

Actualizando índices bioestadísticos para enfermedades de origen hídrico en Mérida: gestión de salud pública

Rivas, Francisco^{1*}; Flórez-López,
Isabel; Altuve, Mónica

Recibido: 15/07/2011
Revisado: 18/08/2011
Aceptado: 12/09/2011

Resumen >>

Un sistema de gestión de salud pública adecuado, precisa disponer de indicadores bioestadísticos actualizados. En este tenor, este trabajo pretende definir patrones de comportamiento de las enfermedades de origen hídrico, con el fin de establecer las posibles causas y su relación con la calidad del agua que ofrece la empresa de servicio de agua en la ciudad de Mérida. Se procura localizar la información disponible en los centros de salud de la ciudad, en aras de actualizar los índices bioestadísticos correspondientes que permitan alcanzar el objetivo propuesto. Se identifican debilidades en el proceso de recolección de información relevante y necesaria para el procesamiento y la actualización de los índices mencionados que afectan los resultados del trabajo, y que pueden considerarse amenazas potenciales para el proceso de toma de decisiones pertinente a la gestión de la salud pública de la población estudiada.

Palabras clave: Gestión salud pública. Indicadores estadísticos. Enfermedades hídricas.

Abstract >>

UPDATING BIOSTATISTICAL DATA FOR WATERBORNE DISEASES IN MÉRIDA: PUBLIC HEALTH MANAGEMENT

An effective system of public health management requires up-to-date biostatistical indicators. This paper aims at defining patterns of behavior of waterborne diseases, in order to establish the possible causes and their relation to water quality provided by the water-service company in the city of Merida. The purpose is to make the information available in health centers located in the city, so that such biostatistical indicators may be updated and allow to find solutions. Weaknesses in the process of gathering relevant information are identified, which is necessary for the processing and updating the data that affects work results, and which can be considered potential threats to the decision-making process, that is significant for the public health management of the population.

Keywords: Public health management, Statistical indicators, Waterborne diseases.

1 * Universidad de Los Andes, Departamento de Hidráulica y Sanitaria, Mérida 5101, Venezuela.
Correspondencia al autor: *rivaf@ula.ve

1. Introducción

Actualmente, la situación ambiental en el mundo entero demanda la existencia de sistemas de gestión capaces de dar respuesta a situaciones de contingencia que afecten la salud de una población. No obstante, alcanzar un sistema de gestión de salud pública adecuado, precisa disponer de indicadores bioestadísticos actualizados. Según Elston (1990), estos índices muestran las tendencias de crecimiento de una población determinada y proporcionan información importante para realizar estudios en aras de establecer patrones de comportamiento que facilitan la determinación de las causas y las posibles consecuencias de la incidencia de algunas enfermedades.

En particular, la calidad del agua potable y su disponibilidad, están directamente relacionadas con el incremento de las enfermedades de origen hídrico. Así, la correlación entre calidad de agua y enfermedades hídricas, es información relevante y necesaria para un adecuado proceso de toma de decisiones en la gestión ambiental y de salud pública de una población. Esto requiere disponer de información bioestadística procesada y actualizada, que es uno de los obstáculos que con frecuencia deben enfrentar las instancias de gestión. Según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el problema es que, si bien la información existe, está dispersa entre los diferentes centros de salud y, en general, no está adecuadamente procesada y resumida estadísticamente (Lemus, 1996).

Teniendo presente lo expuesto, este estudio se propone definir patrones de comportamiento de las enfermedades de origen hídrico, con el fin de establecer las posibles causas y su relación con la calidad del agua que ofrece la empresa de servicio de agua en la ciudad, Aguas de Mérida. Se procura localizar la información disponible en los centros de salud de la ciudad de Mérida, en aras de actualizar los índices bioestadísticos correspondientes, que permitan alcanzar el objetivo propuesto. Luego, se avanza identificando las fuentes de información de datos, requeridos para adelantar el estudio en la empresa de servicio de agua mencionada. Posteriormente se realiza un análisis estadístico

de los datos seleccionados. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, que pueden ser consideradas por los organismos de gestión de salud del Estado para diseñar políticas en cuestión de salud pública.

2. Centros de salud y empresa de servicio de agua de la ciudad de Mérida: potenciales fuentes de información primaria

El estudio se delimita a la ciudad de Mérida, se identifican como fuentes de información primaria el Hospital Universitario de Los Andes (HULA), la Corporación Regional de Salud del Estado Mérida (CORPOSALUD) y el Ambulatorio Venezuela. El HULA sólo maneja estadísticas internas del centro asistencial, correspondientes a pacientes provenientes de los estados Mérida, Barinas, Trujillo y Zulia. La información disponible en CORPOSALUD se presenta resumida en tablas, y no dispone de datos primarios desagregados, esto es, no presenta la información clasificada por tipo de enfermedad. Por tanto, se decide utilizar datos del Ambulatorio Venezuela correspondientes al período enero 2000-diciembre 2008, por considerar que dispone de un registro que ofrece datos razonablemente organizados para adelantar el estudio.

