



Revista Cubana de Salud Pública

ISSN: 0864-3466

ecimed@infomed.sld.cu

Sociedad Cubana de Administración de Salud  
Cuba

Alegret Rodríguez, Milagros; Herrera, Manuela; Grau Abalo, Ricardo  
Las técnicas de estadística espacial en la investigación salubrista. Caso síndrome de Down  
Revista Cubana de Salud Pública, vol. 34, núm. 4, diciembre, 2008, pp. 1-11  
Sociedad Cubana de Administración de Salud  
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21419854003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Las técnicas de estadística espacial en la investigación salubrista. Caso síndrome de Down

### Spatial statistical techniques in health care research. Down´s syndrome case

Milagros Alegret Rodríguez<sup>I</sup>; Manuela Herrera<sup>II</sup>; Ricardo Grau Abalo<sup>III</sup>

<sup>I</sup>Doctora en Ciencias. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. CPHE. Villa Clara, Cuba.

<sup>II</sup>Doctora en Ciencias Médicas. Instituto Superior de Ciencias Médicas. Villa Clara, Cuba.

<sup>III</sup>Doctor en Ciencias Psicológicas. Instituto de Matemática Aplicada. UCLV. Villa Clara, Cuba.

---

## RESUMEN

**Introducción** Una ventaja de utilizar las técnicas de análisis estadístico espacial es que ellas son capaces de resumir el complejo patrón espacial, haciendo esta complejidad digerible para los ojos y la mente humana, lo que hace más factible la toma de decisiones y la intervención. Se ejemplifica este razonamiento con el estudio de un evento de salud, en el que se compara el resultado del análisis espacial con los métodos tradicionales de la epidemiología.

**Objetivos** Realizar en un caso de estudio, análisis de estadística espacial y contrastarlos con análisis epidemiológicos convencionales a fin de mostrar la factibilidad y ventajas de su uso en acciones de vigilancia de eventos para la toma de decisiones.

**Métodos** Se utilizaron los datos de 15 años de vigilancia del síndrome de Down en la provincia de Villa Clara, Cuba, en el período 1985-2000. Para el análisis espacial se utilizó la técnica de detección de conglomerados (clusters) de *Kulldorff*. Las representaciones cartográficas se realizaron en MapInfo v 5.0, importando los resultados estadísticos al sistema de información geográfica. Los análisis epidemiológicos incluyeron la valoración del riesgo relativo areal, y el cálculo de otros estadígrafos relacionales y de tendencia central.

**Resultados** Se puso en perspectiva la diferenciación de los determinantes del síndrome de Down asociados a la contextualidad espacial, lo que complementó de forma muy oportuna los análisis basados en los datos de los casos, proporcionando evidencia que no podía ser extraída usando solamente análisis convencionales.

**Conclusiones** El análisis espacial fue capaz de mostrar en forma expedita

hallazgos y proyecciones que fueron posteriormente respaldadas por análisis convencionales desarrollados en el marco de este ejemplo. La diferenciación encontrada en los determinantes del síndrome de Down en zonas rurales y urbanas permite implementar estrategias diferenciadas para la prevención de esta cromosomopatía en ambos contextos.

**Palabras clave:** Análisis espacial, conglomerados, epidemiología, sistemas de información geográfica, síndrome de Down.

---

## ABSTRACT

**Introduction** One of the advantages of spatial statistical analysis techniques is that they can summarize the complex spatial pattern by making such complexity assimilable into the human eyes and mind, and decision-making and interventions more feasible. This reasoning is exemplified by means of the study of a health event in which the result of spatial analysis is compared with those of traditional epidemiological methods.

**Objectives** To use spatial statistical analysis in a case study and to compare it with conventional epidemiological analysis in order to show the feasibility and advantages of this method in the event surveillance for the decision-making.

**Methods** Data from 15 years of Down's syndrome surveillance work carried out in Villa Clara province from 1985 to 2000 were used. Kulldorff's cluster detection techniques were employed in the spatial analysis. Mapping was based on MapInfo v 5.0, importing the statistical results to the geographical information system. Epidemiological analyses included relative real risk assessment and the estimation of other relational and central tendency statistic.

