

El enfoque espacio-temporal-contextual en el estudio del VIH-SIDA

Contextual, spatial and time approach to the HIV/AIDS study

Milagros Alegret Rodríguez^I; Ricardo Grau Abalo^{II}; Mercedes Rodríguez Rodríguez^{III}

^IDoctora en Ciencias. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Villa Clara, Cuba.

^{II}Doctor en Ciencias Psicológicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara, Cuba.

^{III}Máster en Ciencias. Instituto Pedagógico "Félix Varela". Villa Clara, Cuba.

RESUMEN

Introducción La epidemia de VIH/SIDA presenta muchos elementos de interés para ser abordados bajo un enfoque del sistema contexto-espacio-temporal. En este trabajo se despliega una serie de recursos analíticos para permitir "otra mirada" sobre este problema.

Objetivos Mostrar la difusión del VIH/SIDA utilizando diversos niveles de acercamiento espacial e intentando incorporar el contexto en cada nivel, así como otras variables de interés.

Métodos Se estudió el universo de casos de VIH-SIDA ocurridos en Cuba en toda la historia de la enfermedad, lo que abarcó un período de 1986 a 2004, con énfasis en los aspectos espaciales (ubicación del caso), temporales (fecha de diagnóstico) y contextuales (factores del ambiente socio-económico) a diferentes niveles de aproximación espacial. Los métodos utilizados incluyeron técnicas de clasificación multivariante (clusters jerárquicos), técnicas de detección de conglomerados de casos y regresión.

Resultados Se esclarecieron mecanismos de difusión de la epidemia y determinantes de esta difusión, relacionándolos con aspectos como distancia al foco emisor primario, condiciones socio-ambientales y vialidad, esclareciéndose mecanismos de contagio espacial.

Conclusiones Los resultados muestran que es posible pronosticar las formas de

difusión espacial de la epidemia y esta capacidad es importante en el momento de decidir acciones para su prevención y control.

Palabras clave: Análisis espacial, VIH-SIDA, Epidemiología.

ABSTRACTS

Introduction HIV/AIDS epidemics presents with many interesting elements to be addressed using the contextual, spatial and time system approach. This paper showed a series of analytical resources that allows "taking another look" on this problem.

Objectives To show the HIV/AIDS spread using several levels of spatial approach and incorporating the context at each level as well as other variables of interest.

Methods The universe of all HIV/AIDS cases occurred in Cuba from 1986 to 2004 was studied, with emphasis on spatial aspects (case location), time aspects (date of diagnosis) and contextual aspects (social and economic factors) at different levels of spatial approach. The methods included multivariate classification techniques (hierarchical clusters) and case cluster detection and regression techniques.

Results Mechanisms of the epidemics spread and its determinants were clarified, relating them to factors such as distance from the primary focus of transmission, social and environmental conditions and viability. Also mechanisms of spatial contagion were submitted.

Conclusions The results proved that it is possible to forecast the forms of spatial spread of the epidemics and this capability is important for prevention and control actions.

Key words: Spatial analysis, HIV/AIDS, epidemiology.

INTRODUCCIÓN

Aunque los estudios epidemiológicos tienen como fin desentrañar las relaciones de la tríada epidemiológica (persona-tiempo-espacio), este último muchas veces no es considerado como una variable de interés, en particular si "quién" o "cuándo" satisfacen las principales preguntas de la investigación. El patrón espacial de eventos de salud es fundamental para comprender la exposición y prevenir eventos futuros, más allá de si el proceso que subyace es contagioso, influenciado por el ambiente o relacionado a la variabilidad genotípica. El análisis espacial proporciona la oportunidad de explorar más profundamente las interacciones entre personas, tiempo y espacio.

La búsqueda de inferencias a partir de los datos espaciales acomete el problema teórico de relacionar los datos espaciales estáticos con el proceso dinámico espacio-temporal. Los procesos de espacio-tiempo en epidemiología se expresan en diferentes patrones espaciales resultantes, que actúan como la huella dactilar de todo el proceso, reflejando la acción de un "proceso espacio-temporal ya pasado" y que queda plasmada en una "fotografía" espacial estática en un momento determinado. Alcanzar esta inferencia no es un problema de fácil solución e incluso

muchas veces no se alcanza un resultado. Las dificultades provienen de que realmente una "fotografía" instantánea del espacio es sólo una pobre representación del proceso dinámico espacio-temporal.

