UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA.

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS.

MAESTRÍA EN ESTUDIOS DE POBLACIÓN.

Centro de Investigaciones en Dinámica Social.

**PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE
INDICADORES SINTOMÁTICOS, CON
APLICACIONES A NIVEL DEPARTAMENTAL EN
COLOMBIA.**

César Andrés Cristancho Fajardo.

Directora de tesis: Doctora Magda Ruiz Salguero.

10 de septiembre de 2007

Resumen.

Los propósitos principales de este trabajo son evaluar las fuentes de información sintomática del cambio en el volumen de población a nivel departamental en Colombia, así como explorar y valorar sus posibilidades de aplicación, como insumos en la construcción de indicadores básicos para la formulación de modelos de tipo explicativo y predictivo de dicho cambio.

La selección de variables parte de la identificación de la información sintomática disponible para los años censales 1.985, 1.993 y 2.005 que presenta una mayor sensibilidad a cambios en el volumen poblacional departamental. En este estudio las variables sintomáticas seleccionadas fueron: nacimientos, defunciones, votación para el Senado, votación para la Presidencia, matriculas en educación preescolar, matriculas en educación básica primaria y matriculas en educación básica secundaria y media.

Dicha información es utilizada para la formulación, implementación y evaluación de los resultados de cuatro modelos de proyección poblacional: razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación.

La capacidad de predicción de los modelos utilizados es evaluada a partir del contraste de los resultados del censo poblacional del año 2.005 con los resultados de las estimaciones elaboradas para el mismo año. Los modelos de razón correlación mostraron los resultados más consistentes con respecto a lo encontrado en el censo poblacional.

Palabras clave: indicadores sintomáticos, cambio en el volumen poblacional, proyecciones departamentales.

Abstract.

The main aims of this work are to evaluate the sources of symptomatic information of the change in the population volume on departmental level in Colombia and to explore and to value its possibilities of application like base for the construction of basic indicators to the formulation of explanatory and predictive models of this change.

The variables selection begins in the identification of the symptomatic information available for the censal years 1.985, 1.993 and 2.005 that a greater sensitivity to changes in the departmental population. In this study the selected symptomatic variables were: births, deaths, registered voters for the Senate, registered voters for the Presidency, and school enrollment.

This information is used for the formulation, implementation and evaluation of the results of four models of population projection: censal ratio, difference of rates, ratio-correlation and rate-correlation.

The prediction capacity of the used models is evaluated from the contrast of the results of the census of the year 2.005 with the results of the estimations elaborated by the same year. The ratio correlation models showed the most consistent results with respect to the founded in the population census.

Keywords: symptomatic indicators, population change , departmental projections.

Índice general.

Introducción.	XIV
Objetivos de la investigación.	XVI
Contenidos: partes y capítulos.	XVII
 1. Elementos teóricos básicos de las proyecciones poblacionales en áreas menores.	 1
1.1. El concepto de proyecciones de población y una clasificación de los métodos de proyección.	1
1.2. Objetivos y usos de las proyecciones poblacionales.	4
1.3. Las proyecciones de población en áreas menores, como método de distribución de las proyecciones de áreas mayores.	6
1.4. El estudio del tiempo cronológico en la elaboración de proyecciones en áreas menores.	8
1.5. Sobre la teoría de indicadores y de indicadores sintomáticos del cambio poblacional a través del tiempo.	11
1.6. Los modelos y su papel en la elaboración de proyecciones de población.	14
 2. Estado de la cuestión en proyecciones poblacionales mediante metodologías basadas en variables sintomáticas.	 17
2.1. Reseña del desarrollo de metodologías basadas en el uso de indicadores sintomáticos a nivel mundial.	18
2.2. La aplicación de las metodologías de indicadores sintomáticos en otros países de América Latina.	24
2.3. La aplicación de las metodologías de indicadores sintomáticos en Colombia.	28
2.4. Contraste de investigaciones consultadas en términos de métodos, indicadores y principales hallazgos.	30

3. Diseño metodológico de la investigación.	41
3.1. Estrategia analítica.	42
3.1.1. Revisión de las metodologías propuestas y su aplicación a nivel mundial, en América Latina y en Colombia.	42
3.1.2. Aplicación de los modelos sintomáticos en el caso colombiano. . .	43
3.1.3. Comparación de metodologías y contraste de resultados.	43
3.2. Fuentes de información sintomática del volumen poblacional a nivel departamental en Colombia.	45
3.2.1. Censos de Población.	45
3.2.2. Registros administrativos.	48
3.2.3. Selección de variables sintomáticas.	51
3.3. Formulación de los indicadores asociados al cambio poblacional y a las variables sintomáticas seleccionadas.	55
3.3.1. Variable dependiente: cambio poblacional intercensal.	59
3.3.2. Variables explicativas: indicadores sintomáticos del cambio en el volumen poblacional.	61
3.4. Presentación y descripción de los modelos utilizados en la elaboración de proyecciones poblacionales mediante indicadores sintomáticos. . . .	63
3.4.1. Modelos de estimación poblacional indirecta basados en la utilización de razones censales.	63
3.4.2. Modelos de estimación poblacional indirecta basados en la teoría de regresión.	68
3.4.3. Medidas estadísticas para la evaluación de los modelos.	75
3.5. Aplicación mediante ejemplos de los modelos sintomáticos para la proyección poblacional departamental.	77
3.6. Software utilizado.	83
4. Análisis y resultados de la aplicación de los modelos sintomáticos a nivel departamental en Colombia.	85
4.1. Análisis descriptivo del cambio poblacional departamental en Colombia. 1.918-2.005.	86
4.2. Formulación, aplicación y evaluación de los modelos sintomáticos para la elaboración de proyecciones poblacionales departamentales para el año 2.005 en Colombia.	99
4.2.1. Proyecciones poblacionales departamentales mediante la aplicación de modelos basados en razones censales.	99
4.2.2. Proyecciones poblacionales departamentales mediante la aplicación de modelos sintomáticos basados en teoría estadística de la regresión.	109

5. Conclusiones y recomendaciones.	138
5.1. Conclusiones de la investigación en cuanto a las fuentes encontradas de información sintomática.	138
5.2. Conclusiones de la investigación en cuanto a las metodologías aplicadas.	139
5.3. Conclusiones de la investigación en cuanto al cambio poblacional departamental.	140
5.4. Recomendaciones para la recolección de información y la aplicación de metodologías de indicadores sintomáticos en Colombia.	140
5.5. Recomendaciones en cuanto a nuevos temas relacionados con esta investigación.	141
Bibliografía.	142
Anexo A: Anexo matemático.	148
Regresión lineal múltiple.	148
Cambios de escala en los modelos de regresión.	150
Anexo B: Información sintomática utilizada en la formulación, aplicación y evaluación de los modelos.	152
Anexo C: Análisis descriptivo del cambio en la distribución departamental de las variables sintomáticas en Colombia. 1.985 -1.993.	160
Anexo D: Fichas técnicas de los indicadores sintomáticos utilizados en esta investigación.	180

Índice de tablas.

1.1. Colombia. Resumen de la evolución de la división político-administrativa de 1.953 a 2.007.	8
2.1. Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de nivel de desagregación, modelos y variables utilizadas.	33
2.2. Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de años de base, métodos de validación y periodo proyectado.	36
2.3. Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de supuestos, fortalezas encontradas, limitantes o problemas reseñados, conclusiones y recomendaciones.	39
3.1. Colombia. Cobertura de los censos poblacionales. 1.964-2.005.	47
3.2. Colombia. Selección de variables sintomáticas del volumen poblacional a nivel departamental. Variables descartadas según fuentes de información, años disponibles y razones de no selección.	54
3.3. Cambio intercensal en la participación poblacional de las áreas menores en el total de población. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	60
3.4. Modelos basados en razones censales. Contraste entre los requisitos generales para su aplicación y los requisitos específicos para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	64
3.5. Modelos de razón censal. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	66
3.6. Modelos de diferencia de tasas. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	67

3.7. Modelos basados en teoría de la regresión. Contraste entre los requisitos generales para su aplicación y los requisitos específicos para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	68
3.8. Modelos de razón correlación. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	71
3.9. Modelos de tasa correlación. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.	73
3.10. Modelos de estimación poblacional basados en variables sintomáticas. Comparación de los principales supuestos, características, fortalezas y limitantes.	74
4.1. Colombia. Población enumerada en los censos según departamento. 1.918-2.005.	89
4.2. Colombia. Matriz de correlaciones entre los rangos de volumen poblacional a nivel departamental para los censos realizados entre 1.973 y 2.005.	90
4.3. Colombia. Matriz de correlaciones entre las variables sintomáticas y el volumen poblacional, a nivel departamental. 1.985.	95
4.4. Colombia. Matriz de correlaciones entre las variables sintomáticas y el volumen poblacional, a nivel departamental. 1.993.	96
4.5. Colombia. Porcentaje de omisión censal departamental estimado por el DANE para el año 2.005.	98
4.6. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	100
4.7. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	102
4.8. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	105
4.9. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	107
4.10. Colombia. Indicadores sintomáticos del cambio poblacional intercensal y el indicador del cambio poblacional intercensal, a nivel departamental. 1.985-1.993.	110
4.11. Colombia. Matriz de correlaciones entre los indicadores sintomáticos del cambio poblacional intercensal y el cambio poblacional intercensal, a nivel departamental. 1.985-1.993.	112

ÍNDICE DE TABLAS.

4.12. Colombia. Estimación y análisis de significancia estadística de los modelos de razón correlación, mediante la técnica de mínimos cuadrados ponderados por la dispersión poblacional departamental.	116
4.13. Colombia. Estimación y análisis de significancia estadística de los modelos de tasa correlación, mediante la técnica de mínimos cuadrados ponderados por la dispersión poblacional departamental.	119
4.14. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: matrículas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	120
4.15. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matrículas a secundaria; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	121
4.16. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matrículas totales; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	122
4.17. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	125
4.18. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: matrículas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	130
4.19. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matrículas a secundaria; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	131
4.20. Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matrículas totales; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	132
4.21. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	134
B.1. Colombia. Matriculados en educación básica primaria por departamento. 1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.	153
B.2. Colombia. Matriculados en educación preescolar por departamento. 1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.	154

B.3. Colombia. Matriculados en educación media y secundaria por departamento. 1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.	155
B.4. Colombia. Defunciones por departamento. 1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.003-2.005.	156
B.5. Colombia. Nacimientos por departamento. 1.984-1.987, 1.992-1.994 y 2.003-2.005.	157
B.6. Colombia. Votación para el Senado por departamento. 1.982-1.986, 1.991-2.006.	158
B.7. Colombia. Votación para la Presidencia por departamento. 1.982-1.986, 1.994-2.006.	159
D.1. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación preescolar. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	181
D.2. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación básica primaria. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	182
D.3. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación secundaria y media. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	183
D.4. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación básica y media. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	184
D.5. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación preescolar y primaria. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	185
D.6. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	186
D.7. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de defunciones. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	187
D.8. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de nacimientos. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	188
D.9. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de crecimiento natural. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	189
D.10. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de hechos demográficos. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	190
D.11. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de votación para el Senado de la República. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	191

ÍNDICE DE TABLAS.

D.12. Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de votación para la Presidencia de la República. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.	192
---	-----

Índice de gráficas.

1.1. Estimación poblacional en áreas menores. Clasificación de los tipos de proyección.	3
1.2. Colombia. División político administrativa según departamentos. 2.007.	7
1.3. La variable tiempo en la elaboración de proyecciones poblacionales apoyadas en indicadores sintomáticos.	10
1.4. Clasificación de los indicadores en Colombia.	13
2.1. Estimación poblacional mediante modelos de variables sintomáticas. Línea cronológica del desarrollo teórico a nivel mundial. 1.911-2.007.	25
2.2. Estimación poblacional mediante modelos de variables sintomáticas. Línea cronológica de las aplicaciones encontradas, contrastando Colombia con el resto de países de América Latina 1.997-2.007.	31
2.3. Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de modelos y variables utilizadas.	34
2.4. Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de años de base, métodos de validación y período proyectado.	37
3.1. Diagrama del plan de análisis utilizado en esta investigación.	44
3.2. Colombia. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.	56
3.3. Santander. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.	57
3.4. La Guajira. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.	58
4.1. Colombia. Tasas de participación departamental en el total del volumen poblacional. 1985 y 1.993.	92

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

4.2. Colombia. Mapa del cambio poblacional departamental 1985-1.993. . . .	93
4.3. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal	103
4.4. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	108
4.5. Colombia. Dispersión poblacional departamental. 1993.	114
4.6. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	127
4.7. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de correlación razón, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	128
4.8. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de correlación razón, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	129
4.9. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	135
4.10. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	136
4.11. Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.	137
C.1. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación preescolar. 1985 y 1.993.	162
C.2. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matriculas en educación preescolar. 1985-1.993.	163

C.3. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación básica primaria. 1985-1.993.	164
C.4. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matriculas en educación básica primaria 1985-1.993.	165
C.5. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación básica secundaria. 1985 y 1.993.	167
C.6. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matriculas en educación básica secundaria 1985-1.993.	168
C.7. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de defunciones. 1985 y 1.993.	170
C.8. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de defunciones 1985-1.993.	171
C.9. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de nacimientos. 1985 y 1.993.	173
C.10. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de nacimientos 1985-1.993.	174
C.11. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de la votación votación para la Presidencia. 1.985 y 1.993.	175
C.12. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el volumen de votación para la Presidencia 1985-1.993.	176
C.13. Colombia. Tasas de participación departamental en el total de la votación para el Senado. 1.985 y 1.993.	178
C.14. Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el volumen de votación para el Senado 1985-1.993.	179

Introducción.

Las proyecciones poblacionales constituyen un tema de estudio recurrente dentro de la ciencia demográfica. Su importancia radica en que a partir de ellas, se hace posible la construcción y visualización de los futuros escenarios acerca del volumen y distribución de una población en particular, mediante la identificación de las tendencias históricas registradas más recientemente.

Conocer las tendencias de evolución del volumen y distribución poblacional, permite incorporar estos factores en la planificación del desarrollo de la población como conglomerado, atendiendo a los posibles requerimientos futuros en materias como salud, vivienda y educación; así como para la planificación de actividades económicas y sociales, que involucren la población como objeto o como sujeto.

De esta manera, las proyecciones poblacionales constituyen insumos fundamentales para la adecuada formulación, implementación, administración, seguimiento y evaluación de programas, planes y políticas, que involucren poblaciones, con un carácter regional o local y bajo un horizonte de pronósticos a corto, mediano y largo plazo.

Así, en los últimos años las proyecciones se han venido posicionado como una de las fuentes de información más extensamente consultadas y utilizadas para los más diversos fines, tales como: la planeación y seguimiento de procesos de descentralización fiscal y administrativa en los sectores público y privado; la construcción de indicadores de línea de base relativos a situaciones, problemas y condiciones de la población, en fenómenos tales como el desplazamiento forzado, la pobreza, la exclusión social y la violencia; la elaboración de modelos prospectivos, para determinar posibles requerimientos futuros de segmentos poblacionales específicos, tales como población infantil, población en edad de trabajar y la población de 60 años y más; y el establecimiento de la proporción de población posiblemente afectada, al presentarse desastres originados en factores de orden natural.

En nuestro país, las proyecciones poblacionales oficiales son elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), a partir de los datos arrojados por los Censos de Población y Vivienda. Sobre esta materia cabe señalar que lo corriente es que las proyecciones de población para el total del país se realicen a partir del **método de las componentes**, modelo en el cual el cambio en el volumen de una población esta definido por la dinámica de los componentes demográficos de

la población, esto es a partir de construcciones de lo que podrían ser las tendencias de la evolución de los factores que modifican de forma directa el volumen poblacional, como lo son: la fecundidad, la mortalidad y las migraciones internacionales e internas y considerando el comportamiento de dichas tendencias en términos del sexo y la edad. Los últimos años censales fueron 1.985, 1.993 y 2.005.

Sin embargo, la utilización de la metodología de los componentes no es aplicable en todos los casos, particularmente cuando se trata de las unidades político administrativas más pequeñas en donde pueden presentarse, entre otros, los siguientes inconvenientes: i.) Baja confiabilidad de información relativa a los componentes de la dinámica demográfica; ii.) Imposibilidad de formulación de hipótesis seguras para el mediano y a largo plazo debido a una alta dependencia de factores socio políticos en el comportamiento y valores asumidos por los componentes demográficos; iii.) Información aceptable en cuanto a confiabilidad, pero incompleta, es decir la existencia de áreas o segmentos poblacionales específicos donde no se dispone de información sobre los componentes demográficos; iv.) Dinámica demográfica cambiante, evidenciada en que los hechos demográficos (nacimientos, defunciones, cambios de residencia habitual) varían significativamente de un período de tiempo a otro; v.) Hechos demográficos con frecuencias demasiado bajas, o incluso nulas para determinados períodos de tiempo, lo cual dificulta y disminuye la efectividad de los pronósticos realizados por el método de componentes.

Lo anterior, hace que metodologías demográficas tradicionales para analizar tendencias históricas de la dinámica demográfica, como el método de componentes, resulten inapropiadas cuando se presentan los casos referidos y aún más cuando la demanda de información sobre perspectivas de población se refiere a características sin restricciones de contigüidad geográfica y diferentes del sexo y la edad, características donde prácticamente no existe información de base para la aplicación de metodologías de componentes, o el costo de obtención es muy alto y la confiabilidad de los datos baja.

De esta forma, se parte de una situación en cual la formulación e implementación de modelos del cambio en el volumen y distribución poblacional a través del tiempo, debe ser enfrentada a partir del desarrollo y aplicación de métodos alternativos al de componentes, apoyados en factores que si bien no consideran la dinámica de los componentes demográficos, posibilitan la construcción de escenarios y la generación de la información requerida para la preparación de los planes y procesos de planificación en general.

Como afirma Rincón (1.997), *la intensa demanda de datos sobre la población futura hace de las proyecciones una tarea fundamental y por ese mismo motivo se justifican los esfuerzos que se hacen para elaborar modelos particulares que se adecuen al desarrollo de la investigación demográfica, a la disponibilidad de información básica así como también a las facilidades y potencialidades tecnológicas del momento.*

Dentro de esta búsqueda de alternativas metodológicas a la elaboración de proyecciones poblacionales por el método de componentes, un conjunto de modelos y metodologías denominados **proyecciones poblacionales apoyadas en variables sintomáticas del cambio poblacional a través del tiempo**, han venido tomando fuerza en los últimos años, en particular para poder modelar y considerar la situación que se

genera a partir de los procesos de creación de nuevas entidades territoriales, la segregación que ello conlleva y, en todo caso, por los cambios súbitos que se producen en estas divisiones geográficas a raíz de los movimientos migratorios y desplazamientos de población. Así, la aplicación de estas metodologías alternativas en los países de América Latina, ha tenido un auge particular en los últimos años.

Lo que se pretende en este estudio, es verificar la aplicabilidad de las metodologías de variables sintomáticas para reconstruir la serie estadística cronológica de los censos poblacionales a nivel departamental en Colombia y para proyectar valores futuros del cambio poblacional departamental anual, tomando como base la información aportada por los Censos de Población y Vivienda de Colombia en los años 1.985 y 1.993 y las fuentes de información sintomática mejor calificadas en términos de: disponibilidad de la información; confiabilidad de los datos; validez; sensibilidad, relevancia y suficiencia para medir los cambios poblacionales; y, estabilidad en definiciones de conceptos y métodos de recolección.

Tal como afirma González (2.002): *Con este tipo de estudio, se propone el abordaje teórico-práctico de las posibilidades de aplicación de los conocimientos y técnicas demográficas a la proyección de poblaciones de menor magnitud.* No obstante, al evaluar la posibilidad de aplicación de las metodologías, no se están desconociendo las experiencias exitosas en otros países como Costa Rica, EE. UU., Chile, Canadá y Brasil, sino que más bien se reconoce que nuestro país tiene unas especificidades y características propias que hacen que la aplicación concreta deba ser estudiada, replicada y en general, ser objeto de seguimiento y evaluación.

Objetivos de la investigación.

Objetivo General.

- Constatar la aplicabilidad de los modelos de variables sintomáticas para la proyección del cambio poblacional en los departamentos de Colombia, a partir de la evaluación de las fuentes de información y de la medición de capacidad de predicción de los modelos, para el pronóstico de la distribución poblacional de los departamentos de Colombia en el año 2.005.

Objetivos específicos:

- Determinar cuáles son las fuentes de información sintomática del volumen poblacional y del cambio en dicho volumen a través del tiempo, a nivel departamental en Colombia, con información disponible para 1.985, 1.993 y 2.005.
- Evaluar las fuentes de información sintomática disponibles a nivel departamental, con respecto a su sensibilidad, validez, pertinencia y facilidad de obtención.
- Divulgar los fundamentos teóricos, supuestos y formas de aplicación de los modelos de proyección poblacional que se apoyan en la utilización de variables

sintomáticas y promover el debate sobre su utilización para la estimación de población en áreas menores en Colombia.

- Evaluar y analizar la precisión de las proyecciones departamentales de cuatro de las metodologías más trabajadas en el contexto de experiencias similares en América Latina: razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación, con respecto a los resultados del censo poblacional de Colombia del año 2.005.
- Recomendar los modelos y los indicadores sintomáticos más apropiados en el contexto nacional para la realización de las estimaciones poblacionales a nivel departamental.

Contenidos: partes y capítulos.

La estructura del trabajo esta organizada de la siguiente forma:

En esta introducción, se realiza un resumen del enfoque predominante en el trabajo, se presenta el orden lógico en el cual fue organizado y se enuncian los objetivos que se pretenden conseguir con la investigación. La exposición en términos generales esta sustentada en manifestar la necesidad de explorar alternativas al método de componentes para proyecciones a nivel de subpoblaciones.

En el primer capítulo, se realiza la presentación de algunos conceptos fundamentales para la comprensión de los siguientes capítulos, para de esta forma evitar ambigüedades, dobles significados o problemas relacionados con una mala definición de términos, se definen: proyecciones poblacionales y clasificaciones de métodos de proyección, se realiza una breve exposición de los principales objetivos y usos al elaborar unas proyecciones poblacionales, se definen áreas menores, variables e indicadores sintomáticos del cambio poblacional, se examina la representación de la variable tiempo cronológico en la elaboración de unas proyecciones poblacionales y se realizan una serie de consideraciones sobre el papel de los modelos en la realización de proyecciones poblacionales mediante indicadores sintomáticos. La mayoría de conceptos introducidos corresponden a elaboraciones propias, con base en lo encontrado en la literatura consultada sobre el tema, pues se considera de vital importancia hacer énfasis en el establecimiento de un lenguaje propio y univoco referente a los modelos sintomáticos.

En el segundo capítulo, se presenta un breve recorrido sobre el desarrollo histórico de las metodologías y aplicaciones relacionadas con variables sintomáticas del volumen poblacional, donde vale la pena resaltar que a partir de este capítulo y en adelante se intenta seguir un orden cronológico en la presentación y el análisis de los resultados de las investigaciones encontradas, para posteriormente pasar a la comparación entre investigaciones teniendo en cuenta los diferentes enfoques de investigación, supuestos y el desarrollo de la discusión como tal, con los acuerdos y desacuerdos que a nivel metodológico se han dado a nivel mundial y haciendo un análisis pormenorizado para el caso de aplicaciones en América Latina y Colombia, pues estas constituyen el referente más cercano a este estudio.

INTRODUCCION.

En el tercer capítulo, se presentan los materiales y métodos que se utilizan en el desarrollo de la investigación, se realiza un resumen de la estrategia analítica utilizada en la investigación; se describe en términos generales las fuentes de información encontradas y el proceso de selección de las variables sintomáticas que posteriormente intervienen en la formulación del modelo de proyección; se realiza la presentación y formulación de los indicadores asociados a las variables seleccionadas como sintomáticas del cambio en el volumen poblacional; se realiza una breve descripción de las principales características de los modelos lineales utilizados, se ilustran los modelos mediante ejemplos, se presentan las medidas estadísticas utilizadas para verificar el adecuado ajuste de los datos a lo encontrado en los censos poblacionales y la capacidad de predicción de los modelos utilizados; y finalmente, se realiza una reseña del software utilizado en el desarrollo del trabajo.

En el cuarto capítulo, se describen las principales características del cambio poblacional departamental en Colombia de acuerdo a los resultados de los censos de población; se realizan análisis estadísticos de regresión múltiple, correspondientes a los modelos de correlación razón y tasa correlación; se elaboran proyecciones poblacionales a nivel departamental para cada uno de los modelos contrastados (razón censal, diferencia de tasas, correlación razón y tasa correlación) y se examina la precisión de los resultados de los cuatro modelos evaluados, con respecto al censo poblacional del año 2.005.

En el quinto capítulo, se formulan las conclusiones en cuanto a las metodologías estudiadas y aplicadas y en cuanto a las fuentes de información evaluadas, así como las recomendaciones para la recolección de información en el marco de elaboración de proyecciones poblacionales mediante métodos indirectos, recomendaciones para seguir aplicando y explorando nuevas metodologías de proyección y en cuanto a futuros temas de investigación.

Finalmente, se presenta un listado de los documentos revisados para el desarrollo de la investigación y se presenta una serie de anexos distribuidos en cuatro grandes temas: i.) La exposición en términos matemáticos de la teoría de regresión lineal, ii.) Los datos básicos de cada variable sintomática utilizados para el cálculo de promedios centrados en los años censales por departamento, iii.) El análisis descriptivo del cambio departamental en la distribución de las variables sintomáticas utilizadas en los modelos de proyección registrado entre 1.985 y 1.993 y iv.) Las fichas técnicas de los indicadores sintomáticos utilizados.

Elementos teóricos básicos de las proyecciones poblacionales en áreas menores.

Para comenzar la exposición sobre el tema de proyecciones poblacionales en áreas menores apoyadas en indicadores sintomáticos del cambio poblacional a través del tiempo, es necesario introducir una serie de conceptos, básicos para la comprensión de los hallazgos del estudio; es así como en este capítulo, se definen proyecciones poblacionales, áreas menores, variables sintomáticas, indicadores sintomáticos, objetivos y usos de las proyecciones poblacionales y se examina el papel de la variable tiempo y de los modelos en general en el marco de la realización de unas proyecciones poblacionales.

Lo anterior, nos permite posicionar el presente estudio dentro del abanico de posibilidades de investigación que se presentan dentro de la categoría de análisis denominada proyecciones poblacionales, lo cual a su vez permite diferenciar esta investigación de estudios anteriores sobre el tema de proyecciones, así como resaltar las principales finalidades, grado de interés, relevancia y la pertinencia, del estudio de alternativas metodológicas para la elaboración de este tipo de proyecciones, algunas de las cuales se presentarán y discutirán en detalle en capítulos posteriores.

1.1. El concepto de proyecciones de población y una clasificación de los métodos de proyección.

Como primera medida, conviene puntualizar el significado de proyecciones poblacionales. Según el Diccionario Demográfico Multilingüe (1.985) proyección poblacional es: *el conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de una población, partiendo usualmente de ciertos supuestos con respecto al curso que seguirá la fecundidad, la mortalidad y las migraciones. Por lo general se trata de*

1.1. EL CONCEPTO DE PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y UNA CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN.

cálculos formales que muestran el efecto de los supuestos adoptados. Una previsión demográfica o proyección predictiva es una proyección basada en hipótesis muy probables sobre el comportamiento futuro de los fenómenos demográficos.

La anterior definición reconoce la existencia de varias formas de abordar la tarea de realizar proyecciones poblacionales, pero de igual manera recalca que las proyecciones poblacionales usualmente se apoyan en supuestos sobre los fenómenos que afectan directamente la cantidad de efectivos de una población: la fecundidad, la mortalidad y las migraciones.

Conviene aclarar que se han planteado diversas alternativas para poder elaborar escenarios que permitan visualizar posibles horizontes de desarrollo de las áreas menores constitutivas de un área mayor para la cual ya se dispone de proyecciones poblacionales. Esto en la medida que no siempre es posible la aplicación del método de componentes, por datos insuficientes, porque no se ha recopilado la información de nacimientos, defunciones y/o migración, porque los datos son incompletos, o por presentar frecuencias demasiado bajas en dichas variables.

En este punto es necesario tener en cuenta que tal como afirma Flórez (1.989): *El rango de métodos aplicables a proyecciones subnacionales es mucho más extenso que para proyecciones nacionales. Sin embargo, ningún método ha dado consistentemente los mejores resultados. El desarrollo, evaluación y aplicación de nuevos métodos para proyectar población en áreas menores, es de gran importancia, más aún en el caso colombiano, en el cual hemos visto que se acrecienta la necesidad de estimar y proyectar la población por regiones y municipios. Sin embargo, no debemos olvidar que las proyecciones de población siempre incluyen un elemento de incertidumbre, que es aún mayor cuando se refieren a una subdivisión geográfica de un país y particularmente a áreas menores.*

Entre las alternativas para elaboración de proyecciones subnacionales se cuentan: a.) El ajuste de modelos estadístico-matemáticos donde el volumen poblacional se asume como una función del tiempo con modelos de tipo logístico, exponencial, geométrico, aritmético, o potencial; b.) El levantamiento de información por medio de métodos de muestreo con la consecuente la aplicación de los factores de expansión para concluir sobre la población total; y c.) La combinación de fuentes de información de diversos tipo para establecer cotas o límites al volumen poblacional en áreas menores (Gráfica 1.1).

En cuanto a los modelos matemáticos donde el cambio en el volumen poblacional es función del tiempo, se puede decir que su gran difusión se debe a que son de fácil aplicación y comprensión, requieren poca información de base, poco tiempo de procesamiento y son sencillos de implementar en una hoja de cálculo.

Sin embargo, es necesario considerar que los modelos del volumen poblacional que utilizan como único factor explicativo el tiempo cronológico, presentan grandes desventajas respecto a los otros métodos, pues no consideran en sus resultados el comportamiento de los hechos demográficos (nacimientos, defunciones, cambios de residencia habitual), como tampoco los cambios de tipo político, económico, social, cultural, etc. que pueden darse en un cierto lapso de tiempo, aún cuando dichos cambios han ocurrido y han sido observados y establecidos sus efectos cuando se logra la

Gráfica 1.1: Estimación poblacional en áreas menores. Clasificación de los tipos de proyección.

realización de un nuevo censo; lo cual en conjunto, puede calificarse como una sobresimplificación de la realidad por parte de este tipo de modelos.

Además, los resultados de los modelos donde el volumen poblacional es función únicamente del tiempo, sólo son satisfactorios a corto plazo y no son muy eficientes cuando se trata de elaborar una proyección para un conjunto de subpoblaciones.

Referente a los métodos para recolectar información por medio de muestreo, se puede destacar que también han tenido un auge en las últimas dos décadas, sobretudo en los países con mayor desarrollo económico e investigativo, pero la limitación de la aplicación de estos métodos en otros países, esta dada precisamente porque se requiere una gran inversión en términos económicos, en cuanto a infraestructura y en tiempo para lograr tener una imagen satisfactoria de la realidad en un momento del tiempo. Además, sin la aplicación de modelos, en el mejor de los casos puede dar una buena fotografía de la realidad actual, pues el solo muestreo no permite la visualización de escenarios futuros.

Es por esto que, en el presente trabajo, se parte del tercer tipo de modelo enunciado, es decir, la combinación de fuentes de información ya no solo para establecer cotas al volumen poblacional, sino también para dar una estimación puntual del mismo, apoyándose en la información aportada principalmente por registros de tipo administrativo, que si bien no son planteados con el objetivo de dar cuenta de los cambios demográficos al interior de las áreas menores, si permiten tener una idea de los cambios recientes en las tendencias de la dinámica demográfica.

Para el lector interesado en una revisión de las técnicas de proyección de población de áreas menores, que corresponden a métodos matemáticos de extrapolación del volumen poblacional, en función de la variable tiempo, se puede consultar María del

1.2. OBJETIVOS Y USOS DE LAS PROYECCIONES POBLACIONALES.

Pilar Granados (1.986); y de la misma forma, para una revisión de los métodos que corresponden a muestreo de áreas, puede consultarse Rao (1.994 y 2.003).

1.2. Objetivos y usos de las proyecciones poblacionales.

La preparación de las proyecciones poblacionales de un país o región en particular, pueden tener varios propósitos, pero en líneas generales, la labor en este campo esta orientada a:

- Obtener estimaciones básicas sobre la población futura, útiles para el análisis demográfico o como elementos indispensables para otros cálculos demográficos.
- Comprender en forma estructural, el comportamiento del cambio en el volumen poblacional, de acuerdo a lo encontrado en los censos poblacionales, encuestas por muestreo, los registros de estadísticas vitales y otros tipos de registros administrativos.
- Servir de medio para la construcción de situaciones teóricas simuladas, de mantenerse constantes los factores que inciden o son reflejo del cambio en el volumen poblacional.
- Determinar las condiciones a partir de las cuales se puede alcanzar un cierto cambio en el volumen poblacional, que se considera óptimo para los objetivos de desarrollo trazados para la población como conglomerado.
- Evaluar la factibilidad de ejecutar ciertas propuestas sobre políticas de población, evaluar los posibles impactos de las mismas y sus consecuencias sobre el tamaño, composición y distribución de la población.

Por tales razones, las proyecciones poblacionales, cada vez más, son utilizadas como información estratégica para la formulación de políticas específicas en los campos económico, educativo y social y en general para la preparación y elaboración de proyectos de investigación científica:

En el campo económico se pueden utilizar para planificar la construcción de grandes obras de infraestructura en el mediano y largo plazo: alcantarillado, vías, sistema de redes y transporte; para determinar la demanda potencial por un determinado bien o servicio; para focalizar y localizar los centros comerciales y centrales de servicio; así como para orientar las características de volúmenes y la localización de los bienes producidos (determinar que se produce, cuanto se produce y para quien se produce).

En el campo de la planeación de la educación en sus distintos niveles: el número de centros educativos de acuerdo a la demanda potencial de colegios y universidades, el número de maestros por centro educativo, y la dotación e infraestructura necesarias para el sostenimiento de dichos centros.

En el campo social, permiten discriminar en términos cuantitativos las desigualdades e inequidades al interior del país, de cada región y cada municipio; lo cual es básico

CAPÍTULO 1. ELEMENTOS TEÓRICOS BÁSICOS DE LAS PROYECCIONES POBLACIONALES EN ÁREAS MENORES.

para determinar los focos de atención en la formulación de políticas públicas y distribución de recursos económicos y además son la información oficial que es utilizada por diversos organismos para los programas de apoyo o cooperación orientadas a la solución o mitigación de las principales problemáticas de nuestro país por parte de entidades y organizaciones como el Banco Mundial, la Organización Panamericana de la Salud, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, La Comisión Económica para América Latina, el Fondo de Población de las Naciones Unidas y otros centros de investigación.

En el campo de la salud, permiten estimar el potencial número de personas que llegarían a ser cubiertos por los sistemas de seguridad social, el número y tipo de instalaciones (hospitales, clínicas, centros de salud), necesarios para brindar estos servicios. Asimismo, permiten estimar tasas de cobertura, a partir del número de afiliados.

En cuanto a la preparación de proyectos de investigación científica, las proyecciones se constituyen en los referentes por excelencia del volumen y distribución poblacional a diversos niveles de desagregación geográfica; que sirven para el cálculo de los factores que permiten expandir las muestras de cualquier investigación que sea realizada bajo la técnica de encuestas probabilísticas por muestreo y sirven como soporte de planificación de operativos de campo de censos o de encuestas.

Asimismo, las proyecciones poblacionales a nivel regional y local, en los campos jurídico y político, constituyen un instrumento para gestionar el cumplimiento a las diferentes leyes, decretos, normas constitucionales orientadas a brindar apoyo y focalizar recursos de diversos grupos poblacionales, además de ser utilizadas en la planificación de operativos electorales. Constituyen un soporte para la aplicación de la Ley 617 de 2.000, la Ley 715 de Diciembre de 2.001 y el Decreto reglamentario 159 de enero de 2.002, en donde se ratifica que el DANE debe suministrar la información sobre población total del país, por municipios, distritos y corregimientos departamentales la cual será utilizada para la categorización municipal, para la Distribución de los Recursos de la Participación de Propósito General, para la Distribución de los Recursos del Sistema General de Participaciones para Salud y para la Distribución de los Recursos del Sistema General de Participaciones para Educación.

Así, los requerimientos de información no se restringen al total del volumen poblacional y el cambio del mismo a través del tiempo, sino que también incluyen totales, razones y proporciones relacionados con características de las poblaciones organizadas sobre diversos niveles de desagregación territorial (regional, departamental, municipal) y de otros ordenes (fundamentalmente con respecto a la edad y el sexo de los individuos que conforman la población).

Además, como señala Rincón (1.997), *los requerimientos de cifras y datos sobre la población futura son enormes y crecientes, pero también, han mejorado las posibilidades y la capacidad para su preparación.* De esta manera, los avances metodológicos y el desarrollo de las actividades de investigación demográfica ha significado un gran progreso en el conocimiento del comportamiento del volumen y distribución de la población; y entonces es necesario realizar, divulgar y fomentar el estudio de los modelos sintomáticos como una alternativa viable para la elaboración de proyecciones

1.3. LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN EN ÁREAS MENORES, COMO MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PROYECCIONES DE ÁREAS MAYORES.

aprovechando los recursos humanos y tecnológicos descritos.

1.3. Las proyecciones de población en áreas menores, como método de distribución de las proyecciones de áreas mayores.

El concepto de áreas menores en el marco de la elaboración y análisis de unas proyecciones poblacionales, hace referencia a unidades que cumplen las siguientes condiciones:

- I. Unidades de tipo político-administrativo, geográfico, o en general perfectamente discriminables respecto a un criterio de tipo categórico, que no se traslapan, por lo cual ningún individuo pertenece a dos unidades distintas simultáneamente.

Si se trata de áreas geográficas, se pueden tener variadas dimensiones, pueden ser departamentos, municipios, áreas metropolitanas, pequeñas localidades, ciudades, partes de una ciudad o sectores de tamaño aún más reducido. Si se trata de otras unidades de tipo categórico, estas pueden ser sexo, edad, estado civil, ocupación, estrato socioeconómico, etc.

- II. La unión de todas las áreas menores, da como resultado el área mayor.

En el caso de Colombia, la unidad mayor sería el país, las unidades menores de primer orden con respecto al país de acuerdo a un criterio de tipo político-administrativo serían los departamentos y de igual forma las unidades menores de segundo orden con respecto al país de acuerdo a un criterio de tipo político-administrativo serían los municipios; o visto de otra forma, los municipios corresponden a áreas menores de primer orden de los departamentos a los que pertenecen.

En esta investigación, se trabaja básicamente la división de Colombia en departamentos, lo cual corresponde a una clasificación con criterios geográficos y político-administrativos (Gráfica 1.2).

A continuación se precisa la definición de departamento utilizada en la investigación.

De acuerdo con el Artículo 298 de la actual Constitución Política de Colombia de 1.991, un departamento es una entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes.

No obstante, cabe resaltar que la definición y conformación de departamentos en Colombia, no ha sido la misma siempre, sino que a lo largo del tiempo, la misma

CAPÍTULO 1. ELEMENTOS TEÓRICOS BÁSICOS DE LAS PROYECCIONES POBLACIONALES EN ÁREAS MENORES.

Gráfica 1.2: Colombia. División político administrativa según departamentos. 2.007.

1.4. EL ESTUDIO DEL TIEMPO CRONOLÓGICO EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES EN ÁREAS MENORES.

división política de nuestro país ha sido sujeto de cambios en su conformación a nivel departamental; así que esta es la oportunidad para recalcar la importancia del desarrollo y aplicación de metodologías de proyección que sean robustas a este tipo de cambios, como es el caso de las metodologías basadas en indicadores sintomáticos.

En la tabla 1.3, se presenta un resumen de la evolución de la división político-administrativa de nuestro país.

Entidad	1.953	1.954	1.960	1.964	1.967	1.970	1.983	2.007
Departamentos	16	16	17	18	22	22	23	32
Intendencias	3	3	4	3	3	4	4	0
Comisaría	7	5	4	5	5	4	5	0

Tabla 1.1: Colombia. Resumen de la evolución de la división político-administrativa de 1.953 a 2.007.

Finalmente, no obstante las bondades de considerar proyecciones poblacionales de áreas menores como distribución de la proyección realizada en un área mayor que las contiene, conviene realizar las siguientes advertencias y consideraciones acerca de las proyecciones poblacionales en áreas menores a partir de lo expresado por Duschene (1.989), que son válidas en el presente estudio:

- La aplicación de este tipo de metodologías resulta inapropiada cuando se desean realizar proyecciones para sólo algunas partes o subdivisiones del área geográfica mayor, es recomendable utilizarlas para todos los elementos de una partición del área mayor, es decir los elementos que al unirlos den como resultado el área mayor.
- Aunque las metodologías pueden utilizarse para áreas con un número bajo de habitantes, es recomendable realizar un análisis cuidadoso de las estimaciones derivadas de los métodos ya que se podrían obtener en algunos casos resultados poco satisfactorios por efecto del volumen de las poblaciones de estudio.

1.4. El estudio del tiempo cronológico en la elaboración de proyecciones en áreas menores.

La consideración del tiempo cronológico como una variable fundamental en la elaboración de proyecciones poblacionales, obedece precisamente a que las proyecciones se refieren a perspectivas de lo que puede ser el volumen y la distribución territorial de la población en un futuro.

En este punto es importante dejar en claro, que la variable tiempo, no es la que influye de una manera directa en el crecimiento o decrecimiento poblacional, sino que son los acontecimientos históricos o sociales los que determinan cambios no previstos en la dinámica poblacional.

CAPÍTULO 1. ELEMENTOS TEÓRICOS BÁSICOS DE LAS PROYECCIONES POBLACIONALES EN ÁREAS MENORES.

Adicionalmente, se precisa que dentro del presente estudio, los datos sobre el volumen poblacional en áreas menores pueden clasificarse en términos generales como referidos a cuatro períodos específicos de tiempo:

1. El período anterior a la realización del antepenúltimo censo poblacional con resultados consolidados a nivel de todas las áreas menores de interés. Para el caso de estudio el período anterior al Censo de 1.985, o dicho de otra forma los años anteriores a 1.985.
2. El período transcurrido entre el año de realización del antepenúltimo censo poblacional y el año de realización del penúltimo censo poblacional con resultados consolidados a nivel de todas las áreas menores de interés. Para el caso de estudio el período comprendido entre el Censo de 1.985 y el Censo de 1.993, incluyendo los años extremos, 1.993 y 1.985.
3. El período transcurrido entre el año posterior a la realización del penúltimo censo poblacional consolidado a nivel de áreas menores y el último año de realización de un censo poblacional, año para el cual además, se disponen datos consolidados del conjunto de registros administrativos que son insumo para la elaboración de las proyecciones. Para el caso de estudio el período comprendido entre el Censo de 1.993 y el Censo de 2.005.
4. Y finalmente el período de tiempo posterior al último año de realización de un censo poblacional, para el cual se disponen datos consolidados del conjunto de registros administrativos que son insumo para la elaboración de las proyecciones, en nuestro caso el período posterior al año 2.005.

Donde cabe destacar que los numerales 2 y 3, corresponden a lo que en la literatura se denomina período intercensal y el numeral 4, corresponde a lo que se denomina en la literatura demográfica como período postcensal (Gráfica 1.3).

También se observa que dentro del esquema de clasificación propuesto, sobre el período de referencia de los datos sobre volumen poblacional, se hace un énfasis especial en la disponibilidad de datos consolidados de variables sintomáticas del cambio poblacional a través del tiempo, pues precisamente una crítica que se ha realizado a las proyecciones para algunas áreas menores, es que desconocen algunos de los cambios de tipo cualitativo y cuantitativo que son evidentes en los registros de tipo administrativo como las matrículas escolares, el número de electores, las edificaciones de vivienda, o en Colombia el mismo SISBEN y que al momento de realizar las proyecciones por el método de componentes, no fue posible visualizarlos a partir de los datos referentes a nacimientos, defunciones y cambios de residencia habitual, que se encontraban disponibles.

Con respecto a esto, es importante destacar que si bien esa es una debilidad, ha empezado a tomar cuerpo la posibilidad de hacer uso de ese tipo de información, para la actualización y verificación de consistencia de las proyecciones poblacionales.

Tal como afirma Chávez (2.003): *para los años censales y mediante el conteo directo de los residentes se pueden llegar a tener estimaciones de mucha precisión; pero durante*

1.4. EL ESTUDIO DEL TIEMPO CRONOLÓGICO EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES EN ÁREAS MENORES.

Gráfica 1.3: La variable tiempo en la elaboración de proyecciones poblacionales apoyadas en indicadores sintomáticos.

el período postcensal, resulta sumamente difícil encontrar cifras sobre población de alta calidad.

Además, el grado de incertidumbre de unas proyecciones es mayor a medida que el horizonte de predicción es más amplio, es decir que a largo plazo las proyecciones en general tienden a ser menos confiables porque están muy alejadas temporalmente del punto de referencia obligatorio que son las cifras obtenidas en un censo.

Así, ante la necesidad de contar con estimaciones de población con un alto grado de precisión y credibilidad, para áreas administrativas menores en los periodos postcensales, se ha planteado la posibilidad de recolectar, procesar, diseñar y administrar bases de datos con variables altamente correlacionadas con el cambio poblacional a través del tiempo como una alternativa simple para producir estimaciones indirectas mediante la construcción, validación y utilización de modelos estadístico - matemáticos que relacionen el cambios cuantitativos del volumen poblacional con el cambio observado en la magnitud de variables sintomáticas a través del tiempo.

