

Análisis espacial de un índice de vulnerabilidad sociodemográfica para los municipios de Cundinamarca

Gisela Castrillón Moreno¹

Estadística

Aspirante a Magíster en Geomática

Septiembre 2009

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad, es una de las condiciones de la población que mayor confusión crea al momento de ser definida. Varios estudios la relacionan con la definición de pobreza ya que esta es considerada una de las causantes de dicha situación.

Hay que tener especial cuidado en no confundir un estudio de vulnerabilidad con uno de pobreza, ya que aunque las variables que se contemplan en ambos casos son prácticamente las mismas, la segunda ayuda a explicar e identificar la primera. De esta forma, algunas de las variables empleadas en el cálculo de las líneas de pobreza permiten explicar el nivel de vulnerabilidad de un grupo poblacional.

En Colombia se han realizado varios estudios con el fin de caracterizar los problemas causantes de pobreza los cuales deben ser afrontados con mayor urgencia, permitiendo identificar sus posibles causas y las regiones afectadas con los mismos. Se ha buscado explicarla con indicadores como el de necesidades básicas insatisfechas (NBI) y el de condiciones de vida (ICV), y en un nivel menor se ha tratado de explicar algunas clases de vulnerabilidad.

La heterogeneidad espacial de la pobreza es uno de los aspectos que mayor preocupación ha generado en los gobiernos, especialmente en países subdesarrollados y en vía de desarrollo (Heninger y Snel, 2002; Petrucci, 2003). La heterogeneidad se refiere, en el caso de la pobreza, al hecho de que la población pobre se encuentra concentrada en espacios geográficos específicos (Anselin, 1988), haciendo referencia a focos o nodos alrededor de los cuales se agrupan regiones con comportamientos similares. Toda esta información se ha presentado en los mapas de pobreza, los cuales constituyen la representación espacial de un gran número de características económicas, sociales y ambientales de un país, a varios niveles de agregación: nacional, regional y municipal (Perez, 2005).

Gran parte de las variables empleadas en el cálculo de las líneas de pobreza explican de alguna forma el nivel de vulnerabilidad de un grupo poblacional, con ayuda de algunos indicadores simples.

Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado, son clasificados como

¹ Estadística. E-mail: gcastrillonm@unal.edu.co

pobres. Dichos indicadores simples son: Viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios públicos inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

Cada uno de estos artículos y estudios, involucran además, variables que describen las condiciones del hogar (jefatura, composición, número de personas y relación, etc.), de la vivienda (infraestructura, servicios públicos, etc.), educación y variables económicas, dejando de lado condiciones de salud, tasas de mortalidad y de fecundidad las cuales son analizadas en estudios epidemiológicos especiales.

Según el Banco Mundial, el acceso a buenas condiciones de infraestructura y servicios sanitarios son algunos de los factores influyentes, para determinar si una persona es vulnerable o no. Esta condición puede reducirse mejorando las condiciones de vida en las personas y el desempleo en general, según algunos autores

En el año 2000 se estableció la declaración del Milenio, donde los gobiernos de más de 190 países, incluyendo Colombia, manifestaron su interés de trabajar por el logro de ocho objetivos (Erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la enseñanza primaria universal, promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud materna, combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades, garantizar la sostenibilidad del medio ambiente u fomentar una asociación mundial para el desarrollo), considerados claves para mitigar y combatir las condiciones de pobreza de la población, destinados a atender los principales problemas sociales que, actualmente, requieren de mayor compromiso, cooperación y esfuerzo, a través de acciones coordinadas y concertadas entre diferentes actores sociales gubernamentales o no, nacionales e internacionales. .

El compromiso adquirido por los países que suscribieron la declaración les exige ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de los objetivos en el tiempo establecido para este fin. Solo la coordinación y el trabajo conjunto entre la Comunidad Internacional, los distintos niveles del Gobierno y la sociedad en general, garantizará que países como el nuestro puedan llevar a buen término esta empresa.

Las entidades estadísticas nacionales periódicamente recogen información estadística demográfica, económica, de salud y ambiental para documentar y analizar los problemas que deben ser atendidos según la declaración del Milenio. .

Simultáneamente, otras entidades están interesadas en estudiar estos y otros fenómenos sociales y buscan masificar las metodologías de análisis convirtiéndolas en una herramienta útil para evaluar el bienestar de la población periódicamente y crear políticas que ayuden a la población a salir de los problemas que la aquejan.

Uno de los más recientes trabajos, en donde se explora la relevancia del uso de mapas de pobreza y seguridad alimentaria como instrumento de análisis, diseño de política e implementación en los sectores rurales de los países en vía de desarrollo, es el de Davis (2003). El autor presenta y compara los resultados de diversas metodologías de análisis, con el fin de determinar su relevancia en la aplicación de diferentes políticas. Indica además que la escogencia adecuada de una u otra metodología depende, principalmente, de factores como el objetivo del análisis, criterio de definición de la pobreza, limitaciones de Información y costo.

La necesidad de establecer criterios de asignación de recursos, focalización de las acciones y políticas públicas, atendiendo la diversidad regional y el desarrollo de análisis territoriales, hace necesario recurrir a análisis estadísticos en base a clasificaciones de entes territoriales en grupos homogéneos. Una de estas propuestas para este fin es el análisis espacial.

En cuanto a la aplicación del análisis espacial, Colombia ha venido interesándose por aplicar estos modelos utilizando información georreferenciada en áreas como la agricultura, catastro, estudios de suelos y económicos principalmente.

En demografía particularmente, se ha buscado espacializar información poblacional con el fin de mostrar resultados amigables para todo tipo de usuario, un ejemplo de esto son los mapas que ofrecen el IGAC y el DANE con información censal a 2005. Se busca con esta herramienta, dar a conocer como se comportan o distribuyen nuestros recursos, la población, las industrias, las zonas de terreno dedicadas a la agricultura, etc. Permitiendo identificar asociaciones de tipo territorial y así convertirse en una herramienta necesaria para crear estrategias para el manejo y control de dichas variables.

Este documento presenta el resultado del cálculo y análisis espacial en Lattices de un indicador de Vulnerabilidad demográfica utilizando las herramientas del análisis espacial para los municipios de Cundinamarca. Mas adelante se hace un cálculo del mismo indicador para los municipios del departamento de Cauca para validar el modelo propuesto para el índice de Vulnerabilidad sociodemográfica. Se identificará con estos métodos espaciales, municipios que se comporten como nodos, alrededor de los cuales se encuentren características homogéneas.

Se integra además la variable tiempo (años 1985, 1993 y 2005) con el fin de estudiar la evolución de la vulnerabilidad y así tener indicadores multitemporales que permitan identificar si se están atendiendo las necesidades de la población.

En síntesis, el principal aporte de este documento es ofrecer una mirada clara respecto a algunos asuntos sociodemográficos persistentes y emergentes creando un puente con uno de los fenómenos más relevantes y discutidos actualmente como lo es la vulnerabilidad sociodemográfica.

Para el desarrollo de este estudio, es vital aclarar que es Vulnerabilidad, y sobre todo que se entiende exactamente por vulnerabilidad sociodemográfica que es el tema central.

DEFINICIÓN VULNERABILIDAD

El término vulnerabilidad, empleado dentro del contexto de riesgos y amenazas ha venido planteándose desde hace unos 30 años. Varios significados y metodologías de medición se han planteado, lo cual ha sido fundamental para la reestructuración de enfoques paradigmáticos.

La vulnerabilidad originalmente fue desarrollada en el campo de la ingeniería estructural -para permitir captar y dimensionar características de forma y construcción de edificaciones e infraestructura que las hacían susceptibles de sufrir daño, particularmente frente a sismos y huracanes-, la idea de vulnerabilidad sufrió una rápida difusión y ampliación en su forma de utilización a partir de los últimos años de la década de 1980 (Lavell, 2000).

Durante los años 90, se presentaron nuevos documentos con varias precisiones sobre el tema y tipos de vulnerabilidad, sin distar de la clasificación de Wilches-Chaux. Lo que se buscaba era dimensionar la vulnerabilidad y las capacidades de las poblaciones para proveer herramientas predictivas de impactos futuros e identificar áreas de intervención, según los niveles de vulnerabilidad encontrados.

La vulnerabilidad es entendida como una relación entre dos términos, por una parte la “estructura de oportunidades” y por la otra las “capacidades de los hogares”. De las diferentes combinaciones se derivan tipos y grados de vulnerabilidad que pueden ser imaginados como un cociente entre ambos términos (Moser, C., 1998 y CEPAL/CELADE, 2002).

Algunas de las clases que se manejan en estudios actualmente, o que concentran la atención de los investigadores son las siguientes:

Vulnerabilidad ante amenazas naturales

Se define como una medida que indica cuán propenso es un sistema a los daños que pueda causar el impacto de fenómenos destructivos de carácter geológico o de carácter hidrometeorológico.

Vulnerabilidad ante amenazas tecnológicas

Se define como una medida que indica cuán propenso es un sistema a los daños que pueda causar el impacto de fenómenos destructivos de carácter tecnológico.

Vulnerabilidad ante amenazas productivas

Se define como una medida que indica cuán propenso es un sistema a los daños que pueda causar el impacto de fenómenos destructivos que afectan directamente a las actividades productivas, de manera principal a la agricultura.

Vulnerabilidad ante amenazas económicas.

Se define como una medida que indica cuán propenso es un sistema a los daños que pueda ocasionar el impacto de fenómenos de carácter económico (inflación, devaluación, desempleo).

Esta última, ha dado pie a pensar en el efecto social que trae la incapacidad de una población para aprovechar las condiciones socioeconómicas en las que se desarrolla. Según Kaztman (2001) esta se definiría como vulnerabilidad social.

Vulnerabilidad social y grupos vulnerables

El concepto de vulnerabilidad se utiliza para identificar grupos que se hallan en situación de “riesgo social”. Este primer grupo se compone de individuos que debido a factores propios de su ambiente doméstico o comunitario, son propensos a presentar conductas anómicas (agresividad, delincuencia, drogadicción), experimentar diversas formas de daño o tener desempeños deficientes en sociedad.

Con la expresión “grupos vulnerables” es posible delimitar o segmentar una población de acuerdo a patrones de comportamiento y conducta comunes que con el tiempo pueden causar daños.

Otro uso es el de identificar conglomerados poblacionales que comparten un atributo (condición étnica, género) y se supone que generan problemas similares.

Vulnerabilidad social y pobreza

El término pobreza es utilizado con frecuencia para denominar situaciones sociales problemáticas y permite orientar ciertas políticas sociales; esto ha generado diferentes enfoques de la vulnerabilidad.

Las estimaciones de la pobreza proporcionan una imagen estática de un fenómeno que es bastante dinámico en países como el nuestro. En este contexto, la vulnerabilidad adquiere un contexto específico donde se acota el riesgo asociado a la Pobreza, ante los cuales las comunidades, hogares y personas son vulnerables.

En algunos estudios realizados por la CEPAL se ha encontrado que los hogares más vulnerables son aquellos que tienen relaciones de dependencia demográfica elevadas, problemas en la oferta laboral de sus miembros, presentan alguna adversidad social y hasta fisiológica. Por otro lado se ha encontrado que las comunidades, hogares o personas consideradas pobres tienen mayor probabilidad de registrar altos valores de fecundidad y mortalidad, condiciones que operan como eslabones en la cadena de generación de pobreza.

Vulnerabilidad sociodemográfica

Si nos centramos específicamente en el contexto demográfico, la vulnerabilidad contempla un conjunto de características demográficas que, dentro de una sociedad moderna, limitan la acumulación de recursos. El concepto de vulnerabilidad demográfica está emparentado con las recientes investigaciones sobre vulnerabilidad social en el mundo contemporáneo y manejo de activos por parte de los grupos pobres de la población. Más específicamente, procura introducir la dimensión demográfica dentro de los activos que pueden movilizar las personas, las unidades domésticas o las comunidades para el logro de sus propósitos y la adaptación frente a cambios externos (Moser, 1998). Una de las principales características de la vulnerabilidad demográfica, es que, al menos algunos de sus componentes, experimentan presiones al alza con el avance de la transición demográfica, lo que contrasta con las visiones que asocian esta transición con la desaparición de los problemas de población.

En este estudio se empleará el término “vulnerabilidad sociodemográfica” ya que se considera que la exposición a los riesgos es diferenciada según segmentos socioeconómicos y culturales; y la capacidad de respuesta y la habilidad de adaptación son netamente sociales.

La vulnerabilidad sociodemográfica será enfocada hacia al análisis de la dinámica y perfiles sociodemográficos de la población, los hogares y las viviendas y su vinculación con la pobreza. Se busca, al igual que los trabajos sobre hechos por la CEPAL, hacer énfasis en la interacción y desequilibrio entre capacidades y oportunidades, y los procesos externos de las instituciones (políticas públicas, leyes e irregularidades del mercado, etc.).

El indicador que se propone está conformado por tres componentes los cuales permiten identificar con mayor certeza el grado de vulnerabilidad de una región. Por un lado se tiene las *condiciones de las viviendas* que incluye variables relacionadas con materiales de las paredes, materiales de los pisos, acceso a servicios de energía eléctrica y acueducto, y tipo de vivienda; la *situación de la población* que se mide con la información obtenida con las variables lugar donde vivía hace 5 años, nivel educativo, condiciones de empleo, sexo y donde consiguen el agua para consumo; y finalmente un componente que hace referencia a *salud* con la variable total de personas afiliadas a salud (tasa de cobertura del régimen subsidiado).