El Ambulatorio Venezuela recibe los registros de ambulatorios y hospitales de los distritos sanitarios El Vigía, Mucuchíes y Mérida. A su vez, el Distrito Sanitario Mérida está subdividido en cuatro dependencias: Libertador, Campo Elías, Santos Marquina y Aricagua. Cada dependencia enumera y recoge la información de los ambulatorios rurales tipo I, II, III, hospitales tipo I, II, III y IV, que se encuentran dentro de las demarcaciones respectivas. La información generada en cada institución es copiada y contabilizada en una planilla general denominada "Consolidado del Distrito Sanitario Mérida". En dicha planilla se clasifica la información por tipo de enfermedad y se va acumulando anualmente el número de casos.

Es de hacer notar que en ningún caso se especifican los parámetros empleados en el diagnóstico de la enfermedad y en consecuencia, no se distinguen los agentes causales de las enfermedades de origen hídrico, indicando únicamente la presencia de un síntoma común: la diarrea.

En los registros se presentan los cuatro grupos de enfermedades más comunes: las de origen hídrico, las de transmisión aérea, las respiratorias y las transmitidas por vector. En este sentido, se seleccionan las enfermedades de origen hídrico como base de estudio.

La data suministrada consiste en las enfermedades de origen hídrico más frecuentes a criterio del centro asistencial, a mencionar: cólera, amibiasis, diarreas en menores de 1 año, diarrea en edades de 1 a 4 años, diarrea en edades de 5 años y más, giardiasis, helmintiasis, fiebre tifoidea, hepatitis aguda "A"². La tabla 1, resume el número de casos de enfermedades de origen hídrico registradas en el período 2000-2008 discriminadas por meses. Asimismo, informa sobre la totalidad mensual de casos y totalidad anual³.

Con el propósito de realizar la estimación de los índices bioestadísticos correspondientes a las enfermedades registradas por el Ambulatorio Venezuela, se acude a los datos de población correspondientes a los censos de 1981 y de 1990 obtenidos del estudio realizado por la empresa israelí Tahal para Aguas de Mérida, y de la información proporcionada por la Oficina Central de Estadística e Información (OCEI), actualmente INE (Instituto Nacional de Estadística).

-
- 2 El Ambulatorio Venezuela considera en sus registros oficiales la *diarrea* como enfermedad, aun cuando es un síntoma común a toda enfermedad de origen hídrico. A los efectos de avanzar en el estudio se manejan los datos tal cual han sido suministrados.
 - 3 Para información detallada contactar al autor principal.

Tabla 1 >>>
Resumen de enfermedades de origen hídrico lapso 2000-2007⁴

Año 2000													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2251	3018	2652	2158	2531		1796	1938	2363	2453	1564		22724
Año 2001													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES				2006	2357	2362	2264	1089	1771	2101	1856	1448	23853
Año 2002													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2162	2875	2147	1715	1914	1450	1317	1377	1369	1560	193	1594	19673
Año 2003													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	1907	2178	2313	2421	2352	2580	2632	1821	2045	2478	2643	2232	27602
Año 2004													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2583	2978	2574	1865	2303	2061	2124	2024	1901	2193	2292	1876	26774
Año 2005													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2304	2781	2794	2853	3118	3087	2207	2246	2159	2302	2548	1661	30060
Año 2006													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2208	2586	2727	1825	2205	2958	2143	1776	1722	1637	1871	1868	25526
Año 2007													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2548	2475	2214	2116	2748	2225	2095	1902	1711	2435	2533	1575	26577
Año 2008													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TOTAL ENFERMEDADES	2241	2140	2199	2469	2214	2194	2282	1851	1625	2480	2536	1819	26050

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por Ambulatorio Venezuela.

Además de la información antes descrita, para relacionar la incidencia de enfermedades de origen hídrico con la calidad biológica de las fuentes de agua, se requieren los registros periódicos de la empresa Aguas de Mérida, específicamente, el conteo del NMP⁵ de coliformes fecales y coliformes totales que se realiza regularmente varias veces al mes.

Se emplean los datos proporcionados por la planta de tratamiento Enrique Bourgoín, ubicada en el Valle, que se abastece del río Mucujún y suministra 900 L/s a la ciudad de Mérida, y por la planta de potabilización Eduardo Jáuregui que se abastece del río Albarregas y suministra a la ciudad alrededor de 280 L/s. En la tabla 2, se incluyen los valores promedio mensuales del NMP de coliformes fecales y coliformes totales.

4 Coordinación de Epidemiología Distrital, Distrito Sanitario Mérida, Ambulatorio Venezuela. (2008)

5 NMP: número más probable.

Tabla 2 >>>
Promedio de NMP en la planta de potabilización Enrique Bourgoïn y Eduardo Jáuregui⁶.