**Results** The differentiation of Down's syndrome determinants associated to the spatial context was put in perspective, which served to supplement in a timely manner the case data-based analysis. This provided evidence that could not have been drawn if conventional analysis had solely been used.

**Conclusions** The spatial analysis could quickly show findings and projections that were further backed up by the conventional analysis made in this case. The differentiation of Down's syndrome determinants in rural and urban areas allowed implementing differentiated strategies to prevent this chromosome disorder in both settings.

**Key words:** Spatial analysis, clusters, epidemiology, geographical information systems.

---

## INTRODUCCIÓN

Aunque los estudios epidemiológicos tienen como fin desentrañar las relaciones de las distribuciones en los ejes 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 con la variabilidad genotípica. La información acerca de los patrones espaciales debe ser cuando menos tan útil como lo concerniente a los patrones demográficos o temporales y de esta manera proporcionar la oportunidad de explorar más profundamente las interacciones entre personas, tiempo y espacio.<sup>1</sup>

En su forma más simple, el espacio juega un importante papel en definir cuantos eventos discretos, personas u objetos existen en un área. Este aspecto es central en demografía y epidemiología. En el cálculo de las tasas de incidencia y prevalencia, está implícita o idealmente explícita la consideración del espacio, sin embargo, la oportunidad que brinda este recurso no es aprovechada al máximo por los investigadores salubristas, principalmente por la falta de dominio de las técnicas estadísticas espaciales. Una ventaja de utilizar estadísticas espaciales es que ellas son capaces de resumir el complejo patrón espacial, haciendo esta complejidad digerible para los ojos y la mente humana, lo que hace más factible la toma de decisiones y la intervención. Se ejemplifica este razonamiento con el estudio de un evento de salud, en el que se compara el resultado del análisis espacial en sí con los métodos tradicionales de la epidemiología.

El término *estadística espacial* se refiere a un conjunto de técnicas estadísticas que cuantifican aspectos relacionados con la estructura de las distribuciones espaciales. La característica distintiva del análisis estadístico de datos espaciales es que el patrón espacial de las localizaciones (objetos espaciales), la asociación espacial entre los valores observados en diferentes localizaciones (dependencia espacial) y la variación sistemática del fenómeno en las distintas localizaciones (heterogeneidad espacial) se convierte en el mayor foco de investigación. Estas técnicas no son sólo relevantes en Geografía, sino aplicables además a un amplio rango de áreas científicas, entre ellas la Epidemiología.

Para poner en perspectiva este razonamiento, se utilizará un ejemplo que muestra las ventajas de realizar análisis de conglomerados espaciales, temporales, espacio/temporales y prospectivos espacio/temporales, sobre una hipótesis de riesgo constante en la población. Los resultados del análisis espacial se contrastaron con los análisis epidemiológicos convencionales a fin de mostrar la factibilidad y ventajas de ser utilizado en acciones de vigilancia de eventos para la toma de decisiones.

## MÉTODOS

Se utilizaron los datos de 15 años de vigilancia del evento síndrome de Down en el territorio de la provincia de Villa Clara, Cuba, en el período 1985-2000, recogidos en las historias clínicas del departamento de Genética Provincial. Ello contempló datos de la madre, ubicación geográfica del evento y fecha de ocurrencia. El número de eventos ascendió a 169 en el período estudiado. La unidad espacial de análisis fue el área de salud, una estructura administrativa de la atención primaria de salud en Cuba.

Para el análisis espacial se utilizó la técnica de detección de conglomerados (clusters) de *Kulldorff*,<sup>2</sup> la cual permite la detección de clusters espaciales, temporales, espacio/temporales y prospectivos en ambos ejes. Se utilizó para ello el programa SatScan v.7.0.<sup>3</sup> Se utilizó la distribución de *Poisson* como distribución de contraste dada la relativa baja frecuencia de este evento. Las representaciones cartográficas se realizaron con el programa MapInfo v 5.0, importando los resultados estadísticos al sistema de información geográfica.

Los análisis epidemiológicos incluyeron la valoración del riesgo relativo areal, el análisis porcentual y el cálculo de otros estadígrafos relacionales y de tendencia central.

