

¿Existe relación entre la precipitación estacional y la Enfermedad Diarreica Aguda?, análisis del impacto de este efecto en la costa noroeste del Ecuador

Juan Palacios¹, Janeth Cartagena¹, William Cevallos², Marcia Zapata², Juan Emilio Ocampo², Alexander Von Hildebrand³.

¹ Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito, Ecuador;

² Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador;

³ Organización Panamericana de la Salud, Washington, USA.

Rev Fac Cien Med (Quito). 2015, 40 (1): 16-24

Resumen: Las enfermedades diarreicas agudas (EDA's) son uno de los principales problemas de salud en la población de la costa noroeste del Ecuador. Comprender como esta enfermedad se relaciona con la variabilidad estacional de la precipitación es fundamental para desarrollar sistemas de vigilancia de salud, que permitan prevenir y reducir la morbilidad. El estudio utiliza el número de casos EDA's, registrados mensualmente por los centros de salud distribuidos en las 12 parroquias del cantón Eloy Alfaro de la provincia de Esmeraldas. Los datos de precipitación mensual se obtuvieron de la estación meteorológica localizada en la zona de estudio. El período de información utilizado es del 2008 al 2012. Para el análisis de las variables se considera el periodo lluvioso (diciembre a mayo) y el período seco (junio a noviembre), que corresponde al ciclo estacional de la precipitación en región costera del Ecuador. Mediante el método de correlación se obtuvo la mejor asociación espacial de las EDA's, definiéndose 5 grupos. Estos grupos se relacionaron con la precipitación del período seco y período lluvioso mediante un análisis exploratorio de componentes principales. La variabilidad de la precipitación del periodo seco fue explicada por dos componentes principales (CP) que explican el 65.2% de la variabilidad total, evidenciando que una disminución moderada de las precipitaciones o precipitaciones ligeras en este período, ocasionan un incremento alto de las EDA's, en los 5 grupos. Para el período lluvioso dos CP explican el 84.3% de la variabilidad de la precipitación evidenciando que no hay una relación lineal entre las variables, observándose que incrementos altos o ligeros de precipitación ocasionan una alta disminución de las EDA's en tres grupos e incrementos moderados en los otros dos grupos. La variabilidad de la precipitación durante el periodo seco impacta significativamente en la morbilidad de las EDA's, lo cual debe ser considerado por los organismos de salud para tomar medidas de prevención y vigilancia durante el semestre de junio a noviembre. Futuros estudios deberían considerar factores sociales y culturales para entender de forma integral el comportamiento de esta enfermedad sensible al clima.

Palabras claves: diarrea aguda, variabilidad climática, morbilidad



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons de tipo Reconocimiento – No comercial – Sin obras derivadas 4.0 International Licence

Correspondencia: Marcia Zapata Email: marciazap@gmail.com Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

Recibido: 12/05/15 – Aceptado: 02/06/15

¿Is there a relationship between seasonal rainfall and acute diarrheal disease?, analysis of the impact of this effect on the northwest coast of Ecuador

Abstract: Acute diarrheal diseases (EDA`s) are one of the main health problem in the population of the northwestern coast of Ecuador. Understand how this disease is related to the seasonal variability of precipitation is fundamental to developing health monitoring systems, to prevent and reduce morbidity. The study uses the number of EDA`s cases reported monthly by the health centers distributed in 12 localities of the canton Eloy Alfaro of the province of Esmeraldas. The monthly precipitation data were obtained from the meteorological station located in the study area. The reporting period used is from 2008 to 2012. For the analysis of the variables, it is considered the rainy season (December to May) and the dry season (June to November), corresponding to the seasonal cycle of precipitation in coastal region of Ecuador. Using the correlation method improved spatial association of EDA`s was obtained, defining 5 groups. These groups were associated with the precipitation of dry season and rainy season by an exploratory principal components analysis. The variability of rainfall in the dry period was explained by two principal components (PC) explaining 65.2% of the total variability, showing a moderate decrease in rainfall or light rainfall in this period, causing a high increase in EDA`s, in the 5 groups. For the rainy season two CP explained 84.3% of the variability of precipitation showing that there is no linear relationship between variables, observed that high or slight increases in precipitation cause high decrease in EDA's into three groups and moderate increases in the other two groups. The variability of rainfall during the dry period significantly impacts morbidity EDA's, which should be considered by health agencies to take preventive measures and surveillance during the semester from June to November. Future studies should consider social and cultural comprehensive understanding of the behavior of this disease sensitive to climate.

