

**LA MORTALIDAD POR CANCER
DEL SISTEMA DIGESTIVO
EN P.R. EN 1978**

UN ANALISIS GEOGRAFICO

ANGEL DAVID CRUZ BAEZ



La Mortalidad por Cáncer del Sistema Digestivo en P.R. en el 1978: Un Análisis Geográfico*

por
*Angel David Cruz Báez, Ph.D.***

Introducción

Si se le diera a escoger, el pueblo preferiría estar saludable a estar enfermo, especialmente si conociera las probabilidades de sucumbir ante una determinada enfermedad *vis-á-vis* las de recuperarse satisfactoriamente. Hace varias décadas la pulmonía y la tuberculosis eran enfermedades temibles en Puerto Rico por sus altas tasas de fatalidad. Los adelantos médicos redujeron significativamente esas tasas y el temor del pueblo ante ellas ha disminuido. Por otro lado, han aumentado las incidencias y las tasas de fatalidad de otras enfermedades, convirtiéndolas en verdaderos motivos de preocupación. Tal es el caso del cáncer en su diferentes manifestaciones y, más recientemente, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA o AIDS).

En gran medida, el cáncer es una enfermedad de prominencia evidente en los países desarrollados, de la misma manera que las

*Investigación realizada bajo el auspicio de la Oficina de Fondo Institucional para la Investigación (FIPI) del Decanato de Asuntos Académicos de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Se agradece la ayuda de mi asistente de investigación, Eduardo Escalona Marrero, estudiante de Geografía.

**Catedrático Asociado y Director, Departamento de Geografía, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

enfermedades infecciosas lo son en los países subdesarrollados. Puerto Rico ha superado la etapa del subdesarrollo, por lo menos en cuanto a las muertes por enfermedades infecciosas se refiere, encontrándose ahora en una etapa en la que prevalecen las muertes por enfermedades crónicas como el cáncer, las enfermedades cardio y cerebrovasculares, y otras asociadas con el desarrollo económico y poblaciones envejecientes.

De la misma forma en que la población tiene una distribución geográfica, la mortalidad también la tiene. Aunque es obvio que mueren más personas donde más personas hay, la correspondencia entre la distribución de la población y la distribución de los fallecimientos es variable. Al geógrafo le interesa el estudio de la variación o distribución de los fenómenos o eventos sobre la superficie terrestre, como sería la variación geográfica de los patrones de mortalidad por diferentes enfermedades. Con el propósito de poder explicar satisfactoriamente los patrones geográficos que de otra manera pasarían desapercibidos, los geógrafos han desarrollado métodos y técnicas de gran utilidad.

Este trabajo intenta demostrar una alternativa de investigación para estudiar la mortalidad por cáncer del sistema digestivo en Puerto Rico desde un punto de vista geográfico, considerando el 1978 como el año muestra. El objetivo del trabajo es presentar una metodología que, hasta donde conoce el autor, no se ha utilizado en Puerto Rico con estos fines. El trabajo no pretende presentar resultados finales sino ciertos resultados preliminares que puedan servir de punto de partida para unos estudios más exhaustivos que se necesitan pero que no se pueden realizar sin la ayuda de personal médico especializado, facilidades institucionales y recursos económicos.

El Problema

En el 1978 fallecieron en Puerto Rico 1,044 personas a consecuencia de cáncer del sistema digestivo, según datos suministrados por el propio Departamento de Salud. Como era de esperarse, murieron más personas donde más personas había. Las víctimas pudieron haber desarrollado este tipo de cáncer por diferentes razones. Es posible que algunas fueran ambientales y otras estuvieran relacionadas con los hábitos alimenticios u otras costumbres de las víctimas. El patron geográfico de estas muertes es importante porque pudiera sugerir algunas causas que podrían tener consecuencias a largo plazo para los residentes de la Isla. Aunque en forma grupal podrían formar un patrón, a nivel individual éste no se podría determinar a menos que de alguna manera se identificara a las víctimas, se evaluara cada uno de los respectivos expedientes médicos y se entrevistara minuciosamente a los familiares más cercanos para obtener un historial completo, aun de aquellas variables que pudieran ser

relevantes pero que por no ser estrictamente médicas, probablemente no aparecerían en el expediente médico de la víctima. Sin embargo, entrevistar a todos los familiares de todas las víctimas y examinar todos los expedientes médicos resultaría muy costoso y tomaría demasiado tiempo. Una posible solución a este problema sería examinar todos los casos de aquellos lugares (municipios) donde fallecieron significativamente más personas de las esperadas, para ver a qué podrían deberse las diferencias observadas.

Este estudio parte de la premisa de que la sociedad puertorriqueña es homogénea en términos de su dieta alimenticia y otras costumbres. Esto no tiene que ser necesariamente cierto y sólo representa un punto de partida para permitir obviar la posibilidad de diferencias regionales en los patrones de consumo de alimentos que posiblemente no estén documentadas. Aceptado este hecho, los patrones geográficos de la mortalidad que se observen podrían ser explicados por otras variables, posiblemente en términos de la composición por edades y sexos de la población y algunas variables ambientales. En otras palabras, se asume que todo es constante o se distribuye uniformemente excepto el lugar de residencia de la víctima. De encontrarse municipios donde hubiesen fallecido un número significativamente mayor al esperado, en términos estadísticos, habría que tratar de determinar a qué se debieron esas diferencias.

Recientemente se publicó en Puerto Rico una noticia en la cual se informaba que unas 44,500 personas en la Isla habían estado consumiendo aguas contaminadas con tricloroetileno, un carcinógeno, por un tiempo indeterminado (*El Nuevo Día*, 13 de septiembre de 1983, p.3). El Director Ejecutivo de la Autoridad de Acueductos para esa fecha, quien también estaba participando en el foro cubierto por la noticia, reaccionó al referido planteamiento de la siguiente manera:

Lo que pasa es que los médicos y los científicos son unos quisquillosos y ven esto de otra manera. Yo soy un ingeniero y estoy acostumbrado a ver los problemas en forma práctica... ¿Qué es preferible, que cierren las industrias y se queden sin empleos cientos de trabajadores, o que la gente siga tomando agua con un grado de contaminación que no les perjudica la salud? (ibid.)

