

APLICACIÓN CUANTITATIVA EN BIOESTADÍSTICA: ANÁLISIS ESPACIAL DE INCAPACIDADES EN COSTA RICA EN EL 2001

Licda. Alexandra Acuña Carrillo

RESUMEN

El presente estudio obedece a la inquietud de dar a conocer el aporte que brinda la estadística a la epidemiología. Por medio de la aplicación que se va a desarrollar, concretamente se pretende ilustrar el potencial de la técnica de análisis espacial para el desarrollo del conocimiento en el área de la salud del país.

La técnica de análisis espacial consiste en el estudio cuantitativo de fenómenos que están localizados en el espacio (traducción libre de la autora, *Interactive Spatial data Analysis*, p.7.). Por ejemplo, la concentración de casos de incapacidades en conglomerados de distritos que se puedan clasificar en alto o bajo riesgo y no debido al azar, sino que está relacionado con la ubicación geográfica.

El estudio es de tipo exploratorio, similar al análisis de conglomerados, pero incluyendo un componente espacial, que son las coordenadas cartesianas. Se puede trabajar con una única variable, aunque también es factible agregar otras variables explicativas que puedan contribuir a comprender el comportamiento del fenómeno en estudio.

Para aplicar la técnica se utilizó el SatScan V. 3.0.4. Éste es un software gratuito, siempre y cuando se utilice con fines académicos o en la función pública. El programa fue desarrollado en un principio por Martin Kulldorff, cuando fue miembro del Grupo de Investigación Biométrica para la Prevención del Cáncer (traducción libre de la autora, *Introduction to SaTScan*, 2002, p.1).

El SatScan se puede utilizar para el análisis espacial, temporal o en la exploración estadística en tiempo y espacio. Este programa hace una prueba estadística para determinar la existencia de con-

glomerados del fenómeno que se investiga en zonas con mayor probabilidad de existir, no por el azar, sino porque existe un aspecto ambiental que propicia ese comportamiento. Además, estima el riesgo relativo que presenta el conglomerado con respecto al resto; esto calculando la proporción que relaciona la cantidad de casos reales dentro del conglomerado con los que se espera encontrar si el comportamiento del conglomerado fuera el mismo del país en general, es decir, bajo la hipótesis nula que establece que no hay diferencias con el resto de localidades.

Los conglomerados resultantes dan una orientación para poder dirigir futuras investigaciones de los sitios en donde se detecta un alto riesgo de ocurrir el suceso en estudio.

En todo caso, los conglomerados de bajo riesgo se pueden investigar para compararlos con los de alto riesgo; de esta forma, se podrían encontrar factores ambientales que ayuden a comprender qué está haciendo la diferencia en el comportamiento.

La técnica análisis espacial es útil en muchos campos, y en el de la salud, si se aplica con periodicidad, se puede aplicar para establecer un sistema de vigilancia epidemiológica y detectar cuáles enfermedades presentan una relación con zonas geográficas, con lo que se podrían determinar áreas de alto o bajo riesgo.

En este caso particular se aplicó a una base de datos de incapacidades. El resultado del análisis espacial permitió detectar que la ocurrencia de incapacidades tiene un componente espacial, pues sí existe una relación del punto o conglomerado geográfico y algunas morbilidades de incapacidades.

JUSTIFICACIÓN

La epidemiología se considera una herramienta indispensable para desarrollar el conocimiento patológico e identificar grupos sociales en riesgo. Pues sólo así se pueden tomar decisiones para una planificación estratégica y para la organización de un sistema que permita una gestión eficiente y oportuna (18).

Existe interés por nuevas metodologías que reflejen las diferencias regionales y locales, ya que según la ubicación geográfica y las condiciones de vida de cada colectividad, se encontrarán desigualdades en la situación de salud de cada una (18).

Por las razones expuestas, se hace conveniente introducir el análisis espacial, una nueva técnica que está dando sus primeros pasos, inclusive en países como Canadá. Se puede aplicar en muchas disciplinas, y en el campo de la salud constituye un aporte cuando se desea detectar conglomerados de alguna enfermedad específica en la que se sospecha que existe una relación con la zona geográfica.

Otra aplicación interesante del análisis espacial en epidemiología es la de vigilancia epidemiológica. Si se hacen estudios con cierta periodicidad permite observar el comportamiento y los cambios que se puedan estar produciendo en la salud de los habitantes, para luego tomar las medidas adecuadas de prevención y atención de la salud de la población.

Para ofrecer una ilustración de la técnica, se utilizó un archivo con registros de las incapacidades con morbilidad, es decir la causa. Esta fuente se puede considerar representativa de la población, pues a pesar de las debilidades que siempre se encuentran en una base de datos por los errores no aleatorios, como pueden ser datos erróneos o con falta de datos, éstos se eliminaron para limpiar la información. Es relevante el hecho de que en Costa Rica existe una gran cobertura de la población asegurada en cuanto a centros de atención, lo que facilita el acceso al servicio.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Identificar zonas geográficas que conformen conglomerados de incapacidades en Costa Rica durante el año 2001, de acuerdo con una base de datos de la Caja Costarricense de Seguro Social.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer un enfoque de análisis cuantitativo en bioestadística de reciente desarrollo.
2. Detectar conglomerados de distritos con alto o bajo riesgo relativo de presentar casos de incapacidades.
3. Detectar en los casos de las incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores conglomerados de distritos con alto o bajo riesgo relativo de presentar casos.
4. Detectar en el grupo de incapacidades por asma si existen conglomerados de distritos con alto o bajo riesgo relativo de presentar casos.
5. Detectar en las incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso si hay conglomerados de distritos con alto o bajo riesgo relativo de tener este tipo de incapacidad.
6. Determinar los patrones diferenciales en la distribución geográfica de las incapacidades en general.
7. Determinar los patrones diferenciales en la distribución geográfica de las incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores.
8. Determinar los patrones diferenciales en la distribución geográfica de incapacidades por asma.
9. Determinar los patrones diferenciales en la distribución geográfica de las incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso.

ANÁLISIS ESPACIAL EN EPIDEMIOLOGÍA

La técnica de análisis espacial consiste en el estudio cuantitativo de fenómenos que se encuentran localizados en el espacio (traducción libre de la autora, Interactive Spatial data Analysis, p.7). Por ejemplo, la concentración de casos de incapacidades en conglomerados de distritos que se puedan clasificar con alto o bajo riesgo relativo y no debido al azar, sino a la ubicación geográfica.

El estudio es de tipo exploratorio, similar al análisis de conglomerados, pero incluyendo un componente espacial, que son las coordenadas cartesianas. Se puede trabajar con una única variable, aunque también es factible agregar otras variables explicativas que ayuden a comprender el comportamiento del fenómeno en estudio.

La visualización de los datos en el espacio es un requerimiento esencial en cualquier análisis de datos; es la posibilidad de ver los datos analizados. Los gráficos son herramientas fundamentales del análisis que busca patrones en los datos, generando hipótesis y evaluando el ajuste de modelos propuestos o la validez de las predicciones derivadas de ellas. En el análisis espacial la visualización de los datos se hace mediante mapas (traducción libre de la autora, Interactive Spatial Data Analysis, 1995, p.23).

Para la aplicación a incapacidades se utilizó el SatScan, un paquete de análisis espacial, temporal y espacio-temporal, desarrollado por Kulldorf (1997) como miembro de la División de Prevención de Cáncer en Estados Unidos. Los propósitos para los cuales se desarrolló el SatScan son:

1. Evaluar conglomerados reportados de enfermedades en el espacio o espacio- temporales y ver si son estadísticamente significativos.
2. Probar si la enfermedad está o no distribuida aleatoriamente en el espacio o en el tiempo y espacio.
3. Realizar una vigilancia geográfica de la enfermedad, para detectar áreas con alto o bajo riesgo.
4. Realizar vigilancias reiterativas en forma periódica, para detectar epidemias de enferme-

dades (traducción libre de la autora, Introduction to SaTScan, 2002, p.1).