Año 2003	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL/100 ml	0	0	2080	2133	2800	2400	2400	1733	2240	2133	2200	2400
N.M.P COLIFORMES TOTAL / 100 ml	16	1600	2080	2133	2800	2400	2150	1766	2200	2033	2200	2400
Año 2004	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL/100 ml	233	226	256	526	551	232	193	500	1100	0	0	280
N.M.P COLIFORMES TOTAL/ 100 ml	383	362	256	526	868	388	426	500	1100	0	0	280
Año 2005	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL /100 ml	1650	2400	1266	1200	14600	3000	2050	2166	1500	3000	2900	2800
N.M.P COLIFORMES TOTAL/ 100 ml	5300	2400	1600	1600	14600	9000	5000	3000	3666	5000	4000	3000
Año 2006	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL /100 ml	2800	1500	2075	2240	1096	1448	2075	2800	2360	2685	2366	2250
N.M.P COLIFORMES TOTAL / 100 ml	3000	1933	1975	2300	1160	2150	2950	3666	2720	3385	3200	2733
Año 2007	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL /100 ml	2500	2350	3700	4600	1500	2800	2350	2900	3900	2600	2250	2800
N.M.P COLIFORMES TOTAL / 100 ml	2900	4000	3800	4600	2500	3000	3900	4000	7000	3900	2600	3000
Año 2008	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N.M.P COLIFORMES FECAL /100 ml	2900	2350	1950	2300	2700	2800	4000	2700	2250	1185	4000	1100
N.M.P COLIFORMES TOTAL / 100 ml	6000	3700	2900	2700	3900	3500	7000	4000	3500	1550	9000	333

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos suministrados por Aguas de Mérida⁷.

3. Estimación de los índices bioestadísticos correspondientes a las enfermedades de origen hídrico y su correlación con la calidad de agua

3.1. Estimación de la población

Para avanzar en la actualización de los índices bioestadísticos se requiere realizar estimaciones de población, para lo cual se plantean tres alternativas⁸:

Alternativa 1. Aplicando el método aritmético, la población a estimar para la ciudad de Mérida, P_m , está dada por:

$$P_m = P_1 + \frac{(P_1 - P_0)}{(t_1 - t_0)}(t_m - t_1) \quad (1)$$

6 Aguas de Mérida. (2008). Plantas de Potabilización Enrique Bourgoïn y Eduardo Jáuregui Mérida, Venezuela. Registro de estudio de NMP, coliformes fecales y coliformes totales (promedio mensual) período 2003-2008.

7 Las normas sanitarias vigentes estiman que, para fuentes de agua que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes, el conteo de organismos coliformes totales no debe superar la cifra de 10.000 NMP/100 ml promedio mensual (Rivas, 2007).

8 Mora, J. (1994).

En donde P_1 es la población correspondiente a t_1 (1990), igual a 178 580 habitantes, según el censo de la OCEI; t_m es el año al que corresponde la población a estimar, y P_0 es la población correspondiente al censo de 1981 (t_0), de 141 870 habitantes.

Alternativa 2. Según el método geométrico, la estimación de la población está dada por:

$$P_m = P_1 \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\left(\frac{t_m - t_1}{t_1 - t_0} \right)} \quad (2)$$

Alternativa 3. Finalmente, empleando la proyección logística,

$$P_m = \frac{P_s}{1 + \left[\left(\frac{P_s - P_0}{P_0} \right) e^{\frac{t}{\Delta t} \ln \left(\frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)} \right)} \right]} \quad (3)$$

En donde P_s es la población de saturación para Mérida que, según la empresa Tahal⁹ es de 368 840 habitantes. El estudio realizado por dicha empresa se basa en la disponibilidad de espacio físico para desarrollos habitacionales y capacidad de empleo. En la tabla 3, se presentan las estimaciones de población resultantes luego de realizar los cálculos según las diferentes alternativas mediante las relaciones matemáticas (1), (2) y (3) antes descritas.

Tabla 3 >>>
Proyecciones de población

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
M. Aritmético	219369	223448	227527	231606	235684	239763	243842	247921	252000
M. Geométrico	230612	236585	242712	248998	255447	262063	268851	275814	282957
Método Logístico	182746	186911	191073	195229	199374	203504	207614	211701	215761

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los cálculos realizados.

9 Aguas de Mérida. (1998). Proyecto TAHAL.

Dadas las características geográficas y socioeconómicas de la ciudad de Mérida, es evidente la existencia de limitaciones de crecimiento poblacional. En consecuencia, se decide realizar la actualización de los índices bioestadísticos sobre la base de las estimaciones de población realizadas con el método logístico, correspondiente a la alternativa 3, que toma en cuenta cierta población de saturación.

3.2. Estimación de índices de morbilidad de enfermedades de origen hídrico

Según Davis y Masten (2004), la tasa bioestadística que representa la frecuencia de ocurrencia de una enfermedad específica, está dada por la siguiente expresión:

$$\text{Tasa de Morbilidad} = \frac{\text{Casos Registrados y Confirmados de una Enfermedad}}{\text{Población}} \times 100.000 \quad (4)$$

Los valores de morbilidad mensual para cada una de las enfermedades de origen hídrico bajo estudio, se presentan en las tablas 4 y 5.

Tabla 4 >>>
Tasa de morbilidad mensual. I semestre
(Número de casos por cada 100 000 habitantes)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2000	1231,8	1651,5	1451,2	1180,9	1385,0	
2001				1073,2	1261,0	1263,7
2002	1131,5	1504,7	1123,7	897,6	1001,7	758,9
2003	976,8	1115,6	1184,8	1240,1	1204,7	1321,5
2004	1295,6	1493,7	1291,0	935,4	1155,1	1033,7
2005	1132,2	1366,6	1372,9	1401,9	1532,2	1516,9
2006	1063,5	1245,6	1313,5	879,0	1062,1	1424,8
2007	1203,6	1169,1	1045,8	999,5	1298,1	1051,0
2008	1038,6	991,8	1019,2	1144,3	1026,1	1016,9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el Ambulatorio Venezuela.