En este punto, se quiere recalcar la diferencia entre la clasificación de los periodos de tiempo según la disponibilidad de datos para la formulación del modelo sintomático del cambio en el volumen poblacional, que son los que se presentaron anteriormente y los tipos de proyección de acuerdo al horizonte de tiempo fijado para la realización de proyecciones, que son tomados de Rincón (1.997) y se listan a continuación:

- **Proyecciones de corto plazo:** *se pueden considerar como tales a las estimaciones de población que cubren periodos muy cortos, en general, no más allá de 5 años. Si se apoyan en el conocimiento adecuado de las condiciones demográficas más recientes, dado que los supuestos que se hacen difícilmente estarán lejos de la realidad, los resultados sin duda pueden considerarse como fidedignos. Este*

tipo de proyecciones son utilizadas para la elaboración de planes quinquenales o similares.

- **Proyecciones de mediano plazo:** *en este caso se refiere a las perspectivas que se elaboran para un período de hasta 10 o 15 años. Por su extensión presentan menos confiabilidad que las de corto plazo aunque reflejan las tendencias generales de la dinámica poblacional. Su utilidad estriba en que proporcionan los elementos para la formulación de proyectos globales de desarrollo, tales como construcción de obras de infraestructura, formación de maestros, capacitación de recursos humano, construcción de aulas, redes de servicios y hospitales.*
- **Proyecciones de largo plazo:** *Se consideran en este caso a las proyecciones con las cuales se busca cubrir períodos de 15 o más años. Su importancia y utilidad está asociada a la formulación, análisis e interpretación de medidas o políticas demográficas; los esfuerzos y acciones para influir las tendencias demográficas requieren tiempo para que surtan efecto y una vez que han actuado su influencia tiende a hacerse permanente.*

1.5. Sobre la teoría de indicadores y de indicadores sintomáticos del cambio poblacional a través del tiempo.

El término indicador tradicionalmente se ha asociado con el uso de técnicas cuantitativas, en el marco de evaluaciones realizadas a proyectos, planes y políticas, donde el objetivo es verificar el cumplimiento de algunas metas específicas planteadas por los encargados de la formulación de los mismos. No obstante y a pesar que la anterior definición ha venido haciendo carrera en nuestro medio, los indicadores pueden ser vistos de una forma más global, como *instrumentos ligados a la operacionalización de conceptos* (Merton, 1.989), que aportan al dar señales de la evolución de un fenómeno.

Ahora, a partir de los objetivos que se tengan en una determinada investigación, o proceso de evaluación, es necesario dar una definición específica de indicador, más allá de la citada operacionalización de conceptos, a tal punto que Carmona (1.977), afirmó que *para cada autor, corresponde una definición de indicador.*

Asimismo, es importante destacar que existen distintas clasificaciones de indicadores, fundamentalmente dentro de los campos social, económico y ambiental; entre las cuales esta la propuesta de Vos (1.993), que en el marco de indicadores de tipo social, divide estos en indicadores de insumo, indicadores de acceso, e indicadores de resultado; la propuesta de Quintero (1.998), en el marco de sistemas de seguimiento y evaluación, que clasifica los indicadores como indicadores de contexto, de logro y de gestión; las clasificaciones de tipo causal, como la Presión - Estado - Respuesta (OECD, 1.993), en el marco de indicadores ambientales; y otros tipos de clasificación, como objetivos - subjetivos, simples - compuestos, macro - micro y sincrónicos - a-sincrónicos.

En el caso de Colombia, se ha dado un mayor énfasis al uso de indicadores para la descripción de fenómenos de tipo social, económico y ambiental, donde un papel im-

1.5. SOBRE LA TEORÍA DE INDICADORES Y DE INDICADORES SINTOMÁTICOS DEL CAMBIO POBLACIONAL A TRAVÉS DEL TIEMPO.

portante para este posicionamiento ha sido ocupado por: i). *Los indicadores de gestión*, en el marco de evaluaciones a la administración pública y en general evaluaciones de empresas dedicadas al comercio de bienes y servicios, ii). *Indicadores sociales*, como el caso del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas y el Índice de Calidad de Vida, en el marco de comparaciones de las características más representativas de grupos de individuos definidos fundamentalmente desde una óptica social, iii). *Indicadores ambientales*, que tienen como sus principales representantes los indicadores basados en los conceptos de desarrollo humano y de desarrollo humano sostenible, iv). *Indicadores de desigualdad económica*, los cuales suelen girar alrededor del ingreso, aun cuando existen otro tipo de inequidades en esta materia, v.) *Indicadores demográficos*, utilizados básicamente en el análisis de los fenómenos de natalidad, mortalidad, fecundidad y migración de una población o un conjunto de poblaciones.

Sin embargo, se considera que los indicadores sintomáticos del cambio poblacional a través del tiempo, constituyen una categoría de análisis diferente a las citadas y por tanto no se considera adecuado adoptar estas clasificaciones para los indicadores de tipo sintomático, aunque si se considera importante tomarlas en cuenta para el establecimiento de una clasificación propia (Gráfica 1.4).

Los indicadores sintomáticos, corresponden a un tipo de indicador diferente a los enunciados anteriormente, pues vistos a grandes rasgos, los indicadores sintomáticos no constituyen un fin en si mismos para el análisis de diferentes aspectos de fenómenos de la realidad, sino que más bien constituyen un medio para la construcción de escenarios que den cuenta del cambio en el volumen poblacional como fenómeno de interés.

Además, se considera pertinente el establecimiento de un modelo conceptual distinto a los existentes, para el estudio de los indicadores sintomáticos, pues con estos indicadores, podría pasar lo que en alguna medida ha pasado con otros indicadores asociados a conceptos como vulnerabilidad y calidad de vida, donde lamentablemente, en muchas ocasiones, lo que ha quedado en el imaginario de las personas que han tenido acceso a los resultados de los estudios, es la palabra utilizada y los resultados obtenidos, pero no el concepto, ni las implicaciones de utilizar dicho concepto y por esto, se ha desvirtuado el real valor del modelo conceptual de fondo asociado a los indicadores utilizados.

Por otra parte, se ha identificado que en la mayoría de investigaciones sobre metodologías de estimación indirecta del cambio poblacional a través del tiempo, que han sido consultadas, los términos variables sintomáticas e indicadores sintomáticos son utilizados indistintamente; no obstante y teniendo en cuenta que la noción de indicador no corresponde exactamente con la de variable, en el desarrollo de este trabajo, se establece una diferencia en la conceptualización de variable sintomática e indicador sintomático, pues corresponden a fines distintos en la elaboración de modelos.

El término **variables sintomáticas** se utiliza para referirse a información básica, que es extraída principalmente de registros de tipo administrativo y de encuestas por muestreo, que es recolectada regularmente por empresas e instituciones públicas o privadas y se supone tiene una relación proporcional o casi proporcional con el vo-

Gráfica 1.4: Clasificación de los indicadores en Colombia.

lumen poblacional en cuanto a magnitud ya se en forma directa o inversa, supuesto apoyado en el hecho que básicamente la información tanto de los registros como de las encuestas, se refiere a conteos de personas, o conteos de la demanda de bienes y servicios por parte de grupos de personas y en alguna medida estas fuentes de información captan algunos de los patrones cuantitativos y cualitativos más característicos de cada población.

Dentro del grupo de variables sintomáticas se clasifica una serie de registros que no han sido diseñados para efectos de recabar información social o demográfica pero que pueden, bajo ciertos criterios y recaudos, cumplir con esa función. Pueden proporcionar datos relativos a la población en su conjunto o para segmentos de la población. Son generados por instituciones diversas como compañías de seguros, instituciones de seguridad social y salud, registros electorales, hospitalarios, escolares, de trabajo, de hacienda. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2.004).

En la presente investigación, se consideran las variables o combinaciones lineales de variables para las cuales se dispone información a nivel departamental, que han sido las más utilizadas en el desarrollo de este tipo de metodologías en otros países con experiencia en el campo y que son bien evaluadas respecto a su disponibilidad, cobertura, calidad y capacidad para medir cambios poblacionales.

Así, en el presente estudio las variables sintomáticas corresponden a información agrupada en forma de frecuencias absolutas de datos referidos a un período específico de tiempo, en la cual aún no se incorpora la dinámica temporal a través de la construcción de tasas, razones o proporciones. Para el caso de estudio la periodicidad con la que se recopilan las variables sintomáticas es anual.

1.6. LOS MODELOS Y SU PAPEL EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DE POBLACIÓN.

Por otro lado, el término, **indicadores sintomáticos** es utilizado para hacer referencia a medidas resumen tipo tasas, razones, índices o proporciones, que llevan implícita la dinámica de cambio a través del tiempo de los valores asumidos por las variables sintomáticas; es decir que se refieren a transformaciones de datos en frecuencias absolutas a datos de carácter relativo, por una parte respecto al tiempo (tasas de cambio) y por otra parte en cuanto al peso relativo que tienen las frecuencias de las variables en las áreas menores respecto al área mayor que las contiene (tasas de participación).

Luego, los indicadores sintomáticos hacen referencia a cocientes de información cuantificada en escalas de medición de intervalo o de razón, que pretenden medir el cambio a través del tiempo, en las tasas de participación, de la magnitud de las variables sintomáticas en cada área menor respecto a la magnitud de las variables sintomáticas en la correspondiente área mayor que las contiene; cocientes que se asimilan como una señal del cambio en el volumen poblacional en cada área menor.

1.6. Los modelos y su papel en la elaboración de proyecciones de población.

En la elaboración de proyecciones de población, la utilización de modelos de proyección juega un papel fundamental, pues es a través de ellos que se obtienen escenarios del cambio poblacional que podría experimentar un conjunto de áreas mayores y menores a través del tiempo, de acuerdo con el análisis e interpretación de las tendencias numéricas en el volumen y distribución de la población y por supuesto de las tendencias de indicadores asociados al cambio en el volumen y distribución poblacional, tales como los nacimientos, las defunciones y los cambios de residencia habitual.

Así, al realizar un análisis sobre los hechos y tendencias registradas históricamente a través de los censos poblacionales, encuestas por muestreo y registros administrativos, se busca como primera medida aportar a la comprensión de los cambios cuantitativos experimentados en las características de la población en su conjunto, en cuanto a volumen, distribución y su relación con variables de tipo socioeconómico y demográfico. Partiendo de esa base, se proyectan cambios poblacionales, de acuerdo a tendencias cuantitativas identificadas, principalmente las que se refieren al pasado más reciente.

Respecto a esto, vale la pena demarcar que la noción de modelo que se va a utilizar en el presente estudio, corresponde a *una representación esquemática a escala reducida de una realidad concreta que interesa al investigador* (Rodríguez, 2.000), en nuestro caso el cambio en volumen poblacional. Además, como la elaboración de proyecciones poblacionales, esta asociada necesariamente a la generación de unos resultados de tipo cuantitativo, los modelos utilizados también suponen una *gran capacidad de síntesis de múltiples situaciones contingentes, la expresión de la teoría en un lenguaje matemático y la coherencia entre el lenguaje matemático y la realidad social estudiada* (Sabino, 2.007).

Al tratarse, de un esquema de resumen del cambio en el volumen y distribución poblacional, lo que sucede entonces, es que no existe un único modelo uniformemente superior al resto de modelos, sino que más bien existe una multiplicidad de modelos candidatos, con supuestos, características y consideraciones de distintos tipos, de acuerdo con los factores considerados relevantes por el investigador, la calidad de los datos registrados sobre dichos factores y las relaciones de dependencia que se pueden identificar mediante el uso de análisis estadísticos.

De esta forma, la escogencia de un modelo de cambio en el volumen y distribución poblacional, depende de una serie de factores y condicionantes, entre los cuales se destacan los siguientes: i.) El modelo debe aportar una descripción adecuada o aproximada del cambio poblacional observado y registrado en los años más recientes (con lo cual se desvirtúan modelos con bajo poder explicativo), ii.) El modelo no debe atentar contra el sentido común, o entrar en contradicción con principios establecidos y aceptados de la demografía, iii.) La escogencia del modelo debe seguir el principio de la parsimonia, según el cual entre dos modelos posibles con parámetros y resultados aproximadamente iguales, es aconsejable escoger el modelo que contenga una menor cantidad de parámetros, es decir la explicación más sencilla, iv.) El modelo debe ser capaz de expresar ordenadamente los datos ya conocidos.

Ahora, es importante destacar que existen diferentes tipos y clasificaciones de modelos, por ejemplo los modelos conceptuales, simbólicos, matemáticos, icónicos, psicométricos, econométricos, de teoría de juegos, determinísticos y estocásticos. No obstante, en lo que respecta a este estudio se trabajan únicamente modelos de tipo estadístico - matemático, en los cuales las ecuaciones ajustadas permiten obtener medidas numéricas del cambio experimentado en el volumen y distribución de la población y pronosticar cambios en dichas características.

Asimismo, es necesario aclarar, que los modelos utilizados no son estrictamente determinísticos, pues cada modelo tiene un componente aleatorio y precisamente se tiene un grado de incertidumbre que es el que trata de minimizarse valiéndose de procedimientos estadísticos.

La mayor restricción al utilizar este tipo de modelos para estudiar el fenómeno del cambio poblacional departamental, viene dada porque mientras en ciencias como la física o química, en muchas oportunidades es posible la replicación de un experimento, e incluso su cuidadosa planeación mediante el control o minimización de los efectos de variables exógenas al sistema considerado, en el caso de las ciencias sociales, con la demografía como caso particular y al igual que en las ciencias económicas, los experimentos no son replicables en la mayoría de los casos, es decir el cambio poblacional ocurre una sola vez para cada área menor en un lapso de tiempo dado, no disponemos de múltiples realidades paralelas que nos permitan analizar los efectos de cambios programados en los factores que se considera que inciden en la dinámica poblacional de cada área menor.

De esta manera, dentro del presente trabajo se ha optado por formular, aplicar, analizar y contrastar propiedades y resultados de modelos para describir y pronosticar el cambio en el volumen poblacional departamental. Se pretende hacer uso de las potencialidades de los modelos estadístico - matemáticos para la elaboración de

1.6. LOS MODELOS Y SU PAPEL EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DE POBLACIÓN.

proyecciones poblacionales, entre las cuales destacamos: i.) La mayor facilidad para la identificación de patrones característicos de las poblaciones de estudio, ii.) La posibilidad de visualizar tendencias a través del tiempo de las características de interés, la identificación de similitudes y diferencias, al interior de la población y con respecto a otras posibles poblaciones y finalmente iii.) La posibilidad de realizar análisis de interacciones entre los múltiples factores socioeconómicos y demográficos considerados.

Es importante también resaltar, que este momento histórico en particular, es propicio para la formulación y aplicación de modelos que hacen uso intensivo del computador, pues al contrario de lo que ocurrió durante la mayoría del siglo XX, el acceso a herramientas de procesamiento de información de gran poder de cálculo, es cada vez más universal.

En resumen, si bien el cambio en el volumen poblacional corresponde a un fenómeno, de carácter histórico, irrepetible, e irreversible, por lo menos en cuanto a las condiciones específicas en las que este se da para cada uno de los factores sociales, económicos y culturales, que intervienen en el mismo, por otro lado es posible la construcción de escenarios para el estudio sobre como abordar determinadas situaciones de continuar las tendencias observadas históricamente.

De esta forma, en este estudio se pretende realizar un análisis de los modelos para la proyección poblacional en áreas menores de Colombia desde dos ópticas:

- Desde el punto de vista descriptivo, donde se incorporan el mayor número de variables relevantes en el estudio, para analizar el grado de incidencia que han tenido las variables postuladas como explicativas o indicativas del cambio poblacional y las interrelaciones entre las mismas.
- Desde el punto de vista de la capacidad de predicción, en cuanto se basa en la aplicación de teoría estadística inferencial, para simular el cambio en el volumen poblacional a través del tiempo en los departamentos de Colombia.

Lo cual implica que en últimas, los análisis descriptivos, me permiten responder a la pregunta ¿Cuál ha sido la distribución espacial departamental de la población en Colombia? y los análisis predictivos permiten contestar a la pregunta: ¿Cuál será la distribución espacial de la población de los departamentos en Colombia de continuar las tendencias históricas recientes?.

Estado de la cuestión en proyecciones poblacionales mediante metodologías basadas en variables sintomáticas.

EN este capítulo, se entra a discutir el estado de la cuestión en proyecciones poblacionales apoyadas en la utilización de variables sintomáticas. A nivel mundial se presta especial atención a los desarrollos metodológicos, las discusiones alrededor de ellos y las hipótesis de fondo para su aplicación. A nivel latinoamericano, se realizó un análisis de las principales características de todas las aplicaciones encontradas, puesto que se considera que es importante tomar como base para la aplicación en Colombia, los supuestos, aciertos, dificultades, limitantes, fortalezas y conclusiones de experiencias de elaboración de proyecciones mediante indicadores sintomáticos, en contextos similares al nuestro, donde lo más común es la dificultad para recopilar información de alta calidad para áreas menores.

Por otro lado, se propone y aplica un conjunto de criterios para documentar y asegurar la comparabilidad de las investigaciones encontradas. Se espera con esto aportar un panorama que permita que el lector pueda ubicar el desarrollo de los métodos en Colombia con respecto a otros países. Asimismo, se espera aportar en la proposición de una serie de lineamientos para la elaboración de un esquema para la recopilación sistemática de las investigaciones sobre modelos apoyados en el uso de variables sintomáticas.

Los resultados de los análisis a nivel mundial, en América Latina y en Colombia son clasificados y organizados en una serie de matrices diseñadas para facilitar la realización de contrastes entre las investigaciones encontradas. Asimismo, se establecen los modelos y variables más utilizados en las investigaciones encontradas en los países de América Latina, por ser los referentes más cercanos.

2.1. Reseña del desarrollo de metodologías basadas en el uso de indicadores sintomáticos a nivel mundial.

Se comienza la exposición con la reflexión de Chávez (1.997) según la cual: *la dinámica demográfica en áreas menores, resulta compleja y hace difícil la tarea de efectuar pronósticos en un período postcensal. Y es por esto, que desde hace muchas décadas diversos investigadores han propuesto utilizar los indicadores sintomáticos, como una alternativa razonable al problema.*

La primera referencia encontrada acerca de la aplicación de un modelo basado en la utilización de variables sintomáticas para la estimación poblacional en áreas menores corresponde a Snow (1.911), en un artículo de la Royal Statistical Society, donde propuso la elaboración de estimaciones de población en áreas menores mediante la formulación de un modelo estadístico de regresión. Sin embargo esta propuesta no contó con la suficiente difusión y en general no se le prestó una gran atención sino hasta décadas después de publicado el artículo.

De esta forma, antes que las estimaciones basadas en teoría de la regresión fueran popularizadas, una aplicación que no se apoyaba en la utilización de dichos modelos, fue desarrollada por Bogue (1.950), quien propuso un procedimiento de razones censales para estimar la población en años postcensales, empleando las tasas brutas de natalidad y mortalidad, con lo cual este método fue conocido como método de las tasas vitales. *Este método extiende el diseño de un método de razón simple para el computo de dos estimaciones intermedias, una basada en los nacimientos y otra en las defunciones, las cuales son promediadas para dar una estimación compuesta.* (Shryock y Siegel, 1.973).

Al respecto vale la pena comentar que el mismo Bogue no considera este método adecuado para la estimación de la población de áreas menores en Estados Unidos, sino que lo entendió como un procedimiento rápido para dar resultados aproximados a una clase más grande de áreas (por ejemplo grandes regiones).

Tiempo después, a mediados de la década de los 50, la comunidad investigativa volvió al estudio de los modelos de regresión para la estimación poblacional postcensal. Y fue entonces cuando este tipo de aplicaciones fueron popularizadas como *Modelos de correlación razón*, representaciones en las cuales los cambios en el volumen poblacional son explicados por medio de los cambios en variables de tipo socioeconómico y demográfico y que tienen la particularidad que todas las variables de base para su formulación están expresadas en términos de razones.

Y es que precisamente el nuevo auge de los modelos basados en teoría estadística de la regresión, en gran parte se debió a los trabajos de Schmidtt y Crosetti, quienes en los años 1.954 y 1.956, publicaron artículos donde sugirieron retomar los modelos de correlación razón para la estimación de poblaciones subnacionales. Dando lugar a una larga discusión documentada en varios artículos, donde algunas veces el método correlación razón ha resultado más eficiente y preciso que otras metodologías de estimación y en otras menos eficiente y preciso.

Según Schmidtt y Crosetti la combinación y ponderación de varias estimaciones de

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

razones censales basadas en diferentes indicadores es suficiente para estimar la población de los condados del estado de Washington, en Estados Unidos, lo cual ilustraron mediante un ejercicio de estimación de dichos condados, apoyándose en las variables registro de vehículos, matriculas escolares y nacimientos. Asimismo, estos autores señalan que la aplicación del método de correlación razón se apoya en proporciones poblacionales, lo cual implica que la suma total de las áreas menores debe dar como resultado el total de población para el área mayor.

En los estudios de Schmidt y Crosetti, una vez se comenzaron a aplicar los modelos de variables sintomáticas a más conjuntos de datos, surgió el interrogante natural respecto a si este método era una alternativa superior o inferior en términos de precisión respecto a otros métodos ya posicionados en el campo demográfico como el modelo de componentes, el modelo de tasas vitales y los modelos matemáticos que asumen el volumen poblacional como una función dependiente del tiempo. Y fue entonces, cuando se comenzaron a realizar comparaciones entre los resultados de los diversos tipos de modelos con respecto a los resultados de censos poblacionales.

En esta misma línea de análisis se puede ubicar la investigación de Zitter y Shryock (1.964), quienes compararon los resultados de la aplicación de modelos basados en extrapolaciones matemáticas, modelos de componentes, modelos de tasas vitales, modelos de razón correlación y estimaciones promedio entre los modelos aplicados, para el pronóstico de la población de los Estados Unidos, según estado. Las variables sintomáticas recolectadas y utilizadas en este estudio fueron nacimientos, defunciones, matriculas en educación básica, votantes en las elecciones al Congreso y registro de vehículos.

Entre las conclusiones de Zitter y Shryock se destaca que los modelos apoyados en la utilización de indicadores sintomáticos del cambio poblacional, tienden a ser mejores que los métodos que utilizan simplemente extrapolaciones matemáticas en función del tiempo y asimismo se identificó que las estimaciones basadas en promedios de dos o más modelos distintos, corresponden a una alternativa que dichos autores preferían a la utilización de un sólo método.

Zitter y Shryock, señalaron además, que el gran problema alrededor de la aplicación de modelos sintomáticos a datos reales, es el disponer de series sintomáticas de alta calidad para poder procesarlas en forma adecuada antes de su utilización como insumos para la formulación del modelo. Relacionado con lo anterior, estos investigadores señalaron las posibilidades que existen de establecer programas de cooperación en los cuales se suplan las necesidades de información de base de alta calidad.

También en 1.964, Golberg, Rao y Nambooridi, compararon la precisión de resultados para los modelos de tasas vitales, razón correlación, componentes II y un modelo combinado para la estimación de la población de los condados de Michigan. Los mejores resultados fueron obtenidos por el modelo razón correlación y el modelo componentes II, según el número de condados con errores porcentuales más bajos.

Las variable sintomáticas recolectadas y utilizadas en la investigación de Golberg, Rao y Nambooridi fueron nacimientos, defunciones, registros de automóviles, población escolar, depósitos a los bancos, votantes e impuestos a las ventas.

2.1. RESEÑA DEL DESARROLLO DE METODOLOGÍAS BASADAS EN EL USO DE INDICADORES SINTOMÁTICOS A NIVEL MUNDIAL.

Tiempo después, la problemática acerca de los fundamentos de los modelos de razón correlación fue abordada nuevamente por Nambooridi (1.972), llegando a concluir que las deficiencias de los métodos comparados eran más de tipo empírico que una cuestión teórica, dado que todas las comparaciones teóricas de métodos de estimación tienen como supuesto básico un universo fijo, es decir, que la estructura que refleja las relaciones entre el cambio en magnitud de las variables sintomáticas y el cambio en el volumen poblacional es fija en el tiempo y por consiguiente este modelo no considera relaciones de tipo dinámico a través del tiempo.

El mérito de este trabajo de Nambooridi, es que aportó a la construcción del debate, no solo como una competencia entre distintos modelos para verificar cual es el más preciso, sino también como un examen y contraste de las hipótesis de fondo a la aplicación de los modelos sintomáticos.

Las afirmaciones de Nambooridi fueron ilustradas mediante la aplicación de los modelos para la estimación poblacional de los condados de Carolina del Norte. Las variables sintomáticas utilizadas fueron nacimientos, defunciones, matriculas en educación básica, registros de vehículos, e impuestos a la renta.

Posteriormente Ericksen (1.973) propuso combinar metodologías de variables sintomáticas con teoría de muestreo, e insistió en la inexistencia de un procedimiento para determinar la naturaleza de las relaciones estructurales entre los indicadores sintomáticos y el cambio poblacional para el período postcensal, puesto que no necesariamente se da un paralelismo en la magnitud de estos cambios, es decir las estimaciones dependen de la estabilidad de las relaciones entre los períodos postcensales e intercensales. Además, se realizaron análisis sobre la estratificación de áreas menores con características homogéneas en las estimaciones postcensales.

Este artículo, dio origen a una rama de investigación, que ha sido bastante estudiada en los años más recientes. Sin embargo, tal como se había planteado anteriormente, en este trabajo no profundizamos en este campo, pues existen deficiencias bastante grandes en cuanto a disponibilidad de información en nuestro país y sus costos son mayores, por lo cual no corresponde a una opción factible a corto y mediano plazo.

Los modelos desarrollados por Ericksen utilizaron las variables sintomáticas nacimientos, defunciones, matriculas escolares y número de empleados, para la estimación poblacional de los condados de Estados Unidos.

Por su parte O'Hare (1.976), argumentó que el modelo de diferencia correlación produce estimaciones superiores al modelo de razón correlación, dado que los promedios son invariantes y esto produce altos coeficientes de correlación estadística, lo cual considera una situación bastante deseable; es decir O'Hare argumenta que el método de la diferencia correlación tiene una mayor estabilidad temporal respecto al modelo razón correlación, ilustrando su afirmación en la estimación poblacional de los condados de Michigan, apoyado en la utilización de las variables sintomáticas matriculas escolares, eventos vitales, registro de vehículos e impuestos a ventas.

A lo cual otros investigadores como Mandell y Tayman (1982) respondieron que los beneficios de un alto coeficiente de correlación eran producto de una alta colinealidad en el método de diferencia, o dicho en otros términos que todas las variables sintomáticas aportan la misma información en los modelos de diferencia correlación.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

Mandell y Tayman utilizaron como criterio principal de comparación de las diferencias entre las estimaciones de los distintos métodos, el mínimo error absoluto de las estimaciones con respecto a la población censal de los condados de Florida y encontraron que la mayor precisión de un modelo sobre otro era dependiente de la escogencia de las variables explicativas. Al igual que en la investigación de O'Hare las variables sintomáticas utilizadas fueron impuestos a las ventas, registro de vehículos, matrículas escolares y eventos vitales.

En 1.978, Martin y Serow, investigaron la efectividad del modelo razón correlación para la estimación poblacional de los condados de Virginia, según edad, sexo y raza. Asimismo se probaron variantes como la estratificación de los modelos según otras características y el promedio de estimaciones obtenidas por modelos de regresión. Sin embargo, en la aplicación para el Estado de California, los modelos con mejores resultados fueron los no estratificados, lo cual significó una gran sorpresa para los autores, que esperaban que la estratificación ayudara a que el modelo ajustara de una mejor forma.

En ese momento y al igual que hoy día, la elaboración de proyecciones de subpoblaciones particulares para cada área menor, representaba una demanda creciente a nivel de agencias de gobierno, planificación, e investigación. Por lo cual, la importancia de el estudio de Martin y Serow se ubica en el ámbito de dar una respuesta a estas necesidades mediante la aplicación de una modificación del modelo razón correlación. Por consiguiente podemos afirmar que el estudio de dichos investigadores es de tipo exploratorio para ese momento particular, con un interés fundamentalmente práctico.

En 1.984, Swanson señaló que la inconsistencia temporal entre la estructura empírica del modelo y su aplicación, no solo se presentaba en los métodos de razón correlación, sino también en los modelos de diferencia correlación. Swanson sugirió una corrección para dicha inconsistencia, mediante la utilización de la transformación logaritmo natural y la estimación de tasas anuales de cambio, e indicó que los costos asociados en la adquisición de nueva información vía muestreo podrían ser muy altos para la reducción del error y el refinamiento de las estimaciones.

Swanson afirma que la inconsistencia de estos modelos radica en que los censos poblacionales usualmente se realizan con un espaciamiento de diez años y sin embargo los modelos ajustados se utilizan para realizar estimaciones anuales o de otra periodicidad y no decenales. Lo anterior, lleva a que Swanson proponga el modelo tasa correlación, aunque en términos matemáticos el mismo autor reconoce que el modelo tasa correlación, corresponde a una simple transformación del modelo razón correlación, buscando eliminar la inconsistencia temporal en la formulación del modelo.

Las variables utilizadas por Swanson para sus comparaciones fueron empleo, registro de votantes y registro de vehículos. La aplicación se realizó para la estimación poblacional de los condados de Washington.

En 1.986, Olayiwola propuso utilizar el cambio de porcentaje en las variables independientes y también propuso la utilización de transformaciones para estabilizar la varianza de los errores asociados al modelo, entre dichas transformaciones hace énfasis

2.1. RESEÑA DEL DESARROLLO DE METODOLOGÍAS BASADAS EN EL USO DE INDICADORES SINTOMÁTICOS A NIVEL MUNDIAL.

en: la aplicación de la raíz cuadrada, el logaritmo natural y la inversa multiplicativa de los valores de la variable respuesta. Adicionalmente, en esta investigación se combinó el uso de datos censales con datos provenientes de encuestas por muestreo. La aplicación de los modelos fue realizada para la estimación poblacional de 83 áreas del distrito de Colchester, Inglaterra; y las variables sintomáticas utilizadas fueron los nacimientos, la población escolar y la población económicamente activa.

La propuesta de Olayiwola puede ser clasificada dentro del grupo de modelos que se apoyan en la teoría de regresión. La diferencia con otros métodos esta dada por la interpretación, pues en este caso no se realiza sobre tasas de cambio en las tasas de participación, sino directamente en cambios de porcentaje relativo con respecto al primer año de referencia en la formulación del modelo.

Finalmente Olayiwola señaló que el efecto de una varianza alta para una variable dependiente puede ser un bajo coeficiente R^2 , por lo cual sugiere se examine si se presenta esta situación en los datos de base.

Posteriormente, en los finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, tal como señala Martino Januzzi (2.005), *los modelos y proyecciones poblacionales para áreas menores, han recibido atención de un grupo creciente de investigadores en demografía aplicada, que puede ser ilustrada por la gran cantidad de sesiones dedicadas a este tema en seminarios de estudios de población.*

Entre los más importantes simposios y sesiones de trabajo organizados y realizados sobre el tema, se pueden citar, por ejemplo, el Simposio internacional en estadísticas de áreas menores en Ottawa (1.987), el Simposio internacional de New Orleans (1.988), la Conferencia científica internacional en estadísticas de áreas menores y diseños muestrales (Polonia, 1.992).

Al respecto, se puede observar que los más recientes desarrollos socializados en estos simposios, están centrados en la planificación de operativos de campo para obtener información por medio de muestreo probabilístico y combinarla con la información aportada por registros administrativos y criterios y estimaciones de estadística bayesiana, que realizan un uso intensivo de la computación y de información subjetiva con base en ponderaciones dadas por expertos, para formular supuestos acerca de la distribución poblacional en dos o más momentos del tiempo.

Sin embargo, este tipo de metodologías no han sido aplicadas ampliamente en América Latina, por una parte debido a la falta de recursos económicos para planear encuestas a gran escala con cobertura nacional en áreas menores y por otra parte por desconocimiento y falta de capital humano que tenga un buen manejo de dichas metodologías a nivel teórico y práctico, dado que incluso a nivel académico su apropiación y desarrollo a nivel latinoamericano es muy incipiente o casi nulo.

Por otro lado, siguiendo con el desarrollo cronológico de las investigaciones encontradas sobre estimación en áreas menores, se destaca la investigación de Isaki (1.990), quien realizó una adaptación de los métodos de variables sintomáticas para estimaciones poblacionales en el área económica, más específicamente de métodos de razón correlación aplicados al pronóstico de ventas y en censos económicos.

Isaki observó que en general la teoría de regresión aportan mejores medidas sobre

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

la utilidad de los modelos de proyección respecto a otras estimaciones sintéticas del cambio en el volumen poblacional, además que los modelos sintomáticos son particularmente atractivos porque los datos requeridos para el mismo, muchas veces están disponibles al público en general.

Por su parte, Tayman y Swanson (1.996) se enfocan en el concepto de utilidad de una proyección, y se preguntan si dados el tiempo y capital humano necesarios para producir un pronóstico, ¿Cuál es el valor agregado obtenido al inclinarse por una alternativa de bajo costo y cuál es el valor agregado de inclinarse por una alternativa de alto costo? y si realmente puede ser realizada una generalización en cuanto a la utilidad del pronóstico para áreas de diversos tamaños, direcciones en las tasas de cambio y tipos de área geográfica?.

Tayman y Swanson sugirieron incorporar a la agenda de investigación en proyecciones poblacionales aquellos proyectos enfocados en proveer la característica de realizar pronósticos periódicos de la población en áreas menores.

Siguiendo dicha recomendación, en Canadá, BC Stats (1.998) presentó un sistema denominado GES (Generalized Estimation System) para la estimación poblacional en áreas menores, apoyándose fundamentalmente en el método de diferencia correlación y donde se utiliza la técnica estadística de mínimos cuadrados ponderados para el ajuste y formulación del modelo de proyección, para tener en cuenta las diferencias en la magnitud de las poblaciones de las áreas menores.

En el sistema GES, se obtuvieron estimaciones poblacionales para áreas menores del distrito de British Columbia, las variables sintomáticas utilizadas fueron el número de conexiones residenciales a la red eléctrica y el registro de seguridad para personas de la tercera edad; para las poblaciones donde se consideró que podían tener un registro defectuoso para alguno de los puntos censales se utilizó el método de repartición proporcional para el pronóstico poblacional. Sin embargo, es necesario decir que dichas áreas menores corresponden solamente el tres por ciento del total de áreas; y se trató principalmente de los centros urbanos de menor magnitud poblacional.

Posteriormente, Smith, Nolge y Cody (2.002) utilizaron los métodos de estimación por variables sintomáticas para estimar el número promedio de personas por hogar, con una aplicación para estimar la población de los condados pertenecientes a los estados de Florida, Illinois, Texas y Washington (Estados Unidos) con base en variables nacimientos por hogar, matriculas por hogar y seguros médicos para personas de 65 y más años por hogar.

Finalmente, una promisorio línea de investigación es liderada por Voss (2.005), quien trabaja estos modelos mediante una aproximación por la teoría de análisis de regresión con efectos de tipo espacio-temporal. La aplicación es realizada para áreas menores del estado de Wisconsin, encontrando que los resultados son bastante aproximados a los del análisis de regresión sin efectos de correlación espacial, mejorando la precisión de algunas áreas que al contrastar con el censo poblacional tenían errores superiores al 10%.

Dicho enfoque no es abordado en el presente estudio, pues se considera más adecuado comenzar a explorar la aplicación de los modelos más utilizados a nivel mundial y

2.2. LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE INDICADORES SINTOMÁTICOS EN OTROS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA.

realizar mejoras en la recolección de fuentes de información y en la comprensión de los fundamentos de los modelos, para de este modo dar las bases para nuevas investigaciones acerca de modelos más sofisticados como los propuestos por Voss. además que hay que tener en cuenta el concepto de utilidad de la proyección formulado por Tayman y Swanson.

Hecho este resumen, vale la pena destacar que con la popularización del uso de paquetes estadísticos, se ha posibilitado y facilitado la construcción de modelos, así como la simulación de escenarios a partir de los mismos; estos avances han beneficiado en particular a los modelos de proyecciones poblacionales donde ya es posible utilizar software para visualizar los resultados georreferenciados de los modelos formulados para áreas menores.

La construcción de modelos de distintos grados de complejidad, es ahora básica para la realización de proyecciones poblacionales en áreas menores; dado que al disminuirse los costos económicos y el tiempo requeridos, este ahorro se puede capitalizar mediante el contraste de múltiples modelos alternativos bajo varios tipos de esquemas.

La línea cronológica del desarrollo de la teoría de modelos sintomáticos a nivel mundial es ilustrada en la gráfica 2.1 y en términos generales se observa que la idea inicial de Snow, tardó bastante tiempo en ser implementada, e incluso las primeras implementaciones se referían a un número pequeño de áreas menores, debido a la gran cantidad de cálculos necesarios para la identificación y puesta en práctica de los modelos sintomáticos; razón por la cual con la masificación del uso de los computadores personales, este campo en particular se ha beneficiado y se ha posibilitado la aplicación de los modelos a escalas mucho mayores que las iniciales.

2.2. La aplicación de las metodologías de indicadores sintomáticos en otros países de América Latina.

Como punto de partida y siguiendo la recomendación de Bay (1.998), de *llevar a cabo una extensa y minuciosa recopilación de los trabajos realizados sobre el tema... ya sea para promover la crítica sobre el perfeccionamiento de los métodos o para ampliar el campo de posibilidades de aplicación*, se realiza un estado del arte en cuanto a los conocimientos adquiridos de la realización de proyecciones apoyadas en variables sintomáticas, para los distintos países de América Latina.

Uno de los trabajos pioneros en el estudio de metodologías y modelos de variables sintomáticas para América Latina fue el de Chávez (1.997), quien en el desarrollo de su tesis de maestría en Estadística, aplicó los métodos de razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación; y quien, a partir de la información que recolectó sobre padrón electoral, nacimientos y matrícula escolar, a nivel de los cantones de Costa Rica y apoyado en los datos censales de los años 1.963 y 1.973, proyectó los datos poblacionales para los años 1.984 y 1.997 a 2.001.

Entre las fortalezas encontradas en el trabajo de Chávez, esta que además de ser un pionero a nivel latinoamericano, sus ejemplos son bastante didácticos para entender

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

Gráfica 2.1: Estimación poblacional mediante modelos de variables sintomáticas. Línea cronológica del desarrollo teórico a nivel mundial. 1.911-2.007.

2.2. LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE INDICADORES SINTOMÁTICOS EN OTROS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA.

la utilización de los métodos y además realiza ajustes de modelos para grupos de áreas homogéneas en su comportamiento demográfico a partir de la utilización de técnicas estadísticas de clasificación; Chávez encontró que en Costa Rica existen limitaciones en cuanto a cantidad de fuentes de información que cumpla las características para ser sintomática del cambio en el volumen poblacional.

Asimismo, Chávez observó, que es necesario prorratar los datos poblacionales estimados para reproducir el total poblacional del área mayor y en términos generales no encontró diferencias marcadas en las estimaciones arrojadas por los cuatro métodos evaluados. Finalmente, concluyó que la aplicación de los métodos de variables sintomáticas puede servir para generar estimaciones año a año, o para comparar los resultados con las proyecciones realizadas por otros métodos que no pueden ser replicados periódicamente.

Por su parte Bay (1.998), con el apoyo de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional y del Fondo de Población de las Naciones Unidas, investigó el problema de estimación en áreas menores, proyectando los cantones de Costa Rica y las comunas de Chile.

Bay utilizó los métodos de prorrato simple, distribución proporcional, razón correlación y diferencia correlación, tomando como variables sintomáticas los nacimientos, defunciones, matriculas, registros de automóviles y asistencia a establecimientos educativos.

Para Costa Rica tomó los resultados censales de los años 1.963 y 1.973 como base para la formulación del modelo y para Chile los resultados de los años 1.970 y 1.982; además concluyó que es posible obtener estimaciones coherentes con base en el cálculo de promedios de los resultados de los distintos métodos, siendo el modelo de razón correlación el que mejores resultados le arrojó. Se destacan en su análisis el tratamiento claro en la parte conceptual, el análisis de ventajas y desventajas de cada uno de los métodos utilizados y la incorporación de variables de tipo categórico en los modelos.

Asimismo, Bay destacó la enorme importancia del análisis crítico de los sistemas de recolección de información sintomática y encontró limitantes a los modelos en cuanto a: los cambios en los límites geográficos de la mayoría de comunas y cantones; las diferencias en los límites de las circunscripciones de registro civil y, las comunas y los cantones; y las diferencias entre lugar de residencia habitual y, lugar de registro en las comunas y cantones más grandes.

Finalmente, Bay formuló las siguientes recomendaciones acerca de posibles líneas de investigación, que era necesario (y aún es necesario) profundizar en los países de América Latina:

- Profundizar en el conocimiento y divulgación de la teoría estadística implícita en cada método, a fin de tener un mayor soporte en el momento de decidir que modelo es el más adecuado.
- Promover más aplicaciones para otros países de la región, pero con presencia directa a fin de mejorar la información. Esto permite enriquecer el campo de e-

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

valuación de los distintos métodos y modelos utilizados, así como buscar nuevos modelos para mejorar los resultados.

Donde vale destacar que en el mismo sentido de las recomendaciones formuladas por Bay, se han pronunciado posteriormente otros autores como Álvarez (2.001) y Teixeira (2.000).

Siguiendo el curso cronológico, se encontró otra aplicación en Teixeira (1.998), donde se estudia el método de razón correlación para la proyección de los municipios de Rio Grande Do Sul en Brasil, utilizando como variables sintomáticas los nacimientos, defunciones, matriculas y electores y apoyada en datos poblacionales de 1.991 y 1.996.

Las fortalezas encontradas en el trabajo de Teixeira fueron el análisis de la periodicidad de recolección de cada variable, la descripción de los métodos utilizados y la formulación matemática. El período proyectado fue 1.996 a 1.999; y entre los principales hallazgos realizados se destaca la existencia de una influencia de los supuestos considerados en los resultados del método aplicado. En este trabajo se sugiere trabajar en perfeccionar una metodología en el sentido de obtener resultados lo más confiables posibles.

Teixeira recalca que las estimaciones poblacionales municipales realizadas son calculadas suponiendo que la relación entre las proporciones de población y las proporciones de las variables sintomáticas son válidas para años posteriores a la realización del último censo.

Por otra parte, Álvarez (2.001) estudió la aplicación de los métodos de prorrateo simple, razón censal, razón correlación, diferencia correlación y tasa correlación, a nivel departamental en Argentina, para describir el cambio en el volumen poblacional entre 1.980 y 1.991 y proyectar dicho cambio al año 1.996, utilizando como variables sintomáticas las matriculas escolares, nacimientos y defunciones.

En Álvarez, también se destaca que para el caso de departamentos pequeños, con escasa población y pocos eventos vitales fue necesario agrupar suponiendo comportamiento homogéneo en el aspecto demográfico para departamentos contiguos; en la aplicación se utilizaron promedios centrados en los años censales para suavizar las series y así atenuar el efecto de posibles perturbaciones aleatorias.

Finalmente, Álvarez atribuye el auge de estas metodologías de estimación indirecta en América Latina principalmente a:

- a). El fuerte aumento de la demanda por este tipo de información, originado en requerimientos legales vinculados a la representación política, ciertas asignaciones presupuestarias en el marco de procesos de descentralización, o de la focalización de las políticas sociales en general.
- b). Una mayor frecuencia, periodicidad y sistematización del levantamiento de encuestas de hogares y demográficas con representación nacional, urbana y rural.

2.3. LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE INDICADORES SINTOMÁTICOS EN COLOMBIA.

- c). La más amplia disponibilidad de medios computacionales de bajo costo y alta velocidad de procesamiento de grandes bases de datos, como lo son las encuestas y, sobre todo, los censos de población y vivienda.

Posteriormente, en Chávez (2.003), se replica el análisis realizado en 1.997 por el mismo Chávez y se confirman las conclusiones arrojadas por dicho estudio, pues nuevamente no se encontraron diferencias marcadas en los resultados de los métodos contrastados.

En dicha investigación, se destaca el tratamiento estadístico dado a la proyección poblacional de los cantones de Costa Rica, esta vez apoyados en los datos de los censos 1.973 y 1.984 y de las variables sintomáticas padrón electoral, nacimientos y matrícula escolar, para la construcción de modelos de razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación, que produjeron resultados al año 2.000.

2.3. La aplicación de las metodologías de indicadores sintomáticos en Colombia.

En el caso específico de Colombia, las metodologías no han sido extensamente aplicadas, siendo los únicos referentes el trabajo de Girón y Cuervo (2.004), que en el Simposio de Estadística, presentaron una aplicación de la metodología razón correlación a las localidades de Bogotá, así como trabajos no publicados de Fresneda (2.002) y, Fajardo (2.002), dentro de procesos de investigación en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, teniendo como propósito principal la revisión de las proyecciones de población construidas mediante métodos de estimación directa.

En Fresneda (2.002), se comienza un trabajo de tipo exploratorio para los métodos de la razón censal y del prorrateo simple de las variables sintomáticas, apoyados en métodos estadísticos de regresión aplicados a los municipios de Colombia, entre las variables que se recolectaron se cuentan el censo electoral, nacimientos, defunciones y matriculas y aunque el trabajo no se finalizó, dio bases para su continuación.

Dentro de las recomendaciones de Fresneda, se señala que es trascendental realizar un análisis planificado y pormenorizado de temas como la disponibilidad de información de base, la necesidad de normalización de las bases de datos, la calidad de los datos a estos niveles de desagregación y el nivel de explicación de los datos por parte de los modelos ensayados para el caso colombiano.

En Fajardo (2.002), se continúa el trabajo de Fresneda y se realiza una aplicación de los métodos de razón correlación y tasa correlación; se realiza la evaluación para el municipio de Soacha y se contrastan las estimaciones con los resultados de censo experimental realizado en dicho municipio.

