



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES  
EN ECONOMÍA

Título

ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS Y CAMBIO  
CLIMÁTICO: un análisis para el Estado de Morelos,  
2009-2014.

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
Especialista en Econometría Aplicada

PRESENTA:

Augusto Ariel Aguilar Ayala

DIRECTOR:

Dra. Flor Brown Grossman

Ciudad de México, septiembre 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	3
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS PARTICULARES.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
NOTA METODOLÓGICA DE PANEL .....	7
REGRESIÓN AGRUPADA (POLED OLS).....	8
EFECTOS FIJOS O INTRA GRUPOS (WITHIN).....	9
EFECTOS ALEATORIOS. MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS.....	10
ESTIMACIÓN ENTRE GRUPOS (BETWEEN). .....	11
HIPÓTESIS: .....	12
VARIABLES.....	12
HECHOS ESTILIZADOS .....	13
Pruebas de correcta especificación.....	18
Normalidad	
Autocorrelacion: .....	18
CONCLUSIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS .....	29

## RESUMEN

Las enfermedades diarreicas agudas (EDA's) es una enfermedad infecciosa producida por virus, bacterias, hongos o parásitos, que afecta principalmente a niños menores de cinco años. Mundialmente causa 4.6 millones de muertes infantiles anuales, de los cuales el 70% ocurre por deshidratación, complicación más frecuente y grave de la enfermedad. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en todo el mundo, 780 millones de personas carecen de acceso al agua potable, y 2500 millones a sistemas de saneamiento apropiados. La diarrea causada por infecciones es frecuente en países en desarrollo. El objetivo principal del presente estudio es observar la relación que existe entre las EDA's y el Cambio Climático en el Estado de Morelos y así mostrar que la alteración del clima repercute en el número de casos de EDA's registrados. Para el análisis de los datos se consideró trabajar con metodología de datos panel, considerando los 33 municipios del Estado de Morelos, así como las variables de población, casos de EDA's, temperatura, precipitación, altitud, marginación, vivienda sin drenaje, vivienda sin refrigerador, demanda de agua, gasto de pozo, superficie de área urbana y centros de salud, del 2005 al 2014. Con base al análisis estadístico a realizar, se pretende observar que las variables de población, temperatura, precipitación y altitud son las más representativas, observando una correlación directa con los casos de EDA's. Considerando un aumento de la temperatura de 0.2°C por década proyectado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), para las próximas dos décadas en Morelos; se observaría un incremento en el número de casos de EDA's, en las localidades del Estado de Morelos que hasta la fecha presentan alta incidencia de la enfermedad, como consecuencia del cambio climático.

Palabras claves: EDA's, Panel, Cambio climático; Clasificación JEL: C22,I12,I18,Q54

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente estudio es observar la relación que existe entre las EDA's y el Cambio Climático en el estado de Morelos; así como el comportamiento que se espera de la enfermedad en los próximos años; permitiéndonos generar Políticas públicas encaminadas a reducir los casos de EDA's.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Promover políticas e inversiones estatales que apoyen el tratamiento de casos de enfermedades diarreicas y sus complicaciones, y que amplíen el acceso al agua potable y a los servicios de saneamiento en el municipio;
- Desarrollar y probar nuevas estrategias de prevención y control de la diarrea en esta esfera;
- Fortalecer la capacidad para realizar intervenciones de prevención, en particular las relacionadas con el saneamiento básico y el mejoramiento de las fuentes de abastecimiento, así como con el tratamiento y almacenamiento seguro del agua en los hogares;
- Desarrollar nuevas intervenciones sanitarias, mediante los Servicios de Salud de Morelos; tales como la inmunización contra los rotavirus; contribuir a la capacitación de personal de salud, especialmente en el ámbito comunitario.

## JUSTIFICACIÓN

En el periodo de calor se muestra un incremento en los casos de enfermedades diarreicas agudas, cabe señalar que aunado a esto se presentan ciclos de estiaje, imposibilitando el acceso de la población a agua superficial de buena calidad, esto podría afectar la carga de enfermedad de origen hídrico. (Magali, Arias y Riojas, 2013).

Las enfermedades diarreicas agudas (Chinchilla, 2006) presentan un patrón estacional, observándose una mayor incidencia en las temporadas cálidas donde se favorece la propagación de patógenos (Lesmana y Subekti, 2001). Además, los cambios en patrones globales de precipitación contribuyen al brote de estas enfermedades (Patz y cols., 2008). En países de clima templado las infecciones virales predominan en invierno, mientras que en los países tropicales los casos suelen ocurrir durante todo el año, aumentando su frecuencia durante la estación seca y los meses más fríos; mientras que las diarreas por bacterias tienden a suceder con mayor frecuencia en los meses más cálidos de la estación lluviosa.

El inusual calentamiento de las aguas oceánicas del Pacífico tropical altera la ecología regional y local. Los factores extremos propiciados por estos sucesos (inundaciones, lluvias copiosas y elevadas temperaturas), han estado asociados a incrementos en admisiones hospitalarias por EDA's, debido a que incrementos en la temperatura favorecen la proliferación de bacterias y parásitos que se ingieren a través del agua de consumo humano (Checkley et al., 2000; Hashizume et al., 2007). Además, se ha demostrado que las visitas a urgencias por infecciones gastrointestinales están relacionadas con la turbidez del agua para beber, controlando por el efecto de la temperatura (Schwartz et al., 1997). Otros estudios muestran asociación entre EDA's y el consumo de mariscos crudos, mal cocidos o alimentos contaminados presentando la mayor incidencia durante los meses cálidos (Tangkanakul et al., 2000; Daniels et al., 2000).

Por otro lado, algunos estudios sugieren que el cambio climático también puede afectar la salud a través de sus efectos sobre las floraciones nocivas de fitoplancton o algas que se desarrollan en aguas superficiales, estuarios y aguas costeras en cantidad suficiente para producir un cambio en la coloración del agua (Harvell et al., 1999). Otros estudios reportan que su proliferación podría incrementarse por cambios en la temperatura superficial del mar (TSM) que junto con la fuerza de los vientos son procesos mediadores entre la proliferación de especies de fitoplancton tóxico y la intoxicación en humanos por consumo de moluscos (Colwell, 1996).