## RESULTADOS

La [figura 1](#) concentra comparativamente los resultados de los análisis espaciales. La primera representación muestra las tasas crudas acumulativas de síndrome de Down (s. de Down) a nivel de áreas de salud y como puede apreciarse, el mapa muestra el aspecto de "colcha de retazos" típico del cálculo de tasas en áreas-poblaciones pequeñas y eventos poco frecuentes, que inestabiliza estos valores y ofrece una información insuficiente sobre el problema bajo estudio. En el segundo mapa se muestra el resultado de la detección de clusters puramente espaciales. El cluster de máxima verosimilitud se correspondió con el área de Vueltas, al abarcar sólo un área, está representado por su centroide geográfico (de acuerdo al sistema de concentración de casos utilizado) y como clusters secundarios se obtuvieron tres: uno que comprendió las áreas de Cascajal-Manacas, uno en el área de Báez y otro en Chiqui Gómez, un área de salud perteneciente al municipio de Santa Clara. A través del análisis espacio/temporal se obtuvo como cluster de máxima verosimilitud uno que abarcó las siete áreas del municipio de Santa Clara, centrado en Chiqui Gómez, que abarcó el período 1996-98 y se notificaron además dos clusters secundarios, ellos fueron: uno centrado en Rancho Veloz y que abarcó las áreas de Quemado de Güines, Corralillo, Cascajal, Manacas y Mario A. Pérez centrado en el año 1991, y uno puntual medido en el área de Ranchuelo y con ocurrencia concentrada en 1986. El cuarto mapa muestra el análisis prospectivo espacio/temporal en él se detectó un conglomerado centrado en Chiqui Gómez y que comprendió además las áreas Santa Clara, Universidad, Nazareno y Mataguá e interesó secundariamente las áreas Malezas, Marta Abreu y xx Aniversario. El período señalado en esta prospección es el segmento final de la serie temporal analizada, es decir el período 1996-2000. El año 91 además fue registrado como el único cluster puramente temporal de máxima verosimilitud en el análisis. Evidentemente, este último análisis no tiene una expresión gráfica en el mapa.

La [tabla 1](#) muestra sintéticamente los resultados más relevantes del análisis

¿Qué hipótesis pueden respaldar los hallazgos espaciales?

Un análisis basado en las técnicas convencionales de la epidemiología permitirá enriquecer los hallazgos mostrados mediante la detección de conglomerados. La [figura 2](#) muestra el comportamiento mediante serie cronológica de esta cromosomopatía. En ella están consideradas dos variables, a saber, las tasas de incidencia del s. de Down y la edad materna media considerando todos los nacimientos de la provincia en el período. Esta última variable representa la condición más riesgosa para la aparición de un Down.<sup>4</sup>

Ambas secuencias muestran una tendencia creciente y una correlación significativa.

La [figura 3](#) muestra el corrimiento que ha venido sufriendo la edad materna en los años estudiados. Para la obtención de esta figura se consideraron las edades maternas de todos los nacimientos ocurridos en la provincia en tres momentos comprendidos dentro de todo el período de estudio, convenientemente segmentados de acuerdo a diferentes momentos de la implementación del Programa de Prevención del s. de Down. La figura muestra las tres distribuciones,

que ajustan a distribuciones normales y el valor modal en cada distribución. Esta figura corrobora los hallazgos de tendencia encontrados en la figura anterior.

Las [tablas 2, 3 y 4](#) muestran algunos elementos de interés que permiten explicar mediante análisis convencionales los resultados obtenidos sintéticamente mediante el análisis de conglomerados.

En la [tabla 2](#) se observa, mediante un método convencional de ranqueo y ponderación, el peso relativo de la incidencia del problema en la provincia. Aunque la unidad espacial utilizada en esta tabla no es concordante con la utilizada en la técnica espacial -una de las más comunes limitaciones al hacer contrastar todos los análisis- se ve claramente que los municipios Camajuaní (que contiene al área de Vueltas), Placetas (que contiene al área de Báez), Santo Domingo (que contiene las áreas Cas<sup>10</sup>cajal y Manacas) y Santa Clara (que contiene a Chiqui Gómez) tienen los pesos relativos mayores en el aporte de casos.