Los procesos espacio-temporales son relevantes en epidemiología debido a que incluyen aspectos como la infección o el contagio, las exposiciones ambientales que inducen patrones espaciales de enfermedades, explican la distribución espacial de enfermedades transmitidas por vectores y otros procesos de difusión. A su vez, covariables como el nivel socio-económico y la etnicidad tienden a estar espacialmente estructurados y pueden inducir patrones espaciales a través de la asociación con resultados de salud. El problema se hace más complejo cuando se integran aspectos de movilidad, modos y estilos de vida. Muchos de estos elementos están presentes en la distribución y difusión de los casos de VIH/SIDA, por lo que el enfoque espacio-temporal-contextual resulta interesante para comprender, intervenir y prevenir la diseminación de este problema de salud.¹

La geografía larga y estrecha de Cuba ofrece una ocasión sin precedentes para entender la difusión del VIH en las dimensiones espacio-temporales. Esta potencialidad se ve acrecentada por el hecho de que en Cuba esta infección se debe casi exclusivamente al contacto persona-persona por la vía sexual, dado los ingentes esfuerzos que se han realizado desde el principio para evitar el contagio profesional, por vía de perfusiones sanguíneas, por traspaso a la descendencia mediante acciones educativas en las parejas infectadas y otras estrategias.

Este trabajo acomete la tarea de mostrar la difusión del VIH/SIDA utilizando diversos niveles de acercamiento espacial e intentando incorporar el contexto en cada nivel, así como otras variables de interés útiles para interpretar los patrones de difusión de la enfermedad. Este evento tiene como antecedente el hallazgo, publicado en otros trabajos, de que el VIH/SIDA se comporta como uno de los indicadores más sensibles a la estructura espacial contextual dentro de los indicadores de daños de salud (Alegret M, Spiegel J, Yassi A. Importance of stratification and territorial ordering in prospection, prediction and surveillance in public health. Presented at 4th Annual Meeting of the CCGHR. Ottawa October 24 2004).

MÉTODOS

Se utilizaron los datos de todos los pacientes diagnosticados en el país desde el inicio de la historia de la enfermedad en el territorio nacional hasta el 2004, lo que comprendió un período de 19 años. A los fines de la investigación se utilizaron los datos de localización de los casos, momento del diagnóstico en el nivel individual, así como variables contextuales que incluyeron aspectos socio-ambientales, demográficos y rutas de acceso, las cuales sirvieron para construir escenarios contextuales a través de técnicas de similitudes multivariadas que se han desarrollado con éxito en otros trabajos.^{2,3}

Las unidades espaciales de análisis fueron consejos populares, áreas de salud, municipalidades y provincias, según el nivel de acercamiento espacial del análisis.

Las técnicas de análisis empleadas comprendieron detección de conglomerados de casos mediante el método de Kullforff,⁴ técnicas jerárquicas de clasificación multivariada para la caracterización de las unidades areales a diferentes niveles, y análisis de correlación y regresión para evaluar y modelar respectivamente la consistencia de los datos individuales y contextuales.

RESULTADOS

Análisis espacio-temporal de tasas y conglomerados de casos

El VIH se detecta en Cuba en la segunda mitad de la década del 80 y la ciudad diana fue la capital del país. Una representación de la incidencia acumulada de casos y tasas en los municipios de Ciudad de La Habana a 19 años del inicio de la enfermedad permite apreciar que esta se extiende desde los núcleos más densamente poblados y con entornos socioambientales desfavorables hacia la periferia de la ciudad, lo que sugiere el carácter de diseminación jerárquica ([figura 1](#)).

Alejando la escala de observación, la secuencia de la difusión espacial ha sido representada en los 169 centroides municipales del país en cortes de tiempo específicos. Debido a que están sombreados sólo los municipios interesados en los conglomerados, la ausencia de color no debe interpretarse como inexistencia de casos.

Se observa que el VIH produce fuertes puntos máximos exponenciales que son difíciles de captar de modo efectivo utilizando intervalos aritméticos, por lo que fue necesario recurrir a la modelación de *Poisson* para acometer esta tarea. Este es el caso del municipio de Cabaiguán, que originó un "brote" de VIH en el segundo año evolutivo de la enfermedad (mapa b en la [figura 2](#)).