La mortalidad por EDA's en México ha disminuido drásticamente desde la mitad del siglo pasado. En 1960, la muerte por EDA's ocupaba el primer lugar y descendió al décimo lugar en 1990, esto como resultado del programa de hidratación oral que se aplicó en 1984 (Terrés y Torres, 2002). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en todo el mundo, 780 millones de personas carecen de acceso al agua potable, y 2500 millones a sistemas de saneamiento apropiados; esta enfermedad sigue afectando a una gran proporción de la población mexicana y se posiciona en las primeras 10 causas de defunción con una tasa de 3,100 casos por cada 100,000 habitantes, siendo los más afectados niños menores a cinco años (Garrido, 1990; Kumate, 1990).

Magali, Arias y Riojas Observaron que “Una fuente de transmisión podría ser la toma de aguas contaminadas y falta de cloración en fuentes de abastecimiento”. Se ha observado que varios acuíferos en Morelos se encuentran contaminados con coliformes fecales, lo que puede transmitir enfermedades diarreicas (Ramírez, 2009; Robles Valderrama, 2009; Robles-Valderrama et al., 2010). Tal es el caso de acuífero de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec y Zacatepec (Ramírez et al., 2009; Robles Valderrama et al., 2009; Robles Valderrama et al., 2010). Además, en el acuífero de Zacatepec se observó que la cantidad de coliformes totales y fecales variaron a lo largo del año, encontrándose la mayor cantidad de ellos entre abril y julio (Ramírez et al., 2009).

## NOTA METODOLÓGICA DE PANEL

Para el análisis de los datos se consideró trabajar con metodología de PANEL, debido a que los datos de panel son observaciones de un mismo corte seccional para varios períodos de tiempo.

Cuando se trata de aplicaciones micro- económicas los datos son de individuos o empresas recopilados a través del tiempo; en ese caso casi siempre se tiene información de muchas unidades para períodos cortos de tiempo. También puede ser una colección de series de tiempo de distintas regiones o países usadas en análisis macroeconómicos; esa consiste, la mayoría de las veces, de pocas unidades observadas a través de series de tiempo extensas.

*“Una ventaja de usar datos de panel en estimaciones econométricas es que se obtiene aumentos en la precisión de los parámetros estimados, debido al gran número de observaciones utilizadas al combinar datos de corte seccional con los de series de tiempo”.* Sin embargo, ese beneficio sólo se obtiene si se corrige por cualquier tipo de correlación serial en las observaciones relacionadas con cualquier individuo. En ese tipo de estructura de datos, además, se puede controlar por efectos individuales no observables, que pudieran causar sesgos en estimaciones con otro tipo de datos.

Los datos de panel tienen una estructura que contiene mucha información, al contar con observaciones de unidades individuales a través del tiempo. Sin embargo, modelar relaciones entre variables con ese tipo de base de datos supone retos ingentes, ya que producen una matriz de variancia-covariancia de las variables consideradas que depende del tiempo y de las unidades particulares. Para algunos tipos de aplicaciones esa estructura de datos es la única que posibilita su examen, mientras que para otras el costo de aumentar la precisión se mide en términos de



la complicación en los cálculos de los posibles estimadores que pueden ser utilizados.

Figura 4.-Modelo general de regresión lineal con datos de panel.

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it} X_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2 \dots N \quad t = 1, 2 \dots T$$

Donde  $Y_{it}$  es la variable dependiente,  $X_{it}$  es un vector de variables independientes ( $K \times 1$ ),  $\varepsilon_{it}$  es el elemento aleatorio,  $i$  se refiere a individuos hay  $N$  de ellos, y  $t$  se refiere a la serie de tiempo que llega hasta el período  $T$ . Las otras letras griegas representan los parámetros del modelo:  $\alpha_{it}$  recoge los elementos particulares de los individuos que se presumen cambian a través del tiempo y  $\beta_{it}$ , muestra las pendientes de la ecuación, que son distintas para cada  $i, y, t$ .

Los modelos lineales de análisis de datos de panel pueden ser clasificados en dinámicos o estáticos, según incluyan o no en sus ecuaciones variables pertenecientes a distintos periodos temporales (Arellano y Bond, 1991).

## REGRESIÓN AGRUPADA (POLED OLS)

Este modelo es el elemental. Estima el siguiente modelo:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + U_{it}$$

Como se ha mencionado, es posible que  $Cov(X_{it}; u_{it}) \neq 0$ , entonces la regresión agrupada estará sesgada. Muchas veces dicha correlación es debida a un error de especificación por la ausencia de alguna variable relevante o la existencia de cualidades inobservables de cada individuo. Este problema puede solucionarse con una regresión de datos anidados. (Montero. R, 2011)

## EFFECTOS FIJOS O INTRA GRUPOS (WITHIN).

Los modelos de regresión de datos anidados, realizan distintas hipótesis sobre el comportamiento de los residuos, el más elemental y el más consistente es el de Efectos Fijos. Este modelo es el que implica menos suposiciones sobre el comportamiento de los residuos. (Montero. R,2011)

Supone que el modelo a estimar es ahora:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + U_{it}$$

Donde  $\alpha_i = \alpha + v_i$ , luego reemplazando queda:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + V_i + U_{it}$$

es decir, supone que el error ( $\epsilon_{it}$ ) puede descomponerse en dos una parte fija, constante para cada individuo ( $v_i$ ) y otra aleatoria que cumple los requisitos MCO ( $u_{it}$ ) ( $\epsilon_{it} = v_i + u_{it}$ ), lo que es equivalente a obtener una tendencia general por regresión dando a cada individuo un punto de origen (ordenadas) distinto. Esta operación puede realizarse de varias formas, una de ellas es introduciendo una dummy por cada individuo (eliminando una de ellas por motivos estadísticos) y estimando por MCO. Otra es calculando las diferencias. (Montero. R,2011)

Así, si

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + V_i + U_{it}$$

es cierto, también es cierto que:

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + V_i + U_i$$

El enfoque de efectos fijos (FE) considera  $\alpha_i$  como un término constante específico de grupo. En la formulación de este modelo se supone que las diferencias entre unidades pueden ser captadas a través de las diferencias en dicho término

constante. La estimación se lleva a cabo entonces en términos de desviaciones de las medias del grupo, es decir, mediante una regresión de  $y_{it} - \bar{y}_i$  sobre  $x_{it} - \bar{x}_i$ . (Cobacho y Bosch, 2004)

