

# *Clusters* de calidad de vida y cambio climático en Bolivia: un análisis espacial multitemporal aplicando sistemas de información geográfica

## Quality of life clusters and climate change in Bolivia: Multitemporal space analysis applying Geographic Information Systems

*María Castro Calisaya\**

### **Resumen**

La distribución geográfica de la actividad económica en Bolivia, así como el comportamiento de los factores climáticos, ha contribuido en las últimas décadas a un desarrollo desequilibrado, lo cual permite evidenciar la existencia de *clusters* de calidad de vida a nivel departamental, municipal y por zona geográfica de Bolivia.

El nivel de pobreza calculado mediante la aplicación de la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas, permite observar las condiciones de vida de la población, considerando variables de vivienda, salud, educación y saneamiento básico, y cómo en el tiempo los avances son significativos. Tomando en cuenta los indicadores sociales de pobreza resultado de los procesos censales 1992, 2001 y 2012, y con los registros de 137 estaciones meteorológicas, se realiza un análisis que permite presentar evidencia empírica de la relación entre los niveles

---

\* Economista. Docente Facultad de Ciencias Económicas Financieras y Administrativas e Investigador de la Dirección de Posgrado de la Universidad Técnica de Oruro.  
Contacto: ecoinduopt@hotmail.com

de pobreza a nivel municipal en Bolivia y las variables de cambio climático: temperatura y nivel de precipitación, utilizando técnicas de econometría espacial en tres cortes transversales y sistemas de información geográfica.

**Palabras clave:** pobreza, cambio climático, econometría espacial, sistemas de información geográfica.

## **Abstract**

The geographical distribution of economic activity in Bolivia, as well as the behavior of climatic factors, has contributed in the last decades to an unbalanced development, which makes it possible to demonstrate the existence of clusters of quality of life at the departmental, municipal and geographic levels from Bolivia.

The poverty level calculated through the application of the methodology of the Unsatisfied Basic Needs, allows observing the living conditions of the population considering variables of housing, health, education and basic sanitation, and how in time the advances are significant. Taking into account the Poverty Social Indicators as a result of the 1992, 2001 and 2012 census processes and with the records of 137 weather stations, an analysis is carried out that allows us to present empirical evidence of the relationship between poverty levels at the municipal level in Bolivia and the variables of climate change: temperature and level of precipitation, using spatial econometric techniques in three cross section and geographic information systems.

**Keywords:** Poverty, Climate Change, Space Econometrics, Geographic Information Systems.

**Clasificación/Classification JEL:** I32, Q54, C21

## **1. Introducción**

Trabajos de investigación y bibliografía económica plantean que el cambio climático tiene efectos directos e indirectos en la calidad de vida de las personas; sin embargo, no se tiene evidencia cuantitativa de dicha relación, situación que motiva a realizar estudios que incrementen la literatura en la temática, tanto a nivel de hogares como regiones, municipios y/o departamentos.

Bolivia, según las características de los pisos ecológicos, tiene cuatro zonas geográficas: altiplano, valle, trópico y chaco, en las cuales es evidente la presencia de una distribución de la calidad de vida caracterizada por un patrón de concentración en determinados departamentos y/o municipios, que en las últimas décadas ha generado un desarrollo desequilibrado, considerando como algunas de las principales causas la existencia de *clusters* de pobreza, asociada a factores económicos, demográficos, seguridad alimentaria y principalmente a factores climáticos característicos de cada región.

Según los resultados de los procesos censales de los años 1992, 2001 y 2012, en Bolivia la población se ha incrementado aproximadamente de 6 a 8 y finalmente a 10 millones de habitantes, respectivamente. La información obtenida en los censos de población y vivienda, permite el cálculo de los indicadores sociales de pobreza mediante la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas a nivel municipal. Los indicadores de pobreza muestran los avances que tiene Bolivia en cuanto a calidad y condiciones de vida de la población, respecto a acceso a salud, educación, vivienda y servicios básicos, principalmente.

Por lo mencionado en los párrafos anteriores, el objetivo del presente trabajo de investigación es presentar evidencia respecto al grado de influencia que tienen las variables de cambio climático, principalmente; temperatura y precipitación, en los niveles de pobreza a nivel municipal en Bolivia, aplicando técnicas de econometría espacial y sistemas de información geográfica, para lo cual se utiliza información de los indicadores sociales de pobreza resultado de los procesos censales de 1992, 2001 y 2012; y los registros de temperatura media y nivel de precipitación anual correspondiente a 137 estaciones meteorológicas. Por lo mencionado, la hipótesis que se plantea el trabajo es “si el nivel pobreza en Bolivia se encuentra influenciado por variables de cambio climático, particularmente por la temperatura media y el nivel de precipitaciones”. Los resultados de la modelación econométrica permiten presentar escenarios del nivel de pobreza asociados a variables de cambio climático, considerando escenarios publicados por fuentes oficiales, como el “Panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático”, IPCC.

## 2. Consideraciones generales de pobreza

Según el Banco Mundial la pobreza es hambre; es la carencia de protección; es estar enfermo y no tener con qué ir al médico; es no poder asistir a la escuela, no saber leer, no poder hablar correctamente; no tener un trabajo; es tener miedo al futuro, es vivir al día. La pobreza es perder

un hijo debido a enfermedades provocadas por el uso de agua contaminada; es impotencia; es carecer de representación y libertad (Banco Mundial, 2000b).