Una correcta identificación de los niveles de vulnerabilidad en una sociedad permite mejorar, sin lugar a dudas, la calidad de vida de los pueblos de una región. Para esto, se debe escoger un modelo de cálculo eficiente, adecuado y que integre los componentes más importantes en la caracterización del fenómeno.

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES

En el área de la economía se han creado varios índices que cumplen las condiciones particulares de un indicador pero buscando describir como han cambiado variables como los precios, las cantidades, u otras unidades en diferentes periodos de tiempo. Una gran contribución en esta área fue hecha

por Laspeyres (1871) y Paasche (1874) cuyos nombres actualmente son asociados a diferentes clases de índices. Hacia el año 1920 Fisher propone otro índice utilizando como variables los índices de Laspeyres y Paasche y calculando una media geométrica.

El índice de Laspeyres es una forma de número índice donde los precios, cantidades u otras unidades de medida, tomadas en el tiempo, son ponderadas de acuerdo a sus valores en un periodo base específico (Wikipedia, 2007).

Las unidades estadísticas de análisis que se observan en estos índices hacen referencia a una entidad simple (empresas, ciudades, departamentos, países, etc.) o puede conformarse por más de una entidad organizada generando salidas de información en el mismo sentido que una entidad simple.

Índice de Laspeyres:

Este índice se desarrolló para ser aplicado en el cálculo de índices de precios que mensualmente se obtienen para analizar cuales precios de bienes y servicios han subido.

Es un índice definido como una ponderación fija, que usa una canasta de bienes y servicios fija de un periodo base. El periodo base se utilizará como referencia para las ponderaciones y los precios. La ecuación empleada es un promedio aritmético de los eventos del periodo de estudio utilizando como ponderadores los del año base.

$$P_L(p^0, p^1, q^0, q^1) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i^1}{p_i^0} \right) s_i^0$$

Simultáneamente se propuso un índice de precios geométrico bajo las mismas condiciones del índice anterior.

$$P_{JW}^{0:t} = \prod \left(\frac{P_i^t}{P_i^0} \right)^{w_i^0} = \frac{\prod (P_i^t)^{w_i^0}}{\prod (P_i^0)^{w_i^0}}, \quad \sum w_i^0 = 1$$

Índice de Laspeyres encadenado:

Esta condición facilita la medición del cambio de los precios yendo de un periodo a otro usando un índice bilateral que incluye precios y cantidades de dos periodos adyacentes.

$$1, P(p^0, p^1, q^0, q^1), P(p^0, p^1, q^0, q^1)P(p^1, p^2, q^1, q^2)$$

$$1, \frac{\sum_{i=1}^n p_i^1 q_i^0}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^0}, \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_i^1 q_i^0}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^0} \right) \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_i^2 q_i^1}{\sum_{i=1}^n p_i^1 q_i^1} \right)$$

La principal ventaja del sistema en cadena es que bajo condiciones normales, el encadenamiento reduce la propagación o la dispersión de la información.

Estos índices dan una perspectiva asimétrica sobre el cambio de los precios entre los dos periodos bajo consideración.

Uno debería encadenarlos si los precios y las cantidades de periodos adyacentes son mas parecidos que los precios y las cantidades de periodos más distantes.

ANÁLISIS DE DATOS ESPACIALES EN LATTICES

Para este estudio se considera un conjunto D de lugares en el espacio que llamaremos Lattice los cuales se pueden contar y son ordenados.

Las lattices pueden ser regulares, irregulares o en red donde no hay un patrón predecible, por ejemplo municipios, zonas censales, regiones. La información con la que se trabaja en cada lattice, de una localización espacial específica, depende altamente de la información de los puntos vecinos.

Para las lattices espaciales D, la información de los vecinos (basada en la distancia Euclidiana) debe ser especificada. Así, tendremos que si:

$$N_i = \{k : k \text{ es vecino de } i\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$D_N \equiv \{(i; N_i) : i = 1, 2, \dots, n\}$$

El conjunto D_N es llamado una lattice espacial; que aunque no contiene la ubicación espacial exacta de la información, es suficiente para construir un modelo de dependencia espacial entre las zonas consideradas en el estudio.

La aplicación de esta metodología, es motivada por subdivisiones espaciales jerárquicas que algunas veces presentan las zonas donde se mide la información (departamentos, municipios, sectores, etc.) pero que a pesar de esto mantiene algún tipo de relación con las zonas más cercanas en cuanto al comportamiento.

Análisis exploratorio de datos espaciales

El análisis exploratorio de datos busca identificar relaciones sistemáticas entre las variables que se analizan. De esta forma se tendrá una estructura explicativa de los datos a través de técnicas estadísticas sencillas. Es posible identificar conexiones, tendencias o sesgos.

Cuando el fin es analizar información geográfica, es necesario tener en cuenta el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), el cual no ignora el efecto espacial de dependencia y heterogeneidad. Por este motivo surge este análisis.

En cuanto a la representación de la dependencia espacial, la cual es definida como el efecto que consiste en la existencia de la relación funcional de lo ocurrido en un punto del espacio y los lugares vecinos, se cuenta con técnicas de análisis como lo son los mapas de contigüidades espaciales, diagramas de Moran y su indicador, mapas de LISA, diagrama de dispersión multivariada de Moran y mapas de conglomerados.

El **índice I de Morán**, surgió de la necesidad de tener una medida de dependencia espacial global de una variable determinada dentro de un conjunto de unidades espacialmente localizadas. Esta medida de dependencia espacial global está dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{N}{S} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2},$$

donde $i \neq j$, x_i es el valor de la variable x en la región i , \bar{x} es la media de la muestra, w_{ij} son los elementos de una matriz binaria de contigüidad, $W_{N \times N}$, que toma el valor de 1 si las regiones i y j comparten una frontera común y toma el valor de 0 si no la comparten. S es la suma de todos los elementos de W , es decir,

$$S = \sum_i \sum_j w_{ij}$$

Valores cercanos a 1 para este estadístico indican una correlación espacial fuerte y positiva (valores semejantes están agrupados en el espacio), mientras valores cercanos a -1 muestran una correlación espacial negativa (valores diferentes están agrupados en el espacio) (Barón, 2003).

Por otro lado se cuenta con el **indicador LISA**, que es una modificación del índice de Moran, dado que este no detecta la existencia de zonas con ausencia de estacionariedad espacial (hotspots) donde la variable registra valores que se desvían del patrón general. El diagrama de dispersión de Moran, por su parte, aunque es capaz de ofrecer no sólo una descripción general de la estructura de dependencia espacial en una variable, sino también una visión más desagregada de la misma, no puede demostrar el nivel de significación estadística de los vínculos HH (High-High), HL (High-Low), LH (Low-High) y LL (Low-Low) existentes entre cada una de las observaciones y sus correspondientes vecinos espaciales.

El estadístico **I_i de autocorrelación espacial local de Moran**, también denominado **LISA**, proporciona, para cada observación i , un indicador del grado de agrupamiento espacial de valores similares (altos o bajos) o

disimilares de una variable en dicha observación y las localizaciones de su entorno (Mella y Chasco, 2004).

Este estadístico satisface dos requerimientos:

1. El LISA para cada observación indica la extensión a la cual existe un agrupamiento (*clustering*) espacial significativo de valores similares alrededor de esa observación, y
2. La suma de los LISA de todas las observaciones es proporcional al indicador global de asociación espacial.

METODOLOGÍA

El conjunto de datos analizados es de tipo transversal, cuyas unidades de observación (municipios en este caso) son espacios geográficos distintos.

La dependencia espacial surge cuando el valor de una variable localizada en un espacio geográfico se encuentra relacionado con el valor que toma esa misma variable en un espacio distinto. Por otro lado, si el valor de la variable no tiene ninguna relación con su ubicación espacial, se dice que el comportamiento es aleatorio.

La selección de las variables se hizo teniendo en cuenta estudios relacionados como el cálculo del índice de calidad de vida, el de necesidades básicas insatisfechas y algunos estudios de pobreza realizados por Naciones Unidas.

De esta forma se creó una lista de variables, pero dado que la fuente de información serían los censos de población de 1985, 1993 y 2005 (para tener una definición de variables, forma de medición y representatividad similar en todos los tiempos) la lista de variables disminuyó. Encuestas como la de Hogares que realiza periódicamente el DANE contemplan preguntas socioeconómicas que no se acostumbra tener en cuenta en un Censo de Población y Vivienda.

Las variables seleccionadas para el cálculo del índice de vulnerabilidad fueron:

➤ Material de las paredes

Esta variable consulta acerca del material predominante en las paredes de la vivienda donde habita la persona censada. Las opciones consideradas en este caso son:

1. Bloque ladrillo, piedra o madera pulida.
2. Tapia pisada, adobe o bahareque.
3. Madera burda, tabla o tablón.
4. Materiales prefabricados
5. Guadua, caña, esterilla u otros vegetales
6. Zinc, tela, cartón, latas, desechos o plásticos
7. Sin paredes

➤ Material de los pisos:

Esta variable consulta acerca del material predominante en los pisos de la vivienda donde habita la persona censada. Las opciones consideradas en este caso son:

1. Alfombra, mármol, parqué o madera pulida.
2. Baldosa, vinilo, tableta o ladrillo.
3. Cemento o gravilla.
4. Madera burda, tabla, tablón u otro vegetal.
5. Tierra o arena.

➤ Acceso al servicio de Energía Eléctrica

Esta variable simplemente consulta sobre si la vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica o no.

➤ Acceso al servicio de Acueducto

Esta variable simplemente consulta sobre si la vivienda cuenta con servicio de acueducto o no.

De este tipo de variable también se encuentra la de acceso a servicio de Alcantarillado, pero en los municipios de Cundinamarca se encontró que estas dos variables tienen una alta correlación, por la cual solo se escogió una de ellas.

➤ Tipo de vivienda:

Con esta variable se busca identificar si los hogares habitan viviendas en buen estado o adecuadas para una óptima calidad de vida.

1. Casa, rancho.
2. Casa indígena.
3. Apartamento.
4. Vivienda tipo cuarto.
5. Otro tipo.
6. Vivienda no habitable, refugio, puente

➤ Donde obtienen el agua para cocinar:

Esta variable permite caracterizar la calidad de vida de las personas censadas, ya que dependiendo de donde obtengan el agua podemos suponer que el municipio puede presentar problemas de salubridad, de acceso a servicios públicos o de pobreza ya que hay lugares donde se ven obligados a buscar fuentes económicas de agua que últimamente es un recurso algo caro.

1. Acueducto o pila pública.

2. Pozo, aljibe o barreno.
3. Río, nacimiento, quebrada o acequía.
4. Carro tanque.
5. Agua lluvia.

➤ Donde vivía hace 5 años:

Con esta variable, se tiene una idea sobre migración o más exactamente sobre movilidad entre municipios.

1. En este municipio.
2. Otro municipio.
3. Otro país.

➤ Nivel educativo alcanzado:

En esta pregunta se identifica el nivel educativo de las personas censadas con el fin de identificar por grupos de edad si son vulnerables de acuerdo al nivel promedio que se debería tener en dicho grupo si el acceso a estudio.

➤ Ocupación la semana anterior

Con esta pregunta se identifica vulnerabilidad respecto a trabajo infantil y a desempleo en personas en edad de trabajar.

1. Trabajar.
2. No trabajó pero tenía trabajo.
3. Buscó trabajo y había trabajado antes.
4. Buscó trabajo por primera vez.
5. Vivió de la renta, no trabajó ni buscó trabajo.
6. Jubilado o pensionado.
7. Estudiante.
8. Oficios del hogar.
9. Sin actividad.

En cuanto a los grupos de edad, inicialmente se pensó en considerarlos por quinquenios pero estudios epidemiológicos y de vulnerabilidad plantean otros grupos de edad (menores de 1 año, 1 a 4, 5 a 14, 15 a 44, 45 a 64 y 64 o más) teniendo en cuenta por ejemplo que la población menor de un año es más vulnerable que el resto, con los grupos de población entre 5 y 14 años es posible identificar trabajo infantil sin necesidad de partirlo en grupos más pequeños, y el resto de grupos van de acuerdo a la población en edad de trabajar.

Para asignar las ponderaciones a cada factor que se incluye en el indicador de vulnerabilidad se tuvieron en cuenta dos opciones, una que consistió en identificar por medio de un análisis factorial el orden de importancia en el que aporta cada factor a la variabilidad de la información. La segunda opción fue asignar ponderaciones a cada factor de acuerdo a la experiencia y a estudios anteriores donde explican por que ciertas variables son más influyentes en la vulnerabilidad de una población respecto a otras tantas.

Se calculó el índice de vulnerabilidad basado en la teoría propuesta por Laspeyres para los puntos en el tiempo 1985, 1993 y 2005.

Es un índice definido como una ponderación fija, que usa una canasta de bienes y servicios fija de un periodo base. El periodo base se utilizará como referencia para las ponderaciones y los precios. La ecuación empleada es un promedio aritmético de los eventos del periodo de estudio utilizando como ponderadores los del año base.

El índice encadenado facilita la medición del cambio de los precios yendo de un periodo a otro usando un índice bilateral que incluye precios y cantidades de dos periodos adyacentes. La principal ventaja del sistema en cadena es que bajo condiciones normales, el encadenamiento reduce la propagación o la dispersión de la información.

El primer año que se toma como base es 1985; por lo cual el índice para este primer censo es 1 o muy cercano a 1 en cada grupo de edad para todos los municipios.

Para el siguiente censo, el año base nuevamente es 1985, por lo cual se multiplica la información de 1993 con las ponderaciones del año anterior.