Una de las principales conclusiones arrojadas por el estudio fue que los modelos ajustados pueden ser aplicados para fines de predicción, aún cuando el modelo ajustado no arroje medidas estadísticas satisfactorias en la interpolación de datos censales; es decir que existen modelos que a pesar de no ser buenos para explicar y reproducir un

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

desarrollo histórico anterior, si son buenos para el pronóstico de cambios a futuro y de igual forma existen modelos que son adecuados para explicar tendencias históricas pasadas, pero no son buenos para pronóstico de cambios a esas tendencias.

Finalmente Fajardo sugiere continuar la investigación en esta área y avanzar hacia la identificación de las fuentes de información de mayor calidad que estén disponibles.

En cuanto al trabajo de Girón y Cuervo (2.004), al trabajar a nivel de localidades de Bogotá, estos autores se arriesgan a la realización de una proyección tomando como base un punto censal y un punto proyectado por el método de componentes, esto último, como respuesta a la incompatibilidad de algunos de los datos de los últimos dos censos poblacionales; se utilizaron como variables sintomáticas los nacimientos, matriculas escolares, defunciones, vacunación, área ocupada y número de hogares; y se distribuyó la proyección por grandes grupos de edad.

Una de las principales sugerencias que aportan Girón y Cuervo, coincidiendo con Fresneda y Fajardo, es que se debe planear con suficiente antelación las actividades que implican la definición de la información que haya de utilizarse en los modelos de estimación y así mismo, la búsqueda, clasificación y ajuste de la misma.

En este punto, es importante señalar que la consolidación de un sistema de información estadística nacional, sería un instrumento muy importante para la elaboración de un subsistema de indicadores sintomáticos del cambio poblacional a través del tiempo a nivel de áreas menores, en el caso de los departamentos de Colombia. Sin embargo se puede afirmar que para el caso colombiano un sistema estadístico de esas características no ha pasado las etapas de formulación teórica, con algunas experiencias piloto en los departamentos de Cundinamarca y Antioquia y algunas organizaciones de economía solidaria.

No obstante, es importante resaltar el esfuerzo realizado por el DANE (2.001), que elaboró una propuesta metodológica, en la se realizó un reseña sobre la problemática de consolidar un sistema estadístico nacional, donde se encontró que una buena proporción de los problemas de los sistemas que agrupan actividades estadísticas en Colombia, obedecen más a deficiencias en los esquemas de organización de la información y no tanto a aspectos de tipo técnico o tecnológico. En el análisis realizado se concluye que:

- *Las organizaciones tienen abundante información, pero muchos usuarios potenciales desconocen su existencia o no saben cómo hacer uso de ella.*
- *Es poca la información que suele estar disponible dentro de los tiempos requeridos para apoyar necesidades operacionales.*
- *La documentación relativa a los datos disponibles es incompleta.*
- *Existe información con características técnicas diferentes. Tal situación la hace inadecuada, inconsistente e inaccesible.*
- *La ausencia de estándares eleva los costos de integración e interpretación de los datos.*

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

- *El cubrimiento de los datos es parcial o desigual en el ámbito territorial. También es deficiente su actualización.*
- *Se presenta duplicidad de esfuerzos en la obtención de información estadística.*

Como resumen de lo expresado en esta y la anterior sección, se elaboró la línea cronológica de las investigaciones en América Latina y en Colombia (Gráfica 2.2).

En dicha gráfica se observa que la exploración de este tipo de alternativas de proyección, como lo son los indicadores sintomáticos, presenta un considerable retraso en los casos de Colombia y demás países de América Latina, con respecto a países como EE. UU. que los han utilizado desde varias décadas antes, e incluso se puede afirmar que en el caso de Colombia todavía no se ha sobrepasado la etapa exploratoria de la posibilidad de aplicación de los modelos a diferentes niveles de desagregación.

2.4. Contraste de investigaciones consultadas en términos de métodos, indicadores y principales hallazgos.

En esta sección se presenta una matriz de comparación de las aplicaciones encontradas sobre variables sintomáticas en el desarrollo de este trabajo. Así, con el fin de tener un panorama más amplio y detallado, en cuanto a las investigaciones realizadas, con un especial énfasis en América Latina, que permita comparar de una manera adecuada las experiencias y a su vez aporte consideraciones a tener en cuenta para el ejercicio planteado en este trabajo, en esta sección se presenta una serie de matrices, donde se realiza un contraste en términos de:

- ★ Métodos aplicados.
- ★ Variables sintomáticas utilizadas.
- ★ Nivel de desagregación trabajado.
- ★ Años de base o pivote para la estimación del modelo.
- ★ Estrategia de validación de las predicciones del modelo.
- ★ Período proyectado.
- ★ Modelo que arrojó unos mejores resultados.
- ★ Supuestos asumidos.
- ★ Fortalezas encontradas.
- ★ Limitantes o problemas reseñados.
- ★ Conclusiones.
- ★ Recomendaciones para la aplicación.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

Gráfica 2.2: Estimación poblacional mediante modelos de variables sintomáticas. Línea cronológica de las aplicaciones encontradas, contrastando Colombia con el resto de países de América Latina 1.997-2.007.

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

En el cuadro 2.1 y el gráfico 2.3 se realiza la comparación en términos de nivel de desagregación, modelos y variables utilizadas, observándose las siguientes características:

- Costa Rica y Colombia fueron los países para los cuales se encontraron más investigaciones documentadas (tres cada país); seguidos por Argentina con dos; y Chile, Brasil y Canadá, con una cada país.
- La única investigación en la cual también se investigó la aplicación de modelos sintomáticos a nivel departamental fue la de Álvarez (2.001) en Argentina.
- Como también pudo observarse en la línea cronológica la mayoría de aplicaciones encontradas fueron realizadas a finales de la década de los 90 en el siglo anterior y en los comienzos de este nuevo siglo.
- Los modelos sintomáticos más utilizados fueron en su orden: razón correlación (nueve investigaciones), diferencia correlación y prorratio simple (cinco investigaciones cada uno) y tasa correlación (cuatro investigaciones), lo cual muestra la preferencia por la aplicación de los modelos basados en la correlación estadística entre el cambio en la magnitud de las variables sintomáticas y el cambio en el volumen poblacional.
- Las variables sintomáticas más utilizadas fueron: nacimientos (diez investigaciones), matriculas escolares (nueve investigaciones), defunciones (ocho investigaciones), censo electoral (cuatro investigaciones) y electores con dos investigaciones, lo cual refleja cuales son las variables que se han seleccionado en otras investigaciones como sintomáticas del cambio en el volumen poblacional y muestra que a nivel latinoamericano los países disponen de información aceptable en confiabilidad, disponibilidad y precisión de resultados solo de tres grandes áreas temáticas: registros vitales, registros de matriculas y registros de votación.
- En las investigaciones donde se han contrastado diferentes modelos, la tendencia es que los métodos que se apoyan en el concepto de correlación estadística proporcionen mejores resultados respecto a otros métodos, con la notable diferencia de Chávez (1.997 y 2.003) donde las diferencias en términos de resultados no fueron muy marcadas.
- En cuanto a comparaciones de resultados de modelos sintomáticos por investigador, para Guiomar Bay y Edwin Chávez se encontraron comparaciones de metodologías para dos países y para dos períodos, respectivamente; siendo los autores que más han marcado pautas para el desarrollo del presente trabajo. En el caso de Bay se encontraron aplicaciones para Chile y Costa Rica; en el caso de Chávez, ambas comparaciones se refieren a Costa Rica, pero a diferentes períodos de tiempo: en el primero, con base en los censos de 1.963 y 1.973, se elaboraron proyecciones para el año 1.984, validando con el censo poblacional de dicho año; y en el segundo, con base en los censos de 1.973 y 1.984, se elaboraron proyecciones para el año 2.000, validando para ese mismo año.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

País.	Investigador y año.	Nivel de desagregación trabajado.	Métodos aplicados.	Variables sintomáticas utilizadas.	Modelo que arrojó mejores resultados.
Argentina.	Gustavo Álvarez (2.001).	Departamental.	Prorratio simple, razón censal, razón correlación, diferencia correlación, tasa correlación.	Matriculas escolares, nacimientos, defunciones.	Razón correlación y tasa correlación.
	Leandro González (2.002).	Villaallende, ciudad de Córdoba.	Distribución proporcional, razón correlación y diferencia correlación.	Nacimientos, defunciones, bautismos, usuarios de agua potable, permisos de edificación, electores y matrícula escolar.	No se han aplicado.
Brasil.	Maria de Lourdes Teixeira (1.998).	Municipios de Rio Grande Do Sul.	Razón correlación.	Nacimientos, defunciones, matriculas y electores.	Sólo se aplico razón correlación.
Canadá.	BC Stats (1.998).	Municipalidades y distritos regionales de British Columbia.	Diferencia correlación.	Conexiones residenciales a electricidad y seguros por vejez.	Sólo se utilizaron modelos de diferencia correlación.
Chile.	Guiomar Bay (1.998).	Comunas.	Prorratio simple, distribución proporcional, razón correlación y diferencia correlación.	Nacimientos, defunciones, matriculas y registros de automóviles.	Razón correlación.
Colombia.	Oscar Fresneda (2.002).	Municipios de Colombia.	Prorratio, razón censal.	Censo electoral, nacimientos, defunciones y matriculas.	No se concluyó sobre este ítem.
	Miyerlandi Fajardo (2.002).	Municipios de Colombia.	Razón correlación y tasa correlación.	Censo electoral, nacimientos, defunciones y matriculas.	Tasa correlación y razón correlación.
	Edwin Girón y Marcela Cuervo (2.004).	Localidades de Bogotá.	Razón correlación.	Nacimientos, matriculas escolares, defunciones, vacunación, área ocupada y número de hogares.	Sólo se aplicó razón correlación.
Costa Rica.	Guiomar Bay (1.998).	Cantones de Costa Rica.	Prorratio simple, distribución proporcional, razón correlación y diferencia correlación.	Nacimientos, defunciones y asistencia a establecimiento educativos.	Razón correlación y distribución proporcional.
	Edwin Chávez (1.997).	Cantones de Costa Rica.	Razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación.	Padrón electoral, nacimientos y matrícula escolar.	Las diferencias no fueron muy marcadas.
	Edwin Chávez (2.003).	Cantones de Costa Rica.	Razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación.	Padrón electoral, nacimientos y matrícula escolar.	Las diferencias no fueron muy marcadas.

Tabla 2.1: Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de nivel de desagregación, modelos y variables utilizadas.

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

Gráfica 2.3: Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de modelos y variables utilizadas.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

En el cuadro 2.2 y gráfico 2.4 se muestra la comparación de investigaciones encontradas en términos de años de base para la formulación del modelo, métodos de validación de los resultados obtenidos y período proyectado y se observan entre otras las siguientes características:

- En la mayoría de investigaciones encontradas se ajustó el modelo con base en los datos de dos censos, con la excepción del trabajo de BC Stats en Canadá, donde se utilizaron tres censos poblacionales para el ajuste del modelo (1.986, 1.991 y 1.996).
- La validación de la capacidad predictiva de los modelos se realizó contra censos poblacionales en siete de las investigaciones encontradas, en tres casos no hubo validación de resultados y en un sólo caso se realizó contra las proyecciones poblacionales oficiales, que corresponde a la investigación de Álvarez en Argentina, donde se comparó simultáneamente contra censo poblacional y proyecciones.
- En ocho de las 11 investigaciones encontradas se publicó la proyección para un sólo año, principalmente porque el objetivo era validar los modelos contra las cifras oficiales de un censo; en las restantes tres que corresponden a Teixeira (1.998), González (2.002) y Chávez (1.997) se publicó la proyección para un período de tiempo más largo.
- Las investigaciones de Girón y Cuervo (2.004) en Bogotá (Colombia) y de Teixeira (1.998) en Brasil tuvieron en cuenta los períodos intercensales más cortos para la formulación del modelo, con cinco y siete años respectivamente; por otro lado, las investigaciones de Bay (1.998) para el caso de Chile y de Chávez (2.003) para Costa Rica, presentaron los períodos intercensales más largos para la formulación de los modelos, con 12 y 11 años respectivamente.

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

País.	Investigador y año.	Años pivote para la estimación del modelo.	Validación de las predicciones del modelo.	Período proyectado.
Argentina.	Gustavo Álvarez (2.001).	1.980 y 1.991	Con proyecciones oficiales 1996.	1.996
	Leandro González (2.002).	1.980 y 1.991	Con censo 2.001	2.001-2.010.
Brasil.	María de Lourdes Teixeira (1.998).	1.991 y 1.996.	Se esperaba constatar con los resultados del censo 2.000.	1.996-1.999.
Canadá.	BC Stats (1.998).	1.986-1991 y 1.991-1.996.	Con el censo 1.996.	1.996
Chile.	Guiomar Bay (1.998).	1.970 y 1.982.	Con el censo 1.992.	1.992
Colombia.	Oscar Fresneda (2.002).	1.985 y 1.993.	Con el censo 1.993.	1.993
	Miyerlandi Fajardo (2.002).	1.985 y 1.993.	Con el censo de Soacha.	2.003
	Edwin Girón y Marcela Cuervo (2.004).	1.993 y 2.000.	No hubo en ese momento.	2003.
Costa Rica.	Guiomar Bay (1.998).	1.963 y 1.973	Con censo poblacional de 1.984.	1.984
	Edwin Chávez (1.997).	1.963 y 1.973.	Con censo poblacional de 1.984.	1.984, 1.997 - 2.001.
	Edwin Chávez (2.003).	1.973 y 1.984.	Con censo poblacional de 2.000.	2.000.

Tabla 2.2: Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de años de base, métodos de validación y período proyectado.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

Gráfica 2.4: Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de años de base, métodos de validación y periodo proyectado.

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

Finalmente en el cuadro 2.4, se presenta a modo de resumen los principales supuestos, fortalezas, limitantes, conclusiones y recomendaciones de las investigaciones encontradas, teniendo como criterio principal para la elaboración del resumen la utilidad de dicha información para la presente investigación. En términos generales podemos resaltar que:

- Para cada caso específico se evaluaron alternativas para la formulación, ajuste, validación y utilización de los modelos, de acuerdo a las características de los datos de base y a los requerimientos e intereses específicos de los investigadores, entre las cuales se cuentan la utilización de estimaciones promedios, el uso de variables de estratificación, el manejo de variables de ponderación para cada área menor y la adopción de supuestos que dejan constante las relaciones entre las variables a través del tiempo.
- Se evidencia una preocupación por parte de los investigadores de realizar una adecuada exposición en términos matemáticos con el fin de divulgar este tipo de modelos para su replicación por parte de otros investigadores.
- En algunos casos no se evaluaron los resultados de las proyecciones contra censos poblacionales; no obstante existen dificultades mayores, que en general se ajustan a la siguiente descripción de Bay (1.998): *cambios en los límites geográficos de la mayoría de comunas, diferencias en los límites de las circunscripciones de registro civil y las comunas, diferencias entre lugar de residencia habitual y lugar de registro en comunas más grandes.*
- Es notoria también la preocupación en el sentido de la inexistencia de un proceso de recolección y procesamiento planificado con tiempo, que se apoye en la implementación y utilización de sistemas de indicadores sintomáticos.
- Asimismo, se destaca que se utiliza bastante la agrupación de áreas menores, para su posterior estimación ya sea de acuerdo a criterios de contiguidad geográfica, o utilizando técnicas estadísticas de clasificación en grupos; esto, se da más que todo en casos donde debido a la baja magnitud de dichas áreas, la baja confiabilidad de los registros y en todo caso en los cambios súbitos que pueden experimentar en períodos cortos de tiempo, es preferible obtener estimaciones aceptables para áreas de mayor magnitud.
- Se destaca, también que no se encontraron referencias a la discusión entre utilizar datos enumerados en los censos, o utilizar datos ajustados de acuerdo al cálculo de la omisión censal.
- Es común en varios de los trabajos la utilización de promedios trienales, centrados en los años censales, para el suavizamiento de las series cronológicas de las variables sintomáticas de base, así como disminuir el efecto de fluctuaciones aleatorias y datos atípicos para un año censal.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE METODOLOGÍAS BASADAS EN VARIABLES SINTOMÁTICAS.

País.	Investigador y año.	Supuestos.	Fortalezas encontradas.	Limitantes o problemas reseñados.	Conclusiones y recomendaciones para la aplicación.
Argentina.	Gustavo Álvarez (2.001).	En departamentos pequeños, con escasa población y pocos eventos vitales fue necesario agrupar suponiendo comportamiento homogéneo en el aspecto demográfico para departamentos contiguos.	Se utilizaron variables de estratificación (incluyendo el cambio intercensal). Se utilizaron promedios centrados en los años censales para suavizar las series y así atenuar el efecto de posibles perturbaciones aleatorias.	No se pudo evaluar precisión en las estimaciones con respecto a un censo posterior a los que sirvieron de base para el modelo. No se encontró información suficiente para aplicar los métodos a nivel de provincias.	Al combinar las variables sintomáticas en regresiones múltiples se redujo en forma importante el nivel de error en las estimaciones.
	Leandro González (2.002).	Se plantea que las técnicas pueden ser utilizadas para una sola área menor, cuando el interés se enfoque solo en ella y los administradores o planificadores no tienen interés en las otras áreas menores con las cuales conforma el área mayor.	Combinación con técnicas de análisis factorial, se plantea la posibilidad de deducir futuras demandas de obras y servicios públicos. Se maneja un horizonte de predicción amplio para este tipo de metodologías (2.001-2.010).	Investigación no finalizada, por lo cual sus resultados son provisionales. La carencia de información completa para el periodo de estudio.	Se plantea establecer procedimientos de corrección anual de las proyecciones basadas en el método de cohortes, de acuerdo a los registros de variables sintomáticas.
Brasil.	María de Lourdes Teixeira (1.998).	Las estimaciones poblacionales municipales se calculan suponiendo que la relación entre las proporciones de población y las proporciones de las variables sintomáticas son válidas para años posteriores al último censo.	Presentación de fuentes y periodicidad de recolección de cada variable. La descripción de los métodos y formulación matemática es bastante clara.	Las proyecciones tienden a ser más eficaces para el inicio del periodo de proyección, con respecto al final de periodo de proyección.	Existe una influencia de los supuestos considerados en los resultados de cada método aplicado. Se debe trabajar en perfeccionar una metodología en el sentido de obtener resultados lo más confiables posibles.
Canadá.	BC Stats (1.998).	Se pueden relacionar los cambios en tasas de participación para dos periodos de tiempo por medio de modelos lineales.	Se realizan correcciones por heterocedasticidad de los errores en el modelo. Se utilizan varios tipos de medidas de discrepancia entre lo proyectado y lo censado.	Cantidad de variables sintomáticas disponibles; datos incompletos o faltantes.	Por la naturaleza de las metodologías se espera que los errores sean crecientes conforme el paso del tiempo.
Chile.	Guíomar Bay (1.998).	Es posible obtener estimaciones coherentes con base en el cálculo de promedios de los resultados de los distintos métodos.	Tratamiento claro en la parte conceptual, que respalda los métodos utilizados en estimación indirecta. Análisis de ventajas y desventajas de cada uno de los métodos utilizados. Tratamiento estadístico de la información. Estratificación de las comunas. Incorporación de variables categóricas en el modelo.	Cambios en los límites geográficos de la mayoría de comunas, diferencias en los límites de las circunscripciones de registro civil y las comunas, diferencias entre lugar de residencia habitual y lugar de registro en comunas más grandes.	Pueden obtenerse estimaciones de población para nuevas divisiones administrativas, que no intervienen en la formulación de los modelos. Se destaca la enorme importancia del análisis crítico de los sistemas de recolección, para lograr una profunda familiarización con la información a utilizar.

Tabla 2.3: Indicadores sintomáticos en América Latina y Canadá. Comparación de las investigaciones encontradas, en términos de supuestos, fortalezas encontradas, limitantes o problemas reseñados, conclusiones y recomendaciones.

2.4. CONTRASTE DE INVESTIGACIONES CONSULTADAS EN TÉRMINOS DE MÉTODOS, INDICADORES Y PRINCIPALES HALLAZGOS.

País.	Investigador y año.	Supuestos.	Fortalezas encontradas.	Limitantes o problemas reseñados.	Conclusiones y recomendaciones para la aplicación.
Colombia.	Oscar Fresneda (2.002).	Se asumió que la relación de las variables sintomáticas en un momento específico era extrapolable a otros momentos.	Es un estudio que aportó bastante en la recolección de información de distintas fuentes gubernamentales y no gubernamentales.	Disponibilidad de información, normalización de bases de datos, calidad de los datos, bajo nivel de explicación de los datos.	Siendo un estudio preliminar, se sugiere buscar apoyo por parte de personas que ya hayan aplicado el método y afianzar la parte conceptual.
	Miyerlandi Fajardo (2.002).	Los modelos ajustados pueden ser aplicados para fines de predicción, aún cuando el modelo ajustado no arroje medidas estadísticas satisfactorias para la interpolación.	La estimación puntual para Soacha, fue cercana a lo arrojado por el Censo. Los resultados fueron coherentes con las proyecciones oficiales para los municipios más grandes	Disponibilidad de información, normalización de bases de datos, calidad de los datos, bajo nivel de explicación de los datos.	Continuar la investigación en esta área, avanzar hacia la identificación de las fuentes de información de mayor calidad que estén disponibles.
	Edwin Girón y Marcela Cuervo (2.004).	La proyección de 2.000 fue utilizada para estimar el modelo, luego, se supone que es una medida adecuada de la población en ese instante, comparable a un censo poblacional.	Se aplicaron métodos de análisis multivariados (componentes principales), se analizó el comportamiento de datos atípicos y se proyectó con diferentes juegos de variables por tres grupos de edad.	No se utilizaron dos años censales pivote. Limitaciones en cuanto a la no disponibilidad de información anterior a 1.999, para algunas variables.	Planear con antelación las actividades de definición de la información que se utiliza en los modelos de estimación, así como, la búsqueda, clasificación y ajuste de la misma.
	Guimar Bay (1.998).	Es posible obtener estimaciones coherentes con base en el cálculo de promedios de los resultados de los distintos métodos.	Se utilizaron promedios móviles para suavizar el comportamiento de las series. Fue un caso de estudio complementario al de Chile, pues los cantones no sufrieron grandes cambios geográficos en el periodo de referencia.	Existen diferencias entre lugar de residencia habitual y lugar del establecimiento educativo.	Los modelos de razón correlación son probablemente los más adecuados y mejoran sus estimaciones a medida que se incorporan modificaciones con vistas a homogeneizar las áreas de estudio.
Costa Rica.	Edwin Chávez (1.997).	La combinación de distintas fuentes de información, genera estimaciones acertadas, aún en momentos de fuertes tendencias en cuanto a la migración.	Fue un trabajo pionero a nivel latinoamericano, con ejemplos bastante didácticos, para entender los modelos. Se utilizan técnicas estadísticas de agrupamiento para encontrar áreas homogéneas en su comportamiento.	Limitaciones en cuanto a cantidad de fuentes de información que cumpla las características para ser sintomática del cambio poblacional.	Es necesario prorratar los datos poblacionales estimados para producir el total poblacional para el área mayor. En términos generales las diferencias en las estimaciones de los cuatro métodos no son muy marcadas
	Edwin Chávez (2.003).	La combinación de distintas fuentes de información, genera estimaciones acertadas, aún en momentos de fuertes tendencias en cuanto a la migración.	Es el referente más directo del presente estudio; se destaca que se realizó un análisis gráfico de los residuales del modelo, para verificación de supuestos; y los modelos ajustados guardan un alto porcentaje de la variabilidad presente en los datos.	Limitaciones en cuanto a cantidad de fuentes de información que cumpla las características para ser sintomática del cambio poblacional.	La aplicación de estos métodos puede servir para generar estimaciones año a año, o para comparar las proyecciones realizadas por otros métodos que no pueden ser replicados periódicamente.

Diseño metodológico de la investigación.

EN este capítulo, se presentan cuales fueron los principales materiales y métodos utilizados en el desarrollo del estudio. Más allá de realizar y presentar innovaciones metodológicas en el campo de la investigación en proyecciones poblacionales en áreas menores, se trata de aportar bases para la estructuración de una propuesta coherente para la planeación y elaboración de proyecciones poblacionales a nivel departamental en Colombia, de acuerdo a las fortalezas, restricciones, desafíos y oportunidades que se presentan con la información disponible en nuestro país.

En la primera sección se presenta la estrategia analítica que se siguió para la realización del trabajo; posteriormente, se seleccionan las fuentes de información sintomática; se realiza la formulación de los indicadores asociados a las variables sintomáticas seleccionadas; se realiza una breve exposición de los modelos lineales utilizados en la elaboración de proyecciones, las medidas estadísticas utilizadas en la evaluación del ajuste y capacidad de predicción de los modelos lineales; se realiza un ejemplo de aplicación para cada uno de los modelos utilizados en el trabajo y finalmente se hace un recuento del software utilizado en el procesamiento de datos y generación de resultados.

La investigación propuesta en este trabajo tiene elementos de distintos esquemas de la forma explicada a continuación:

- El diseño utilizado en esta investigación puede ser clasificado como de tipo **correlacional** (Hernández Sampieri 2.003), pues se trata de realizar un análisis de las relaciones entre diversas variables, como indicativas del cambio en el volumen poblacional a través del tiempo.
- Al abordar la teoría estadística de modelos a evaluar, corresponde a un estudio de tipo **explicativo** de las relaciones entre el cambio en magnitud de las variables sintomáticas y el cambio en la magnitud de la población.

3.1. ESTRATEGIA ANALÍTICA.

- Finalmente, también tiene características de los estudios de tipo **prospectivo**, pues finalmente se realiza una proyección de población a nivel departamental, al considerar las cuatro metodologías a evaluar.

3.1. Estrategia analítica.

La estrategia de elaboración de proyecciones poblacionales apoyadas en el uso de indicadores sintomáticos se realizó en varias etapas. A continuación se realiza una breve descripción de las mismas:

3.1.1. Revisión de las metodologías propuestas y su aplicación a nivel mundial, en América Latina y en Colombia.

1. Se revisó la bibliografía para establecer los métodos y modelos más usados en el mundo para construir escenarios de población de áreas pequeñas, estableciendo los referentes y los contextos de aplicación. Esta revisión, se realizó de la forma más exhaustiva posible, tratando de tomar en cuenta los desarrollos metodológicos que han merecido una mayor atención por parte de la comunidad investigativa, a través de su divulgación en revistas especializadas, principalmente *Demography* y *Notas de Población*.
2. Se elaboró una línea del desarrollo cronológico de la investigación en metodologías de proyección en áreas menores a nivel mundial. Con el fin de tener un panorama del desarrollo histórico de la investigación en este campo, se realizó una representación gráfica para visualizar lo encontrado en la revisión bibliográfica.
3. Se revisaron los aspectos normativos de cuatro de las metodologías más utilizadas en la elaboración de proyecciones mediante la utilización de indicadores sintomáticos, dichas metodologías fueron: 1.) Razón censal, 2.) Diferencia de tasas, 3.) Razón correlación y 4.) Tasa correlación; de esta manera, se revisó el material documental que ha servido de soporte para cada una y se realizó un paralelo entre las metodologías.
4. Se revisaron en detalle las experiencias, resultados y evaluaciones de la aplicación de metodologías de proyección apoyadas en indicadores sintomáticos, en países de América Latina, pues estos constituyen en su conjunto el referente más próximo para la aplicación a nivel departamental en Colombia.
5. Se realizaron comparaciones entre las investigaciones realizadas en Colombia y los demás países de América Latina, pues es a través de este tipo de ejercicios, donde se puede realizar una real valoración de los aportes de cada aplicación.

3.1.2. Aplicación de los modelos sintomáticos en el caso colombiano.

1. Se recolectó la base de información y los instrumentos para construcción y aplicación de los modelos. Fue necesario digitar la mayor parte de la información y normalizar las bases de datos de acuerdo a la codificación DANE.
2. Se evaluaron las fuentes de información encontradas, de acuerdo a la disponibilidad, validez, relevancia y facilidad de obtención, de cada una.
3. Con base en la evaluación realizada se seleccionaron las variables sintomáticas que son tenidas en cuenta para la formulación del modelo de proyección. Para las variables seleccionadas se graficaron y analizaron las series anuales departamentales y se concluyó que era necesario suavizar los puntos censales, mediante la utilización de promedios centrados en 1.985 y 1.993.
4. Se construyeron los indicadores asociados a las variables sintomáticas seleccionadas y para cada uno de los indicadores, se diligenció una ficha técnica relacionando la definición, fuentes de información, periodicidad de producción y responsables de su elaboración, usos y grado de desagregación geográfica.
5. Se analizaron los indicadores sintomáticos, con el fin de determinar los más aceptables desde el punto de vista estadístico, con base en el cálculo de las matrices de correlación de las variables e indicadores sintomáticos seleccionados.

3.1.3. Comparación de metodologías y contraste de resultados.

1. Se elaboró una estratificación departamental de acuerdo a criterios de clasificación estadística de las variables sintomáticas y se asignaron ponderaciones para que las áreas político administrativas más grandes no estén mejor representadas que las más pequeñas, esto fue realizado por medio de la variable dispersión (Definida como el cociente entre área y población, e interpretada como el territorio que en promedio le corresponde a cada habitante).
2. Se emplearon algunas de las técnicas más comunes en la estimación para áreas menores, teniendo en cuenta las que mejores resultados han arrojado en aplicaciones en América Latina, utilizando los indicadores sintomáticos seleccionados en esta investigación. Se programaron rutinas computacionales, para apoyar la realización de proyecciones poblacionales.
3. Posteriormente y con base en los modelos de regresión ajustados, se elaboraron las proyecciones departamentales del año 2.005.
4. Se midió la calidad de las estimaciones producidas, de acuerdo a los porcentajes de desviación absoluta de las estimaciones con respecto a los valores censales y dichos porcentajes fueron graficados a nivel departamental con el fin de determinar los modelos más precisos.
5. Se analizaron los resultados de las proyecciones, se formularon conclusiones y recomendaciones.

3.1. ESTRATEGIA ANALÍTICA.

Gráfica 3.1: Diagrama del plan de análisis utilizado en esta investigación.

3.2. Fuentes de información sintomática del volumen poblacional a nivel departamental en Colombia.

La información que se utilizó para el desarrollo de esta investigación fue obtenida mediante revisión documental y consulta directa en las bibliotecas y bases de datos de un conjunto de organismos gubernamentales y no gubernamentales, para los cuales se identificó que disponían de información cuantitativa totalizada a nivel de los departamentos de Colombia. Una vez se identificaba como se podía acceder a la información, se verificaba la disponibilidad de la misma para los años 1.985, 1.993 y 2.005. Y finalmente se evaluaba si la información realmente podía ser considerada como sintomática del volumen poblacional y, del cambio del volumen poblacional a través del tiempo.

Como los datos básicos a emplear han sido recolectados en el desarrollo de otras investigaciones y procesos, la información utilizada en el presente estudio corresponde a *datos secundarios* (Sabino, 1.992), es decir que se trata de datos elaborados de acuerdo a los fines de los investigadores que los obtuvieron inicialmente; así, el diseño utilizado en la recolección de la información puede ser catalogado como de tipo bibliográfico.

A continuación, se realiza una breve descripción acerca de las principales características de las dos fuentes básicas de información para la consecución de los datos requeridos para la proyección departamental apoyada en el uso de indicadores sintomáticos: los censos poblacionales y los registros administrativos.

3.2.1. Censos de Población.

Con base en lo planteado por Flórez (2.001) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2.004) se realiza el siguiente resumen de la definición y principales características de los censos de población:

En términos generales, el censo puede ser definido como una operación estadística destinada a reunir, procesar, elaborar y publicar datos demográficos, económicos y sociales de todos los habitantes de un país o territorio definido, referidos a un momento determinado. El Censo contiene información sobre las personas y sus características demográficas, económicas y sociales, tales como la edad, el sexo, la educación, la ocupación y la composición de los hogares. También contiene datos sobre las viviendas tales como la calidad de los materiales con que están construidas, la disponibilidad de servicios y el número de cuartos, entre otros.

A continuación se enumeran las principales características de los censos:

- **Información secreta:** La información desagregada es de manejo confidencial, no está permitido por medio de la información censal identificar personas o viviendas específicas.
- **Patrocinio oficial:** Todo el trabajo que conlleva la ejecución del censo es auspiciado por el Estado, aun cuando la empresa ejecutora no sea gubernamental.

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SINTOMÁTICA DEL VOLUMEN POBLACIONAL A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

- **Territorio bien definido:** El área o región comprendida por el censo debe estar claramente definida. Puede excluir algunas zonas por razones de accesibilidad o seguridad, pero debe señalarse explícitamente sus límites.
- **Universalidad:** El censo debe incluir a todos los miembros de la población del territorio censal sin omisiones ni repeticiones.
- **Unidad censal:** En un censo de población, la unidad censal es el individuo.
- **Simultaneidad:** la población total empadronada debe referirse a un momento preciso en el tiempo. Por esta razón, los datos recolectados deben referirse a una fecha específica o a un período bien definido.
- **Periodicidad:** Los censos deben ser realizados periódicamente. La recomendación hecha por la División de Población de las Naciones Unidas, señala que el período entre un censo y otro sea de 10 años y que los años censales sean los terminados en 0.

En el caso de Colombia, hasta el momento se han realizado 17 censos de población, en los años: 1.770, 1.778, 1.782, 1.803, 1.810, 1.825, 1.835, 1.843, 1.851, 1.864, 1.870, 1.905, 1.912, 1.918, 1.928, 1.938, 1.951, 1.964, 1.973, 1.985, 1.993 y 2.005. No obstante, la presente investigación está centrada en los censos poblacionales de 1.985 y 1.993, los cuales proporcionan la base para poder elaborar las proyecciones de población para el año 2.005 y contrastar los resultados con el Censo del mismo año.

Una característica que es importante reseñar en los censos de 1.985 y de 1.993, es que son censos de *jure* (derecho), esto quiere decir que las personas fueron empadronadas de acuerdo al sitio de residencia habitual, no en el lugar que se encontraban en el momento del operativo censal.

Asimismo, es de resaltar que en el censo de 1.985 no se consideró necesario inmovilizar a la población, por lo cual el operativo urbano duró varios días. Por el contrario, en el censo de 1.993 sí se inmovilizó a la población urbana durante el operativo censal; en las áreas rurales el censo se realizó durante dos meses y en los Territorios Nacionales el censo se realizó a lo largo de cinco meses.

A pesar de que los censos de 1.985 y 1.993 son ambos censos de *jure*, existen diferencias importantes entre ellos en cuanto al diseño. El censo de 1.993, utiliza un único procedimiento investigativo para toda la población. El censo de 1.985, por el contrario, utilizó dos procedimientos investigativos: censo propiamente dicho, e investigación por muestra, donde en todo caso el número de personas se realizó por enumeración completa, procedimiento similar al utilizado posteriormente en el Censo de 2.005.

Una de las dificultades más importantes en el momento de elaborar un censo poblacional corresponde a los problemas por cobertura, pues realmente no se alcanza a enumerar a toda la población objetivo y esta situación es más evidente en algunas zonas que en otras, por lo cual los problemas por cobertura, difieren en magnitud de un área a otra.

CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

Asimismo, tal como afirman Wolter y Caussey (1.991): *Lógicamente es de esperar que esas diferencias en magnitudes sean más notorias a niveles político-administrativos más desagregados y en poblaciones más pequeñas.*

En la tabla 3.1 se presenta la cobertura estimada para los censos de 1.964, a 1.993, con base en los cálculos de diversos autores. Donde en todo caso, es necesario aclarar que existe un debate en torno a la cobertura calculada para el censo 1.993, pues según la encuesta de cobertura realizada fue de 88.3 %, y según el proceso de conciliación censal realizado para el censo del 2.005 y publicado por la página web del DANE la cobertura del censo del año 1.993 fue de alrededor del 92 %.

	1.964	1.973	1.985	1.993	2.005
DANE					
Total	98,2	92,8	92,6	88,3	96,3
Total (2)				92	
Cabeceras municipales		94,2	95,4		
Resto de municipio		90,0	87,6		
OTROS					
López Toro	97,6				
Potter		92,9			
Bayona		90,4			
CNC					
Total			91,2		
Cabecera			93,8		
Resto			86,3		
FEI-CEDE Total					
Total			93,5		
Cabecera			96,0		
Resto			88,0		
DANE-DNP					
Total			92,6		

Tabla 3.1: Colombia. Cobertura de los censos poblacionales. 1.964-2.005.

En este punto, es necesario aclarar que como toda información censal esta sujeta a problemas de cobertura y específicamente la información censal de los años 1.985, 1.993 y 2.005 es utilizada para evaluar la precisión de los modelos de proyección, no es lógico pedir una extrema precisión a las poblaciones proyectadas a nivel departamental.

Así, al evaluar los resultados de la proyección es necesario tener en cuenta que el interés de la investigación esta centrado en la elaboración de proyecciones para distribuir la población proyectada o censada de un área mayor en sus áreas menores

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SINTOMÁTICA DEL VOLUMEN POBLACIONAL A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

constitutivas, y no en la elaboración de pronósticos a nivel del área mayor.

De todas maneras, en el capítulo de resultados se evalúa primero la consistencia de la distribución poblacional de los departamentos de Colombia encontrada en el censo 2.005, con la distribución encontrada en los censos de 1.973, 1.985 y 1.993. Y posteriormente se definen cotas de discrepancia entre los resultados censales y las proyecciones equivalentes a diferencias del 20% o más, casos en los cuales se considera que es muy probable que la estimación sea inadecuada, o la cobertura departamental no fue la adecuada para el contraste entre proyecciones.

3.2.2. Registros administrativos.

Los registros administrativos son procedimientos indirectos para obtener datos estadísticos, basados en datos individuales con características de control, regulación, o diagnóstico de actividades socioeconómicas comunes a grupos de personas o entidades y recogidos con fines administrativos. (DANE, 2.001)

De esta forma, los registros de carácter administrativo, tales como las estadísticas vitales, los registros de votantes, los registros de población matriculada en educación preescolar, básica primaria y básica secundaria y media, los registros de usuarios de servicios públicos y los registros de usuarios de sistemas de salud, constituyen fuentes importantes de información para contar con estimaciones para áreas menores mediante métodos de estimación indirecta; *y constituyen fuentes alternativas de información de posible uso para el análisis y la elaboración de proyecciones poblacionales, para complementar, ajustar o actualizar las estimaciones provenientes de las fuentes tradicionales. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2.004).*

Y dentro de dichos registros administrativos, resulta importante destacar a los registros de estadísticas vitales como el más importante sistema de registros para los estudios demográficos. La idea entonces es complementar las potencialidades de análisis ya probadas en este sistema, con otras fuentes de información que no han sido extensamente exploradas en nuestro contexto, como es el caso del volumen de votación para la elección de gobernantes y miembros de corporaciones públicas o los mismos registros de matriculados en educación formal. A continuación se realiza una breve reseña de estos tres registros: registros vitales, registros del número de votantes y registros de matriculas.

Registros vitales.

Con base en lo expresado por el Centro Centroamericano de Población (2.003) y en la página web del DANE (www.dane.gov.co), se realiza el siguiente resumen:

La misión de los registros de estadísticas vitales consiste en anotar los eventos vitales de una localidad o país en forma continua y permanente. Entre los objetivos principales de este tipo de registros esta el determinar el número de defunciones y de nacidos vivos, por sexo, en el país y en sus diferentes subdivisiones geográficas y proveer de insumos para realizar análisis demográficos a partir de la mortalidad, la

fecundidad, la estructura y el cambio en el volumen de la población. Ahora, de acuerdo a lo expresado por la Organización Mundial de la Salud a continuación se precisan las definiciones de los términos nacido vivo y defunción:

Nacido vivo: *Es la expulsión o extracción completa del cuerpo de la madre, independientemente de la duración del embarazo, de un producto de la concepción que, después de dicha separación, respire o de cualquier otra señal de vida, como latidos del corazón, pulsaciones del cordón umbilical o movimientos efectivos de contracción voluntaria, tanto si se ha cortado o no el cordón umbilical y esté o no desprendida la placenta.*

Defunción: *Es la desaparición permanente de todo signo de vida, cualquiera que sea el tiempo transcurrido desde el nacimiento con vida (cesación postnatal de las funciones vitales sin posibilidad de resucitar).*

Las principales características de las estadísticas vitales son las siguientes:

- **Universalidad:** Todo individuo está en la obligación de registrar los hechos vitales.
- **Auspicio oficial:** El Estado debe velar por crear las condiciones necesarias para que los individuos puedan registrar estos eventos en forma simple.
- **Continuidad:** El registro de eventos vitales debe realizarse en forma continua y permanente.
- **Oportunidad:** El registro de los eventos debe efectuarse inmediatamente después de ocurridos los hechos.

Por último, cabe resaltar que los hechos o sucesos vitales pueden ser tabulados en los registros en dos formas diferentes:

- Según el lugar de ocurrencia del hecho.
- Según el lugar de residencia de la persona, objeto del hecho.

Para los análisis globales del total de la población, la escogencia de un criterio u otro no afecta el estudio de las variables demográficas; sin embargo, cuando el registro de un hecho vital se produce según el lugar de ocurrencia, dificulta los análisis internos en las diferentes áreas geográficas de un país, como en nuestro caso, en el desarrollo del estudio de variables sintomáticas del volumen poblacional.

Registros de número de votantes.

Con base en la documentación de la página web de la Registraduría Nacional del Estado Civil (www.registraduria.gov.co) se realiza el siguiente resumen:

Los registros de votación proporcionan el número de votos por los candidatos en una elección de gobernantes y miembros de corporaciones públicas. En Colombia actualmente mediante el proceso de votación se eligen:

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SINTOMÁTICA DEL VOLUMEN POBLACIONAL A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

- Presidente y vicepresidente.
- Congreso (Senado y Cámara).
- Asambleas.
- Gobernadores.
- Concejos.
- Alcaldes.
- Ediles y Juntas Administradoras Locales (JAL).

No obstante es necesario aclarar que el proceso electoral es un acto complejo que incluye las diferentes etapas:

Etapla pre-electoral: Comprende las actividades previas al proceso electoral, que deben ser realizadas por los funcionarios electorales en todo el país y demás organismos que intervienen en el proceso electoral: inscripción de cédulas, conformación del censo electoral, inscripción de candidatos, designación de lugares de votación, instalación de mesas de información, solicitud de listas de jurados de votación, designación de jurados de votación, arcas triclaves, designación de comisión escrutadora, acreditación de testigos electorales, simulacros electorales.

Etapla electoral: Es el día de las elecciones y comprende el proceso de las votaciones hasta el cierre de las mismas, los escrutinios de mesas por parte de los jurados de votación. Finaliza cuando los jurados entregan a los claveros los documentos electorales que ingresan al arca triclave. Incluye: instalación de las mesas de votación, inicio de las votaciones, desarrollo de las votaciones, cierre de las votaciones, escrutinios de los jurados, entrega de documentos electorales, inmunidad electoral, ley seca, propaganda durante el día de las elecciones, consolidación de resultados electorales y expedición de boletines.

Etapla post-electoral: Son las actividades que se realizan una vez finalizado el día de las votaciones. Comprende: escrutinio zonal, municipal, general y nacional, elaboración de estadísticas electorales, presentación de cuentas para reposición de gastos.

Esta última etapa es la que genera resultados en términos estadísticos acerca de la participación de la población mayor de 18 años, en las votaciones para elegir gobernantes y miembros de corporaciones públicas. En Colombia este registro es el que presenta un menor tiempo entre recolección de información y generación y divulgación de resultados.

Registros de matriculas.

El registro de matriculas tiene como objetivo obtener información básica para la formulación de políticas, la planeación y la administración de la educación formal en cada una de las instancias administrativas del país: municipio, departamento y Nación.

La educación formal es aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas y conducentes a grados y títulos.

Los niveles de enseñanza son las etapas en las cuales se organiza la educación formal son los siguientes:

- **Preescolar.** Hace parte del servicio público educativo formal y comprende tres grados: prejardín, jardín y transición.
- **Básica primaria.** Comprende los cinco primeros grados de la educación básica: primero, segundo, tercero, cuarto y quinto.
- **Básica secundaria.** Comprende los cuatro grados subsiguientes de la educación básica: sexto, séptimo, octavo y noveno.
- **Media.** Constituye la culminación, consolidación y avance en el logro de los niveles anteriores y comprende dos grados: décimo y undécimo.

Finalmente, es necesario aclarar que el número de matriculados en los distintos niveles de enseñanza se calcula teniendo en cuenta a los estudiantes matriculados al iniciar el grado, más los que se matricularon en el resto del año, incluyendo aquellos que abandonaron el grado antes de finalizarlo (desertores, transferidos y trasladados), es decir que se tienen en cuenta todos los individuos que estuvieron matriculados alguna vez a lo largo del año.

Paralelo a este registro se realiza el de docentes y de establecimientos educativos, sin embargo dado su carácter más general en lo que se refiere a que capta un mayor segmento de población, en esta investigación solo se hace uso del número de matriculados en los diferentes niveles de enseñanza.

3.2.3. Selección de variables sintomáticas.

A partir del análisis, de los criterios de evaluación sugeridos por Feeney, Hibbs y Gillapsy (1.995) respecto a la calidad de los datos suministrados por una fuente de información y complementado con los criterios citados por el Ministerio de Desarrollo Económico (2.002), se establecieron las siguientes pautas para la selección de variables sintomáticas en este estudio:

- **Disponibilidad:** La información de la variable debe estar disponible a nivel departamental para los años 1.985, 1.993 y 2.005. No obstante, no es necesario que este completa para todos los departamentos, pues es posible elaborar proyecciones apoyados en indicadores sintomáticos, aún para áreas menores que recién han sido conformadas, o de las cuales no se disponen registros pasados confiables; es suficiente con que la mayoría de áreas menores tengan información para 1.985 y 1.993 y se disponga de la información sintomática o de una estimación de la misma, para todos los departamentos, para el año en el que se desea elaborar la proyección.