De acuerdo con la CEPAL (2000b), “La noción de pobreza expresa situaciones de carencia de recursos económicos o de condiciones de vida que la sociedad considera básicos de acuerdo con normas sociales de referencia que reflejan derechos sociales mínimos y objetivos públicos. Estas normas se expresan en términos tanto absolutos como relativos, y son variables en el tiempo y los diferentes espacios nacionales”. Por otro lado, según el informe del “Panorama social en América Latina” (CEPAL, 2014) respecto de la pobreza, se analiza nuevamente el tema desde las perspectivas del ingreso y del abordaje multidimensional. Ambas miradas permiten reforzar la idea de que, más allá de los avances logrados en el último decenio, la pobreza persiste como un fenómeno estructural característico de la realidad latinoamericana.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) considera que tres perspectivas deben tomarse en cuenta al momento de evaluar si un individuo está en situación de pobreza: primero, si su ingreso está por debajo de una línea de pobreza, segundo, si posee los servicios básicos necesarios; y tercero, si tiene las suficientes capacidades básicas para funcionar en sociedad. (UNESCO, 2015).

“El concepto de pobreza humana considera que la falta de ingreso suficiente es un factor importante de privación humana, pero no el único” según el PNUD (2002), y que por lo tanto no todo empobrecimiento puede reducirse al ingreso. “Si el ingreso no es la suma total de la vida humana, la falta de ingreso no puede ser la suma total de la privación humana”. Según el Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016, “Bajo la perspectiva del desarrollo humano, la pobreza se entiende como un conjunto multidimensional de privaciones en las capacidades humanas”. (PNUD, 2015/2016).

Un enfoque más complejo de pobreza es el que propone el premio Nobel de Economía, Amartya Sen, para quien la pobreza es ante todo la privación de las capacidades y derechos de las personas. Es decir, en palabras de Sen, se trata de la privación de las libertades fundamentales de que disfruta el individuo “para llevar el tipo de vida que tiene razones para valorar”. Igualmente, “la mejora de la educación básica y de la asistencia sanitaria no sólo aumenta la calidad de vida directamente sino también la capacidad de una persona para ganar una renta y librarse, asimismo, de la pobreza de renta”, por eso, “cuanto mayor sea la cobertura de la educación básica y de la asistencia sanitaria, más probable es que incluso las personas potencialmente pobres tengamos más oportunidades de vencer la miseria” (Sen, 2000).

Como puede observarse en los párrafos anteriores, la definición de pobreza no es tarea fácil. No obstante, todo parece apuntar a que la pobreza es una categoría multidimensional, y por lo tanto no se puede abordar desde un solo ángulo, sino que debe ser planteada como un problema complejo que considera variables económicas, sociales, culturales, morales, políticas y por sobre todo de orden natural, es decir, factores climáticos asociados a desastres naturales.

Uno de los métodos para medir la pobreza es el de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) el cual concibe la pobreza como “necesidad”. En este sentido, analiza las carencias de los bienes que permiten a un hogar satisfacer sus necesidades esenciales. Es un método de medición directo, puesto que observa y evalúa si un hogar cuenta o no con los bienes y servicios que le permitirán satisfacer efectivamente sus necesidades.

## **2.1. Cambio climático**

El cambio climático o calentamiento global se refiere al aumento observado en los últimos siglos de la temperatura media del sistema climático de la Tierra y sus efectos relacionados. Más del 90% de la energía adicional obtenida desde 1970 que se ha almacenado en el sistema climático ha ido a los océanos; el resto ha derretido el hielo y calentado los continentes y la atmósfera. Las posibles respuestas al calentamiento global incluyen la mitigación mediante la reducción de las emisiones, la adaptación a sus efectos, la construcción de sistemas resilientes a sus efectos y una posible ingeniería climática futura. (Anderson, 2011).

La mayoría de los países que son parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tienen como objetivo último prevenir un cambio climático antropogénico peligroso. La CMNUCC ha adoptado una serie de las políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ayudar en la adaptación al calentamiento global. Los países miembros de la CMNUCC han acordado que se requieren grandes reducciones en las emisiones y que el calentamiento global futuro debe limitarse a menos de 2.0 °C con respecto al nivel pre-industrial.

En la medida que los países y comunidades no se puedan adaptar efectivamente al cambio climático, la reducción de la pobreza se hará cada vez más difícil, y los existentes “déficits” de adaptación podrían ampliarse a significativas “brechas” de adaptación. Se debe dejar de lado la diferencia artificial creada entre adaptación y desarrollo en las áreas de política y negociaciones, e invertir en resiliencia frente al clima, de tal manera que permita identificar e implementar

instrumentos de política que puedan contrarrestar efectivamente los impactos del cambio climático en la reducción de la pobreza (PNUD, 2007).

Es por ello que muchos de los gobiernos de países en desarrollo, entre los cuales se encuentra Bolivia, enmarcan sus políticas y programas para el desarrollo dentro de una estrategia de reducción de pobreza asociada a los efectos de cambio climático. Muchas investigaciones sobre el tema en Bolivia están presentando resultados respecto a evidencias de cómo el cambio climático afectará las diferentes estrategias de reducción de la pobreza. Los resultados que se presentan muestran por lo general cómo los factores de cambio climático terminan obstaculizando la reducción de la pobreza, particularmente en áreas con escasa capacidad de adaptación, donde incluso podrían incrementarse los niveles de pobreza.