Es posible que haya dos explicaciones para esta reacción: una, ignorancia del funcionario público, o: dos, que estuviera defendiendo la política *de facto* (extraoficial) del gobierno. La primera alternativa no parece muy probable, tratándose de un ingeniero de tanta experiencia; la segunda, de ser cierta, refleja una política muy peligrosa a largo plazo para el pueblo de Puerto Rico. El "issue," como se plantea en la cita -en

términos de empleos o ambiente y salud- representa una miopía administrativa peligrosa que se ha venido observando en este país por demasiado tiempo. Además de esconder el verdadero problema, visto de esa manera, tiende a dividir al pueblo entre los "buenos" y los "malos."

El problema del impacto de un ambiente deteriorado por diferentes razones, principalmente por la acumulación de sustancias tóxicas y carcinógenas en el agua, es un hecho bastante documentado en otras partes del mundo. A modo de ilustración, basta mencionar sólo algunos de los hallazgos relacionados con este problema que se han discutido en la literatura científica fuera de Puerto Rico.

Existen estudios epidemiológicos en Estados Unidos y otros países que han demostrado cierta relación entre la exposición al agua clorinada y la mortalidad por cáncer del sistema digestivo. Se han encontrado unas tasas de mortalidad por cáncer del pulmón y de los sistemas digestivos y urinarios significativamente altas en lugares abastecidos por aguas tratadas con cloro y en áreas con altos niveles de trihalometano en las mismas (Kuzma). En un estudio de siete condados en el estado de Nueva York, se encontraron tasas excesivas de cáncer del pulmón, de las vías gastrointestinales y de las vías urinarias, presumiblemente asociadas con la clorinación de las aguas de superficie y subterráneas (Young, p. 1191). Rara vez se encuentra el trihalometano en aguas sin clorinar. La concentración de esta sustancia en el agua clorinada es función de la cantidad de cloro en la misma, su pH, su temperatura y el proceso de purificación usado (Young, p. 1191).

En estudio realizado por Bean et. al., en los municipios de Iowa con mas de 1,000 habitantes, se encontró que las tasas de incidencia de cáncer del pulmón y del recto eran mayores para las hembras y los varones en aquellos municipios abastecidos por agua de superficie *vis-á-vis* los municipios servidos por agua subterránea (p. 912). Igualmente, Kuzma et. al. encontraron que las tasas de mortalidad por neoplasmas malignos en el estómago y la vejiga eran más altas para los hombres 'blancos' en los condados suplidos por agua de superficie en comparación con los suplidos por agua de pozo (p. 725).

Además, en Estados Unidos solamente se han identificado más de 300 químicos orgánicos específicos hallados en el agua potable. Se ha probado que muchos de ellos o causan cáncer en el hombre o en animales de laboratorio, o se sospecha que son carcinógenos (Kuzma, p. 725). En adición a la contaminación producida por las descargas industriales y domésticas en los ríos y los lagos, la escorrentía agrícola puede también contaminar las fuentes de aguas superficiales y subterráneas con

pesticidas y herbicidas, algunos de los cuales se sospecha o se sabe que son carcinógenos (Wilkins, p. 421). Los rellenos con sustancias contaminantes también pueden infiltrarse al subsuelo y contaminar las fuentes subterráneas de aguas. Sin embargo, de todos los carcinógenos conocidos o sospechosos encontrados en el agua hasta el presente, el cloroformo es el que se ha encontrado a unos niveles de concentración (366 m/litro) que exceden los próximos carcinógenos (cloruro de vinilo y el benceno) por unas 37 veces (Wilkins, p. 423).

La metodología

Para este estudio se utilizaron datos del 1978, los más recientes disponibles al momento de comenzarse el trabajo. Los datos podrían considerarse como representativos de lo que se espera pudiera ocurrir en cualquier municipio en cualquier año dado. Por lo tanto, no se espera que los resultados varíen significativamente de los resultados a esperarse para otros años. De todas maneras, los mismos sólo se presentan a modo de ilustración.

En síntesis, la metodología consiste en computar una tasa de mortalidad promedio para toda la Isla. Una vez obtenida ésta, se computa el número de muertes esperadas para cada municipio. Se compara este resultado con el número de muertes observadas y se procede a determinar si la diferencia es significativa o no. A continuación se explica el procedimiento con más detalle.

La tasa de mortalidad por cáncer del sistema digestivo está basada en un estimado de población para mediados del 1978, obtenido mediante la interpolación de la población usando los Censos de Población del 1970 y 1980. La tasa cruda de mortalidad por cada 100,000 habitantes se calculó de la siguiente manera:

$$T_i = \frac{M_i}{P_i} \cdot K$$

donde T_i es la tasa de mortalidad por cada 100,000 habitantes en cada municipio i , M_i es el número de fallecimientos por cáncer del sistema digestivo entre el primero de enero y el 31 de diciembre de 1978, P_i es la población estimada para cada municipio i a mitad de año y K (100,000) es una constante usada para convertir los números decimales, muy pequeños e incómodos de manejar, a números más familiares y manejables.

Luego de obtener las tasas de mortalidad por cada 100,000 habitantes, se procede a calcular la media y la desviación estándar. aunque la desviación estándar no es necesaria para computar el número de muertes a esperarse en cada municipio, sí es de utilidad en el cómputo de otras estadísticas utilizadas más tarde en el trabajo.

El número de muertes esperadas por cada municipio (ME_i), se obtuvo multiplicando la media de la tasa de mortalidad (\bar{X}) por la población de cada municipio (P_i) y dividiendo el resultado por K , la constante. Esto es,

$$ME_i = \bar{X} P_i X$$

La idea de este cómputo es ver cuántas personas se espera que mueran de cáncer del sistema digestivo en un municipio si éste se comportara igual al municipio típico (que representa el promedio para la Isla). De esta manera, se pueden comparar los resultados de las muertes esperadas con las observadas y ver si éstas son iguales o si difieren significativamente entre sí. Con estos resultados se pueden agrupar los municipios en tres categorías: los que no tienen diferencias significativas, los que difieren significativamente por encima de lo esperado y los que difieren significativamente por debajo de lo esperado. Esta clasificación permite concentrar los esfuerzos en tratar de investigar lo que esté sucediendo o haya sucedido en aquellos municipios que se desvían significativamente de lo esperado, tanto por encima como por debajo.