Finalmente, para hallar el índice del censo 2005, se toma como base 1993 ya que la diferencia de tiempo es más corta y no hay tanta variabilidad entre la información.

Los valores obtenidos para el índice de vulnerabilidad sociodemográfica en cada censo se analiza por medio de tasas de cambio entre cada año y de forma general por comparación directa en cada censo respecto al año base.

El análisis de estos cambios a través del tiempo permite cumplir los objetivos que debe cumplir un índice como lo es el ser verificable, hacerle seguimiento y que se pueda actualizar en el tiempo.

El análisis espacial de la información comenzó con la mapificación de los índices calculados y de cada uno de los indicadores simples que se utilizaron para calcular el índice de vulnerabilidad sociodemográfica.

De esta forma se buscaba comenzar a identificar de forma gráfica, algunos patrones de comportamiento espacial con los índices construidos entre los municipios.

La detección de la autocorrelación espacial se llevó a cabo con los correlogramas de Moran y con su coeficiente de correlación. También se calculó en estadístico de autocorrelación espacial local de Morán (LISA), para identificar agrupaciones de valores similares.

El índice de vulnerabilidad y los estadísticos espaciales obtenidos, fueron luego comparados y analizados en el tiempo para establecer variabilidades y como

ha evolucionado el problema de la vulnerabilidad en los municipios de Cundinamarca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cundinamarca es un departamento colombiano conformado actualmente por 116 municipios, más Bogotá el cual es la capital del país. Tiene una extensión aproximada de 22.474 km², sin incluir a Bogotá.

El territorio muestra en su conjunto una alta urbanización en las zonas cercanas al radio de acción de Bogotá, por la prestación de bienes y servicios; mientras estos presentan tasas de urbanización elevadas, los municipios ubicados en la periferia del departamento siguen siendo fundamentalmente rurales.

Debido a su amplia variabilidad de condiciones sociales y económicas que presentan los municipios de este departamento, el análisis de cualquier índice es interesante ya que permite probar si este identifica valores extremos (altos y bajos). Por ejemplo en los municipios cercanos a Bogotá se esperan índices bajos y en los municipios más alejados de la capital se pueden encontrar valores altos. Esto se irá verificando en el desarrollo del análisis.

Antes del cálculo de los índices propuestos en este documento, vale la pena analizar la distribución poblacional y su estructura en Cundinamarca y Bogotá en cada uno de los censos que se tomaron como fuente de información. Para este fin se realizan las pirámides de población. Estas no fueron construidas de la forma tradicional ya que como se explicó en la sección anterior de este documento, los grupos de edad que se decidió manejar son más amplios, por esto para no perder el sentido del estudio, se mantuvieron los grupos inicialmente propuestos.

Para el caso de Cundinamarca, se puede observar en la Figura 1 las estructuras poblacionales entre cada censo no cambian, pero analizando cada grupo de edad por separado y comparándolo entre años se ven diferencias que indican una población con una alta tasa de envejecimiento y una disminución en la población infantil.

Para el grupo conformado por los niños menores de un año, no se presenta un cambio significativo entre las proporciones de ambos sexos durante los censos 1985, 1993 y 2005, lo cual indica que la proporción de nacimientos durante estos años no ha cambiado significativamente en ambos sexos.

El siguiente grupo, conformado por niños entre 1 a 4 años ha venido disminuyendo para ambos sexos hasta el 2005, esto puede ser explicado por un aumento en las tasas de mortalidad infantil, auge en el control de natalidad alrededor del año 2000 o por migración en alguno de los municipios de Cundinamarca.

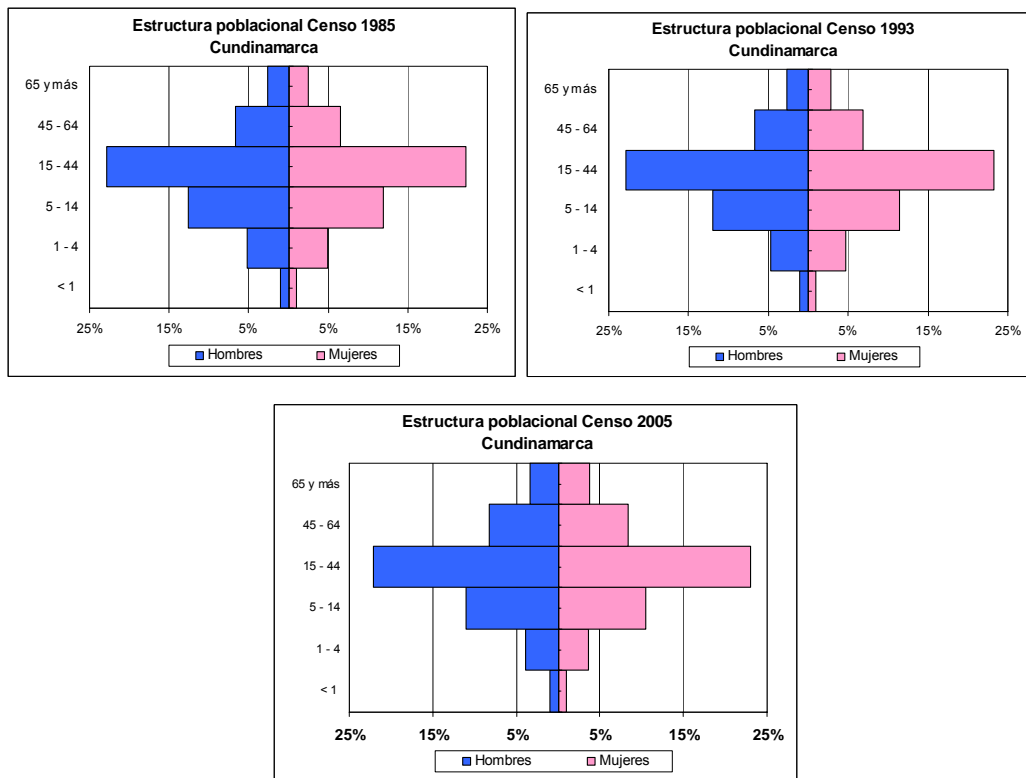


Figura 1. Estructuras poblacionales por grandes grupos de edad para el departamento de Cundinamarca. Censos 1985, 1993 y 2005.

El grupo de población entre 5 y 14 años, también presenta una leve disminución en las proporciones para ambos sexos.

Uno de los grupos más grande de esta clasificación (15 a 44 años) no presenta cambios significativos entre los censos.

Finalmente se tienen los grupos de 45 a 64 años y el de 65 años y más los cuales, presentan un crecimiento importante desde 1993 hasta el 2005, lo cual muestra que el esperanza de vida ha aumentado respecto a 1985 y que actualmente Cundinamarca cuenta con bastante población mayor y seguramente las tasas de envejecimiento han ido aumentando en cada uno de los censos.

Para Bogotá se realizaron las mismas pirámides de población (Figura 2). Se decidió analizarlo por aparte ya que por ser la capital del país y tener un total de población superior al de Cundinamarca, puede que la pirámide refleje este comportamiento superior y pierda la representatividad de los municipios más pequeños. Los resultados muestran que la estructura poblacional es muy parecida a la de Cundinamarca, excepto por las altas proporciones de mujeres respecto a las de los hombres. Para el grupo de población entre 15 y 44 años

se evidencia esta característica más fácilmente y se mantiene en todos los censos, a pesar que disminuye un poco para el censo de 2005.

Al igual que con las pirámides de Cundinamarca, la población mayor de 65 años ha aumentado notablemente hasta el 2005, con un incremento superior en las mujeres. De acuerdo al Censo 2005 la esperanza de vida de las mujeres es de 76 años mientras que para los hombres es de 69 años aproximadamente, esto ayuda a explicar lo que se presenta las estructuras.

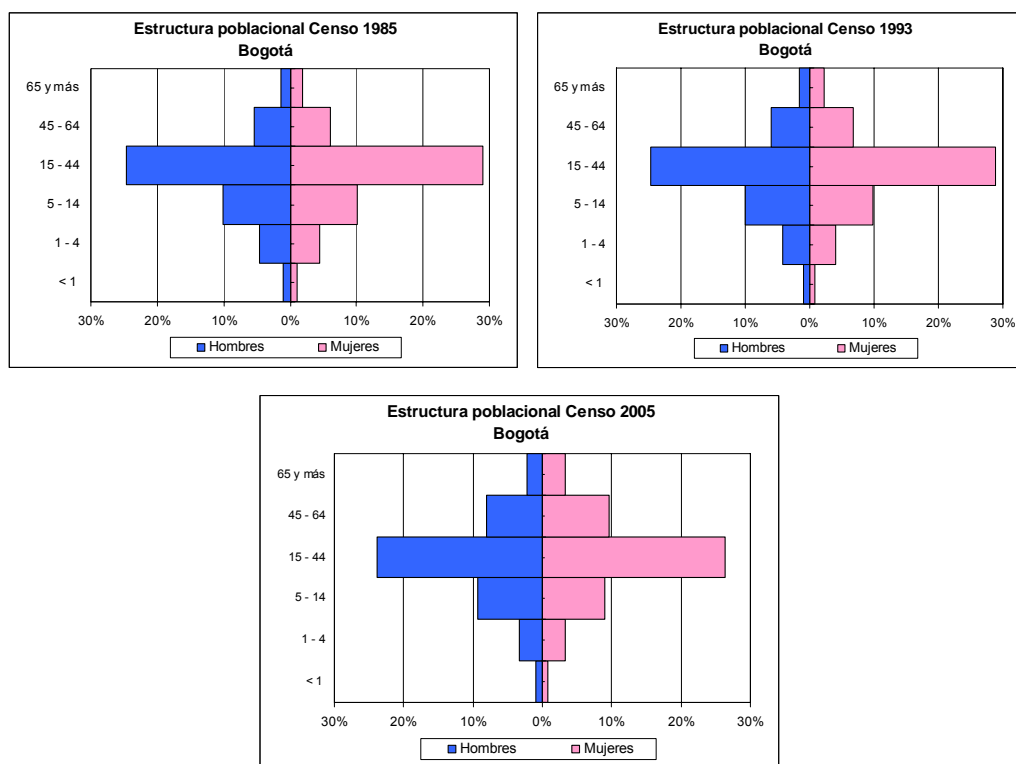


Figura 2. Estructuras poblacionales por grandes grupos de edad para Bogotá. Censos 1985, 1993 y 2005.

Tras realizar el análisis de las estructuras poblacionales, vale la pena tener en cuenta algunos indicadores y tasas que pueden explicar las características que se detectaron en las pirámides. Para esto se buscaron el indicador NBI, las tasas de mortalidad, esperanza de vida, entre otros.

Para analizarlos, se espacializaron, con el fin de identificar cuales son los municipios que tienen mayores o menores valores e ir detectando patrones espaciales de agrupación.

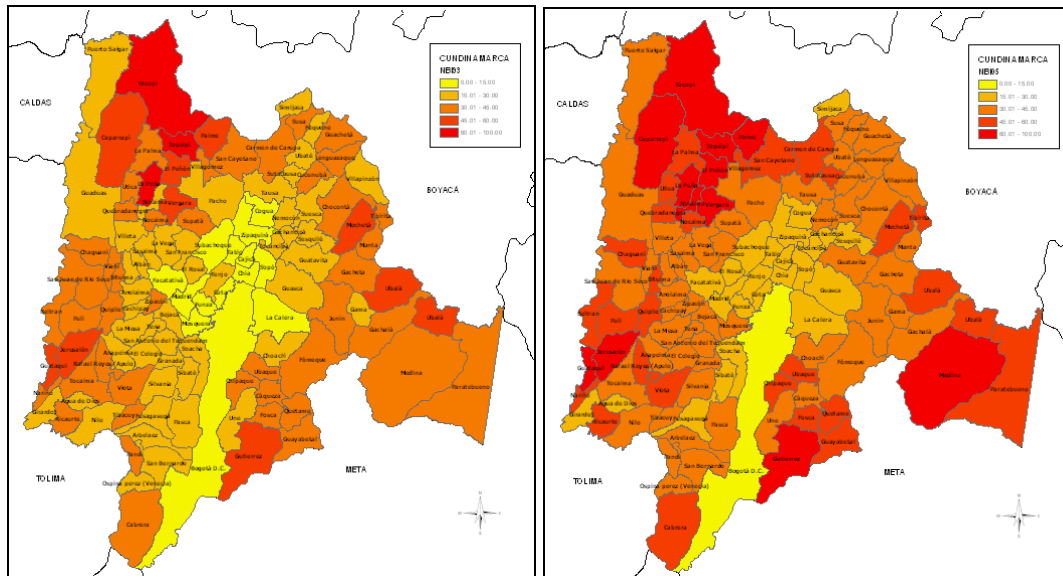


Figura 3. NBI para los censos 1993 y 2005.

Los mapas de NBI muestran que los valores más altos se encuentran en los municipios más alejados de la capital y los valores más bajos corresponden a los municipios vecinos a Bogotá. Por otro lado, para 1993 la cantidad de municipios que tenían un NBI menor a 15 era mayor que para el 2005, esto ya da una alerta a lo cual se debe prestar atención, ya que estos municipios son vulnerables y probablemente comienzan a presentar problemas de pobreza. Se encuentra que los municipios ubicados al noroccidente del departamento conforman un conjunto que desde hace bastantes años presentan valores altos de necesidades básicas insatisfechas, probablemente por los problemas de seguridad que han tenido durante ese periodo de tiempo.