## **2.2. Cambio climático y pobreza**

Las variables que por lo general son asociadas a las variables climáticas son el crecimiento económico, medido a través del producto interno bruto del sector agricultura, principalmente analizada a nivel de regiones en Bolivia. Sin embargo, en los párrafos siguientes se presentan los trabajos desarrollados tomando en cuenta estas variables: cambio climático y pobreza.

Primeramente, los impactos que el cambio climático puede o no tener en la economía han sido ampliamente analizados en muchos trabajos tanto a nivel nacional como internacional. Por otro lado, al momento de hablar de cambio climático, al sector que más se relaciona es la agricultura, seguido de variables relacionadas con las condiciones socioeconómicas de la población. Sin embargo, son aún pocos los trabajos que relacionan el cambio climático con la distribución del ingreso o la pobreza a nivel Latinoamérica, y específicamente en Bolivia. En nuestro país los trabajos se circunscriben al análisis aislado de la pobreza, tomando en cuenta la metodología de necesidades básicas insatisfechas y/o línea de pobreza, pero sin considerar algunas variables que podrían ser influyentes o en algunos casos determinantes de este problema social, considerando modelación econométrica para realizar dicho análisis.

De acuerdo con Andersen y Verner (2010), aparte de la relación entre el clima y el ingreso promedio existen otros argumentos para sugerir que los pobres enfrentan las consecuencias más graves del cambio climático que los ricos. Por ejemplo, la población rural pobre tiene más probabilidades de depender de la agricultura, actividad cuya productividad es sensible a las variaciones en las precipitaciones y temperaturas. Asimismo, los pobres tienen más probabilidades de vivir en tierras marginales, que son vulnerables a las sequías, inundaciones,

deslaves y otros desastres naturales. De esta manera, si el cambio climático afecta más a la población de los países pobres que de los ricos, la pobreza y la desigualdad aumentarán como consecuencia del cambio climático y la variabilidad.

En otro trabajo de investigación a nivel país que realizaron Andersen y Verner (2010b), se utilizan datos de sección cruzada a nivel municipal (o distrital) para simular los impactos del cambio climático en la pobreza y la desigualdad en cada uno de cinco países latinoamericanos (Bolivia, Brasil, Chile, México y Perú). El análisis se realiza tomando como base la propuesta de Horowitz (2009). En un primer paso estiman econométricamente (para cada país) la relación que existe entre precipitación y temperatura, y el ingreso *per cápita* (consumo *per cápita* para el caso de Bolivia). Los resultados de las regresiones se utilizan para calcular los ingresos (consumos) predichos para cada municipio (distrito) en cada país, utilizando la temperatura y precipitación actual.

Después el cálculo se repite, pero utilizando una proyección de la temperatura y precipitación que se tendría en 50 años, dado un escenario específico de cambio climático. De esta forma los autores pueden calcular, para cada país, los cambios esperados en el ingreso (consumo) *per cápita* debido al cambio climático. Tomando en cuenta las poblaciones de cada municipio (distrito) y los resultados de sus simulaciones, los autores llegan a las siguientes conclusiones: en Bolivia la pobreza y la desigualdad disminuyen, en Brasil la pobreza y la desigualdad aumentan, en Chile la pobreza aumenta y la desigualdad no se ve afectada, en México no existen impactos, y en Perú la pobreza aumenta pero la desigualdad no cambia. Es importante destacar que las conclusiones sobre pobreza y desigualdad no se basan en mediciones directas de dichos fenómenos, sino en comparaciones del ingreso actual y el cambio esperado en dicho ingreso a causa del cambio climático.

Los resultados de impacto que se obtuvieron en México merecen una consideración especial. En la estimación econométrica la relación entre temperatura e ingreso resulta ser no significativa (lo mismo es cierto para la relación entre precipitación e ingreso) por lo que los autores concluyen que el ingreso *per cápita* en México probablemente no sea muy sensible al cambio climático (sin considerar la ocurrencia de eventos extremos). Estos resultados no son consistentes con lo que otros autores encuentran. En específico, en los trabajos que se realizaron tomando como base la Encuesta Nacional de Hogares Rurales de México (ENHRUM) y aplicando el modelo ricardiano, encuentran pérdidas en el valor de la tierra agrícola de entre 42 y 52% a causa del cambio climático. Por su parte, Galindo (2009) menciona que el cambio climático tendrá impactos significativos en la economía mexicana. Como explicación de su

resultado Andersen y Verner (2010) mencionan que en México los pobres y los ricos se encuentran distribuidos de manera uniforme a lo largo de todas las zonas climáticas.

La literatura relacionada con los efectos del cambio climático reconoce que estos efectos no se observarán únicamente en el medio ambiente y en la producción de alimentos, sino que también tiene y tendrá efectos en variables sociales como la calidad de vida de las personas. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, los cambios en las variables climáticas ocasionan que la población pobre tenga menos posibilidades para salir del estado de pobreza en la que se encuentra; por tanto, es necesario desarrollar evidencia científica sobre cómo el clima influye en los niveles de pobreza en Bolivia, de tal manera que permita una adaptación efectiva de los sectores pobres más vulnerables ante escenarios de cambio en los factores climáticos, como ser temperaturas y nivel de precipitación, principalmente. El IPCC ha presentado desde sus inicios cinco informes de evaluación en varios volúmenes. Según el IPCC (2008), se estima que el aumento de la temperatura para Sudamérica será entre 0.6 a 1.1°C, con cambios en la precipitación de -5 a +3 para el año 2020. Para el 2050 la variación de la temperatura media es 1 a 2.9°C, y el nivel de precipitación entre -12 a +10. Finalmente, el intervalo de variación de la temperatura es de 1.8 a 4.5°C, con cambios en las precipitaciones entre -12 a +12% para el año 2080.