Una inspección de estos nuevos cómputos (col. 4 del apéndice) muestra que hubo municipios donde el número de fallecimientos fue casi igual al esperado y otros donde éste diferió en forma bien marcada. No se puede confiar en la mera inspección visual para ver si las diferencias son significativas o no. La razón es que podrían haber casos muy cercanos a la región crítica, hecho que dificultaría aceptar o rechazar la hipótesis de que no existe una diferencia, sin incurrir en riesgos de rechazar una hipótesis cierta o aceptar una hipótesis falsa. Aunque hay varias formas de hacer estas pruebas, la más viable parece ser aquella que hace uso de la distribución probabilística de Poisson.

La mencionada distribución se puede usar cuando la sprobabilidad de la ocurrencia de un evento es pequeña y N es muy grande, como es el caso del cáncer del sistema digestivo, en el cual se espera la ocurrencia de una muerte por cada 3,000 habitantes, aproximadamente. La distribución permite ver, municipio por municipio, si las diferencias observadas pueden ser fluctuaciones aleatorias o no. La fórmula para calcular esta probabilidad para cada evento X en cada municipio es como sigue:

$$P(X) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{X!}$$

donde $P(x)$ es la probabilidad de la ocurrencia del evento (0,1,2,...,X muertes), e es la base matemática de los logaritmos naperianos (2.71828), λ es el número de muertes esperadas por cada municipio y $X!$ es la cantidad de muertes observadas. El símbolo ! significa factorial.

Los Datos y los Resultados

Como se dijera anteriormente, en el 1978 murieron 1,044 personas por cáncer del sistema digestivo en Puerto Rico. Murieron más en San Juan, el municipio con más población y ninguno en culebra, el municipio con menos población (figuras 1 y 2). El promedio, o la media, de la tasa de muertes por cada 100,000 habitantes fue 33.83 y la desviación estándar 13.16. El histograma (figura 3) muestra la distribución estadística mientras que el mapa (figura 4) muestra la distribución geográfica de las tasas.

A simple vista la distribución parece normal. Cómputos de sesgo y curtosis arrojaron valores de .06 y -.14, respectivamente. Se puede inferir, con un nivel de confianza de 95%, que la media de la tasa de muertes por cáncer del sistema digestivo en Puerto Rico en los últimos años se encuentra entre los límites de 31.91 y 36.75 muertes por cada 100,000 habitantes.

El mapa de la distribución geográfica de estas tasas muestra hechos muy interesantes. Primero, los municipios con las tasas más altas son todos costaneros: Fajardo, Guánica, Lajas y Santa Isabel. De éstos, tres están en la costa sur y sólo uno en la este. De igual manera, los municipios con las tasas más bajas son todos del interior --Moca, Villalba y Trujillo Alto-- con excepción de Dorado en la costa norte y Culebra, una isla-municipio localizada al este de la Isla grande. La categoría que sigue a la más alta, la de 44.4 a 55.5, parece formar un patrón determinado, de municipios concentrados en el suroeste de la Isla y entre Manatí y Quebradillas en la costa norte. Se encuentra en esa categoría, además, Humacao, en el este; y Vieques, una isla-municipio cerca de Culebra. Los únicos tres municipios que rompen este patrón son Cayey, Naranjito, y Canóvanas, municipios del interior. Los municipios restantes forman un patrón más aleatorio, o sea, no tienen un patrón de concentración definido. Dado que los municipios de mayor interés para este estudio son los que tienen valores extremos por encima y por debajo de la distribución, no se entrará en una discusión de los que componen las clases del centro de la distribución de frecuencia. Son éstos los que más se comportaron según lo esperado.

Discusión de los Resultados

Ya que la media de las tasas obtenidas para el 1978 se considera representativa del promedio del universo, se puede utilizar para calcular el promedio de las muertes esperadas para cada municipio en ese y otros años. Los cómputos para el 1978 aparecen en el apéndice. Este cómputo (el número de muertes esperadas), es el valor λ