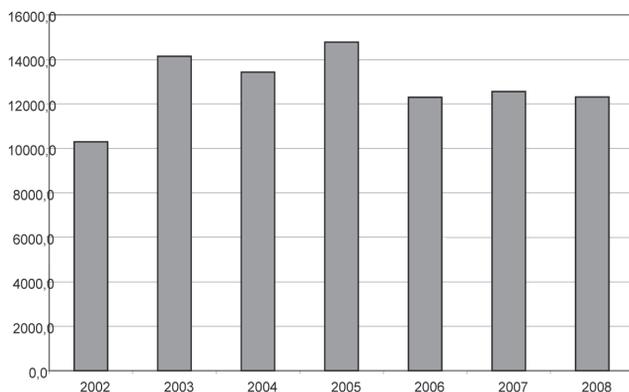
Tabla 5 >>
Tasa de morbilidad mensual. II semestre
(Número de casos por cada 100 000 habitantes)

Año	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2000	982,8	1060,5	1293,1	1342,3	855,8	
2001	1211,3	582,6	947,5	1124,1	993,0	774,7
2002	689,3	720,7	716,5	816,4	101,0	834,2
2003	1348,2	932,8	1047,5	1269,3	1353,8	1143,3
2004	1065,3	1015,2	953,5	1099,9	1149,6	940,9
2005	1084,5	1103,7	1060,9	1131,2	1252,1	816,2
2006	1032,2	855,4	829,4	788,5	901,2	899,7
2007	989,6	898,4	808,2	1150,2	1196,5	744,0
2008	1057,7	857,9	753,1	1149,4	1175,4	843,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el Ambulatorio Venezuela.

El gráfico 1 muestra la variación de la tasa de morbilidad anual de las enfermedades hídricas, registradas en el Ambulatorio Venezuela. No se incluyen los años 2000 y 2001, debido a que la secuencia de datos mensuales es incompleta, como se observa en las tablas 4 y 5. En 2003, se observa un aumento significativo en las enfermedades de origen hídrico, disminuye durante el 2004, destacándose en el 2005 el mayor registro. Durante los años 2006, 2007 y 2008, se observa poca variación entre la ocurrencia total de estas enfermedades.

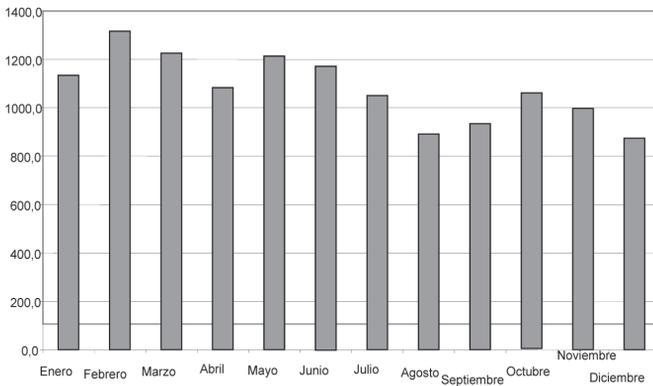
Gráfico 1 >>
Tasa anual de morbilidad por cada 100 000 habitantes
Enfermedades hídricas



Fuente: elaboración propia.

El gráfico 2 muestra la variación de la tasa promedio mensual de morbilidad durante los años considerados, según registros del Ambulatorio Venezuela. Se observa la mayor ocurrencia de las enfermedades bajo estudio, durante los meses de febrero y marzo, mientras que el mínimo corresponde a los meses de agosto de los años considerados.

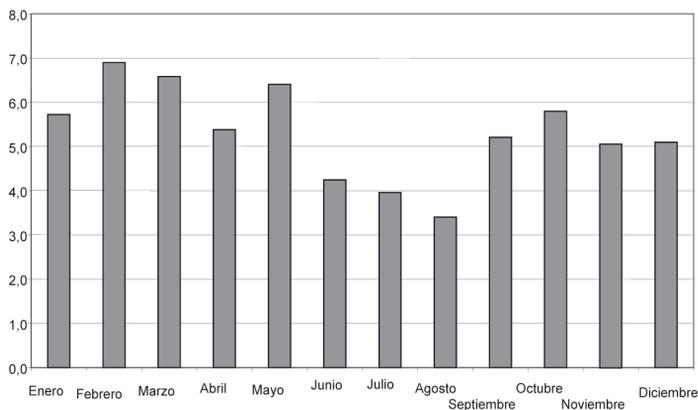
Gráfico 2 >>>
Tasa promedio mensual por cada 100 000 habitantes de morbilidad Enfermedades hídricas



Fuente: elaboración propia.

Algunas enfermedades de origen hídrico merecen atención especial; tal es el caso de la hepatitis aguda A, debida a un virus transmitido principalmente a través de la ingestión de agua contaminada, o por la falta de higiene en la manipulación y preparación de alimentos (Armijo, 2001). En el gráfico 3, se observa que el máximo de incidencia de esta enfermedad se produce en los meses de febrero y marzo, duplicando la tasa correspondiente a los meses de julio y agosto. En cuanto a los valores anuales, la hepatitis A presenta un aumento importante en el año 2003 y a partir de ese año, disminuye en forma gradual.