Se utilizó un modelo basado en la distribución de probabilidad discreta Poisson; ésta se aplica para casos poco frecuentes, pues la expectativa de ocurrencia de una enfermedad no es un evento muy común.

La hipótesis nula que se plantea en cada sitio y en el conglomerado es H_0 : no hay una proporción elevada de casos en el conglomerado, en comparación con los otros lugares que están fuera de él (traducción libre de la autora, Introduction to SaTScan, 2002, p.1).

Suponiendo que se trabaja con una distribución Poisson, la función de máxima verosimilitud para especificar el conglomerado con mayor probabilidad de ocurrir es proporcional a:

$$(c/n)^c ([C-c]/[C-n])^{(C-c)} I()$$

Donde C es el número total de casos en toda el área, c el número de casos dentro del conglomerado y n el número de casos esperados ajustados por la covariable dentro del conglomerado bajo la hipótesis nula.

I() es una función indicadora. Cuando el SatScan examina el conjunto, los conglomerados con altas proporciones de casos con respecto a lo esperado, según la hipótesis nula I(), será igual a 1, sino será 0.

La razón de máximo verosimilitud es un estimador que cumple con características estadísticas que lo hacen el mejor para efectuar la comparación entre los conglomerados y determinar cuál o cuáles son los más probables.

El programa aplica la simulación Monte Carlo, para generar 999 réplicas aleatorias de conglomerados del conjunto de distritos; las localidades más cercanas al centroide con distinto radio pueden ser de 0 al 50% de la población. En cada uno se hace una prueba de hipótesis bajo la hipótesis nula. Para determinar cuál o cuáles son los conglomerados más probables se aplica la función de

máxima verosimilitud en todos los conglomerados.

La hipótesis nula se puede rechazar a niveles de significancia convencionalmente utilizados de 0.001, 0.01 y 0.05 (traducción libre de la autora, Introduction to SaTScan, 2002, p.1).

El programa se puede utilizar para problemas similares en otros campos, como arqueología, astronomía, criminología, ecología, economía, ingeniería, genética, geografía, geología, historia o zoología (traducción libre de la autora, Introduction to SaTScan, 2002, p.1).

METODOLOGÍA

En un principio se contaba con 400.000 incapacidades; sin embargo, se tuvo que realizar una limpieza en la base de datos y finalmente, fue posible trabajar con 240.563 datos de incapacidades. Luego se efectuó el análisis espacial de las 240.563 incapacidades sin hacer diferenciación por morbilidad. Asimismo, se hicieron cuatro archivos más el de infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, con 16.939 registros, asma con 3.505 y diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso con 12.105 casos, cada uno de estos archivos distribuidos en los 459 distritos del país.

El análisis que se hizo fue espacial, pues la información con la que se contaba era anual sin otro dato temporal; se trabajó con el Modelo Poisson, ya que es la distribución correspondiente a eventos poco frecuentes, en el espacio, tiempo o cualquier otra dimensión, donde λ representa el valor promedio de y .

y : es el número de incapacidades.

La fórmula de la distribución Poisson es:

$$P(y) = \lambda^y / y! e^{-\lambda}$$

Con base en los mismos criterios expuestos se efectuó una segunda corrida de los archivos de incapacidades, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso y asma, agregando

una covariable de hogares por distrito que presentan carencias. La fuente de dicha información fue el estudio "Costa Rica: Un Mapa de Carencias Críticas para el año 2000", efectuado por Floribel Méndez y Juan Diego Trejos (16). Esto con el fin de afinar los conglomerados resultantes bajo el supuesto de que esta covariable puede estar relacionada con las incapacidades y algunas de las morbilidades analizadas.

"La determinación de estos hogares se hizo definiendo cuatro dimensiones: acceso a albergue digno, accesos a vida saludable, acceso al conocimiento y acceso a otros bienes y servicios, y dentro de éstas, variables y criterios que se utilizan están sujetas a la información recolectada en la boleta censal y la definición de los criterios fueron analizados con la información disponible en la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples y de acuerdo a su relación con el ingreso del hogar. Al aplicar el método se pueden encontrar hogares con una, dos, tres o cuatro carencias" (16).

Previo a aplicar la covariable hogares por distritos con carencias, se realizó una análisis de regresión con variable dependiente y : número de incapacidades y la variable explicativa x : hogares con carencias, y se determinó que realmente existe una relación directa entre los hogares con carencias y el número de incapacidades. Esto quiere decir que los distritos con mayor número de hogares con carencias presentarán mayor número de incapacidades.

RESULTADO DEL ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS INCAPACIDADES

Conglomerados de incapacidades sin incluir covariable (mapa 1)

De acuerdo con los resultados, la proporción de incapacidades sí tiene relación con el distrito de residencia.

El conglomerado denominado Florida se clasifica con un riesgo relativo bajo de 0.554; cubre 101 áreas, las cuales se puntualizan en el cuadro 1. El ambiente tiene una incidencia en la proporción baja de incapacidades.

Cuadro 1. Primer conglomerado de incapacidades sin covariable, de baja proporción de casos, denominado Florida, con RR=0.554

Código	Distrito	Código	Distrito
10305	San Antonio Desamparados	30502	La Suiza
10307	Patarrá	30503	Peralta
10310	Damas	30504	Santa Cruz
10801	Guadalupe	30505	Santa Teresita
10803	Calle Blancos	30506	Pavones
10804	Mata de Plátano	30507	Tuis
10805	Ipis	30508	Tayutic
10806	Rancho Redondo	30509	Santa Rosa
10807	Purrál	30510	Tres Equis
11101	San Isidro	30601	Pacayas
11102	San Rafael	30602	Cervantes
11103	Dulce Nombre de Jesús San Isidro	30603	Capellades
11104	Patalillo	30701	San Rafael
11105	Cascajal	30702	Cot
11401	San Vicente	30703	Potrero Cerrado
11402	San Jerónimo	30704	Cipreses
11403	La Trinidad	30705	Santa Rosa
11501	San Pedro	30801	Tejar
11502	Sabanilla	30802	San Isidro de Tejar
11503	Mercedes	30803	Tobosi
11504	San Rafael	40105	Vara Blanca San Miguel Santo
11801	Curridabat	40303	Domingo
11802	Granadilla	40304	Paracito
11803	Sánchez	40307	Tures
11804	Torrases	40308	Para
30101	Oriental	40505	Concepción Heredia
30102	Occidental	40601	San Isidro de Heredia
30103	Carmen	40602	San José Heredia
30104	San Nicolás	40603	Concepción de Heredia
30105	Agua Caliente	40604	San Francisco Heredia
30106	Arenilla	41003	Horquetas
30108	Tierra Blanca	70201	Guápiles
30109	Dulce Nombre de Cartago	70202	Jiménez
30110	Llano Grande	70203	Rita
30111	Quebradilla	70204	Roxana
30201	Paraíso	70205	Cariari
30202	Santiago	70301	Siquirres
30203	Orosi	70302	Pacuarito
30204	Cachi	70303	Florida
30301	Tres Ríos	70304	Germania
30302	San Diego Tres Ríos	70305	Cairo
30303	San Juan de Tres Ríos	70306	Alegría
30304	San Rafael Oreamuno	70501	Matina
30305	Concepción de Tres Ríos	70502	Batan
30306	Dulce Nombre	70503	Carrandi

Código	Distrito	Código	Distrito
30307	San Ramón de Tres Ríos	70601	Guácimo
30308	Río Azul	70602	Mercedes
30401	Juan Viñas	70603	Pocora
30402	Tucurrique	70604	Río Jiménez
30403	Pejibaye	70605	Duacari
30501	Turrialba		

Existen dos conglomerados más clasificados con alto riesgo de incapacidades, uno de ellos se denomina Jesús María en San Mateo, con un RR (riesgo relativo) de 2.326 con respecto al resto del país; cubre 48 áreas, desglosadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Segundo conglomerado de incapacidades sin covariable, de alta proporción de casos, denominado Jesús María, con RR=2.326