En las últimas décadas, los trabajos empíricos han manifestado rotundamente a nivel mundial que el cambio climático y el desarrollo están intrínsecamente interrelacionados, es decir que, mientras más desarrollo económico alcancen los países, el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero será mayor, lo cual está desestabilizando el sistema climático global, disminuyendo la capacidad de las personas para hacer frente a estos cambios y por tanto afectando su capacidad de adaptación. Según los resultados del Programa HELVETAS de la Cooperación Suiza, en su documento “Eventos extremos a partir de los escenarios climáticos: análisis en municipios rurales de Bolivia, zonas andinas y valles” y el libro “Bolivia en un mundo 4 grados más caliente: escenarios sociopolíticos ante el cambio climático para los años 2030 y 2060”, en Bolivia los municipios que tienen los mayores porcentajes de su población en condiciones de pobreza son más vulnerables a los factores climáticos, agudizando su calidad y las condiciones de vida en la que se encuentran.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1. La pobreza en Bolivia

En Bolivia los resultados de los procesos censales llevados a cabo para la medición de la pobreza mediante la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas, muestran una reducción de los hogares que no logran cubrir algunas necesidades, tomando en cuenta los componentes de vivienda, servicios básicos, educación y salud. Como se observa en el cuadro siguiente, según el censo desarrollado en el año 1976, Bolivia tenía poco más de 4.5 millones de habitantes, de los cuales el 86% de la población se encontraba en condiciones de pobreza. Para el periodo censal del año 1992 la condición de pobreza en Bolivia disminuye en 15 p.p.; sin embargo la población se incrementa a aproximadamente 6.5 millones.

Los resultados del censo 2001 muestran que el 59% de la población se encuentra en condiciones de pobreza, es decir, el 59% de poco más 8.2 millones de bolivianos, como lo muestra el proceso censal de ese año, según los indicadores sociales de pobreza elaborados por la Unidad de Análisis y Políticas Sociales y Económicas.

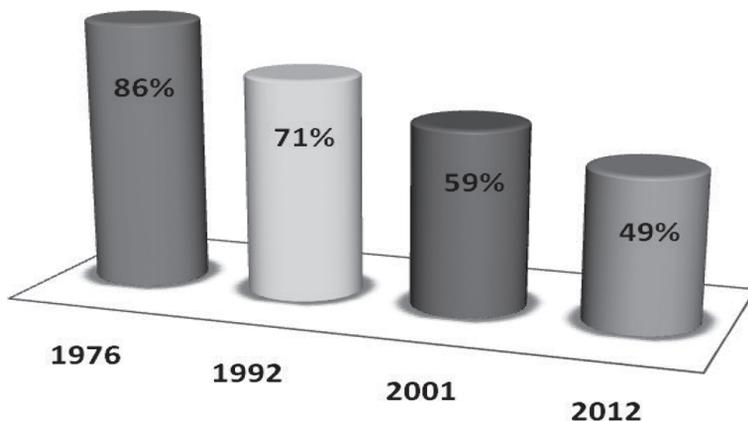
**Cuadro 1**  
**Población por proceso censal**

CENSO	POBLACIÓN	DENSIDAD (Hab./Km <sup>2</sup> )
1950	2.704.165	2.46
1976	4.613.486	4.20
1992	6.420.792	5.84
2001	8.274.325	7.53
2012	10.027.254	9.13

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas

El proceso censal llevado a cabo en noviembre de 2012 presenta como resultado que en Bolivia hay aproximadamente 10 millones de habitantes, de los cuales el 48.8% se consideran como pobres según la metodología de las NBI, es decir que en nuestro país aproximadamente cinco de cada diez personas se encuentra en condiciones de pobreza.

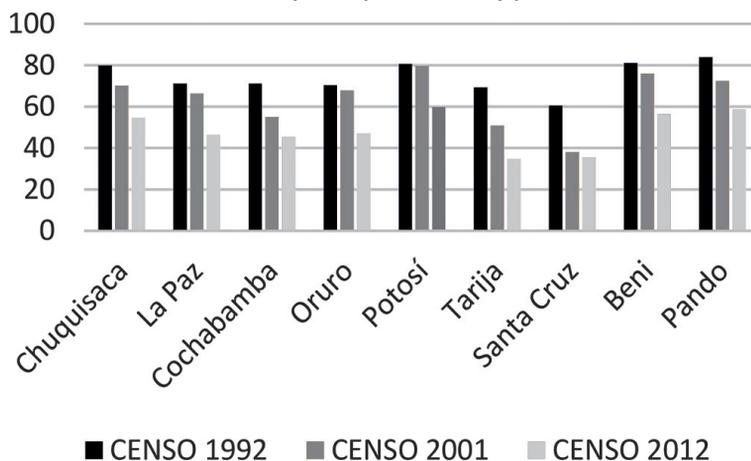
**Gráfico 1: Nivel de pobreza por proceso censal**



Fuente: INE-UDAPE

En el Gráfico 2 se observa que únicamente los departamentos de Santa Cruz y Tarija se encuentran con población pobre por debajo de la media nacional, con 36% y 35% de población considerada en condiciones de pobreza, respectivamente. Los departamentos de Pando, Beni, Potosí y Chuquisaca tienen más de 50% de su población en condiciones de pobreza.