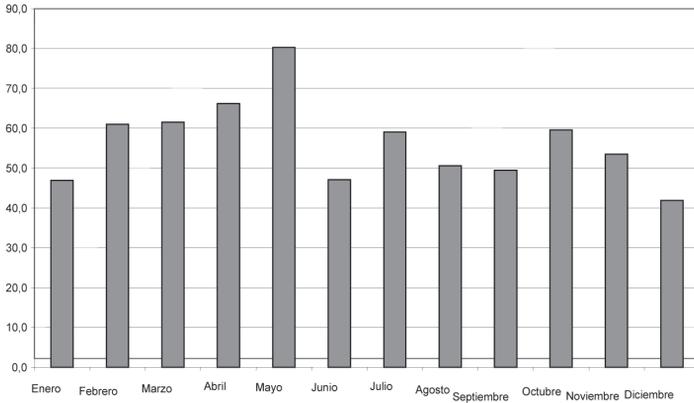
Gráfico 3 >>>
Tasa promedio mensual de morbilidad por cada 100 000 habitantes
Hepatitis A



Fuente: elaboración propia.

Otra enfermedad de particular interés en Mérida es la giardiasis, producida por un protozooario parásito (*Giardia lamblia*) que vive libremente en la naturaleza (Biagi, 2004). En el gráfico 4, se observa que, a diferencia de otras enfermedades hídricas, el máximo mensual se produce en el mes de mayo. En cuanto a la tasa de morbilidad anual, la fluctuación es aleatoria y no se observa una tendencia claramente establecida, oscilando los valores alrededor de los 1 300 casos al año por cada 100 000 habitantes. Este valor es muy superior al promedio de las otras enfermedades de origen hídrico, debido al ambiente en el que vive este protozooario (Lim, 2003).

Gráfico 4 >>>
Tasa promedio mensual de morbilidad
por cada 100 000 habitantes Giardiasis

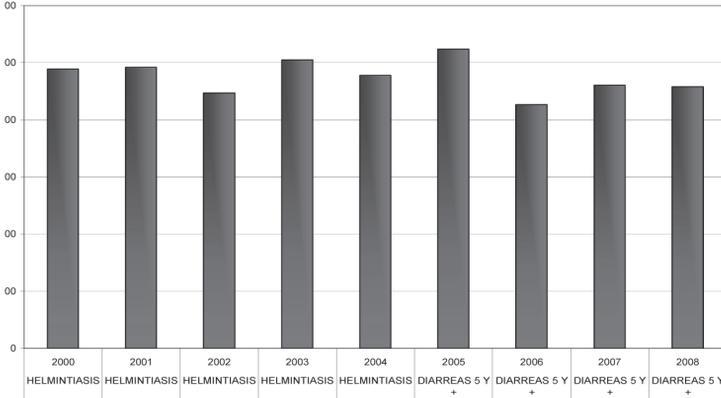


Fuente: elaboración propia.

Las enfermedades hídricas de mayor incidencia en la ciudad de Mérida durante los años 2000-2008, son las helmintiasis y las diarreas en pacientes de cinco años y más. Es importante señalar, que un síntoma común a todas las enfermedades de origen hídrico es la diarrea, por tanto, se necesita un diagnóstico basado en análisis de laboratorio para diferenciar claramente entre estas (Novoa, 2002; Devera, Ortega, y Suárez, 2007).

El gráfico 5, muestra la evolución en el tiempo de las enfermedades hídricas de mayor incidencia en la ciudad de Mérida durante el período en estudio. Se observa que la tasa de morbilidad por helmintiasis es la mayor en el lapso 2001-2004, mientras que en el lapso 2005-2007, la tasa de morbilidad por diarrea en edades de 5 años, presenta el valor mayor. El mínimo absoluto se presenta en el año 2002, correspondiendo a la helmintiasis, mientras el máximo absoluto, correspondiente a diarrea en edades de 5 años y más, se presenta en el año 2005.

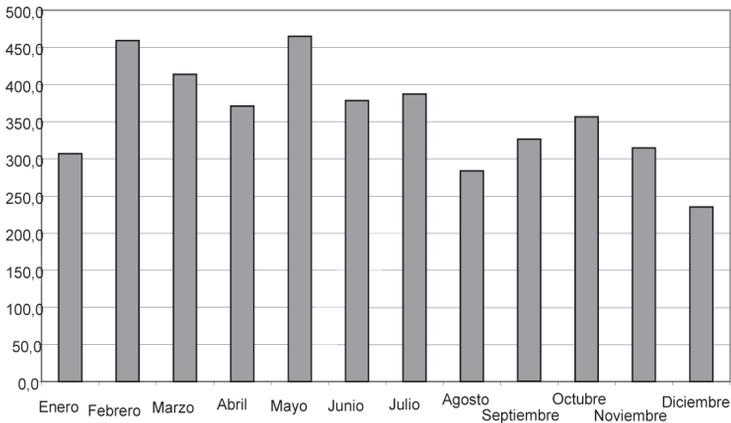
Gráfico 5 >>>
Enfermedades de máxima incidencia



Fuente: elaboración propia.

El gráfico 6, muestra el comportamiento de la tasa media de morbilidad de la helmintiasis a lo largo del año. Se observa que los mínimos ocurren en los meses de enero, agosto y diciembre, meses que coinciden con el asueto escolar.