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SINTOMÁTICA DEL VOLUMEN POBLACIONAL A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

- **Sensibilidad:** Las variables sintomáticas necesariamente tienen que estar altamente correlacionadas con el volumen poblacional tanto para el año 1.985, como para el año 1.993, pues si bien el modelo sintomático finalmente relaciona la distribución departamental de las variables sintomáticas con la distribución departamental de la población, hay que tener en cuenta que el coeficiente de correlación es invariante ante los cambios de escala en estos dos conjuntos de datos y lo que se pretende es encontrar variables sensibles a cambios en el volumen poblacional.
- **Validez:** Los datos recolectados no deben corresponder a cocientes en los cuales se utiliza la población proyectada por métodos directos como denominador; ni se deben considerar indicadores que incluyen población proyectada por otros métodos, esto debido a que el modelo no sería independiente de otras proyecciones para las áreas menores; sin embargo, es necesario aclarar que este criterio se utiliza para la selección de variables explicativas del modelo, los indicadores que incluyen población proyectada por otros métodos para un año determinado, se pueden incluir como estratos o como ponderaciones para captar las desigualdades entre los tamaños y las participaciones de los departamentos, de tal forma que los departamentos de mayor población no sean los únicos en estar bien representados en el modelo.
- **Pertinencia:** Las variables seleccionadas deben expresar en forma precisa, características de un fenómeno, que sea indicativo de cambios en la magnitud poblacional ya sea en forma directa, como los nacimientos, defunciones o votantes, o indirecta, como en el caso de variables de tipo socioeconómico, que muestran el cambio a través del tiempo en el consumo de determinado producto, o el cambio en la demanda de determinado servicio.
- **Facilidad de obtención:** las fuentes de información deben poder ser de fácil y oportuno acceso. No deben tener limitaciones de confidencialidad.

Bajo los anteriores parámetros, se recopiló toda la información encontrada a nivel de los departamentos de Colombia. A través del análisis de los datos, recopilados se concluyó que las únicas variables que reunían los requisitos anteriormente descritos fueron: nacimientos, defunciones, matriculados en educación básica primaria, matriculados en educación básica secundaria y media, matriculados en educación preescolar, votación para Presidencia de la República y votación para el Senado de la República.

En el cuadro 3.2 se presenta el listado de variables descartadas y la causa por la cual fueron descartadas. Un aspecto que vale destacar, es que existen variables que fueron descartadas para esta aplicación en particular, pero que deben ser reevaluadas en aplicaciones de metodologías sintomáticas posteriores, tal es el caso de transporte aéreo de pasajeros, parque automotor, suscriptores de electricidad y el número de juicios terminados en el área penal. Estas variables, aunque no cumplieron con todos los requisitos para ser tenidas en cuenta en la formulación del modelo de proyección, presentan dificultades que pueden ser subsanadas en próximos años.

De igual manera, existen variables que no se consideran adecuadas para la formulación de un modelo sintomático de proyección, pues corresponden a servicios que la misma dinámica económica se ha encargado de regular y no corresponden a la tendencia del cambio en el volumen poblacional en Colombia, tal es el caso de asistencia a cine, ingresos por correo y tráfico por telefonía a larga distancia.

Finalmente, en las gráficas 3.2, 3.3 y 3.4 se presentan las gráficas de las series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y de la población para Colombia, Santander y La Guajira. Esto, con el fin de mostrar el comportamiento general de las series para el área mayor, que en este caso es Colombia y de dos departamentos que han experimentado cambios poblacionales diferenciados.

Es de anotar que este proceso se realizó para todos los departamentos de Colombia, pero en este caso no presentamos todas las gráficas resultantes, con el fin de no perder la continuidad del discurso y pues precisamente también porque se trata solamente de ilustrar que la utilización de promedio centrados en los años censales, es una buena alternativa para el suavizamiento de las series con el fin de evitar cambios bruscos en la información y disminuir la influencia de posibles observaciones y registros atípicos.

3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SINTOMÁTICA DEL VOLUMEN POBLACIONAL A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Variable.	Fuente.	Años disponibles.	Razón de no selección.
Juicios terminados en el área penal.	Ministerio de Justicia.	1.974-1.985, 1.993-2.005.	Cambios en el sistema de justicia penal. En los últimos años hay varias fuentes no centralizadas en una única base de datos.
Suscriptores de electricidad, en el sector residencial, comercial, industrial, oficial y alumbrado público.	ISA.	1.974-1.990, 2.003-2.006	Cambios de nivel en las series debido a los cambios en la forma de registrar la información.
Área aprobada para construcción según licencias de construcción.	DANE.	1.980-1.992	Datos no disponibles para la mayoría de departamentos.
Transporte aéreo de pasajeros salidos y transporte aéreo de carga despachada.	Aeronáutica Civil.	1.980-2.005	Dificultades para la consolidación de la base de datos, pues se encontraron registros impresos y la serie esta especificada según aeropuerto y no departamento
Parque automotor, según oficinas de tránsito.	Instituto Nacional de Tránsito y Transporte.	1.981-1.991	No fue posible conseguir datos recientes. Puede estar afectada por factores de tipo económico.
Volumen de productos agrícolas, pecuarios, mineros, forestales y manufacturados entrados y salidos.	Instituto Nacional de Tránsito y Transporte.	1.980-1.992	Dificultad de obtención, se ve afectada por fenómenos como la apertura económica y la globalización.
Tráfico nacional e internacional por telefonía a larga distancia.	TELECOM.	1.982-1.992	No es representativa del volumen en los últimos años debido a la entrada y masificación de la telefonía móvil.
Ingresos por correo.	Administración Postal Nacional.	1.980-1.992	Con la entrada de nuevas tecnologías ha perdido importancia como variable sintomática del volumen poblacional.
Asistencia a cine.	FOCINE.	1.984-1.990	La serie sufrió un cambio de nivel debido a la piratería masificada y la entrada de dispositivos para uso en el hogar, desde los VHS hasta Home Theater.
Producción de loterías.	Federación de loterías de Colombia.	1.980-1.991	No fue posible construir una serie con datos recientes
Hoteles con estrellas.	Corporación Nacional de Turismo.	1.982-1.988	No fue posible conseguirlos para los últimos años pues la Corporación fue suprimida en 1.996.
Habitaciones en hoteles con estrellas.	Corporación Nacional de Turismo.	1.982-1.988	Dificultad de acceso a los datos, no fue posible conseguirlos para los últimos años.
Camas en hospitales por departamento.	Ministerio de Protección Social	1.983-1.985	No fue posible encontrar datos posteriores al año 1.985. Cambios en el sistema de salud.

Tabla 3.2: Colombia. Selección de variables sintomáticas del volumen poblacional a nivel departamental. Variables descartadas según fuentes de información, años disponibles y razones de no selección.

3.3. Formulación de los indicadores asociados al cambio poblacional y a las variables sintomáticas seleccionadas.

Los siguientes son los ítems que se diligenciaron en las fichas técnicas de cada uno de los indicadores sintomáticos:

1. **Título del indicador:** un nombre que sintetiza el significado del indicador.
2. **Objetivo del indicador:** para qué se obtiene el indicador?
3. **Número del indicador:** se numeran los indicadores para fines de normalización de la base de datos.
4. **Fórmula de cálculo:** cómo se obtiene el indicador?
5. **Unidad de medida:** corresponde a un conteo, cociente, suma ponderada u otro?
6. **Rango de análisis:** cuáles son los posibles valores que puede asumir el indicador?
7. **Usuarios principales del indicador:** quienes son los que pueden utilizar los resultados del cálculo del indicador?
8. **Grado de desagregación:** cuáles son las unidades mínimas de análisis que permiten los datos del indicador?
9. **Período a considerar:** desde qué año hasta qué año se encuentra disponible la serie de datos para construir el indicador?
10. **Periodicidad de actualización:** cada cuánto se tiene proyectado actualizar el indicador?
11. **Responsables de actualización:** quién efectúa la actualización de datos?
12. **Fuentes de información:** de dónde se obtiene la información necesaria para la construcción del indicador?
13. **Prioridad:** considera que la variable debe estar contenida en los modelos finales de proyección con una prioridad alta, media o baja?
14. **Otros indicadores relacionados:** qué indicadores complementan de manera directa los resultados y análisis del indicador?
15. **Variables que afectan el resultado:** factores externos a la construcción del indicador, que afectan sus resultados.
16. **Observaciones para su uso:** qué advertencias sobre posibles riesgos es necesario formular antes del cálculo del indicador?

3.3. FORMULACIÓN DE LOS INDICADORES ASOCIADOS AL CAMBIO POBLACIONAL Y A LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS SELECCIONADAS.

Gráfica 3.2: Colombia. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.

Gráfica 3.3: Santander. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.

3.3. FORMULACIÓN DE LOS INDICADORES ASOCIADOS AL CAMBIO POBLACIONAL Y A LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS SELECCIONADAS.

Gráfica 3.4: La Guajira. Series cronológicas de las variables sintomáticas seleccionadas y la población enumerada en los censos.

3.3.1. Variable dependiente: cambio poblacional intercensal.

El indicador básico en los modelos a utilizar se puede describir como una razón de cambio, de la participación departamental en el volumen poblacional total del área mayor, entre dos fechas de tiempo; en el caso de estudio el área mayor corresponde al país y las dos fechas contrastadas corresponden a 1.985 y 1.993, ambos años censales. La fuente de información de los datos utilizados son los censos poblacionales realizados por el DANE en 1.985 y 1.993.

De esta manera, se empieza haciendo uso de la definición de *cambio poblacional* aportada por Shryock y Siegel (1.973), quienes explican este término como una medida de la diferencia entre tamaños poblacionales para fechas diferentes. Precisamente, una crítica de estos autores al concepto de crecimiento poblacional, es que algunas investigaciones incurren en un error al hablar de crecimiento poblacional, cuando en realidad existe la posibilidad que la población crezca, decrezca o permanezca más o menos constante y aún más, existe la posibilidad que algunos segmentos poblacionales crezcan en términos absolutos o relativos, mientras otros segmentos decrecen también en términos absolutos o relativos.

Aunque la sola denominación *cambio en el volumen poblacional a través del tiempo*, parezca complicada, simplemente se trata de captar cambios longitudinales, en la proporción de personas censadas en cada área menor, con respecto al número de personas censadas en el área mayor que la contiene; para así tener una idea de cómo ha cambiado la distribución de población del área mayor en sus correspondientes áreas menores. Visto de otra forma, a través de este indicador se responde a las preguntas ¿Qué departamentos fueron los que han crecido más en relación con el crecimiento total del país? y ¿Qué departamentos han decrecido en su participación, a pesar del crecimiento en el volumen poblacional total del país?.

El ítem 4 de la tabla 3.3 presenta la formula de cálculo del indicador. Puede observarse que por la forma en que es construido el indicador, se puede interpretar tomando como referencia la unidad, si el indicador es mayor a 1 entonces significa que la participación del departamento ha aumentado entre un censo y otro; asimismo, si el indicador es inferior a 1 implica que la participación departamental en el volumen poblacional ha decrecido.

Es importante también, resaltar que en el caso de investigación fue necesario escoger entre el cambio poblacional intercensal en los departamentos de Colombia con datos efectivamente enumerados y el cambio poblacional intercensal departamental con datos ajustados por subcobertura, pues los resultados de tomar población enumerada o tomar población ajustada pueden ser distintos en virtud del modelo de proyección utilizado. Después de analizar esta situación, se concluyó que al igual que en el estudio a nivel departamental de Álvarez en Argentina, lo mejor es trabajar con datos enumerados para la formulación del modelo (1.985-1.993) y comparar con la distribución de los datos censales de 2.005 ajustados por conciliación.

3.3. FORMULACIÓN DE LOS INDICADORES ASOCIADOS AL CAMBIO POBLACIONAL Y A LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS SELECCIONADAS.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor en el volumen poblacional total del área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de personas censadas en cada área menor, con respecto al número de personas censadas en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 0</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{P_1(u)/P_1(M)}{P_0(u)/P_0(M)}$ <p>donde <i>u</i> es la <i>u</i>-ésima área menor, <i>M</i> el área mayor y <i>P</i>₀ es la población en el penúltimo año censal de base y <i>P</i>₁ es la población en el último año censal de base.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador del cambio del volumen poblacional.</p> <p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental, municipal.</p>	<p>9. Período a considerar: 1.985-1.993, es decir los dos últimos años censales con resultados a nivel de áreas menores.</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Una vez se consoliden, divulguen y validen los datos de un censo.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación del número de personas en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subcobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	---

Tabla 3.3: Cambio intercensal en la participación poblacional de las áreas menores en el total de población. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

3.3.2. Variables explicativas: indicadores sintomáticos del cambio en el volumen poblacional.

Como primera medida, se reafirma lo expresado anteriormente, en el sentido que la expresión **indicadores sintomáticos**, es utilizada para nombrar tasas, razones, o proporciones, que llevan implícita la dinámica de cambio a través del tiempo de las variables sintomáticas del volumen poblacional, es decir se refieren a transformaciones, de datos resumidos en frecuencias absolutas a datos de carácter relativo, en dos sentidos, por una parte respecto al tiempo y por otra parte en cuanto a la distribución de las áreas mayores en sus correspondientes áreas menores

De la misma forma se hace énfasis en que a partir de la construcción de un sistema de indicadores sintomáticos, se facilitan la medición, análisis e integración de componentes y variables de tipo ambiental, social, político, económico e institucional, asociadas con el cambio en el volumen poblacional a través del tiempo, pero no necesariamente de forma directa en cuanto a sus componentes.

Antes que entrar en polémicas sobre los fundamentos y consistencia interna de las hipótesis de las relaciones que supone la aplicación de estos métodos, se hace énfasis en que precisamente el objeto de esta investigación es evaluar la posibilidad de aplicación de los mismos, a sabiendas de que se trata de métodos de estimación indirecta y por tal razón no se pueden esperar determinismos, ni relaciones causa-efecto en los modelos resultantes, sino más bien establecer relaciones, lo cual es bastante distinto.

A continuación se presentan de modo muy general los indicadores seleccionados como sintomáticos del volumen poblacional y su cambio a través del tiempo.

Los indicadores seleccionados, pueden clasificarse en tres grandes áreas: i.) Del sector educativo, ii.) Demográficos y iii.) Electorales. A continuación se desglosan estas tres categorías según los indicadores escogidos en la etapa de evaluación de fuentes de información.

En cuanto al sector educativo, el primer indicador seleccionado corresponde a la razón de cambio de la tasa de participación de matriculados en educación preescolar en el departamento con respecto al total de matriculados en educación preescolar en el país; de esta manera se pretenden captar cambios en la distribución departamental de población en educación preescolar, sin entrar a especificar las causas de los cambios, sino asumiéndolo como un síntoma del cambio poblacional departamental.

Las fuentes de información son el Ministerio de Educación Nacional y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - Dane y por su construcción al igual que en el indicador de cambio en el volumen poblacional, se interpreta tomando como referencia la unidad, si el indicador es mayor a 1 entonces significa que la participación del departamento ha aumentado entre un censo y otro; asimismo, si el indicador es inferior a 1 implica que la participación departamental en el volumen poblacional ha decrecido.

Respecto a los demás indicadores del sector educativo, pueden elaborarse análisis análogos, pues corresponden a indicadores de las razones de cambio de la participación departamental en: las matriculas a educación básica primaria; las matriculas

3.3. FORMULACIÓN DE LOS INDICADORES ASOCIADOS AL CAMBIO POBLACIONAL Y A LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS SELECCIONADAS.

en educación básica secundaria y media; las matriculas en educación básica y media, las matriculas en educación preescolar y primaria; y el total de matriculas en educación preescolar, básica y media.

Cabe resaltar que los indicadores no son aditivos, en el sentido de que la suma del indicador del cambio de la participación departamental en el total de matriculados en educación básica primaria, con el indicador de cambio de la participación departamental en el total de matriculados en educación preescolar, no es equivalente al valor del indicador de cambio en la participación departamental en el total de matriculados en educación preescolar y básica primaria.

Además, la idea de combinar la información de diferentes maneras (primaria con secundaria, todos aparte, la suma de todas las matriculas), está sustentada en que al no existir la propiedad de aditividad, el modelo de regresión que incluye dos variables no es equivalente, al modelo que incluye la suma de dichas variables, razón por la cual difiere el modelo de proyección y lo que se busca es la mejor combinación de variables en el sentido que sean significativas estadísticamente como variables explicativas o indicativas del cambio en el volumen poblacional y proporcionen el mayor porcentaje de explicación de la variabilidad existente en los datos originales de cambio en el volumen poblacional.

El segundo grupo de indicadores, los demográficos, parte de los indicadores de dos variables sintomáticas básicas, que son el indicador de cambio participación departamental en el total de nacimientos y el indicador de cambio en la participación departamental en el total de defunciones. Así, con base en los datos de las variables básicas nacimientos y defunciones, se construyen la suma de nacimientos y defunciones, que se denomina total de hechos demográficos, o eventos vitales; y la resta del número de nacimientos menos el número de defunciones, denominada crecimiento natural. Y con base en los datos de hechos demográficos y crecimiento natural se construyen respectivamente el indicador de cambio de la participación departamental en el total nacional de hechos demográficos y el indicador de cambio de la participación departamental en el crecimiento natural nacional.

Al respecto vale la pena aclarar, que al igual que en el grupo de indicadores relacionados con educación, la suma del indicador de cambio en nacimientos y el indicador de cambio en defunciones no es equivalente al indicador de cambio en hechos demográficos; de igual forma la resta del indicador de nacimientos y el indicador de defunciones no da como resultado el indicador de crecimiento natural.

Así, queda ilustrada la diferencia entre las variables sintomáticas básicas, y los indicadores sintomáticos, en el sentido que las variables tienen la propiedad de aditividad cuando se refieren a una desagregación de una misma área temática como el caso de las variables de matriculas, al contrario de los indicadores que no poseen dicha propiedad.

La fuente de información de los indicadores demográficos utilizados es el grupo de Estadísticas Vitales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Finalmente, en el tercer grupo de indicadores, los indicadores electorales, podemos ubicar, el indicador de cambio de la participación departamental en el total de votación

nacional para el Senado; y el indicador de cambio en la participación departamental en el total de votación nacional para la Presidencia. La fuente de información de estos últimos indicadores corresponde a la Registraduría Nacional del Estado Civil.

En el anexo *C*, se realizó un análisis descriptivo del cambio en la distribución departamental de las variables sintomáticas entre los años 1.985 y 1.993. Asimismo, las fichas técnicas de los indicadores sintomáticos asociados a las variables seleccionadas, se encuentran ubicadas en los anexos *D1* a *D12*.

3.4. Presentación y descripción de los modelos utilizados en la elaboración de proyecciones poblacionales mediante indicadores sintomáticos.

En esta sección se presentan los modelos que son utilizados y contrastados en esta investigación para la elaboración de las proyecciones poblacionales a nivel departamental en Colombia, los cuales son: el modelo de razón censal, el modelo de diferencia de tasas, el modelo de razón correlación y el modelo de tasa correlación.

En general, los modelos sintomáticos presentados, se apoyan en la utilización de información proveniente de registros administrativos, encuestas por muestreo y censos poblacionales, para la identificación de tendencias de cambio en la distribución del volumen poblacional en un conjunto de áreas de interés y para la formulación de pronósticos de la distribución de la población en dichas áreas menores en el corto y mediano plazo, a partir de las tendencias identificadas.

La exposición de las principales características y procedimientos de aplicación de los modelos de proyección contrastados, se basa en las explicaciones de Bay (1.998) y Álvarez (2.001). Dicha exposición está organizada en dos partes: la descripción de los modelos basados en la utilización de razones censales y la descripción de los modelos apoyados en teoría estadística de la regresión.

3.4.1. Modelos de estimación poblacional indirecta basados en la utilización de razones censales.

Para la aplicación de los modelos basados en razones censales, es necesario cumplir con una serie de requisitos en cuanto a la información de base, los cuales son reseñados en la tabla 3.4, donde se contrastan la información necesaria para la aplicación de este tipo de modelos en forma general y la información necesaria para la presente aplicación a los departamentos de Colombia.

La razón para realizar la exposición general mediante este contraste, está dada porque se desea mostrar de forma paralela el caso general y el caso particular, con el fin de facilitar la consulta de los requisitos, explicaciones y formas de aplicación de los modelos de proyección apoyados en la utilización de variables sintomáticas, además de detallar los procedimientos de aplicación de los modelos.

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

	Requisitos generales para la elaboración de proyecciones mediante modelos basados en razones censales.	Requisitos en el caso específico de la proyección poblacional de los departamentos de Colombia para el año 2.005.
1	La información de cada variable sintomática a utilizar debe estar disponible para el año censal de base, tanto a nivel de áreas mayores, como a nivel de áreas menores.	Las variables sintomáticas deben estar disponibles a nivel nacional y departamental para el año 1.993.
2	La información de cada variable sintomática debe estar disponible para los años que hacen parte del periodo de proyección, tanto a nivel de áreas mayores, como a nivel de áreas menores.	Las variables sintomáticas deben estar disponibles a nivel nacional y departamental para el año 2.005.
3	Si la información de una variable sintomática no esta disponible para el año censal de base o el año de proyección, porque en esa fecha no hubo o no se encontró registro, se buscan los datos correspondientes a un año cercano a la fecha de interés.	Si las variables sintomáticas seleccionadas no estan disponibles para el año 1.993, se buscan datos para años cercanos, preferiblemente para 1.994 o 1.992. Si la información del año 2.005 no esta disponible, se buscan datos de 2.004 o 2.006.
4	Se deben recopilar los resultados de la población censada a nivel de las áreas menores para el año censal de base.	Se debe disponer del total de población censada en cada departamento para el año 1.993.
5	Es condición para que el sistema de proyecciones sea coherente, disponer del volumen poblacional o una estimación obtenida por otro método para el área mayor de interés.	Se debe disponer del total poblacional de Colombia para el año 2.005, o en su defecto una estimación del mismo basada en otro modelo.

Tabla 3.4: Modelos basados en razones censales. Contraste entre los requisitos generales para su aplicación y los requisitos específicos para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

Modelo de la razón censal.

En la tabla 3.5 se presenta una matriz de contraste entre la formulación general del modelo de razón censal y la formulación específica para el caso de las proyecciones departamentales en Colombia.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de razón censal.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
1	<p>Se determinan las tasas de ocurrencia de cada variable sintomática en cada una de las áreas menores para el año censal de base.</p> $T_0(S_i(a)) = \frac{F_0(S_i(a))}{P_0(a)}$ <p>Donde $T_0(S_i(a))$ es la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática seleccionada, en el área menor a para el año censal de base; $F_0(S_i(a))$ representa la frecuencia de la i-ésima variable sintomática en el área menor a, para el año censal de base; y $P_0(a)$ es la población censal del área menor a en el año base.</p>	<p>Se calculan las tasas de ocurrencia de las variable sintomáticas seleccionadas a nivel departamental, para el año 1.993.</p> $T_{1993}(S_i(a)) = \frac{F_{1993}(S_i(a))}{P_{1993}(a)}$ <p>Donde $T_{1993}(S_i(a))$ es la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática seleccionada, en el departamento a para el año 1.993; $F_{1993}(S_i(a))$ representa la frecuencia de la i-ésima variable sintomática en el departamento a, para el año 1.993; y $P_{1993}(a)$ es la población censal del departamento a en el año 1.993.</p>
2	<p>Se determinan las tasas de ocurrencia de cada variable sintomática en las áreas mayores para el año censal de base.</p> $T_0(S_i(A)) = \frac{F_0(S_i(A))}{P_0(A)}$ <p>Donde A representa el área mayor y las funciones T, F, S y P están definidas igual que en el paso anterior.</p>	<p>Se calculan las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas seleccionadas a nivel nacional, para el año 1.993.</p> $T_{1993}(S_i(Colombia)) = \frac{F_{1993}(S_i(Colombia))}{P_{1993}(Colombia)}$ <p>Donde las funciones T, F, S y P están definidas igual que en el paso anterior.</p>
3	<p>Se determinan las tasas de ocurrencia de cada variable sintomática en las áreas mayores para el año que se va a proyectar.</p> $T_1(S_i(A)) = \frac{F_1(S_i(A))}{P_1(A)}$ <p>Donde el subíndice 1 representa el año que se va a proyectar.</p>	<p>Se calculan las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas seleccionadas a nivel nacional, para el año 2.005.</p> $T_{2005}(S_i(Colombia)) = \frac{F_{2005}(S_i(Colombia))}{P_{2005}(Colombia)}$

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de razón censal.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
4	<p>Se calcula el cociente entre la tasa de ocurrencia a nivel de las áreas mayores de cada variable sintomática en el año de proyección y la correspondiente tasa para el año censal de base.</p> $C(S_i(A)) = \frac{T_1(S_i(A))}{T_0(S_i(A))}$ <p>Donde $C(S_i(A))$ es la razón de cambio de la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática a nivel del área mayor A.</p>	<p>Se calcula el cociente entre la tasa de ocurrencia a nivel nacional de cada variable sintomática en 2.005 y la correspondiente tasa para el año 1.993.</p> $C(S_i(Colombia)) = \frac{T_{2005}(S_i(Colombia))}{T_{1993}(S_i(Colombia))}$ <p>Donde $C(S_i(Colombia))$ representa la razón de cambio de la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática a nivel de Colombia.</p>
5	<p>Se estima la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática, a nivel de cada área menor, para el año a proyectar, a partir del factor de cambio calculado en el paso anterior.</p> $\hat{T}_1(S_i(a)) = C(S_i(A))T_0(S_i(a))$	<p>Se estima la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática, a nivel departamental para el año 2.005, a partir del factor de cambio calculado en el paso anterior.</p> $\hat{T}_{2005}(S_i(a)) = C(S_i(Colombia))T_{1993}(S_i(a))$
6	<p>Se estima la población de cada área menor, a partir de los datos de las variables sintomáticas y las tasas de ocurrencia estimadas para el año de proyección.</p> $\hat{P}_{1,i}(a) = \frac{F_1(S_i(a))}{\hat{T}_1(S_i(a))}$	<p>Se estima la población departamental para el año 2.005, a partir de los datos de las variables sintomáticas y las tasas de ocurrencia estimadas para ese mismo año.</p> $\hat{P}_{2005,i}(a) = \frac{F_{2005}(S_i(a))}{\hat{T}_{2005}(S_i(a))}$
7	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional del área mayor, es necesario prorratear las proyecciones resultantes.</p> $\hat{P}_{1,i}^*(a) = \frac{\hat{P}_{1,i}(a)P_1(A)}{\sum_{a \in A} \hat{P}_{1,i}(a)}$	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional nacional, es necesario prorratear las proyecciones departamentales de población.</p> $\hat{P}_{2005,i}^*(a) = \frac{\hat{P}_{2005,i}(a)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005,i}(a)}$
8	<p>Se obtienen estimaciones combinadas a partir del promedio de estimaciones individuales por variable sintomática</p> $\hat{P}_1^+(a) = \frac{\sum_{i=1,\dots,p} \hat{P}_{1,i}^*(a)}{p}$ <p>Donde p representa el número de variables sintomáticas consideradas.</p>	<p>Se obtiene la estimación promedio de las estimaciones obtenidas mediante cada variable sintomática</p> $\hat{P}_{2005}^+(a) = \frac{\sum_{i=1,\dots,p} \hat{P}_{2005,i}^*(a)}{p}$ <p>Donde p representa el número de variables sintomáticas consideradas.</p>

Tabla 3.5: Modelos de razón censal. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

Modelo de la diferencia de tasas.

El esquema de aplicación del modelo de diferencia de tasas es presentado en la tabla 3.6. Se observa que su aplicación es similar a la aplicación del modelo de razón censal, diferenciándose únicamente en el cálculo de los factores de cambio de las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de diferencia de tasas.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
1	Se parte de las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas calculadas en los pasos 1 al 3 del modelo de razón censal.	Se parte de las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas calculadas en los pasos 1 al 3 del modelo de razón censal
2	<p>Se calcula la diferencia entre la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática a nivel de las áreas mayores en el año de proyección y la correspondiente tasa para el año censal de base.</p> $C(S_i(A)) = T_1(S_i(A)) - T_0(S_i(A))$ <p>Donde $C(S_i(A))$ es el cambio en la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática a nivel del área mayor A.</p>	<p>Se calcula la diferencia entre la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática a nivel nacional en el año 2.005, con la correspondiente tasa en el año 1.993.</p> $C(S_i(Colombia)) = T_{2005}(S_i(Colombia)) - T_{1993}(S_i(Colombia))$ <p>Donde $C(S_i(Colombia))$ representa el cambio de la tasa de ocurrencia de la i-ésima variable sintomática a nivel de Colombia.</p>
3	<p>Se estima la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática, a nivel de cada área menor, para el año a proyectar, a partir del factor de cambio calculado en el paso anterior.</p> $\hat{T}_1(S_i(a)) = T_0(S_i(a)) + C(S_i(A))$	<p>Se estima la tasa de ocurrencia de cada variable sintomática, a nivel departamental para el año 2.005, a partir del factor de cambio calculado en el paso anterior.</p> $\hat{T}_{2005}(S_i(a)) = T_{1993}(S_i(a)) + C(S_i(Colombia))$
4	Se replican los pasos 6 al 8 de la explicación del modelo de razón censal, es decir se obtienen estimaciones poblacionales para cada variable sintomática, se prorratan estas estimaciones y finalmente se obtiene un promedio de las estimaciones arrojadas por cada variable sintomática.	Se replican los pasos 6 al 8 de la explicación del modelo de razón censal, es decir se obtienen estimaciones poblacionales para cada variable sintomática, se prorratan estas estimaciones y finalmente se obtiene un promedio de las estimaciones arrojadas por cada variable sintomática.

Tabla 3.6: Modelos de diferencia de tasas. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

3.4.2. Modelos de estimación poblacional indirecta basados en la teoría de regresión.

En la tabla 3.7 se presentan los requisitos para utilizar este tipo de modelos.

	Requisitos generales para la elaboración de proyecciones mediante modelos basados en teoría de la regresión.	Requisitos en el caso específico de la proyección poblacional de los departamentos de Colombia para el año 2.005.
1	La información de cada variable sintomática a utilizar debe estar disponible para los dos años censales de base, tanto a nivel de áreas mayores, como a nivel de áreas menores.	Las variables sintomáticas deben estar disponibles a nivel nacional y departamental para los años 1.985 y 1.993.
2	Si la información de una variable sintomática no esta disponible para alguno de los años censales de base, porque no hubo o no se encontró registro, se buscan los datos correspondientes a un año cercano a la fecha de interés.	Si las variables sintomáticas seleccionadas no están disponibles para el año 1.985 o el año 1.993, se buscan datos para años cercanos.
3	Cada variable sintomática debe estar disponible para los años que hacen parte del período de proyección, tanto a nivel de áreas mayores, como a nivel de áreas menores.	Las variables sintomáticas deben estar disponibles a nivel nacional y departamental para el año 2.005.
4	Recopilar los resultados de la población censada a nivel de las áreas menores para los años censales de base.	Se debe disponer del total de población censada en cada departamento para los años 1.985 y 1.993.
5	Es condición para que el sistema de proyecciones sea coherente, disponer del volumen poblacional o una estimación obtenida por otro método para el área mayor de interés.	Se debe disponer del total poblacional de Colombia para el año 2.005, o en su defecto una estimación del mismo basada en otro modelo.

Tabla 3.7: Modelos basados en teoría de la regresión. Contraste entre los requisitos generales para su aplicación y los requisitos específicos para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

Modelo de razón correlación.

En el cuadro 3.8 se presentan el esquema general de aplicación de este tipo de modelos y el esquema aplicado al caso de los departamentos de Colombia.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de razón correlación.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
1	<p>Se calcula la tasa de participación de la población de cada área menor con respecto a la población de su correspondiente área mayor en el penúltimo año censal.</p> $\tau(P_0(a)) = \frac{P_0(a)}{P_0(A)}$ <p>Donde $\tau(P_0(a))$ representa la tasa de participación de la población del área menor a con respecto a su correspondiente área mayor A en el penúltimo año censal; $P_0(a)$ representa la población del área menor en el penúltimo año censal; y $P_0(A)$ representa la población de la correspondiente área mayor en el penúltimo año censal.</p>	<p>Se calcula la tasa de participación de la población de cada departamento con respecto a la población del país en 1.985.</p> $\tau(P_{1985}(a)) = \frac{P_{1985}(a)}{P_{1985}(Colombia)}$ <p>Donde $\tau(P_{1985}(a))$ representa la tasa de participación de la población del departamento a con respecto a la población de Colombia en el año 1.985 y $P_{1985}(a)$ representa la población del departamento a en 1.985 y $P_{1985}(Colombia)$ representa la población de Colombia en 1.985.</p>
2	<p>Se calcula la tasa de participación de la población de cada área menor con respecto a la población de su correspondiente área mayor en el último año censal.</p> $\tau(P_1(a)) = \frac{P_1(a)}{P_1(A)}$ <p>Donde $\tau(P_1(a))$ representa la tasa de participación de la población del área menor a con respecto a su correspondiente área mayor A en el último año censal y P_1 representa la población en el último año censal.</p>	<p>Se calcula la tasa de participación de la población de cada departamento con respecto a la población del país en 1.993.</p> $\tau(P_{1993}(a)) = \frac{P_{1993}(a)}{P_{1993}(Colombia)}$ <p>Donde $\tau(P_{1993}(a))$ representa la tasa de participación de la población del departamento a con respecto a Colombia en el año 1.993 y P_{1993} representa la población de 1.993.</p>
3	<p>Se calcula la razón de cambio intercensal de las tasas de participación poblacional de las áreas menores .</p> $Y_{0,1}(P(a)) = \frac{\tau(P_1(a))}{\tau(P_0(a))}$ <p>Donde $Y_{0,1}(P(a))$ representa la razón de cambio de la participación del área menor a en el total poblacional del área mayor, en el periodo intercensal.</p>	<p>Se calcula la razón de cambio intercensal de las tasas de participación poblacional departamental.</p> $Y_{1985,1993}(P(a)) = \frac{\tau(P_{1993}(a))}{\tau(P_{1985}(a))}$ <p>Donde $Y_{1985,1993}(P(a))$ representa la razón de cambio de la participación del departamento a en el total poblacional de Colombia en el periodo 1.985-1.993.</p>

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de razón correlación.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
4	<p>Se calcula la razón de cambio intercensal en las frecuencias de cada variable sintomática, a nivel de las áreas menores.</p> $X_{0,1}(S_i(a)) = \frac{\tau(F_1(S_i(a)))}{\tau(F_0(S_i(a)))}$ <p>Donde $X_{0,1}(S_i(a))$ representa la razón de cambio de la i-ésima variable sintomática en el área menor a; $\tau(F_1(S_i(a)))$ representa la tasa de participación del área menor a en el total de la i-ésima variable sintomática en el último año censal; y $\tau(F_0(S_i(a)))$ representa la tasa de participación del área menor a en el total de la i-ésima variable sintomática en el penúltimo año censal.</p>	<p>Se calcula la razón de cambio intercensal en las frecuencias de cada variable sintomática, a nivel departamental.</p> $X_{1985,1993}(S_i(a)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_i(a)))}{\tau(F_{1985}(S_i(a)))}$ <p>Donde $X_{1985,1993}(S_i(a))$ representa la razón de cambio de la i-ésima variable sintomática en el departamento a; $\tau(F_{1993}(S_i(a)))$ representa la tasa de participación del departamento a en el total de la i-ésima variable sintomática en 1.993; y $\tau(F_{1985}(S_i(a)))$ representa la tasa de participación del departamento a en el total de la i-ésima variable sintomática en 1.985.</p>
5	<p>Se ajusta un modelo estadístico de regresión, con variable respuesta el cambio poblacional y como variables explicativas se toman las razones de cambio de las variables sintomáticas.</p> $Y_{0,1}(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{0,1}(S_i(a))$ <p>Donde p es el número de variables sintomáticas relacionadas en el modelo.</p>	<p>Se ajusta un modelo estadístico de regresión, con variable respuesta el cambio poblacional y como variables explicativas se toman las razones de cambio de las variables sintomáticas.</p> $Y_{1985,1993}(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1985,1993}(S_i(a))$ <p>Donde p es el número de variables sintomáticas relacionadas en el modelo.</p>
6	<p>Se obtienen estimaciones de las razones de cambio de la participación poblacional entre el año censal y el año de proyección.</p> $\hat{Y}_{1,2}(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1,2}(S_i(a))$	<p>Se obtienen estimaciones de las razones de cambio de la participación poblacional entre el año 1993 y el año 2005.</p> $\hat{Y}_{1993,2005}(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1993,2005}(S_i(a))$
7	<p>Se obtienen las estimaciones de las participaciones poblacionales de las áreas menores.</p> $\hat{\tau}(P_2(a)) = \hat{Y}_{1,2}(P(a))\tau(P_1(a))$	<p>Se obtienen las estimaciones de las participaciones poblacionales de los departamentos de Colombia en el año 2.005.</p> $\hat{\tau}(P_{2005}(a)) = \hat{Y}_{1993,2005}(P(a))\tau(P_{1993}(a))$

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de razón correlación.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
8	<p>Se obtienen las estimaciones de las poblaciones de las áreas menores para el año de proyección.</p> $\hat{P}_2(a) = P_2(A)\hat{\tau}(P_2(a))$	<p>Se obtienen las estimaciones de las poblaciones de los departamentos para el año 2.005.</p> $\hat{P}_{2005}(a) = P_{2005}(Colombia)\hat{\tau}(P_{2005}(a))$
9	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional del área mayor, es necesario prorratar las proyecciones resultantes.</p> $\hat{P}_2^*(a) = \frac{\hat{P}_2(a)P_2(A)}{\sum_{a \in A} \hat{P}_2(a)}$	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional nacional, es necesario prorratar las proyecciones departamentales de población.</p> $\hat{P}_{2005}^*(a) = \frac{\hat{P}_{2005}(a)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005}(a)}$

Tabla 3.8: Modelos de razón correlación. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

Modelo de tasa correlación.

En la tabla 3.9, se presentan el esquema general para realizar proyecciones mediante el modelo de tasa correlación y el esquema aplicado al caso de los departamentos de Colombia.

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de tasa correlación.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
1	Se replican los pasos del 1 al 4 del modelo de razón correlación	Se replican los pasos del 1 al 4 del modelo de razón correlación
2	<p>Se ajusta un modelo estadístico de regresión, con variable respuesta el logaritmo del cambio poblacional y como variables explicativas se toman los logaritmos de las razones de cambio de las variables sintomáticas</p> $Y_{0,1}^*(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{0,1}^*(S_i(a))$ <p>Donde p corresponde al número de variables sintomáticas relacionadas en el modelo; $Y_{0,1}^*(P(a))$ corresponde al logaritmo de la razón de cambio intercensal de la participación poblacional del área menor a; y $X_{0,1}^*(S_i(a))$ es el logaritmo de la razón de cambio intercensal de la participación del área menor a en el total de la i-ésima variable sintomática.</p>	<p>Se ajusta un modelo estadístico de regresión, con variable respuesta el cambio poblacional y como variables explicativas se toman las razones de cambio de las variables sintomáticas</p> $Y_{1985,1993}^*(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1985,1993}^*(S_i(a))$ <p>Donde p corresponde al número de variables sintomáticas relacionadas en el modelo; $Y_{1985,1993}^*(P(a))$ corresponde al logaritmo de la razón de cambio intercensal de la participación del departamento a en el total poblacional; y $X_{1985,1993}^*(S_i(a))$ es el logaritmo de la razón de cambio intercensal de la participación del departamento a en el total de la i-ésima variable sintomática.</p>
3	<p>Se obtienen estimaciones de las razones de cambio de la participación poblacional entre el año censal y el año de proyección.</p> $\hat{Y}_{1,2}^*(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1,2}^*(S_i(a))$	<p>Se obtienen estimaciones de las razones de cambio de la participación poblacional entre el año 1993 y el año 2005.</p> $\hat{Y}_{1993,2005}^*(P(a)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1993,2005}^*(S_i(a))$
4	<p>Se obtienen las estimaciones de las poblaciones de las áreas menores para el año de proyección</p> $P_2(a) = \tau(P_1(a))e^{\hat{Y}_{1,2}^*(P(a))}P_2(A)$	<p>Se obtienen las estimaciones de las poblaciones de los departamentos para el año 2.005</p> $P_{2005}(a) = \tau(P_{1993}(a))e^{\hat{Y}_{1993,2005}^*(P(a))}P_{2005}(Colombia)$

	Esquema general para la elaboración de proyecciones mediante el modelo de tasa correlación.	Esquema de aplicación para el caso específico de Colombia.
5	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional del área mayor, es necesario prorratear las proyecciones resultantes.</p> $\hat{P}_2^*(a) = \frac{\hat{P}_2(a)P_2(A)}{\sum_{a \in A} \hat{P}_2(a)}$	<p>Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional nacional, es necesario prorratear las proyecciones departamentales de población.</p> $\hat{P}_{2005}^*(a) = \frac{\hat{P}_{2005}(a)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005}(a)}$

Tabla 3.9: Modelos de tasa correlación. Contraste entre el esquema general de aplicación y el esquema específico para la elaboración de proyecciones a nivel departamental en Colombia.

En el cuadro 3.4.2 se presenta a modo de resumen una comparación de los principales supuestos, características, fortalezas y limitantes de los modelos de variables sintomáticas utilizados en este trabajo, a saber: razón correlación, tasa correlación, razón censal y diferencia de tasas.

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

Método.	Supuestos.	Características.	Fortalezas.	Limitantes.
Razón correlación.	Existe una relación lineal entre las razones de cambio de las participaciones poblacionales (área menor en área mayor) y las razones de cambio de las participaciones de las variables sintomáticas (nuevamente, área menor en área mayor).	La aplicación del método consiste en distribuir la población de un área mayor en sus áreas menores constituyentes.	En las diversas aplicaciones se ha venido mostrando como uno de los métodos más exactos en estimaciones postcensales, se tienen medidas estadísticas del ajuste del modelo en términos de los dos años censales de base.	Se supone que las razones de cambio son invariantes en el tiempo y la validación no se puede hacer con respecto a varios puntos de referencia censales.
Correlación de tasas.	Existe una relación funcional entre las razones de cambio de las participaciones poblacionales (área menor en área mayor) y las razones de cambio de las participaciones de las variables sintomáticas (nuevamente, área menor en área mayor).	Corresponde a una transformación del método de razón correlación. Se realiza tomando el logaritmo natural de cada razón de participaciones y dividiendo por el tiempo transcurrido entre los años censales de referencia.	La aplicación de la transformación logaritmo natural, puede ser conveniente para estabilizar la varianza de los residuos provenientes del modelo, se tienen medidas estadísticas del ajuste del modelo en términos de los dos años censales de base.	Se supone que las razones de cambio son invariantes en el tiempo y la validación no se puede hacer con respecto a varios puntos de referencia censales.
Razón censal.	Las áreas menores presentan una razón de cambio proporcional al área mayor. Requiere determinar la frecuencia de cada variable sintomática para las distintas áreas menores en el último año censal y en el año de estimación. Supone el conocimiento del volumen poblacional del área mayor en el momento de estimación.	Conocido también como método de tasas vitales. Se enfoca al análisis de dos momentos en el tiempo, el momento 0 correspondiente al año censal y el momento t, que corresponde a cualquier año posterior al año censal. Pueden obtenerse estimaciones combinadas a partir del promedio de estimaciones individuales.	Su mayor virtud es la sencillez y facilidad de aplicación.	La tendencia de cambio de las variables sintomáticas puede ser distinta a la tendencia de cambio del volumen poblacional, al estar afectada por otros factores externos. Un área menor puede tener un ritmo de crecimiento distinto o incluso contrario al ritmo del área mayor.
Diferencias de tasas.	El crecimiento de la tasa de ocurrencia para un área menor es igual al experimentado para la correspondiente área mayor.	La diferencia con el método de razón censal radica en la forma de estimar las tasas de ocurrencia de la variable sintomática por área menor, en este caso se trabaja por medio de ecuaciones de diferencias y no de razones.	Su mayor virtud es la sencillez y facilidad de aplicación.	Al igual que en el método de razón censal la tendencia de cambio de las variables sintomáticas puede ser distinta a la tendencia de cambio del volumen poblacional, al estar afectada por otros factores externos. Un área menor puede tener un ritmo de crecimiento distinto o incluso contrario al ritmo del área mayor.

Tabla 3.10: Modelos de estimación poblacional basados en variables sintomáticas. Comparación de los principales supuestos, características, fortalezas y limitantes.

3.4.3. Medidas estadísticas para la evaluación de los modelos.

La estrategia para evaluar la capacidad de predicción de los modelos de proyección, esta dividida en tres etapas: en la primera, se establecen los parámetros de los modelos con base en información de los censos y registros administrativos anteriores a la realización del último censo poblacional para el cual se disponen de resultados; en la segunda, se utilizan los parámetros encontrados y la información sintomática del último año censal para el pronóstico de la población a nivel departamental en el último año censal; finalmente, se evalúa la capacidad de predicción de los modelos utilizados contrastando los resultados de las proyecciones apoyadas en variables sintomáticas y los resultados encontrados en el último censo poblacional.

Los resultados de las proyecciones deben ser bastante aproximados a los resultados encontrados en los censos, para que los modelos utilizados sean considerados satisfactorios para la predicción del volumen y distribución de la población a nivel departamental en Colombia.

Además, es necesario tener en cuenta que en este tipo de modelos se esta evaluando la capacidad de predicción de la distribución poblacional departamental y no la capacidad de predicción del total del área mayor.