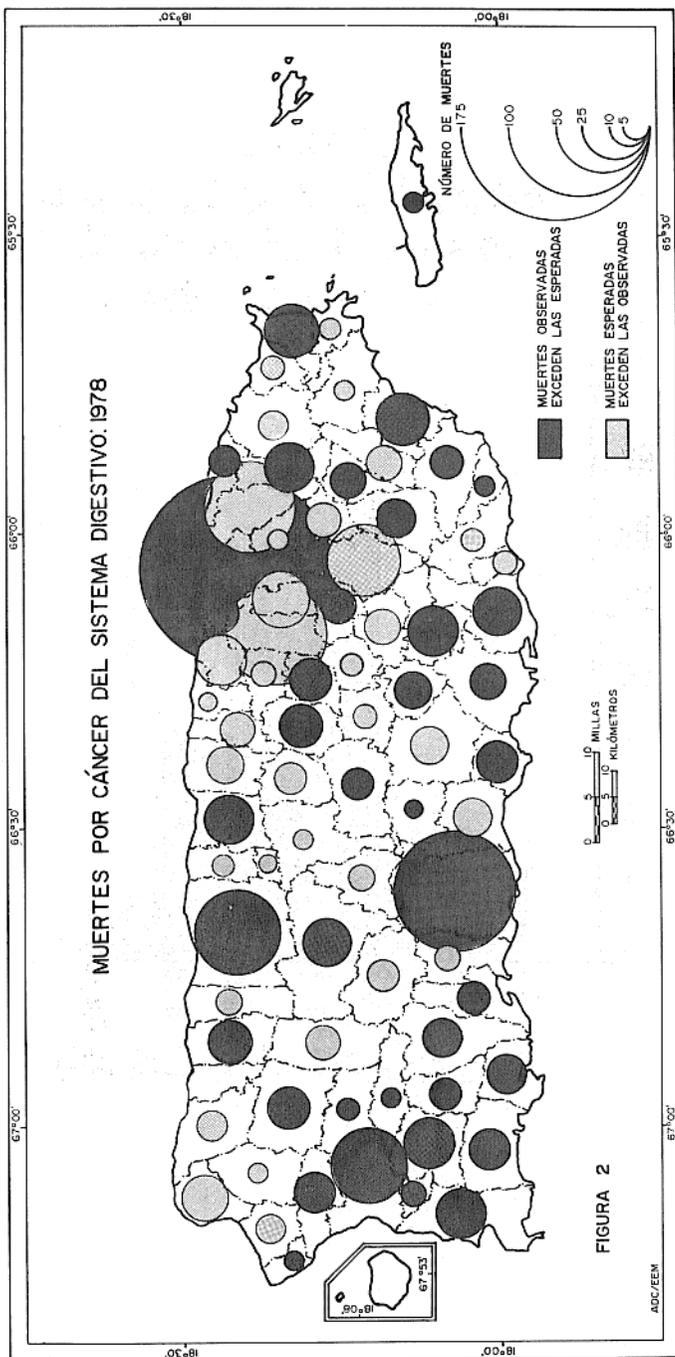
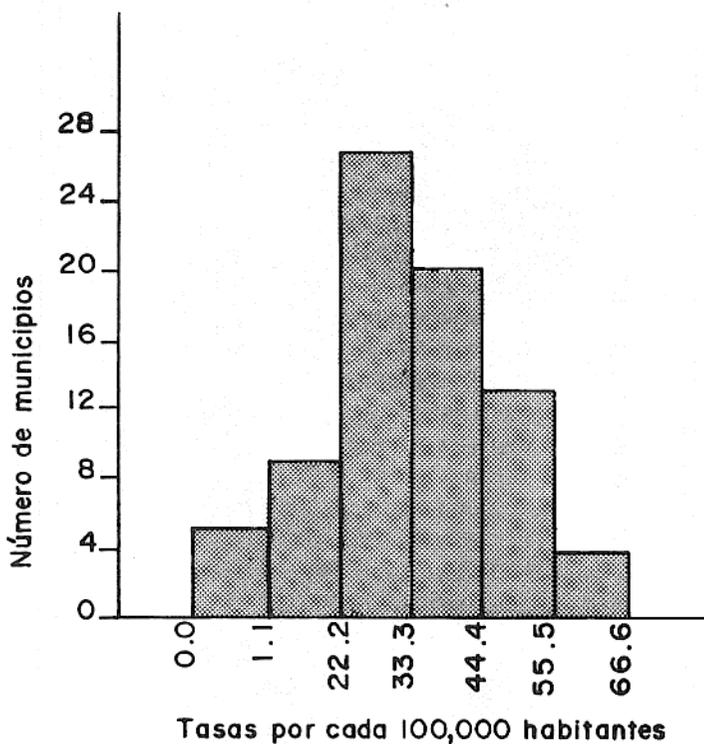
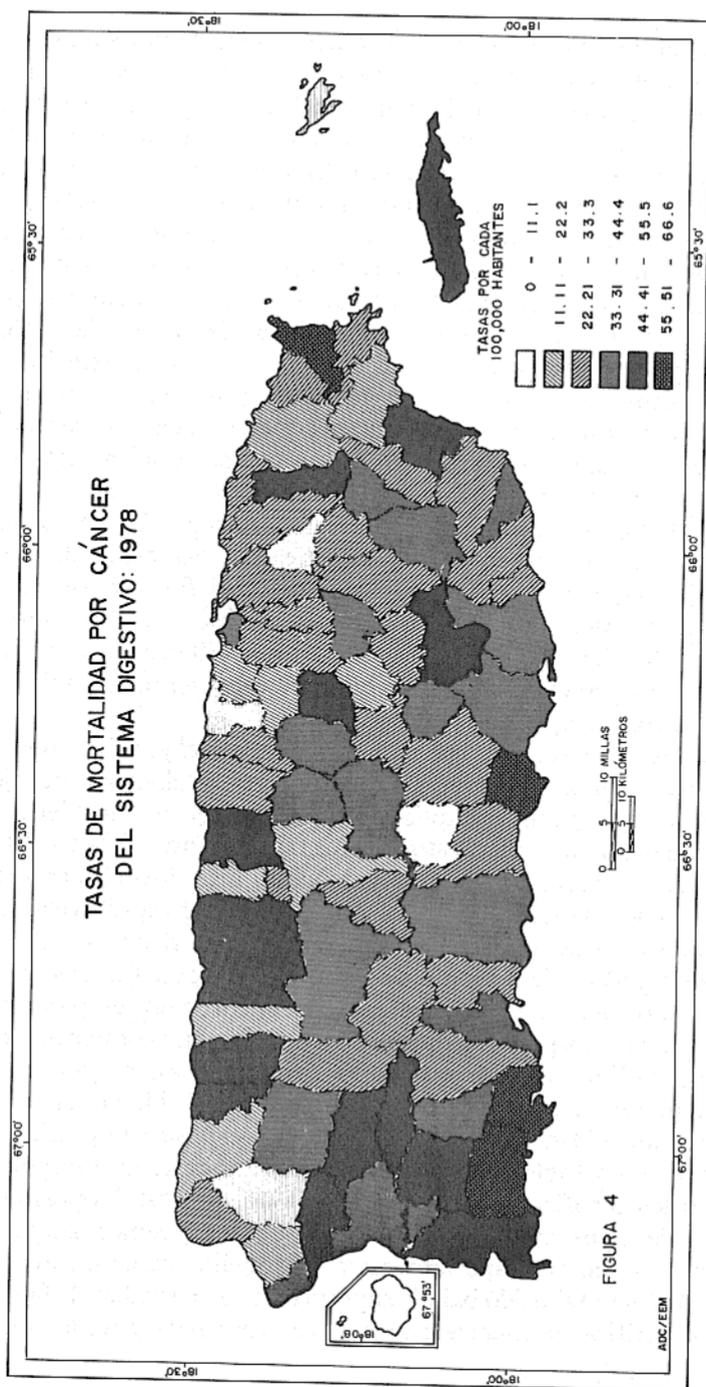


Figura 3
Distribución de las tasas de muertes
por cáncer del sistema digestivo
en Puerto Rico : 1978