Keywords: acute diarrhea, climate variability, morbidity.

Correspondencia: Marcia Zapata Email: marciazap@gmail.com Facultad de Ciencias Médicas,
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador
Recibido: 12/05/15 – **Aceptado:** 02/06/15

Introducción.

La variabilidad estacional que presenta la precipitación sobre la zona costera de Ecuador está definida por la migración al hemisferio Sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT por sus siglas en español). La ZCIT es un sistema atmosférico de bajas presiones de escala planetaria. Este sistema ocasiona precipitaciones de tipo convectivo durante el semestre de diciembre a mayo (período lluvioso). Mientras que para el semestre de junio a noviembre (período seco), un sistema de Alta Presión, localizado sobre el Pacífico Sur, influye sobre el litoral, ocasionando una disminución en los volúmenes de precipitación. El comportamiento de estos sistemas atmosféricos tanto en su ubicación espacial y acción temporal, inciden en la fluctuación estacional de la precipitación. Otro fenómeno de escala interanual que influye en la variabilidad de la precipitación, es el Niño/Oscilación del Sur (ENOS por sus siglas en español), tanto en su fase cálida (El Niño) y su fase fría (La Niña). El estudio explora la relación entre la precipitación estacional y las enfermedades diarreicas registrada en el cantón Eloy Alfaro de la Provincia de Esmeraldas. Con este fin se utiliza datos de la enfermedad diarreica aguda (EDA's), obtenida por el sistema de salud de vigilancia pasiva de Borbón y datos de precipitación medidos por la estación meteorológica de Cayapas perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Material y métodos

El estudio se realiza en el cantón Eloy Alfaro perteneciente a la provincia de Esmeraldas localiza en la zona noroccidental de la región costera del Ecuador. Figura 1.

Figura 1. Ubicación del área de estudio en relación al Ecuador.



Elaboración: Juan Palacios.

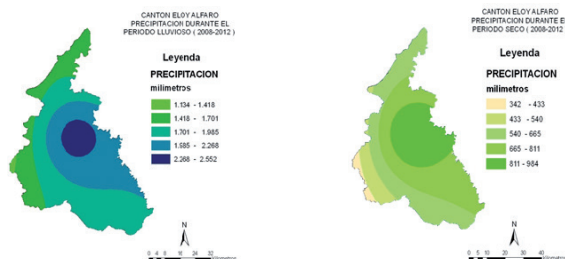
El centro de Salud de Borbón, proporcionó la información mensual del número de casos EDA's, registrados en los 12 centros de salud distribuidos en el cantón. El período de información abarcó del 2008 al 2012. La diarrea se define como tres o más deposiciones blandas en un período de 24 horas dentro de la última semana. Los datos de precipitación mensual del período diciembre 2007 a noviembre 2012 se obtienen de la estación climatológica de Cayapas representativa para la zona de estudio. Las mediciones de precipitación se realizan de acuerdo a normas técnicas internacionales de la Organización Meteorológica Mundial (OMM por sus siglas en español). El instrumento utilizado es un pluviómetro de metal que se adosa en un mástil a 2 metros de altura a nivel del suelo y con una boca de recolección de 200 cm² de área. La cantidad de precipitación recogida diariamente se mide en una probeta graduada en milímetros de precipitación (un milímetro de precipitación equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie). Los datos mensuales faltantes fueron estimados mediante análisis de regresión lineal del programa Excel 2007. Para la representación geoespacial de EDA's y precipitación se utiliza el software ArcMap versión 9.3 (ESRI). El acercamiento con la comunidad se efectuó mediante un taller y trabajo de campo. Esto permitió obtener información directa de los líderes comunitarios y operadores de salud del cantón sobre factores sociales relacionados al consumo de agua, fuentes de obtención de agua, costumbres, incidencia de la contaminación de los ríos por la explotación minera. El estudio considera valores acumulados de EDA's y precipitación, del ciclo estacional que define un período lluvioso (diciembre a mayo) y un período seco (junio a noviembre). El análisis estadístico se realiza con el software SYSTAT 10, obteniéndose primero la matriz de correlación (Karl Person), que permite formar grupos basado en los coeficientes de correlación positivos más significativos que se obtienen entre las enfermedades EDA's reportadas por los 12 centros de salud. Posteriormente se realiza el Análisis de Componentes Principales (ACP por sus siglas en español) obteniendo las componentes principales o factores los cuales son una combinación lineal de las variables originales que permite reducir el número de variables EDA's, con pérdida de la menor cantidad de información posible y explican gran parte de la varianza total. Las componentes principales obtenidas permite deducir su relación con las