En la [tabla 3](#) se muestra la proporción de s. de Down correspondientes a dos grupos de corte de la edad materna según los diferentes municipios, así como la proporción de partos totales según estos grupos de edades. Y aunque las relaciones porcentuales no prueban la tendencia del aumento de la edad focalizado en el municipio de Santa Clara, los casos absolutos, criterio invaluable de la estratificación, porque permite establecer las necesidades de servicios y recursos, muestran la mayoría absoluta de los casos ubicados en este municipio.

Lo anterior se aprecia mejor en la tabla 4, donde se puede constatar que Santa Clara aporta el 32,3 % de los casos de Down en madres menores de 35 años, el 33,3 % de los nacidos de madres entre 35 y 38 años y el 47,6 % de las madres con más de 38 años.

Mediante la conjunción de estas frecuencias absolutas y su distribución según la edad materna, surgen otras consideraciones interesantes respecto a las hipótesis que pueden sostener -o generar- estos hallazgos espaciales.

## DISCUSIÓN

Los clusters detectados ocurren en lugares y momentos de tiempo diferentes, situándose el de máxima verosimilitud (Chiqui Gómez como centroide y afectando el resto de las áreas de Santa Clara) en el período 96-98 y el de gran extensión, detectado como cluster secundario en el análisis afecta, con centroide en Rancho Veloz, las áreas de Quemado, Corralillo, Cascajal, Manacas y Mario A. Pérez, y abarca todo el período de estudio, involucrando tres municipios de la provincia y manifestándose como un fenómeno endémico en la zona. Es interesante mencionar que esta región de la provincia resultó significativamente pródiga en retraso mental y otras afecciones asociadas a alteraciones cromosómicas en el Estudio Integral de Genética conducido en el 2003 a nivel nacional.<sup>5</sup> Un análisis de las tablas de distribución de edad materna puede conducir a la idea de que los determinantes de los s. de Down en municipios rurales y con población dispersa no se asocian precisamente al retardo de la edad materna (obsérvese lo valores promedios de las edades en las tablas, a pesar de no tratarse de la misma unidad espacial). El trastorno aquí en madres jóvenes es sugestivo de consanguinidad y predisposición familiar. En cambio, en Santa Clara, la variable principal parece ser la tendencia de las mujeres a retrasar su maternidad, en un período en que esta tendencia es consistente con la reducción de los nacimientos en el país tras la contracción económica de la década de los 90. Ubicado en un contexto más amplio (mayor

incorporación de la mujer a la sociedad, mayor nivel educacional, más heterogénea mezcla poblacional), las piezas del rompecabeza encajan para sostener las hipótesis generadas por el análisis espacial primario. Por último, esta misma consideración hace que se entienda perfectamente por qué el análisis de proyección espacio/temporal centra el pronóstico de futuros s. de Down en las áreas de Santa Clara, afirmando espacialmente una tendencia temporal bien demostrada y una determinación espacial plausible.

Finalmente se puede concluir que se ha desentrañado a través de análisis colaterales comunes de la investigación epidemiológica lo que un análisis de conglomerados basado en simples localizaciones y un producto de software que contiene un algoritmo para la detección de clusters mostró de forma expedita. Las hipótesis sugestivas de diferenciación de causas en distintas regiones con aglomeraciones significativas de casos permiten crear estrategias dirigidas a la medida de esos territorios, en este caso, la intervención educativa en las áreas rurales, donde además por la edad materna precoz, no se va sospechar la presencia de un s. Down durante el embarazo, y la búsqueda activa mediante técnicas de tamizaje en las madres jóvenes de la cabecera provincial. En Cuba este programa abarca a todas las madres jóvenes donde se encuentren.

Los análisis epidemiológicos corroboran los hallazgos de la técnica espacio-temporal prospectiva de conglomerados, de manera que una hipótesis propuesta por este hallazgo espacial puede ser comprobada mediante un más elaborado análisis convencional, si se consideran las variables determinantes y se cuenta con su medición.