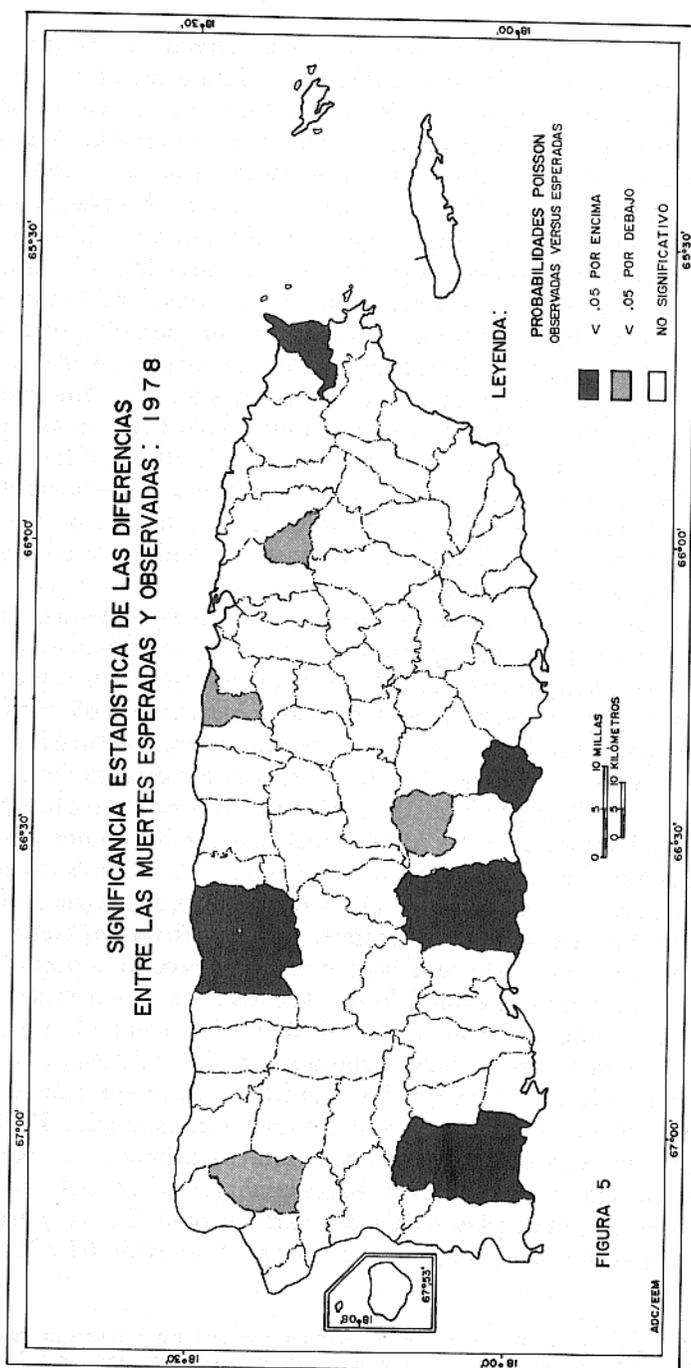




utilizado en los cálculos de las probabilidades de Poisson. Las muertes observadas en cada municipio deben ser igual a λ o no diferir significativamente de ésta. Si la diferencia es tan grande que las muertes observadas caen dentro de la región crítica de .05 o menos en la distribución de Poisson, se rechaza la hipótesis de que no hay diferencia. La hipótesis se prueba calculando una distribución Poisson para cada municipio. La dirección es importante ya que interesan principalmente aquellos municipios cuyas muertes observadas excedían en forma significativa a las esperadas. Los resultados de la probabilidad para X o menos muertes en los casos por debajo de las esperadas y X ó más muertes por encima aparecen en el apéndice con un asterisco (*). La figura 5 resume los resultados en tres categorías: significativamente por debajo, significativamente por encima y diferencias no significativas. Interesan en este caso particularmente las que están en las categorías significativamente por encima y por debajo.

Sólo hubo seis municipios cuyas muertes por cáncer del sistema digestivo excedieron en forma significativa las esperadas: Arcibo, Fajardo, Lajas, Ponce, San Germán y Santa Isabel. Por otro lado, sólo hubo cuatro municipios cuyas muertes fueron significativamente inferiores a las esperadas: Dorado, Moca, Trujillo Alto y Villalba. La ventaja de este mapa, en comparación con una tabla para representar los resultados, es que el patrón geográfico resalta a simple vista.

Son varias las razones que pudieran explicar el patrón observado. En el caso de aquellos municipios cuyas muertes estaban por debajo de las esperadas, una posible explicación podría ser un ambiente menos contaminado, como resultado de contar con un número menor de industrias contaminantes, una población más joven, errores en la asignación de las muertes al municipio correcto y hasta servicios médicos inadecuados (que dificultan realizar diagnósticos correctos). No solamente pueden darse errores en cuanto a la dirección residencial de la víctima sino que, a medida que el paciente entra en una etapa avanzada de su enfermedad, es probable que el sistema como tal comience a sufrir un colapso, pudiendo fallar cualquier órgano vital, diagnosticándose, erróneamente, la causa de muerte a corto plazo. Howe, en un estudio sobre la mortalidad por cáncer del sistema respiratorio y enfermedades del corazón, en Inglaterra, señala ésta como una fuente importante de error en los certificados de defunción (1982, p. 120). Es posible que en algunos de estos casos, especialmente en los pueblos pequeños con centros de salud sin especialistas, y en aquellos casos en los cuales la víctima hubiera fallecido bajo la supervisión de un médico de familia, éste pudiera certificar la muerte por la causa inmediata y no la verdadera.



Por no poderse contar con un acceso directo a las fuentes de información de cada paciente (certificados de defunción, historial médico y otra información de parte de los parientes), algunas de las posibles causas aquí sugeridas no pueden ser corroboradas en este momento.* Mientras no se tenga acceso a esa información, sólo se podrán ofrecer algunas explicaciones preliminares a los patrones observados.

En el caso de los municipios que experimentaron una mortalidad significativamente menor a la esperada, tres de ellos --Moca, Trujillo Alto y Dorado-- experimentaron una inmigración considerable durante la década de los setenta. Si se toma en consideración que el 90 por ciento de las muertes por cáncer del sistema digestivo ocurren en personas mayores de 50 años, y que la mayoría de los inmigrantes a esos municipios eran jóvenes, se puede ver porqué aquellos municipios con una alta tasa de inmigración también tienen una tasa de mortalidad baja. Esta hipótesis podría corroborarse tan pronto estén disponibles los datos sobre las composiciones por edades y sexos de los municipios. Con esta información se podrían determinar las tasas ajustadas por edad y luego compararlas con las observadas.

El caso de Villalba podría ser un poco diferente ya que es el único de los cuatro municipios que experimentó una emigración neta durante los setenta. Sin embargo, una característica común de estos municipios es que tienen proporcionalmente menos personas mayores de 65 años que el resto del país, producto, en parte, de la emigración masiva de los cincuenta. Además de esto, Villalba posiblemente carezca de industrias contaminantes. Otra posibilidad también puede ser que en estos pueblos pequeños, algunos pacientes fueran trasladados a hospitales regionales donde los familiares informaron sus direcciones, en una ciudad más grande, en vez de la del paciente. De esto ser cierto, se estaría creando un efecto "sombra" bajo el cual los grandes centros urbanos aparecerían con un número mayor de muertes a las esperadas y los centros pequeños cercanos con uno menor. La única forma de corroborar la existencia de este efecto sería examinar los certificados de defunción, cotejar la dirección de residencia de la víctima y hablar con los familiares de éstas.