Dado que existen varios tipos de modelos de proyección poblacional apoyados en variables sintomáticas, en esta investigación se realiza una comparación de los resultados arrojados por cuatro de las metodologías más trabajadas en el contexto de experiencias similares en América Latina: razón censal, diferencia de tasas, razón correlación y tasa correlación, con los resultados del censo de población del año 2.005.

Así que en resumen, los resultados de la proyección anual para cada departamento de Colombia, para cada uno de los cuatro modelos sintomáticos citados, son contrastados, con respecto a las cifras poblacionales censales de los departamentos de Colombia según los resultados aportados por la población del Censo 2.005 ajustada por conciliación censal, buscando de esta forma validar la aplicación de estas metodologías en nuestro contexto particular.

Dentro de la bibliografía consultada, para poder evaluar la bondad de las estimaciones producidas por los diferentes métodos, una medida bastante utilizada es el error porcentual de estimación, o porcentaje de desviación respecto al valor censal. Esta medida viene dada por la formula:

$$PE = \frac{\hat{P}(a) - P(a)}{P(a)} * 100 \quad (3.1)$$

Donde $P(a)$ representa la población censada en el área menor a , $\hat{P}(a)$ es la población estimada por medio de las proyecciones para la misma área menor y PE es el error porcentual de estimación.

Un error porcentual positivo indica que la estimación sobreestimó la población censal, mientras que un valor negativo indica una subestimación.

No obstante y dado que las estimaciones son prorrateadas para ajustar la población total del país, el error porcentual promedio toma valores cercanos a cero. Por tal razón,

3.4. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES MEDIANTE INDICADORES SINTOMÁTICOS.

para analizar el comportamiento global de las estimaciones, se consideró preferible calcular el valor absoluto de los errores porcentuales de estimación (APE), determinado por la formula: (Chávez, 2.000)

$$APE = \left| \frac{\hat{P}(a) - P(a)}{P(a)} * 100 \right| \quad (3.2)$$

Así, la media de los valores absolutos de los errores porcentuales de estimación ($MAPE$), corresponde a la medida más frecuentemente utilizada para evaluar proyecciones demográficas subnacionales. *El MAPE tiene varias propiedades conceptuales deseables que incluyen la facilidad de interpretación y claridad de presentación* (Swanson y Taymann 1996). Además, el $MAPE$ tiene un conjunto de propiedades estadísticas y matemáticas como el uso virtual de toda la información disponible acerca del error en el cálculo, que cada conjunto de datos tiene un único $MAPE$ y que *el MAPE es una medida de tendencia central, que provee de un centro de gravedad para los errores* (Swanson, Taymann y Barr 2.000).

La formula de esta medida estadística es la siguiente:

$$MAPE = \frac{\sum_{a \in A} APE}{n} \quad (3.3)$$

Donde A representa el área mayor que contiene a cada área menor a y n es el número de áreas menores contenidas en el área mayor A .

Adicionalmente, para los modelos de tasa correlación y de razón correlación, que están basados en teoría de la regresión, en este trabajo se hace uso de un conjunto de medidas para evaluar la bondad de ajuste y la capacidad de predicción de los modelos, principalmente el coeficiente de variabilidad de los datos retenida por el modelo (R^2 ajustado), la prueba estadística F de significancia estadística del modelo y las pruebas t para verificar la significancia estadística de cada uno de los parámetros utilizados. Medidas cuya formulación y sustento matemático son presentados en el anexo A.

Finalmente, para seleccionar los modelos y verificar su adecuado ajuste a los datos censales se utilizaron las siguientes medidas:

- La media aritmética de los errores absolutos porcentuales (MAPE).
- El porcentaje de departamentos con error absoluto porcentual inferior a 10 %.
- El porcentaje de departamentos con error absoluto porcentual superior al 20 %.
- El coeficiente R^2 ajustado, la prueba estadística F de significancia estadística del modelo y las pruebas t para verificar la significancia estadística de cada uno de los parámetros utilizados. (Sólo para el caso de modelos basados en teoría de la regresión).

3.5. Aplicación mediante ejemplos de los modelos sintomáticos para la proyección poblacional departamental.

Con el fin de ilustrar la aplicación de los modelos de estimación poblacional utilizados, en esta sección se presenta un ejemplo de cálculo.

Modelo de razón censal.

Este modelo será ilustrado a partir de la estimación poblacional de Cundinamarca para el año 2.005, a partir de la variable sintomática votación para el Senado de la República.

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática votación para el Senado en el departamento de Cundinamarca, en el año 1.993 es:

$$T_{1993}(S_{11}(Cundinamarca)) = \frac{F_{1993}(S_{11}(Cundinamarca))}{P_{1993}(Cundinamarca)} = \frac{230865}{1658698} = 0,1392$$

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática votación para el Senado, a nivel nacional, para el año 1.993, es:

$$T_{1993}(S_{11}(Colombia)) = \frac{F_{1993}(S_{11}(Colombia))}{P_{1993}(Colombia)} = \frac{5208762}{37635005} = 0,1384$$

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática votación para el Senado a nivel nacional, para el año 2.005, es:

$$T_{2005}(S_{11}(Colombia)) = \frac{F_{2005}(S_{11}(Colombia))}{P_{2005}(Colombia)} = \frac{10551683}{42888592} = 0,2460$$

El cociente entre la tasa de ocurrencia a nivel nacional de la variable sintomática votación para el Senado en 2.005, con la correspondiente tasa para el año 1.993 es:

$$C(S_{11}(Colombia)) = \frac{T_{2005}(S_{11}(Colombia))}{T_{1993}(S_{11}(Colombia))} = \frac{0,2460}{0,1384} = 1,7776$$

La estimación de la tasa de ocurrencia de la variable sintomática votación para el Senado, a nivel de Cundinamarca para el año 2.005, es:

$$\begin{aligned}\hat{T}_{2005}(S_{11}(Cundinamarca)) &= C(S_{11}(Colombia))T_{1993}(S_{11}(Cundinamarca)) \\ &= (1,7776)(0,1392) = 0,2474\end{aligned}$$

La estimación de la población del departamento de Cundinamarca para el año 2.005, a partir de los datos de las variables sintomáticas y las tasas de ocurrencia estimadas para el mismo año, es

3.5. APLICACIÓN MEDIANTE EJEMPLOS DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA PROYECCIÓN POBLACIONAL DEPARTAMENTAL.

$$\hat{P}_{2005,11}(Cundinamarca) = \frac{F_{2005}(S_{11}(Cundinamarca))}{\hat{T}_{2005}(S_{11}(Cundinamarca))} = \frac{564234}{0,2474} = 2280505$$

Posteriormente y con el fin que en su conjunto las estimaciones departamentales reproduzcan el total poblacional nacional, es necesario prorratear las proyección resultante, con lo cual la estimación prorrateada es:

$$\begin{aligned}\hat{P}_{2005,11}^*(Cundinamarca) &= \frac{\hat{P}_{2005,11}(Cundinamarca)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005,11}(a)} \\ &= \frac{(2280505)(42888092)}{38116318} = 2566001\end{aligned}$$

Siguiendo un procedimiento análogo se obtuvo que la estimación de Cundinamarca basada en la variable votación para la Presidencia fue de 2.318.063.

La estimación promedio de las estimaciones obtenidas mediante las variables sintomáticas votación para el Senado y votación para la Presidencia es:

$$\hat{P}_{2005}^+(Cundinamarca) = \frac{2566001 + 2318063}{2} = 2442032$$

Ahora, el valor de la población censal de Cundinamarca para el año 2.005 ajustado por conciliación es 2.280.037. El error absoluto promedio es:

$$APE(\hat{P}_{2005}^+(Cundinamarca)) = \left| \frac{2442032 - 2280037}{2280037} * 100 \right| = 7,10$$

Luego se comete un error del 7 % en la proyección del departamento de Cundinamarca si se utiliza el modelo de razón censal basado en las variables votación para el Senado y votación para la Presidencia.

Modelo de diferencia de tasas.

Este modelo será ilustrado a partir de la estimación poblacional de Risaralda para el año 2.005, a partir de la variable sintomática defunciones.

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática defunciones en el departamento de Risaralda, en el año 1.993 es:

$$T_{1993}(S_7(Risaralda)) = \frac{F_{1993}(S_7(Risaralda))}{P_{1993}(Risaralda)} = \frac{4407}{744974} = 0,0059$$

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática defunciones, a nivel nacional, para el año 1.993, es:

$$T_{1993}(S_7(Colombia)) = \frac{F_{1993}(S_7(Colombia))}{P_{1993}(Colombia)} = \frac{160904}{37635005} = 0,0043$$

La tasa de ocurrencia de la variable sintomática defunciones, a nivel nacional, para el año 2.005, es:

$$T_{2005}(S_7(Colombia)) = \frac{F_{2005}(S_7(Colombia))}{P_{2005}(Colombia)} = \frac{181792}{42888592} = 0,0042$$

La diferencia entre la tasa de ocurrencia a nivel nacional de cada variable sintomática en el año 2.005, con la correspondiente tasa en el año 1.993 es:

$$C(S_7(Colombia)) = T_{2005}(S_7(Colombia)) - T_{1993}(S_7(Colombia)) = 0,0042 - 0,0043 = -0,00004$$

La estimación de la tasa de ocurrencia de la variable sintomática, a nivel del departamento de Risaralda para el año 2.005, a partir del factor de cambio calculado en el paso anterior, es

$$\hat{T}_{2005}(S_7(Risaralda)) = T_{1993}(S_7(Risaralda)) + C(S_7(Colombia)) = 0,0059 - 0,00004 = 0,0059$$

La estimación de la población del departamento de Risaralda para el año 2.005, a partir de los datos de las variables sintomáticas y las tasas de ocurrencia estimadas para el mismo año.

$$\hat{P}_{2005,7}(Risaralda) = \frac{F_{2005}(S_7(Risaralda))}{\hat{T}_{2005}(S_7(Risaralda))} = \frac{5319}{0,0059} = 904822$$

Posteriormente y con el fin de reproducir el total poblacional nacional, es necesario prorratear las proyecciones resultantes.

$$\hat{P}_{2005,7}^*(Risaralda) = \frac{\hat{P}_{2005,7}(Risaralda)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005,7}(a)} = \frac{(904822)(42888092)}{39661606} = 978429$$

Siguiendo un procedimiento análogo se obtuvo que la estimación de Risaralda basada en la variable nacimientos es 923.248.

La estimación promedio de las estimaciones obtenidas mediante las variables sintomáticas defunciones y nacimientos es:

$$\hat{P}_{2005}^+(Risaralda) = \frac{978429 + 923248}{2} = 950839$$

Ahora, el valor de la población censal de Risaralda para el año 2.005 ajustado por conciliación es 897.509. El error absoluto promedio es:

3.5. APLICACIÓN MEDIANTE EJEMPLOS DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA PROYECCIÓN POBLACIONAL DEPARTAMENTAL.

$$APE(\hat{P}_{2005}^+(Risaralda)) = \left| \frac{950839 - 897509}{897509} * 100 \right| = 5,94$$

Luego se comete un error del 6% en la proyección del departamento de Risaralda si se utiliza el modelo de diferencia de tasas basado en las variables nacimientos y defunciones.

Modelo de razón correlación.

Este modelo será ilustrado a partir de la estimación poblacional de Antioquia para el año 2.005, a partir de las variables sintomáticas matriculas a educación secundaria y media, nacimientos y votación para el Senado.

Se calcula la tasa de participación de la población del departamento de Antioquia con respecto a la población del país en 1.985

$$\tau(P_{1985}(Antioquia)) = \frac{P_{1985}(Antioquia)}{P_{1985}(Colombia)} = \frac{3888067}{27867226} = 0,1395$$

Se calcula la tasa de participación de la población del departamento de Antioquia con respecto a la población del país en 1.993

$$\tau(P_{1993}(Antioquia)) = \frac{P_{1993}(Antioquia)}{P_{1993}(Colombia)} = \frac{4342347}{33109840} = 0,1311$$

Se calcula la razón de cambio intercensal de las tasas de participación poblacional del departamento de Antioquia

$$Y_{1985,1993}(P(Antioquia)) = \frac{\tau(P_{1993}(Antioquia))}{\tau(P_{1985}(Antioquia))} = \frac{0,1311}{0,1395} = 0,94$$

Se calculan las razones de cambio intercensal en las frecuencias de las variables sintomáticas matriculas a educación secundaria y media, nacimientos y votación para el Senado, del departamento de Antioquia.

$$X_{1985,1993}(S_3(Antioquia)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_3(Antioquia)))}{\tau(F_{1985}(S_3(Antioquia)))} = \frac{0,1327}{0,1608} = 0,83$$

$$X_{1985,1993}(S_8(Antioquia)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_8(Antioquia)))}{\tau(F_{1985}(S_8(Antioquia)))} = \frac{0,1301}{0,1368} = 0,95$$

$$X_{1985,1993}(S_{11}(Antioquia)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_{11}(Antioquia)))}{\tau(F_{1985}(S_{11}(Antioquia)))} = \frac{0,1046}{0,1037} = 1,01$$

El proceso es replicado para cada uno de los departamentos de Colombia y con base en los indicadores a nivel departamental, se ajusta un modelo estadístico de regresión,

con variable respuesta el cambio poblacional y con variables explicativas las razones de cambio de las variables sintomáticas matriculas a educación secundaria y media, nacimientos y votación para el Senado

$$\begin{aligned} Y_{1985,1993}(P(a)) &= \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1985,1993}(S_i(a)) \\ &= 0,58540 + 0,09292 * X_{1985,1993}(S_3(a)) + 0,16783 * X_{1985,1993}(S_8(a)) \\ &\quad + 0,14245 * X_{1985,1993}(S_{11}(a)) + 0,09529 * Estrato \end{aligned}$$

Se obtienen estimaciones de la razón de cambio en las tasas de participación del departamento de Antioquia en el total nacional, durante el período 1.993 - 2.005.

$$\hat{Y}_{1993,2005}(P(Antioquia)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1993,2005}(S_i(Antioquia)) = 1,0218$$

La población estimada es

$$\hat{P}_{2005}(Antioquia) = P_{2005}(Colombia) \hat{\tau}(P_{2005}(Antioquia)) = 5747595$$

La población prorrateada es:

$$\hat{P}_{2005}^*(Antioquia) = \frac{\hat{P}_{2005}(Antioquia) P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005}(a)} = \frac{(5747595)(42888092)}{42916791} = 5743751$$

Ahora, el valor de la población censal de Antioquia para el año 2.005 ajustado por conciliación es 5.682.276. El error absoluto promedio es:

$$APE(\hat{P}_{2005}^*(Antioquia)) = \left| \frac{5743751 - 5682276}{5682276} * 100 \right| = 1,08$$

Luego se comete un error del 1 % en la proyección del departamento de Antioquia si se utiliza el modelo de razón correlación basado en las variables matriculas a educación secundaria y media, nacimientos y votación para el Senado.

Modelo de tasa correlación.

Este modelo será ilustrado a partir de la estimación poblacional de Huila para el año 2.005, a partir de las variables sintomáticas hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales.

Se calcula la tasa de participación de la población del departamento de Huila con respecto a la población del país en 1.985

3.5. APLICACIÓN MEDIANTE EJEMPLOS DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA PROYECCIÓN POBLACIONAL DEPARTAMENTAL.

$$\tau(P_{1985}(Huila)) = \frac{P_{1985}(Huila)}{P_{1985}(Colombia)} = \frac{647756}{27867226} = 0,0232$$

Se calcula la tasa de participación de la población del departamento de Huila con respecto a la población del país en 1.993

$$\tau(P_{1993}(Huila)) = \frac{P_{1993}(Huila)}{P_{1993}(Colombia)} = \frac{758013}{33109840} = 0,0229$$

Se calcula la razón de cambio intercensal de las tasas de participación poblacional del departamento de Huila

$$Y_{1985,1993}(P(Huila)) = \frac{\tau(P_{1993}(Huila))}{\tau(P_{1985}(Huila))} = \frac{0,0229}{0,0232} = 0,98$$

Se calculan las razones de cambio intercensal en las frecuencias de las variables sintomáticas hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales, a nivel del departamento de Huila.

$$X_{1985,1993}(S_{10}(Huila)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_{10}(Huila)))}{\tau(F_{1985}(S_{10}(Huila)))} = \frac{0,0275}{0,0265} = 1,03$$

$$X_{1985,1993}(S_{11}(Huila)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_{11}(Huila)))}{\tau(F_{1985}(S_{11}(Huila)))} = \frac{0,0229}{0,0231} = 0,99$$

$$X_{1985,1993}(S_{12}(Huila)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_{12}(Huila)))}{\tau(F_{1985}(S_{12}(Huila)))} = \frac{0,0244}{0,0246} = 0,99$$

$$X_{1985,1993}(S_6(Huila)) = \frac{\tau(F_{1993}(S_6(Huila)))}{\tau(F_{1985}(S_6(Huila)))} = \frac{0,0222}{0,0223} = 1,00$$

Se ajusta un modelo estadístico de regresión, con variable respuesta el cambio poblacional y como variables explicativas se toman las razones de cambio de las variables sintomáticas.

$$\begin{aligned} Y_{1985,1993}^*(P(a)) = & \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1985,1993}^*(S_i(a)) = -0,007642 + 0,176923 * \log(X_{1985,1993}(S_{10}(a))) \\ & + 0,179589 * \log(X_{1985,1993}(S_6(a))) + 0,082859 * \log(X_{1985,1993}(S_{11}(a))) \\ & - 0,091068 * \log(X_{1985,1993}(S_{12}(a))) + 0,107687 * (Estrato) \end{aligned}$$

Se obtienen estimaciones de la razón de cambio en las tasas de participación del departamento de Huila en el total nacional, durante el período 1.993 - 2.005.

$$\hat{Y}_{1993,2005}(P(Huila)) = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{1993,2005}(S_i(Huila)) = -0,0065$$

La población estimada es

$$P_{2005}(Huila) = \tau(P_{1993}(Huila))e^{\hat{Y}_{1993,2005}(P(Huila))}P_{2005}(Colombia) = 975518$$

La población prorrateada es:

$$\hat{P}_{2005}^*(Huila) = \frac{\hat{P}_{2005}(Huila)P_{2005}(Colombia)}{\sum_{a \in Colombia} \hat{P}_{2005}(a)} = \frac{(975518)(42888092)}{42930647} = 974551$$

Ahora, el valor de la población censal de Huila para el año 2.005 ajustado por conciliación es 1.011.418. El error absoluto promedio es 2,98

$$APE(\hat{P}_{2005}^*(Huila)) = \left| \frac{974551 - 1011418}{1011418} * 100 \right| = 3,65$$

Luego se comete un error del 4 % en la proyección del departamento de Huila si se utiliza el modelo de tasa correlación basado en las variables hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales.

3.6. Software utilizado.

Se pueden reseñar los siguientes programas que han sido utilizados en el desarrollo de este trabajo:

- **OpenOffice 2.2**, que es una suite ofimática con una hoja de cálculo, un administrador de bases de datos, un procesador de texto, una herramienta para editar presentaciones y un paquete de manejo de gráficos, con especial énfasis a la hoja de cálculo *Calc*. Puede ser obtenido de la página web www.openoffice.org.
- **MikTeX 2.5** y **Texnicenter 7.0.1**, que corresponden a un sistema de herramientas complementarias para la escritura de textos de carácter científico, que facilita la personalización de listas, referencias cruzadas a gráficos, tablas y ecuaciones, la realización de tablas de contenidos a la medida y la escritura de formulas, entre otros múltiples usos. Pueden ser obtenidos en las direcciones web: www.miktex.org y <http://sourceforge.net/projects/texnicenter/>. Las salidas fueron exportadas a archivos pdf, los cuales fueron visualizados mediante **Adobe Reader 8.1**. Software que puede ser descargado de la página web www.adobe.com.
- **R 2.4.0**, que es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico y constituye una alternativa gratuita al software privativo utilizado en estadística. R puede ser obtenido a través de la página web: www.r-project.org.

3.6. SOFTWARE UTILIZADO.

- **Epi Info 3.4**, un programa para la generación de tablas, estadísticas, gráficos y mapas, de amplia difusión en los investigadores en epidemiología y salud pública. Puede ser descargado de la página <http://www.cdc.gov/epiinfo/>.
- **Microsoft Excel**, que es parte de la suite ofimática Microsoft Office.

Capítulo 4

Análisis y resultados de la aplicación de los modelos sintomáticos a nivel departamental en Colombia.

Este capítulo comienza con un análisis de naturaleza descriptiva del cambio poblacional a nivel departamental en Colombia, con base en los datos recolectados en los censos poblacionales realizados entre 1.918 y 2.005; y posteriormente, se presentan y evalúan los resultados de la aplicación de modelos apoyados en variables sintomáticas del cambio poblacional, en la elaboración de proyecciones departamentales de población en Colombia para el año 2.005.

Los modelos utilizados en este capítulo corresponden a algunos de los más aplicados para la elaboración de proyecciones de población para áreas menores, en investigaciones realizadas en América Latina y Estados Unidos, de acuerdo al desarrollo histórico ilustrado en el capítulo dos; y sus resultados son presentados en dos grandes grupos, según la naturaleza de sus supuestos e información de base: resultados de los modelos basados en razones censales y resultados de los modelos basados en teoría estadística de la regresión.

De esta forma, en el desarrollo de este capítulo, se presentan y se analizan los resultados de la aplicación de modelos de proyección que están apoyados en información aportada por censos poblacionales y registros administrativos de los años 1.985, 1.993 y 2.005. Los registros utilizados son: matriculas a educación preescolar, matriculas a educación básica primaria, matriculas a educación básica secundaria y media, defunciones, nacimientos, votación para el Senado y votación para la Presidencia

La estrategia de análisis para los modelos basados en razones censales, parte de la identificación del cambio experimentado por las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas a nivel nacional en el período 1.993-2.005. Posteriormente, se emplea la tendencia encontrada a nivel nacional, para la elaboración de pronósticos de las tasas de ocurrencia de las variables sintomáticas a nivel de los departamentos de

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

Colombia para el año 2.005. Y finalmente, se realizan estimaciones poblacionales a nivel departamental para el año 2.005, con base en las tasas de ocurrencia estimadas para los departamentos para el mismo año.

En cuanto a los modelos basados en teoría de la regresión, se parte de la identificación del cambio experimentado en los totales departamentales de las variables sintomáticas, durante el período 1.985-1.993. Posteriormente se formula un modelo estadístico de proyección, donde la variable respuesta es el cambio en el volumen poblacional departamental, observado en el período 1.985-1.993 y las variables explicativas corresponden a los indicadores sintomáticos calculados para el mismo período. Finalmente, a partir de la información de los totales departamentales registrados para las variables sintomáticas en el año 2.005, se utiliza el modelo de proyección para estimar la población departamental para el mismo año.

Después de la elaboración de proyecciones, se evalúa la capacidad de predicción de todos los modelos utilizados, tomando como criterio de evaluación la distribución de la población de Colombia a nivel departamental según los resultados del censo del año 2.005 ajustado por conciliación censal. Dicha evaluación es realizada básicamente mediante el cálculo del promedio de la magnitud de los errores de la estimación de cada departamento, para cada uno de los modelos evaluados.

4.1. Análisis descriptivo del cambio poblacional departamental en Colombia. 1.918-2.005.

La división político administrativa de Colombia según departamentos, ha sido objeto de varios cambios a lo largo del siglo XX. No obstante, esto no constituye un impedimento para el análisis de las tendencias de concentración de la población a nivel departamental, pues básicamente el análisis del cambio poblacional permite identificar entidades territoriales que se han mantenido a lo largo del siglo XX con una alta participación poblacional, como es el caso de Valle, Antioquia y Bogotá, así como otras que han mantenido baja participación poblacional, como en el caso de Vaupes y Vichada.

Como afirman Cardona y Simmons (1.976) *se suele creer que las ciudades y los departamentos más grandes crecen mucho más rápido que las ciudades y departamentos menos grandes, pero esto es un mito que en gran parte se debe a la confusión entre incrementos absolutos e incrementos relativos*. Para sustentar las anteriores afirmaciones estos investigadores se apoyan en el análisis de Kingsley Davis (1.972) según el cual *las ciudades y departamentos de mayor tamaño, casi siempre muestran los incrementos absolutos más grandes, puesto que de partida presentan un mayor tamaño, aún en el caso en el cual las tasas de crecimiento de las ciudades y departamentos de mayor tamaño son menores que las tasas de las ciudades y departamentos de menor tamaño*.

Asimismo, otro aspecto a tener en cuenta está determinado por la dispersión poblacional de los departamentos de Colombia, entendida como la razón entre el área y la

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

población a nivel departamental. En este aspecto los departamentos de mayor dispersión, o lo que es lo mismo los departamentos de menor densidad poblacional, pueden presentar cambio rápidos en su participación respecto al total poblacional nacional, en razón a que precisamente tienen una baja población y una gran área en Km^2 . De esta manera, aunque los cambios en los departamentos que presentan conjuntamente menor participación poblacional y mayor dispersión poblacional puedan ser pequeños en términos absolutos, en términos relativos pueden ser altos.

En el caso de los departamentos de Colombia, el cambio poblacional también ha estado estrechamente relacionado con el nivel de urbanización, donde los departamentos más grandes presentan incentivos para que la población migre hacia ellos, por cuanto son los que tienen mayores desarrollos en términos de infraestructura de vías de transporte, de integración de una red de comercialización de bienes y servicios, de cantidad y calidad de centros de salud y educativos, e incluso en los últimos años en términos de seguridad. Factores, que en conjunto estimulan el crecimiento de los departamentos grandes en términos absolutos.

De esta manera, se hace necesario reconocer que el cambio poblacional departamental en Colombia, no esta relacionado únicamente con procesos migratorios asociados de manera unívoca con la violencia, pues como sugiere Cardona (1.976), *si bien la violencia es un factor importante en la consolidación de las tendencias de migración, la sola formulación e implementación de políticas para la reducción de la violencia no implica que la población tome la decisión de permanecer en sus lugares de origen*.

Con el fin de ilustrar de forma cuantitativa el fenómeno del cambio poblacional a nivel departamental en Colombia, en la tabla 4.1, se presenta la población departamental de 1.918 a 2.005, de acuerdo a los censos realizados en este lapso de tiempo, donde cabe resaltar que la tabla se refiere a datos enumerados, sin realización de ajustes por cobertura y sin restitución para el año 2.005. Las principales características son reseñadas a continuación:

- Se puede identificar que las tres entidades territoriales con mayor volumen poblacional en el año 2.005, que corresponden a Bogotá, Antioquia y Valle, que a su vez contienen a las tres ciudades de mayor población a lo largo del siglo XX en Colombia, como son Bogotá, Medellín y Cali, han aumentado en más de cinco veces el volumen poblacional que tenían en 1.918. Además, estos tres departamentos casi que han duplicado su participación conjunta en el total de la población de Colombia entre 1.918 y 2.005.
- Se puede observar que mientras el máximo volumen departamental desde 1.918 a 1.973 lo presentaba el departamento de Antioquia, en los últimos tres censos el máximo volumen de población lo ha presentado Bogotá. Esto se explica en la medida que Bogotá de 1.918 a 2.005 ha sido la entidad territorial de mayor crecimiento tanto en términos absolutos como en términos relativos.
- De igual forma, es posible observar que mientras en 1.918, solo tres departamentos superaban el medio millón de personas, según el censo 2.005, en 22 departamentos ya se sobrepasó dicha cifra. Por otro lado, el porcentaje de departamentos con población inferior a 50.000 habitantes, paso de ser cerca de la

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

tercera parte en el año 1.918, a ser poco más de la décima parte en el año 2.005. Esto implica que a pesar de la persistencia de disparidades en la participación poblacional a nivel de las regiones de Colombia, en general los departamentos han crecido considerablemente en términos absolutos.

- Llama la atención el caso del departamento de Boyacá, que siendo un departamento con una población de más de un millón de personas, en el período de 1.973 a 2.005, ha experimentado uno de los crecimientos intercensales más bajos, tanto en términos relativos, como en términos absolutos. Asimismo, el caso de La Guajira, donde se ha presentado un comportamiento bastante diferenciado con el resto de departamentos en los últimos años, pues de 1.973 a 2.005, ha experimentado un crecimiento inusitado que ha hecho que la población del año 2.005 sea más del triple de la población que tenía el departamento en 1.973; crecimiento solo comparable con el experimentado por departamentos de los antiguos territorios nacionales, como es el caso de Arauca, Putumayo y Vichada, los cuales también han triplicado su volumen poblacional.
- Otros departamentos que presentan en 2.005 poblaciones de más del doble de las que tenían en 1.973 son Atlántico, Bogotá, Bolívar, Cesar, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta, Sucre, Casanare, San Andrés, Amazonas, Guainía y Guaviare. Es decir que más de la mitad de los departamentos de Colombia han experimentado crecimientos poblacionales superiores a la duplicación en el período 1.973-2.005.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Departamento	Código	1.918	1.928	1.938	1.951	1.964	1.973	1.985	1.993	2.005
Antioquia	5	823.226	1.011.324	1.188.587	1.570.197	2.477.299	2.965.116	3.888.067	4.342.347	5.601.507
Atlántico	8	135.792	242.810	268.409	428.429	717.406	964.087	1.428.601	1.667.500	2.112.001
Bogotá	11	143.994	235.421	330.312	715.250	1.697.311	2.571.548	3.982.941	4.945.448	6.778.691
Bolívar	13	457.111	642.777	765.194	991.458	1.006.347	817.838	1.197.623	1.439.291	1.836.640
Boyacá	15	657.167	950.264	714.068	779.349	1.058.152	1.077.361	1.097.618	1.174.031	1.211.186
Caldas	17	428.137	624.201	761.968	1.068.180	1.455.872	698.042	838.094	925.358	898.490
Caquetá	18	74.254	14.154	20.914	46.588	103.718	180.297	214.473	311.464	337.932
Cauca	19	238.779	3.177.182	356.040	443.439	607.197	647.913	795.838	979.231	1.182.787
Cesar	20						340.657	584.631	729.634	878.437
Córdoba	23					585.714	649.462	913.636	1.088.087	1.462.909
Cundinamarca	25	812.036	1.056.570	1.174.607	1.624.044	1.122.213	1.125.642	1.382.360	1.658.698	2.228.478
Chocó	27	91.386	85.399	111.216	131.101	181.863	203.635	242.768	338.160	388.476
Huila	41	183.337	207.034	216.676	393.692	416.289	467.651	647.756	758.013	1.000.711
La Guajira	44	22.652	33.365	53.409	52.343	147.140	181.771	255.310	387.773	655.943
Magdalena	47	211.395	302.031	342.322	457.393	789.410	540.258	769.041	882.571	1.136.819
Meta	50	34.071	19.320	51.674	67.492	165.530	242.664	412.312	561.121	713.772
Nariño	52	340.765	411.763	465.868	547.323	705.611	809.168	1.019.098	1.274.708	1.498.234
Norte	54	239.235	328.872	346.181	387.450	534.486	703.041	883.884	1.046.577	1.208.520
Quindío	63						322.815	377.860	435.018	518.691
Risaralda	66						455.667	625.451	744.974	859.666
Santander	68	439.161	594.799	615.710	747.706	1.001.213	1.127.999	1.438.226	1.598.688	1.913.260
Sucre	70						352.369	529.059	624.463	762.263
Tolima	73	328.812	444.593	547.796	712.490	841.424	905.609	1.051.852	1.150.080	1.312.304
Valle	76	271.633	506.290	613.230	1.106.927	1.733.053	2.186.801	2.847.087	3.333.150	4.052.535
Arauca	81	7.510	12.683	11.156	13.221	24.148	46.605	70.085	137.193	153.028
Casanare	85			23.300	22.087			110.253	158.149	281.294
Putumayo	86	40.770	16.520	15.688	22.467	56.284	67.336	119.815	204.309	237.197
San Andrés	88	5.953	5.987	6.528	5.675	16.731	22.983	35.936	50.094	59.573
Amazonas	91		2.013	6.414	7.619	12.962	15.677	30.327	37.764	46.950
Guainía	94					3.602	6.637	9.214	13.491	18.797
Guaviare	95							35.305	57.884	56.758
Vaupés	97	6.355	9.332	7.767	9.169	13.403	23.250	18.935	18.235	19.943
Vichada	99	5.540	11.117	9.094	12.330	10.130	12.215	13.770	36.336	44.592

Tabla 4.1: Colombia. Población enumerada en los censos según departamento. 1.918-2.005.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

Siguiendo este orden de ideas y dado que una de las preocupaciones principales de esta investigación la constituye la estabilidad a través del tiempo de las participaciones departamentales en el volumen poblacional nacional, se calculó la matriz de correlación de rangos departamentales de volumen poblacional para los censos de 1.973 a 2.005, período en el cual se disponen datos censales para la gran mayoría de departamentos bajo la actual división. Los resultados se presentan en la tabla 4.2.

La matriz de correlación de rangos departamentales de volumen poblacional nos indica qué tanta concordancia existe entre las ordenaciones de los departamentos según su volumen poblacional, es decir, se trata de averiguar si la ordenación de la población por departamentos es una forma estable a través de los últimos cuatro censos o si por el contrario presenta resultados variables en cuanto a la clasificación según tamaño departamental.

	Población 1.973	Población 1.985	Población 1.993	Población 2.005
Población 1.973	1,0000	0,9877	0,9746	0,9569
Población 1.985	0,9877	1,0000	0,9931	0,9823
Población 1.993	0,9746	0,9931	1,0000	0,9900
Población 2.005	0,9569	0,9823	0,9900	1,0000

Tabla 4.2: Colombia. Matriz de correlaciones entre los rangos de volumen poblacional a nivel departamental para los censos realizados entre 1.973 y 2.005.

En dicha matriz se observa que la concordancia entre clasificaciones según volumen poblacional es bastante alta, pues en general todos los coeficientes de correlación de Spearman son superiores al 95% y entre censos inmediatamente consecutivos las correlaciones son superiores al 98%.

Luego, lo que nos aporta este análisis es que los criterios de ordenación de los departamentos según volumen poblacional, han sido los mismos en los últimos 30 años y esto es muy importante, pues es lo que da el sustento teórico, para que los resultados de los modelos utilizados en esta investigación sean aceptables y coherentes con la información histórica del cambio poblacional a nivel departamental.

Por consiguiente, en este punto del análisis, nos enfocamos en los años 1.985 y 1.993, pues estos como se ha dicho anteriormente, constituyen los años de base para la formulación del modelo de predicción. En las gráficas 4.1 y 4.2 se presentan respectivamente las tasas de participación de cada departamento en el volumen poblacional nacional para los años 1.985 y 1.993; y el mapa del cambio poblacional a nivel de los departamentos, clasificados según tres cuantiles. A continuación se resumen los principales hallazgos de los análisis:

- Se observa que los seis departamentos de mayor participación poblacional tanto en el año 1.985, como en el año 1.993, son Bogotá, Antioquia, Valle, Santander, Atlántico y Cundinamarca, salvo un cambio de orden causado por la disminución en la participación de Santander que paso a ser el sexto departamento con más población en 1.993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

- Antioquia, Valle y Bogotá presentan una participación conjunta superior al 38% del total poblacional nacional en los años 1.985 y 1.993. No obstante, se observa que mientras las tasas de participación en el volumen poblacional nacional de los departamentos de Antioquia y Valle, han decrecido entre 1.985 y 1.993; en el caso de Bogotá, la participación aumentó. Por lo cual Bogotá se consolida como la entidad territorial de mayor crecimiento en participación en el volumen poblacional y justifica su análisis por separado del departamento de Cundinamarca.
- Con base en las diferencias de las tasas de participación poblacional departamental entre 1.985 y 1.993, se puede observar que además de Bogotá, los departamentos que más aumentaron su participación poblacional son en su orden: La Guajira, Meta, Putumayo, Nariño y Caquetá. De esta forma, se observa que la mayoría de los departamentos que más han crecido en su participación, presentan una alta dispersión poblacional, es decir corresponden a un gran área en metros cuadrados con un bajo número de pobladores. Además, con excepción de La Guajira y Chocó, los otros departamentos con mayores aumentos en la participación poblacional, tienden a ubicarse en la zona oriental del país y antiguos territorios nacionales.
- Con base en las diferencias de las tasas de participación poblacional departamental entre 1.985 y 1.993, se puede observar que los departamentos con mayor disminución en su participación poblacional son en su orden: Antioquia, Boyacá, Santander, Tolima y Caldas. Se destaca que los departamentos de mayor disminución en la participación poblacional, presentan en su mayoría dispersiones poblacionales bajas e intermedias, puesto que corresponden a áreas pequeñas en metros cuadrados, con un gran número de pobladores. Se ubican en su mayoría en la zona andina, donde más se concentra el desarrollo económico del país, al contener en su mayoría ciudades capitales, con volúmenes poblacionales altos.
- Asimismo, llama la atención el cambio en la participación poblacional departamental en Chocó y La Guajira, por ser un crecimiento aislado geográficamente de las demás regiones de alto crecimiento poblacional. No obstante, es de resaltar que estos casos atípicos no corresponden a más del 3% del volumen poblacional nacional.
- Nariño está clasificado como un departamento de alto cambio poblacional según el análisis de las diferencias entre las tasas de participación poblacional de 1.985 y 1.993. No obstante al analizar el cambio poblacional según los indicadores de razón de cambio, su crecimiento solamente se considera intermedio. Lo cual ilustra una divergencia entre analizar el cambio poblacional con base en diferencias y analizar el cambio poblacional con base en razones de cambio.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

Gráfica 4.1: Colombia. Tasas de participación departamental en el total del volumen poblacional. 1985 y 1993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Gráfica 4.2: Colombia. Mapa del cambio poblacional departamental 1985-1.993.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

En las tablas 4.3 y 4.4 se presentan las matrices de correlación entre las variables sintomáticas y el volumen poblacional para los años 1.985 y 1.993. A continuación se resumen las principales características observadas en dichas tablas:

- Las variables que presentan mayores coeficientes de correlación con respecto a la población censal de 1.985 son en su orden: nacimientos, votación a Presidencia y matriculas a educación secundaria y media. Además todas las variables sintomáticas seleccionadas presentan correlaciones con la población censal de 1.985 superiores al 95 %, condición que no es suficiente pero que si se estima necesaria para que las variables sintomáticas se consideren buenos predictores del volumen poblacional
- Las variables que presentan mayores coeficientes de correlación con respecto a la población censal de 1.993 son en su orden: matriculas a educación secundaria y media, matriculas a educación primaria y defunciones. Además todas las variables sintomáticas seleccionadas presentan correlaciones con la población censal de 1.993 superiores al 96 %. Con lo cual las variables sintomáticas cumplen con la condición de sensibilidad a los cambios de volumen poblacional, pues aún cuando se presentaron aumentos absolutos en las poblaciones de los departamentos, nuevamente se presentan altos coeficientes de correlación entre variables sintomáticas y la población censal.
- Al realizar el análisis por grandes áreas temáticas, se observa que en el caso de las variables asociadas a educación, es decir las variables matriculas a educación preescolar, matriculas a educación básica primaria y matriculas a educación básica secundaria y media, la correlación con el volumen poblacional creció en el período 1.985-1.993.
- De igual forma, se advierte que para las variables asociadas a componentes demográficos, es decir, los nacimientos y las defunciones, la correlación con el volumen poblacional decreció en el período 1.985-1.993.
- En cuanto a las variables electorales se aprecia que la correlación del volumen poblacional con la votación registrada para la Presidencia decreció en el período 1.985-1.993 y la correlación de la población enumerada con la votación para el Senado permaneció invariante en el período 1.985-1.993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

	Censo de población 1.985	Matriculas a preescolar 1.985	Matriculas a Primaria 1.985	Matriculas a Secundaria 1.985	Defunciones 1.985	Nacimientos 1.985	Votación para la Presidencia 1.985	Votación para el Senado 1.985
Censo de población 1.985	1,0000							
Matriculas a preescolar 1.985	0,9523	1,0000						
Matriculas a Primaria 1.985	0,9746	0,8764	1,0000					
Matriculas a Secundaria 1.985	0,9815	0,9855	0,9303	1,0000				
Defunciones 1.985	0,9715	0,8926	0,9801	0,9483	1,0000			
Nacimientos 1.985	0,9976	0,9546	0,9723	0,9811	0,9706	1,0000		
Votación para la Presidencia 1.985	0,9871	0,9221	0,9749	0,9619	0,9742	0,9836	1,0000	
Votación para el Senado 1.985	0,9768	0,9002	0,9610	0,9351	0,9391	0,9686	0,9837	1,0000

Tabla 4.3: Colombia. Matriz de correlaciones entre las variables sintomáticas y el volumen poblacional, a nivel departamental. 1.985.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

	Censo de población 1.993	Matriculas a preescolar 1.993	Matriculas a Primaria 1.993	Matriculas a Secundaria 1.993	Defunciones 1.993	Nacimientos 1.993	Votación para la Presidencia 1.993	Votación para el Senado 1.993
Censo de población 1.993	1,0000							
Matriculas a preescolar 1.993	0,9853	1,0000						
Matriculas a Primaria 1.993	0,9877	0,9684	1,0000					
Matriculas a Secundaria 1.993	0,9880	0,9936	0,9674	1,0000				
Defunciones 1.993	0,9663	0,9464	0,9683	0,9509	1,0000			
Nacimientos 1.993	0,9865	0,9856	0,9645	0,9939	0,9538	1,0000		
Votación para la Presidencia 1.993	0,9851	0,9766	0,9590	0,9855	0,9354	0,9839	1,0000	
Votación para el Senado 1.993	0,9768	0,9607	0,9627	0,9562	0,9118	0,9439	0,9705	1,0000

Tabla 4.4: Colombia. Matriz de correlaciones entre las variables sintomáticas y el volumen poblacional, a nivel departamental. 1.993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En este punto se retoma la discusión sobre la cobertura del censo poblacional del año 2.005. Mientras en el capítulo anterior se había discutido la cobertura nacional, en este capítulo se discute la cobertura a nivel departamental, pues la distribución poblacional a este nivel constituye la base para evaluar la efectiva capacidad de predicción de los modelos de proyección que son estudiados en esta investigación.

Al respecto, cabe resaltar que a partir de la revisión de las cifras de cobertura poblacional a nivel departamental reportadas por el DANE en su página web, es posible afirmar que el censo del año 2.005, presenta altos niveles de omisión censal en las entidades territoriales de menor tamaño. En la tabla 4.5 se presentan la población departamental a 30 de Junio de 2.005, la población departamental del año 2.005 ajustada por el proceso de conciliación censal y los porcentajes de omisión censal estimados por el DANE para el censo 2.005.

El promedio de la omisión censal calculada por el DANE, para los departamentos de Caquetá, Arauca, Casanare, Putumayo, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés y Vichada es de 31 %. De esta forma, los departamentos pertenecientes a la Amazonía y la Orinoquía, que en términos de área corresponden casi a la mitad del territorio nacional, no han presentado cifras confiables no sólo en el censo 2.005, sino también en los anteriores censos poblacionales. Por lo cual se hace necesario formular e implementar políticas tendientes a que no siga creciendo la brecha en cuanto a la calidad de información de los censos y registros administrativos de estos departamentos con respecto a la calidad de la información de censos y registros administrativos del resto del país.

En lo que respecta a esta investigación, siguiendo el procedimiento realizado por Álvarez (2.001) en Argentina y por BC Stats (1.998) en Canadá, se agruparon las entidades territoriales más pequeñas, donde existen dudas sobre la calidad de los datos de registros administrativos y de los censos poblacionales. De esta forma, en las estimaciones poblacionales de los modelos contrastados, se agruparon los departamentos pertenecientes a la región de Amazonía y se agruparon los departamentos que hacen parte de la región de Orinoquía.

La región de Amazonía agrupa los departamentos de Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guaviare y Vaupes; y la región de Orinoquía agrupa los departamentos de Arauca, Casanare, Guainía y Vichada. Y si bien los departamentos de Chocó y San Andrés también presentan altos índices de omisión censal, no se consideró adecuado agruparlos con los departamentos pertenecientes a la Orinoquía y Amazonía, pues las coberturas de Chocó y San Andrés no alcanzan a ser tan bajas como en el caso de los antiguos territorios nacionales, además que están distanciados geográficamente de dichas regiones.

En resumen, los departamentos con mayores niveles de omisión censal, que corresponden básicamente a las zonas geográficas de la Orinoquía y Amazonía, son agrupados para fines de predicción, pues no se puede evaluar de forma consistente la calidad de las estimaciones para departamentos donde se sabe que el censo poblacional no alcanzó una cobertura suficiente para poder realizar el contraste entre los resultados de las proyecciones apoyadas en variables sintomáticas y los resultados del censo poblacional.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA. 1.918-2.005.

Código	Departamento	Población restituida a Junio 30 de 2.005.	Población ajustada por conciliación 2.005	Porcentaje de omisión censal
5	Antioquia	5.572.483	5.682.276	1,9
8	Atlántico	2.101.758	2.166.156	3,0
11	Bogotá	6.736.212	6.840.116	1,5
13	Bolívar	1.831.534	1.878.993	2,5
15	Boyacá	1.215.152	1.255.311	3,2
17	Caldas	902.222	968.740	6,9
18	Caquetá	335.697	420.337	20,1
19	Cauca	1.177.351	1.268.937	7,2
20	Cesar	876.581	903.279	3,0
23	Córdoba	1.451.793	1.467.929	1,1
25	Cundinamarca	2.215.303	2.280.037	2,8
27	Chocó	386.998	454.030	14,8
41	Huila	994.377	1.011.418	1,7
44	La Guajira	651.321	681.575	4,4
47	Magdalena	1.137.000	1.149.917	1,1
50	Meta	707.674	783.168	9,6
52	Nariño	1.493.394	1.541.956	3,1
54	Norte	1.206.570	1.243.975	3,0
63	Quindío	517.865	534.552	3,1
66	Risaralda	859.210	897.509	4,3
68	Santander	1.910.099	1.957.789	2,4
70	Sucre	758.639	772.010	1,7
73	Tolima	1.311.052	1.365.342	4,0
76	Valle	4.040.211	4.161.425	2,9
81	Arauca	151.931	232.118	34,5
85	Casanare	276.598	295.353	6,4
86	Putumayo	235.015	310.132	24,2
88	San Andrés	59.617	70.554	15,5
91	Amazonas	46.892	67.226	30,2
94	Guainía	17.658	35.230	49,9
95	Guaviare	57.243	95.551	40,1
97	Vaupés	19.713	39.279	49,8
99	Vichada	43.543	55.872	22,1

Tabla 4.5: Colombia. Porcentaje de omisión censal departamental estimado por el DANE para el año 2.005.