Código	Distrito	Código	Distrito
10404	Grifo Alto	20701	Palmares
10705	Picagres	20702	Zaragoza
11601	San Pablo	20703	Buenos Aires
11602	San Pedro	20704	Santiago
11603	San Juan de Mata	20705	Candelaria
11604	San Luis	20706	Esquipulas
20201	San Ramón	20707	Granja
20202	Santiago de San Ramón	20901	Orotina
20203	San Juan	20902	Mastate
20204	Piedades Norte	20903	Hacienda Vieja
20205	Piedades Sur	20904	Coyolar
20206	San Rafael	20905	Ceiba
20207	San Isidro	60101	Puntarenas
20209	Alfaro	60102	Pitahaya
20212	Zapotal	60108	Barranca
20401	San Mateo	60112	Chacarita
20402	Desmonte	60201	Espíritu Santo
20403	Jesús María	60202	San Juan Grande
20501	Atenas	60203	Machacona
20502	Jesús	60204	San Rafael
20503	Mercedes	60205	San Jerónimo
20504	San Isidro	60401	Miramar
20505	Concepción	60403	San Isidro
20506	San José	61102	Tárcoles

El tercer y último conglomerado de incapacidades es el de Piedades, con un RR de 1.161 y comprende 78 áreas, presentadas en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tercer conglomerado de incapacidades sin covariable, de alta proporción de casos, denominado Piedades, con RR: 1.161

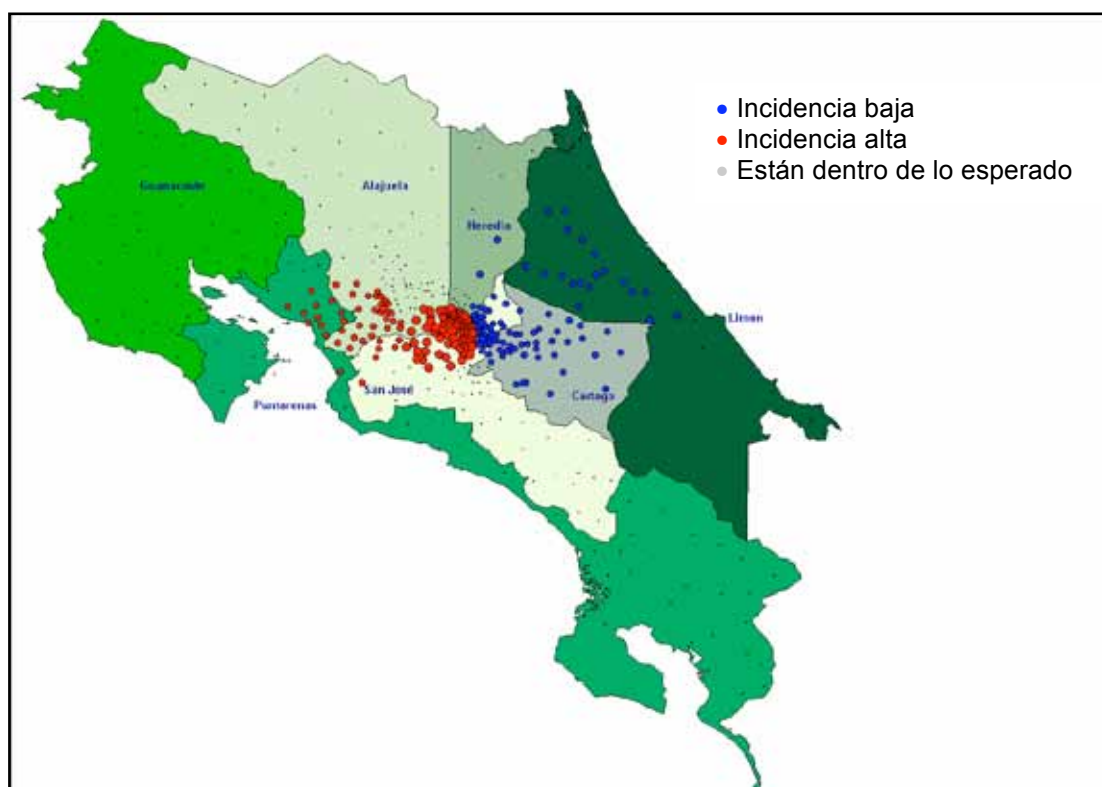
Código	Distrito	Código	Distrito
10101	Carmen	11201	San Ignacio
10102	Merced	11202	Guaitil
10103	Hospital	11203	Palmichal
10104	Catedral	11301	San Juan
10107	Uruca	11302	Cinco Esquinas
10108	Mata Redonda	11303	Anselmo Llorente
10109	Pavas	11304	León XIII
10110	Hatillo	11305	Colima
10111	San Sebastián	20101	Alajuela
10201	Escazú	20102	San José
10202	San Antonio	20104	San Antonio
10203	San Rafael	20105	Guácima
10301	Desamparados	20108	San Rafael
10303	San Juan de Dios	20109	Rio Segundo
10304	San Rafael Arriba	20110	Desamparados
10311	San Rafael Abajo	20111	Turrucares
10401	Santiago	20112	Tambor
10405	San Antonio	20113	Garita
10407	Desamparaditos	20804	Carrillos
10408	San Antonio	40101	Heredia
10601	Aserri	40102	Mercedes
10602	Tarbaca	40103	San Francisco
10607	Salitrillos	40104	Ulloa
10701	Colón	40201	Barva
10702	Guayabo	40204	San Roque
10703	Tabarcia	40301	Santo Domingo
10704	Piedras Negras	40306	Santa Rosa
10802	San Francisco	40401	Santa Bárbara
10901	Santa Ana	40402	San Pedro
10902	Salitral	40403	San Juan
10903	Pozos	40502	San Josecito
10904	Uruca	40503	Santiago
10905	Piedades	40701	San Antonio
10906	Brasil	40702	La Rivera
11001	Alajuelita	40703	Asunción
11002	San Josecito	40801	San Joaquín
11003	San Antonio	40802	Barrantes
11004	Concepción	40803	Llorente
11005	San Felipe	40901	Unico San Pablo

Conglomerados de incapacidades al incluir la covariable hogares con carencias por distrito (mapa 2)

Se efectuó un segundo análisis de conglomerados de incapacidades, agregando una covariable relacionada con la proporción de hogares por distrito que presentan hasta cuatro tipos de carencias;

ésta es una variable que explica la concentración de incapacidades que no se debe al espacio sino a una característica socioeconómica de los hogares del distrito. En consecuencia, con base en esta información se redujeron los conglomerados que sí tienen una relación con la zona geográfica. Se detectaron 20 conglomerados pequeños que se pueden observar en el cuadro 4.