En los estudios de estadística vitales, una tasa importante a tener en cuenta es la de Mortalidad Infantil, ésta no solo da una proporción sobre cuantos bebés mueren anualmente, sino que permite ver como es la calidad de las entidades de salud en la atención a un grupo poblacional que es el más vulnerable y débil, por lo cual el servicio prestado debe ser de la mejor calidad, oportuno, rápido no deben descuidar a sus pacientes.

Para el Censo 2005, la tasa de mortalidad en la capital del país fue de 29.78%, es decir que 100 bebés que nacen mueren aproximadamente 30. Teniendo como referencia este valor, vemos en la figura 4 que en los municipios vecinos a la capital, presenta tasas notablemente más bajas y municipios muy alejados de Bogotá tienen tasas más altas.

La explicación de este fenómeno consiste en que muchas madres de municipios vecinos van a último momento a tener sus hijos en la capital donde encuentran una mejor atención médica, pero esto hace que la tasa de mortalidad aumente en Bogotá y disminuya en los municipios aledaños.

En los municipios más alejados la tasa es alta debido a que son municipios altamente rurales, con cabeceras municipales pequeñas y pobres, entonces los

centros de salud no son de la mejor categoría y por tanto los recursos para atender problemas en los partos son limitados. Otro factor que afecta las tasas de mortalidad es la tendencia a tener partos en los hogares atendidos por parteras que aunque tengan experiencia no cumplen con las condiciones de higiene y tecnología para solventar problemas.

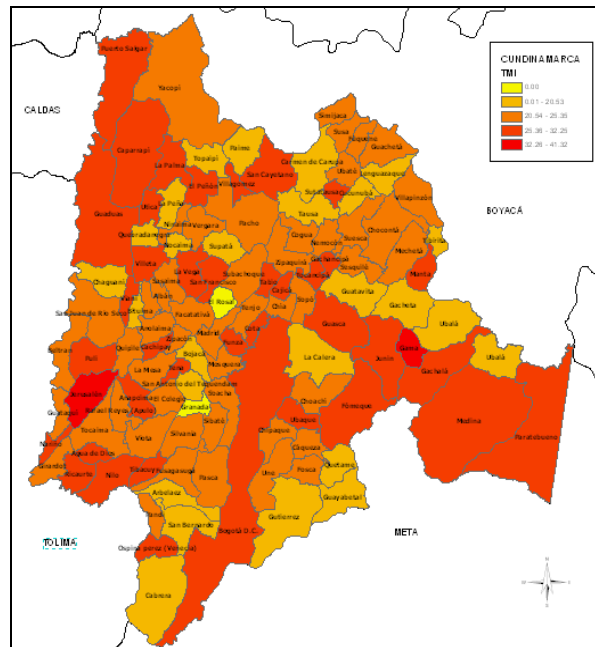


Figura 4. Tasa de Mortalidad Infantil. Censo 2005.

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad sociodemográfica se tomaron variables referentes a la condición de la vivienda, el acceso a los servicios públicos, el tipo de la vivienda, el nivel educativo alcanzado, la ocupación y movilidad en los últimos 5 años. Con estas variables se obtuvieron indicadores simples los cuales nos muestran un panorama inicial acerca de los problemas más representativos en los municipios y causales de la vulnerabilidad.

Estos indicadores identifican malas condiciones respecto a los factores analizados. Luego de calcularlos fueron especializados para continuar encontrando tendencias en la información sociodemográfica.

Inicialmente se construyó un indicador sobre mala calidad de las viviendas de tal forma que entre más baja sea el valor, mejor es la calidad de la vivienda, es decir que tienen un bajo nivel de problemas con las condiciones los pisos y las paredes (Figura 5).

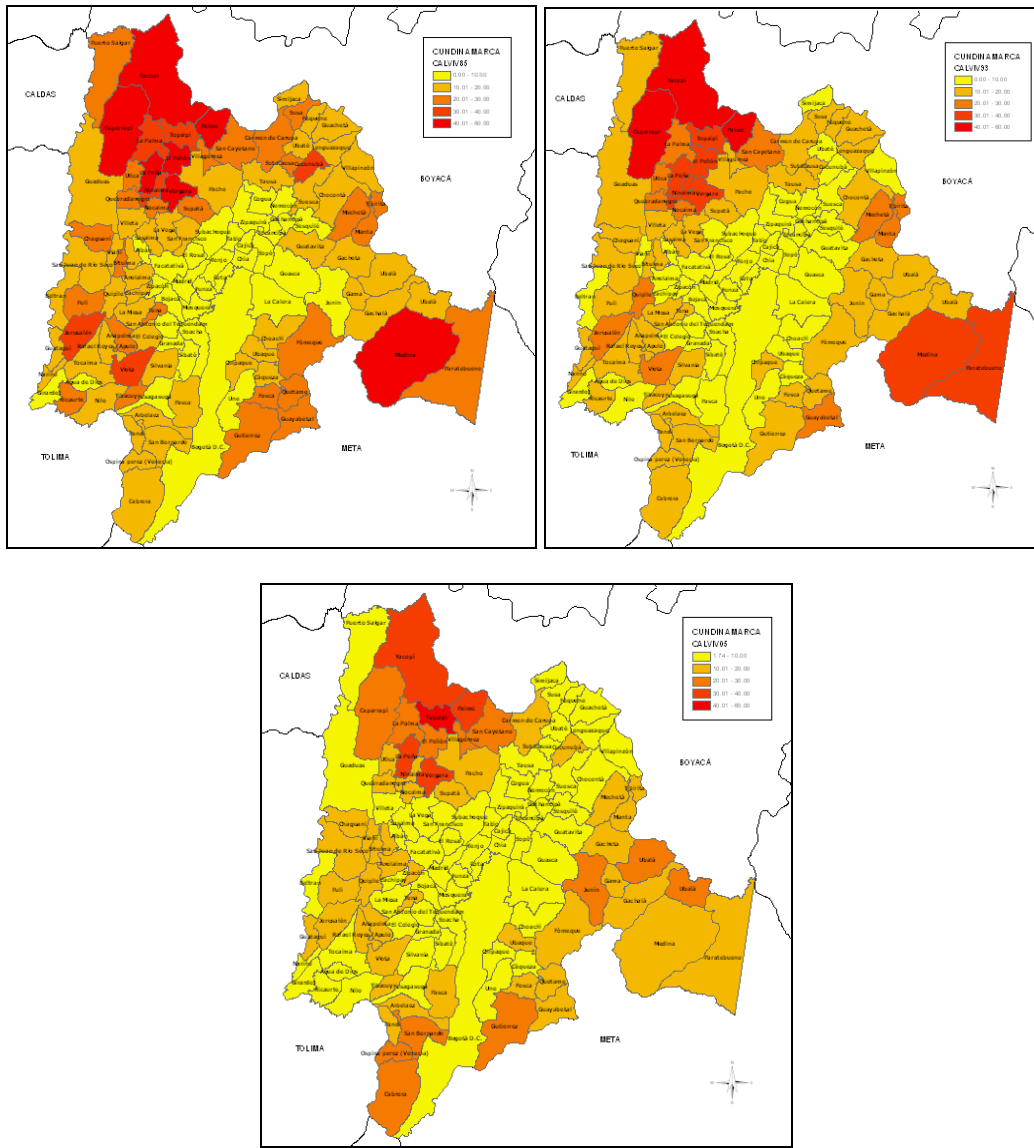


Figura 5. Mala calidad de la vivienda. Censos 1985, 1993 y 2005.

Vemos nuevamente que los municipios más alejados de Bogotá cuentan con viviendas que deben ser muy precarias ya que las tasas son de más del 40%. Los municipios cercanos a la capital presentan tasas de mala calidad de vivienda entre 0 y 7, y van aumentando conforme crece la distancia a la capital.

También se refleja la mejora en la calidad de la vivienda a través de los años disminuyendo el número de municipios en condiciones críticas.

De igual forma que se espacializó el anterior indicador simple, se obtuvieron los siguientes mapas que presentan una clara tendencia a la mejoría de las condiciones de vida de las poblaciones cercanas a la capital.

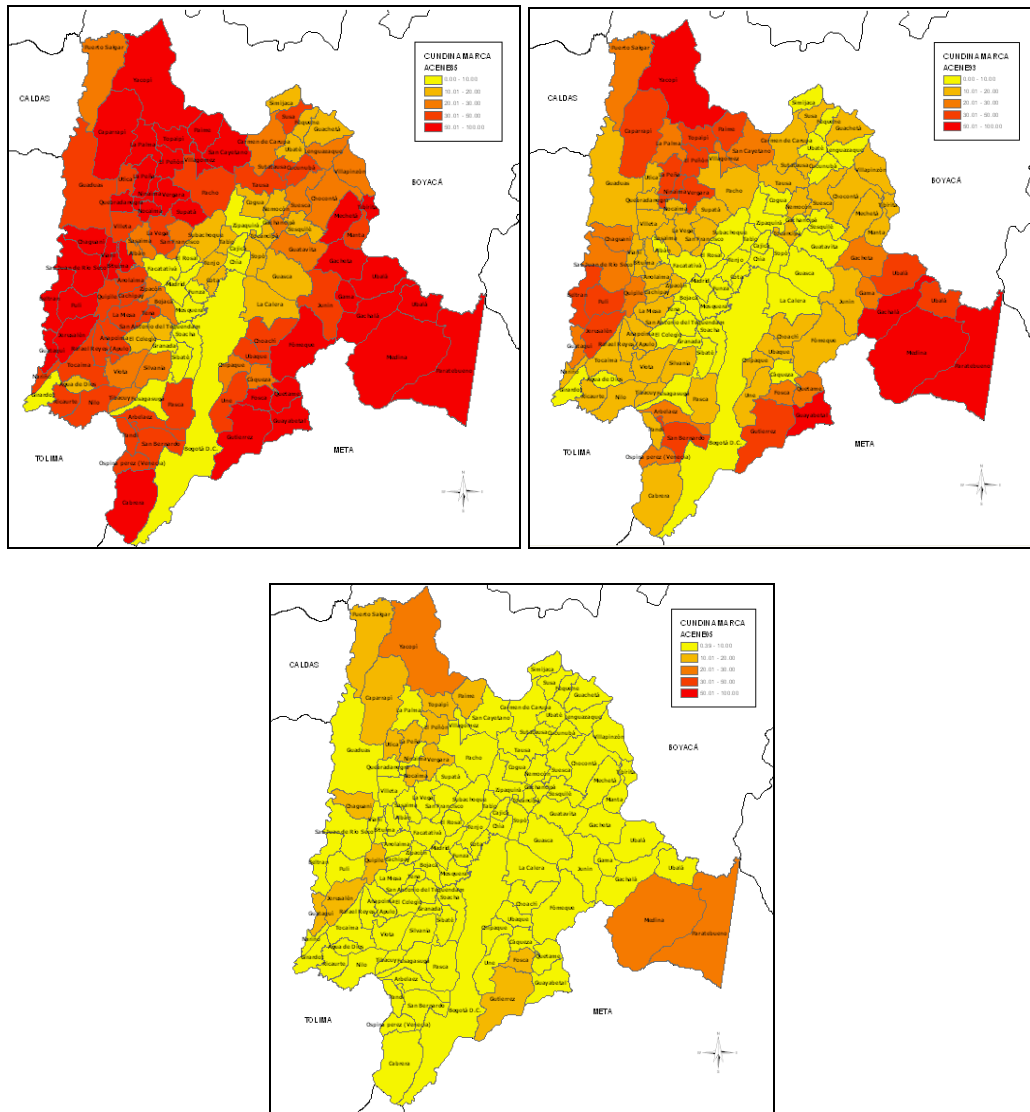


Figura 6. Acceso a servicio de energía. Censos 1985, 1993 y 2005.