## EFFECTOS ALEATORIOS. MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS.

El modelo de efectos aleatorios tiene la misma especificación que el de efectos fijos con la salvedad de que  $v_i$ , en lugar de ser un valor fijo para cada individuo y constante a lo largo del tiempo para cada individuo, es una variable aleatoria con un valor medio  $\mu$  y una varianza  $\text{Var}(v_i) \neq 0$ . Es decir, la especificación del modelo es igual a

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + v_i + u_{it}$$

Salvo que ahora  $v_i$  es una variable aleatoria. Este modelo es más eficiente (la varianza de la estimación es menor) pero menos consistente que el de efectos fijos, es decir es más exacto en el cálculo del valor del parámetro, pero este puede estar más sesgado que el de efectos fijos. Significa que no estamos seguros del valor exacto en el origen que pueda tener cada individuo, sino que pensamos que este, probablemente gravitará en torno a un valor central. Eso suele ocurrir cuando tomamos una muestra de un gran universo de individuos. (Montero. R, 2011)

El enfoque de efectos fijos puede ser interpretado como exclusivamente aplicable a los grupos considerados en el estudio, pero no a grupos adicionales no incluidos en la muestra. En otros contextos, cuando los grupos considerados son extracciones muestrales de una población más grande, puede resultar más apropiado considerar que los términos constantes específicos de cada unidad están aleatoriamente distribuidos entre los grupos. Es en este caso que se considera un modelo de estimación de efectos aleatorios.

Una estimación de efectos aleatorios por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) consiste en una regresión de desviaciones parciales de las  $y_{it}$  sobre las mismas desviaciones parciales de las  $x_{it}$ .

### ESTIMACIÓN ENTRE GRUPOS (BETWEEN).

El modelo Between inhere la variabilidad entre unidades de sección cruzada con base a las medias de los grupos, es decir, se basa en una estimación de  $\bar{y}_1$ . Sobre  $\bar{x}_1$ . La estimación (BE) es también un modelo clásico de regresión lineal que por tanto puede ser estimado por MCO, y su principal atractivo es que permite obtener un estimador consistente para  $\sigma_\alpha^2$ , necesario para poder llevar a cabo una estimación por MCG.

Para nuestro estudio utilizaremos un modelo de estimación de datos de panel estáticos (Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Fijos o Estimación Within (intra), Efectos Aleatorios mediante Mínimos Cuadrados Generalizados y Estimación Between (entre)).

## HIPÓTESIS:

El incremento en la temperatura de 0.2 °C por década proyectado por IPCC, para las próximas dos décadas en Morelos, a consecuencia del cambio climático; significara un aumento en los casos de EDA's del Estado.

## VARIABLES

Con base a la información que se cuenta se plantea el siguiente modelo econométrico, que nos permitirá determinar si las EDA's tienen una relación con el cambio climático:

$$\begin{aligned} EDAs = & \beta_0 + \beta_1pob + \beta_2Cs + \beta_3tem + \beta_4precip + \beta_5alt + \beta_6et + \beta_7marg \\ & + \beta_8pisotier + \beta_9sinagua + \beta_{10}vivsindrenaje + \beta_{11}vivisinrefri \\ & + \beta_{12}cli + \beta_{13}daguapc + \beta_{14}da + \beta_{15}arpc + E_{it} \end{aligned}$$

Considerando las siguientes variables:

<i>Variable</i>	<i>Identificador</i>
<i>Enfermedades Diarreicas agudas</i>	<i>edas</i>
<i>Población</i>	<i>pob</i>
<i>Temperatura</i>	<i>tem</i>
<i>Precipitación</i>	<i>precip</i>
<i>Altitud</i>	<i>altitud</i>
<i>Extensión Territorial</i>	<i>et</i>
<i>Agua renovable per cápita</i>	<i>arpc</i>
<i>Marginación</i>	<i>marg</i>
<i>Clima</i>	<i>cli</i>
<i>Piso de Tierra</i>	<i>pisotierra</i>
<i>Vivienda sin Agua</i>	<i>sinagua</i>
<i>Vivienda sin Drenaje</i>	<i>vivsindrenaje</i>
<i>Vivienda sin Refrigerador</i>	<i>vivisinrefri</i>
<i>Demanda de Agua Per Cápita</i>	<i>daguapc</i>
<i>Demanda de Agua</i>	<i>da</i>

## HECHOS ESTILIZADOS

Contamos con 33 municipios con 20 observaciones, las observaciones incrementan en un año.

```
. xtset id t , year
      panel variable:  id (strongly balanced)
      time variable:  t, 2009 to 2014
      delta: 1 year
```

A continuación, se describen las variables a trabajar

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
id	198	17	9.546041	1	33
t	198	2011.5	1.712154	2009	2014
pob	198	55508.51	72538.88	6478	378552
cs	198	6.181818	4.133222	1	22
tem	198	21.43439	4.006193	11.7	35.18
precip	198	1222.644	589.8251	813.14	6052.91
edas	198	3026.874	4168.931	116	25177
altitud	198	1355.242	399.9184	890	2500
et	198	138.4221	85.31137	28.53	360.05
marg	198	2.454545	.7441512	1	3
cli	198	1.818182	.7176334	1	3
pt	198	9.258535	4.34655	1.69	22.58
sa	198	22.74495	17.5693	2.95	69.85
vsd	198	601.2105	407.2143	66.56	1862.38
vsr	198	12727.98	18537.56	731.02	100996
daguapc	198	1956.843	34.5033	1906.81	2007.57
daguapcp	198	1.09e+08	1.42e+08	1.30e+07	7.30e+08
da	198	18394.33	11580.13	1906.81	34063.6
arpc	198	1.11e+11	1.45e+11	1.30e+10	7.50e+11
sau	198	19.57475	19.19336	.92	89.35
precip2	198	1838882	3281073	661197	3.70e+07
tem2	198	475.4007	183.73	136.89	1237.63
ledas	198	5.643687	.855786	3.85	7.61
lpob	198	10.37955	.9934094	8.78	12.84
c1	198	.3636364	.4822651	0	1
c2	198	.4545455	.4991918	0	1
c3	198	.1818182	.3866723	0	1

Se obtienen los datos descriptivos del panel, observando que se encuentran bien balanceados, siendo 33 individuos con 6 observaciones temporales

```

id: 1, 2, ..., 33          n =          33
t: 2009, 2010, ..., 2014  T =          6
Delta(t) = 1 year
Span(t)  = 6 periods
(id*t uniquely identifies each observation)

```

```

Distribution of T_i:  min      5%      25%      50%      75%      95%      max
                   6         6         6         6         6         6         6

```

Freq.	Percent	Cum.	Pattern
33	100.00	100.00	111111
33	100.00		XXXXXX

Los regresores que no varían en el tiempo son el identificador, centros de salud, altitud, extensión territorial, marginación y clima; solo dos regresores presentaron variaciones entre los individuos tiempo y demanda de agua per cápita.