A partir de 1990 se puede apreciar que tanto la difusión por contagio espacial como la jerárquica influyeron en la expansión del VIH-SIDA: se da una dispersión hacia afuera de los epicentros regionales, y un salto hacia poblaciones y ciudades más pequeñas. Para 1992, a 6 años del inicio, todas las capitales provinciales presentaban casos, pero aún el 34 % de los municipios rur-urbanos y el 49,4 % de los rurales permanecían "vírgenes" de la enfermedad. En estas dos últimas categorías, en las que, multidimensionalmente se da baja densidad poblacional, accesos secundarios y otros determinantes; el VIH-SIDA tarda mucho más en llegar y a 20 años del inicio aún se puede observar entre 2 y 3 % de estos municipios "vírgenes". La difusión a partir del contagio de las capitales provinciales tuvo comportamiento radial, teniendo en cuenta que la mayor parte de los epicentros urbanos tienen una posición central en sus territorios.

Para 1999 se localizaron claramente dos puntos máximos que originaron dos conglomerados que resultaron significativos mediante el método MCMC, uno localizado en los municipios más densamente poblados de Ciudad Habana y otro ubicado en Santa Clara y se comienza a delimitar un efecto de "canal" con alineaciones de oeste a este, siguiendo las líneas de tráfico más importantes del país. En Santa Clara, capital de la provincia más central de Cuba, confluyen las tres vías más importantes de transportación terrestre: la autopista nacional, la carretera central y el ferrocarril central y aún sin datos que puedan avalar oficialmente este razonamiento, se puede afirmar que el mayor flujo de población diario interprovincial ocurre entre ambas capitales.

Análisis de los mecanismos de contagio espacial

Un análisis de este contagio espacial basado en el modelo de gravedad arrojó el siguiente resultado, considerando las distancias de las capitales provinciales a Ciudad de La Habana, esta última como "punto generador de riesgos". La [figura 3](#)

(b) relaciona este resultado con los estratos de pertenencia según la clasificación contextual de las municipalidades, este recurso permitió incorporar la noción de contagio jerárquico además del puramente espacial. En la figura están identificadas las características fundamentales de los municipios. Los señalados con el No.4 están totalmente urbanizados, industriales o servicios, densamente poblados, accesibles mediante viales principales, constituidos por los municipios de la capital del país. Los del No.3: totalmente urbanizados, industriales o servicios, densidad poblacional media, generalmente accesible mediante viales principales y ramales, constituidos por las capitales de las provincias del país. No. 2: municipios urbano-rurales, agrícolas, medianamente poblados, accesibles mediante viales ramales. No.1: municipios rurales, agro-silvícolas, con población dispersa, accesibles mediante viales ramales y secundarios.

El carácter jerárquico y las características del contagio espacial de las distribuciones queda adecuadamente representado en las siguientes figuras, que muestran respectivamente los períodos de retardo y las velocidades de crecimiento de las tasas en municipios pertenecientes a tres jerarquías contextuales dentro de una provincia ([figura 4](#)), y en el contexto nacional (169 municipios), donde se puede observar el ajuste a un modelo de crecimiento exponencial de las tasas de la enfermedad y los estratos contextuales municipales, así como las contribuciones de los estratos utilizando la densidad poblacional como *proxy* que permita visualizar las posiciones individuales de los municipios y su estrato de pertenencia ([figura 5](#)).

Un análisis multidimensional que incorpora aspectos como la población en riesgo, la distancia y las rutas de acceso entre las provincias del país arroja el siguiente dendograma ([figura 6](#)).

Donde la distancia, pero también la característica de las rutas de acceso (clasificadas como principal, ramal y secundaria) fue capaz de explicar las similitudes esperadas en el comportamiento futuro del VIH-SIDA.

La figura 7 es una representación aproximada de las principales rutas de transporte terrestre del país, superpuestas sobre la situación modelada del VIH-SIDA (incidencia acumulada) hasta el cierre de 2004. La coloración crece en intensidad con el valor creciente del riesgo relativo.

DISCUSIÓN

La estructura del espacio geográfico modela fuertemente la difusión espacial del VIH/SIDA, pero en cada nivel de agregación espacial surgen características específicas de esa estructura, lo que responde a las premisas de un área del conocimiento general basado en la teoría del emergentismo,⁵ según la cual, a cada nivel de agregación afloran nuevas variables capaces de explicar los fenómenos bajo estudio que caracterizan ese nivel. Este concepto se pone en perspectiva al analizar comparativamente el comportamiento del VIH-SIDA en diferentes escalas espaciales:

A nivel de un conglomerado urbano

El VIH-SIDA se extiende siguiendo una distribución jerárquica desde "núcleos" de espacios contextuales que incluyen aspectos desfavorables del ambiente (vivienda, entorno social, condiciones de vida en general) hacia zonas más favorables. Se puede demostrar un período de retardo en esta difusión.