4.2. Formulación, aplicación y evaluación de los modelos sintomáticos para la elaboración de proyecciones poblacionales departamentales para el año 2.005 en Colombia.

4.2.1. Proyecciones poblacionales departamentales mediante la aplicación de modelos basados en razones censales.

En esta sección se presentan los principales resultados de la aplicación de los modelos de proyección basados en razones censales, es decir, se presentan las estimaciones poblacionales a nivel departamental de los modelos de razón censal y de diferencia de tasas y posteriormente dichas estimaciones son evaluadas tomando como punto de comparación la distribución poblacional del censo 2.005 ajustado por conciliación censal.

Si bien se reconoce que los modelos de razón censal y de diferencia de tasas corresponden a aproximaciones metodológicas que en principio ignoran la estructura poblacional según sexo y edad y que además suponen homogeneidad de cambio poblacional entre el área mayor y áreas menores; precisamente se pretende evaluar la robustez de los resultados de estos modelos a la existencia de dichas limitantes.

Tal como se describió en el capítulo metodológico, para realizar estimaciones mediante modelos basados en razones censales se parte de estimaciones obtenidas de forma univariada relacionando cada variable sintomática con el volumen poblacional departamental. Posteriormente se obtienen estimaciones combinadas a partir del cálculo de promedios entre las estimaciones univariadas. Y finalmente las estimaciones combinadas son prorrateadas para reproducir el total poblacional de Colombia.

Resultados y evaluación de las proyecciones departamentales obtenidas mediante el modelo de razón censal.

En la tabla 4.6 se presentan los resultados de las proyecciones poblacionales a nivel departamental, con base en los modelos de razón censal que arrojaron las estimaciones más aproximadas a los resultados encontrados en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal, el cual también es mostrado al final de dicha tabla.

Específicamente se presentan los resultados de los siguientes cuatro modelos: la proyección basada en electores y hechos demográficos; la proyección basada en matrículas, hechos demográficos y electores; la proyección basada en matrículas, crecimiento natural y electores; y la proyección basada en votación para el Senado, nacimientos y matrículas.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección apoyada en electores y hechos demográficos. 2.005.	Proyección apoyada en matriculas, hechos demográficos y electores. 2.005.	Proyección apoyada en matriculas, crecimiento natural y electores. 2.005.	Proyección apoyada en votación para el Senado, nacimientos y matriculas. 2.005.	Población censal ajustada por conciliación 2.005.
5	Antioquia	5.959.534	5.762.090	6.095.229	5.562.124	5.682.276
8	Atlántico	2.233.601	2.188.251	2.208.339	2.303.252	2.166.156
11	Bogotá	7.125.239	6.821.658	6.754.577	6.547.918	6.840.116
13	Bolívar	1.839.537	1.969.430	1.911.578	2.060.516	1.878.993
15	Boyacá	1.342.296	1.369.996	1.415.944	1.411.454	1.255.311
17	Caldas	964.504	969.614	1.005.068	974.010	968.740
19	Cauca	1.182.954	1.228.341	1.220.696	1.249.297	1.268.937
20	Cesar	1.023.338	974.902	920.505	937.489	903.279
23	Córdoba	1.562.938	1.556.111	1.466.352	1.575.214	1.467.929
25	Cundinamarca	2.106.176	2.093.369	2.113.265	2.053.004	2.280.037
27	Chocó	368.227	431.472	429.895	450.918	454.030
41	Huila	977.409	1.014.697	986.453	1.031.320	1.011.418
44	La Guajira	543.773	547.165	517.579	545.942	681.575
47	Magdalena	1.185.217	1.286.584	1.216.831	1.351.268	1.149.917
50	Meta	787.610	807.872	787.918	797.265	783.168
52	Nariño	1.364.555	1.586.985	1.589.631	1.739.290	1.541.956
54	Norte	1.256.833	1.257.785	1.238.078	1.238.650	1.243.975
63	Quindío	537.693	528.245	547.571	513.749	534.552
66	Risaralda	960.692	944.312	993.109	968.141	897.509
68	Santander	2.058.675	2.007.916	2.012.555	2.009.031	1.957.789
70	Sucre	732.484	808.728	780.375	842.366	772.010
73	Tolima	1.348.670	1.347.546	1.458.523	1.401.746	1.365.342
76	Valle	3.874.912	3.862.815	3.910.616	3.805.099	4.161.425
88	San Andrés	46.347	45.899	43.717	46.977	70.554
	Amazonía	904.737	887.562	759.734	885.002	932.525
	Orinoquia	600.141	588.748	503.955	587.050	618.573

Tabla 4.6: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.7 y en la gráfica 4.3, se presenta la evaluación de los resultados de las proyecciones de modelos de razón censal, según el promedio de errores absolutos porcentuales, el porcentaje de errores absolutos superiores al 20 % y el porcentaje de errores absolutos porcentuales inferiores al 10 %.

Así que la situación deseable para los dos primeros criterios es la presencia de valores bajos, contrario al último criterio donde lo deseable es la preponderancia de valores altos. Las principales características que se destacan son las siguientes:

- Los mejores resultados en términos de precisión en modelos de razón censal, se obtuvieron para las siguientes combinaciones: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Electores y hechos demográficos; 3.) Matriculas, crecimiento natural y electores; y 4.) Votación para el Senado, nacimientos y matriculas.
- Los modelos de razón censal que reportaron un menor porcentaje de errores superiores al 20 %, se obtuvieron para las siguientes combinaciones de variables: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Votación para el Senado, nacimientos y matriculas; y 3.) Matriculas, nacimientos y electores.
- Respecto a los modelos de razón censal, los que dieron mejores resultados en términos de presentar un alto porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10 % fueron: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Votación para el Senado, nacimientos y matriculas y 3.) Electores y hechos demográficos.
- Para los modelos de razón censal que presentaron mejores resultados, los departamentos con mayores discrepancias respecto a los datos conciliados del censo 2.005, fueron: San Andrés y La Guajira, que son precisamente los que presentan mayores omisiones censales.
- Con base en los puntos anteriores se puede concluir que el modelo de razón censal que aportó unas estimaciones más precisas fue el que tiene las variables sintomáticas: Matriculas, hechos demográficos y electores. Luego la mejor estimación esta basada en las seis variables consideradas inicialmente, distribuidas así: tres variables educativas, dos demográficas y dos de tipo electoral.
- La combinación de estimaciones mediante promedios simples, tienden a mejorar la precisión de los resultados, siempre y cuando cada una de las variables que se estan promediando no presente un promedio de errores absolutos porcentuales demasiado elevados con respecto a los demás resultados.
- A nivel univariado las variables que registraron mejores comportamientos en términos de precisión de sus estimaciones fueron las electorales, seguidas de las educativas y por último las relacionadas con hechos vitales.
- Los mejores resultados a nivel multivariado tienden a darse cuando se combinan variables de las tres grandes áreas temáticas examinadas: educación, hechos vitales y votación.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Variable sintomática	Error absoluto porcentual promedio	Porcentaje de departamentos con errores superiores al 20%.	Porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10%
Preescolar	32,59	65,38	7,69
Primaria	14,38	19,23	50,00
Secundaria	13,74	26,92	57,69
Preescolar y primaria	15,40	23,08	38,46
Primaria y secundaria	13,69	23,08	50,00
Matriculas totales	14,53	23,08	50,00
Defunciones	19,25	30,77	34,62
Nacimientos	15,38	38,46	42,31
Hechos demográficos	20,11	38,46	30,77
Crecimiento natural	14,84	19,23	42,31
Votación para la Presidencia	12,80	19,23	50,00
Votación para el Senado	13,71	23,08	42,31
Promedio matriculas y nacimientos	12,03	19,23	46,15
Promedio matriculas y defunciones	11,75	19,23	50,00
Promedio matriculas y hechos demográficos	14,09	30,77	46,15
Promedio matriculas y electores	7,89	15,38	76,92
Promedio electores y nacimientos	7,87	7,69	76,92
Promedio electores y hechos demográficos	6,95	7,69	80,77
Promedio crecimiento natural y electores	10,27	15,38	61,54
Promedio matriculas y crecimiento natural	11,01	19,23	61,54
Promedio votación para la Presidencia y crecimiento natural	10,69	11,54	53,85
Promedio votación para la Presidencia y matriculas	8,34	15,38	65,38
Promedio matriculas, hechos demográficos y electores	5,88	3,85	88,46
Promedio matriculas, crecimiento natural y electores	7,25	7,69	76,92
Promedio votación para el Senado, nacimientos y matriculas	7,36	3,85	80,77
Promedio matriculas, nacimientos y electores.	8,86	3,85	73,08

Tabla 4.7: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Gráfica 4.3: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón censal y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Resultados y evaluación de las proyecciones departamentales obtenidas mediante el modelo de diferencia de tasas.

En la tabla 4.8 se presentan los resultados de las proyecciones poblacionales a nivel departamental, con base en los modelos de diferencia de tasas que arrojaron las estimaciones más aproximadas a los resultados encontrados en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal, el cual también es mostrado al final de dicha tabla.

Específicamente se presentan los resultados de los siguientes cuatro modelos: la proyección basada en Votación para la presidencia y matriculas; la proyección basada en matriculas, hechos demográficos y electores; la proyección basada en matriculas, crecimiento natural y electores; y la proyección basada en votación para el Senado, nacimientos y matriculas.

En la aplicación de los modelos de proyección de diferencia de tasas, al igual que en la aplicación de los modelos de razón censal, se parte de estimaciones obtenidas de forma univariada relacionando cada variable sintomática con el volumen poblacional departamental. Posteriormente se obtienen estimaciones combinadas a partir del cálculo de promedios entre las estimaciones univariadas. Y finalmente las estimaciones combinadas son prorrateadas para reproducir el total poblacional de Colombia.

Al contrastar los modelos de diferencia de tasas que presentaron unos mejores resultados, con los modelos de razón censal de mejores resultados se observa que las combinaciones de variables matriculas, crecimiento natural y electores; matriculas, hechos demográficos y electores; y votación para el Senado, nacimientos y matriculas, están ubicadas simultáneamente en ambos grupos. La única diferencia se da en que en los modelos de diferencia de tasas mejor evaluados no aparece la combinación de variables sintomáticas electores y hechos demográficos, que era una de las de mejores resultados en los modelos de razón censal, en su lugar se ubica la combinación votación para la presidencia y matriculas.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección apoyada en votación para la Presidencia y matriculas. 2.005.	Proyección apoyada en matriculas, hechos demográficos y electores. 2.005.	Proyección apoyada en matriculas, crecimiento natural y electores. 2.005.	Proyección apoyada en votación para el Senado, nacimientos y matriculas. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.808.445	5.460.564	5.865.543	5.406.040	5.682.276
8	Atlántico	1.930.102	2.299.355	2.242.671	2.428.857	2.166.156
11	Bogotá	6.841.413	6.630.215	6.722.834	6.319.685	6.840.116
13	Bolívar	1.912.724	2.047.140	1.898.496	2.122.997	1.878.993
15	Boyacá	1.422.764	1.393.884	1.433.262	1.422.506	1.255.311
17	Caldas	1.046.733	1.025.774	1.060.760	1.021.530	968.740
19	Cauca	1.238.001	1.188.088	1.184.061	1.215.664	1.268.937
20	Cesar	889.274	948.591	908.524	937.216	903.279
23	Córdoba	1.477.403	1.648.113	1.522.577	1.652.090	1.467.929
25	Cundinamarca	2.258.983	2.090.869	2.125.611	2.028.807	2.280.037
27	Chocó	451.914	403.653	396.495	429.373	454.030
41	Huila	1.029.838	997.789	998.664	1.019.526	1.011.418
44	La Guajira	509.462	549.021	519.955	559.964	681.575
47	Magdalena	1.262.680	1.345.272	1.234.251	1.394.172	1.149.917
50	Meta	831.127	783.209	782.893	783.045	783.168
52	Nariño	1.651.497	1.560.564	1.545.055	1.702.466	1.541.956
54	Norte	1.287.830	1.256.585	1.259.516	1.244.474	1.243.975
63	Quindío	572.672	548.574	574.065	532.593	534.552
66	Risaralda	935.180	943.040	989.774	957.158	897.509
68	Santander	2.025.284	2.061.598	2.086.606	2.041.592	1.957.789
70	Sucre	869.481	845.996	823.404	879.793	772.010
73	Tolima	1.366.441	1.330.136	1.453.871	1.392.080	1.365.342
76	Valle	3.981.690	3.826.792	3.920.092	3.799.220	4.161.425
88	San Andrés	44.011	48.093	46.994	50.061	70.554
	Amazonía	726.483	984.769	753.175	915.785	932.525
	Orinoquia	516.660	670.409	538.941	631.398	618.573

Tabla 4.8: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

En la tabla 4.9 y en la gráfica 4.4 se presenta la evaluación de los resultados de las proyecciones de modelos de diferencia de tasas, según el promedio de errores absolutos porcentuales, el porcentaje de errores absolutos superiores al 20% y el porcentaje de errores absolutos porcentuales inferiores al 10%. Así que la situación deseable para los dos primeros criterios es la presencia de valores bajos, contrario al último criterio donde lo deseable es la preponderancia de valores altos. Las principales características que se destacan son:

- Los mejores resultados en términos de precisión en modelos de diferencia de tasas, se obtuvieron para las combinaciones: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Votación para la Presidencia y matriculas; y 3.) Matriculas, crecimiento natural y electores.
- Los modelos de diferencia de tasas que reportaron un menor porcentaje de errores superiores al 20% fueron: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Matriculas, nacimientos y electores; 3.) Matriculas, crecimiento natural y electores; y 4.) Votación para el Senado, nacimientos y matriculas.
- Respecto a los modelos de diferencia de tasas, los que dieron mejores resultados en términos de presentar un alto porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10% fueron: 1.) Matriculas, hechos demográficos y electores; 2.) Matriculas y electores; 3.) Matriculas, crecimiento natural y electores; y 4.) Votación para la Presidencia y matriculas.
- Para los modelos de diferencia de tasas que presentaron mejores resultados, los departamentos con mayores discrepancias respecto a los datos conciliados del censo 2.005, fueron: San Andrés, La Guajira y la región de Amazonía, que son las que presentan mayores omisiones censales según el DANE.
- Con base en los puntos anteriores se puede concluir que el modelo de diferencia de tasas que aportó unas estimaciones más precisas fue el que tiene las variables sintomáticas: Matriculas, hechos demográficos y electores. Luego la mejor estimación esta basada en las seis variables consideradas inicialmente, distribuidas así: tres variables educativas, dos demográficas y dos de tipo electoral.
- Al comparar los modelos de razón censal, con los modelos de diferencia de tasas, se observa que la tendencia más representativa es que los modelos de razón censal nos aporten unas estimaciones más precisas que los modelos de diferencia de tasas, en términos de promedios y de distribuciones por percentiles.
- Al igual que en los modelos de razón censal se observa que la combinación de estimaciones mediante promedios simples tiende a mejorar los resultados de las estimaciones, a nivel univariado los mejores resultados se dan para las variables electorales y a nivel multivariado los mejores resultados se dan cuando se combinan las tres grandes áreas temáticas: educación, votación y hechos vitales.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Variable sintomática	Error absoluto porcentual promedio	Porcentaje de departamentos con errores superiores al 20 %	Porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10 %
Preescolar	23,32	53,85	23,08
Primaria	13,38	19,23	46,15
Secundaria	11,81	26,92	61,54
Preescolar y primaria	14,12	23,08	50,00
Primaria y secundaria	12,15	23,08	57,69
Matriculas totales	12,60	23,08	57,69
Defunciones	19,37	30,77	34,62
Nacimientos	17,26	34,62	42,31
Hechos demográficos	26,36	42,31	34,62
Crecimiento natural	14,31	19,23	42,31
Votación para la Presidencia	14,90	23,08	38,46
Votación para el Senado	11,80	15,38	53,85
Promedio matriculas y nacimientos	12,26	15,38	46,15
Promedio matriculas y defunciones	11,60	15,38	46,15
Promedio matriculas y hechos de- mográficos	16,70	34,62	42,31
Promedio matriculas y electores	8,32	11,54	73,08
Promedio electores y nacimientos	8,50	11,54	69,23
Promedio electores y hechos de- mográficos	9,16	11,54	69,23
Promedio crecimiento natural y electores	10,42	15,38	53,85
Promedio matriculas y crecimiento natural	9,98	11,54	61,54
Promedio votación para la Presi- dencia y crecimiento natural	11,01	11,54	50,00
Promedio votación para la Presi- dencia y matriculas	7,85	11,54	73,08
Promedio matriculas, hechos de- mográficos y electores	7,73	3,85	76,92
Promedio matriculas, crecimiento natural y electores	7,93	7,69	73,08
Promedio votación para el Senado, nacimientos y matriculas	8,17	7,69	61,54
Promedio matriculas, nacimientos y electores.	8,97	3,85	65,38

Tabla 4.9: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Gráfica 4.4: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de diferencia de tasas y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2.2. Proyecciones poblacionales departamentales mediante la aplicación de modelos sintomáticos basados en teoría estadística de la regresión.

Análisis de regresión múltiple del cambio poblacional departamental entre 1.985-1.993 en Colombia.

En esta sección se presentan los principales resultados de la aplicación de los modelos sintomáticos basados en teoría de la regresión, es decir los modelos de razón correlación y los de tasa correlación.

Como se ilustró en el capítulo metodológico estos modelos están basados en la construcción de indicadores de razón de cambio en las tasas de participación de los departamentos con respecto a los totales registrados para las variables sintomáticas y para el volumen poblacional, a nivel nacional.

En la tabla 4.10 se presentan los indicadores de razón de cambio intercensal 1.985-1.993, para la variable respuesta cambio poblacional y las variables independientes: cambio en defunciones, cambio en nacimientos, cambio en matriculados a primaria, cambio en matriculados a secundaria, cambio en matriculados a preescolar, cambio en votación para la Presidencia y cambio en votación para el Senado.

Donde es necesario recordar que el análisis de estos indicadores se realiza tomando como punto de referencia a la unidad; si el indicador tiene un valor inferior a uno significa que la participación del departamento en el total nacional de la variable evaluada decreció en el período 1.985-1.993; si el indicador tiene un valor superior a uno significa que la participación departamental en el total nacional de la variable evaluada creció en el período; y si el valor del indicador es uno, entonces la participación departamental del año 1.993 es equivalente a la cifra de participación del año 1.985.

En los resultados se puede observar que en general los indicadores para los departamentos de mayor volumen poblacional tienden a estar cercanos a la unidad, es decir que entre 1.985 y 1.993 no se presentaron aumentos o disminuciones drásticas en las participaciones departamentales en los totales de las variables sintomáticas y de la población.

Asimismo, los departamentos de menor volumen como es el caso de Amazonas, Vaupés y Vichadá, tienen indicadores de cambio intercensal con valores superiores a dos en algunas de las variables, es decir que duplicaron en este período su participación en el total nacional, como también indicadores iguales o inferiores a 0,50, es decir que existen algunas variables en que disminuyeron su participación a la mitad o menos de la mitad.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES
DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Población	Defunciones	Nacimientos	Matriculas a primaria	Matriculas a secundaria	Matriculas a preescolar	Votación para la Presidencia	Votación para el Senado
5	Antioquia	0,94	1,10	0,95	0,96	0,83	0,96	0,93	1,01
8	Atlántico	0,98	1,07	0,81	1,29	1,03	1,01	1,18	1,20
11	Bogotá	1,05	1,17	1,29	1,22	0,92	0,83	1,15	1,10
13	Bolívar	1,01	1,07	0,79	1,16	1,03	1,19	1,14	1,16
15	Boyacá	0,90	0,80	0,81	0,72	1,04	1,32	0,87	0,81
17	Caldas	0,93	0,85	0,94	0,76	0,86	0,99	1,05	0,98
18	Caquetá	1,22	0,89	0,93	1,34	1,49	0,87	0,86	0,92
19	Cauca	1,04	0,61	0,92	0,94	1,27	0,93	0,76	0,83
20	Cesar	1,05	1,03	1,03	1,51	2,28	1,38	0,98	1,00
23	Córdoba	1,00	1,01	0,86	1,09	1,08	1,02	1,19	1,20
25	Cundinamarca	1,01	0,92	1,05	1,02	1,15	1,16	0,99	0,82
27	Chocó	1,17	0,89	0,78	0,79	0,82	0,57	0,83	0,90
41	Huila	0,98	0,76	1,09	0,96	1,18	1,04	1,05	0,99
44	La Guajira	1,28	1,34	0,96	1,39	1,31	0,84	1,19	0,94
47	Magdalena	0,97	0,85	0,84	0,94	1,06	0,79	1,12	1,03
50	Meta	1,15	1,01	1,02	0,94	1,25	1,05	0,99	0,89
52	Nariño	1,05	0,93	0,97	0,85	0,88	0,91	1,01	1,05
54	Norte	1,00	0,88	1,04	0,94	1,43	1,21	0,88	0,93
63	Quindío	0,97	1,18	1,06	0,89	0,89	0,92	0,93	0,91
66	Risaralda	1,00	1,03	1,03	0,90	1,06	1,24	0,95	0,83
68	Santander	0,94	0,84	0,92	0,88	1,08	1,14	0,95	0,87
70	Sucre	0,99	1,39	0,97	0,87	1,00	1,58	1,17	1,13
73	Tolima	0,92	1,37	0,92	0,75	0,96	1,04	0,79	0,75
76	Valle	0,99	0,94	1,07	0,99	0,91	1,12	0,98	1,02
81	Arauca	1,65	1,05	1,06	1,23	1,57	1,60	0,46	1,72
85	Casanare	1,21	0,87	1,06	1,41	1,75	1,85	1,20	1,62
86	Putumayo	1,44	1,09	1,03	1,43	1,58	1,55	1,40	1,93
88	San Andrés	1,17	1,03	1,27	1,26	1,15	0,58	1,13	1,26
91	Amazonas	1,05	0,47	0,85	1,07	1,41	0,39	1,79	2,23
94	Guainía	1,23	2,27	1,04	1,02	2,22	0,45	1,49	2,12
95	Guaviare	1,38	0,79	0,96	0,94	2,19	1,23	1,52	2,33
97	Vaupés	0,81	0,54	0,91	1,58	1,35	0,44	1,61	2,43
99	Vichada	2,22	0,50	0,96	1,53	2,52	4,24	1,24	2,08

Tabla 4.10: Colombia. Indicadores sintomáticos del cambio poblacional intercensal y el indicador del cambio poblacional intercensal, a nivel departamental. 1.985-1.993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.11, se presenta la matriz de correlaciones entre los indicadores de cambio en la participación departamental en el total nacional registrado para la población y los indicadores asociados al cambio en la participación de los departamentos en el total nacional de las variables sintomáticas utilizadas, durante el período 1.985-1.993.

En este caso se observa que las correlaciones lineales no son tan altas como en los análisis transversales, situación que ya se preveía a partir del análisis de la gran heterogeneidad de condiciones entre los departamentos de Colombia.

Asimismo, al realizar el análisis por grandes áreas temáticas se puede notar que los indicadores asociados a educación, son las que presentan unos mayores coeficientes de correlación con el cambio en el volumen poblacional departamental, seguidos por los indicadores electorales y en último lugar se ubican los indicadores asociados a componentes demográficos.

A pesar que la ubicación de los componentes demográficos en el último lugar de la anterior clasificación en principio puede parecer contradictoria con los supuestos y postulados de la dinámica demográfica, donde nacimientos y defunciones juegan un papel trascendental, esta situación no es inconsistente porque en este caso se están evaluando modelos de estimación poblacional indirecta, donde los indicadores indican tendencias y no análisis de stocks como en el caso de los modelos de estimación directa.

Por otro lado, aunque lo más deseable es que los coeficientes de correlación lineal sean bastante altos, esto no imposibilita la utilización de los indicadores sintomáticos en el modelo de proyección, sino que implica que dadas las condiciones de heterogeneidad en los indicadores, se deben considerar diferentes alternativas metodológicas para que los modelos lineales sean estadísticamente significativos, expliquen en un alto porcentaje la variabilidad de los datos originales y permitan pronosticar con un aceptable grado de precisión poblaciones futuras.

Es por esto, que en esta investigación se examinó el efecto de la inclusión de variables de ponderación y de variables en forma de estratos, se ensayaron y seleccionaron diversas variables complementarias, de las cuales los mejores resultados fueron obtenidos para la variable dispersión poblacional en el caso de las ponderaciones y la variable cobertura para el caso de la estratificación.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

	Cambio en población	Cambio en matriculas a preescolar	Cambio en matriculas a primaria	Cambio en matriculas a secundaria	Cambio en defunciones	Cambio en nacimientos	Cambio en votación para la Presidencia	Cambio en votación para el Senado
Cambio en población	1,0000							
Cambio en matriculas a preescolar	0,7385	1,0000						
Cambio en matriculas a primaria	0,4559	0,3084	1,0000					
Cambio en matriculas a secundaria	0,6748	0,4964	0,5465	1,0000				
Cambio en defunciones	-0,0686	-0,2417	-0,1157	0,0282	1,0000			
Cambio en nacimientos	0,1535	0,0401	0,2244	0,1344	0,2283	1,0000		
Cambio en votación para la Presidencia	0,0730	-0,0526	0,3703	0,3629	-0,0483	0,0128	1,0000	
Cambio en votación para el Senado	0,4766	0,1852	0,4918	0,6353	-0,0864	0,0133	0,7079	1,0000

Tabla 4.11: Colombia. Matriz de correlaciones entre los indicadores sintomáticos del cambio intercensal y el indicador del cambio poblacional intercensal, a nivel departamental. 1.985- 1.993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la gráfica 4.5, se presenta el mapa de la dispersión poblacional de los departamentos de Colombia, definida por tres cuantiles. Esta variable es trascendental en el ajuste adecuado de los modelos de regresión dada la gran heterogeneidad de condiciones en términos de poblaciones, áreas y niveles de desarrollo que están sintetizados en este indicador.

Adicionalmente, sus propiedades matemáticas lo hacen altamente útil en el contexto de aplicación de ajustes ponderados de ecuaciones de regresión, dado que la dispersión poblacional corresponde al inverso multiplicativo de la densidad poblacional. Mientras por un lado los departamentos son ponderados de tal forma que las tendencias generales a nivel de los departamentos de mayor volumen no enmascaren a las tendencias de los departamentos de menor volumen en población. Por otro lado el modelo ajustado cumple con los supuestos de homogeneidad de varianzas del modelo de regresión lineal clásico.

La segmentación del país según dispersión poblacional nos presenta tres agrupaciones conformadas de la siguiente manera:

- Un grupo de departamentos representado principalmente por las entidades territoriales que se conformaron como departamentos más recientemente, en este grupo se ubican Putumayo, Amazonas, Caquetá, Vaupés, Guaviare, Meta, Guainía, Vichada, Casanare, Arauca y Chocó. Se caracteriza por tener bajos niveles de urbanización y de desarrollo económico.

Grupo para el cual vale la pena recordar que en 1.910 Meta y Chocó eran intendencias; Arauca, Caquetá, Putumayo, Vaupés y Vichada eran comisarias especiales; y Amazonas, Guainía y Guaviare no hacían parte de la división política administrativa de nuestro país. Fue recién en 1.973 cuando Chocó y Meta ascendieron a la categoría de departamentos. Y posteriormente hasta la Constitución Política del año 1.991 las restantes intendencias y comisarias fueron ascendidas a departamentos.

- El grupo conformado por Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Boyacá, Norte de Santander, Córdoba, César, Magdalena y La Guajira. Donde se destaca la presencia de dos subgrupos uno ubicado al norte del país y otro al occidente. Estos departamentos tienen ciudades intermedias, que se caracterizan porque son epicentro de algunas actividades económicas de dinámica creciente en el país, y asumen funciones de centros intermedios de recepción de migrantes (Martínez, 2006).
- El grupo conformado por Atlántico, Bolívar, Sucre, Santander, Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Valle del Cauca, Cundinamarca y Bogotá. Entidades territoriales donde se encuentran ubicadas las principales ciudades, y por tanto ofrecen unas mejores condiciones de vida para la población, una mejor prestación y una mayor cobertura en servicios públicos, mejores vías de comunicación, y una mayor posibilidad de acceso a servicios de salud y a educación.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Gráfica 4.5: Colombia. Dispersión poblacional departamental. 1993.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.12 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos de razón correlación que arrojaron mejores ajustes a la información del cambio poblacional intercensal entre 1.985-1.993. La variable estrato discrimina dos grupos de departamentos; 1.) Los que históricamente han presentado alta omisión censal, y bajos niveles de urbanización, como son San Andrés, Chocó, La Guajira, los departamentos pertenecientes a la Amazonía y a la Orinoquía y 2.) Los demás departamentos. En los tres modelos además de la estratificación se utilizó como variable de ponderación la dispersión poblacional.

El primer modelo tiene como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado y estrato; el segundo modelo tiene como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, matriculas a secundaria y estrato; y el tercer modelo tiene como variables explicativas: hechos demográficos, matriculas totales, votación para el Senado, votación para la Presidencia y estrato.

Los tres modelos ajustados son estadísticamente significativos de acuerdo a la prueba estadística F , tomando un valor de $\alpha = 0,05$ y en cada uno de los tres casos el porcentaje de variabilidad de los datos explicado por el modelo es superior al 85 %.

En los modelos con indicadores sintomáticos: 1.) Matriculas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado y estrato y 2.) Hechos demográficos, votación para el Senado, matriculas a secundaria y estrato, todos los parámetros individuales fueron significativos de acuerdo a la prueba estadística t con un $\alpha = 0,05$.

En el caso del modelo tres, que tiene como indicadores sintomáticos a hechos demográficos, matriculas totales, votación para el Senado, votación para la Presidencia y estrato, el modelo utilizado es estadísticamente significativo, pero los parámetros individuales asociados a votación no son significativos, lo cual según la teoría estadística introduce sesgo a las estimaciones. No obstante, dada la significancia global del modelo y que se quería evaluar las estimaciones resultantes de utilizar toda la información sintomática de base, las variables electorales no fueron descartadas y como será visto posteriormente esta combinación fue la de resultados mejor evaluados.

En el modelo uno, se puede observar que las variables que tienen una mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional son en su orden: el cambio en la participación departamental en nacimientos, el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado, el estrato y el cambio en la participación departamental en el total de matriculas a educación secundaria y media.

En el modelo dos, se observa que las variables con mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional son en su orden: el cambio en la participación departamental en el total de hechos demográficos, el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado, el cambio en la participación departamental en el total de matriculas a educación secundaria y media y el estrato.

En el modelo tres las variables de mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional son en su orden: el cambio en la participación departamental en el total de hechos demográficos, el cambio en la participación departamental en el total de matriculas, el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado, el cambio en la participación departamental en la votación para la Presidencia y el estrato.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Modelo 1

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	0,58540	0,07565	7,738	1,98e-08
Matriculas a secundaria	0,09292	0,03894	2,386	0,02402
Nacimientos	0,16783	0,02978	5,635	4,91e-06
Votación para el Senado	0,14245	0,04728	3,013	0,00544
Estrato	0,09529	0,01747	5,454	8,02e-06
R^2 ajustado:	0,8756	Estadístico F:	57,31	
p-valor:	4,41E-10			

Modelo 2

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	0,56005	0,07842	7,142	9,02e-08
Hechos demográficos	0,18656	0,03326	5,609	5,26e-06
Votación para el Senado	0,14163	0,04741	2,987	0,0058
Matriculas a secundaria	0,09937	0,03945	2,519	0,0178
Estrato	0,09749	0,01742	5,597	5,45e-06
R^2 ajustado:	0,875	Estadístico F:	57,01	
p-valor:	4,72E-10			

Modelo 3

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	0,64016	0,06358	10,069	1,23e-10
Hechos demográficos	0,19119	0,04609	4,148	0,000299
Matriculas totales	0,15057	0,06744	2,233	0,034069
Votación para el Senado	0,14193	0,08003	1,773	0,087431
Votación para la Presidencia	-0,13227	0,09180	-1,441	0,161122
Estrato	0,11059	0,01869	5,917	2,63e-06
R^2 ajustado:	0,8676	Estadístico F:	42,94	
p-valor:	5,09E-09			

Tabla 4.12: Colombia. Estimación y análisis de significancia estadística de los modelos de razón correlación, mediante la técnica de mínimos cuadrados ponderados por la dispersión poblacional departamental.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.13 se presentan los resultados del análisis de varianza de los modelos de tasa correlación que arrojaron mejores ajustes a la información del cambio poblacional intercensal entre 1.985-1.993. Con el fin de realizar comparaciones con los ajustes realizados para los modelos de razón correlación se tomaron las mismas variables sintomáticas utilizadas en dichos modelos.

Como ya se había visto en el anterior capítulo, la principal diferencia en el ajuste de los modelos de razón correlación y los modelos de tasa correlación está dada por la utilización de la transformación logaritmo natural tanto para variables independientes, como para variable respuesta en los modelos de tasa correlación.

Los tres modelos ajustados son estadísticamente significativos utilizando un α del 5% y el porcentaje de variabilidad de los datos explicado por el modelo se incrementó en los tres casos con respecto a lo que se había encontrado en el ajuste de los modelos de razón censal. Lo cual implica que para la explicación del cambio poblacional en el período 1.985-1.993 es preferible la utilización de modelos de tasa correlación.

En cuanto a la significancia estadística de los parámetros individuales asociados a los modelos ajustados, se repiten las tendencias encontradas para los modelos de razón correlación, es decir que para los modelos que tienen como variables explicativas: 1.) Matriculas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado y estrato y 2.) Hechos demográficos, votación para el Senado, matriculas a secundaria y estrato, todos los parámetros individuales fueron significativos de acuerdo a la prueba estadística t con un $\alpha = 0,05$.

Asimismo el modelo tres que tiene como variables explicativas hechos demográficos, matriculas totales, votación para el Senado, votación para la Presidencia y estrato, es significativo en forma global, pero nuevamente los parámetros asociados a votación no fueron significativos individualmente, lo cual introduce un sesgo en las estimaciones.

No obstante, nuevamente las variables asociadas a votación no fueron descartadas porque se tiene como objetivo utilizar toda la información posible, dada la significancia global del modelo y el alto porcentaje de variabilidad observada en los datos originales explicada por el modelo.

En el modelo uno, el orden de los indicadores con mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional fue distinto al observado en el modelo de razón correlación, y es el siguiente: el cambio en la participación departamental en nacimientos, el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado, el cambio en la participación departamental en el total de matriculas a educación secundaria y media y el estrato.

En el modelo dos, se observa que las variables con mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional son en su orden: el cambio en la participación departamental en el total de hechos demográficos, el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado, el cambio en la participación departamental en el total de matriculas a educación secundaria y media y el estrato.

En el modelo tres, el orden de los indicadores con mayor incidencia en la explicación y pronóstico del cambio poblacional fue distinto al observado en el modelo de razón correlación, y es el siguiente: el cambio en la participación departamental en el to-

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

tal de matriculas, el cambio en la participación departamental en el total de hechos demográficos, el estrato, el cambio en la participación departamental en la votación para la Presidencia y el cambio en la participación departamental en la votación para el Senado.

Proyecciones y examen de precisión de los modelos basados en regresión.

En las tablas 4.14, 4.15 y 4.16 se presentan los resultados de las proyecciones poblacionales a nivel departamental, con base en modelos de razón correlación para el año 2.005 y la población departamental del censo 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En cada una de estas tablas se presentan resultados de modelos de razón correlación elaborados en cuatro variantes:

- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de razón correlación con uso de ponderaciones y estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de razón correlación con uso de ponderaciones y sin estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de razón correlación sin uso de ponderaciones y con estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de razón correlación sin uso de ponderaciones y sin estratificación.

En la tabla 4.14, específicamente se presentan los resultados de modelos de razón correlación, basados en las variables matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En la tabla 4.15, se presentan los resultados de modelos de razón correlación, basados en las variables hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En la tabla 4.16, se presentan las proyecciones basadas en las variables hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Modelo 1

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	-0,007060	0,005876	-1,201	0,23963
log(Matriculas a Secundaria)	0,120050	0,044268	2,712	0,01130
log(Nacimientos)	0,181435	0,027874	6,509	4,70e-07
log(Votación para el Senado)	0,142172	0,042545	3,342	0,00237
Estrato	0,079696	0,016113	4,946	3,21e-05
R^2 ajustado:	0,89	Estadístico F:	65,74	
p-valor:	7,97E-11			

Modelo 2

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	-0,008252	0,005986	-1,379	0,17893
log(Hechos demográficos)	0,203125	0,031376	6,474	5,16e-07
log(Votación para el Senado)	0,140116	0,042723	3,280	0,00278
log(Matriculas a secundaria)	0,130711	0,045101	2,898	0,00721
Estrato	0,080787	0,016117	5,013	2,68e-05
R^2 ajustado:	0,8893	Estadístico F:	65,27	
p-valor:	8,73E-11			

Modelo 3

Coefficientes:	Estimación	Error estándar	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	-0,007642	0,007016	-1,089	0,28572
log(Hechos demográficos)	0,176923	0,037582	4,708	6,68e-05
log(Matriculas totales)	0,179589	0,064143	2,800	0,00933
log(Votación para el Senado)	0,082859	0,070352	1,178	0,24916
log(Votación para la Presidencia)	-0,091068	0,074648	-1,220	0,23302
Estrato	0,107687	0,014790	7,281	7,85e-08
R^2 ajustado:	0,8845	Estadístico F:	50,01	
p-valor:	8,24e-13			

Tabla 4.13: Colombia. Estimación y análisis de significancia estadística de los modelos de tasa correlación, mediante la técnica de mínimos cuadrados ponderados por la dispersión poblacional departamental.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección con estratificación sin ponderaciones. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.797.980	5.625.964	5.797.980	5.504.542	5.682.276
8	Atlántico	2.225.496	2.214.767	2.225.496	2.207.637	2.166.156
11	Bogotá	6.564.761	6.193.711	6.564.761	5.957.463	6.840.116
13	Bolívar	1.918.076	2.052.131	1.918.076	2.060.164	1.878.993
15	Boyacá	1.456.471	1.466.730	1.456.471	1.465.527	1.255.311
17	Caldas	1.061.377	1.094.425	1.061.377	1.122.427	968.740
19	Cauca	1.247.236	1.255.171	1.247.236	1.235.875	1.268.937
20	Cesar	902.177	891.075	902.177	890.892	903.279
23	Córdoba	1.457.315	1.470.154	1.457.315	1.451.562	1.467.929
25	Cundinamarca	2.100.556	2.020.368	2.100.556	1.961.694	2.280.037
27	Chocó	434.528	474.983	434.528	576.881	454.030
41	Huila	997.003	1.022.446	997.003	1.009.636	1.011.418
44	La Guajira	510.582	525.412	510.582	640.570	681.575
47	Magdalena	1.201.572	1.282.832	1.201.572	1.279.409	1.149.917
50	Meta	757.209	771.807	757.209	757.042	783.168
52	Nariño	1.645.877	1.805.572	1.645.877	1.815.540	1.541.956
54	Norte	1.270.716	1.272.044	1.270.716	1.267.255	1.243.975
63	Quindío	543.593	532.426	543.593	527.011	534.552
66	Risaralda	1.007.309	962.551	1.007.309	931.649	897.509
68	Santander	2.039.196	1.996.032	2.039.196	1.969.710	1.957.789
70	Sucre	801.104	865.712	801.104	870.095	772.010
73	Tolima	1.493.870	1.465.122	1.493.870	1.446.048	1.365.342
76	Valle	3.982.057	4.034.994	3.982.057	4.074.185	4.161.425
88	San Andrés	51.758	53.307	51.758	70.723	70.554
	Amazonia	839.624	921.720	839.624	1.110.124	932.525
	Orinoquia	580.649	616.635	580.649	684.432	618.573

Tabla 4.14: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con estratificación sin ponderaciones. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.812.993	5.883.173	5.672.133	5.540.950	5.682.276
8	Atlántico	2.026.305	1.955.591	2.021.443	2.053.020	2.166.156
11	Bogotá	6.704.486	6.913.857	6.436.323	6.150.747	6.840.116
13	Bolívar	1.788.387	1.778.886	1.951.754	1.979.941	1.878.993
15	Boyacá	1.457.341	1.433.702	1.453.517	1.454.985	1.255.311
17	Caldas	1.103.093	1.044.051	1.086.431	1.116.138	968.740
19	Cauca	1.259.396	1.279.627	1.280.289	1.255.937	1.268.937
20	Cesar	925.648	906.671	894.733	893.809	903.279
23	Córdoba	1.388.583	1.393.581	1.423.641	1.414.318	1.467.929
25	Cundinamarca	2.210.476	2.269.713	2.143.216	2.059.787	2.280.037
27	Chocó	476.034	444.624	482.641	583.281	454.030
41	Huila	974.523	990.275	1.017.862	1.005.950	1.011.418
44	La Guajira	541.418	490.440	510.632	629.045	681.575
47	Magdalena	1.109.395	1.118.072	1.222.202	1.230.932	1.149.917
50	Meta	753.192	777.404	784.690	767.296	783.168
52	Nariño	1.582.784	1.596.780	1.772.799	1.789.423	1.541.956
54	Norte	1.324.744	1.317.507	1.308.617	1.296.513	1.243.975
63	Quindío	560.395	558.163	543.208	535.616	534.552
66	Risaralda	964.800	979.087	942.293	915.370	897.509
68	Santander	2.033.723	2.024.074	1.987.042	1.962.461	1.957.789
70	Sucre	777.837	780.509	851.964	859.137	772.010
73	Tolima	1.442.201	1.427.404	1.418.835	1.408.994	1.365.342
76	Valle	4.133.377	4.019.558	4.070.990	4.103.123	4.161.425
88	San Andrés	62.399	51.253	53.490	70.919	70.554
	Amazonía	908.912	856.694	932.580	1.119.298	932.525
	Orinoquia	565.650	597.395	624.769	691.101	618.573

Tabla 4.15: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.697.495	5.609.014	5.224.844	5.242.914	5.682.276
8	Atlántico	2.215.275	2.199.816	2.397.893	2.459.345	2.166.156
11	Bogotá	6.551.985	6.860.513	6.178.074	6.333.014	6.840.116
13	Bolívar	1.855.634	1.794.305	1.980.860	1.999.223	1.878.993
15	Boyacá	1.461.566	1.469.471	1.498.358	1.500.766	1.255.311
17	Caldas	1.111.659	1.067.637	1.136.884	1.112.516	968.740
19	Cauca	1.229.810	1.274.527	1.245.351	1.258.219	1.268.937
20	Cesar	957.011	938.923	946.280	956.110	903.279
23	Córdoba	1.454.711	1.465.574	1.519.596	1.561.713	1.467.929
25	Cundinamarca	2.109.747	2.216.210	2.002.141	2.025.520	2.280.037
27	Chocó	458.087	405.209	503.000	412.597	454.030
41	Huila	972.131	986.928	997.770	1.011.887	1.011.418
44	La Guajira	566.019	499.962	622.811	532.992	681.575
47	Magdalena	1.155.451	1.136.772	1.245.994	1.269.371	1.149.917
50	Meta	737.708	733.840	709.169	717.381	783.168
52	Nariño	1.569.143	1.547.297	1.686.966	1.684.972	1.541.956
54	Norte	1.302.970	1.320.274	1.298.382	1.298.739	1.243.975
63	Quindío	548.152	548.824	524.802	523.410	534.552
66	Risaralda	967.379	1.022.849	982.983	1.009.407	897.509
68	Santander	2.058.005	2.099.294	2.076.292	2.107.139	1.957.789
70	Sucre	776.683	763.754	822.990	823.074	772.010
73	Tolima	1.454.134	1.483.925	1.487.839	1.502.948	1.365.342
76	Valle	4.120.340	4.021.196	4.090.176	4.043.860	4.161.425
88	San Andrés	65.109	58.203	77.038	63.466	70.554
	Amazonia	950.800	863.206	1.078.206	943.006	932.525
	Orinoquia	541.088	500.568	553.390	494.502	618.573

Tabla 4.16: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.13 y las gráficas 4.6, 4.7 y 4.8, se muestran los errores porcentuales de estimación para los modelos de razón correlación que presentaron los mejores resultados, de acuerdo al coeficiente de determinación R^2 , el error porcentual promedio, el porcentaje de errores inferiores al 10 % y el porcentaje de errores superiores al 20 %. De esta forma, se contrastan los resultados para tres juegos de variables organizados de la siguiente manera: al ponderar y estratificar; al ponderar pero no estratificar; al no ponderar y si estratificar; y no ponderar y no estratificar. Entre los principales hallazgos de este ejercicio se observan las siguientes:

- Los modelos ponderados por densidad poblacional y estratificados según niveles de omisión censal, dieron mejores resultados en términos de la precisión de las estimaciones, con respecto a los que no utilizaban ponderaciones o no utilizaban estratificación. Asimismo son los de mejor explicación del cambio poblacional departamental experimentado entre 1.985 y 1.993 con base en el análisis de los coeficientes R^2 .
- El uso de ponderaciones hace que los valores del error absoluto promedio de las estimaciones disminuyan en más de medio punto porcentual, disminuye el número de estimaciones con grandes discrepancias entre proyecciones indirectas y censo poblacional, aumenta el número de estimaciones con valores aproximados a los encontrados en el censo poblacional y reproduce de una manera más exacta los resultados del cambio poblacional 1.985-1.993 con respecto a los modelos que no utilizan ajustes por ponderaciones.
- De los tres juegos de variables explicativas considerados el que mejor explica el cambio poblacional experimentado entre 1.985 y 1.993 fue el de matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado, con ajuste ponderado y estratificado; seguido por el modelo ponderado y estratificado que utiliza la información de las variables sintomáticas hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria; y por el modelo ponderado estratificado con variables sintomáticas hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia y votación para el Senado.
- Asimismo se observa una tendencia a que el uso de estratificación disminuya el porcentaje de departamentos con errores superiores al 20 %, aumente el nivel de explicación que tienen las variables sintomáticas en el comportamiento del cambio poblacional departamental experimentado entre 1.985 y 1.993 y que combinado con el uso de ponderaciones produzca resultados más precisos con respecto a lo encontrado en el censo del año 2.005.
- El modelo con mejores resultados fue el que combina las variables hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia y votación para el Senado, con un error porcentual promedio de 5.26 %, ningún error superior al 20 % con respecto a los datos censales y un 84.62 % de departamentos con errores porcentuales inferiores al 10 %.
- En general, los modelos de razón correlación tienden a presentar problemas con las estimaciones de los departamentos de San Andrés y La Guajira, sobretudo

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

los modelos que no tenían simultáneamente ponderaciones y estratificación.