Para determinar qué modelo es el mejor para nuestros datos se realiza la prueba de Breusch and Pagan; mostrando los siguiente:

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$edas[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
edas	1.74e+07	4168.931
e	270411.2	520.0108
u	1590466	1261.137

Test: Var(u) = 0

```

chibar2(01) = 264.62
Prob > chibar2 = 0.0000

```

El p-value nos indica que podemos rechazar la Hipotesis nula; por lo tanto, los efectos aleatorios  $u_i$  son relevantes y es preferible usar la estimación de efectos aleatorios en vez de la agrupada.

Para poder determinar qué modelo ocupar entre efectos fijos y efectos aleatorios aplicamos la prueba de Hausman. Así pues, la Hipótesis nula de la prueba de Hausman es que los estimadores de efectos aleatorios y de efectos fijos no difieren sustancialmente. Si se rechaza la  $h_0$ , los estimadores sí difieren, y la conclusión es efectos fijos es más conveniente que efectos aleatorios. Si no podemos rechazar  $H_0$ , no hay sesgo de qué preocuparnos y preferimos efectos aleatorios que, al no estimar tantas *dummies*, es un modelo más eficiente.

	— Coefficients —			
	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
pob	.0861893	.0766159	.0095734	.0287069
precip	.0639436	.1301332	-.0661896	.0358069
sa	.56277	-.2621061	.8248762	.
vsd	-1.231841	-1.115977	-.1158648	.4734219
vsr	-.5038815	-.4224617	-.0814198	.0414467
daguapc	-1.394355	-.2829732	-1.111382	.1493821
daguapcp	-1.45e-06	.0000416	-.000043	8.91e-06
da	-.0103205	-.0138265	.003506	.
sau	31.23188	17.0835	14.14838	4.378885

b = consistent under  $H_0$  and  $H_a$ ; obtained from xtreg  
 B = inconsistent under  $H_a$ , efficient under  $H_0$ ; obtained from xtreg

Test:  $H_0$ : difference in coefficients not systematic

chi2(8) = (b-B)' [(V\_b-V\_B)^(-1)] (b-B)  
 = 5.41  
 Prob>chi2 = 0.7134  
 (V b-V B is not positive definite)

Con base al estadístico aceptamos la  $h_0$  que la diferencia entre los coeficientes no es sistemática, y se prefiere efectos aleatorios.



Durante el diagnóstico del mejor modelo se observó que mediante efectos fijos, este presentaba heterocedasticidad, esta se solucionó, trabajando mediante efectos aleatorios e incluyendo una diferencia a las variables temperatura y edas, para que el modelo ya no presente heterocedasticidad.

De acuerdo a los resultados mostrados a través de todos los modelos valorados (ver anexo), se observó que el modelo de efectos aleatorios era más eficiente, esto se corroboró mediante los coeficientes de las variables estimadas.

Derivado de los análisis realizados se determina trabajar mediante efectos aleatorios. El modelo de efectos aleatorios permite suponer que cada unidad transversal tiene un intercepto diferente. Este modelo se expresa como:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{lit} + e_{it}$$

Obteniendo lo siguiente:

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       198
Group variable: id                     Number of groups =        33

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.3403                      min =           6
    between = 0.8890                      avg =          6.0
    overall = 0.8780                      max =           6

Wald chi2(12) =       352.02
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =       0.0000

```

edas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
pob	.0695395	.0615426	1.13	0.259	-.0510817	.1901608
precip	.171623	.1679578	1.02	0.307	-.1575683	.5008142
altitud	-.4514409	.631829	-0.71	0.475	-1.689803	.7869213
et	2.349977	3.232935	0.73	0.467	-3.98646	8.686413
marg	653.6379	456.6897	1.43	0.152	-241.4575	1548.733
sa	-.2679163	2.444225	-0.11	0.913	-5.058509	4.522676
vsd	-1.29044	.5350488	-2.41	0.016	-2.339117	-.241764
vsr	-.40731	.1019691	-3.99	0.000	-.6071659	-.2074542
daguapc	.2741548	2.371158	0.12	0.908	-4.373229	4.921539
daguapcp	.0000454	.00002	2.27	0.023	6.24e-06	.0000846
da	-.013825	.0067614	-2.04	0.041	-.0270771	-.0005728
sau	17.26376	7.464454	2.31	0.021	2.633695	31.89382
_cons	-1949.983	5051.335	-0.39	0.699	-11850.42	7950.452
sigma_u	1261.1367					
sigma_e	520.01078					
rho	.85468615 (fraction of variance due to u_i)					

- Las variables temperatura y agua renovable per cápita no fueron significativas en la regresión, las variables vivienda sin drenaje, vivienda sin refrigerador, demanda de agua per cápita por pozo y superficies de áreas urbanas fueron las más significativas. Los resultados muestran una  $Rho=0.85$ ; las variables población y marginación no fueron significativas.

Se incluyen una diferencia en las variables enfermedades diarreicas agudas y temperatura, debido a que en la primera regresión no fueron significativas, así como ver su comportamiento:

```

Random-effects GLS regression              Number of obs   =       165
Group variable: id                       Number of groups =        33

R-sq:                                     Obs per group:
  within = 0.6400                          min =           5
  between = 0.8624                         avg =          5.0
  overall = 0.8587                         max =           5