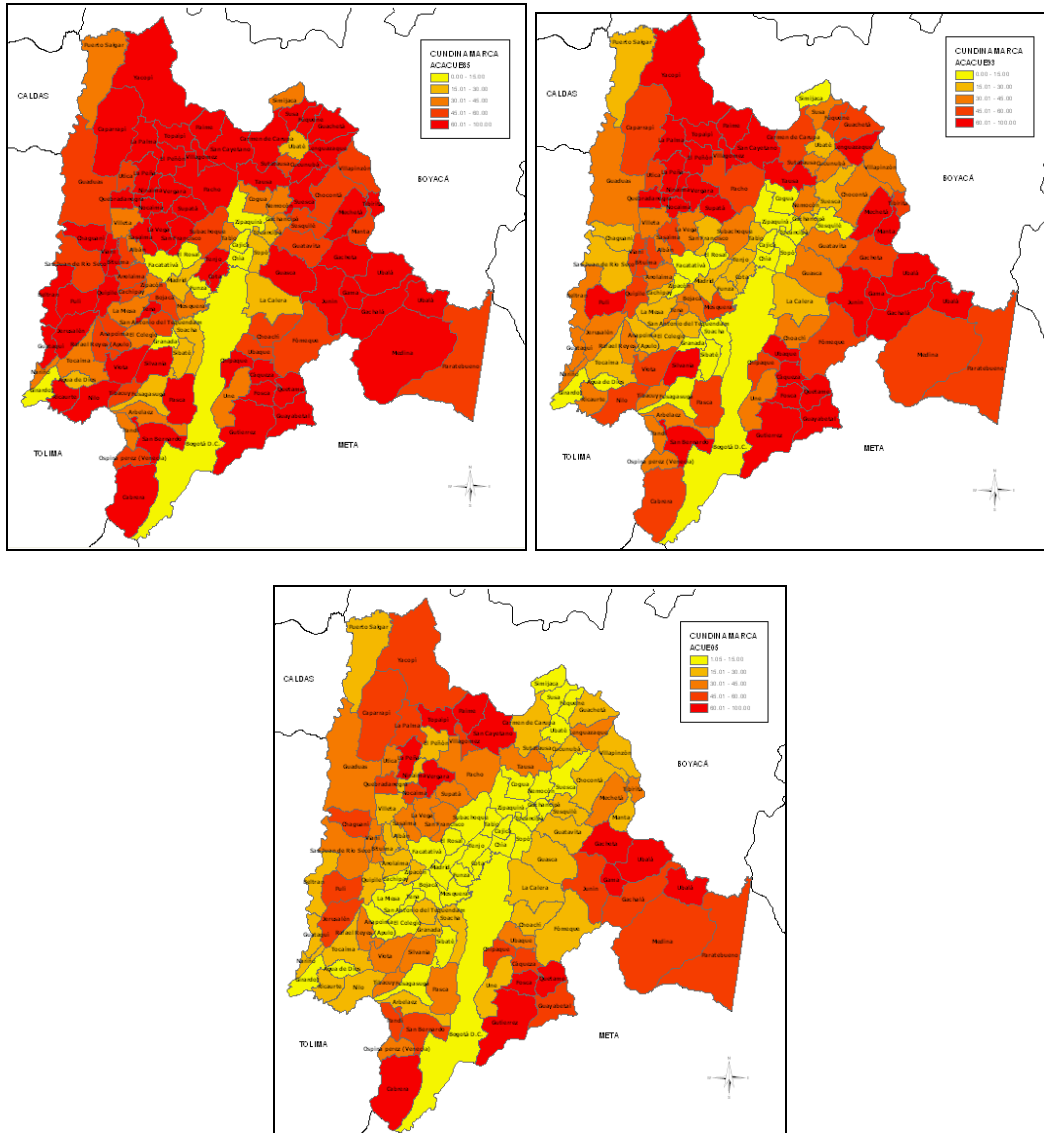


Figura 7. Déficit en Acceso a servicio de acueducto. Censos 1985, 1993 y 2005.

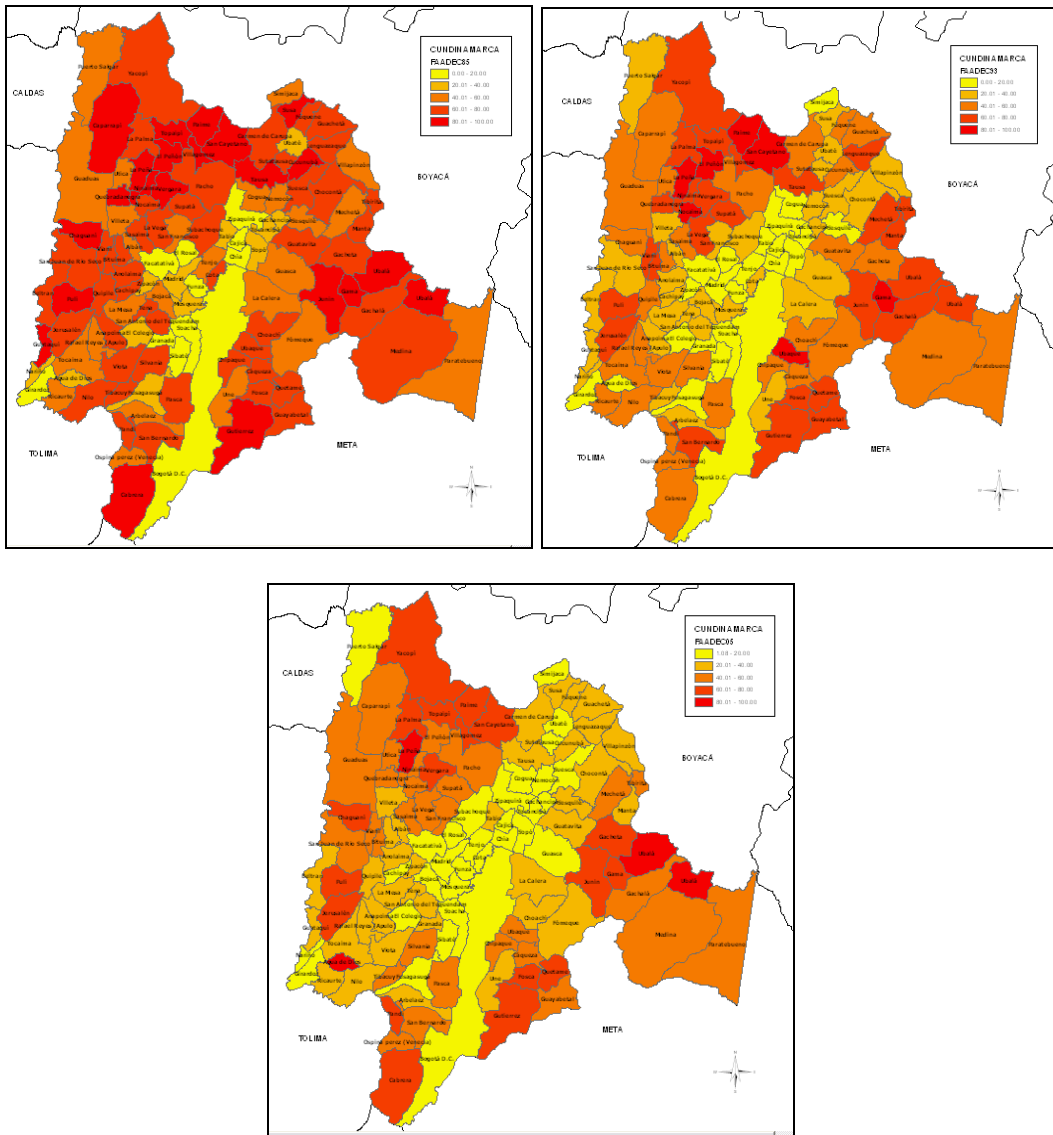


Figura 8. Tasa calidad del agua para cocinar. Censos 1985, 1993 y 2005.

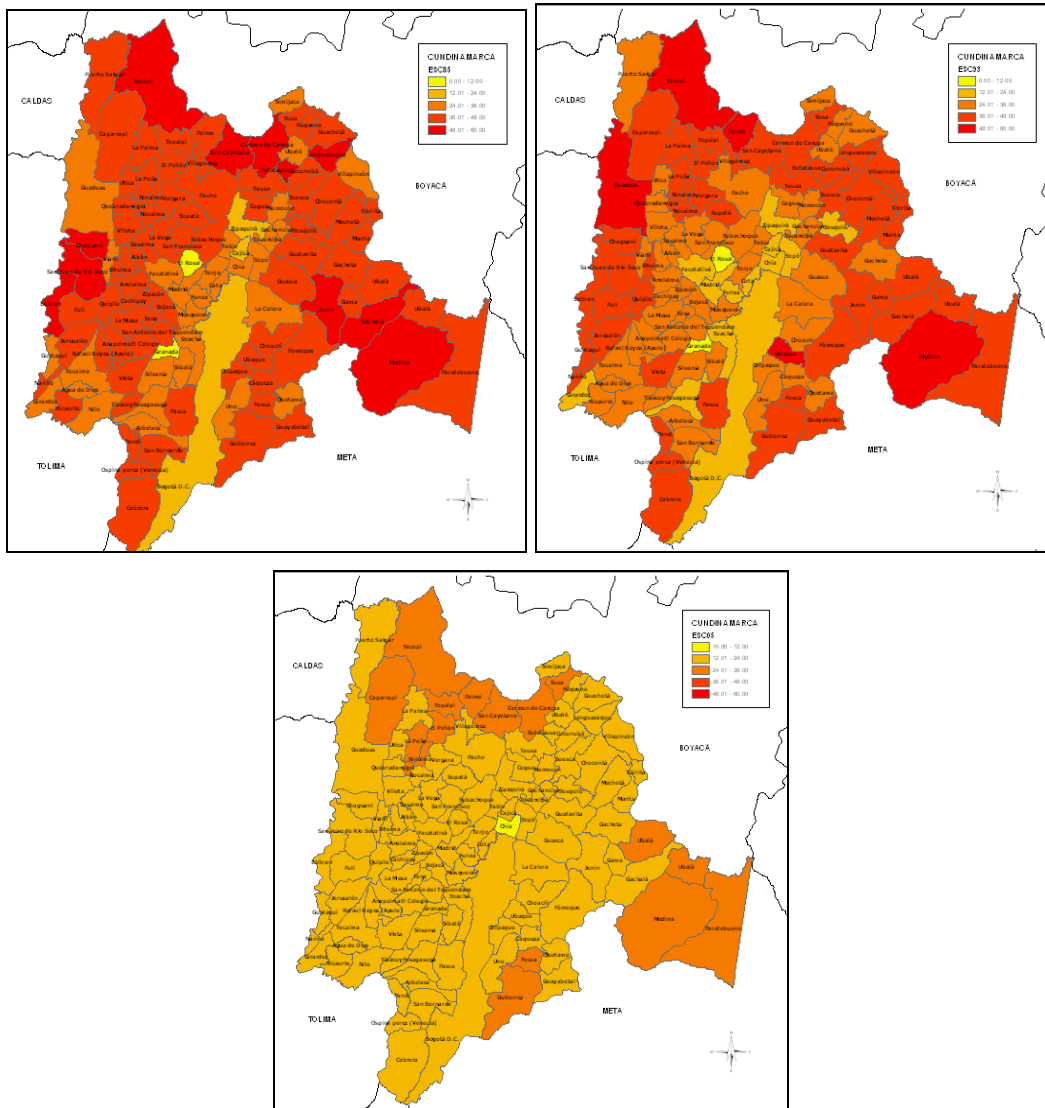


Figura 9. Proporción de personas en edad escolar que no se encuentran estudiando. Censos 1985, 1993 y 2005.

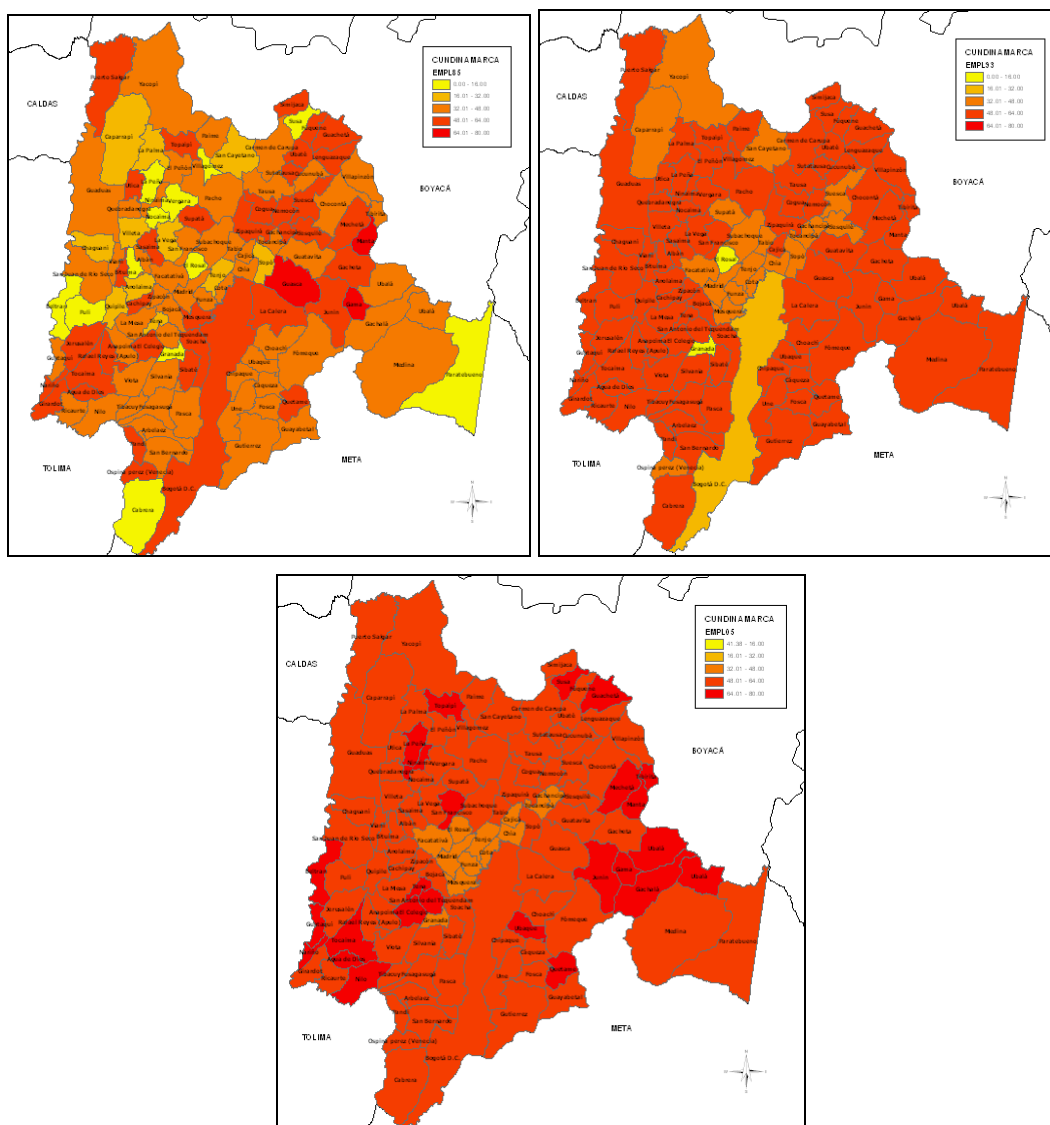


Figura 10. Proporción de personas desempleadas. Censos 1985, 1993 y 2005.