- Los modelos que presentaron un alto porcentaje de variabilidad explicada del cambio intercensal 1.985-1.993, en general resultaron los mejores para extrapolación (en las predicciones para el año 2.005), así que en este caso se cumplió que los modelos que satisfactoriamente explican el cambio intercensal 1.985-1.993 también son buenos para fines de pronóstico.
- Los modelos de peor ajuste, es decir los que no presentaban ponderaciones ni estratificación, tienden a incrementar los niveles de error en las estimaciones para el año 2.005, con respecto a los modelos de mejor ajuste. Lo cual implica en términos de la aplicación que es necesario prestar atención especial a este punto y no aplicar los conceptos de teoría de la regresión indiscriminadamente, sin prestar atención a los supuestos de base y medidas de ajuste.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Variables sintomáticas utilizadas	Variable de ponderación	Variable que define estratos	Error absoluto porcentual promedio	Porcentaje de departamentos con errores superiores al 20 %	Porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10 %	"R ² ajustado"
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	Densidad de población	Cobertura	6,10	0,00	76,92	0,8756
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	Densidad de población	No hay	6,64	7,69	84,62	0,7523
Secundaria, nacimientos, Senado.	No hay	Cobertura	7,81	3,85	61,54	0,4846
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	No hay	No hay	7,10	7,69	69,23	0,4086
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	Densidad de población	Cobertura	5,72	3,85	84,62	0,875
Hechos demográficos, Senado, secundaria	Densidad de población	No hay	6,09	7,69	88,46	0,7443
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	No hay	Cobertura	7,17	7,69	69,23	0,4844
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	No hay	No hay	6,30	7,69	76,92	0,4082
Hechos demográficos, matriculas totales, Votación para la presidencia, votación para el Senado	Densidad de población	Cobertura	5,26	0,00	84,62	0,8676
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	Densidad de población	No hay	6,81	3,85	73,08	0,7068
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	No hay	Cobertura	8,28	0,00	73,08	0,4158
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	No hay	No hay	8,85	7,69	61,54	0,3677

Tabla 4.17: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

En las tablas 4.18, 4.19 y 4.20 se presentan los resultados de las proyecciones poblacionales a nivel departamental, con base en modelos de tasa correlación para el año 2.005 y la población departamental del censo 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En cada una de estas tablas se presentan resultados de modelos de tasa correlación elaborados en cuatro variantes:

- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de tasa correlación con uso de ponderaciones y estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de tasa correlación con uso de ponderaciones y sin estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de tasa correlación sin uso de ponderaciones y con estratificación.
- Proyecciones poblacionales departamentales basadas en modelos de tasa correlación sin uso de ponderaciones y sin estratificación.

En la tabla 4.18, específicamente se presentan los resultados de modelos de tasa correlación, basados en las variables matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En la tabla 4.19, se presentan los resultados de modelos de tasa correlación, basados en las variables hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

En la tabla 4.20, se presentan las proyecciones basadas en las variables hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales, bajo las cuatro variantes reseñadas y contrastando los resultados con lo encontrado en el censo poblacional del año 2.005 ajustado por el proceso de conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Gráfica 4.6: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de razón correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos y votación para el Senado y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Gráfica 4.7: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de correlación razón, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Gráfica 4.8: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de correlación razón, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con estratificación sin ponderaciones. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.759.188	5.663.221	5.800.691	5.573.874	5.682.276
8	Atlántico	2.226.649	2.196.988	2.210.972	2.230.956	2.166.156
11	Bogotá	6.415.519	6.256.820	6.481.973	6.027.695	6.840.116
13	Bolívar	1.908.289	2.032.299	1.945.733	2.049.184	1.878.993
15	Boyacá	1.479.593	1.472.339	1.463.682	1.470.315	1.255.311
17	Caldas	1.112.069	1.090.538	1.062.559	1.123.565	968.740
19	Cauca	1.234.325	1.256.041	1.246.553	1.224.029	1.268.937
20	Cesar	921.302	893.379	900.524	899.009	903.279
23	Córdoba	1.449.011	1.475.282	1.473.586	1.458.998	1.467.929
25	Cundinamarca	2.053.742	2.023.520	2.053.858	1.952.641	2.280.037
27	Chocó	460.201	463.069	436.266	549.289	454.030
41	Huila	987.529	1.023.526	1.009.188	1.002.893	1.011.418
44	La Guajira	553.804	525.507	517.195	633.869	681.575
47	Magdalena	1.183.952	1.270.009	1.221.019	1.266.872	1.149.917
50	Meta	743.384	773.181	766.957	752.296	783.168
52	Nariño	1.629.961	1.772.228	1.667.415	1.766.151	1.541.956
54	Norte	1.282.900	1.273.253	1.264.553	1.260.536	1.243.975
63	Quindío	548.701	535.468	541.840	530.599	534.552
66	Risaralda	990.429	971.821	1.004.452	944.520	897.509
68	Santander	2.050.009	2.009.226	2.038.270	1.987.387	1.957.789
70	Sucre	799.070	855.537	812.953	853.752	772.010
73	Tolima	1.499.450	1.473.213	1.496.072	1.461.965	1.365.342
76	Valle	4.099.917	4.039.534	3.990.376	4.082.021	4.161.425
88	San Andrés	59.433	52.167	50.367	65.478	70.554
	Amazonia	888.075	901.693	850.587	1.074.049	932.525
	Orinoquia	551.591	588.232	580.451	646.148	618.573

Tabla 4.18: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos y votación a Senado; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS
SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con estratificación sin ponderaciones. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.821.778	5.877.778	5.734.788	5.643.103	5.682.276
8	Atlántico	2.021.558	1.959.787	2.010.149	2.042.295	2.166.156
11	Bogotá	6.698.473	6.839.660	6.529.734	6.291.101	6.840.116
13	Bolívar	1.791.505	1.798.666	1.912.266	1.929.619	1.878.993
15	Boyacá	1.457.285	1.435.899	1.452.090	1.451.190	1.255.311
17	Caldas	1.095.954	1.042.577	1.075.944	1.109.475	968.740
19	Cauca	1.263.905	1.283.991	1.283.548	1.251.868	1.268.937
20	Cesar	924.326	903.659	897.869	903.700	903.279
23	Córdoba	1.395.803	1.406.589	1.425.133	1.410.051	1.467.929
25	Cundinamarca	2.211.529	2.251.955	2.170.772	2.095.693	2.280.037
27	Chocó	471.328	448.948	471.370	559.538	454.030
41	Huila	980.203	1.000.064	1.015.668	995.889	1.011.418
44	La Guajira	536.730	496.687	509.788	614.919	681.575
47	Magdalena	1.112.173	1.129.819	1.195.497	1.193.502	1.149.917
50	Meta	759.985	788.462	789.205	768.030	783.168
52	Nariño	1.578.522	1.602.553	1.713.836	1.710.142	1.541.956
54	Norte	1.326.189	1.317.506	1.313.703	1.301.516	1.243.975
63	Quindío	560.504	556.179	547.133	542.319	534.552
66	Risaralda	964.599	972.087	949.922	923.664	897.509
68	Santander	2.034.180	2.018.268	1.997.680	1.976.894	1.957.789
70	Sucre	778.517	787.098	832.694	831.850	772.010
73	Tolima	1.441.387	1.424.105	1.421.859	1.411.807	1.365.342
76	Valle	4.130.722	4.025.387	4.070.436	4.115.606	4.161.425
88	San Andrés	58.932	49.721	51.663	64.946	70.554
	Amazonía	905.389	870.267	914.463	1.089.444	932.525
	Orinoquía	566.618	600.380	600.882	659.932	618.573

Tabla 4.19: Colombia. Proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación al Senado y matriculas a secundaria; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Código	Departamento	Proyección con ponderaciones con estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección con ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Proyección sin ponderaciones sin estratificación. 2.005.	Población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.
5	Antioquia	5.723.941	5.973.988	5.506.587	5.537.166	5.682.276
8	Atlántico	2.228.314	2.196.834	2.287.370	2.346.253	2.166.156
11	Bogotá	6.487.828	6.688.396	6.315.203	6.504.308	6.840.116
13	Bolívar	1.875.502	1.846.772	1.915.294	1.920.475	1.878.993
15	Boyacá	1.460.566	1.435.760	1.475.953	1.479.635	1.255.311
17	Caldas	1.114.084	1.087.460	1.124.947	1.092.174	968.740
19	Cauca	1.217.565	1.201.859	1.224.588	1.241.042	1.268.937
20	Cesar	966.906	986.295	954.749	964.454	903.279
23	Córdoba	1.463.424	1.466.813	1.478.094	1.525.178	1.467.929
25	Cundinamarca	2.061.454	2.087.712	2.016.617	2.038.522	2.280.037
27	Chocó	454.488	398.654	495.507	405.358	454.030
41	Huila	974.551	967.558	982.741	1.000.743	1.011.418
44	La Guajira	574.844	519.843	622.296	524.084	681.575
47	Magdalena	1.164.556	1.145.228	1.194.734	1.214.536	1.149.917
50	Meta	742.357	763.658	726.036	736.141	783.168
52	Nariño	1.575.651	1.513.217	1.630.058	1.625.479	1.541.956
54	Norte	1.294.354	1.285.087	1.292.039	1.292.668	1.243.975
63	Quindío	545.834	552.913	535.267	533.737	534.552
66	Risaralda	959.487	955.675	964.487	998.212	897.509
68	Santander	2.059.459	2.060.197	2.060.978	2.100.609	1.957.789
70	Sucre	781.610	759.452	801.144	799.649	772.010
73	Tolima	1.451.668	1.434.021	1.464.706	1.484.845	1.365.342
76	Valle	4.133.593	4.119.705	4.112.911	4.052.854	4.161.425
88	San Andrés	63.202	51.884	72.772	59.477	70.554
	Amazonia	965.383	870.236	1.062.554	902.301	932.525
	Orinoquia	547.473	518.875	570.460	508.193	618.573

Tabla 4.20: Colombia. Proyecciones departamentales de población elaboradas por el modelo de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales; y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

En la tabla 4.14 y las gráficas 4.9, 4.2.2 y 4.2.2 se muestran los errores porcentuales de estimación para los modelos de tasa correlación que presentaron los mejores resultados, de acuerdo al coeficiente de determinación R^2 , el error porcentual promedio, el porcentaje de errores inferiores al 10 % y el porcentaje de errores superiores al 20 %. De esta forma, se contrastan los resultados para tres juegos de variables organizados de la siguiente manera: al ponderar y estratificar; al ponderar pero no estratificar; al no ponderar y si estratificar; y no ponderar y no estratificar. Entre los principales hallazgos de este ejercicio se observan los siguientes:

- Al igual que en la comparación realizada para los modelos de correlación razón, en los modelos de tasa correlación, los mejores resultados fueron obtenidos al considerar simultáneamente el uso de ponderaciones según dispersión poblacional, con la estratificación según niveles de omisión censal.
- De la misma manera, vale la pena resaltar que los modelos que utilizan simultáneamente ponderaciones y estratificación fueron los de mejor ajuste a los datos del cambio intercensal 1.985-1.993.
- Todas las combinaciones de variables explicativas, uso o no uso de ponderaciones y uso o no uso de estratificación, para los tres juegos de variables considerados, arrojaron resultados con errores porcentuales promedio inferiores al 8 %. Así que en estos casos podemos concluir que los modelos de tasa correlación son en promedio menos sensibles al no cumplimiento de supuestos de teoría de regresión con respecto a los modelos de razón correlación.
- De igual manera, al comparar los modelos de tasa correlación, con los modelos de correlación razón, se observa que los modelos de tasa correlación tienden a reproducir de una manera más adecuada el cambio poblacional departamental experimentado entre 1.985 y 1.993 con respecto a los modelos de razón correlación.
- El modelo con mejores resultados fue el que combina las variables hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia y votación para el Senado, con un error porcentual promedio de 5.43 %, ningún error superior al 20 % con respecto a los datos censales y un 80.77 % de departamentos con errores porcentuales inferiores al 10 %. Resultado similar al encontrado en la comparación realizada para los modelos de razón correlación.
- Al igual que en los modelos de correlación razón, en los modelos de tasa correlación las mayores discrepancias respecto a los datos censales tienden a presentarse en los departamentos de San Andrés y La Guajira, sobretudo en los modelos que no utilizan estratificaciones ni ponderaciones.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Variables sintomáticas utilizadas	Variable de ponderación	Variable que define estratos	Error absoluto porcentual promedio	Porcentaje de departamentos con errores superiores al 20 %	Porcentaje de departamentos con errores inferiores al 10 %	" R^2 ajustado"
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	Densidad de población	Cobertura	6,30	0,00	76,92	0,89
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	Densidad de población	No hay	6,84	7,69	84,62	0,801
Secundaria, nacimientos, Senado.	No hay	Cobertura	7,33	3,85	65,38	0,4841
Secundaria, nacimientos, votación para el Senado.	No hay	No hay	7,09	7,69	69,23	0,3867
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	Densidad de población	Cobertura	5,78	3,85	84,62	0,8893
Hechos demográficos, Senado, secundaria	Densidad de población	No hay	5,83	7,69	88,46	0,7972
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	No hay	Cobertura	6,37	3,85	80,77	0,4869
Hechos demográficos, votación para el Senado, secundaria	No hay	No hay	6,06	7,69	80,77	0,3899
Hechos demográficos, matriculas totales, Votación para la presidencia, votación para el Senado	Densidad de población	Cobertura	5,43	0,00	80,77	0,8845
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	Densidad de población	No hay	6,94	7,69	76,92	0,6699
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	No hay	Cobertura	6,34	0,00	84,62	0,4453
Hechos demográficos, matriculas totales, votación para la Presidencia, votación para el Senado	No hay	No hay	7,63	3,85	69,23	0,3527

Tabla 4.21: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Gráfica 4.9: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: matriculas a secundaria, nacimientos, votación para el Senado y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

4.2. FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES POBLACIONALES DEPARTAMENTALES PARA EL AÑO 2.005 EN COLOMBIA.

Tabla 4.10: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado y matriculas a secundaria.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS MODELOS SINTOMÁTICOS A NIVEL DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA.

Tabla 4.11: Colombia. Diferencias relativas entre las proyecciones departamentales de población con base en modelos de tasa correlación, tomando como variables explicativas: hechos demográficos, votación para el Senado, votación para la Presidencia y matriculas totales y la población del censo 2.005 ajustada por conciliación censal.

Conclusiones y recomendaciones.

Esta sección, es dividida en cinco apartados, con el fin de realizar una adecuada presentación de las conclusiones y recomendaciones realizadas. Las conclusiones se refieren a: las fuentes de información sintomática examinadas, las metodologías aplicadas, y el cambio poblacional departamental; y las recomendaciones se refieren a los métodos y formas de recolección de la información de base y a tópicos de investigación, que se revelan como nuevas alternativas para el abordaje del problema en cuestión.

5.1. Conclusiones de la investigación en cuanto a las fuentes encontradas de información sintomática.

- Acerca de las fuentes de información sintomática del volumen poblacional a nivel departamental en Colombia se puede concluir que no se dispone todavía de la cantidad y calidad de fuentes de información que puede tener un país o región que ya tenga establecido un sistema de indicadores centralizado en una institución estadística, con grupos de trabajo definidos, convenios suscritos, objetivos documentados en planes de trabajo, etc. Sin embargo, se dispone de los indicadores clásicos en esta clase de ejercicios, como lo son las matriculas escolares, las defunciones, los nacimientos y el número de votantes, lo cual permite comenzar a realizar este tipo de ejercicios a diferentes niveles de desagregación, siempre teniendo el doble objetivo de incrementar la calidad del registro de las variables candidatas para su inclusión en el modelo de proyección, de explorar alternativas metodológicas bajo el criterio de la utilidad de la proyección en tiempo real y de realizar una revisión de los fundamentos e hipótesis de base para la correcta aplicación de los modelos en diferentes contextos.
- Es de vital importancia la unificación de criterios y estandarización de conceptos en cuanto al registro del proceso de recolección, selección, preparación y utilización de la información sintomática, esto debe ser realizado documentando

y divulgando cada parte del proceso general, de tal forma que se creen mecanismos para la adopción de dichos criterios bajo períodos de tiempo establecidos sin importar cambios dentro de los grupos de trabajo que realizan las proyecciones.

- En los departamentos ubicados al sur de Colombia, correspondientes a las de la Orinoquía y Amazonía, fue necesario realizar agrupamientos de departamentos, dado que la calidad de la información censal y de los registros administrativos no era suficiente para el proceso de evaluación de los modelos sintomáticos. Esta situación continuará invariante, hasta tanto no se dispongan de censos y registros administrativos confiables. En este punto se entra en un círculo vicioso pues a estas zonas en general no se les presta una adecuada atención en términos de políticas públicas dado que no presentan un alto potencial electoral, por presentar poblaciones numericamente pequeñas y con altos índices de dispersión poblacional.

5.2. Conclusiones de la investigación en cuanto a las metodologías aplicadas.

- Es importante destacar que más que un sistema de proyecciones para las áreas mayores y las áreas menores que se definan, los métodos de variables sintomáticas, corresponden a un conjunto de herramientas que permiten desagregar la información sobre perspectivas poblacionales de un área mayor en áreas menores, es decir constituyen un complemento a un sistema de proyecciones más no su totalidad y pueden ser utilizados como complemento al modelo de componentes en áreas mayores, o como forma de validar sus resultados.
- Al comparar los modelos de razón censal, con los modelos de diferencia de tasas, se observa que la tendencia más representativa es que los modelos de razón censal nos aporten unas estimaciones más precisas que los modelos de diferencia de tasas, en términos de promedios y de distribuciones por percentiles.
- Se encontró que la diferencia entre los modelos de correlación razón y tasa correlación, esta dada por la aplicación de las transformaciones logaritmo a variables respuesta y variables explicativas en el modelo tasa correlación; se demostró que en términos matemáticas no tiene sentido ponderar por el número de años transcurridos entre los censos considerados, porque los resultados son invariantes a este tipo de transformación.
- La combinación de estimaciones mediante promedios simples, tiende a mejorar la precisión de los resultados, siempre y cuando cada una de las variables que se están promediando no presente un promedio de errores absolutos porcentuales demasiado elevados con respecto a los demás resultados.
- Los mejores resultados a nivel multivariado tienden a darse cuando se combinan variables de las tres grandes áreas temáticas examinadas: educativas, hechos vitales y electorales.

5.3. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN EN CUANTO AL CAMBIO POBLACIONAL DEPARTAMENTAL.

- De las metodologías aplicadas las que entregaron mejores resultados fueron las que utilizan análisis de regresión para determinar los cambios en la participación departamental en el período comprendido entre los censos 1.985 y 1.993.
- Cualquier modelo que suponga homogeneidad de los departamentos de Colombia, esta introduciendo una fuente de error, a causa de las diferencias que han sido ilustradas en el desarrollo de este trabajo, sobretodo en términos de dispersión poblacional y de niveles de urbanización.
- Se puede sacrificar la precisión de la estimación de algunos parámetros individuales, teniendo en cuenta que la ganancia en información de considerar las tres áreas temáticas de las variables sintomáticas, se vea traducida en que los modelos sean más precisos para la elaboración de pronósticos de observaciones futuras.

5.3. Conclusiones de la investigación en cuanto al cambio poblacional departamental.

- Los criterios de ordenación de los departamentos según volumen poblacional, han sido los mismos en los últimos 30 años y esto es muy importante, pues es lo que da el sustento teórico, para que los resultados de los modelos utilizados en esta investigación sean aceptables y coherentes con la información histórica del cambio poblacional a nivel departamental.
- En el caso de los departamentos de Colombia, el cambio poblacional ha estado estrechamente relacionado con el nivel de urbanización, donde los departamentos más grandes presentan incentivos para que la población migre hacia ellos, por cuanto son los que tienen mayores desarrollos en términos de infraestructura de vías de transporte, de integración de una red de comercialización de bienes y servicios, de cantidad y calidad de centros de salud y educativos, e incluso en los últimos años en términos de seguridad. Factores, que en conjunto estimulan el crecimiento de los departamentos grandes en términos absolutos.

5.4. Recomendaciones para la recolección de información y la aplicación de metodologías de indicadores sintomáticos en Colombia.

- Es importante la formulación e implementación de un programa de recolección buscando el establecimiento de alianzas y convenios con otras entidades y grupos de trabajo que puedan tener intereses afines con los que tiene el grupo de proyecciones, buscando de esta manera que la cooperación en etapas de recolección de la información sea correspondida con la entrega de los resultados y análisis publicados a las fuentes primarias.

- Si se desea replicar este ejercicio a nivel departamental se debe tener en cuenta que conlleva varias etapas, algunas de las cuales pueden ser realizadas simultáneamente y en forma interactiva conforme a los resultados de cada etapa precedente, como el caso de la recolección de la información y la familiarización del equipo de trabajo en proyecciones con los modelos utilizados. No es aconsejable realizar este ejercicio sin una adecuada evaluación de la información de base, o sin un adecuado y planificado tratamiento estadístico de la información.

5.5. Recomendaciones en cuanto a nuevos temas relacionados con esta investigación.

- Explorar la aplicación de métodos de estimación indirecta mediante variables sintomáticas del cambio poblacional en subpoblaciones como minorías étnicas, afrocolombianos, o en general aquellas que sean el foco de atención para la formulación e implementación de políticas públicas.
- Recolectar información proveniente de otras fuentes de información que pueden ser consideradas como sintomáticas del cambio poblacional, para formular, aplicar y evaluar modelos alternativos a los examinados en este trabajo.
- Explorar y validar la aplicación de otras metodologías de estimación como las proyecciones demográficas multirregionales presentadas en Magno de Carvalo et al (2000), los métodos basados en ecuaciones diferenciales como los presentados en Martino Januzzi (2.005) y los modelos de regresión con consideraciones de autocorrelación espacial como los presentados en Voss (2.005).

Bibliografía

- [1] Álvarez, Gustavo. Estimación Poblacional en áreas menores mediante variables sintomáticas: Una aplicación para los departamentos de la República Argentina (1.991-1.996). Serie Población y Desarrollo. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. 2.001.
- [2] Bay, Guiomar. El uso de variables sintomáticas en la estimación de la población de áreas menores. Notas de Población N° 67/68. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. División de Población (CEPAL/CELADE). 1.998.
- [3] BC Stats. Generalized Estimation System (GES). Small Area Population Estimation Methodology. Ministry of Finance and Corporate Relations. Government of British Columbia Canada. 1.998.
- [4] Bogue, Donald. A technique for making extensive population estimates. Journal of the American Statistical Association No. 45. 1.950.
- [5] Cardona, Ramiro y Simmons, Alan. Apuntes sobre la concentración de la población y la llamada crisis en las grandes ciudades. Colombia: Distribución espacial de la población. Corporación Centro Regional de Población (CCRP). 1976.
- [6] Cardona, Ramiro. Una nota sobre las políticas de desarrollo rural y urbano en Colombia. Colombia: Distribución espacial de la población. Corporación Centro Regional de Población (CCRP). 1976.
- [7] Carmona Gillen, Jose Antonio. Los indicadores sociales hoy. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS). 1.977.
- [8] Chávez, Edwin. Indicadores sintomáticos en las estimaciones poblacionales para áreas menores. Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1.997.
- [9] Chávez, Edwin A. Variables sintomáticas en la estimación de la población a nivel cantonal en Costa Rica. Notas de Población N° 71. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. División de Población (CEPAL/CELADE). 2.000.
- [10] Chávez, Edwin. Validación de los indicadores sintomáticos en las estimaciones poblacionales: Censo 2000. Población y Salud en Mesoamérica. Revista Electrónica. Vol. 1 No. 1. Artículo 2. Centro Centroamericano de Población. Costa Rica. 2.003.
- [11] DANE. Metodología para la formulación de planes estadísticos. 2.001.
- [12] DANE. Colombia Estadística 1.993-1.997. Bogotá. 1.997.

- [13] DANE. Colombia Estadística 1.998-2.000. Bogotá. 2.000.
- [14] Davis, Kingsley. World urbanization 1.950 - 1.970, Vol. II. Analysis of trends, relationships and development (Population monograph series, No. 9. University of California Berkeley).
- [15] Duchesne, Louis. Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores -Método de relación de cohortes-. 1.989.
- [16] Ericksen, Eugene. A Method for Combining Sample Survey Data and Symptomatic Indicators to Obtain Population Estimates for Local areas. Demography, Vol. 10 No. 2. 137-160. 1.973.
- [17] Fajardo, Miyaerlandi, Bogotá, Proyecciones poblacionales mediante modelos de variables sintomáticas y fractales. 2.002.
- [18] Feeney, Donald; Hibbs, James y Gillapsy, Thomas. Ratio Correlation Method. Basic Methods for Preparing Small Area Population Estimate. University of Wisconsin. 1.995.
- [19] Flórez, Carmen Elisa, Las proyecciones de población y la estructura económica y social. Documento preparado para el Seminario Internacional sobre Proyecciones Subnacionales de Población, Girardot, 1.989.
- [20] Flórez, Carmen Elisa, Los censos de población de Colombia de 1.964 A 1.993: Una introducción histórica. Proyecto Col-Ipums. 2.001.
- [21] Fresneda, Oscar, Bogotá, Revisión de las proyecciones municipales con base en el método de las variables sintomáticas. 2.002.
- [22] Girón, Edwin y Cuervo, Marcela. El método de correlación de razón para estimación poblacional en áreas menores. Cartagena. 2.004.
- [23] Goldberg, David; Rao V. R. ; Namboodiri N. K. Land Economics, Vol. 40, No. 1. 1.964
- [24] Granados, María del Pilar. Técnicas de proyecciones de población de áreas menores. Aplicación y Evaluación. Tesis de grado del programa Maestría en Demografía. CELADE. 1.986.
- [25] González, Leandro Mariano. Aplicación de variables sintomáticas en proyecciones de poblaciones menores. El caso de Villa Allende (Córdoba, Argentina) 2.001-2.010. . Doctorado en Demografía. FCE. 2.002.
- [26] Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. México : Mc Graw Hill. 2.003.
- [27] Isaki, Cary. Small Area Estimation of Economic Statistics. Journal of Business & Economic Statistics. Vol. 8 No. 4. 435-441. 1.990.
- [28] Magno de Carvalho, Jose Alberto; Oya Sawyer, Diana; Rodríguez Wong, Laura y Gonçalves Bueno Fígoli, Moema. Projeção multirregional da população brasileira por unidades da federação. ABEP Associação Brasileira de Estudos Populacionais. 2.000.
- [29] Mandell, Marilou y Taymman, Jeffrey. Measuring Temporal Stability in Regression Models of Population Estimation. Demography, Vol. 19 No. 1, 135-146. 1.982.
- [30] Martin, Julia H. y Serow, William J. Estimating Demographic Characteristics Using the Ratio-Correlation Method. Demography, Vol. 15, No. 2. 1.978.
- [31] Martinez, Ciro. Las migraciones internas en Colombia. Universidad Externado de Colombia. 2.006.
- [32] Martino Jannuzzi, Paulo, Population projections for small areas: Method and applications for districts and local population projections in Brazil. 2.005.
- [33] Merton, Robert. Social Theory and Social Structure. Mexico, FCE. 1.949.

BIBLIOGRAFÍA

- [34] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Serie Población, Ordenamiento y Desarrollo. Elementos Poblacionales Básicos para la planeación, 2.004.
- [35] Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección General de Desarrollo Territorial y Urbano. Evaluar el ordenamiento y la gestión territoriales. Manual para la conformación y administración de expedientes municipales. 2.002.
- [36] Nambooridi, Krishnan. On the Ratio-Correlation and Related Methods of Subnational Population Estimation. *Demography*, Vol. 9 No. 3. 443-453. 1.972.
- [37] Notas de Población No. 71. Estimación Poblacional para áreas Menores. 2.001.
- [38] OECD. OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews, Paris. 1.993.
- [39] O' Hare, William. Report on a Multiple Regression Method for Making Population Estimates. *Demography*, Vol. 13 No. 3. 369-379. 1.976.
- [40] O' Hare, William. On a Note on the Use of Regression Methods in Population Estimates. *Demography*, Vol. 17. No. 3. 341-343. 1.980.
- [41] Olayiwola, Isaac. Use of Percentage Change in Small Area Statistics. *The Statistician*, Vol. 35. No. 5. 531-545. 1.986.
- [42] Quintero, Victor Manuel. Evaluación de proyectos. Construcción de indicadores, FES, Bogotá. Capítulo 5. Un sistema de evaluación de planes, programas y proyectos. 1.998.
- [43] Rao, J. N. K. y Ghosh M. Small Area Estimation: An Appraisal. *Statistical Science*, Vol. 9 No. 1. 55-76. 1.994.
- [44] Rao, J. N. K. Small Area Estimation. John Wiley and Sons. 2.003.
- [45] Rincón, Manuel. Teoría y métodos para la preparación de estimaciones y proyecciones de población. Santafé de Bogotá, Colombia, 1.997.
- [46] Rodríguez, Maria Jose. Modelos sociodemográficos : atlas social de la ciudad de Alicante. Biblioteca virtual Cervantes. 2.000.
- [47] Sabino, Carlos. El proceso de investigación. Ed. Panamericana, Bogotá. 1.992.
- [48] Sabino, Carlos. Los caminos de la ciencia. Ed. Panamericana, Bogotá. 2.007.
- [49] Schmitt, Robert y Crosetti, Albert. Accuracy of the ratio-correlation method for estimating post-censal population. *Land Economics*. 1.954.
- [50] Schmitt, Robert y Crosetti, Albert. A Method of Estimating the Intercensal Population of Counties. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 51, No. 276. 1.956.
- [51] Shryock, H. S. y Siegel, J.S. The methods and materials of Demography. Washington. U.S Department of Commerce. 1.973.
- [52] Smith, Stanley; Nogle, June; y Cody, Scott. A Regression Approach to Estimating the Average Number of Persons of Household. *Demography* Vol. 39 No. 4. 697-712. 2.002.
- [53] Snow, C. E. The application of the method of multiple correlation to the estimation of post-censal population. *Journal of Royal Statistical Society*. 1.911.
- [54] Swanson, David. Improving Accuracy in Multiple Regression Estimates of Population Using Principles from Causal Modelling. *Demography*, Vol. 17, No. 4. 413-427. 1.980.
- [55] Swanson, David y Tedrow, Lucky. Improving the Measurement of Temporal Change in Regression Models Used for County Population Estimates. *Demography* Vol. 21. No. 3. 373-381. 1.984.

- [56] Swanson, David y Tayman, Jeff. On the utility of population forecast. *Demography* Vol. 33. No. 4. 523-528. 1.996.
- [57] Swanson, David; Taymann, Jeff y Barr, Charles. A note on the measurement of accuracy for sub-national demographic estimates. *Demography* Vol. 37. No. 2. 2.000.
- [58] Teixeira Jardim, Maria de Lourdes. Uso de variables sintomáticas para estimar la distribución espacial de la población: aplicación a los municipios de Río Grande del Sur, Brasil. *Notas de Población* N° 71. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. División de Población (CEPAL/CELADE). 2.000.
- [59] Vos, Rob. Hacia un sistema de indicadores sociales para América Latina, en: *Sistemas de seguimiento y evaluación*. DNP, CID-Universidad Nacional, Bogotá. 1.993.
- [60] Voss, Paul y Chi, Guangqinq. Small Area Population Forecasting: A spatio-temporal regression approach. *Applied population laboratory* 2.005.
- [61] Wolter, Kirk y Causey, Beverly. Evaluation of procedures for improving population estimates for small areas. *Journal of American Statistical Association*, 86, 278-284.
- [62] Zitter, Meyer y Shryock, Henry Jr. Accuracy of Methods of Preparing Postcensal Population Estimates for States and Local Areas. *Demography*, Vol. 1, No. 1. 227-241. 1.964.

Índice alfabético

- Área mayor, 2, 59
- Áreas menores, 2, 6, 14, 59
- Cambio poblacional, 16, 59, 86, 111
 - Crecimiento poblacional, 8, 20, 59
 - Decrecimiento poblacional, 8, 59
- Censos poblacionales
 - Cobertura, 47, 97
 - Omisión censal, 97
- Colombia
 - División político-administrativa, 6
- Dispersión poblacional, 113, 115, 133
- Error Absoluto Porcentual Promedio, 76, 106, 126, 138
- Estimación poblacional en áreas menores.
 - Tipos de proyección, 2
- Estimación poblacional indirecta, 12, 61
- Fuentes de información, 45
 - Calidad de los datos, 51
 - Censos de población, 45, 90
 - Encuestas por muestreo, 13, 22
 - Registros administrativos, 13, 22, 48
- Indicador, 11
- Indicadores sintomáticos, 12, 14, 18, 24, 29, 55, 61, 111
 - Crecimiento natural, 62, 189
 - Defunciones, 62, 166, 187
 - Hechos demográficos, 62, 190
 - Investigaciones en América Latina, 32
 - Investigaciones en Colombia, 32
 - Matriculas, 61
 - Educación básica primaria, 61, 161, 182
 - Educación básica secundaria y media, 61, 166, 183
 - Educación básica y media, 61, 184
 - Educación preescolar, 61, 160, 181
 - Educación preescolar y básica primaria, 61, 185
 - Total, 61, 186
- Modelos más utilizados, 32
- Nacimientos, 62, 169, 188
- Períodos de proyección, 35
- Validación de proyecciones, 35
- Variables más utilizadas, 32
- Votación para el Senado, 63, 172, 191
- Votación para la Presidencia, 63, 172, 192
- Investigaciones por autor
 - Álvarez, 27
 - Bay, 24
 - BC Stats, 23
 - Bogue, 18
 - Chávez, 24
 - Ericksen, 20
 - Fajardo, 28
 - Fresneda, 28
 - Girón y Cuervo, 28
 - Golberg, Rao y Nambooridi, 19
 - Isaki, 22
 - Mandell y Tayman, 20
 - Martin y Serow, 21
 - Nambooridi, 20
 - O Hare, 20
 - Olayiwola, 22
 - Schmidt y Crosetti, 18

- Siegel, 18
- Smith, Nolge y Cody, 23
- Snow, 18
- Swanson, 21
- Teixeira, 27
- Voss, 24
- Zitter y Shryock, 19
- Investigaciones por país
 - Argentina, 27
 - Brasil, 27
 - Canadá, 23
 - Chile, 26
 - Colombia, 28
 - Costa Rica, 24
 - EE. UU., 18, 23
- Modelos de proyección, 22, 24
 - Apoyados en muestreo, 2
 - Combinación de fuentes, 2
 - Estadístico-matemáticos, 2
 - Método de componentes, 2, 19
- Modelos de regresión, 18, 148
- Modelos sintomáticos, 19, 63, 99
 - Aplicaciones, 30
 - Capacidad de predicción, 75
 - Desarrollos teóricos, 24
 - Ejemplos, 77
 - Modelo de diferencia correlación, 20
 - Modelo de diferencia de tasas, 67, 78, 104
 - Capacidad de predicción, 106
 - Proyecciones, 106
 - Modelo de razón censal, 65, 77, 99
 - Capacidad de predicción, 101
 - Proyecciones, 101
 - Modelo de razón correlación, 18, 69, 80
 - Capacidad de predicción, 126
 - Estimación y análisis de significancia, 115
 - Proyecciones, 123
 - Modelo de tasa correlación, 21, 72, 81
 - Capacidad de predicción, 138
 - Estimación y análisis de significancia, 118
 - Proyecciones, 133
 - Modelo de tasas vitales, 18, 19
 - Software utilizado, 83
 - Proyecciones en áreas menores, 6
 - Proyecciones poblacionales, 1
 - Comparaciones de métodos, 19
 - Disponibilidad de datos, 9
 - Estratificación, 21
 - Objetivos, 4
 - Período de proyección, 10
 - Usos, 4
 - Proyecciones subnacionales, 2, 21
 - Registro de matriculas, 50
 - Registro del número de votantes., 49
 - Registros vitales, 48
 - Sistemas de indicadores sintomáticos, 61
 - Tasas de crecimiento, 14
 - Tasas de participación, 14, 22, 59
 - Teoría de regresión, 22
 - Tipos de indicadores, 11
 - Tipos de modelo, 15
 - Tipos de proyección, 2, 10
 - Utilidad de una proyección, 23
 - Variables sintomáticas, 13, 55
 - Cambio en tasas de participación, 160
 - Crecimiento natural, 62
 - Defunciones, 62, 160, 166
 - Fuentes de información, 45
 - Hechos demográficos, 62
 - Matriculas, 61
 - Educación básica primaria, 61, 160, 161
 - Educación básica secundaria y media, 61, 160, 166
 - Educación preescolar, 61, 160, 181
 - Total, 61
 - Nacimientos, 62, 160, 169
 - Selección, 51
 - Votación para el Senado, 63, 160, 172
 - Votación para la Presidencia, 63, 160, 172

Anexo A: Anexo matemático.

En este anexo, en la primera sección se realiza breve examen sobre los modelos de regresión lineal múltiple y en la segunda sección se examina la relación entre los modelos de correlación razón y tasa correlación desde un punto de vista matemático.

Regresión lineal múltiple.

La *regresión múltiple* es una colección de técnicas frecuentemente utilizadas para la construcción de modelos empíricos requeridos en las MSR. En general una variable respuesta y es explicada a través de k variables regresoras. La forma general de un modelo de regresión lineal múltiple es:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon \quad (1)$$

donde los β_j son llamados los coeficientes de regresión y representan el cambio esperado en la respuesta y por unidad cambiada en x_j , cuando todas las demás variables independientes $x_{j'}$ ($j \neq j'$) permanecen constantes.

En notación matricial este modelo puede ser expresado de la siguiente forma:

$$y = X\beta + \epsilon \quad (2)$$

donde:

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{pmatrix}$$
$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix}, \quad \epsilon = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{pmatrix}$$

En general, y es un vector de $(n \times 1)$ observaciones, X es una matriz $(n \times p)$ de los niveles de las variables regresoras, β es un vector $(p \times 1)$ de los coeficientes de regresión, ϵ es un vector de $(n \times 1)$ de errores aleatorios.

Puede demostrarse que el vector de estimadores de mínimos cuadrados de β , que minimiza $\mathcal{L} = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2$ esta dado por la siguiente expresión:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (3)$$

La prueba de significancia de la regresión determina si existe una relación lineal para la variable respuesta y y un subconjunto de variables regresoras $x_1, x_2, \dots, x_k$.

Así, las hipótesis apropiadas son:

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \\ H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ para al menos un } j. \end{aligned} \quad (4)$$

donde el rechazo de H_0 implica que al menos una de las variables regresoras contribuye significativamente al modelo. La suma de cuadrados total S_{yy} es particionada en la suma de cuadrados de la regresión y la suma de cuadrados del error:

$$S_{yy} = SCR + SCE \quad (5)$$

Donde $SCE = y'y - b'X'y$ y $S_{yy} = y'y - (\sum_{i=1}^n y_i)^2/n$.

Si la hipótesis nula $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ es verdadera, entonces SCR/σ^2 se distribuye χ_k^2 , donde el número de grados de libertad para χ^2 es igual al número de variables regresoras en el modelo y se puede verificar que SCE/σ^2 se distribuye χ_{n-k-1}^2 y que SCE y SCR son independientes. El estadístico de prueba para verificar $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ es:

$$F_0 = \frac{SCR/k}{SCE/(n-k-1)} = \frac{CMR}{CME} \quad (6)$$

y se rechaza H_0 si F_0 excede a $F_{(\alpha, k, n-k-1)}$.

Es conveniente que el análisis de varianza se acompañe del análisis del coeficiente de determinación múltiple R^2 definido por:

$$R^2 = \frac{SCR}{S_{yy}} = 1 - \frac{SCE}{S_{yy}} \quad (7)$$

el cual corresponde a una medida de la reducción en la variabilidad de y obtenida por el uso de las variables regresoras $x_1, x_2, \dots, x_n$ en el modelo y toma valores en el intervalo $[0, 1]$.

Como el valor del R^2 se incrementa cuando se adicionan términos al modelo, algunos investigadores sugieren utilizar el $R^2_{ajustado}$ de la siguiente manera:

$$R^2_{ajustado} = 1 - \frac{SCE/(n-p)}{S_{yy}/(n-1)} = 1 - \frac{n-1}{n-p}(1-R^2) \quad (8)$$

Para verificar el ajuste de los parámetros individuales en el ajuste del modelo se plantea el siguiente sistema de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_j &= 0 \\ H_1 : \beta_j &\neq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

El contraste de hipótesis se realiza mediante el cálculo del estadístico:

$$t_0 = \frac{b_j}{s_{b_j}} \quad (10)$$

donde s_{b_j} es el error estándar del coeficiente de regresión b_j . Si $|t_0| > t_{(\alpha/2, n-k-1)}$ se concluye que la covariable asociada al parámetro es significativa.

Cambios de escala en los modelos de regresión.

Sea k_1 un escalar cualquiera, a continuación se muestra que cualquier modelo del tipo

$$y^* = \frac{y}{k_1} = \beta_0 + \beta_1 \frac{x_1}{k_1} + \beta_2 \frac{x_2}{k_1} + \dots + \beta_k \frac{x_k}{k_1} + \epsilon \quad (11)$$

es equivalente en términos de la prueba de significancia F y la medida de ajuste R^2 al modelo

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon \quad (12)$$

La suma de cuadrados del error para la variable respuesta en el modelo transformado es:

$$\begin{aligned} SCE^* &= \sum_{i=1}^n (y_i^* - \hat{y}_i^*)^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i}{k_1} - \frac{\hat{y}_i}{k_1} \right)^2 \\ &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{k_1} \right)^2 = \left(\frac{1}{k_1^2} \right) SCE \end{aligned}$$

La suma de cuadrados total para la respuesta en el modelo transformado es:

$$\begin{aligned}
 S_{YY}^* &= \sum_{i=1}^n (y_i^*)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i^*)^2}{n} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i}{k_1} \right)^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \frac{y_i}{k_1} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{k_1^2} \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right) = \frac{1}{k_1^2} S_{YY}
 \end{aligned}$$

La suma de cuadrados de la regresión para la respuesta en el modelo transformado es:

$$SCR^* = S_{YY}^* - SCE^* = \frac{1}{k_1^2} S_{YY} - \frac{1}{k_1^2} SCE = \frac{1}{k_1^2} SCR$$

De tal manera que:

$$\begin{aligned}
 F^* &= \frac{SCR^*/(p-1)}{SCE^*/(n-p)} = \frac{SCR/(p-1)}{SCE/(n-p)} = F \\
 R^{*2} &= \frac{SCR^*}{S_{YY}^*} = \frac{SCR}{S_{YY}} = R^2
 \end{aligned}$$

De igual manera para la significancia de los parámetros β_j ($j = 1, \dots, k$) se tiene que:

$$\begin{aligned}
 t_0^* &= \frac{\beta_j^*}{\sqrt{\widehat{\sigma^2} C_{jj}}} = \frac{\frac{\beta_j}{k_1}}{\sqrt{CME^* C_{jj}}} \\
 &= \frac{\frac{\beta_j}{k_1}}{\sqrt{\frac{(SCE)(C_{jj})}{n-p} \frac{1}{k_1^2}}} = \frac{\beta_j}{\sqrt{\widehat{\sigma^2} C_{jj}}} = t_0
 \end{aligned}$$

Luego, las medidas de ajuste del modelo R^2 , t y F permanecen invariantes a la ponderación dada; el único cambio se da en la magnitud del intercepto, que cambia de escala de acuerdo al factor k_1 . En consecuencia, en el modelo tasa correlación, la relación estructural de cambio identificada es la misma si se tiene en cuenta el número de años transcurridos en el período intercensal, que si no se tiene en cuenta dicho número.

Anexo B: Información sintomática utilizada en la formulación, aplicación y evaluación de los modelos.

A continuación se presentan los datos de las variables sintomáticas básicas (no derivadas) utilizadas en este trabajo.