Wald chi2(10) =       445.37
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Prob > chi2     =       0.0000

```

edas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
edas						
D1.	.4143902	.0437971	9.46	0.000	.3285494	.5002309
tem						
--.	57.54197	61.08155	0.94	0.346	-62.17567	177.2596
D1.	-223.3836	76.04643	-2.94	0.003	-372.4319	-74.33537
marg	591.3924	450.5073	1.31	0.189	-291.5856	1474.37
pt	-6.901778	8.41106	-0.82	0.412	-23.38715	9.583597
vsd	-1.151796	.4411668	-2.61	0.009	-2.016467	-.2871247
vsr	-.416296	.044554	-9.34	0.000	-.5036202	-.3289718
daguapc	-3.085354	1.242388	-2.48	0.013	-5.52039	-.6503184
da	.0018666	.0056975	0.33	0.743	-.0093002	.0130335
arpc	8.07e-08	6.20e-09	13.03	0.000	6.86e-08	9.29e-08
_cons	3394.058	3387.371	1.00	0.316	-3245.068	10033.18
sigma_u	1226.003					
sigma_e	332.26218					
rho	.93157768	(fraction of variance due to u_i)				

- Las diferencias de las variables temperatura y edas; así como las variables agua renovable per cápita, vivienda sin drenaje, vivienda sin refrigerador, demanda de agua per cápita por pozo y agua renovable per cápita fueron las más significativas. Los resultados muestran una  $Rho=0.93$ ; las variables población y marginación no fueron significativas. Derivado del análisis se procede a realizar las pruebas de correcta especificación, del modelo de efectos aleatorios.

### Pruebas de correcta especificación.

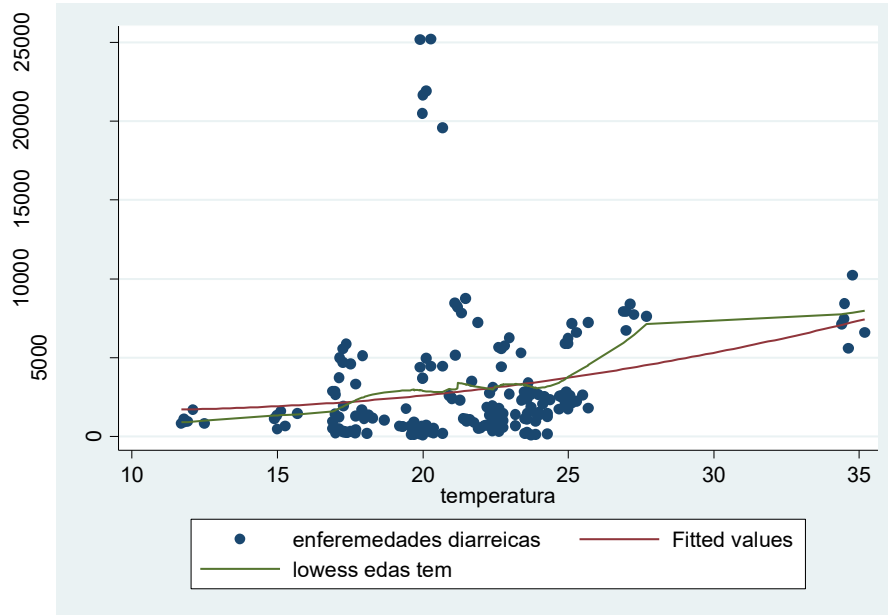
#### Autocorrelacion:

Se realiza la prueba de Wooldridge para observar si existe autocorrelación de primer orden.

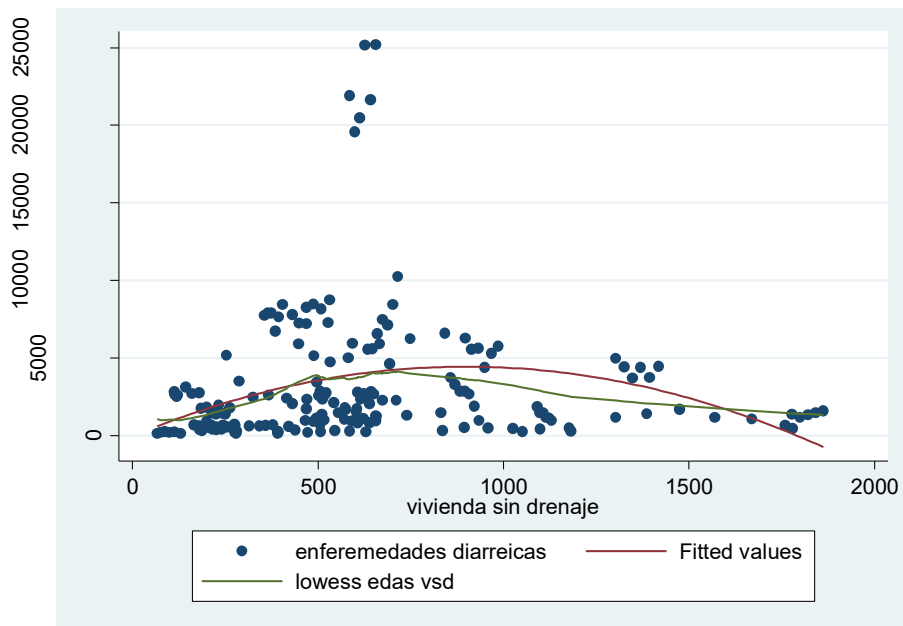
```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      32) =      1.067
      Prob > F =      0.3094
```

Se acepta la hipótesis nula de que no existe autocorrelación de primer orden.

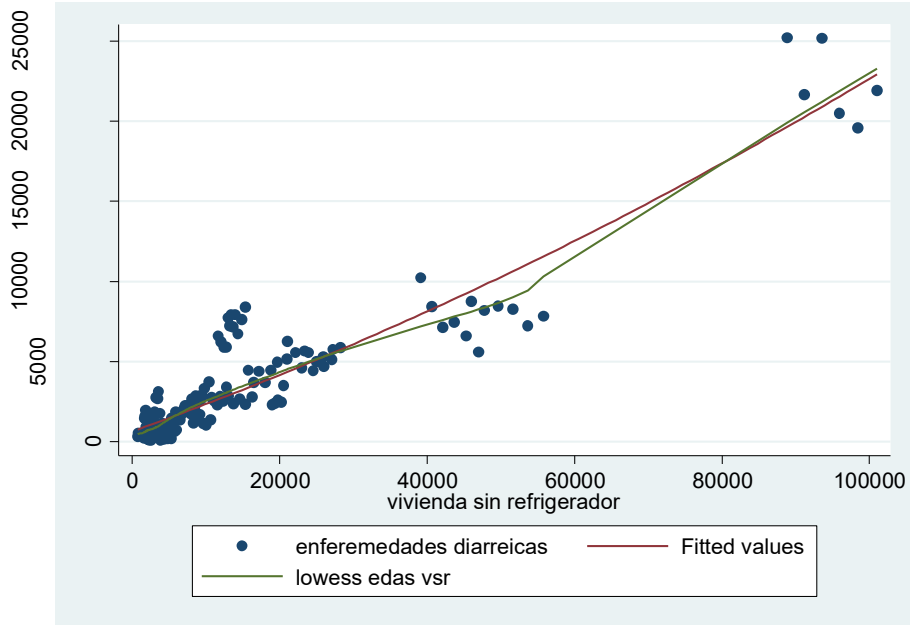
A continuación, se grafica la variable dependiente con las variables independientes más significativas, para observar la relación que existe y el comportamiento de las mismas.



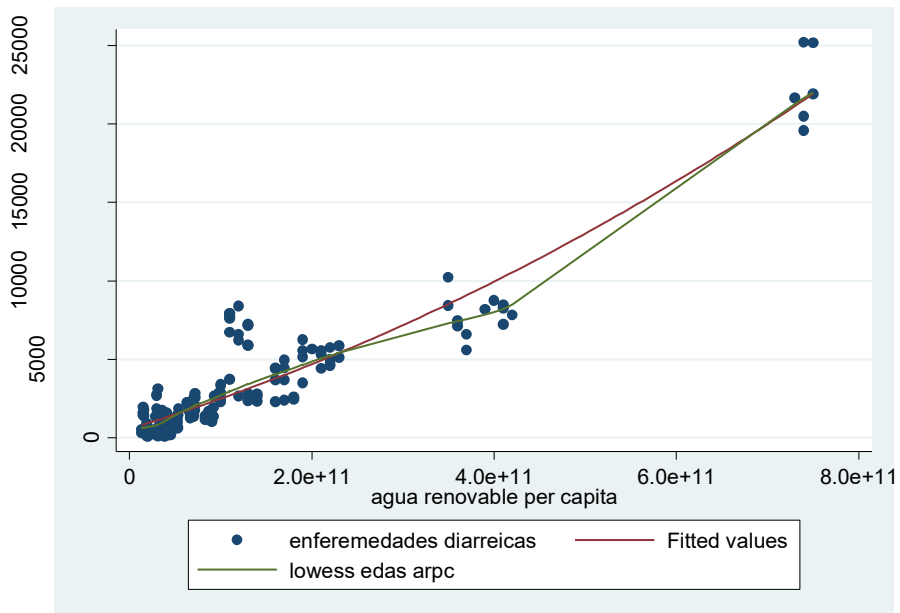
*Temperatura vs EDA's: con base al estadístico se observa que la mayor concentración de casos de EDA's se presenta en el rango de los 20 a 25°C.*



*Vivienda sin drenaje vs EDA's: con base a la bibliografía y al estadístico se observo que la mayor concentración de casos de EDA's se da en municipios que presentan problemas de drenaje o alcantarillado publico.*



*Vivienda sin refrigerador vs EDA's: los municipios que presentan alto grado de marginación, presentan el mayor numero de casos, esto se demuestra mediante la falta de refrigerador en las viviendas, lo anterior con base a que no se hace un adecuado manejo de los alimentos.*



*Agua renovable per cápita vs EDA's: al igual que viviendas sin drenaje y sin refrigerador, la variable agua renovable es una de las principales causas de EDA's*

en los municipios de alto grado de marginación. estos se observa mediante correlacion que existe.

Con base a las gráficas se puede observar que, un decremento en las variables de temperatura, vivienda sin refrigerador y vivienda sin agua existirá un decremento en las enfermedades diarreicas agudas. Y de forma inversa el incremento agua renovable per cápita incrementaran los casos de EDA's

A continuación, se muestra el comportamiento de los casos de EDA's, con base a sus elasticidades<sup>1</sup>:

<i>Variables</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Elasticidad</i>
<i>Temperatura</i>	-223.38	-1.581510628
<i>Marginación</i>	591.3	0.479486708
<i>Piso de tierra</i>	-6.9	-0.021105487
<i>Vivienda sin drenaje</i>	-1.15	-0.228417668
<i>Vivienda sin refrigerador</i>	-0.41	-1.724046591
<i>Demanda de agua per cápita</i>	-3.085	-1.994420863
<i>Demanda de agua per cápita por pozo</i>	0.0018	64.81934828
<i>Agua renovable per cápita</i>	8.07E-08	2.959389786

Como se muestra en la tabla de Elasticidades, las variables más significativas son: temperatura, vivienda sin drenaje, vivienda sin refrigerador, así como demanda de agua per cápita; si se atacaran estas variables los casos de enfermedades diarreicas agudas disminuirían.

---

<sup>1</sup> haciendo uso de la formula  $ed = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$

Con base al análisis se propone el siguiente modelo con base a efectos aleatorios:

$$\begin{aligned} \text{EDA's} = & 3394.05 - 223 \text{ temperatura} - 1.15 \text{ vivienda sin drenaje} - 0.41 \text{ vivienda sin} \\ & \text{refrigerador} - 3.085 \text{ demanda de agua per cápita} - 0.013 \text{ demanda de agua} + 591.3 \\ & \text{marginación} - 6.9 \text{ piso de tierra} + 8.07e^{-08} \text{ agua renovable per cápita} \end{aligned}$$

*A diferencia del modelo de efectos fijos, el modelo de efectos aleatorios considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Una práctica común en el análisis de regresión es asumir que el gran número de factores que afecta el valor de la variable dependiente pero que no han sido incluidas explícitamente como variables independientes del modelo, pueden resumirse apropiadamente en la perturbación aleatoria.*

## CONCLUSIONES

Con base a la información proporcionada por el estadístico, realizado por datos panel, en las múltiples regresiones realizadas, se observó que existen 5 variables explicativas (temperatura, vivienda sin drenaje, vivienda sin refrigerador, demanda de agua per cápita y agua renovable per cápita) del problema modelado para el Estado de Morelos. Cada regresión se comportó de forma distinta, tanto en ajuste como en variabilidad de los coeficientes. Se determina la siguiente ecuación:

$$EDA's = 3394.05 - 223 \text{ temperatura} - 1.15 \text{ vivienda sin drenaje} - 0.41 \text{ vivienda sin refrigerador} - 3.085 \text{ demanda de agua per cápita} - 0.013 \text{ demanda de agua} + 591.3 \text{ marginación} - 6.9 \text{ piso de tierra} + 8.07e^{-08} \text{ agua renovable per cápita}$$