A nivel intermunicipal dentro de una provincia

El VIH-SIDA se disemina siguiendo viales principales y "anida" en los conglomerados urbanos secundarios a las capitales provinciales, siguiendo en ellas una distribución interna similar a la de las ciudades cabeceras. El período de retardo es mayor respecto a la difusión interna dentro de los asentamientos urbanos.

A nivel interprovincial

El VIH "correlaciona" de manera excelente con criterios macro-contextuales de urbanización, economía industrial o de servicios, condiciones de vida "favorables" (esto último encerrará una paradoja), el pronóstico se mejora cuando se tienen en cuenta además otras variables como las conexiones viales y las distancias entre núcleos urbanos.

El análisis multivariante aporta elementos importantísimos para esclarecer las relaciones espaciales y proporcionando un mayor nivel de síntesis que permite el razonamiento de una forma más expedita de la que lo pueden hacer descriptivamente los mapas de datos primarios. Por ello, es aconsejable que el tratamiento desregionalizado de datos multidimensionales preceda a la subordinación cartográfica en procesos explicativos de interés en ciencias de la salud.^{6,7}

En la medida en que el carácter acumulativo de los datos perfilan las formas de difusión, la secuencia resultante muestra que el VIH se expande de manera totalmente clásica, es decir, con una difusión jerárquica, donde un proceso aparece fuertemente controlado por las relaciones entre las poblaciones y ciudades que configuran la jerarquía de lugar urbano o central, y una difusión por contagio espacial, que se extiende sobre el mapa, como una mancha de vino que se extiende sobre un mantel,⁸ desde municipios densamente poblados y con entornos socio-ambientales desfavorables hacia zonas menos densamente pobladas. La distribución está mediada por las rutas más frecuentes de circulación de la población "en riesgo", lo que se pone de manifiesto en el hecho de que la difusión sigue las rutas principales de la vialidad que propician la interacción humana.

Finalmente se puede concluir que la incorporación de análisis multidimensionales para la clasificación de áreas geográficas en base a similaridades transforma el mapa convencional de espacio geográfico en un espacio multidimensional de interacción humana. Bajo este modelo, se clarifican los mecanismos de difusión espacial de la enfermedad: las ciudades, con sus densas poblaciones y entornos socioambientales demarcados, aparecerán más juntas en el centro del espacio VIH-SIDA, mientras que las áreas rurales, se comportarán como anidamientos secundarios, presentando períodos de retardo proporcionales a la densidad poblacional e inversos a la distancia y la calidad de las rutas de acceso. Una ojeada a la distribución espacial del VIH en Cuba a 19 años del inicio de la epidemia corrobora estos planteamientos: los municipios cabecera, con sus capitales provinciales, se comportan como "semillas" de la epidemia, pero al mismo tiempo es incuestionable el "retardo espacial" asociado a la distancia.

La predicción del "próximo mapa" es una tarea posible si se logra comprender los mecanismos que rigen la difusión. En ello queda demostrado el valor de la estratificación contextual utilizando variables o dimensiones clave. La creación de un espacio multidimensional deberá estar sustentada en la teoría del emergentismo, es decir, en el concepto de que en cada nivel de aproximación surgen nuevas variables que trazan el proceso. Este enfoque no aleja el análisis