¿Cuál podría ser el caso de los municipios que experimentaron un número de muertes significativamente mayor al esperado? De los seis municipios en esta categoría, tres son centros urbanos con hospitales grandes en los cuales podrían hacerse diagnósticos más correctos. Además, estos municipios --Fajardo, San German, Ponce y Arecibo-- tienen una proporción mayor de personas de más de 65 años que el

*Se espera poder explorar éstas y otras causas con más detenimiento en unos artículos futuros, una vez se terminen de administrar y analizar unos cuestionarios que se preparan en la actualidad.

promedio de la Isla. Ambos hechos podrían tener el efecto de aumentar la tasa. Lajas y Santa Isabel son los municipios restantes en esta categoría, pero se diferencian porque son centros urbanos más pequeños y más rurales. Además, ambos ganaron población por inmigración.

Todos los municipios con diferencias significativas por encima de lo esperado eran costaneros, con excepción de San Germán. Esto contrasta marcadamente con los que tenían diferencias significativas por debajo de lo esperado y que eran del interior, con excepción de Dorado que, aunque es costanero, experimentó una fuerte inmigración durante los setenta. Siendo la mayoría de estos inmigrantes jóvenes, como es de esperarse, no es difícil ver porqué Dorado tiene una tasa de mortalidad tan baja.

Descartando las posibles explicaciones ya mencionadas como aplicables a los dos municipios restantes, queda la posibilidad de que la explicación de estas diferencias tan altas estén relacionadas con la contaminación ambiental. Esta generalmente ocurre en focos o en concentraciones espaciales, variando éstos con las condiciones ambientales y la cantidad y naturaleza de los contaminantes. En el caso del aire, por ejemplo, la dinámica del mismo en un momento dado puede concentrar o dispersar los contaminantes causando episodios de contaminación. Si las condiciones que causan estos episodios son bastante frecuentes, se convierten en parte de los rasgos climáticos del lugar. El "smog" de Los Angeles, en California, y de Londres, en Inglaterra, son dos de los ejemplos más conocidos.

En el caso del litoral, tanto la configuración de la costa como la naturaleza de las corrientes marinas podrían tener el efecto de dispersar o concentrar los contaminantes en un lugar específico por un período de tiempo indeterminado. Con respecto a las aguas superficiales, los ríos y las quebradas podrían transportar y depositar los contaminantes en los lagos o embalses de los cuales la población se sirve de agua potable. Finalmente, las aguas subterráneas también podrían contaminarse si los contaminantes penetrasen el subsuelo. Esto es muy probable en áreas donde existan vertederos industriales o una actividad agrícola significativa y altamente dependiente de pesticidas, yerbicidas y otros productos químicos. Esta posibilidad está ampliamente documentada en la literatura existente.

El agua subterránea se mueve a una velocidad variable, dependiendo del medio por donde pasa. Si estas aguas quedaran contaminadas, por la razón que fuere, estos contaminantes podrían quedar concentrados en algún área en particular por un período de tiempo indeterminado. La población, ignorante de que estas aguas que no ven estén contaminadas, las consume por largos períodos de tiempo. Si los contaminantes fueran orgánicos (bacterias, por ejemplo), los resultados podrían ser epidemias

de gastroenteritis o enfermedades epidémicas análogas, como muchas veces se observan en la Isla. La tendencia en años recientes ha sido de un aumento en el número de fuentes de aguas contaminadas, tanto con bacterias como con sustancias químicas. Esto presupone un aumento en la clorinación del agua también, pudiendo traer, como se ha observado en otros países, un aumento en las tasas de mortalidad por cáncer. Por otro lado, si estos contaminantes fueran químicos carcinógenos, el efecto sobre la salud no sería tan dramático a corto plazo pero sí sería más perjudicial a largo plazo. El cáncer del sistema digestivo o de la vejiga y su relación con la contaminación química del agua constituyen dos ejemplos ya confirmados en otras partes del mundo. Esta podría ser una explicación posible para Lajas y Santa Isabel, dos municipios con un número de muertes mayor al esperado y que aparentemente no pueden ser explicadas por las razones ya mencionadas. Su confirmación requerirá unos análisis químicos de los suelos, subsuelos y las aguas subterráneas de estos lugares.

Tampoco se podrían descartar una posible relación entre la mortalidad por cáncer del sistema digestivo y el consumo de pescado (posiblemente contaminado) ya que, de los 17 municipios que componían las dos categorías más altas de las stasas de mortalidad, 11 eran costaneros. Uno de los "issues" ambientales más sobresalientes de los sesenta y los setenta era la contaminación de las aguas litorales y las apariciones frecuentes de manchas de peces muertos, principalmente en la costa sur.

Conclusiones y Recomendaciones

En este trabajo se examinó la variación espacial de las tasas de mortalidad por cáncer del sistema digestivo en Puerto Rico en el 1978. Se comparó también el número de muertes esperadas para cada uno de los municipios con las observadas en ese año. A base de los resultados, se ofrecieron algunas posibles explicaciones a los patrones observados. Sin embargo, aún quedan muchas interrogantes que solamente podrían contestarse mediante un análisis más detallado a unos niveles multidisciplinarios, en los cuales se puedan contar con más personal y mayores recursos económicos.

Se vió demostrada la utilidad de la distribución Poisson para el análisis de las diferencias entre las muertes observadas y las esperadas. El caso de fluctuación más extrema con relación a la tasa de mortalidad debido a su poca población es Culebra. Usando el promedio de Puerto Rico, se observa que en Culebra debió esperarse la muerte de .39 personas ese año a causa de cáncer del sistema digestivo. Esto se puede interpretar como que se espera el fallecimiento de una persona cada tres años,

aproximadamente. La diferencia entre .39 y 0 no es significativa estadísticamente. De haber fallecido una persona ese año, también hubiera estado dentro de lo esperado y la diferencia no hubiera sido significativa. Sin embargo, la tasa hubiera saltado a 88.18 por cada 100,000, la más alta de la distribución. Esta tasa habría que considerarla como aleatoria, o sea, no significativa.