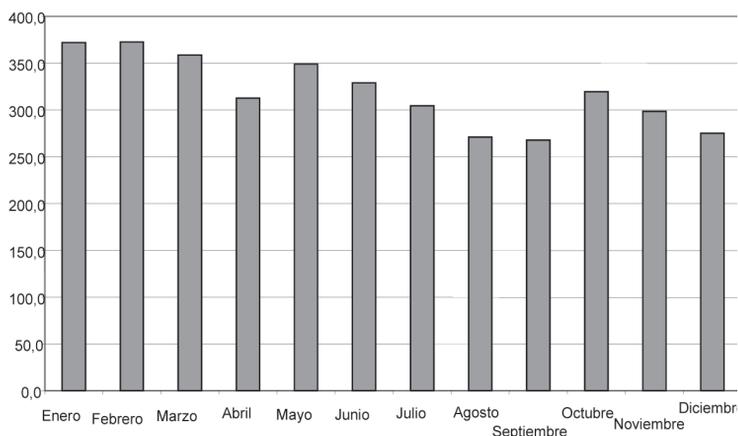
Gráfico 6 >>>
Tasa promedio mensual de morbilidad por cada 100 000 habitantes Helmintiasis



Fuente: elaboración propia.

El gráfico 7, muestra la variación de la tasa media de morbilidad de las diarreas en individuos de más de cinco años.

Gráfico 7 >>>
Tasa promedio mensual de morbilidad por cada 100 000 habitantes
Diarreas en individuos mayores de 5 Años



Fuente: elaboración propia.

Se calcula el promedio mensual correspondiente en ambos casos durante los años bajo estudio, resultando 358,1 ocurrencias para la helmintiasis y 319,2 para las diarreas; estableciéndose el intervalo para un 95% de confianza, según la relación (5) (Montgomery y Runger, 2000):

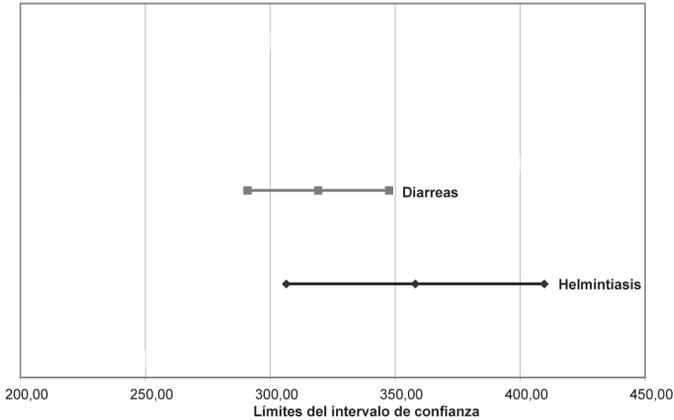
$$\bar{x} - \frac{t_{\alpha/2, n-1} \times S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + \frac{t_{\alpha/2, n-1} \times S}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

La relación (5) aporta el intervalo de confianza de $306,43 < \mu < 409,71$ para la helmintiasis y $290,87 < \mu < 347,58$ para las diarreas en individuos de más de cinco años.

En el gráfico 8, se observa que el intervalo de confianza para la media, en el caso de la helmintiasis, es mayor con relación a las diarreas, indicando que existe mayor variación de la tasa de morbilidad a lo largo del año.

Gráfico 8 >>>

Intervalos de confianza para la tasa promedio mensual de morbilidad, helmintiasis y diarreas en individuos mayores de cinco años



Fuente: elaboración propia.

3.3. Análisis de correlación entre la calidad microbiológica del agua y la ocurrencia de enfermedades hídricas

La empresa Aguas de Mérida, realiza estudios de calidad microbiológica del agua (NMP), a la salida de las plantas de potabilización Enrique Bourgoïn y Eduardo Jáuregui. En base a estos datos y con el fin de establecer su posible relación con la ocurrencia de enfermedades de origen hídrico, se realiza un análisis de regresión lineal ($y = \beta_0 + \beta_1 x$) entre el número total mensual de enfermedades de origen hídrico registradas entre los años 2003 y 2008 por el Ambulatorio Venezuela y el promedio mensual del NMP de coliformes fecales por cada 100 ml, suministrado por Aguas de Mérida. El análisis correspondiente a los datos registrados en la planta Enrique Bourgoïn deriva en los siguientes resultados:

$$\text{Modelo de ajuste: } y = 2263,71 + 0,01x$$

$$\text{Coeficiente de determinación: } R^2 = 0,0043$$

$$\text{Varianza estimada del modelo: } \hat{\sigma}^2 = 167852,7$$

En donde la variable x representa el NMP de coliformes fecales y, la variable y , el número total de enfermedades de origen hídrico.