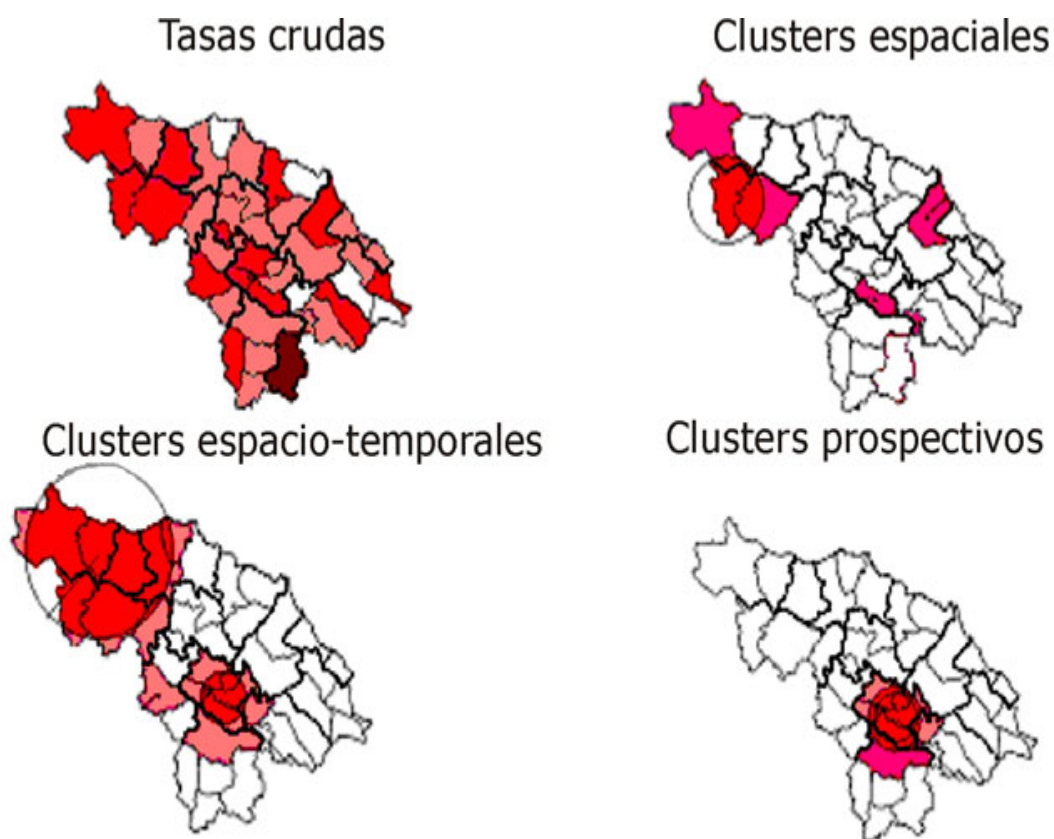
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elliot P, Wakefield J, Best N, Briggs D. Spatial Epidemiology. Methods and Applications. New York: Oxford University Press; 2001.
2. Kulldorf M, Nagarwalla N. Spatial disease cluster: detection and inference. Biometrics. 1995;55: 544-52.
3. Programa SatScan versión 7.0. [serie en Internet]. [citado Mar 2006]. Disponible en: <http://www.satscan.org>
4. Herrera M. Genética y Epidemiología del Síndrome de Down en Villa Clara [tesis]. Villa Clara: Hospital Materno Mariana Grajales; 2004.
5. Grupo de Genética Provincial. Estudio Integral de Discapacidades y Retraso Mental. Villa Clara: Grupo; 2003.

Recibido: 7 de diciembre de 2006.  
Aprobado: 24 de julio de 2007.

Milagros Alegret Rodríguez. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. CPHE. Villa Clara, Cuba.

E-mail: [malegret@dps.vcl.sld.cu](mailto:malegret@dps.vcl.sld.cu)



Los datos primarios son cortesía de la Dra *Manuela Herrera*.  
Departamento de Genética. Hospital Materno Mariana Grajales, Villa Clara 1985-2000.