variables originales considerando la magnitud y signo de los coeficientes factoriales obtenidos en la Rotate Loading Matrix y su interpretación se realiza mediante el gráfico Factor Loading Plot. La precipitación y EDA's, deben ser previamente estandarizadas donde la media aritmética ($\mu = 0$) y la desviación estándar ($\sigma = 1$), convirtiéndose en variables adimensionales que permiten la comparación entre ellas.

Caracterización estacional de la precipitación.

El cantón Eloy Alfaro se localiza en una zona de clima Cálido Húmedo (Moya 2007), con una temperatura media de 26°C, temperatura máxima media de 33°C y temperatura mínima media de 21°C. La precipitación en la zona se define por un período lluvioso (diciembre a mayo) con un promedio climático de 2518.7 milímetros y un período seco (junio a noviembre) con un promedio climático de 1133.9 milímetro. A través del período de estudio 2008-2012, el océano Pacífico tropical registró el fenómeno de El Niño/La Niña, de acuerdo al Oceanic Niño Index (ONI por sus siglas en inglés) establecido por la National Oceanic and Atmospheric Administration de Estados Unidos. El ONI monitorea las anomalías trimestrales de la temperatura de la superficie del mar en el bloque Niño 3.4 (5°N - 5°S y 120°W -170°W). Mediante este índice los años 2008 y 2011 se categorizaron como eventos fríos (La Niña) y los años 2009 y 2012 como eventos cálidos (el Niño). El año 2010 se considera un año de transición de la fase calididad a la fase fría. Este comportamiento oceánico influyó en la precipitación en la región costera de Ecuador. En la figura 2, se presenta la distribución espacial de la precipitación en el cantón Eloy Alfaro, durante el 2008-2012. Para el período lluvioso la precipitación osciló entre 1134 mm a 2552 mm. En el período seco osciló entre 342 mm a 984 mm.

Figura 2. Distribución espacial de la precipitación en el cantón Eloy Alfaro en el período lluvioso (izquierda) y período seco (derecha) durante el 2008-2012.

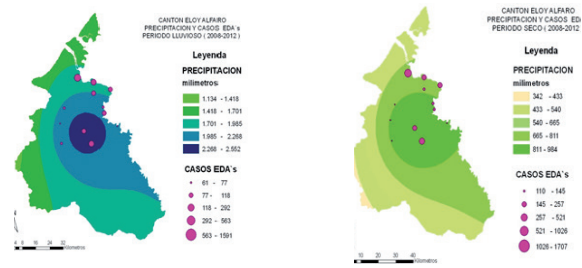


Elaboración: Juan Palacios.

Caracterización estacional de las EDA's.

Para poner de relieve la influencia de la estacionalidad climática se presenta en la figura 3, el total de casos EDA's, registrados en cada uno de los 12 centros de salud durante el período 2008-2012. El números de casos EDA's en el período lluvioso osciló entre 61 a 1591 casos, mientras en el período seco osciló entre 110 a 1707 casos.

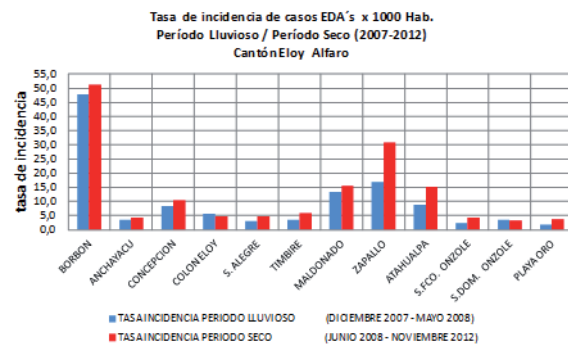
Figura 3. Comportamiento de las EDA's y Precipitación en el cantón Eloy Alfaro en el período lluvioso (izquierda) y período seco (derecha) durante el 2008-2012.



Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

El índice de morbilidad del semestre seco considerando una población de 39739 habitantes (Censo INEC 2010), es mayor al del periodo lluvioso en la mayoría de centros de salud a excepción de S. Dom. Onzole y Concepción que registran mayor tasa en este período. Figura 4.

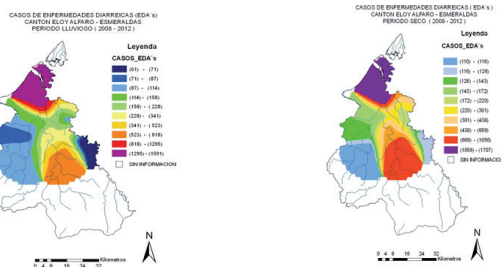
Figura 4. Tasa de incidencia de los casos EDA's registrados en los centros de salud del cantón Eloy Alfaro durante el período lluvioso y período seco, durante el 2008-2012.



Elaboración: Marcia Zapata.

La representación espacial del total de casos EDA's registrado durante el periodo lluvioso y seco, utilizando el interpolador Radial Basis Functions del ArcMap, permite destacar un gradiente alto de incidencia en sentido Norte – Sur y menor de Este – Oeste, observándose la mayor ocurrencia de casos en el semestre seco. Figura 5.

Figura 5. Distribución espacial de los casos EDA's registrados en el cantón Eloy Alfaro durante el período lluvioso (izquierda) y período seco (derecha) durante el período 2008-2012.



Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

Los valores estadísticos positivos de curtosis y asimetría indican una distribución platicúrtica de cola a la derecha indicando que los valores están centrados hacia la media. Estos resultados afianzan la importancia de conocer el comportamiento de esta variable. Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los casos EDA's registrados en los centros de salud del cantón Borbón en el período lluvioso y período seco, en el período de estudio.

VARIABLE	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMA	MÁXIMA	ASIMETRÍA	CURTOSIS
EDA's PERIODO LLUVIOSO	523	284,5	541,4	71	1591	1,0197	2,5802
EDA's PERIODO SEO	495	261,3	520,4	116	1707	1,4556	3,9208

Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata

Análisis de datos.

Para establecer la relación entre las variables EDA's y precipitación estacional se utiliza el método de Análisis de Componentes Principales (ACP), para lo cual se establece primeramente la matriz de correlación (Karl Person), mediante la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

donde x , y son las variables, r el coeficiente de correlación el cual define el grado de relación de las EDA's, entre los diferentes centros de salud. Se consideró para su agrupamiento las correlaciones positivas más significativas y la localización espacial de los centros de salud,

respecto al radio de representatividad de la estación meteorológica de Cayapas, que de acuerdo al INAMHI es de 22 Km. La metodología se aplica tanto para el período lluvioso como para el período seco.

A partir de la matriz de correlación de la Tabla 2, los centros de salud para el período lluvioso se agrupan en: Grupo Borbón y Anchayacu (GBCH); Grupo Concepción y Colon Eloy (GCC); Grupo San Francisco Onzole, Santo Domingo Onzole y Playa de Oro (GSFDP); Grupo: Zapallo, Atahualpa y Maldonado (GZAM); Grupo: Selva Alegre y Timbire (GSAT).

Tabla. 2. Matriz de correlación de Pearson: período lluvioso (diciembre – mayo)

	PLAYA ORO	CONCEPCION	MALDONADO	S.FCO. ONZOLE	ATAHUALPA
PLAYA ORO	1.000				
CONCEPCION	0.125	1.000			
MALDONADO	-0.226	-0.094	1.000		
S.FCO. ONZOLE	0.449	0.416	0.166	1.000	
ATAHUALPA	-0.478	0.130	0.468	0.553	1.000
ZAPALLO	-0.405	-0.706	0.746	-0.286	0.253
S.DOM. ONZOLE	0.573	0.856	0.017	0.658	0.010
SALEGRE-TIMBIRE	-0.063	-0.359	-0.695	0.035	0.095
COLON ELOY	0.683	0.545	-0.357	0.829	0.107
ANCHAYACU	0.204	-0.266	0.357	-0.540	-0.651
BORBON	0.096	-0.107	0.488	-0.485	-0.517

	ZAPALLO	S.DOM. ONZOLE	S.ALEGRE TIMBIRE	COLONELOY	ANCHAYACU
ZAPALLO	1.000				
SDOMONZOLE	-0.630	1.000			
SALETIM	-0.253	-0.432	1.000		
COLONELOY	-0.731	0.759	0.222	1.000	
ANCHAYACU	0.420	-0.094	-0.672	-0.521	1.000
BORBON	0.424	0.007	-0.816	-0.534	0.972

Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

En base a la matriz de correlación de la Tabla 3, los centros de salud para el período seco se asocian en los mismos grupos del período lluvioso: Grupo Borbón y Anchayacu (GBCH); Grupo Concepción y Colon Eloy (GCC); Grupo San Francisco Onzole, Santo Domingo Onzole y Playa de Oro (GSFDP);

Grupo: Zapallo, Atahualpa y Maldonado (GZAM); Grupo: Selva Alegre y Timbire (GSAT).

Tabla 2. Matriz de correlación de Pearson: período lluvioso (diciembre – mayo)

	Playaoro	Concepcion	Maldonado	S.Fco. Onzole	Atahualpa
Playaoro	1.000				
Concepcion	0.125	1.000			
Maldonado	-0.226	-0.094	1.000		
S. Fco. Onzole	0.449	0.416	0.166	1.000	
Atahualpa	-0.478	0.130	0.468	0.553	1.000
Zapallo	-0.405	-0.706	0.746	-0.286	0.253
S. Dom. onzole	0.573	0.856	0.017	0.658	0.010
S. ale-gre-Timbire	-0.063	-0.359	-0.695	0.035	0.095
Colone-loy	0.683	0.545	-0.357	0.829	0.107
Ancha-yacu	0.204	-0.266	0.357	-0.540	-0.651
Borbon	0.096	-0.107	0.488	-0.485	-0.517

	Zapallo	S.Dom. onzole	S. ale-gre-Timbire	Colone-loy	Ancha-yacu
Zapallo	1.000				
S. Dom. onzole	-0.630	1.000			
Saletim	-0.253	-0.432	1.000		
Colone-loy	-0.731	0.759	0.222	1.000	
Ancha-yacu	0.420	-0.094	-0.672	-0.521	1.000
Borbon	0.424	0.007	-0.816	-0.534	0.972

Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

Para los grupos así definidos se obtienen los valores acumulados de precipitación y EDA's, para el período lluvioso y período seco, valores a los cuales se los estandariza ($\mu = 0$; $\sigma = 1$), permitiendo su comparación y análisis como variables adimensionales. Ecuación:

$$z = \frac{X_i - \bar{u}}{\sigma}$$

donde X_i es la variable, \bar{u} es la media aritmética y σ la desviación estándar. A los grupos estandarizados se aplica el Análisis de Componentes Principales, obteniendo la Rotated

Loading Matrix que contiene los coeficientes de correlación entre las componentes o factores y las variables originales. Los coeficientes de correlación obtenidos son interpretados considerando la magnitud y signo. Tabla 4.

Tabla 4. Escala y significado del coeficiente de correlación

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

Para el análisis del período lluvioso de las seis variables definidas (Latent Roots Eigenvalues), dos componentes principales o factores son necesarios para explicar la relación de los grupos EDA's y precipitación (RDMY). El Factor 1, explica el 52.6% de la varianza y el Factor 2, explica el 31.7%, con las cuales se explica el 84.3% de la varianza total.

Latent Roots (Eigenvalues)					
1	2	3	4	5	6

Rotated Loading Matrix (VARIMAX, Gamma = 1.0000)		
Período Lluvioso		
	Factor 1	Factor 2
RDMY	0.901	0.199
GBCH	0.300	0.911
GCC	-0.942	0.045
GSFDP	-0.941	0.127
GZAM	0.682	0.258
GSAT	0.140	-0.975

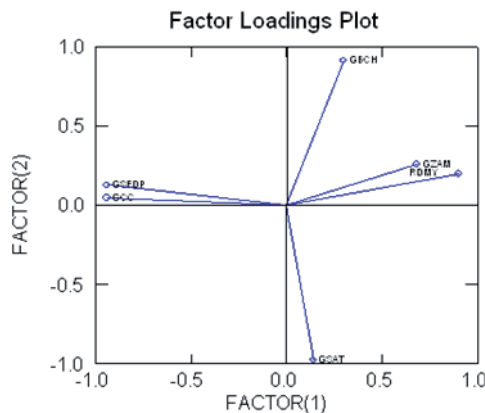
Percent of Total Variance Explained		
Factor 1	Factor 2	Total
52.6%	31.7%	84.3%

La Rotated Loading Matrix permite definir que el Factor 1, presenta la más alta correlación

positiva con (RDMY) y moderada con (GZAM), baja correlación positiva en el grupo (GBCH) y muy baja en (GSAT); mientras que las más altas correlaciones negativas se presentan en los grupos (GCC) y (GSFDP). El Factor 2, presenta la más alta correlación positiva en el grupo (GBCH). Los demás coeficientes no se consideran por sus poco significativas correlaciones.