La variable precipitación se observó no significativa, pero el primer rezago de la variable temperatura presenta un signo negativo en su coeficiente, con respecto a las demás variables, considerándose significativo.

Con base a la hipótesis planteada al inicio del presente trabajo de que “*El incremento en la temperatura de 0.2 °C por década proyectado por IPCC, para las próximas dos décadas en Morelos, a consecuencia del cambio climático; significara un aumento en los casos de EDA's del Estado de Morelos*”; podemos determinar que los estadísticos mostraron que existe una relación directa entre las variables climatológicas y las enfermedades diarreicas agudas.

Cabe hacer mención que las variables demanda de agua per cápita y agua renovable per cápita se observaron significativas y correlacionadas con las enfermedades diarreicas, esto quedo de manifiesto en la tabla de elasticidades, observando que los recursos hídricos son de gran importancia en cuestiones de incidencia de las enfermedades diarreicas agudas; es necesario la implementación



de políticas públicas encaminadas a generar ambientes sanitarios adecuados para la población.

“Las Enfermedades Diarreicas Agudas son el resultado de una combinación de factores sociales, económicos y ambientales; *investigaciones modernas han evidenciado que el mejoramiento de la salud poblacional, en cualquier sociedad, se ve determinado por la influencia genética, el estado biológico y la forma en que viven las personas y la sociedad misma, el estado del medio ambiente y la disponibilidad de los servicios de salud*” (Rev Cubana Med Gen Integr 1999;15(4):453-60).

La población que presenta el mayor número de casos de EDA's son las de escasos recursos, donde su casa habitación no cuenta con drenaje, existe falta de agua y no cuentan con refrigerador para la conserva de sus alimentos. La falta de conocimiento en aspectos sanitarios por parte de la población potencializa los casos de EDA's.

Es preciso mejorar los procedimientos de intervención sanitaria a las localidades con alto grado de marginación; concientizando a la población, en que sin su participación activa, los casos de EDA's no disminuirán.

## *BIBLIOGRAFÍA*

ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo. Evidence and an Application to Employment Equations". *Review of Economic Studies*, Vol. 58, pp. 277-297.

ARELLANO, M. (2003): *Panel Data Econometrics (Advanced Texts in Econometrics)*. Oxford Press.

ARELLANO, M. y BOVER, O. (1995): "Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Component Models". *Journal of Econometrics*, Vol. 68, pp. 29-51.

BALTAGI, B. (2001): *Econometric Analysis of Panel Data*. 2nd Edition. Wiley.

BARRO, R. y SALA I MARTIN, X. (1992): "Convergence". *Journal of Political Economy*, 100(2), pp. 223-51.

Checkley. W., L. Epstein. R. Gilman. D. Figueroa. R. Cama. J. Patz. y R. Black. R. 2000. Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. *The Lancet* 355(9202): 442450.

Chinchilla. M., A. Castro. L. Reyes. O. Guerrero. O. Calderon-Arguedas. y A. Troyo. 2006. Enfermedad de Chagas en Costa Rica: Estudio comparativo en dos épocas diferentes. *Parasitol. latinoam* 61(3-4): 138-145.

Colwell. R. 1996. Global climate and infectious disease: the cholera paradigm. *Science* 274(5295): 2025-2031.

Daniels. N., L. MacKinnon. R. Bishop. S. Altekruise. B. Ray. R. Hammond. S. Thompson. S. Wilson. N. Bean. y P. Griffin. 2000. *Vibrio parahaemolyticus* infections in the United States, 1973-1998. *The Journal of infectious diseases* 181(5): 1661-1666.

Garrido. F., G. Borges. V. Cárdenas. J.L. Bobadilla. J. Ibarra. C. Ruiz-Matus.1990. Mortalidad posneonatal por diarreas: un estudio de casos y controles. *Salud Pública Mex* 32: 261-268.

Granados, R. M. (2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. Universidad de Granada, 1-5.

Harvell. C., K. Kim. J. Burkholder. R. Colwell. P. Epstein. D. Grimes. E. Hofmann. E. Lipp. A. Osterhaus. y R. Overstreet. 1999. Emerging marine diseases--climate links and anthropogenic factors. *Science* 285(5433): 1505-1510.

Hashizume. M., B. Armstrong. S. Hajat. Y. Wagatsuma. A Faruque. T. Hayashi. y D. Sack. 2007. Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups. *International journal of epidemiology* 36 (5): 1030-1037.

Hurtado D., Arias M., Riojas R. 2013, Vulnerabilidad en Salud Asociada a la Variabilidad y Cambio Climático en el Estado de Morelos, Instituto Nacional de Salud Pública, Mexico.

Kumate. R.J. 1990. Política nacional del Programa de Control de las Enfermedades Diarréicas. México. Secretaría de Salud.

Lesmana. M. y D. Subekti. 2001. *Vibrio parahaemolyticus* associated with cholera-like diarrhea among patients in North Yakarta. Indonesia, *Diagn Microbiology Infections* 39(2): 71-75

OMS. 2006. Informal consultation on malaria: setting up the WHO agenda. Who global malaria Program. Geneva: World Health Organization.

OMS 2008. Cambio climático y salud humana-Riesgos y respuestas.

Patz. J., P. Epstein. T. Burke. y J. Balbus. 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. *Jama* 275(3): 217-223.

Ramírez E., E. Robles. M.G. Sainz. R. Ayala. E. Campoy. 2009. Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista internacional de contaminación ambiental* 25(4): 247-255.

Robles-Valderrama. E., E. Ramírez-Flores. A. Durán-Díaz. R. Ayala-Patiño. M.G. Sáinz-Morales. M.E. González-Arreaga. 2009. Estudio fisicoquímico y bacteriológico de la calidad del agua en pozos del acuífero de Cuernavaca, Morelos. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 5(2): 114-122.

Schwartz. J., R. Levin. y K. Hodge. 1997. Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia. *Epidemiology* 8(6): 615-620.

Tangkanakul. W., P. Tharmaphornpilas. D. Datapon. y S. Sutantayawalee. 2000. Food poisoning outbreak from contaminated fish-balls. Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet 83(11): 1289 1295.

## ANEXOS

Regresiones realizadas:

Modelo agrupado (POOLED)

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{lit} + e_{it}$$