**Fig. 1.** Síndrome de Down. Villa Clara.

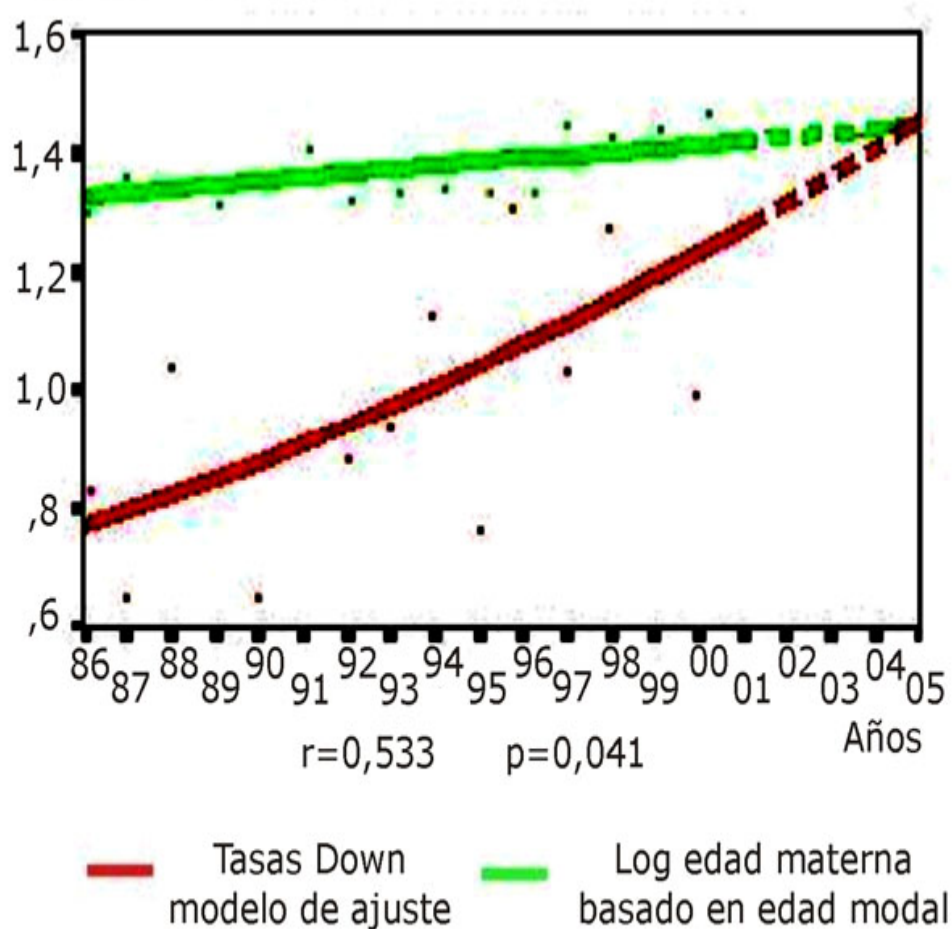


Tabla 1. Conglomerados de máxima verosimilitud en las diferentes modalidades del análisis