Por otro lado, Fajardo, el otro extremo, tuvo una tasa de 66.6 muertes por cada 100,000 personas. Si se compara esta tasa con el promedio nacional de 33.83, se encuentra que la tasa está a 2.49 valores estandarizados (Z) por encima del promedio. Usando la tabla de la curva normal, se observa que a este valor le corresponde una probabilidad de 0.0064; esto es, que se podría esperar encontrar la ocurrencia de una tasa tan alta como ésta al azar solamente una vez en 156. En otras palabras, el número de muertes tan alto observado en Fajardo no ocurre por pura casualidad, y sí posiblemente debido a algún factor hasta ahora desconocido. Para ilustrar aún mejor el punto, considérese lo siguiente. Si se establecen los límites inferiores y superiores de la media a un 95% se encuentra que los límites de las muertes observados en Fajardo deberían encontrarse entre los valores esperados de 9.7 y 10.6. Estos valores son mucho menores que las 20 muertes observadas en Fajardo ese año. Así que tanto la distribución de Poisson como la de la curva normal sugieren que tantas muertes no pudieron haber ocurrido al azar, aun cuando todavía no se pueda contar con las causas que pudieran explicar el exceso en el número de muertes.

Todos los municipios con un número de muertes por cáncer del sistema digestivo significativamente mayor al esperado en el 1978, también tienen por lo menos un año, a partir del 1978, con significativamente más muertes que las esperadas. Esto contrasta marcadamente con la mayoría de los municipios, cuyas muertes observadas rara vez sobrepasan en forma significativa las esperadas. Por otro lado, también se observan otros municipios con un número de muertes excesivamente altas para años posteriores al 1978. Estos, peros cuyas muertes para el 1978 no eran significativas, serán objeto de análisis y discusión en otro artículo a ser publicado próximamente.

Estos resultados podrían tener unas implicaciones muy serias para Puerto Rico. Si este patrón verdaderamente va en aumento, podría ser el preámbulo a lo que se espera pueda suceder a gran escala en Puerto Rico en un futuro cercano si no se revisa la política actual de desarrollo *de facto* de aceptar cualquier industria, aunque contamine, por el hecho de que habrá de crear empleos. Dado el auge que ha estado teniendo en Puerto Rico el establecimiento de industrias químicas con altos riesgos para el ambiente, los trabajadores y la comunidad donde se ubican (la

contaminación de Ciudad Cristiana en Humacao por mercurio es un buen ejemplo), se recomienda que se proceda con extrema cautela al evaluar las peticiones de establecimiento en la Isla de estas industrias de alto riesgo. La contaminación ambiental no es un "issue" para "médicos y científicos quisquillosos," como diría el ex-director de la Autoridad de Acueductos, o un mero pasatiempo académico --es un "issue" muy serio cuyas consecuencias están tocando día a día a las puertas de los hogares puertorriqueños. A la Autoridad de Acueductos debe prestársele una mayor atención, mediante la fiscalización externa de la agencia, a la política de clorinación del agua y a las pruebas que deben hacerse periódicamente para determinar los diferentes tipos de contaminantes (orgánicos y químicos) que éstas puedan tener.

En la mayoría de los países del mundo, se reconoce la seriedad de este problema. Es por eso que en ellos se asignan grandes cantidades de recursos investigativos y financieros a las universidades para destudiar los problemas ambientales y sus efectos en la salud. Puerto Rico no puede quedarse rezagado en sus esfuerzos por buscar un balance entre el desarrollo económico y la protección de la salud del pueblo y de su medioambiente.

Lamentablemente, es poco o nada lo que se puede hacer por aquellos que fallecieron víctimas del cáncer y otras enfermedades causadas por las nuevas condiciones ambientales producto de un desarrollo económico dependiente de las industrias químicas. Sin embargo, si este artículo sirviera para crear una conciencia, aunque fuera mínima, de la seriedad del problema, y a la vez abrir las puertas a la posibilidad de realizar investigaciones más profundas, en las cuales los geógrafos puedan trabajar más estrechamente con otros científicos y especialistas de la salud, para obtener unas respuestas más definitivas, el mismo habrá logrado su propósito principal. Con hallazgos más sólidos, se podría establecer una mejor política pública que pudiera servir para educar y orientar mejor al pueblo sobre los riesgos que constituyen para su salud vivir en determinadas comunidades o continuar con algunos patrones de consumo de alimentos, etc. El reto es grande pero no se puede rehusar aceptarlo. A la larga, aun aquellos que se oponen a los ambientalistas y a los "científicos quisquillosos," lo agradecerán.

diciembre del 1985

BIBLIOGRAFIA

- Bach, Wilfrid, *Atmospheric Pollution*, McGraw-Hill Problems Series in Geography, McGraw-Hill, 1972.
- Bean, Jyly A., Peter Isacson, William J. Hausler, Jr. y James Kohler, "Drinking Water and Cancer Incidence in Iowa", *American Journal of Epidemiology*, Vol. 116, No. 6, 1982, pp. 912-923.
- Chyonowsky, Mieczyslaw, "Maps Based on Probabilities", en *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 54, 1959, pp. 385-388. Reproducido en Brian J.L. Berry y Duane F. Marble, *Spatial Analysis, A Reader in Statistical Geography*, Prentice Hall, New Jersey, pp. 180-183.
- Departamento de Salud, Programa de Control del Cáncer, Registro Central del Cáncer, *Informe Anual*, 1978.
- Howe, G. Melvyn, *London and Glasgow: A Spatial Approach of Mortality Experience in Contrasting Metropolitan Centers*, Scottish Geographical Journal, Sept. 1982, pp. 120-125.
- Kuzma, Ronald J., Cecilia Kuzma y Ralph Buncher, "Ohio Drinking Water Source and Cancer Rates", *American Journal of Public Health*, Vol. 67, No. 8, 1977, pp. 725-729.
- Pyle, Gerald F., *Applied Medical Geography*, A Halsted Press Book, John Wiley and Sons, New York, 1979.
- Olavarria, Bienvenido, "Pura el Agua de la AAA", *El Nuevo Día*, San Juan, 25 de septiembre de 1983, p. 3.
- Raloss, J., "Pesticide is banned, but Congress asks why it took so long", *Science News*, Oct. 8, 1983, Vol. 124, #15, p. 229.
- U.S. Department of Commerce, *Census of Population: 1970*, General Population Characteristics, Final Report Pc (1) -C53, 1972.
- , *Census of Population: 1980*, General Population Characteristics, Final Report PC80-1-B53, 1983.
- Young Theresa, Marty S. Kanarek and Anastanos A. Tsiatis, "Epidemiologic Study of Drinking Water Chlorination and Wisconsin Female Mortality", *Journal National Cancer Institute*, Vol. 67, No. 6, Dic. 1981, pp. 1191-1198.
- Vázquez Calzada, José L. "La distribución geográfica de la población de Puerto Rico", *Revista de Ciencias Sociales*, Universidad de Puerto Rico, Vol. XXIII Núms. 1 y 2, marzo-junio 1981, pp. 93-123.
- Wilkins, John R., Nancy A. Reiches y Cornelio Kruse, "Organic Chemicals Contaminants in Drinking Water and Cancer", *American journal of Epidemiology*, Vol. 110, No. 4, 1979, pp. 420-448.