Tras analizar las variables y los indicadores simples que se construyeron con las variables seleccionadas, se calculó el índice de vulnerabilidad sociodemográfica

El índice propuesto en este documento utiliza el modelo desarrollado por Laspeyres para un índice de precios encadenado. Se adaptó para la información sociodemográfica se obtuvo un índice para cada municipio en los 3 años de comparación. En la figura 11 se muestra el resultado de la especialización de los resultados.

De acuerdo a la teoría de Laspeyres el índice para el primer año, que es el año base (1985) debe dar 1 o por lo menos muy cercano a 1. Por este motivo el primer mapa de la figura 11 es bastante homogéneo en cuanto a la información que muestra.

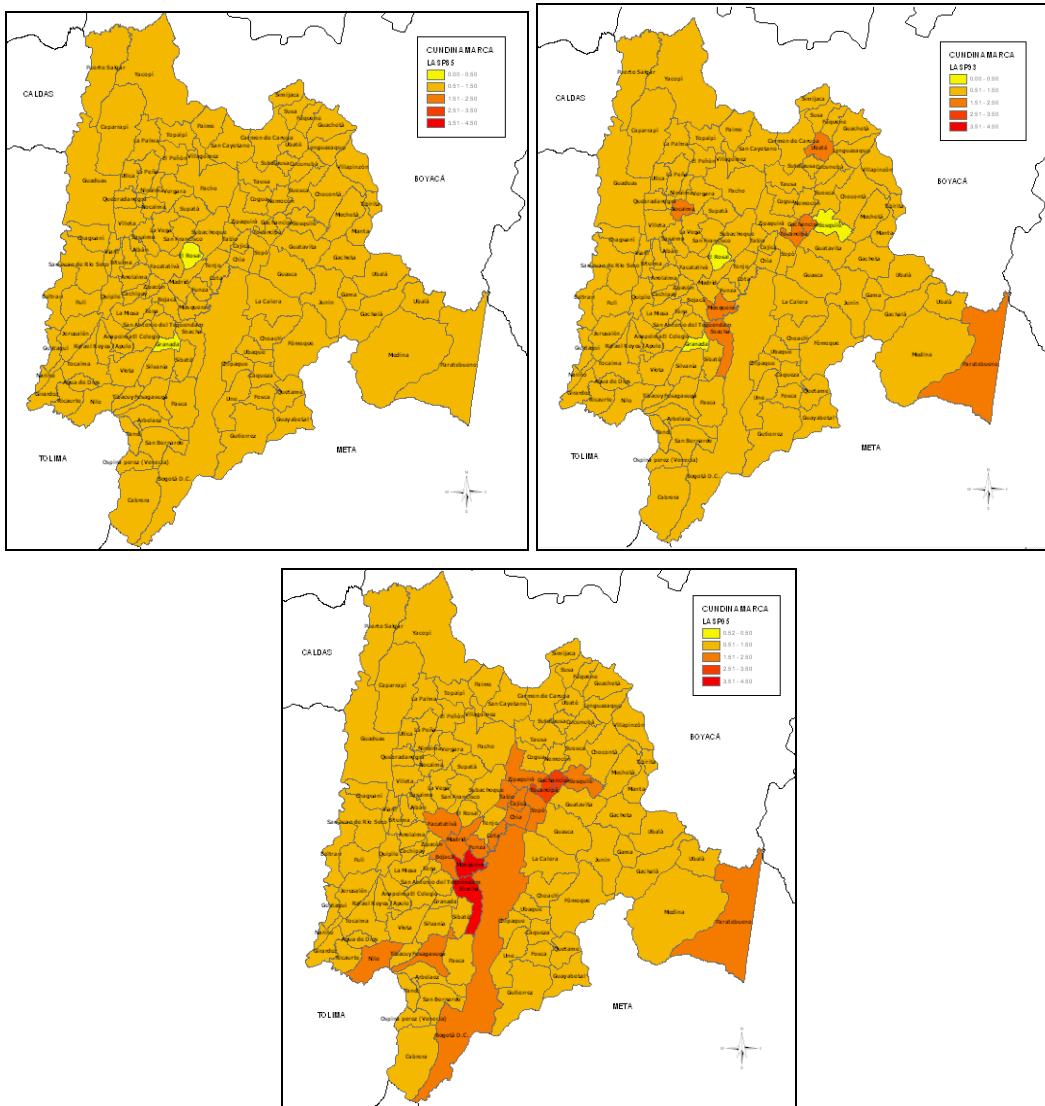


Figura 11. Índice de vulnerabilidad sociodemográfica. Censos 1985, 1993 y 2005.

A pesar que los mapas realizados no muestran claramente cuales son los municipios con los valores más altos en el índice de vulnerabilidad debido a que las diferencias entre estos son de apenas decimales, vale la pena realizar una pequeña lista de los municipios con los valores más altos y más bajos en el índice calculado para los años 1993 y 2005.

En la primera tabla se presentan los municipios que obtuvieron los valores más altos del índice. Una de las hipótesis que arroja esta información es que al día de hoy la vulnerabilidad en algunos municipios de Cundinamarca ha crecido de una forma preocupante, sobre todo en aquellos donde la población y el proceso de urbanización han cambiado rápidamente.

Municipio	IVS Alto	
	1993	2005
Ubaté	1.6	1.46
Nocaima	1.66	0.81
Gachancipá	1.62	2.54
Tocancipá	1.58	2.66
Paratebueno	1.58	1.63
Mosquera	1.74	4.17
Soacha	1.96	3.81
Tabio	1.21	2.24
Cajicá	1.41	2.22
Chía	1.17	2.46

Tabla 1. Municipios que presentaron el mayor Índice de vulnerabilidad sociodemográfica. Censos 1993 y 2005.

En la siguiente tabla se presenta el caso contrario, es decir, los municipios con índices de vulnerabilidad más bajos. La mayoría de valores del índice son menores a 1.7 por lo que seleccionar los menores es más fácil y el límite se escogió de tal forma que el total de municipios seleccionados no superara los 10.

Municipio	IVS Bajo	
	1993	2005
Bituima	0.79	0.52
Arbelaez	0.89	0.56
El Peñón	0.9	0.65
Sesquilé	0.19	1.57
Gachetá	0.6	0.72
Jerusalén	0.65	0.75

Tabla 2. Municipios que presentaron el menor Índice de vulnerabilidad sociodemográfica. Censos 1993 y 2005.

Esta tabla muestra que en estos municipios con valores bajos del índice, no se presentan cambios positivos a través del tiempo, conservando el comportamiento o desmejorando sus condiciones sociales.

Para detectar estos cambios un poco más fácil se decidió calcular una tasa de crecimiento entre los índices de los años t_1 y t_0 mediante la ecuación

$$TC = \frac{IV_1 - IV_0}{t_1 - t_0} * 100;$$

el valor obtenido se espacializó utilizando intervalos más pequeños para ver los cambios.

En la figura 12 vemos, para el año 1993, el índice de vulnerabilidad sociodemográfica disminuyó en los municipios de Sesquilé y Jerusalén. Pero aumentó de una forma preocupante (en más de un 9%) en el municipio de Paratebueno, que es de los más alejados de la capital.

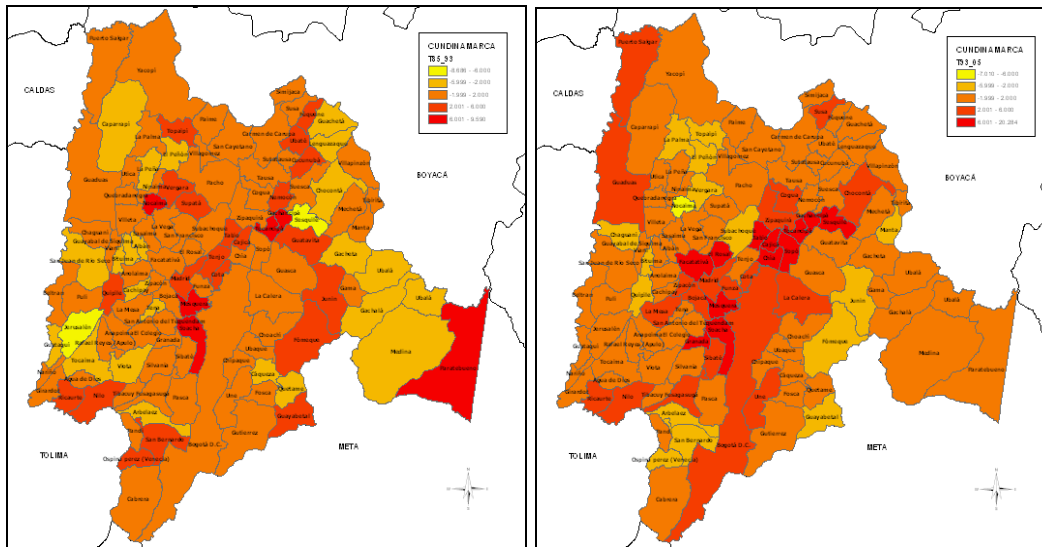


Figura 12. Tasa de crecimiento entre los Índices de vulnerabilidad sociodemográfica de los censos 1985 - 1993 y 1993 - 2005.

Recordemos que se venía identificando que el municipio de Yacopí presenta al día de hoy las condiciones sociodemográfica más bajas. Observando la tasa de crecimiento del índice entre los años 1985 y 1993 se encontró que solo disminuyó en un 1% la vulnerabilidad.

Otros municipios de interés fueron Topaipí y Paimé. Topaipí por ejemplo, aumentó su índice de vulnerabilidad en un 2% mientras que Paimé aumentó su índice respecto a 1985 en un 0.6%.

Otros municipios que incrementaron el índice en más de un 5% fueron Ubaté, Nocaima, Gachancipá, Tocancipá, Tenjo, Mosquera, Soacha y San Bernardo.

Ahora analizamos la tasa de crecimiento entre los índices calculados para el año 1993 y para el año 2005; se encuentra que en este intervalo de tiempo se presenta un incremento en la vulnerabilidad en varios de los municipios centrales.

Algunos de los municipios que presentan una tasa de crecimiento alta (más del 5%) en el índice de vulnerabilidad sociodemográfica entre 1993 y 2005 fueron Zipaquirá, Sesquilé, Gachancipá, Tocancipá, Tabío, Cajicá, Sopó, El Rosal, Chía, Facatativa, Mosquera, Soacha, Granada y Nilo.

Los municipios que tuvieron una disminución significativa en el índice fueron Nocaima y San Bernardo.

Durante el análisis realizado a la información sociodemográfica se detectaron y listaron algunos municipios que presentaban problemas y se esperaba que arrojaran los valores más altos en el índice. En la tabla 3 se presentan los índices de dichos municipios, y aunque no son los valores más altos si son cercanos a estos y se mantienen estables en el tiempo.

Municipio	IVS	
	1993	2005
Jerusalén	0.6495	0.7571
La Peña	0.7825	0.7893
Nimaima	0.8841	1.0152
El Peñón	0.8999	0.6525
Medina	0.9101	0.7474
Viotá	0.9186	0.8176
Caparrapí	0.9510	0.8155
Yacopí	1.0383	0.8836
Paime	1.0416	0.8589
La Palma	1.0565	0.7212
Topaipí	1.1173	0.8197
Vergara	1.3245	0.8371

Tabla 3. Índice de vulnerabilidad sociodemográfica para los municipios que presentaron menor calidad en cuanto a las variables analizadas. Censos 1993 y 2005.

Teniendo en cuenta toda la información presentada hasta ahora se observa que la tasa de crecimiento es de gran utilidad en el análisis total del índice porque permite identificar cuales son los municipios que están presentando una tendencia a aumentar o disminuir su vulnerabilidad, por otro lado, el análisis individual del índice indica cuales son los municipios con mayores problemas en el departamento.

Luego de identificar los municipios que presentan alta vulnerabilidad, vale la pena tener claro cual es el factor que está causando este problema social. Para los municipios de la tabla 1 los detonantes son la mala calidad de las fuentes de agua para cocina, la alta tasa de desempleo y los bajos niveles de educación, donde las dos últimas son variables altamente correlacionadas.

En el caso de los municipios cercanos a la capital, que arrojaron índices altos, como es el caso de Mosquera, Soacha y Chía el gran causante de la vulnerabilidad es el desempleo, que va aumentando a la vez que se ha incrementado el volumen de población y se ha urbanizado.

Hasta este momento se ha mostrado la eficiencia del índice propuesto para identificar un fenómeno sociodemográfico, pero hay que tener claro que este índice no es el único existente, por este motivo, se calculó simultáneamente un índice de vulnerabilidad sociodemográfica usual, es decir no utilizando la teoría de laspeyres, sino la teoría estándar donde el índice se calcula aplicando la

ecuación $IV = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$, el cual es un promedio ponderado de los factores que lo componen. Luego se especializó y se compararon los resultados anualmente. Vale la pena aclarar que éste índice varía entre 0 y 100.

Para el censo de 1985 los valores encontrados variaban entre 0 y 38, para el censo de 1993 variaron entre 0 y 25 y finalmente para el censo 2005 varían entre 11 y 26. Esto nos muestra que efectivamente la vulnerabilidad ha venido

disminuyendo respecto a 1985, pero el no encontrar al 2005 municipios con valores menores a 11 ya muestra un problema.