espacial de la geografía como ciencia, por el contrario, le hace retomar viejos modelos geográficos, a veces olvidados, pero que esperan, junto con las bondades de la cartografía digital, para ampliar las posibilidades de una disciplina rica en recursos analíticos realizables en los nuevos escenarios de la informatización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Elliot P, Wakefield J, Best N, Briggs D. Spatial Epidemiology. Methods and Applications. Oxford: Oxford University Press;2001.
2. Rodríguez M, Alegret M, Rivero E. Atlas Automatizado de Salud de la Provincia de Villa Clara. Villa Clara: Editorial Feijó, Universidad de Las Villas;2003. Disponible en: www.vcl.sld.cu (No. Registro CUMED 778).
3. Alegret M. Del espacio a la estructura. *Medicentro*. 2005;9(4 Supl 1).
4. Kulldorf M, Nagarwalla N. Spatial disease cluster: detection and inference. *Biometrics*. 1995;55:544-52.
5. Anderson PW. More is different. Chicago: Harvard University Press;1982.
6. Berry JK. Beyond mapping: concepts, algoritms and issues in GIS [serie en Internet]. [citado Jul 2006]. Disponible en: www.gabrielortiz.com/recursos
7. Hargrove W. Hoffman F. Locating and characterizing the borders between ecoregions using multivariate geographic clustering [serie en Internet]. [citado Abr 2006]. Disponible en: www.esd.ornl.gov/projects/clustering/
8. Gould P, Kabel J. La epidemia de SIDA desde una perspectiva geográfica. *Geocrítica*. Universidad de Barcelona. 1976, Año XV, Número 89.

Recibido: 24 de julio de 2007.

Aprobado: 12 de octubre de 2007.

Milagros Alegret Rodríguez. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Villa Clara, Cuba.

E-mail: malegret@dps.vcl.sld.cu Alegret Rodríguez. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Villa Clara, Cuba.

E-mail: malegret@dps.vcl.sld.cu

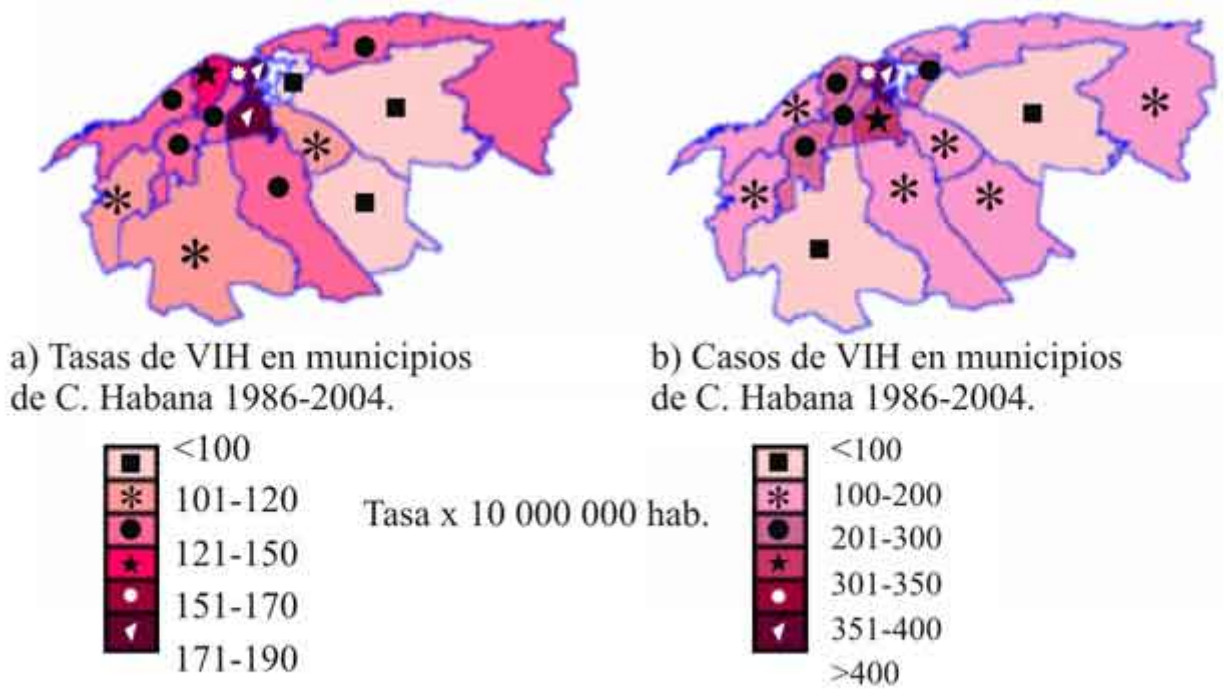


Fig. 1. Casos y tasas acumulativas de VIH-SIDA en Ciudad de La Habana, 1986-2004.