**Gráfico 2: Pobreza por departamento y proceso censal**



Fuente: INE-UDAPE

La metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas concibe la pobreza como “necesidad”; en este sentido, analiza las carencias de los bienes que permiten a un hogar satisfacer sus necesidades esenciales. En el gráfico anterior se observa que los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí no tuvieron cambios significativos en la disminución de la pobreza entre el censo del año 1992 y el censo del 2001; sin embargo, la cantidad de población se incrementó considerablemente en términos absolutos.

### 3.1.1. Análisis exploratorio de datos espaciales

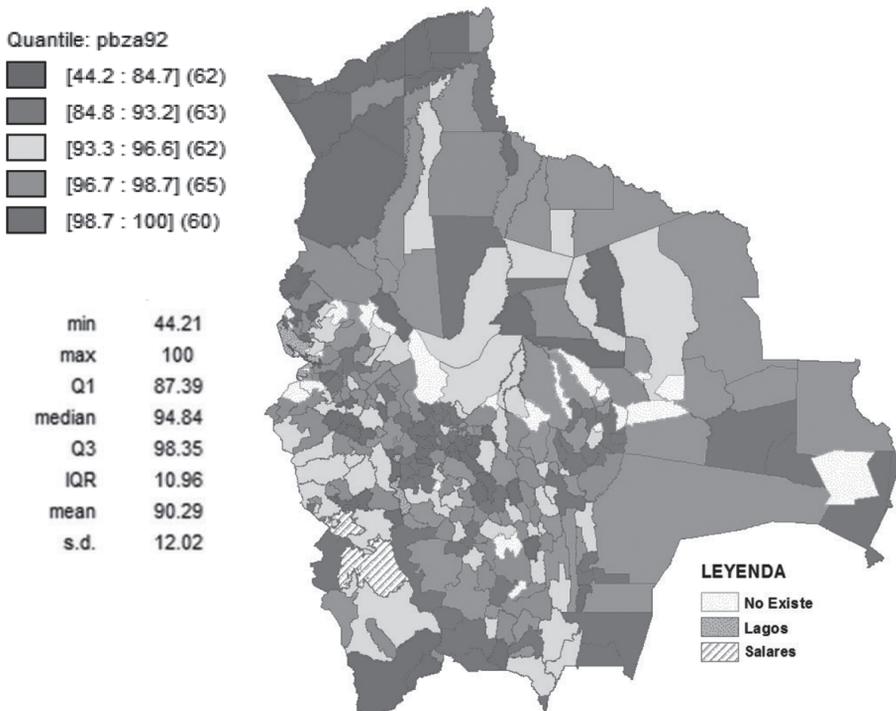
Bolivia presenta una diversidad en cuanto a cultura, economía, geografía y clima; aspectos que permiten la división geográfica en cuatro zonas claramente definidas; altiplano, valle, trópico y chaco. Utilizando la capa georeferenciada que presenta el portal *geobolivia*, donde se considera como unidad de análisis a los municipios y donde se presentan los indicadores sociales de pobreza, en el presente trabajo de investigación se realiza un análisis exploratorio de datos espaciales, de tal manera que permita la identificación de la presencia de *clusters* de calidad de vida, en base a los resultados de la aplicación de la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas.

La metodología NBI en función al resultado permite ubicar a las personas en cinco estratos, de los cuales dos corresponden a la población no pobre y tres a estratos de pobreza. La pobreza moderada, indigente y marginal son los estratos que se consideran como indicadores del nivel de pobreza en el que se encuentran las personas. Para el presente trabajo de investigación se considera como pobreza a la sumatoria de los tres estratos: la población que se encuentra ligeramente por debajo de lo que se considera necesario para satisfacer sus requerimientos mínimos de condiciones de vida, aquella población que se encuentra por debajo de lo que se considera necesario para satisfacer sus requerimientos mínimos, y finalmente la población que vive en viviendas improvisadas, sin acceso a servicios de salud, educación y saneamiento básico, es decir, las personas que carecen totalmente de bienestar.

El análisis exploratorio de datos espaciales de la pobreza en Bolivia se presenta en mapas de quintiles por proceso censal, de tal manera que permita observar el cambio en las condiciones de vida de la población en los años 1992, 2001 y 2012, donde se observa por lo general que algunos municipios tienen niveles de pobreza cercanos al 100% de su población, y los municipios que presentan menores niveles de pobreza son los municipios capitales de departamento y algunas ciudades intermedias, siendo que estos últimos se han incrementado en número, principalmente por el desarrollo de la infraestructura vial.

Los resultados del Censo desarrollado en el año 1992, se presenta en el siguiente mapa considerando a 312 municipios, donde el nivel más bajo de pobreza 44.2% corresponde al municipio de Santa Cruz de la Sierra y los municipios que tienen al 100% de su población en condiciones de pobreza son Esmeralda y Yunguyo de Litoral del departamento de Oruro.