Mapa 1. Costa Rica: Conglomerados de incapacidades generales 2001



Cuadro 4. Conglomerados de incapacidades al incluir la covariable hogares con carencias por distrito

Caja Costarricense de Seguro Social							
Conglomerados de distritos por riesgo relativo de incapacidad 2001							
Distritos	Conglomerados de Baja	Conglomerados de Alta	RR	Casos	Casos Esperados	CCC	Asalariados
Puerto Viejo	1		0.215	200	930	2,538	3,353
Santa Cruz de León Cortés	2		0.196	5	13	298	120
San Cristóbal de Desamparados	2		0.196	58	295	351	481
San Antonio de León Cortés	2		0.196	2	23	98	42
Pacayas	3		0.373	4	4	441	528
Capellades	3		0.373	9	9	179	199
Cervantes	3		0.373	88	88	388	682
Cipreses	3		0.373	29	77	203	365
Potrero Cerrado	3		0.373	7	7	214	242
Santiago	3		0.373	23	172	539	464
Cot	3		0.373	49	176	696	1,101
Tierra Blanca	3		0.373	18	76	374	391
Monte Verde	4		0.128	29	227	368	550
Bebedero	7		0.17	22	130	267	422
Ángeles SR	8		0.651	142	268	786	959
Zapotal SR	8		0.651	13	13	86	20

Caja Costarricense de Seguro Social							
Conglomerados de distritos por riesgo relativo de incapacidad 2001							
Distritos	Conglomerados de Baja	Conglomerados de Alta	RR	Casos	Casos Esperados	CCC	Asalariados
Unión Montes de oro	8		0.651	34	9	241	73
Piedades Norte	8		0.651	274	400	550	887
La Tigra	8		0.651	65	65	681	506
Laguna	8		0.651	4	4	127	168
Peñas Blancas	8		0.651	59	145	786	519
Buenavista	8		0.651	2	6	46	197
Palmera	9		0.414	98	237	550	524
Sámara	10		0.363	58	160	390	224
Garita La Cruz	11		0.338	19	58	823	172
Santa Cecilia La Cruz	11		0.338	29	84	248	268
Fortuna Bagaces	12		0.549	94	162	299	381
Río Naranjo	12		0.549	2	16	147	87
Palmira	12		0.549	11	11	160	111
Mogote	12		0.549	66	127	291	403
Tucurrique	13		0.45	73	162	497	721
Curridabat	14		0.932	1,616	1,943	1,532	7,889
San Miguel Cañas	15		0.143	7	49	216	204
Diriá	16		0.549	114	208	351	339
Palmichal	17		0.412	46	112	497	496
San José de Atenas		5	1.157	182	182	170	219
Candelaria		5	1.157	188	188	180	268
Santa Eulalia		5	1.157	198	198	158	264
Mercedes		5	1.157	333	333	238	473
San Isidro		5	1.157	*375	375	379	328
Rosario		5	1.157	97	97	325	563
Zaragoza		5	1.157	792	527	550	1,168
Esquipulas		5	1.157	411	411	319	586
Santiago de Palmares		5	1.157	251	230	342	345
Palmares		5	1.157	*842	842	257	720
San Miguel		5	1.157	96	96	301	537
Atenas		5	1.157	1,211	880	351	1,436
Granja		5	1.157	366	366	226	544
Buenos Aires Palmares		5	1.157	630	524	398	1,181
Jesús de Atenas		5	1.157	429	398	263	572
Concepción		5	1.157	318	210	267	685
San Rafael SR		5	1.157	443	443	722	1,192
Puente de Piedra		5	1.157	588	574	759	2,102
San Isidro SR		5	1.157	266	276	272	515
Naranjo		5	1.157	1,036	709	1,532	2,878
Sarchí Sur		5	1.157	153	95	374	493
San Sebastián		6	1.257	3,570	2,840	2,538	10,245
San Antonio de Heredia		18	1.269	730	575	497	2,559
San Pedro de Barva		19	1.265	733	580	539	1,559
Tres Ríos		20	1.181	1,296	1,098	368	2,656

* En estos distritos la cantidad de incapacidades reales superó la población asalariada porque se cuentan casos reincidentes.

Se encuentran 15 conglomerados de bajo riesgo; de éstos el que tiene mayor probabilidad de tener una explicación debido a su ubicación es Puerto Viejo, con un RR de 0.215. Los siguientes 14 conglomerados se pueden analizar, pues fueron significativos a un nivel de 0.1% y 0.2%, cayendo en una probabilidad inferior al 5%.

Existen 5 conglomerados de alto riesgo de casos, de ellos el que tiene una probabilidad más alta de ocurrir debido a su ubicación geográfica es el denominado San José de Atenas, compuesto por 20 distritos (ver cuadro 1). Su RR es de 1.157.

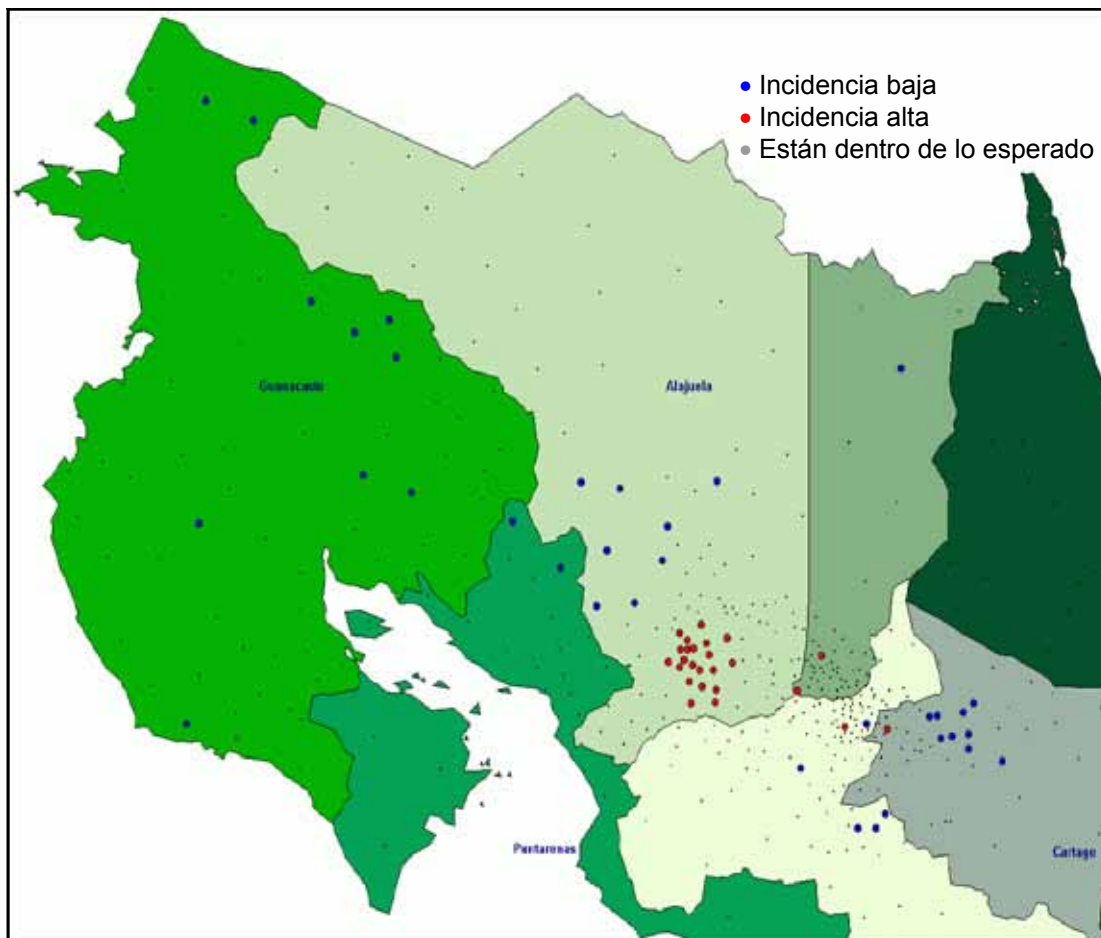
Los otros cuatro restantes son conglomerados secundarios; sin embargo, se pueden considerar

para analizarlos, ya que su nivel de significancia se encuentra entre el 0.1% y el 0.2%.

La covariable de carencias ayudó a afinar los resultados del primer análisis, por cuanto el programa considera este dato para estimar la cantidad de incapacidades esperadas en cada área.

Los distritos citados anteriormente como de alto riesgo, son sujetos a una investigación más profunda, pues existe algo en el ambiente que hace a sus habitantes más propensos a enfermarse, por lo que recurren a incapacitarse con una tendencia mayor a la esperada para estos sitios.