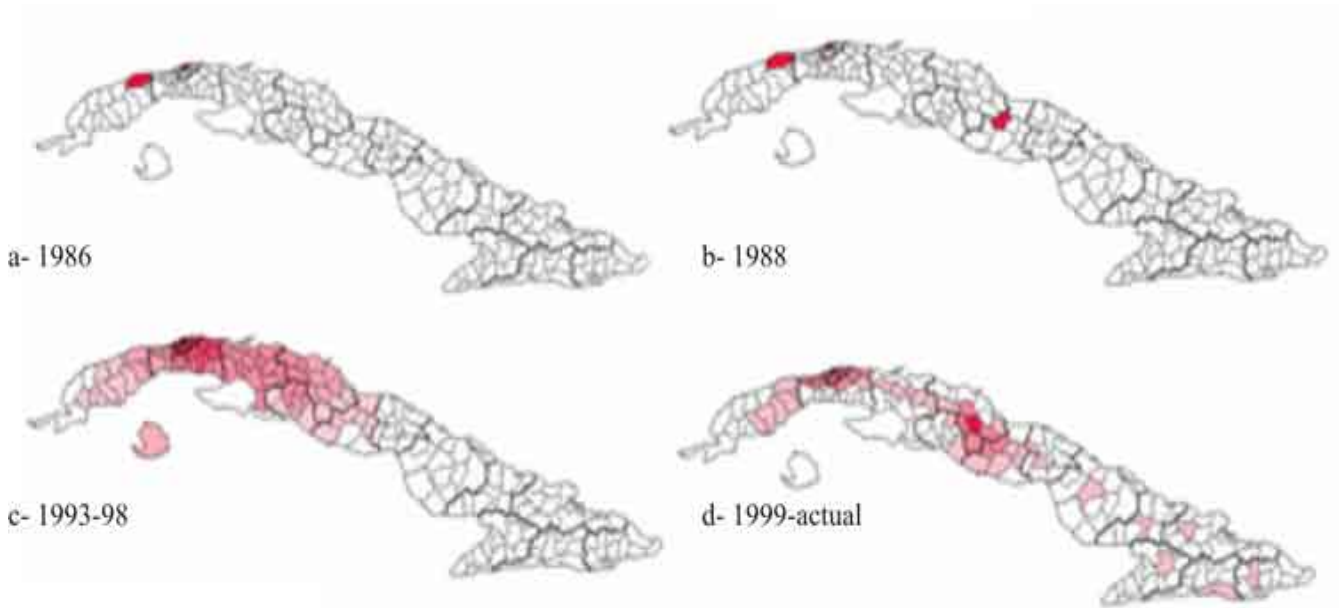


Fig. 2. Secuencia temporal de la difusión de VIH/SIDA en el país.