```
. reg edas pob precip altitud et marg sa vsd vsr daguapc daguapcp da sau
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	198
				F(12, 185)	=	151.94
Model	3.1085e+09	12	259037950	Prob > F	=	0.0000
Residual	315401589	185	1704873.46	R-squared	=	0.9079
				Adj R-squared	=	0.9019
Total	3.4239e+09	197	17379984.7	Root MSE	=	1305.7

edas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
pob	-.2724089	.0827159	-3.29	0.001	-.4355966 -.1092212
precip	.3917758	.2213957	1.77	0.078	-.0450091 .8285606
altitud	-.400275	.2902406	-1.38	0.170	-.972882 .1723321
et	4.18454	1.409855	2.97	0.003	1.40308 6.966001
marg	838.2493	187.5366	4.47	0.000	468.264 1208.235
sa	-5.583706	5.392436	-1.04	0.302	-16.22228 5.054869
vsd	-.839551	.3594329	-2.34	0.021	-1.548665 -.1304366
vsr	.253123	.1014894	2.49	0.014	.0528976 .4533483
daguapc	9.307837	4.277149	2.18	0.031	.8695781 17.7461
daguapcp	.0001321	.000034	3.89	0.000	.0000651 .0001991
da	-.0266104	.0086815	-3.07	0.003	-.0437378 -.0094831
sau	48.73102	11.9665	4.07	0.000	25.12268 72.33936
_cons	-20041.1	8541.511	-2.35	0.020	-36892.39 -3189.81