**Mapa 1: Distribución por quintiles del nivel de pobreza (1992)**



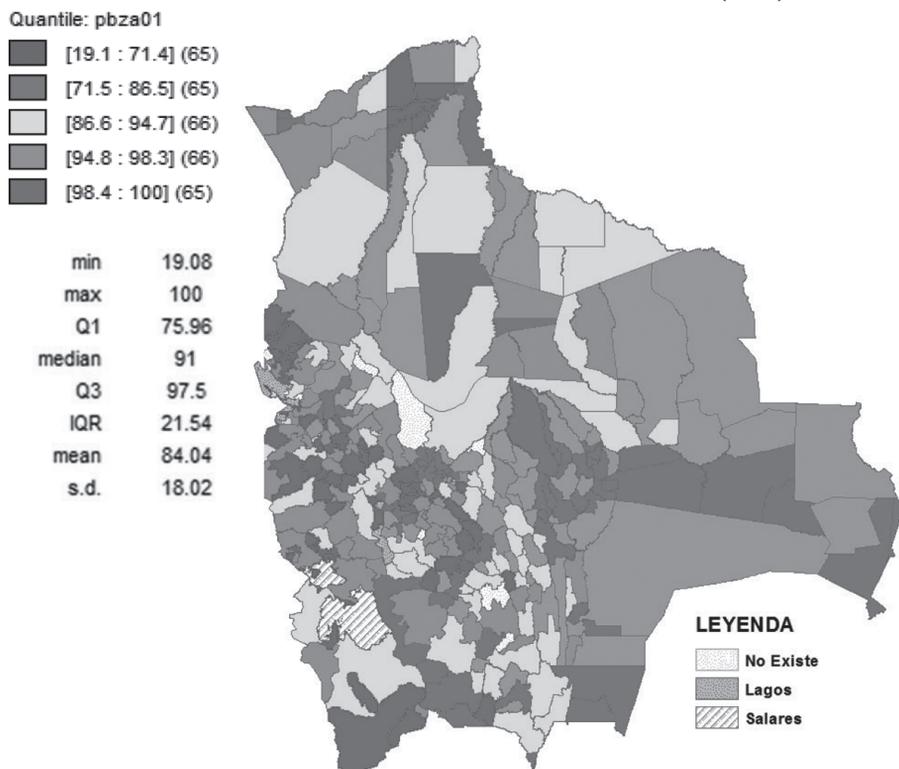
Fuente: Elaboración propia en base a datos de GEOBOLIVIA-INE-UDAPE

Los resultados muestran que el 20% de los municipios más pobres (60 municipios) tenían aproximadamente entre 98 y 100% de su población en condiciones de pobreza; municipios que se encuentran en color rojo en el mapa de quintiles, contrariamente a la coloración verde oscuro, que representa al 20% de los municipios menos pobres.

Los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda llevado a cabo en la gestión 2001 se presentan en el Mapa 2, donde, en primera instancia, el número de municipios se incrementa a 327, y en segundo lugar, se observa que el nivel de pobreza mínima disminuye

respecto al Censo 1992, es decir que ahora el porcentaje que corresponde al nivel más bajo de pobreza es de 19.1; de manera semejante al anterior censo analizado, se refiere al municipio de Santa Cruz de la Sierra. Los municipios que tienen al 100% de su población en condiciones de pobreza corresponden a Santiago de Callapa, Cruz de Machacamarca, Yunguyo de Litoral, Villa Nueva y San Pedro; de los departamentos de La Paz, Oruro y Pando, respectivamente.