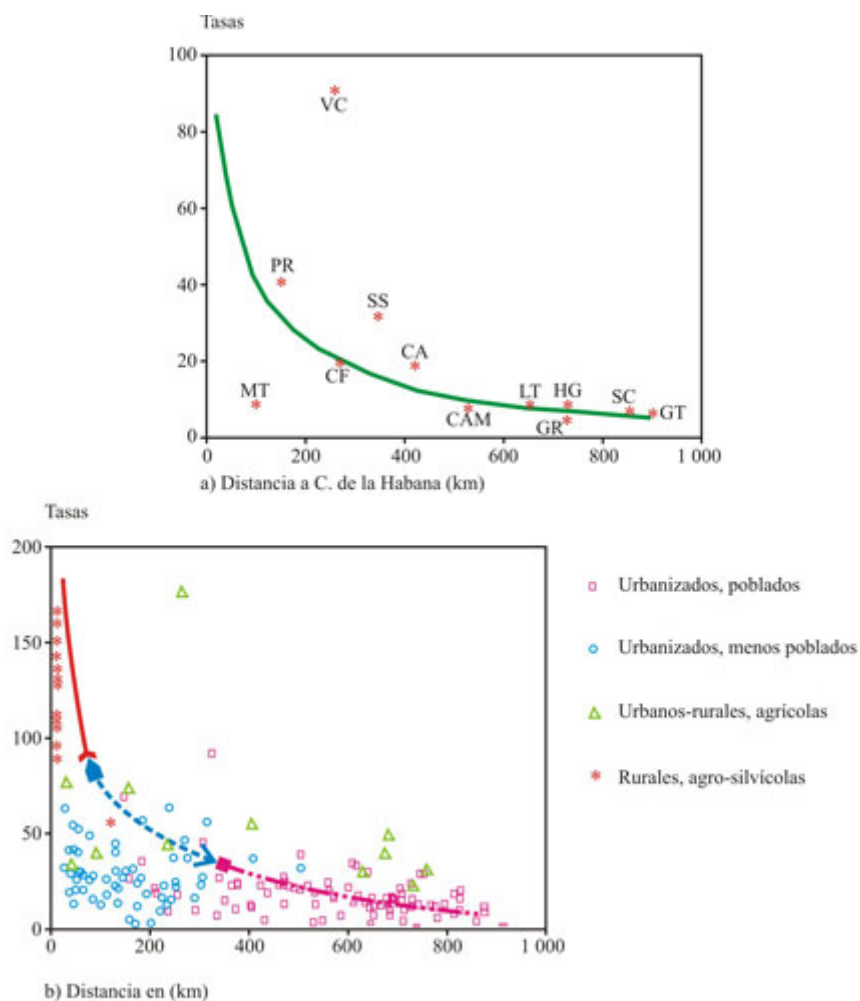


Fig. 3. La composición gráfica muestra a) tasas de VIH-SIDA en las capitales provinciales según distancia a Ciudad Habana, b) tasas de VIH-SIDA en los municipios.

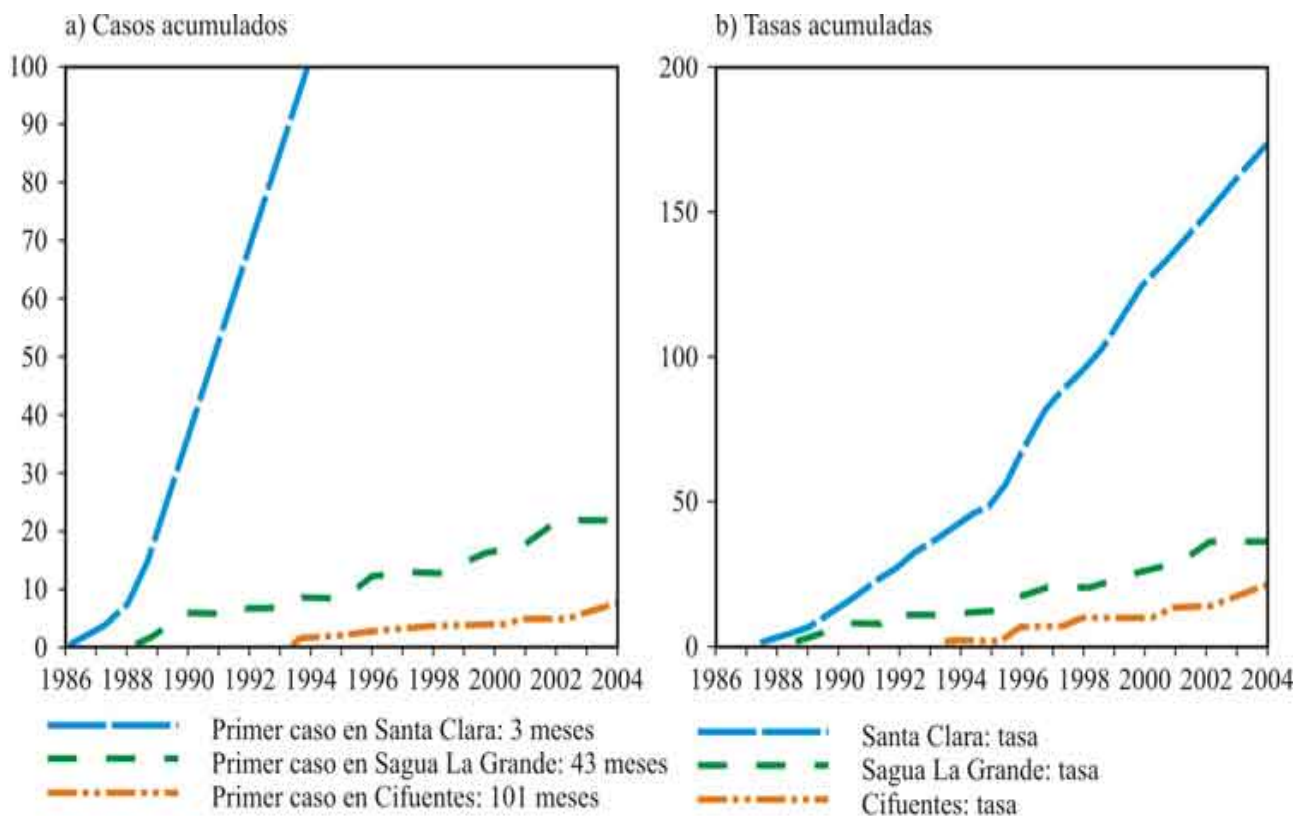


Fig. 4. Períodos de retardo y velocidad de crecimiento del VIH/SIDA en municipios de una provincia pertenecientes a tres estratos contextuales diferentes.