Mapa 2. Costa Rica: conglomerados de incapacidades resultantes al incluir la covariable número de hogares con carencias



Conglomerados de incapacidades por infecciones agudas de las respiratorias superiores, sin incluir covariable (ver mapa 3)

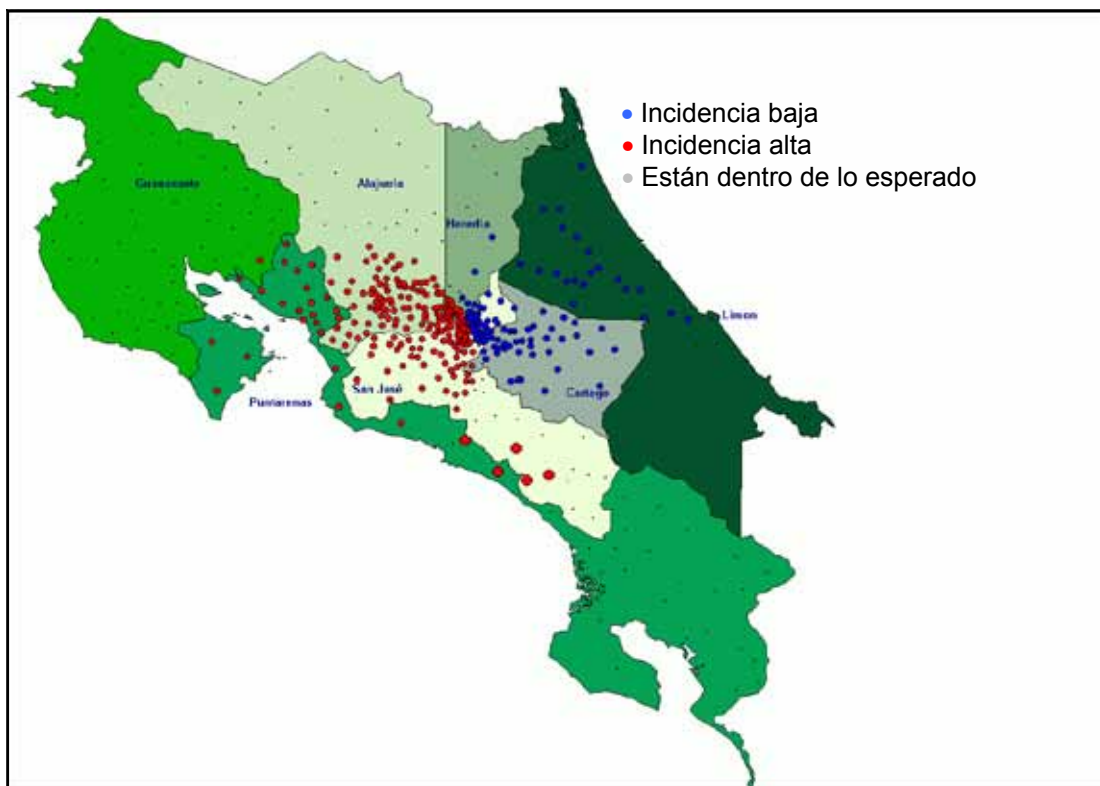
Las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores presentan tres conglomerados significativos a 0.1%:

- El primero con riesgo bajo de incapacidades,

que se denominó Alegría, comprende 102 distritos, con un RR de 0.483.

- El segundo conglomerado, llamado Tárcoles, se clasifica con alto riesgo de casos y contiene 199 distritos, con un RR de 1.315.
- El tercer conglomerado con alto riesgo es Savegre, con cinco distritos y un RR de 2.439.

Mapa 3. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores 2001



El conglomerado Alegría comprende parte del Este del país; de la zona de Limón se cuenta con 21 distritos, de Cartago 46 distritos, de San José 22 distritos y de Heredia 13 distritos con bajo riesgo de incapacidades debido a infecciones agudas de las vías respiratorias superiores. La importancia de estos grupos de distritos radica en que el

riesgo es explicado por la zona geográfica, la cual si se estudia puede dar información de las razones ambientales por las cuales se encuentra este comportamiento.

El grupo Tárcoles abarca 71 distritos de ciertos cantones de la provincia de San José, como San

Pedro, San Pablo, San Luis y Grifo Alto. En Heredia se encuentran 25 distritos, entre los cuales están San Antonio, Rivera, Llorente y San Joaquín; en Puntarenas hay 24 distritos, como Miramar, Puntarenas, Puerto Cortés y Chacarita, y en Alajuela se encuentran 79 distritos, tales como Zapote, Sabanilla, Tapezco y Laguna.

El tercer conglomerado, Savegre, al incluir cinco distritos tiene un área menor a la de los otros y esto puede facilitar la profundización del futuro análisis de la región afectada. Ésta incluye: Savegre, Barú, Río Nuevo, Naranjo y San Isidro del General.

Conglomerados de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores al incluir la covariable hogares con carencias por distrito (mapa 4)

El resultado de incluir la covariable en el análisis fueron nueve conglomerados significativos. Además, el radio de los conglomerados se redujo, lo que facilitará futuras investigaciones de la situación ambiental que pueda estar relacionada con los resultados obtenidos.

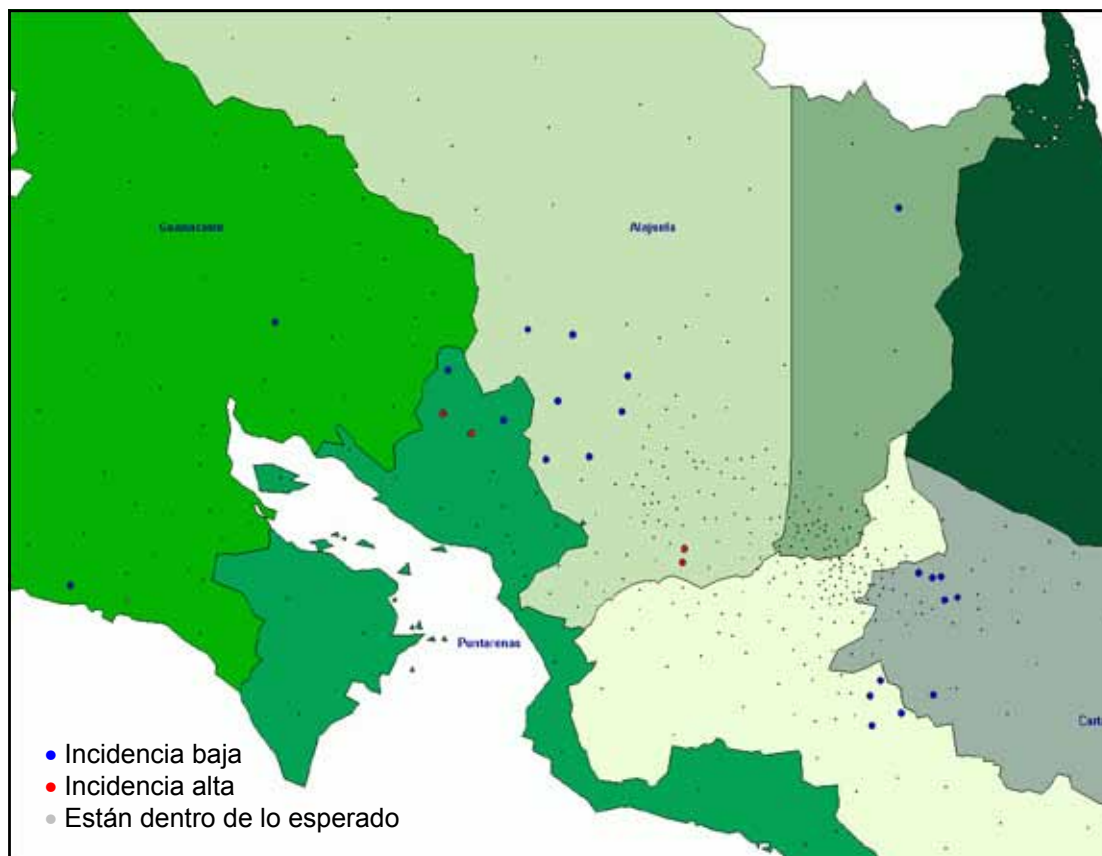
Por otra parte, se encuentra un conglomerado de bajo riesgo con la mayor probabilidad de ocurrir, dada la ubicación geográfica. Éste es Jardín, con un RR de 0.14; lo componen cinco distritos, cuatro de la provincia de San José (San Marcos, Santa Cruz de León Cortés y San Cristóbal de Desamparados) y un distrito de la provincia de Cartago (San Isidro de Tejar).