Los resultados correspondientes a la planta de potabilización Eduardo Jáuregui son:

Modelo de ajuste: $y = 2314,07 - 0,12 x$
 Coeficiente de determinación: $R^2 = 0,0036$
 Varianza del modelo: $\hat{\sigma}^2 = 167973,4$
 También se realiza una prueba de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1 &= 0 \\ H_1 : \beta_1 &\neq 0 \end{aligned} \tag{6}$$

Para un estadístico de prueba se utilizan las relaciones (7) y (8)¹⁰:

$$T_0 = \frac{\beta_1}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 / S_{xx}}} \tag{7} \quad S_{xx} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \tag{8}$$

Considerando el estadístico de referencia basado en $t_{\alpha/2, n-2} = 2,30$ ¹¹; para los datos correspondientes a la planta Enrique Bourgoïn, y ya que $T_0 = 0,0153$ es menor que $t_{\alpha/2, n-2} = 2,30$, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que indica que no existe relación lineal entre el NMP de coliformes fecales y el número de enfermedades de origen hídrico.

Análogamente, para la planta Eduardo Jáuregui, con $T_0 = 0,2692$ menor que $t_{\alpha/2, n-2} = 2,30$, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que indica que no existe relación lineal entre el NMP de coliformes fecales y el número de enfermedades de origen hídrico.

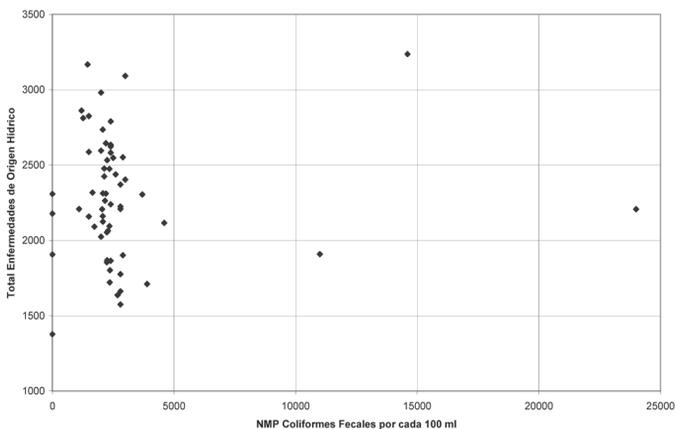
Los gráficos 9 y 10, muestran el comportamiento de los datos correspondientes, respectivamente, a las plantas Enrique Bourgoïn y Eduardo Jáuregui, evidenciándose que no existen patrones de correlación evidentes.

¹⁰ Montgomery y Runger (2000: 40).

¹¹ Valor calculado mediante el empleo de tablas estadística de la t de Student. (Montgomery y Runger, 2000).

Gráfico 9 >>> Análisis de regresión planta de potabilización Enrique Bourgoin

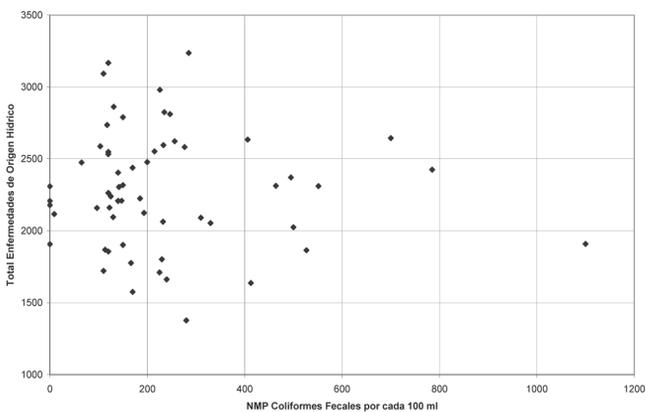
Análisis de Regresión



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 10 >>> Análisis de regresión. Planta de potabilización Eduardo Jáuregui

Análisis de Regresión



Fuente: elaboración propia.

5. Conclusiones y recomendaciones

Al concluir esta investigación, es conveniente destacar lo siguiente:

1. De acuerdo al análisis estadístico de los datos disponibles no hay relación lineal entre la incidencia de las enfermedades de origen hídrico y la calidad microbiológica del agua (NMP) suministrada por la empresa Agua de Mérida. Por tanto, las causas de estas enfermedades deben estar relacionadas con otros factores o bien, en caso de existir alguna relación, esta es de naturaleza no lineal y se requeriría un análisis más profundo para lograr determinarla.
2. La información recolectada en los centros de salud del distrito sanitario Mérida es imprecisa e incompleta, debido a que no registra el agente causal de la enfermedad, ni las características etiológicas del paciente. Esto ocasiona que el presente estudio no pudiera lograr el alcance de precisión ambicionado, ni la actualización de los índices biostatísticos asociados a cada una de las enfermedades de origen hídrico consideradas.
3. Según cálculos realizados sobre la base de la información tomada de diferentes fuentes ya referidas, no se observa tendencia definida en la variación de la tasa de morbilidad anual de las enfermedades hídricas registradas. Sin embargo, es de hacer notar que en el año 2003 se observa un aumento significativo, que disminuye en el 2004 y nuevamente aumenta en el 2005, para luego mostrar poca variabilidad.
4. Asimismo, el máximo de la tasa promedio mensual de morbilidad se produce en los meses de febrero y marzo, coincidiendo con la celebración de la Feria del Sol, mientras que el mínimo corresponde al mes de agosto, mes de receso vacacional.
5. Análogamente, el máximo de incidencia de la hepatitis A, se produce en los meses de febrero y marzo, duplicando la tasa correspondiente a los meses de julio y agosto. En cuanto a los valores anuales, la hepatitis A, presenta un aumento importante en el año 2003 y a partir de ese año disminuye en forma gradual.