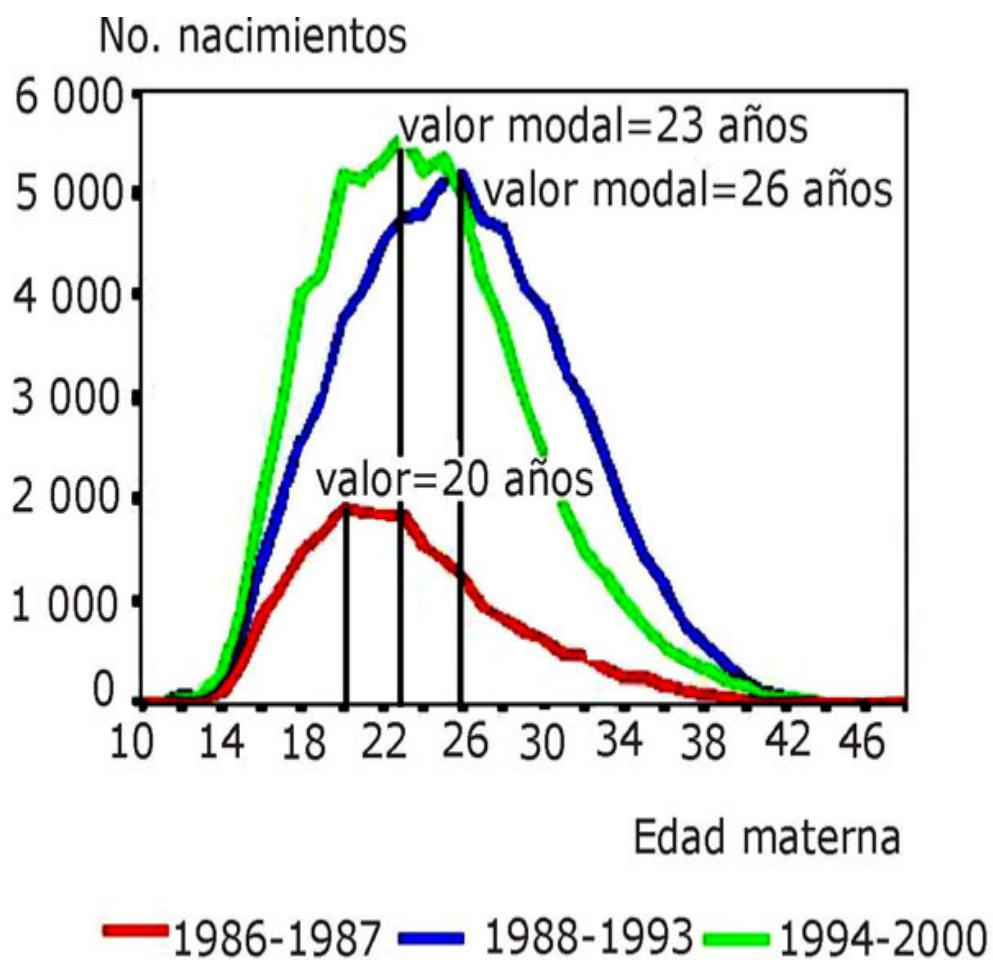
| Tipo de análisis             | Centroide    | Radio | Áreas interesadas                           | Período   | Casos obs. | Casos esp. | RR   | LLR  |
|------------------------------|--------------|-------|---|-----------|------------|------------|------|------|
| Puro espacial                | Vueltas      | 0 *   | Vueltas                                     | -         | 9          | 3,9        | 2,31 | 2,51 |
| Puro temporal                | -            | -     | -   | 1991      | 20         | 11         | 1,85 | 3,38 |
| Espacio temporal             | Chiqui Gómez | 35,4  | Todas las áreas de Sta. Clara               | 1996-1998 | 9          | 2,2        | 4,2  | 6,1  |
| Prospectivo espacio temporal | Chiqui Gómez | 38,9  | Chiqui, Univ, Sta. Clara, Nazareno, Mataguá | 1996-2000 | 17         | 7,5        | 2,3  | 4,7  |
| Prospectivo temporal         | -            | -     | -   | 1996-2000 | 69         | 54         | 1,3  | 2,9  |

\* Centrado en el área.

Log edad modal/tasa Down



**Fig. 2.** Proyecciones de la edad materna y del S.Doww. Villa Clara 1985-2000.



**Fig. 3.** Distribución de la edad materna en tres períodos de estudio.

Tabla 2. Medias de la edad materna e incidencia de síndrome de Down en los municipios

| Municipio   | Media edad materna | Ranqueo | Casos de síndrome de Down | Ponderación | Peso relativo |
|-------------|--------------------|---------|---------------------------|-------------|---------------|
| Corralillo  | 24,33              | 1       | 6                         | 6           | 1             |
| Quemado     | 28,71              | 5       | 7                         | 35          | 5             |
| Sagua       | 27,43              | 4       | 7                         | 28          | 3             |
| Encrucijada | 32,00              | 12      | 6                         | 72          | 9             |
| Camajuaní   | 28,93              | 7       | 15                        | 105         | 10            |
| Caibarién   | 29,50              | 9       | 6                         | 54          | 6             |
| Remedios    | 27,00              | 3       | 7                         | 21          | 2             |
| Placetas    | 30,30              | 11      | 10                        | 110         | 11            |
| Santa Clara | 29,98              | 10      | 58                        | 580         | 13            |
| Cifuentes   | 34,20              | 13      | 5                         | 65          | 7             |
| S. Domingo  | 29,00              | 8       | 16                        | 128         | 12            |
| Ranchuelo   | 28,91              | 6       | 11                        | 66          | 8             |
| Manicaragua | 26,56              | 2       | 16                        | 32          | 4             |