Los siguientes seis conglomerados son secundarios; sin embargo, todos ellos con un nivel de significancia de 0.1%: Puerto Viejo, de la provincia de Heredia, único distrito del conglomerado con un RR 0.083; Bebedero, de la provincia de Guanacaste, único en el conglomerado con un RR de 0.043; Potrero Cerrado, compuesto además por Cot, Tierra Blanca, Cipreses y Llano Grande, todos de la provincia de Cartago, con un RR de 0.169; Ángeles de San Ramón de Alajuela junto con seis distritos más de esta provincia (Zapotal, Piedades Norte, Tigra, Laguna y Peñas Blancas) y uno de Puntarenas (Unión), con RR 0.405; Sámará, de la provincia de Guanacaste, único distrito del conglomerado con un RR de 0.068, y finalmente, Monteverde se encuentra sólo en el conglomerado con un RR de 0.124.

El bajo riesgo de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores se explica por las condiciones ambientales de los distritos que componen los conglomerados.

Asimismo, los siguientes conglomerados de alto riesgo de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores se explican por las condiciones ambientales de los distritos. Éstos son el conglomerado Concepción de Atenas junto con el distrito Atenas, con un RR de 1.483, y el de Guacimal de Puntarenas junto con Acapulco, con un RR de 1.449.

Mapa 4. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores al incluir la covariable número de hogares con carencias por distrito



Conglomerados de incapacidades por asma sin incluir covariable (mapa 5)

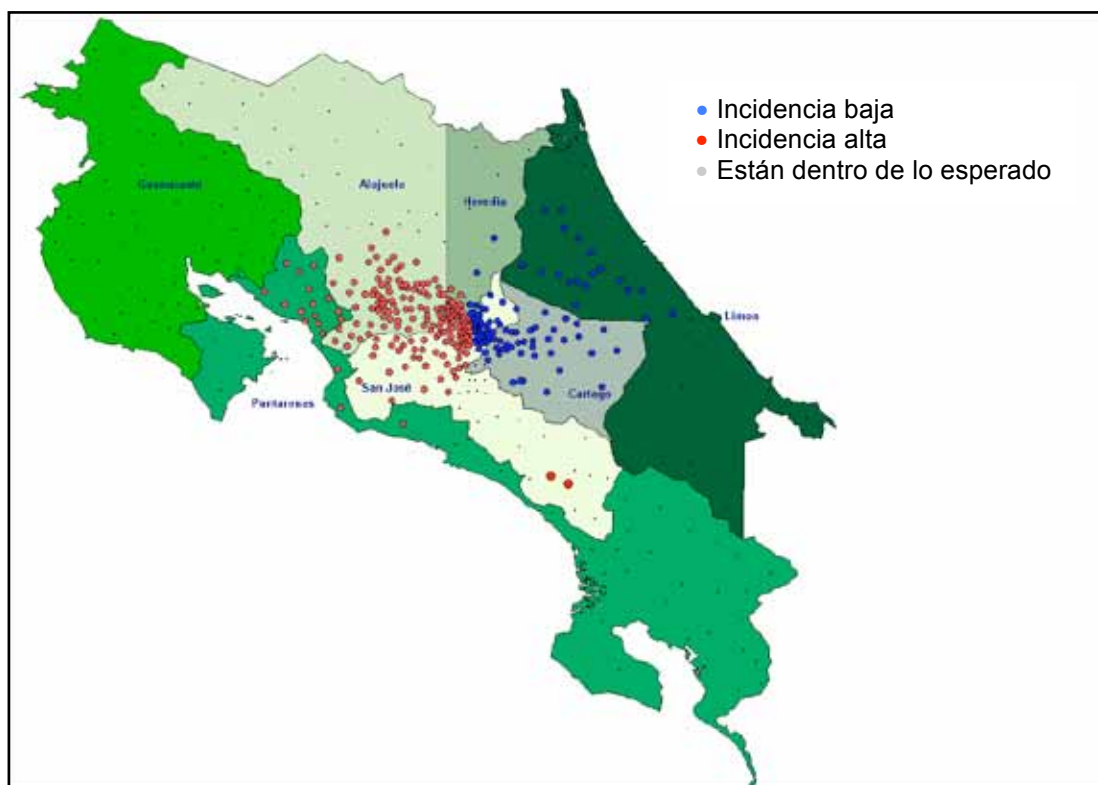
Los conglomerados que resultaron al analizar los datos de asma fueron:

- Florida, compuesto por 101 distritos, 19 de la provincia de Limón, 46 de Cartago, 25 de San José y 11 de Heredia, con bajo riesgo de casos. Su RR es de 0.424.

- Orotina, con 187 distritos con alto riesgo de incapacidades, con $RR=1.332$, con 79 distritos de la provincia de Alajuela, 63 de San José, 28 de Heredia y 17 de Puntarenas.
- San Isidro de El General junto con Daniel Flores, con $RR=2.987$.

En este tipo de morbilidad se repite el patrón que se ha venido observando de bajo riesgo en parte de la zona Este del país.

Mapa 5. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por asma 2001



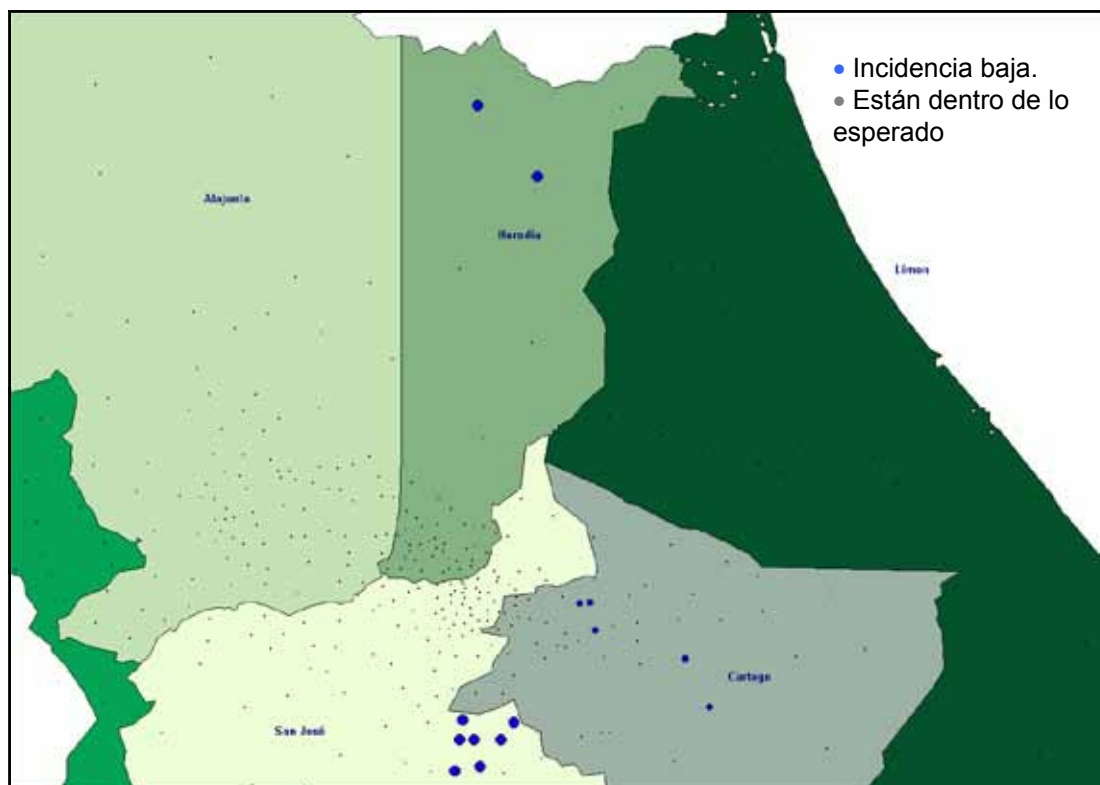
Conglomerados de incapacidades por asma al incluir la covariable hogares con carencias por distrito (mapa 6)

Al incluir la covariable en las incapacidades por asma no resultaron conglomerados de alto riesgo. Sólo se dieron dos conglomerados significativos con bajo riesgo: San Antonio de León Cortés con siete distritos (San Andrés, Frailes, Santa Cruz, San Pablo, San Isidro y San Cristóbal), con un RR

de 0.093, y Cureña junto con Puerto Viejo con RR de 0.104.