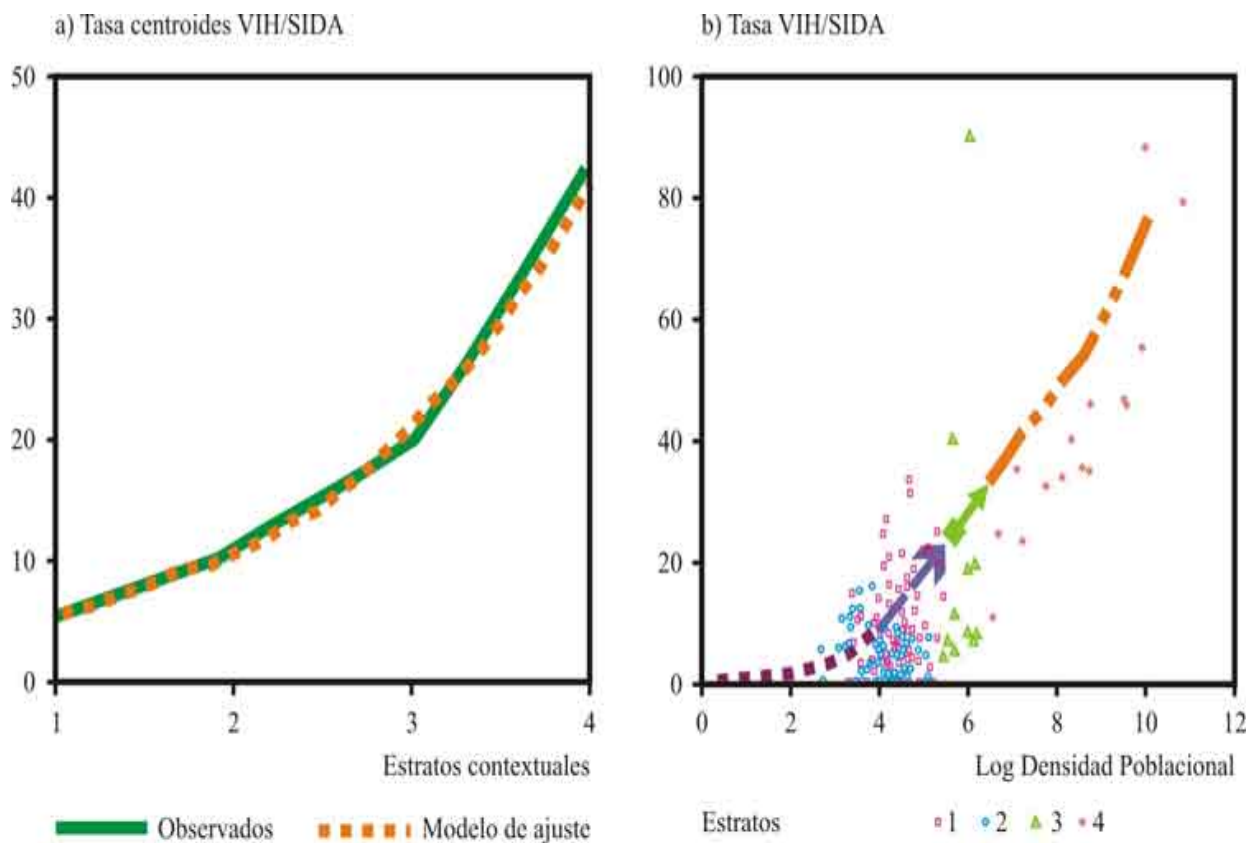


Fig.5. La composición gráfica muestra a) las tasas ponderadas de VIH-SIDA y estratos contextuales, b) las tasas en cada municipio en relación con la densidad poblacional (utilizada como proxy para hacer continua la relación), estrato de pertenencia y modelo, donde se ha intentado representar la contribución de cada estrato mediante recursos de visualización.