- Matriculados en educación preescolar.
- Matriculados en educación básica primaria.
- Matriculados en educación básica secundaria y media.
- Defunciones.
- Nacimientos.
- Votación para el Senado.
- Votación para la Presidencia.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA
FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.984	1.985	1.986	1.992	1.993	1.994	2.004	2.005	2.006
Antioquia	5	528.214	526.338	529.695	458.258	459.067	616.768	661.065	647.644	635.982
Atlántico	8	122.592	127.378	133.673	165.552	160.437	173.827	210.243	212.624	194.774
Bogotá	11	375.646	284.062	455.667	371.040	504.974	503.554	597.268	641.092	623.423
Bolívar	13	136.471	123.745	130.830	135.890	162.369	161.468	253.653	252.754	241.972
Boyacá	15	166.218	122.366	160.782	88.681	77.680	160.683	150.428	145.994	140.877
Caldas	17	113.851	113.082	114.084	75.868	72.425	114.725	112.365	105.295	99.557
Caquetá	18	26.033	21.086	29.439	29.046	22.668	51.756	69.621	67.822	67.033
Cauca	19	118.273	122.481	128.061	91.751	107.347	152.965	190.643	184.607	181.105
Cesar	20	51.508	79.124	61.171	79.880	84.422	127.897	133.101	132.048	126.003
Córdoba	23	134.475	146.075	149.388	135.599	138.973	199.949	224.707	218.692	221.095
Cundinamarca	25	217.387	175.668	219.405	196.229	190.578	242.965	272.199	258.477	233.895
Chocó	27	37.426	43.524	34.032	32.353	24.656	35.296	65.620	62.026	62.763
Huila	41	106.418	62.805	93.521	69.088	68.624	117.269	143.774	137.191	136.046
La Guajira	44	37.807	31.393	33.459	47.653	39.556	57.086	79.375	78.856	81.133
Magdalena	47	89.918	80.182	114.821	86.560	87.173	95.501	168.595	164.155	161.437
Meta	50	64.986	63.465	67.032	56.406	57.051	72.294	105.732	105.740	102.160
Nariño	52	118.550	116.477	122.569	75.296	99.862	133.392	210.895	190.471	191.614
Norte	54	121.436	127.653	129.166	102.189	100.581	157.947	158.110	157.892	154.044
Quindío	63	52.253	53.044	52.713	45.330	44.579	52.969	62.159	59.969	58.225
Risaralda	66	81.973	83.493	82.432	67.997	66.499	91.193	102.739	97.584	95.596
Santander	68	161.522	204.497	213.376	151.228	144.633	218.163	229.090	216.602	202.322
Sucre	70	84.701	73.810	86.097	57.274	53.926	103.912	125.066	122.599	116.887
Tolima	73	162.242	164.587	159.090	101.440	98.765	169.213	174.427	168.472	148.724
Valle	76	332.679	371.692	373.654	353.983	339.376	390.110	453.307	442.667	420.290
Arauca	81	14.598	15.569	13.551	15.332	13.717	25.146	31.879	32.086	31.465
Casanare	85	12.691	16.343	18.607	19.830	18.454	29.795	46.020	44.400	43.856
Putumayo	86	20.366	14.449	11.448	14.426	16.129	36.270	49.332	48.551	47.900
San Andrés	88	4.907	5.004	4.758	6.432	6.022	6.265	5.925	5.577	5.399
Amazonas	91	4.805	5.212	4.815	4.152	4.776	7.111	8.707	8.787	9.392
Guainía	94		1.516	1.872	416	1.861	2.953	4.851	4.904	5.073
Guaviare	95	4.684	5.480	6.940	3.582	3.463	9.162	13.758	12.705	12.289
Vaupés	97	2.424	2.658	1.465	3.571	3.009	3.881	5.222	5.560	5.392
Vichada	99	5.087	1.836	2.776	4.394	4.586	6.022	11.645	11.607	11.995

Tabla B.1: Colombia. Matriculados en educación básica primaria por departamento.
1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.984	1.985	1.986	1.992	1.993	1.994	2.004	2.005	2.006
Antioquia	5	35.055	38.200	38.199	65.254	71.992	81.676	109.897	113.487	117.104
Atlántico	8	12.196	16.211	14.205	27.068	27.155	33.713	72.245	73.740	67.539
Bogotá	11	44.134	50.922	74.197	83.666	99.644	102.884	158.984	170.759	163.363
Bolívar	13	10.181	9.369	8.896	15.663	26.182	26.840	61.966	69.417	67.874
Boyacá	15	4.264	3.569	5.798	10.379	13.320	13.092	28.147	28.299	29.105
Caldas	17	5.877	8.638	9.433	14.772	16.068	17.640	21.453	20.357	19.584
Caquetá	18	1.201	1.342	1.530	2.622	2.084	2.475	7.962	9.628	9.752
Cauca	19	4.259	4.038	3.099	5.694	7.104	8.706	22.586	22.405	23.598
Cesar	20	2.029	6.011	4.520	8.981	12.159	14.222	26.478	29.694	34.221
Córdoba	23	6.967	10.974	8.971	15.806	18.203	21.718	46.124	50.054	51.731
Cundinamarca	25	9.760	8.459	12.573	21.552	26.756	24.502	55.149	53.718	52.365
Chocó	27	2.238	2.254	2.333	2.657	2.114	3.124	10.904	11.679	11.939
Huila	41	4.060	2.736	5.343	8.117	8.981	8.617	20.898	21.333	21.901
La Guajira	44	4.936	5.173	5.328	7.613	9.100	9.785	18.420	21.346	22.964
Magdalena	47	8.012	8.064	12.256	14.368	17.348	14.048	57.626	59.381	64.795
Meta	50	2.715	2.895	3.452	5.822	6.585	6.961	18.145	18.993	19.551
Nariño	52	4.856	5.061	5.636	7.324	10.714	10.645	32.448	33.421	34.245
Norte	54	1.525	9.443	9.508	14.557	16.165	19.633	27.378	28.658	30.744
Quindío	63	2.118	2.489	3.046	4.101	4.718	5.465	9.937	9.881	10.193
Risaralda	66	4.388	4.838	5.375	10.550	12.309	13.959	18.034	19.257	19.847
Santander	68	6.854	12.220	13.364	22.483	25.150	27.499	41.345	40.856	38.298
Sucre	70	2.666	3.294	3.204	8.358	9.138	12.003	28.855	27.187	27.337
Tolima	73	5.704	8.205	7.860	13.000	15.196	17.733	25.275	25.317	22.835
Valle	76	20.151	26.271	28.847	52.325	55.840	63.495	96.716	100.844	97.104
Arauca	81	462	990	537	1.534	2.348	2.600	6.767	7.225	5.584
Casanare	85	426	675	814	2.271	2.550	2.401	8.025	7.691	8.098
Putumayo	86	552	469	397	947	1.471	2.061	7.368	7.773	7.890
San Andrés	88	1.813	1.937	1.961	2.113	2.240	2.365	2.083	2.253	2.031
Amazonas	91	1.035	902	744	835	603	713	2.341	2.647	2.364
Guainía	94		128	478	89	385	353	1.446	1.420	1.339
Guaviare	95	247	116	430	543	721	727	1.879	1.914	2.046
Vaupés	97	301	215	78	143	194	195	514	714	664
Vichada	99	13	12	29	142	193	131	899	914	1.110

Tabla B.2: Colombia. Matriculados en educación preescolar por departamento.
1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA
FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.984	1.985	1.986	1.992	1.993	1.994	2.004	2.005	2.006
Antioquia	5	270.181	277.949	268.543	350.459	368.545	385.953	506.372	488.871	514.819
Atlántico	8	78.375	95.777	93.042	146.943	140.182	163.658	205.929	199.246	189.301
Bogotá	11	327.727	347.457	343.426	438.959	546.622	555.870	631.930	639.646	649.287
Bolívar	13	61.127	63.308	50.152	72.417	116.967	105.931	187.106	183.850	187.385
Boyacá	15	60.306	40.861	58.541	89.046	92.336	91.483	116.809	117.766	121.566
Caldas	17	58.783	56.732	50.491	74.689	77.952	80.299	92.480	86.778	88.507
Caquetá	18	6.954	4.666	9.506	15.743	18.089	17.841	30.013	28.062	29.863
Cauca	19	33.110	34.025	32.139	90.933	56.524	59.425	92.658	89.024	95.545
Cesar	20	23.271	26.073	17.206	129.002	58.295	61.687	82.876	81.187	85.582
Córdoba	23	47.156	49.745	47.894	82.144	84.242	90.886	144.088	135.357	147.864
Cundinamarca	25	75.354	68.446	81.147	133.425	140.412	150.197	202.461	221.762	206.817
Chocó	27	13.693	14.608	12.728	19.519	15.657	19.714	29.319	30.813	32.723
Huila	41	35.894	24.622	31.271	56.844	57.757	62.260	94.941	89.628	92.795
La Guajira	44	14.717	14.572	17.440	31.288	33.670	35.108	50.259	38.322	43.558
Magdalena	47	39.983	31.227	35.531	64.303	68.571	52.484	109.590	108.390	111.917
Meta	50	21.253	23.677	21.555	44.336	46.479	45.184	72.437	71.615	74.651
Nariño	52	41.998	40.373	43.896	55.318	66.315	59.592	113.056	106.620	109.923
Norte	54	8.824	50.515	47.754	81.304	83.148	87.196	113.229	106.852	113.496
Quindío	63	30.074	29.569	28.922	41.900	42.860	44.184	55.160	50.562	50.638
Risaralda	66	35.124	37.700	31.872	55.261	62.044	64.181	82.988	78.137	80.900
Santander	68	54.723	95.517	84.045	133.782	138.761	141.948	187.143	173.483	170.271
Sucre	70	28.245	27.775	25.579	43.486	41.829	48.982	83.806	83.969	86.449
Tolima	73	65.818	67.807	53.674	93.441	98.068	102.633	123.708	123.220	112.952
Valle	76	201.359	202.284	185.426	281.197	293.013	305.846	383.349	369.240	370.621
Arauca	81	3.591	3.359	2.241	5.723	8.701	9.216	17.671	18.728	19.476
Casanare	85	3.452	3.263	3.038	7.628	10.145	10.192	28.767	27.720	29.797
Putumayo	86	5.569	3.823	2.239	7.635	9.522	12.916	21.644	20.969	22.976
San Andrés	88	3.008	3.529	2.654	5.812	5.561	6.001	6.730	6.218	6.257
Amazonas	91	849	1.304	1.318	1.605	3.038	3.387	6.702	6.018	6.164
Guainía	94		38	295	343	679	800	2.228	1.728	1.898
Guaviare	95	550	451	652	1.647	1.999	2.293	5.364	5.327	5.879
Vaupés	97	414	528	211	781	849	922	2.226	2.340	2.543
Vichada	99	526	100	303	1.127	1.307	1.412	3.856	4.297	4.580

Tabla B.3: Colombia. Matriculados en educación media y secundaria por departamento.
1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.004-2.006.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.984	1.985	1.986	1.992	1.993	1.994	2.003	2.004	2.005
Antioquia	5	22.880	24.487	26.392	31.762	30.420	30.024	28.997	27.967	27.812
Atlántico	8	5.072	5.514	5.096	6.153	6.808	6.047	8.976	8.391	8.979
Bogotá D.C.	11	17.423	21.329	18.332	24.096	25.591	25.997	25.661	26.216	30.256
Bolívar	13	3.402	3.329	2.833	3.868	3.706	4.042	5.902	5.284	5.602
Boyacá	15	6.560	7.174	6.645	6.297	6.358	5.863	6.246	6.162	5.223
Caldas	17	5.237	5.410	5.188	5.242	4.995	5.059	6.079	5.895	5.798
Caquetá	18	1.223	1.359	1.222	1.299	1.253	1.284	1.792	1.893	1.679
Cauca	19	5.794	6.344	5.655	4.221	4.195	3.830	5.066	5.194	4.774
Cesar	20	1.581	1.738	1.719	1.885	1.975	2.031	3.424	3.182	3.055
Córdoba	23	1.793	2.066	2.328	2.558	2.242	2.242	4.166	4.404	4.370
Cundinamarca	25	7.800	9.242	7.942	8.528	9.180	8.310	10.874	10.168	7.929
Chocó	27	1.348	1.214	1.137	2.042	792	888	1.155	1.069	912
Huila	41	3.743	4.222	3.562	2.972	3.605	3.372	4.874	4.199	4.562
La Guajira	44	644	721	635	1.270	799	959	1.301	1.067	1.456
Magdalena	47	1.974	1.996	1.944	2.134	1.876	1.704	4.217	3.274	3.319
Meta	50	1.889	2.369	2.091	2.518	2.439	2.290	3.624	3.794	3.620
Nariño	52	4.754	5.284	4.454	6.498	4.454	4.286	5.418	5.427	1.747
Norte de Santander	54	4.058	4.784	5.165	3.531	5.186	5.248	6.712	5.961	6.067
Quindío	63	2.158	2.256	1.890	3.477	2.422	2.502	3.065	2.942	3.213
Risaralda	66	3.765	3.775	3.780	4.751	4.411	4.058	5.168	5.116	5.522
Santander	68	7.687	8.218	8.318	6.182	8.483	8.342	9.526	9.311	9.484
Sucre	70	1.210	1.314	1.290	2.938	1.552	1.504	2.212	1.986	2.041
Tolima	73	5.586	5.905	5.501	14.133	6.095	6.037	7.225	6.297	5.419
Valle	76	15.605	17.564	16.818	10.770	21.122	21.287	23.008	23.666	24.354
Arauca	81	487	509	433	445	607	650	954	1.051	933
Casanare	85	517	577	450	490	556	474	1.079	1.149	859
Putumayo	86	409	515	516	647	509	612	1.051	990	782
San Andrés	88	140	120	127	115	176	160	189	201	176
Amazonas	91	79	107	111	24	57	77	165	161	153
Guainía	94	21	27	22	146	27	7	94	80	74
Guaviare	95	160	283	178	38	261	254	313	323	303
Vaupés	97	14	42	21	27	13	7	90	67	29
Vichada	99	25	25	26	4	22	17	59	160	34

Tabla B.4: Colombia. Defunciones por departamento.
1.984-1.986, 1.992-1.994 y 2.003-2.005.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA
FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.984	1.985	1.987	1.992	1.993	1.994	2.003	2.004	2.005
Antioquia	5	103.257	105.178	103.470	91.789	93.226	105.929	94.021	95.149	94.265
Atlántico	8	36.812	37.876	32.874	23.475	30.141	32.080	41.762	41.831	35.835
Bogotá D.C.	11	105.035	105.020	110.054	129.136	133.652	141.038	113.901	122.889	121.428
Bolívar	13	31.809	32.217	28.755	20.273	25.611	26.308	31.364	29.596	29.773
Boyacá	15	29.730	28.743	26.690	18.700	24.076	24.654	21.139	20.708	18.064
Caldas	17	20.352	19.829	19.654	17.027	19.132	18.972	15.180	14.987	14.093
Caquetá	18	10.099	9.900	10.013	7.925	9.890	9.645	6.590	7.036	7.192
Cauca	19	24.221	23.934	21.715	18.410	22.581	21.941	17.678	16.908	16.744
Cesar	20	18.041	18.434	16.653	16.434	19.142	18.308	20.080	20.991	19.603
Córdoba	23	25.714	26.414	22.529	20.138	21.725	21.207	22.072	26.335	27.332
Cundinamarca	25	35.883	36.721	35.002	35.253	37.781	37.813	31.507	27.415	24.591
Chocó	27	8.430	8.138	7.689	6.499	6.341	5.780	4.710	4.889	4.520
Huila	41	20.809	20.117	19.422	21.557	21.652	21.534	21.967	21.830	21.047
La Guajira	44	9.296	9.265	8.626	8.971	8.296	8.380	10.217	10.213	10.959
Magdalena	47	20.220	20.699	18.417	16.778	16.296	15.630	21.202	22.035	19.996
Meta	50	15.337	15.610	14.729	14.970	15.230	15.557	15.460	16.012	15.991
Nariño	52	25.782	25.974	23.723	22.597	24.938	24.168	21.841	22.913	22.506
Norte de Santander	54	27.407	26.662	25.047	26.929	26.753	26.693	22.203	21.314	20.849
Quindío	63	9.764	9.546	9.119	9.523	10.085	9.847	8.337	8.058	7.719
Risaralda	66	14.634	14.103	13.908	12.597	15.356	15.312	14.276	13.816	12.847
Santander	68	41.242	40.923	37.891	29.603	37.633	40.566	33.789	35.200	34.173
Sucre	70	15.396	15.619	14.107	13.944	14.819	14.043	13.389	14.239	13.772
Tolima	73	28.311	27.838	26.021	24.315	25.418	24.250	24.232	23.139	21.200
Valle	76	74.330	73.733	69.215	73.511	76.883	77.322	60.834	64.388	63.170
Arauca	81	4.754	4.625	4.608	4.467	4.941	5.177	5.305	5.109	4.976
Casanare	85	4.785	4.717	4.315	4.034	5.032	5.340	5.715	5.496	5.774
Putumayo	86	5.579	5.567	5.237	5.270	5.715	5.589	5.250	4.861	4.849
San Andrés	88	1.062	1.120	1.168	1.496	1.390	1.295	991	910	924
Amazonas	91	1.370	1.327	1.213	1.181	895	1.197	1.376	1.548	1.285
Guainía	94	395	399	384	407	392	401	542	469	520
Guaviare	95	1.387	1.471	1.311	1.219	1.321	1.377	1.660	1.737	1.726
Vaupés	97	447	404	399	391	329	399	518	576	523
Vichada	99	923	1.012	935	871	894	946	812	502	107

Tabla B.5: Colombia. Nacimientos por departamento.
1.984-1.987, 1.992-1.994 y 2.003-2.005.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.982	1.986	1.991	1.994	1.998	2.002	2.006
Antioquia	5	602.382	697.851	544.087	545.947	911.815	1.128.428	1.222.984
Atlántico	8	284.942	416.953	322.537	377.113	574.664	620.227	619.801
Bogotá	11	557.727	855.843		643.684			1.607.867
Bolívar	13	220.334	321.021	225.665	294.494	393.196	351.610	495.156
Boyacá	15	261.428	309.381	190.370	194.868	335.350	368.921	381.231
Caldas	17	243.455	253.967	190.872	213.832	329.987	350.700	321.170
Caquetá	18	32.287	55.684	33.590	33.974	48.113	58.102	62.012
Cauca	19	171.055	197.299	113.165	141.841	254.844	275.978	278.803
Cesar	20	113.207	145.438	95.167	120.565	200.725	202.590	216.168
Córdoba	23	198.923	240.231	183.563	254.819	365.415	397.784	467.934
Cundinamarca	25	302.159	377.928	220.605	241.125	461.143	562.819	565.649
Chocó	27	55.132	55.702	32.360	50.640	77.280	61.298	91.411
Huila	41	133.501	155.808	109.949	128.386	241.432	242.769	241.658
La Guajira	44	79.197	102.416	56.691	85.256	126.116	127.924	131.048
Magdalena	47	184.167	234.970	155.794	204.418	281.750	305.828	311.747
Meta	50	75.967	146.090	88.828	76.242	146.816	163.945	183.451
Nariño	52	223.717	266.326	190.174	237.951	353.767	359.116	366.623
Norte	54	201.249	242.675	158.328	186.149	316.924	344.710	367.806
Quindío	63	102.037	120.130	80.774	87.066	157.169	183.452	170.582
Risaralda	66	138.238	160.049	99.246	107.515	247.190	237.983	245.152
Santander	68	346.324	415.291	273.256	280.236	569.537	584.166	585.319
Sucre	70	137.583	187.107	126.720	178.099	228.900	244.214	281.735
Tolima	73	265.615	276.276	158.209	177.606	346.888	342.465	348.934
Valle	76	565.053	634.999	452.513	562.624	941.071	940.903	934.914
Arauca	81	19.797		24.488	32.236	32.902	26.782	40.995
Casanare	85	19.504		22.604	29.986	55.449	68.951	164.696
Putumayo	86	18.503		25.001	34.309	35.934	48.529	51.481
San Andrés	88	10.953		11.667	11.261	17.091	19.518	18.766
Amazonas	91	4.076		5.470	9.675	13.028	13.388	15.332
Guainía	94	2.029		3.228	3.914	5.447	6.735	7.109
Guaviare	95	3.548		5.065	8.697	7.664	10.179	15.880
Vaupés	97	1.884		2.745	4.854	6.613	5.221	7.326
Vichada	99	3.384		4.688	7.038	8.864	9.209	10.314

Tabla B.6: Colombia. Votación para el Senado por departamento.

1.982-1.986, 1.991-2.006.

APÉNDICE . ANEXO B: INFORMACIÓN SINTOMÁTICA UTILIZADA EN LA FORMULACIÓN, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS.

Departamento	Código	1.982	1.986	1.994a	1.994b	1.998a	1.998b	2.002	2.006
Antioquia	5	851.773	837.240	649.667	845.985	1.254.364	1.454.126	1.440.081	1.587.158
Atlántico	8	245.879	286.517	263.493	338.504	442.127	564.236	458.423	445.404
Bogotá	11	914.292		923.713	1.083.616	1.931.098	2.096.023	2.141.676	2.201.713
Bolívar	13	208.912	249.182	212.052	284.481	330.257	412.116	346.832	372.713
Boyacá	15	309.793	333.950	232.944	304.169	377.799	438.540	408.898	434.621
Caldas	17	273.300	240.899	232.558	284.481	366.381	407.221	353.357	364.337
Caquetá	18	38.280	59.488	34.611	45.393	45.349	58.951	51.422	70.029
Cauca	19	222.208	232.463	146.409	184.728	246.893	299.888	247.519	306.817
Cesar	20	116.288	125.947	93.752	133.147	202.667	234.692	195.083	225.244
Córdoba	23	211.944	212.196	206.196	274.979	321.381	404.907	368.595	383.614
Cundinamarca	25	376.907		308.074	404.545	596.323	707.440	658.713	739.979
Chocó	27	59.283	56.609	40.410	51.394	58.057	79.229	61.472	73.626
Huila	41	167.564	172.275	147.554	193.570	253.486	298.012	239.109	281.954
La Guajira	44	54.326	58.437	54.482	73.123	101.091	128.206	99.252	108.100
Magdalena	47	147.943	176.526	148.965	197.298	235.355	282.385	248.182	248.646
Meta	50	89.755	117.459	85.718	109.440	171.355	192.941	184.656	221.582
Nariño	52	260.466	241.908	207.689	275.364	324.660	398.576	285.213	362.564
Norte	54	243.164	265.946	186.366	241.855	344.932	396.014	354.607	361.760
Quindío	63	120.352	118.826	92.609	118.943	182.770	197.747	195.201	195.983
Risaralda	66	179.443	182.833	143.545	184.712	297.960	322.712	277.203	296.272
Santander	68	420.162	451.210	349.001	443.826	685.930	744.843	691.471	670.390
Sucre	70	123.206	148.400	133.599	168.864	190.882	232.214	198.196	223.133
Tolima	73	320.438	310.358	203.536	273.678	392.157	442.424	367.189	395.200
Valle	76	738.430	711.989	591.278	764.777	1.107.654	1.267.354	1.084.962	1.094.914
Arauca	81	19.297	89.673	23.471	24.387	36.072	46.229	29.633	47.421
Casanare	85	23.117		22.594	30.198	61.670	69.983	71.735	97.834
Putumayo	86	21.580	25.091	28.143	34.030	37.594	45.642	39.820	56.120
San Andrés	88	8.848	10.077	8.548	11.844	14.586	15.916	11.201	11.879
Amazonas	91	4.135		6.512	7.584	10.664	11.688	11.397	12.140
Guainía	94	2.184		2.865	3.332	4.161	4.157	3.866	4.455
Guaviare	95	4.575		6.328	6.985	7.987	10.842	8.165	13.830
Vaupés	97	2.236		3.078	3.814	3.980	4.706	3.501	3.880
Vichada	99	3.542		3.921	4.455	5.712	6.676	6.173	7.270

Tabla B.7: Colombia. Votación para la Presidencia por departamento.
1.982-1.986, 1.994-2.006.

Anexo C: Análisis descriptivo del cambio en la distribución departamental de las variables sintomáticas en Colombia. 1.985-1.993.

En la gráfica *C1*, se presentan las tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación preescolar, para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica *C2* se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación preescolar en 1.985 y 1.993 fueron: Bogotá, Antioquia, Valle, Atlántico y Santander. Con lo cual, contrastando con los resultados de la sección anterior, se encuentra que solo Bogotá presenta simultáneamente: una de las más altas tasas de matriculas a preescolar con respecto a la población departamental y una de las mas altas tasas de matriculas a preescolar con respecto al total de matriculas a preescolar en el país.
- Mientras en 1.985 los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación preescolar fueron: Vichada, Vaupés, Guaviare, Guainía y Putumayo; en 1.993, Guainía y Guaviare intercambian de lugar y Amazonas pasa a ser el quinto con menor tasa de participación en matriculas a educación preescolar, en vez de Putumayo. Asimismo se destaca que Vichada y Putumayo presentan simultáneamente bajas tasas de matriculados en preescolar con respecto a la población departamental y bajas tasas de matriculados en preescolar con respecto al total de matriculados en preescolar en el país.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación preescolar en el período 1.985-1.993 se dan en los departamentos de: Putumayo, Guaviare, Vichada, Arauca, Casanare, Boyacá, Norte de Santander, Cesar, Bolívar y Sucre. De tal manera que tienden a ubicarse en la parte nororiental del país, excepción hecha de Putumayo, Guaviare y Risaralda. Así que los

departamentos que simultáneamente presentan altos crecimientos en la participación del número de matriculas a preescolar y en la participación poblacional son: Putumayo, Guaviare, Vichada, Arauca y Casanare.

- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación preescolar se dan en los departamentos de: Amazonas, Caquetá, Vaupés, Guainía, Chocó, Nariño, Bogotá, La Guajira, Magdalena y Quindío. Luego, los departamentos que presentan simultáneamente decrecimientos en la participación del número de matriculas a preescolar y en la participación poblacional son: Vaupés, Magdalena y Quindío.

En la gráfica C3, se presentan las tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación básica primaria para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica C4 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación básica primaria en 1.985 y 1.993 fueron: Antioquia, Bogotá, Valle, Cundinamarca y Santander. Con lo cual ningún departamento presenta simultáneamente altas tasas de matriculados en primaria con respecto al total de matriculados en primaria en el país y con respecto al total de población del departamento.
- Mientras en 1.985 los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación básica primaria fueron: Guainía, Vaupés, Vichada, Magdalena y Amazonas. En 1.993 fueron: Guainía, Vaupés, Vichada, Amazonas y Guaviare. Con lo cual solo el departamento de Guaviare presenta simultáneamente bajas tasas de matriculados en primaria con respecto a la población del departamento y con respecto al total de matriculados en primaria en el país.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación básica primaria se dan en los departamentos de: La Guajira, Cesar, Atlántico, Putumayo, Caquetá, Vaupés, Bogotá, Arauca, Casanare y Vichada. Así que los departamentos que simultáneamente presentan altos crecimientos en la participación del número de matriculas a primaria y en la participación poblacional son: Putumayo, Caquetá, Vichada, Casanare, Arauca y La Guajira.
- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación básica primaria se dan en los departamentos de: Sucre, Magdalena, Boyacá, Santander, Guaviare, Chocó, Nariño, Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima. Luego, los departamentos que presentan simultáneamente decrecimientos en la participación del número de matriculas a primaria y en la participación poblacional son: Magdalena, Santander, Boyacá, Caldas, Quindío y Tolima.

En la gráfica C5, se presentan las tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación básica secundaria, en los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfico C.1: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación preescolar. 1985 y 1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.2: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matrículas en educación preescolar 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.3: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matrículas en educación básica primaria. 1985 y 1993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.4: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matriculas en educación básica primaria 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

C6 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación básica secundaria en 1.985 fueron: Bogotá, Valle, Antioquia, Atlántico, Santander. En 1.993, los cuatro primeros lugares permanecen iguales y en el quinto lugar de mayores tasas de participación en matriculas a secundaria y media se encuentra Cundinamarca en vez de Santander. De tal manera que, los departamentos de Bogotá y Atlántico presentan simultáneamente altas tasas de participación en matriculados en secundaria con respecto a la población departamental y con respecto al total de matriculados en el país.
- En 1.985, los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de matriculas a educación básica secundaria fueron: Guainía, Vichada, Vaupés, Guaviare y Amazonas. En 1.993, la única diferencia es que cambiaron de orden de Vaupés y Vichada. Con lo cual, existe una gran concordancia con las tasas de matriculas por cada 10.000 habitantes, pues ambos indicadores son bajos para Guainía, Vichada, Vaupés y Guaviare.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación básica secundaria se dan en los departamentos de: César, Norte de Santander, Arauca, Vichada, Guainía, Casanare, Vaupés, Guaviare, Amazonas, Caquetá y Putumayo. Así que los departamentos que simultáneamente presentan altos crecimientos en la participación del número de matriculas a secundaria y en la participación poblacional son: Arauca, Casanare, Vichada, Guainía, Guaviare, Caquetá y Putumayo.
- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de matriculados en educación básica secundaria se dan en los departamentos de: Meta, Cauca, Huila, Cundinamarca, Boyacá, Santander, La Guajira, Magdalena, Córdoba y Risaralda. Luego, los departamentos que presentan simultáneamente decrecimientos en la participación del número de matriculas a secundaria y en la participación poblacional son: Atlántico, Antioquia, Caldas, Quindío, Tolima y Valle del Cauca.

En la gráfica C7, se presentan las tasas de participación departamental en el total de defunciones, para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica C8 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de defunciones en 1.985 fueron: Antioquia, Bogotá, Valle, Cundinamarca, Santander. En 1.993 fueron: Antioquia, Bogotá, Valle, Tolima y Cundinamarca. Así que Antioquia y Tolima presentan altas tasas de participación departamental respecto al total de defunciones en el país y respecto a la población departamental.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.5: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de matriculas en educación básica secundaria. 1985 y 1993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.6: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de matrículas en educación básica secundaria 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

- Tanto en 1.985, como en 1.993, los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de defunciones fueron: Guainía, Vichada, Vaupés, Amazonas y San Andrés. De tal manera que Vichada, Vaupés y Amazonas presentan simultáneamente bajas tasas de participación en el total nacional de defunciones y bajas tasas de participación con respecto a la población departamental.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación en el total de defunciones se dan en los departamentos de: Putumayo, Guainía, Tolima, Bogotá, Arauca, Antioquia, Bolívar, Atlántico, Quindío y La Guajira. Así que los departamentos que simultáneamente presentan altos crecimientos en la participación en el total de defunciones a nivel nacional y en la participación poblacional son: Putumayo, Guainía, Arauca y La Guajira.
- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación en el total de defunciones se dan en los departamentos de: Amazonas, Vaupés, Guaviare, Cauca, Huila, Vichada, Casanare, Boyacá, Santander, Magdalena y Caldas. Luego, los departamentos que presentan simultáneamente decrecimientos en la participación en el total de defunciones a nivel nacional y en la participación poblacional son: Vaupés, Huila, Magdalena, Santander, Boyacá y Caldas.

En la gráfica C9, se presentan las tasas de participación departamental en el total de nacimientos, para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica C10 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de nacimientos en 1.985 y 1.993 fueron: Bogotá, Antioquia, Valle, Santander y Cundinamarca. Así que ningún departamento presenta altas tasas de participación con respecto a la población departamental y con respecto al total de nacimientos en el país.
- Mientras en 1.985 los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de nacimientos fueron: Guainía, Vaupés, Vichada, San Andrés y Amazonas. En 1.993, fueron: Guainía, Vaupés, Vichada, Amazonas y Guaviare. Llama la atención que los departamentos de Guainía y Amazonas que presentan bajas tasas de participación departamental con respecto al total de nacimientos a nivel nacional, pero presentan altas tasas de nacimientos por cada 10.000 habitantes.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de nacimientos se dan en los departamentos de: Guainía, Arauca, Casanare, Bogotá, Cundinamarca, Huila, Valle, Quindío, Risaralda y Norte de Santander. Así que los departamentos que simultáneamente presentan altos crecimientos en la participación en el total de nacimientos a nivel nacional y en la participación poblacional son: Guainía, Arauca y Casanare.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.7: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de defunciones. 1985 y 1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.8: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de defunciones 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de nacimientos se dan en los departamentos de: Amazonas, Vaupés, Cauca, Tolima, Boyacá, Santander, Bolívar, Atlántico, Magdalena, Córdoba y Chocó. Luego, los departamentos que presentan simultáneamente decrecimientos en la participación en el total de nacimientos a nivel nacional y en la participación poblacional son: Vaupés, Tolima, Boyacá, Santander, Magdalena y Atlántico.

En la gráfica C11, se presentan las tasas de participación departamental en el total de la votación para la Presidencia, para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica C12 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de votación para la Presidencia tanto en 1.985 como en 1.993 fueron: Bogotá, Antioquia, Valle, Santander y Cundinamarca. Resultado que es distinto al encontrado en las participaciones departamentales con respecto a la población departamental donde sólo el departamento de Santander registró alta participación.
- En 1.985 y en 1.993 los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de votación para la Presidencia fueron: Guainía, Vaupés, Vichada, Amazonas y Guaviare. Donde cabe resaltar que los departamentos de Guaviare y Vichada presentan simultáneamente bajas tasas de participación con respecto al total de votación en el país y con respecto al total de la población departamental.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de votación para la Presidencia se dan en los departamentos de: Amazonas, Vaupés, Guaviare, Guainía y Putumayo. Donde llama la atención que ninguno de estos departamentos se encontraba entre los que tenían mayor participación por cada 10.000 habitantes.
- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de votación para la Presidencia se dan en los departamentos de: Arauca, Cauca, Tolima, Chocó, Caquetá y Antioquia. Donde los departamentos de Caquetá y Chocó ya se habían identificado como con baja participación por cada 10.000 habitantes.

En la gráfica C13, se presentan las tasas de participación departamental en el total de la votación para el Senado, para los años 1.985 y 1.993 y en la gráfica C14 se muestra un mapa con los datos de los indicadores según tres grandes grupos. Se observan entre otras las siguientes características:

- Los departamentos con mayores tasas de participación departamental en el total de votación para el Senado en 1.985 y en 1.993 fueron: Bogotá, Antioquia, Valle, Santander y Atlántico. Así que solo Atlántico presenta simultáneamente altas tasas de participación con respecto a la votación del país y con respecto a la población departamental.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.9: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de nacimientos. 1985 y 1993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.10: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el número de nacimientos 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.11: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de la votación para la Presidencia. 1.985 y 1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.12: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el volumen de votación para la Presidencia 1985-1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

- Tanto en 1.985 como en 1.993, los departamentos con menores tasas de participación departamental en el total de votación para el Senado fueron: Vaupés, Guainía, Vichada, Guaviare y Amazonas. Así que solo Guaviare presenta bajas tasas de participación con respecto a la población departamental y con respecto al total de votación para el Senado.
- Los mayores crecimientos en las tasas de participación de votación para el Senado se dan en los departamentos de: Vaupés, Guaviare, Amazonas, Guainía y Vichada. Donde solamente Guania presenta simultáneamente alta tasa de ocurrencia por cada 10.000 habitantes.
- Los mayores decrecimientos en las tasas de participación de votación para el Senado se dan en los departamentos de: Tolima, Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Risaralda. Donde no hay ningún departamento que simultáneamente presente altas tasas de ocurrencia por cada 10.000 habitantes.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.13: Colombia. Tasas de participación departamental en el total de la votación para el Senado. 1985 y 1.993.

APÉNDICE . ANEXO C: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CAMBIO EN LA
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL DE LAS VARIABLES SINTOMÁTICAS EN
COLOMBIA. 1.985 -1.993.

Gráfica C.14: Colombia. Mapa del indicador de cambio en la participación departamental en el volumen de votación para el Senado 1985-1.993.

Anexo D: Fichas técnicas de los indicadores sintomáticos utilizados en esta investigación.

A continuación se presentan las fichas técnicas de los indicadores utilizados, tanto los basados en variables sintomáticas básicas, como los basados en combinaciones lineales de dichas variables:

- Matriculados en educación preescolar.
- Matriculados en educación básica primaria.
- Matriculados en educación básica secundaria y media.
- Matriculados en educación básica y media.
- Matriculados en educación preescolar y primaria.
- Total de matriculados.
- Defunciones.
- Nacimientos.
- Crecimiento natural.
- Hechos demográficos.
- Votación para el Senado.
- Votación para la Presidencia.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de matriculados en educación preescolar en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en preescolar en cada área menor, con respecto al total de matriculados en preescolar en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 1</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{1,1}(u)/S_{1,1}(M)}{S_{1,0}(u)/S_{1,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor, $S_{1,1}$ corresponde al número de matriculados en preescolar en el último año censal evaluado y $S_{1,0}$ corresponde al número de matriculados en preescolar en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de matrículas en preescolar de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de matrículas en preescolar para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados en preescolar para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las matrículas en preescolar en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
---	--

Tabla D.1: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación preescolar. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de matriculados en educación básica primaria en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en primaria en cada área menor, con respecto al total de matriculados en primaria en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 2</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{2,1}(u)/S_{2,1}(M)}{S_{2,0}(u)/S_{2,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{2,1}$ corresponde al número de matriculados en primaria en el último año censal evaluado y $S_{2,0}$ corresponde al número de matriculados en primaria en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica:Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de matrículas en primaria de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de matrículas en primaria para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados en primaria para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las matrículas en primaria en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p>
---	--

Tabla D.2: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación básica primaria. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de matriculados en educación secundaria y media en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en secundaria y media en cada área menor, con respecto al total de matriculados en secundaria y media en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 3</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{3,1}(u)/S_{3,1}(M)}{S_{3,0}(u)/S_{3,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{3,1}$ corresponde al número de matriculados en secundaria y media en el último año censal evaluado y $S_{3,0}$ corresponde al número de matriculados en secundaria y media en el penúltimo año censal evaluado.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador:Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica:Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de matriculas en secundaria y media de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de matriculas en secundaria y media para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados en secundaria y media para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las matriculas en secundaria y media en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	---

Tabla D-3: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación secundaria y media. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de matriculados en educación básica y media en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en básica y media en cada área menor, con respecto al total de matriculados en básica y media en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 4</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{4,1}(u)/S_{4,1}(M)}{S_{4,0}(u)/S_{4,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{4,1}$ corresponde al número de matriculados en educación básica y media en el último año censal evaluado y $S_{4,0}$ corresponde al número de matriculados en educación básica y media en el penúltimo año censal evaluado.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador:Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de matriculas en básica y media de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de matriculas en básica y media para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados en básica y media para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las matriculas en básica y media en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	--

Tabla D.4: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación básica y media. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de en el total de matriculados en educación preescolar y primaria en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en educación preescolar y primaria en cada área menor, con respecto al total de matriculados en educación preescolar y primaria en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 5</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{5,1}(u)/S_{5,1}(M)}{S_{5,0}(u)/S_{5,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{5,1}$ corresponde al número de matriculados en educación preescolar y primaria en el último año censal evaluado y $S_{5,0}$ corresponde al número de matriculados en educación preescolar y primaria en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usarios principales del indicador:Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de matriculas en educación preescolar y primaria de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de matriculas en educación preescolar y primaria para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados en educación preescolar y primaria para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las matriculas en educación preescolar y primaria en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	--

Tabla D.5: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados en educación preescolar y primaria. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de matriculados en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de población reportada como matriculada en cada área menor, con respecto al total de matriculados en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 6</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{6,1}(u)/S_{6,1}(M)}{S_{6,0}(u)/S_{6,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{6,1}$ corresponde del total de matriculados en el último año censal evaluado y $S_{6,0}$ corresponde del total de matriculados en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador del sector educativo, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica:Nacional, departamental, municipal y a nivel de establecimiento educativo.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie del total de matriculados de 1960 a 2006 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del total de matriculados para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de estudiantes matriculados para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Ministerio de Educación Nacional - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación del total de matriculados en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	--

Tabla D.6: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de matriculados. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de defunciones en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de registros de defunción en cada área menor, con respecto al total de defunciones en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 7</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{7,1}(u)/S_{7,1}(M)}{S_{7,0}(u)/S_{7,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{7,1}$ corresponde a las defunciones registradas en el último año censal evaluado y $S_{7,0}$ corresponde a las defunciones registradas en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas vitales, que es útil tanto en la estimación por métodos directos como en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de defunciones registradas de 1973 a 2.005 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de defunciones para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de defunciones para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos directos o indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Estadísticas Vitales.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de las defunciones registradas en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	---

Tabla D.7: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de defunciones. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de nacimientos en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de registros de nacimiento en cada área menor, con respecto al total de nacimientos en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 8</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{8,1}(u)/S_{8,1}(M)}{S_{8,0}(u)/S_{8,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{8,1}$ corresponde al número de nacimientos registrados en el último año censal evaluado y $S_{8,0}$ corresponde al número de nacimientos registrados en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida:Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas vitales, que es útil tanto en la estimación por métodos directos como en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de nacimientos registrados de 1973 a 2.005 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de nacimientos para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y del registro de nacimientos para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos directos o indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Estadísticas Vitales.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de los nacimientos registrados en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	---

Tabla D.8: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de nacimientos. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de crecimiento natural en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de crecimiento natural en cada área menor, con respecto al crecimiento natural en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 9</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{9,1}(u)/S_{9,1}(M)}{S_{9,0}(u)/S_{9,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{9,1}$ corresponde al crecimiento natural en el último año censal evaluado y $S_{9,0}$ corresponde al crecimiento natural en el penúltimo año censal evaluado.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas vitales, que es útil tanto en la estimación por métodos directos como en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de crecimiento natural de 1973 a 2.005 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del crecimiento natural para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y el crecimiento natural para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos directos o indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Estadísticas Vitales.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación del crecimiento natural en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
---	---

Tabla D.9: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de crecimiento natural. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de hechos demográficos registrados en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de hechos demográficos en cada área menor, con respecto al total de hechos demográficos en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 10</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{10,1}(u)/S_{10,1}(M)}{S_{10,0}(u)/S_{10,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{10,1}$ corresponde al número de hechos demográficos en el último año censal evaluado y $S_{10,0}$ corresponde al número de hechos demográficos en el penúltimo año censal evaluado .</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas vitales, que es útil en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de hechos demográficos de 1973 a 2.005 (este año con datos provisionales) y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del crecimiento natural para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y el total de hechos demográficos para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Estadísticas Vitales.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación de los hechos demográficos, tasa de participación de nacimientos y tasa de participación de defunciones en cada área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Subregistro, falta de cobertura.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
---	---

Tabla D.10: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de hechos demográficos. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor, en el total de votación para el Senado de la República en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de votación para el Senado en cada área menor, con respecto al total de votación para el Senado en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 11</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{11,1}(u)/S_{11,1}(M)}{S_{11,0}(u)/S_{11,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{11,1}$ corresponde al total de votación para el Senado en el último año censal evaluado y $S_{11,0}$ corresponde al total de votación para el Senado en el penúltimo año censal evaluado.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el periodo de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el periodo de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el periodo de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas electorales, que es útil tanto en la estimación por métodos directos como en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de votación para el Senado de 1960 a 2006 y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de votantes para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y el número de votantes para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Registraduría Nacional del Estado Civil.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación del número de votantes al Senado en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Votación fluctuante en el tiempo.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
---	--

Tabla D.11: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de votación para el Senado de la República. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.

<p>1. Descripción del indicador: Razón de cambio en la tasa de participación de cada área menor en el total de votación para la Presidencia de la República en el área mayor.</p> <p>2. Objetivo del indicador: Captar cambios a través del tiempo, de la proporción de votación para la Presidencia de la república en cada área menor, con respecto al número de votación para la Presidencia en la correspondiente área mayor.</p> <p>3. Número del indicador: 12</p> <p>4. Fórmula de cálculo:</p> $\frac{S_{12,1}(u)/S_{12,1}(M)}{S_{12,0}(u)/S_{12,0}(M)}$ <p>donde u es la u-ésima área menor, M el área mayor y $S_{12,1}$ corresponde al total de votación para la Presidencia en el último año censal evaluado y $S_{12,0}$ corresponde al total de votación para la Presidencia en el penúltimo año censal evaluado.</p> <p>5. Unidad de medida: Razón.</p> <p>6. Rango de análisis: Si es igual a 1, la participación no ha variado en el período de estudio; si es mayor a 1, se ha incrementado la participación en el período de referencia; y si es menor que 1, la participación ha decrecido en el período de referencia.</p> <p>7. Usuarios principales del indicador: Corresponde a un indicador de estadísticas electorales, que es útil tanto en la estimación por métodos directos como en la estimación por métodos indirectos.</p>	<p>8. Desagregación geográfica: Nacional, departamental y municipal.</p> <p>9. Período a considerar: Se dispone de la serie de número de votantes de 1960 a 2006 y apoyados en ella, se utilizan técnicas de suavizamiento de series temporales, para ajustar el valor del número de votantes para los años pivote (1.985 y 1.993).</p> <p>10. Periodicidad de actualización: Lo ideal es que se realice cada vez que se disponen datos censales consolidados a nivel de áreas menores y el número de votantes para el mismo año.</p> <p>11. Responsables de actualización: Equipo o persona que este realizando las proyecciones por métodos indirectos.</p> <p>12. Fuentes de información: Registraduría Nacional del Estado Civil.</p> <p>13. Prioridad: Alta.</p> <p>14. Otros indicadores relacionados: Tasas de participación del total de votación para la Presidencia de la República en el área menor con respecto al área mayor.</p> <p>15. Variables que afectan el resultado: Votación fluctuante en el tiempo.</p> <p>16. Observaciones para su uso:</p>
--	--

Tabla D.12: Cambio intercensal en la participación de las áreas menores en el total de votación para la Presidencia de la República. Ficha técnica del indicador utilizado en esta investigación.