Este resultado lo que indica es que la condición socioeconómica de los conglomerados de distritos del apartado anterior (conglomerados de incapacidades por asma sin incluir covariable) explican porqué se dio la alta proporción de incapacidades por asma, lo cual no se debe a razones estrictamente ambientales.

Mapa 6. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por asma al incluir la covariable número de hogares con carencias



Conglomerados de incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso sin incluir covariable (mapa 7)

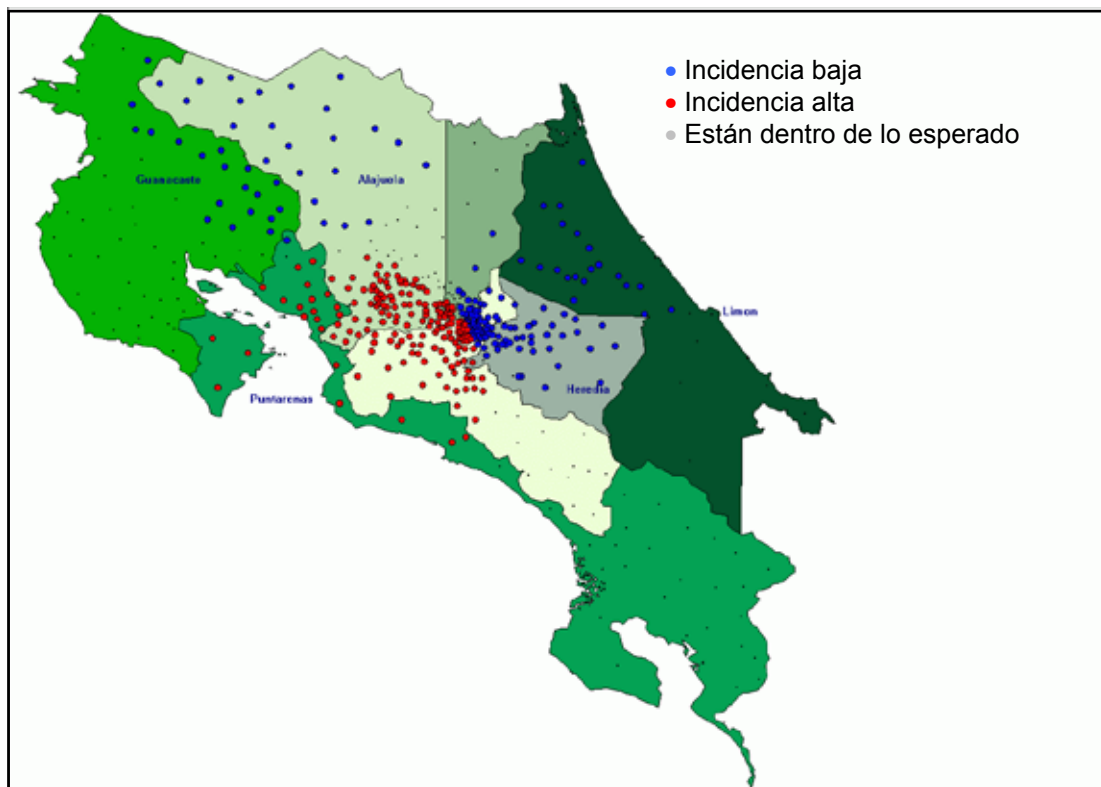
Se hace el análisis de incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso sin incluir covariable y se encuentran los siguientes conglomerados.

En este caso se detectan dos conglomerados con bajo riesgo de incapacidades: Pocora, con 113 dis-

tritos (19 de Limón, 46 de Cartago, 17 de Heredia y 31 de San José) y un riesgo relativo de 0.534, y Caño Negro, con 43 distritos (23 de Alajuela, 19 de Guanacaste y 1 de Puntarenas) y un RR 0.318.

Además, se encuentra un grupo con alto riesgo de incapacidades: Jacó, con 173 distritos (22 de Puntarenas, 72 de San José, 66 de Alajuela y 13 de Heredia) y un riesgo relativo de 1.416.

Mapa 7. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso 2001

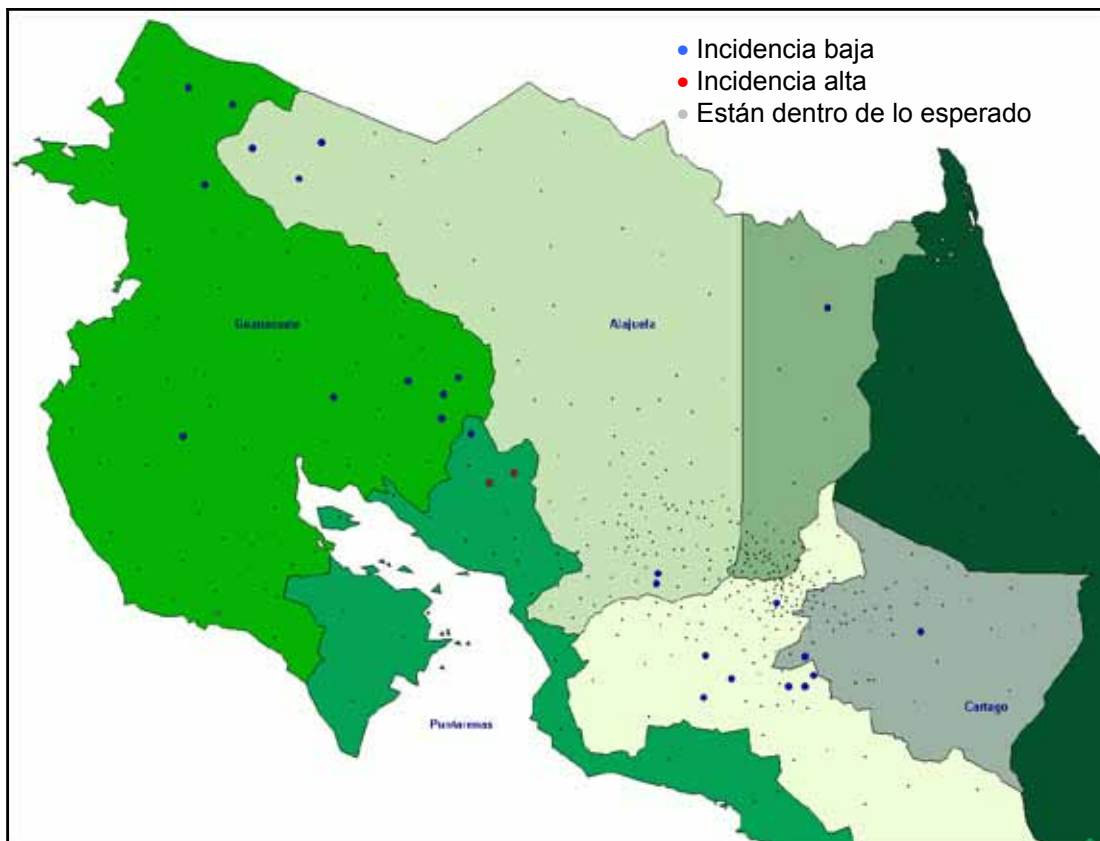


Conglomerados de incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, al incluir la covariable hogares con carencias por distrito (mapa 8)

Una vez que se incluyó la covariable se encontraron tres grupos significativos, dos de bajo riesgo y

uno de alto riesgo, que es la Unión de Montes de Oro y Acapulco, con un riesgo relativo de 1.457. Los de bajo riesgo son: San Cristóbal, con tres distritos (Santa Cruz y San Antonio de León Cortes y Patio de Agua) y con un riesgo relativo de 0.069, y Puerto Viejo, con un RR=0.065.

