Kingdom	United States	
-117626.4	-123538.7	-123717.1	