Para la interpretación se utiliza el Factor Loading Plot, figura 6, que grafica los coeficientes de correlaciones obtenidos entre los factores y cada una de las variables. El Factor (1) en el eje "x", muestra que al incrementarse las precipitaciones (RDMY) durante el periodo lluvioso (diciembre a mayo), los caso EDA's en los grupos (GCC) y (GSFDP) disminuyen significativamente; en el grupo (GSAT) los incrementos son ligeros, mientras en el grupo (GZAM) el incremento de EDA's es moderado. En el Factor (2) del eje "y" el grupo (GBCH) presenta un alto incremento de EDA's al disminuir las precipitaciones (RDMY) durante el periodo lluvioso.

Figura 6. Gráfico del Factor de carga del período lluvioso.



Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

Para el análisis del período seco, de las seis variables utilizadas (Latent Roots Eigenvalues), se ajusta el análisis a dos componentes principales o factores para explicar la relación de los grupos EDA's y precipitación (RJNV). El Factor 1, explica el 32.9% de varianza y el Factor 2, explica el 32.4%, con las cuales se explica el 65.2% de la varianza total.

Latent Roots (Eigenvalues)

1	2	3	4	5	6
2.163	1.750	1.604	0.483	0.000	0.000

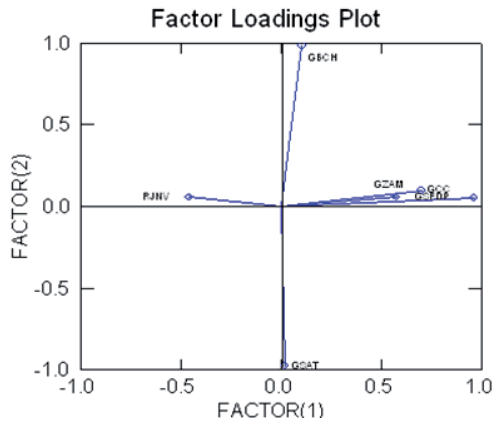
Rotated Loading Matrix (VARIMAX, Gamma =1.0000)			
Período Seco			
	Factor 1	Factor 2	
RJNV	-0.461	0.056	
GBCH	0.104	0.984	
GCC		0.701	0.097
GSFDP	0.963	0.051	
GZAM	0.575	0.056	
GSAT		0.020	-0.977

Percent of Total Variance Explained		
Factor 1	Factor 2	Total
32.9%	32.4%	65.2%

La Rotate Loading Matrix permite determinar que el Factor 1, tiene cargas de correlación positiva alta con el grupo (GCC) y muy alta en el grupo (GSFDP); moderada correlación positiva con el grupo (GZAM), muy baja correlación positiva con el grupo (GSAT) y correlación negativa moderada con ((RDMY). En el Factor 2 se considera la mayor carga de correlación positiva que presenta el grupo (GBCH) y la correlación positiva muy baja (RJNV). Los demás correlaciones no se consideran por sus valores poco significativos.

Para la interpretación de las correlaciones utilizamos el grafico Factor Loading Plot, figura 7. El Factor 1 del eje "x", indica que al disminuir moderadamente las precipitaciones (RJNV) durante el periodo seco, los casos EDA's en los grupos (GSFDP) y (GCC) se incrementan de forma muy alta y alta respectivamente; moderadamente en el grupo (GZAM) y con un muy bajo incremento en el grupo (GSAT). El Factor 2 en el eje "y", indica que si las precipitaciones (RJNV) son muy ligeras durante el período seco, los caso EDA's se incrementan de forma muy alta en el grupo(GBCH).

Figura 7. Gráfico del Factor de carga del período seco.



Elaboración: Juan Palacios, Marcia Zapata.