Mapa 8. Costa Rica: conglomerados de incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso 2001 al incluir la covariable número de hogares con carencias



CONCLUSIONES

- Cuando se aplicó el análisis espacial en incapacidades no se sabía si realmente el comportamiento de este evento tendría un componente espacial; es decir, si existía una relación del punto geográfico o conglomerado geográfico y la concentración de incapacidades. No obstante, se suponía, dado que se debe a una causa de morbilidad y muchas de ellas pueden tener relación con el lugar de residencia, como se corroboró con en el presente estudio.
- Los resultados obtenidos del análisis espacial de incapacidades, sin incluir la covariable, son de gran relevancia para la Caja, pues identifica grupos sociales en riesgo por la condición socioeconómica, lo que facilita la detección de las necesidades particulares de estos conglomerados y la creación de políticas de atención a esta demanda de los servicios en el sector salud.
- Una vez que se incluye la covariable hogares con carencias por distrito, los conglomerados que se habían detectado previamente se reducen. La reducción se debe a que al existir factores de riesgo, que se consideran en esta covariable, como baja proporción de la población con acceso a albergue digno, acceso a vida saludable, acceso a conocimiento y acceso a otros bienes y servicios, es de esperar que los distritos de estos conglomerados tengan una

proporción mayor de población con tendencia a incapacitarse. Esta situación se reduciría si se mejorara la condición socioeconómica de dichos distritos.

- Los resultados obtenidos al incluir la covariable son útiles para la Caja, porque se le da una focalización geográfica al problema de alto riesgo de incapacidades; esto es un aporte epidemiológico en lo que corresponde a vigilancia, porque se trabajó con un nivel de distrito y a este nivel es difícil obtener información.
- Para la toma de decisiones en una planificación estratégica y en la organización de un sistema en un proceso de gestión eficiente y oportuno es básico contar con información, y en este caso particular se da a conocer que existe una situación para analizar en los distritos en donde se da alta proporción de incapacidades, pero también refleja una demanda de servicios que exige atención.
- El análisis espacial de incapacidades puede dar origen en la Caja a una futura investigación, en la que se proponga conocer cuáles son las causas de esta incidencia en los conglomerados detectados, con la ventaja de poder elaborar un diseño de muestra con costos menores, que reduciría la varianza muestral si se basara en los conglomerados ya identificados en este estudio.

RECOMENDACIONES

- Hacer una investigación de los distritos de los conglomerados que presentan alto riesgo de incapacidades al incluir la covariable (cuadro 4, conglomerado #5, en la columna correspondiente a conglomerados alta). Además, están los siguientes conglomerados: San Sebastián, Heredia (que incluye a San Antonio y San Pedro de Barva) y el distrito de Tres Ríos, en Cartago.
- Investigar los conglomerados de distritos con alto riesgo de incapacidades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores una vez incluida la covariable, como son: Concep-

ción de Atenas junto con el distrito de Atenas y por otro lado, Guacimal de Puntarenas junto con Acapulco.

- Investigar el único conglomerado que resultó con alto riesgo de incapacidades por diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, al incluir la covariable carencias por distrito, que fue Unión de Montes de Oro, que incluye a Acapulco.
- Aplicar el análisis espacial con diversas fuentes de información epidemiológica podría ayudarle a la Caja a identificar si existe alguna relación entre alguna enfermedad de interés a investigar y la ubicación geográfica de quienes la estén padeciendo. Pues el detectar localidades con mayor probabilidad de presentar casos facilita la toma de decisiones para una planificación estratégica y la organización de un sistema de gestión eficiente y oportuna.
- Utilizar una base de datos de alguna enfermedad o enfermedades en la cual existan campos relacionados con el espacio y el tiempo es conveniente, porque muchas enfermedades pueden estar relacionadas con las estaciones.

REFERENCIAS

1. Alan Dever GE. (1991). *Epidemiología y administración de servicios de salud*. OPS/OMS.
2. Bailey T, Gatrell A. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*. Prentice Hall.
3. Blanco Mejía LG. (1990). *Cáncer de mama y cuello de útero en Costa Rica*. Tesis para optar por el grado de la licenciatura en estadística, Universidad de Costa Rica.
4. Bonilla R. (2003). Comunicación Personal.
5. Collado A. (2000). *Conglomeración espacial de la fecundidad adolescente en el gran área metropolitana*. Tesis para optar por el grado de maestría, Universidad de Costa Rica.
6. Cressie N. (1993). *Statistics for spatial data* Wiley series in probability and mathematical statistics. John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
7. Dos Santos SI. (1999). *Epidemiología del cáncer: principios y métodos*. Agencia Internacional sobre el Cáncer. Lyon, Francia.

8. Haining Robert. (1993). *Spatial data analysis in the social and environmental sciences*. Cambridge University, United Kingdom.
9. Hernández Ávila M, Garrido Latorre F, Salazar Martínez E. (2000). "Sesgos en Estudios epidemiológicos". *Salud Pública de México*. Vol 42 N°45.
10. Hernández Chavarria F. (2002). *Fundamentos de epidemiología: el arte detectivesco de la investigación epidemiológica*. EUNED, San José, Costa Rica.
11. Johnson R, Wichern D. (1992). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 3ed. Prentice Hall, New Jersey.
12. Kulldorff M, Feuer EJ, Miller BA, Athas WF, Key CR. (1998). "Evaluating Cluster Alarms: A Space-Time Scan Statistic and Brain Cancer in Los Alamos, New México". *American Journal of Public Health*. Vol 88, N°9. p. 1377-80.
13. Kulldorff M, Feuer EJ, Miller BA, Freedman LS. (1997). "Breast Cancer Clusters in the Northeast United States: A Geographic Analysis". *American Journal of Epidemiology*. Vol. 146. N°2. p. 161-170.
14. Kulldorff M. *Introduction to SaTScan*. Versión 3. (2003). Statistical Research and Applications Branch of the Division of Cancer Control and Population Sciences and partly by the Alfred P. Sloan Foundation.
15. Lawson A, Biggeri A, Böhnng D, Lasaffre E, Viel J-E, Bertollini R. (1999). *Disease Mapping and Risk Assessment for Public Health*. John Wiley & Sons Ltd.
16. Méndez F, Trejos J. *Costa Rica: Un mapa de carencias críticas para el año 2000*. Instituto de Investigaciones Económicas e INEC, San José, Costa Rica.
17. Moreno Altamirano A, López Moreno S, Corcho-Berdugo A. (2000). "Principales medidas epidemiológicas". *Salud Pública México*. Vol 42. N°4.
18. Morice AC, Rodríguez MR. (1993). *Epidemiología en los servicios de Salud de Costa Rica una experiencia de integración docente-asistencial*. OPS/OMS Programa de adiestramiento en Salud de Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica.
19. Raftery A, Tañer M, Wells M. (2002). *Statistics In the 21st Century*. American Statistical Association.
20. Rewell A. (1971). *Environment, Ecology and Epidemiology*. Pan American Health Organization.
21. Santamaría C. (2000) *Análisis para la determinación de conglomerados espacio-temporales en la incidencia de cáncer, Costa Rica, 1990-1997*. Tesis para optar por el grado de maestría, Universidad de Costa Rica.
22. Vega, SG. (1985). *Evaluación Epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales*.
23. World Health Organization. (1985). *Epidemiology for the health officer: A field manual for the tropics*. Edited W.O. Phoon, Génova