Con el índice anterior, para el año 1985 no se podía identificar el valor de la vulnerabilidad en los municipios ya que se comienza con una base de 1 en el indicador.

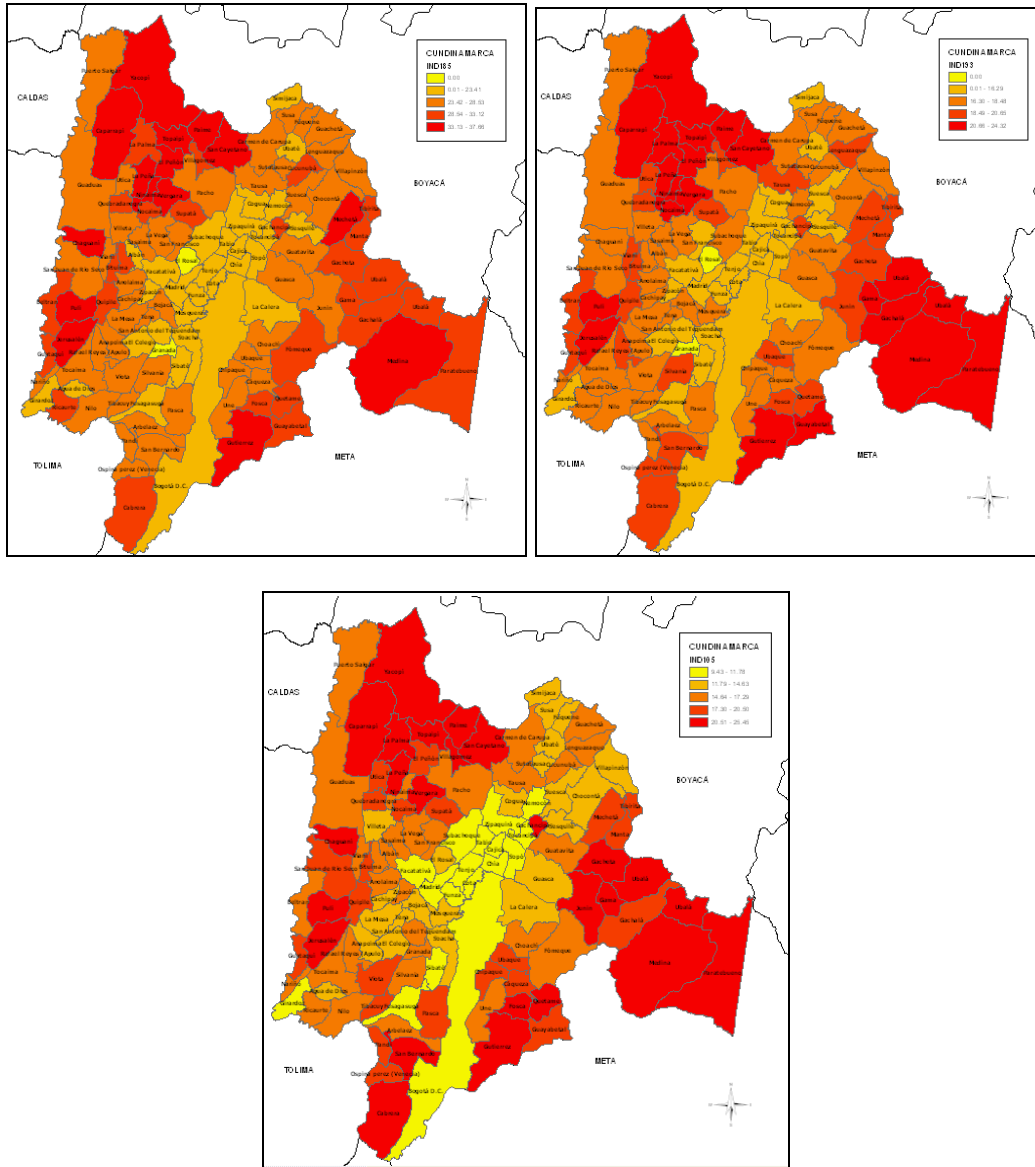


Figura 13. Índice de vulnerabilidad sociodemográfica en base a la teoría estándar. Censo 2005.

En la figura 13, en el mapa correspondiente al año 1985 (primer mapa), vemos con más claridad que los municipios más vulnerables (valores mayores a 33) son Yacopí, Caparrapí, Paime, San Cayetano, Topaipí, El Peñón, La Peña, Nimaima, Vergara, Machetá, Chaguaní, Pulí, Medina, Jerusalén y Gutierrez.

Muchos de estos municipios ya habían sido identificados como altamente vulnerables con el índice propuesto en este documento.

Para el siguiente año, nuevamente se ven los mismos municipios con valores altos de vulnerabilidad, pero ahora se unen dos municipios cercanos a la capital (Ubaque y Silvana). Para este mapa, los valores son superiores a 20, es decir que respecto a 1985, la vulnerabilidad disminuyó, pero la tendencia es claramente la misma. Lo mismo se ve para el mapa del 2005.

Los resultados obtenidos en los dos índices (el de Laspeyres y el estándar) son bastante similares ya que identificaron prácticamente el mismo conjunto de municipios como vulnerables.

El índice estándar solo da un análisis año a año permitiendo identificar los municipios con mayor vulnerabilidad de acuerdo a cada censo, por otro lado el índice creado en base a la teoría de Laspeyres permite identificar los valores más altos y más bajos junto con la tendencia entre los años de análisis.

Es importante en este tipo de estudios tener claro como cada variable influye en el resultado final.

Resultados del análisis espacial de la información

Se ha visto en los mapas presentados una agrupación natural de municipios con valores altos, medios y bajos de vulnerabilidad.

Hacia el centro del departamento se encuentran los municipios con baja vulnerabilidad, seguidos de los que tienen una vulnerabilidad media y finalmente los más alejados de la capital presentan vulnerabilidades más altas.

Por este motivo se busca probar si efectivamente existe una correlación espacial en el índice de vulnerabilidad sociodemográfico de los municipios de Cundinamarca. Para este fin se utilizaron los estadísticos de Moran y LISA.

Para comenzar el análisis se calculan las ponderaciones para cada municipio, para esto, es necesario construir la matriz de contigüidad. En este caso la grilla es irregular, por lo cual para calcularla se considera la contigüidad en todas las direcciones. Este método se denomina como caso Queen haciendo una analogía con el movimiento de las fichas en ajedrez.

A continuación se presentan los diagramas de Morán para los índices calculados en cada año censal.

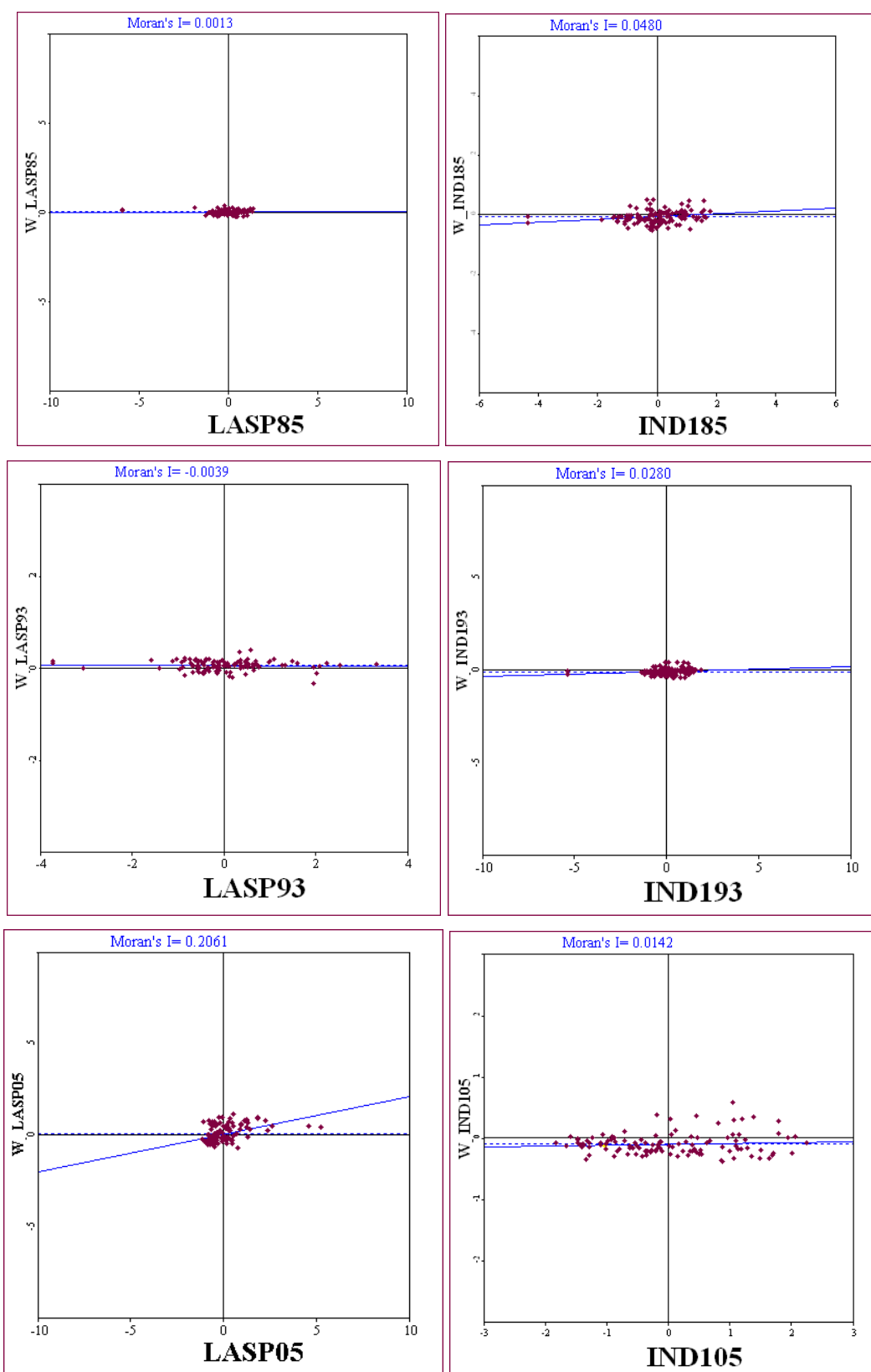


Figura 14. Diagramas de Morán para los índices de vulnerabilidad sociodemográfica (Laspeyres y Estándar). Censos 1985, 1993 y 2005.

En los primeros diagramas de la Figura 14 vemos que en realidad no se presenta un grado de correlación espacial significativo, es decir que no hay evidencia de asociación global. Por otro lado en el diagrama correspondiente al año 1985 se identifican dos puntos atípicos que corresponden a los municipios de Bogotá, Granada y Beltrán.

Ya para 1993 los atípicos corresponden a Bogotá, Mosquera, Soacha y El Rosal los cuales son municipios que han venido ampliando su área urbana.

Para el censo 2005 nuevamente se ven algunos puntos atípicos, correspondientes a los municipios de Soacha y El Rosal. El diagrama muestra una correlación espacial global importante del 20%. Se ve también poca dispersión, lo cual indica que los valores son muy homogéneos o por lo menos varían poco.

Dada la presencia de datos atípicos, los cuales probablemente al eliminar cambian el comportamiento de la correlación, se decidió eliminarlo y se volvió a obtener el gráfico de dispersión.

Para el censo 1985 la correlación global mejoró pasando de un 0.1% a 14%, y para el censo 1993 pasó de 0.3% en sentido inverso (es decir que es una correlación negativa) a 0.6%.

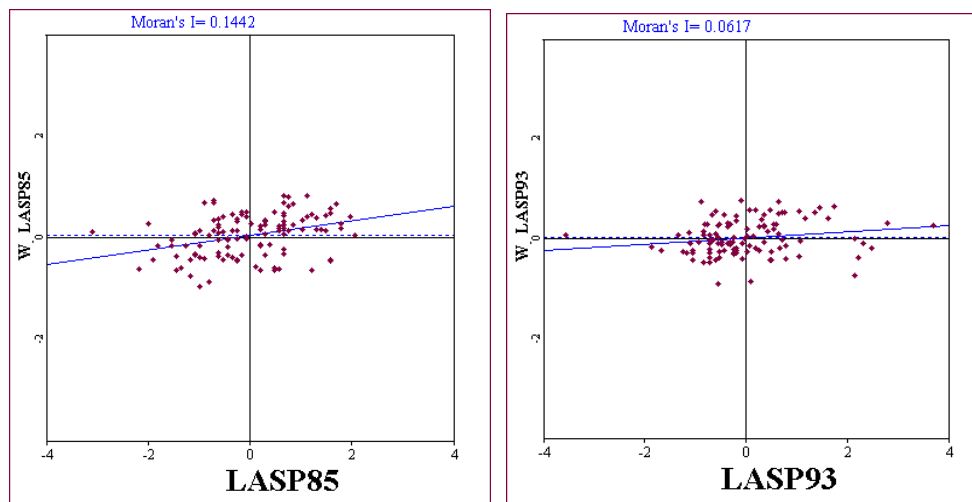


Figura 15. Diagramas de Morán para los índices de vulnerabilidad sociodemográfica (Laspeyres y Estándar). Censos 1985 y 1993.

En conclusión, no se encuentra una alta correlación espacial global en los índices de vulnerabilidad sociodemográfica de los municipios de Cundinamarca, para los censos 1985, 1993 o 2005, a pesar de eliminar algunos atípicos.