**Mapa 2: Distribución por quintiles del nivel de pobreza (2001)**

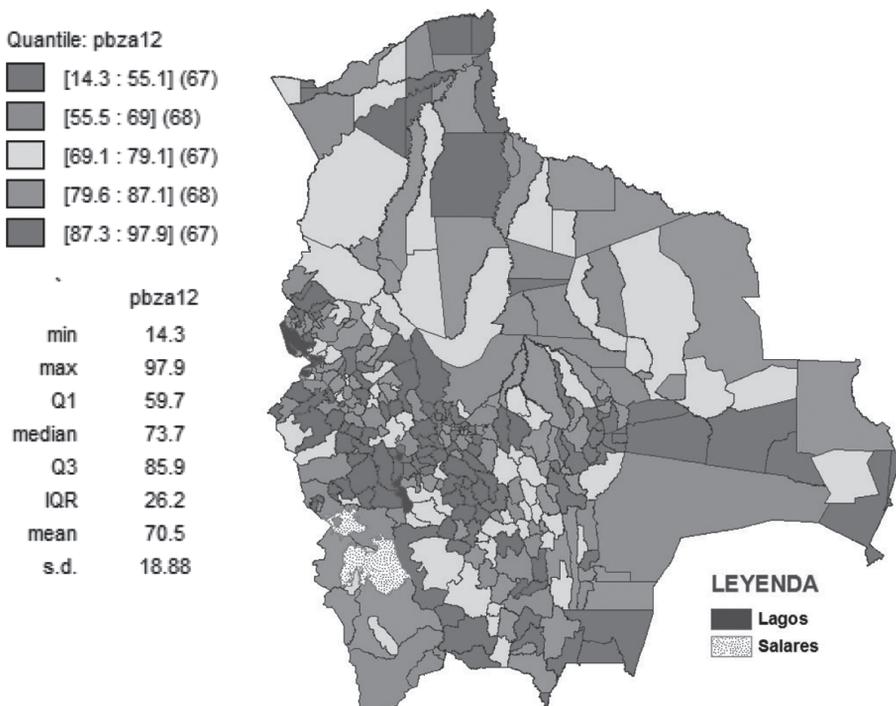


Fuente: Elaboración propia en base a datos de GEOLIVIA-INE-UDAPE

El mapa de pobreza expresado en quintiles muestra que los municipios más pobres coloreados en rojo se encuentran en diferentes áreas geográficas de nuestro país, particularmente en la zona del altiplano; los mismos, según la metodología NBI, tenían entre el 98 y 100% de su población en condiciones de pobreza, porcentaje que corresponde a 65 municipios. Se observa también en el cuadro estadístico de los datos que la media de pobreza ha disminuido entre los dos procesos censales, pasando de 90 a 84 puntos porcentuales.

Finalmente, para concluir el análisis exploratorio de datos espaciales, se presentan los resultados del CNPV 2012, llevado adelante en noviembre de la misma gestión. Los indicadores de pobreza obtenidos muestran que cada proceso censal que pasa, menor es el número de personas que se encuentran en los estratos de pobreza, y por otro lado, que en Bolivia, tomando en cuenta los periodos considerados, la cantidad de municipios de ha incrementado.

**Mapa 3: Distribución por quintiles del nivel de pobreza (2012)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de GEOBOLIVIA-INE-UDAPE

Según el CNPV 2012, la población aproximada fue de 10,027,254 habitantes en todo el territorio nacional, con una densidad poblacional de aproximadamente 9 personas por kilómetro cuadrado. Los niveles de pobreza calculada muestran que en Bolivia las condiciones de vida de las personas tienden a mejorar, ya que ahora el municipio de Nuestra Señora de La Paz tiene únicamente al 14.3% de su población considerada como pobre según los criterios de

la metodología de las NBI. El municipio que tiene el máximo nivel de pobreza (97.9 %) es El Choro, del departamento de Oruro, respecto a los resultados del anterior censo.

El mapa anterior muestra que 20% de los municipios más pobres se encuentran en la zona del Altiplano y parte de la zona del valle, que es donde se tiene aproximadamente al 50% de la población total. Existe concentración de población pobre a nivel municipal, especialmente en aquellos municipios que tienen una menor cantidad de habitantes, lo cual hace inviable la posibilidad de abastecer de servicios básicos, principalmente, y este criterio es considerado importante al momento del cálculo de los indicadores de pobreza mediante la metodología NBI. Sin embargo es importante mencionar que la media de la población pobre ha disminuido de aproximadamente 90% a 70% entre los censos 1992, 2001 y 2012, y que, como se observa en los mapas, la presencia de *clusters* de calidad de vida en Bolivia va disminuyendo; además, que las causas son de orden político, económico, geográfico, ambiental, climático y social, considerando ésta última como la provisión de los servicios básicos necesarios para la población.

### 3.1.2. Análisis de dependencia espacial

Una vez presentados, mediante el análisis exploratorio de datos espaciales, los primeros indicios de la presencia de *clusters* de pobreza en Bolivia, es necesario identificar esquemas de dependencia, basados en el coeficiente de correlación de Pearson especializado, a través de la construcción de una matriz de pesos que establecerá las conexiones bajo una estructura de vecindades, de tal manera que permita la cuantificación de los patrones espaciales de dependencia en la unidad de análisis, es decir, los datos de pobreza a nivel municipal.

En el presente trabajo, la matriz de pesos espaciales está estructurada tomando en cuenta el criterio de contigüidad reina, que establece que será vecino del municipio  $i$  todos aquellos municipios que comparten algún vértice o lado  $i$ . Por tanto, se ha generado una matriz de cinco vecinos más cercanos en promedio, estandarizada por fila. Después de definir la matriz de pesos espaciales, se procede a determinar la presencia de dependencia espacial, a través del estadístico I de Moran. Como se sabe, cuando este estadístico toma un valor positivo, existe autocorrelación positiva, indicando que los valores de cada municipio y sus vecinos se asemejan; y por otro lado, si asume un valor negativo, implica autocorrelación negativa, por tanto, el valor del municipio  $j$  es alto cuando el valor del municipio  $i$  es bajo. En el siguiente cuadro se presentan los resultados del estadístico I de Moran, para un contraste de

hipótesis nula de ausencia de correlación espacial, es decir que los datos de pobreza tienen un comportamiento aleatorio a nivel municipal.