Resultados

La variabilidad climática fue importante durante los años 2008 al 2012, sucediéndose eventos la Niña y el Niño en la cuenca del océano Pacífico tropical. Esto incidió en el comportamiento de la precipitación estacional de la región Litoral del Ecuador y por tanto en la zona de estudio. El Análisis de Componentes Principales, permitió evidenciar que disminuciones moderadas de precipitación (-0.461) durante el período seco ocasionan un incremento muy alto de las EDA's en el grupo GSFDP (0.963); moderado y alto en los grupos GZAM (0.575) y GCC (0.701) respectivamente; mientras que ligeras precipitaciones (0.056) se relacionan a muy altos incrementos de EDA's en el grupo GBCH (0.984), con una varianza total explicada por las dos componentes del 65.2%. Para el período lluvioso se evidencia que un incremento muy alto de la precipitación (0.897) ocasiona una disminución muy alta de las EDA's en los grupos GCC (-0.942) y GSFDP (-0.943), un incremento moderado en el grupo GZAM (0.681) e incremento muy bajos en el grupo GSAT (0.153); mientras que precipitaciones muy ligeras en este período (0.164) se relacionan con incrementos muy altos de las EDA's en el grupo GBCH (0.935); este comportamiento de las variables es explicado con el 82.5% de la varianza total. La distribución geoespacial de casos EDA's, figura 4, permite observar una incidencia significativa en sentido Norte - Sur y de menor incidencia en sentido Este - Oeste.

Conclusiones

Mediante el método de correlación y Análisis

de Componente Principales se evidenció que existe una relación de dependencia de los casos EDA's con el ciclo estacional de la precipitación. Durante el período seco (junio-noviembre) se incrementan el número de caso EDA's, en todos los grupos analizados. En el período lluvioso dos grupos registran una disminución significativa de las EDA's. El estudio también permite inferir que existen otros factores no climáticos que intervienen en el comportamiento de las EDA's, como son la poca cobertura de agua potable, baja frecuencia en su distribución por sistema de tanqueros, dudosa calidad en el expendio de agua embotellada. Los ríos Santiago, Cayapas y Onzole, son lugar de convivencia social de los pobladores, por lo que el grado de contaminación y concentración de coliformes que presenten estos ríos estarán relacionados en la ocurrencia de la enfermedad. Los resultados obtenidos plantean la posibilidad de realizar un estudio multidisciplinario para entender de forma integral la dinámica de la enfermedad en el cantón Eloy Alfaro.

Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos los organismos de salud del cantón Eloy Alfaro deberían tomar medidas de prevención y vigilancia durante el semestre de junio a noviembre, período en el cual se incrementa el número de casos EDA's. Estudios futuros deberían considerar factores sociales y culturales para entender de forma integral el comportamiento de esta enfermedad sensible al clima. Fortalecimiento del sistema de información del Ministerio de Salud, que permita disponer de la información para aplicaciones de investigación. Fortalecimiento del sistema de monitoreo climático en el cantón Eloy Alfaro, que permita disponer de información climatológica suficiente para la realización de investigación sobre impactos del cambio climático en la salud de la población, lo cual permitiría desarrollar en el mediano y largo plazo medidas de mitigación y adaptación.

Conflicto de interés

Ninguno declarado por los autores.

Financiamiento

Recursos propios de los autores.

Agradecimientos.

Nuestro reconocimiento a la Organización Panamericana de la Salud en la persona del Ing. Alexander Von Hildebrand por su interés y apoyo continuo para el desarrollo de los objetivos programados en la investigación, y sobre todo el vincular a la academia, a través de la

Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Esta sinergia permitió aunar capacidades para el desarrollo del estudio. Reconocer el aporte del Ministerio de Salud Pública a través del Centro de Salud de Borbón para la obtención de la información de casos EDA's del Sistema de vigilancia pasiva.