Tabla 3. Síndrome de Down según grupos de edad materna en relación con todos los nacimientos

| Municipio   | Síndrome de Down |      |           |      | Todos los partos |      |           |     |
|-------------|------------------|------|-----------|------|------------------|------|-----------|-----|
|             | < 35 años        |      | > 35 años |      | < 35 años        |      | > 35 años |     |
|             | No.              | %    | No.       | %    | No.              | %    | No.       | %   |
| Corralillo  | 6                | 100  | 0         | -    | 5 766            | 94,5 | 336       | 5,5 |
| Quemado     | 5                | 71,4 | 2         | 28,6 | 4 332            | 94,1 | 272       | 5,9 |
| Sagua       | 4                | 57,1 | 3         | 42,9 | 1 1539           | 95,4 | 556       | 4,6 |
| Encrucijada | 4                | 66,7 | 2         | 33,3 | 6 629            | 94,5 | 386       | 5,5 |
| Camajuaní   | 12               | 80   | 3         | 20   | 11 725           | 95,7 | 527       | 4,3 |
| Caibarién   | 5                | 83,3 | 1         | 16,7 | 7 934            | 95,4 | 382       | 4,6 |
| Remedios    | 5                | 71,4 | 2         | 28,6 | 8 721            | 93,7 | 586       | 6,3 |
| Placetas    | 8                | 80   | 2         | 20   | 13 380           | 94,7 | 747       | 5,3 |
| Santa Clara | 41               | 70,7 | 17        | 29,3 | 45 328           | 94,9 | 2 435     | 5,1 |
| Cifuentes   | 3                | 75   | 1         | 25   | 6 516            | 95,2 | 329       | 4,8 |
| S. Domingo  | 13               | 81,2 | 3         | 18,8 | 11 367           | 95,7 | 510       | 4,3 |
| Ranchuelo   | 8                | 72,7 | 3         | 27,3 | 12 471           | 95,3 | 612       | 4,7 |
| Manicaragua | 13               | 81,2 | 3         | 18,8 | 16 287           | 95,8 | 720       | 4,2 |

Tabla 4. Estratificación del síndrome de Down en tres grupos de edad materna según municipios

| Municipios    | Edad materna |      |            |      |           |      |       |      |
|---------------|--------------|------|------------|------|-----------|------|-------|------|
|               | - 35 años    |      | 35-38 años |      | + 38 años |      | Total |      |
|               | No.          | %    | No.        | %    | No.       | %    | No.   | %    |
| Corralillo    | 6            | 4,7  | -          | -    | -         | -    | 6     | 3,5  |
| Quemado       | 5            | 3,9  | 1          | 4,8  | 1         | 4,8  | 7     | 4,1  |
| Sagua         | 4            | 3,1  | 2          | 9,5  | 1         | 4,8  | 7     | 4,1  |
| Encrucijada   | 4            | 3,1  | 1          | 4,8  | 1         | 4,8  | 6     | 3,5  |
| Camajuaní     | 12           | 9,4  | 2          | 9,5  | 1         | 4,8  | 15    | 8,9  |
| Caibarién     | 5            | 3,9  | -          | -    | 1         | 4,8  | 6     | 3,5  |
| Remedios      | 5            | 3,9  | 1          | 4,8  | 1         | 4,8  | 7     | 4,1  |
| Placetas      | 8            | 6,3  | 2          | 9,5  | -         | -    | 10    | 10,0 |
| Santa Clara   | 41           | 32,3 | 7          | 33,3 | 10        | 47,6 | 58    | 34,3 |
| Cifuentes     | 3            | 2,4  | -          | -    | 1         | 4,8  | 4     | 2,4  |
| Santo Domingo | 13           | 10,2 | 2          | 9,5  | 1         | 4,8  | 16    | 9,5  |
| Ranchuelo     | 8            | 6,3  | 1          | 4,9  | 2         | 9,5  | 11    | 6,5  |
| Manicaragua   | 13           | 10,2 | 2          | 9,5  | 1         | 4,8  | 16    | 9,5  |
| Total         | 127          | 75,1 | 21         | 12,4 | 21        | 12,4 | 169   | 100  |