Ahora para identificar claramente la correlación espacial local se obtienen los mapas de cluster. Simultáneamente se encuentran los mapas de LISA (Local Indicador of Spatial Association) en los cuales se representan aquellas localizaciones con valores significativos en cuanto a asociación espacial local, permitiendo identificar los “hot spots” o atípicos espaciales.

La Figura 16 muestra en color rojo aquellos municipios que tienen valores del índice de vulnerabilidad sociodemográfica alto y se encuentran rodeados de otros municipios cuyos índices son también altos. La significancia de esta agrupación es de 0.01 para los municipios de Madrid, Facatativa, Bojacá, San Antonio del Tequendama, La Mesa, El Colegio, Viotá, Nilo, Tibacuy, Silvana, Sibaté y Soacha.

En color azul oscuro se encuentran municipios con valores del índice bajo rodeados de municipios con valores bajos de dicha variable. Los municipios de este conglomerado que presentan una significancia de 0.01 son Manta, Gachetá, Guatavita y Sesquilé.

El resto de municipios que aparecen sombreados en un color verde claro pueden ser agrupados dentro de los hot spots identificados pero ya con una significancia menor. En el otro mapa los vemos en color azul claro que identifica a los municipios con valores del índice bajos rodeados de valores altos, y en color rosa se encuentra el caso inverso.

El resto de municipios no presentan correlaciones locales significativas.

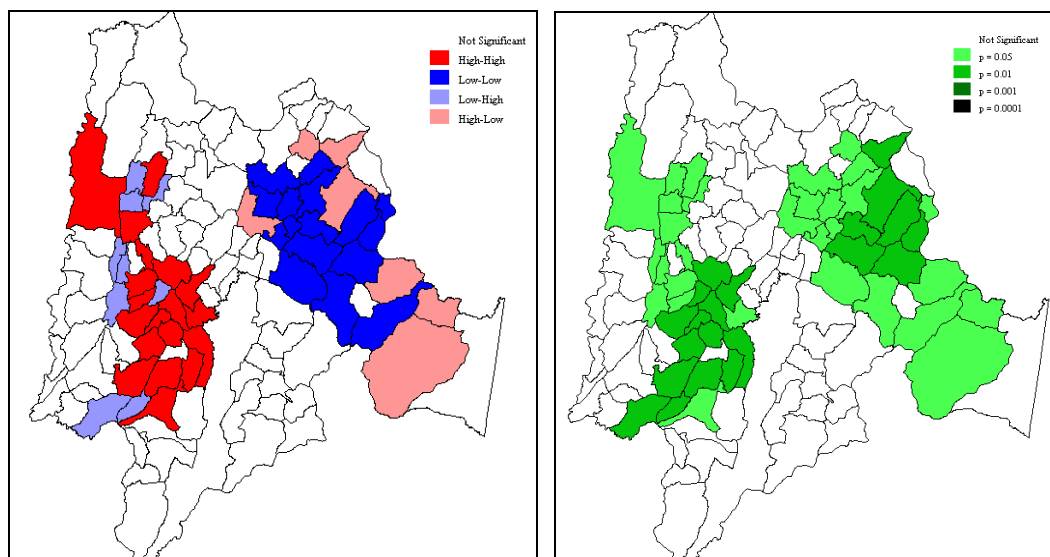


Figura 16. Correlación local del índice de vulnerabilidad sociodemográfica y significancia. Censo 1985.

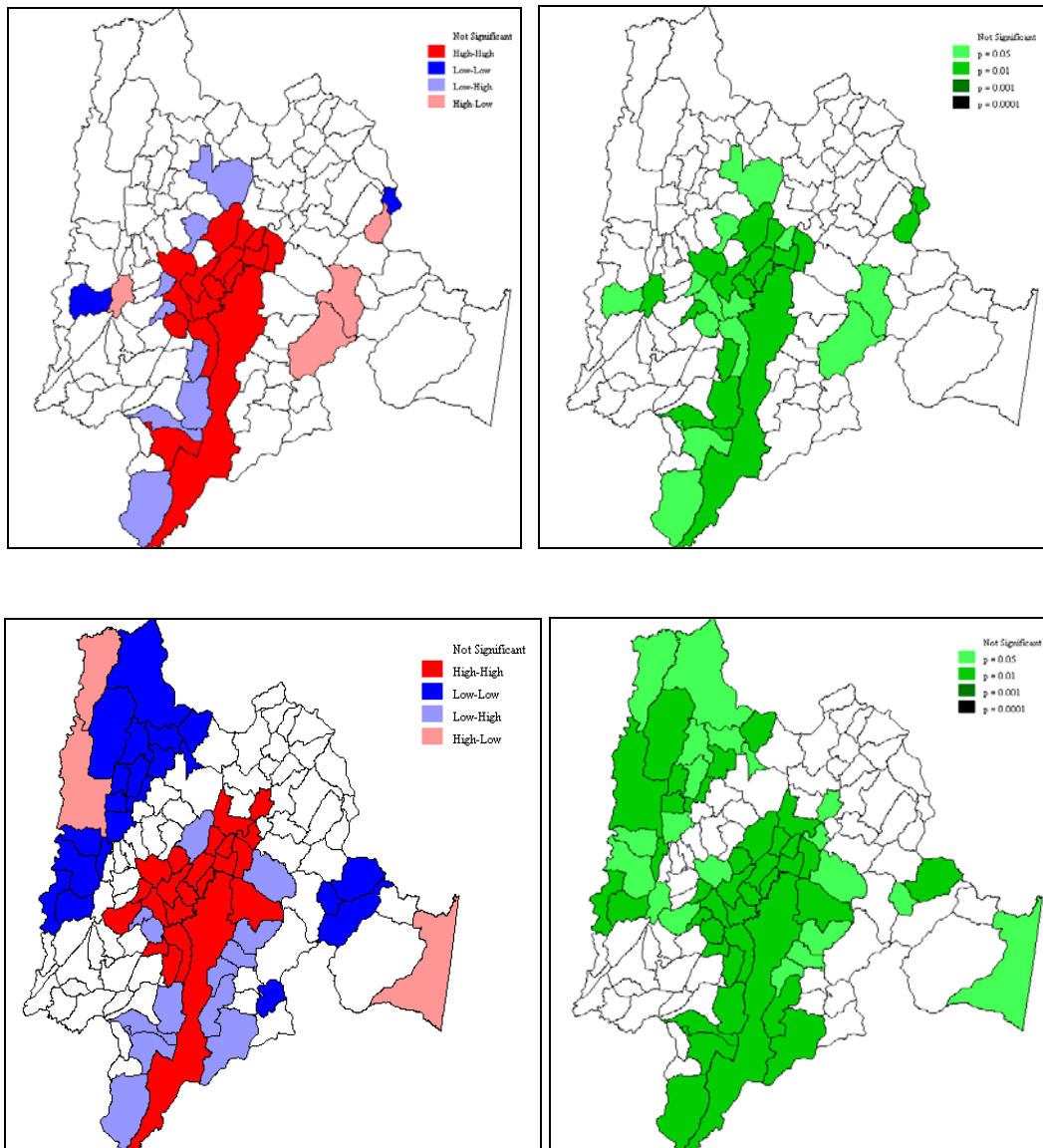


Figura 17. Correlación local del índice de vulnerabilidad sociodemográfica y significancia. Censos 1993 y 2005.

En la figura 17 se presentan los mapas correspondientes a los censos 1993 y 2005 con el mapa de significancias de los conglomerados.

En los mapas de 1993 se presenta un agrupamiento bastante diferente a la del censo anterior. Hacia la zona central del departamento se evidencia un cluster consistente en municipios con índices altos rodeados de otros municipios con valores altos. La significancia de este es de 0.01 y está conformada por los municipios de Bogotá, Sopó, Chía, Tabio, Subachoque, Tenjo, Cota, Funza, Madrid y Facatativa los cuales son municipios que presentan un crecimiento poblacional importante.

Por ejemplo los municipios de Chía, Madrid, Funza y Facatativa se han urbanizado gracias a su cercanía a la capital y a la migración de población de Bogotá hacia estos.

En color rosado tenemos los municipios con valores altos, rodeados de municipios con valores bajos. Estos municipios deben ser tratados con mayor cuidado ya que tienen un riesgo más alto de llegar a comportarse como sus vecinos. Se destaca su cercanía a la capital.

Para el censo 2005, el mapa marca claramente los municipios del centro del país en color rojo. Luego sigue una capa de municipios con valores bajos, cuyos vecinos tienen índices altos. Y luego sigue otra capa que corresponde a los de valores bajos rodeados con valores bajos.

La forma en que se comporta esta información es bien interesante y se puede explicar nuevamente por la cercanía a la capital. Aquí se presenta claramente una correlación local, y la ubicación espacial es un factor importante en el comportamiento de la vulnerabilidad sociodemográfica respecto a Bogotá.

Dentro del cluster central, los municipios que presentan una significancia de 0.01 son Bogotá, La Calera, Sopó, Chía, Cajicá, Zipaquirá, Tabio, Cota, Tenjo, Funza, Madrid, Mosquera, Bojacá, Soacha, Granada y Sibaté.

En cuanto al cluster de valores bajos los municipios que pertenecen a ese grupo con una significancia del 0.01 son Paime, El Peñón, Útica, Quebradanegra, Ninaima, Bituima, Beltrán y Pulí.

Una característica importante es que entre los 3 censos de análisis existen diferencias importantes en las agrupaciones locales, es decir que las características demográficas de los municipios han cambiado constantemente, sujetos a los cambios que se han presentado en la capital.

CONCLUSIONES

La dinámica poblacional, según la teoría demográfica debe mantenerse a través de los años a menos que ocurra un fenómeno de gran impacto que afecte la estructura y el comportamiento poblacional. Esto no quiere decir que nada cambie, es normal encontrar que la población rural disminuye notablemente debido a la gran atracción que tiene Bogotá para las personas de los municipios cercanos. Este fenómeno ha causado que los municipios vecinos se adapten al ritmo que lleva una gran capital y presente valores de vulnerabilidad muy homogéneos, en cambio los municipios más alejados, por su poca población, aún conservan costumbres campesinas y algunas veces su calidad de vida se vea afectada.

Los municipios ubicados en los límites del departamento presentan alta vulnerabilidad sociodemográfica debido a problemas en la calidad de la vivienda, desempleo, baja cobertura educativa, entre otras. Por otro lado son municipios afectados por la violencia y el desplazamiento.

De acuerdo a los resultados observados, los municipios cercanos a Bogotá forman un conglomerado muy marcado donde las condiciones de vida son

buenas, aunque para el 2005, el desempleo ha aumentado notablemente, afectando a los vecinos. Hacia la zona Noroccidental del departamento las condiciones de vivienda, educación y servicios públicos son más críticas y deberían ser atendidas especialmente.

Los cluster que se esperaba encontrar para el índice de vulnerabilidad sociodemográfica obedeció al comportamiento que presentaron las variables utilizadas para el cálculo del mismo, dando validez a la hipótesis planteada, donde regiones vecinas presentan comportamientos similares.

El uso del análisis espacial y la forma como se obtuvo el índice propuesto permite identificar regiones que tienen gran influencia en el comportamiento de otras y determinar cuales son las variables que presentan este fenómeno. A pesar de no presentar correlaciones globales estadísticamente significativas, las correlaciones locales obtenidas dieron significancias importantes.

BIBLIOGRAFÍA

Anselin, Luc. *Spatial Econometrics*, Kluwer Academic, Boston, 1988.

Anselin, L. *SpaceStat tutorial. A workbook for using SpaceStat in the analysis of spatial data*. University of Illinois, Illinois. 263 p. 1992.

Barón, Juan David. *Documentos de Trabajo sobre economía regional. ¿Qué sucedió con las disparidades económicas regionales en Colombia entre 1980 y el 2000?*. 2003.

Chasco, C. 2003. *Econometría Espacial aplicada a la predicción –extrapolación de datos microterritoriales*. Consejería de Economía e innovación tecnológica. Comunidad de Madrid. Madrid, España.

Cressie, Noel A. C., *Statistics for spatial data*. Wiley series in probability and mathematical statistics. Jhon Wiley & sons, INC. New York. 1993.

Davis, Benjamin, *Choosing a Method for Poverty Mapping*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2003.

Giraldo, Ramón. *Introducción a la Geoestadística*. Universidad Nacional de Colombia. 2002.

Henninger, Norbert; Snel, Mathilde, *Where are the Poor? Experiences with the Development and Use of Poverty Maps*, World Resources Institute, Washington, DC, 2002.

Lavell, Allan. *Reducción de la Vulnerabilidad Social*. Programa para el Estudio Social de los Riesgos y Desastres de la Fundación Latinoamericana de Ciencias Sociales con sede en Costa Rica (FLACSO y LA RED) Biblioteca virtual en prevención y atención de desastres – Red BiVaPAD, Perú. 2000.

Mella, J., Chasco, C. *Crecimiento urbano y dinámica territorial en España (1985-2001): un análisis de econometría espacial*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España. 53 p. 2004

Perez, Gerson Javier. *Dimensión Espacial de la Pobreza en Colombia. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*. Banco de la República. No. 54. Enero, 2005.

Petrucci, Alessandra; Salvati, Nicola; Seghieri, Chiara, *The application of a spatial regression model to the analysis and mapping of poverty*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2003.

Universidad de Guadalajara. *Análisis de las vulnerabilidades de la sociedad: ordenamiento ecológico territorial del Estado de Jalisco*. Informe del Sistema Social. Diciembre, 1997

Wilches-Chaux, Gustavo. *Desastres, ecologismo y formación profesional*. SENA, Colombia. (reeditado en Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. LA RED, Tercer Mundo, Colombia. 1988.