APENDICE

MUNICIPIO	POB.	MUE OBS.	MUE ESP.	TASA	PROB.
ADJUNTAS	18767	6	6.35	31.97	.550
AGUADA	30284	6	10.25	19.81	.115
AGUADILLA	53939	17	18.25	31.52	.445
AGUAS BUENAS	21605	9	7.31	41.66	.312
AIBONITO	21725	9	7.35	41.43	.318
AÑASCO	22445	11	7.59	49.01	.146
ARECIBO	83905	42	28.38	50.06	.010*
ARROYO	16131	5	5.46	31.00	.536
BARCELONETA	18233	4	6.17	21.94	.263
BARRANQUITAS	21326	5	7.21	23.45	.275
BAYAMON	187457	61	63.42	32.54	.412
CABO ROJO	32271	15	10.92	46.48	.140
CAGUAS	113118	30	38.27	26.52	.101
CAMUY	23801	13	8.05	54.62	.066
CANOVANAS	28816	14	9.75	48.58	.118
CAROLINA	152187	47	51.48	30.88	.295
CATAÑO	26326	10	8.91	37.99	.401
CAYEY	40551	19	13.72	46.85	.102
CEIBA	13875	4	4.69	28.83	.496
CIALES	16086	3	5.44	18.65	.209
CIDRA	27408	9	9.27	32.84	.552
COAMO	29897	8	10.11	26.76	.321
COMERIO	18331	4	6.20	21.82	.259
COROZAL	27444	12	9.28	43.73	.225
CULEBRA	1134	0	0.38	0.00	.684
DORADO	27889	3	9.43	10.76	.016*
FAJARDO	30028	20	10.16	66.60	.004*
FLORIDA	6754	2	2.28	29.61	.601*
GUANICA	17943	10	6.07	55.73	.089
GUAYAMA	39364	16	13.32	40.65	.265
GUAYANILLA	20433	8	6.91	39.15	.388
GUAYNABO	77794	20	26.32	25.71	.126
GURABO	22407	7	7.58	31.24	.513
HATILLO	27388	5	9.27	18.26	.100
HORMIGUEROS	13321	5	4.51	37.53	.470
HUMACAO	43907	21	14.85	47.83	.077
ISABELA	35915	7	12.15	19.49	.083
JAYUYA	14488	4	4.90	27.61	.458

JUANA DIAZ	41951	10	14.19	23.84	.163
JUNCOS	24636	9	8.33	36.53	.453
LAJAS	20202	12	6.83	59.40	.046*
LARES	26440	7	8.94	26.48	.331
LAS MARIAS	8553	4	2.89	46.77	.328
LAS PIEDRAS	21477	7	7.27	32.59	.559
LOIZA	20650	6	6.99	29.06	.451
LUQUILLO	13859	4	4.69	28.86	.496
MANATI	35273	17	11.93	48.20	.098
MARICAO	6511	3	2.20	46.08	.377
MAUNABO	11597	4	3.92	34.49	.551
MAYAGUEZ	94030	33	31.81	35.10	.440
MOCA	27671	3	9.36	10.84	.016*
MOROVIS	20708	7	7.01	33.80	.597
NAGUABO	20061	4	6.79	19.94	.193
NARANJITO	22937	11	7.73	48.17	.158
OROCOVIS	19502	8	6.60	41.02	.342
PATILLAS	17785	4	6.02	22.49	.282
PENUELAS	18436	6	6.24	32.55	.568
PONCE	182609	80	61.78	43.81	.015*
QUEBRADILLAS	18818	9	6.37	47.83	.193
RINCON	11191	4	3.79	35.74	.524
RIO GRANDE	31379	6	10.62	19.12	.096
SABANA	19367	7	6.55	36.14	.481
SALINAS	25446	9	8.61	35.37	.492
SAN GERMAN	31870	17	10.78	53.34	.048*
SAN JUAN	440360	145	148.97	32.93	.393
SAN LORENZO	31440	11	10.64	34.99	.497
SAN SEBASTIAN	34507	13	11.67	37.67	.386
SANTA ISABEL	19028	12	6.44	63.06	.032*
TOA ALTA	28754	5	9.73	17.39	.078
TOA BAJA	70472	17	23.84	24.12	.092
TRUJILLO ALTO	45625	3	15.43	6.58	.000*
UTUADO	34701	13	11.74	37.46	.394
VEGA ALTA	27408	8	9.27	29.19	.421
VEGA BAJA	44477	11	15.05	24.73	.181
VIEQUES	7681	4	2.60	52.08	.264
VILLALBA	20318	2	6.87	9.84	.033*
YABUCOA	31147	7	10.54	22.47	.175*
YAUCO	37199	11	12.58	29.57	.397

SUMMARY

This article intends to demonstrate an alternative means of investigation for the study of mortality by cancer of the digestive system in Puerto Rico from a geographic point of view. The methodology of this study has never before been used in Puerto Rico. We do not pretend to show final results, but rather some preliminary data which can serve as a point of departure for more exhaustive studies.

The geographic pattern of deaths from this type of cancer is important as it could suggest causes with possible long range consequences for the residents of the Island. Data related to the contamination of drinking water with trichloroethylene as well as other data related to the United States are dealt with. One interesting finding discovered is that the towns which have the highest rates of cancer are all located on the costal plains.

The possible origin of the disease is linked to industrial contamination of the environment. In recent years the trend has been for an increase in the number of polluted water sources, as much with bacteria as with chemical substances, which implies an increase in the chlorination of drinking water, a situation which can carry, as in other countries, an increase in deaths by cancer of the digestive system.

The methodology of the study consists of the calculation of an overall mortality rate for the entire country. Once this was obtained, the result was compared to the death rate of each community, and it was then determined whether the difference was significant or not.