Modelo de efectos fijos.

$$Y_{it} = v_i + \beta_1 X_{lit} + e_{it}$$

Se realizó la regresión mediante efectos fijos, observando colinealidad en las variables de altitud, extensión territorial y marginación, como se observó con anterioridad estas variables no varían en el tiempo (within).

Fixed-effects (within) regression  
 Group variable: id

Number of obs = 198  
 Number of groups = 33

R-sq:  
 within = 0.3841  
 between = 0.8672  
 overall = 0.8168

Obs per group:  
 min = 6  
 avg = 6.0  
 max = 6

corr(u\_i, Xb) = -0.9685

F(9,156) = 10.81  
 Prob > F = 0.0000

edas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pob	.0861893	.06742	1.28	0.203	-.0469845	.2193631
precip	.0639436	.1698603	0.38	0.707	-.2715794	.3994666
sa	.56277	2.334145	0.24	0.810	-4.047838	5.173378
vsd	-1.231841	.6756199	-1.82	0.070	-2.566385	.1027022
vsr	-.5038815	.1091954	-4.61	0.000	-.7195738	-.2881893
daguapc	-1.394355	2.35233	-0.59	0.554	-6.040883	3.252172
daguapcp	-1.45e-06	.0000218	-0.07	0.947	-.0000444	.0000415
da	-.0103205	.0066885	-1.54	0.125	-.0235322	.0028911
sau	31.23188	8.645726	3.61	0.000	14.15409	48.30968
_cons	7769.857	5174.729	1.50	0.135	-2451.72	17991.43
sigma_u	7007.9064					
sigma_e	520.01078					
rho	.994524	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u\_i=0: F(32, 156) = 40.23

Prob > F = 0.0000

Panel dinámico.

Arellano-Bond dynamic panel-data estimation      Number of obs      =      132  
 Group variable: id      Number of groups      =      33  
 Time variable: t

Obs per group:  
    min =      4  
    avg =      4  
    max =      4

Number of instruments =      18      Wald chi2(8)      =      66.11  
 Prob > chi2      =      0.0000

One-step results

edas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
edas						
L1.	-.3584143	.1124591	-3.19	0.001	-.5788301	-.1379985
tem	-291.6595	147.5489	-1.98	0.048	-580.85	-2.468965
marg	11910.06	2946.41	4.04	0.000	6135.202	17684.92
pt	-6.714985	11.76347	-0.57	0.568	-29.77096	16.34099
vsd	-1.779232	.8222425	-2.16	0.030	-3.390798	-.1676663
vsr	-.532451	.0753348	-7.07	0.000	-.6801045	-.3847976
daguapc	-9.424827	2.191144	-4.30	0.000	-13.71939	-5.130264
da	-.0052245	.0087356	-0.60	0.550	-.022346	.0118969
arpc	6.76e-08	1.57e-08	4.32	0.000	3.69e-08	9.83e-08
_cons	0	(omitted)				

Instruments for differenced equation

  GMM-type: L(2/.) .edas

  Standard: D.tem D.pt D.vsd D.vsr D.daguapc D.da D.arpc

Instruments for level equation

  Standard: cons

*Con base a todos los modelos elaborados, se presenta la forma funcional.*



Variable	OLS_rob	BE	FE	FE_rob	RE	RE_rob
pob	-.22358329	2.3951539	.08618929	.08618929	.07661588	.07661588
	.20686756	1.0438961	.06741997	.09018688	.06100302	.05192241
precip	.06620763	.11963244	.06394361	.06394361	.13013319	.13013319
	.13661435	.588212	.16986032	.10541562	.16604334	.09223229
sa	-5.9975195	-1.9584118	.56277002	.56277002	-.26210613	-.26210613
	5.8166414	36.896644	2.3341451	2.0986709	2.439239	2.033806
vsd	-.11029572	-.36105288	-1.2318414	-1.2318414	-1.1159766	-1.1159766
	.45971557	.84814483	.67561994	.63312975	.48201037	.29590537
vsr	.21038676	.26588936	-.50388155	-.50388155	-.42246175	-.42246175
	.33469268	.28637837	.10919537	.12899608	.10102377	.04774218
daguapc	3.863549	(omitted)	-1.3943555	-1.3943555	-.28297325	-.28297325
	6.0680826		2.3523297	1.7009717	2.3475817	1.6517543
daguapcp	.00011158	-.00123852	-1.447e-06	-1.447e-06	.00004158	.00004158
	.00006192	.00052669	.00002176	.00002584	.00001986	.00002052
da	-.02605464	-.02757943	-.01032054	-.01032054	-.01382652	-.01382652
	.01030983	.02494731	.00668846	.00491244	.00674647	.00587538
sau	30.216352	65.93512	31.231882	31.231882	17.083499	17.083499
	29.258745	38.869739	8.6457259	8.1098565	7.4547935	6.1106554
_cons	-6909.3492	540.60085	7769.8573	7769.8573	626.94659	626.94659
	11664.938	1224.4037	5174.7287	4734.9315	4695.3166	3403.9063
N	198	198	198	198	198	198
r2	.8860092	.92594578	.38414924	.38414924		
r2_o		.30732359	.81678771	.81678771	.86060134	.86060134
r2_b		.92594578	.86720323	.86720323	.87111602	.87111602
r2_w		.11075309	.38414924	.38414924	.34554077	.34554077
sigma_u			7007.9064	7007.9064	1296.3321	1296.3321
sigma_e			520.01078	520.01078	520.01078	520.01078
rho			.994524	.994524	.86139071	.86139071

legend: b/se