6. A diferencia de otras enfermedades hídricas, el máximo mensual de la giardiasis se produce en el mes de mayo, coincidiendo con el inicio del período de lluvias. En cuanto a la tasa de morbilidad anual asociado a esta enfermedad la fluctuación es aleatoria, oscilando alrededor de los 1 300 casos al año por cada 100000 habitantes.

7. Según los datos suministrados por el Ambulatorio Venezuela, las enfermedades hídricas de mayor incidencia en la ciudad de Mérida durante los años 2000- 2008, son las helmintiasis y las diarreas¹² en pacientes de cinco años y más.

8. Los mínimos observados en la tasa media de morbilidad de la helmintiasis ocurren en los meses de enero, agosto y diciembre, meses que coinciden con el asueto escolar. Mientras que la incidencia de las diarreas en individuos de más de cinco años se mantiene aproximadamente constante a lo largo del año.

Finalmente, se emite un par de recomendaciones derivadas del estudio y que están dirigidas especialmente a los entes encargados de la gestión en salud pública en Mérida.

1. La dificultad para acceder a los datos y la deficiencia en la sistematización para la recolección de los mismos por parte de los entes responsables de esta tarea, constituyen los mayores obstáculos para el avance de este trabajo. Es importante señalar que, siendo la sección de epidemiología distrital la encargada de recibir y procesar la información generada en los distintos centros de salud del distrito sanitario, así como suministrarla a la CORPOSALUD, la información proporcionada por ambos organismos es diferente en casos en que debe ser igual, mostrando inconsistencias en los índices bioestadísticos de la región.

Así, la recomendación emergente de este estudio es la urgencia de que los entes del Estado se avoquen a diseñar e implantar un formato único de registro de información en los centros de salud

12 Registrada por este centro de salud como enfermedad y no como síntoma.

que conforman los distritos sanitarios, siguiendo estándares que seguramente tiene establecido la OMS. Conformar una base de datos comparables, no sólo entre los diferentes centros de salud públicos y privados del Estado, sino con cualesquiera a nivel mundial. Asimismo, tomar ventaja de las tecnologías de información y comunicación para integrar los diferentes centros a una plataforma única de información que centralice los datos y los coloque a disposición del público. Esta plataforma de información puede potencialmente servir de apoyo al proceso de toma de decisiones en materia de gestión de salud pública, y mejorar el desempeño de los entes responsables de esta función.

2. Es interesante destacar que la tasa de morbilidad promedio mensual debida a enfermedades de origen hídrico, presenta los valores máximos durante los meses de febrero y marzo que coinciden con los períodos de carnaval y semana santa y disminuye durante los meses de agosto de cada año. Este resultado señala la necesidad de estudios futuros, que permitan a los entes pertinentes diseñar políticas públicas, destinadas a abordar esta situación que afecta la salud pública de la ciudad de manera concurrente, especialmente durante los meses referidos.

Bibliografía >>

- Aguas de Mérida. (2008). *Plantas de potabilización Enrique Bourgoïn y Eduardo Jáuregui Mérida, Venezuela. Registro de estudio de NMP, coliformes fecales y coliformes totales (promedio mensual) período 2003-2008.*
- Aguas de Mérida. (1998). *Proyecto TAHAL.*
- Armijo, A. (2001). *Epidemiología básica en atención primaria de la salud.* Primera edición. Madrid, España: Díaz de Santos S.A ediciones.
- Biagi, F. (2004). *Enfermedades parasitarias.* Tercera edición. Cd México, México: Manual Moderno ediciones.
- Coordinación de Epidemiología Distrital, Distrito Sanitario Mérida, Ambulatorio Venezuela. (2008). *Registro de enfermedades de origen hídrico período 2000-2008.* Mérida, Venezuela.
- Davis, M., Masten, S. (2004). *Principles of Environmental Engineering and Science.* Primera edición. New Cork, USA: McGraw Hill.
- Devera, R., Ortega, N., Suárez, M. (2007, enero-junio). *Parásitos intestinales en la población del Instituto Nacional del Menor, Ciudad Bolívar, Venezuela.*

- Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 27 (1), 492-502.
- Elston, R., Jonson, W. (1990). *Principios de Bioestadística*. Primera edición. Cd México, México: El Manual Moderno ediciones.
 - Instituto Nacional de Estadística. Censos 1981, 1990.
 - Lemus, J. (1996). *Manual de vigilancia epidemiológica. OPS/ OMS / Fundación W.K. Kellogs* Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsea/e/fulltext/manual/manual.html>. [Consulta: 15 de marzo de 2011]
 - Lim, D. (2003). *Microbiology*. Tercera edición. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
 - Montgomery, D., Runger, G. (2000). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. Segunda edición. Cd México, México: McGraw Hill.
 - Mora, J. (1994). *Introducción al diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado*. Trabajo de ascenso. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
 - Novoa, D. (2002, enero). Los modelos clínico-epidemiológicos aplicados a la investigación microbiológica/parasitológica: propuesta para usar pragmáticamente la epidemiología empírica en Latinoamérica. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 22 (1), 74-87.
 - Rivas, F. (2007). *Texto para la asignatura saneamiento ambiental*. Trabajo de ascenso. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
-