Referencias:

- Schafrick NH, Milbrath MO, Berrocal VJ, Wilson ML, Eisenberg JN. Spatial clustering of *Aedes aegypti* related to breeding container characteristics in Coastal Ecuador: implications for dengue control. *Am J Trop Med Hyg.* 2013 Oct;89(4):758-65.
- Ballester F, Díaz J, & Moreno M (2006). Cambio climático y salud pública: escenarios después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. *Gaceta Sanitaria.* <http://doi.org/10.1157/13086040>
- Barrantes-Monge M, García-Mayo E J, Gutiérrez-Robledo LM, & Miguel- Jaimes A. Dependencia funcional y enfermedades crónicas en ancianos mexicanos *Salud Publica Mex.* 2007;49 Suppl 4:S459-66.
- Cárdenas R, Sandoval C, Rodríguez M, Franco C. Impact of climate variability in the occurrence of leishmaniasis in northeastern Colombia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2006, 75(2): 273-7.
- FAO, E., & OMS, E. (2006). Prebióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. *Estudios FAO alimentación y nutrición (Vol. 85).* Retrieved from: file:///C:/Users/Acer/Documents/paty/homework1/PROBIOTICOS OPS 2006.pdf
- Gómez-Gil, B., Roque, a, & Guerra-Flores, a L. (2001). Enfermedades Infecciosas más Comunes en la Camaronicultura en México y el Impacto del Uso de Antimicrobianos. *Camaronicultura Y Medio Ambiente*, 315-346. Retrieved from <http://monografias.com/trabajos85/coeficiente-correlacion-karl-pearson/coeficiente-correlacion-karl-pearson.shtml>.
- Idrovo, A. J. (2003). Estimación de la incidencia de enfermedades ocupacionales en Colombia, 1985-2000. *Revista de Salud Pública*, 5(3), 263-271. <http://doi.org/10.1590/S0124-00642003000300003>
- Iniesta Arandia, N., Ríos Blanco, J. J., Fernández Capitán, M. C., & Barbado Hernández, F. J. (2009). Cambio climático: ¿nuevas enfermedades para un nuevo clima? *Revista Clínica Española*, 209(5), 234-240. [http://doi.org/10.1016/S0014-2565\(09\)71240-8](http://doi.org/10.1016/S0014-2565(09)71240-8)
- Lobo, D. Cortez, A. Rodríguez, M. Franco, C. Ovalles, F. Rey, J. Gabriel, D. Parra, R. Análisis de la agresividad y concentración de las precipitaciones en Venezuela. I región de los llanos. *Bioagro* 22(3): 169-176. 2010
- Miranda, M. A. A., Rivera, É. S., & González, T. B. B. (2011). El clima como manifestación objetiva de la cultura organizacional. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(25), 109-127. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=151322413008>
- Oyarzún G, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 26(1), 16-25. <http://doi.org/10.4067/S0717-73482010000100004>
- Palacios, J. Supit, I. 1989. Inicio y Fin del Período Lluvioso en el Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito-Ecuador.
- Pereda, N., Guilera, G., & Abad, J. (2014). Victimización infanto-juvenil en España: Una revisión sistemática de estudios epidemiológicos. *Papeles Del Psicólogo*, 35(1), 66-77.
- Pérez de Maldonado, I., Maldonado Pérez, M., & Bustamante Uzcátegui, S. (2006). Clima organizacional y gerencia : inductores del cambio organizacional. *Investigación Y Postgrado*, 21 (2), 231-248.
- Quijada, J., Lima dos Santos, C. a., & Avdalov, N. (2005). Enfermedades parasitarias por consumo de pescado. Incidencia en América Latina. *Infopesca Internacional*, 6, 16-23.
- Ríos, R., Mattar, S., & González, M. (2011). Análisis bibliométrico de las publicaciones sobre enfermedades infecciosas en Colombia, 2000-2009. *Revista de Salud Pública*, 13(2), 298-307. Retrieved from <http://www.scielo.org/pdf/rsap/v13n2/v13n2a11.pdf>
- Sánchez L., L., Mattar V., S., & González T., M. (2009). Cambios Climáticos y Enfermedades Infecciosas : Nuevos Retos Epidemiológicos. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3), 1876-1885.
- Santiago Monsalve, B., Salim Mattar, V., & Marco González, T. (2009). Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Revista MVZ Córdoba*.
- Terrádez, M. Análisis de Componentes Principales. Secretaría de Estado de Educación y Universidades. España. 2010
- Tsai, C. Sung, F. Chen, P. Lin, Shu. Exploring the spatial and temporal relationships between mosquito population dynamics and dengue outbreaks based on climatic factors. DOI10.1007/s00477-011-0527z. 2011
- Villa, S. Guiscafre, H. Martínez, H. Muñoz, O. Gutiérrez, G. Mortalidad Estacional por diarreas entre los niños mexicanos. *Bulletin of the World Health Organization*, 1999, 77(5): 375-380. 1999.