**Cuadro 2**  
**Estadísticos I de Moran de dependencia espacial**

Variables	I	E(I)	sd(I)	z	p-value*
Pobreza92	0.237	-0.003	0.033	7.296	0.000
Pobreza01	0.483	-0.003	0.032	15.043	0.000
Pobreza12	0.221	-0.003	0.032	7.021	0.000

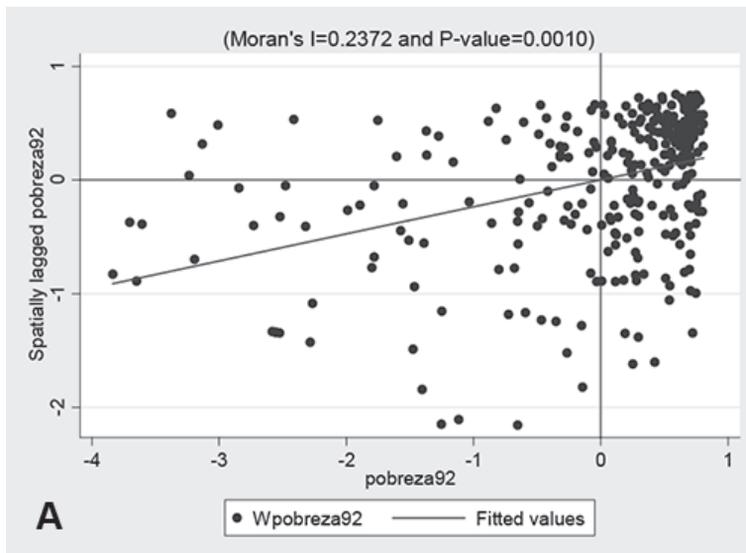
Fuente: Elaboración propia.

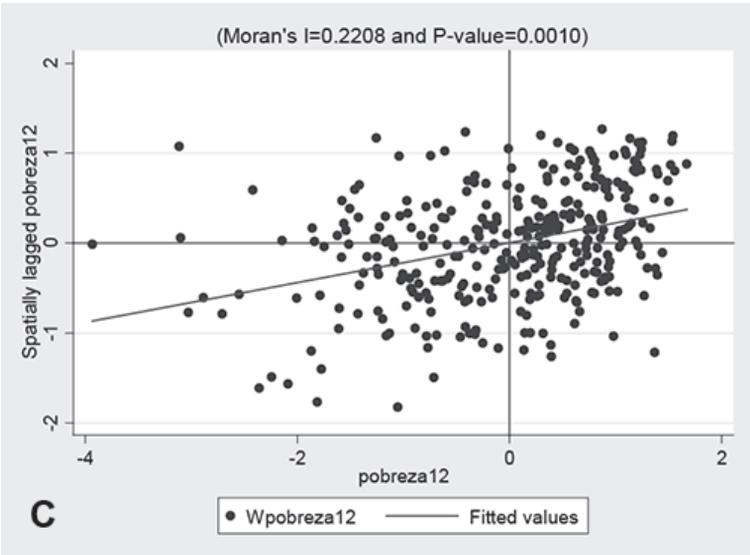
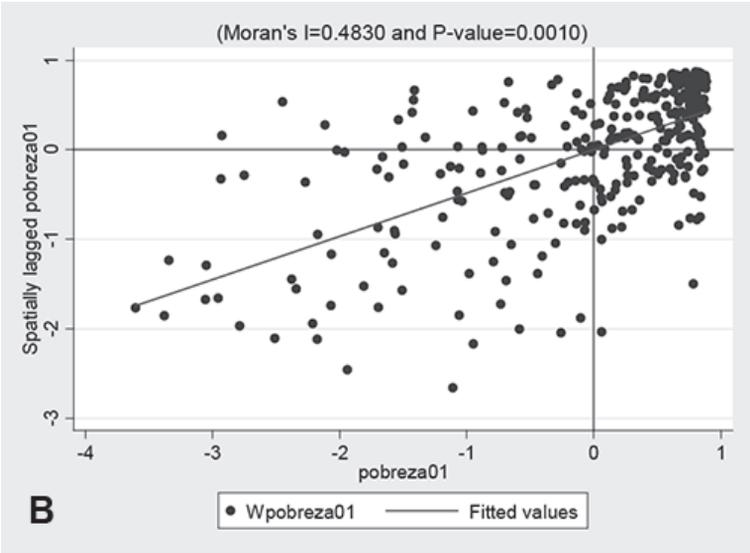
Como se observa en el cuadro anterior, los resultados de las pruebas, muestran, con base en los valores z, que los niveles de pobreza de los censos 1992, 2001 y 2012 poseen autocorrelación espacial positiva, altamente significativas al 1%, rechazando de esta manera la existencia de una distribución aleatoria de los valores de pobreza en Bolivia. Que la variable “porcentaje de población pobre” presente autocorrelación espacial positiva significa que los municipios con niveles de pobreza elevada están localizados junto a municipios con altos porcentajes de población en condiciones de pobreza, y que a su vez los municipios con niveles de pobreza bajos también se sitúan junto a municipios con menor población considerada pobre, es decir que los niveles de pobreza no se determinan únicamente en cada municipio, sino que, por el contrario, las condiciones en las que vive su población están influenciadas por los niveles de pobreza de los municipios vecinos.

Un aspecto importante que se observa en el cuadro de resultados del estadístico de Moran es que el valor de éste es aproximadamente 0.24 para el nivel de pobreza del Censo 1992, 0.48 para el nivel de pobreza del Censo 2001 y finalmente asume el valor de 0.22 como indicador de dependencia espacial positiva para el Censo 2012. El valor del estadístico en primera instancia respecto al año 1992 se incrementa, lo cual permite inferir que entre esos dos procesos censales la concentración de municipios con altos niveles de pobreza se ha incrementado, tomando en cuenta los indicadores de vivienda, salud, educación y servicios básicos. Sin embargo, entre los dos últimos censos este estadístico de dependencia espacial disminuye, haciendo suponer que, aunque continúa la concentración positiva, ésta ya es menor respecto al censo anterior.

Es importante también el análisis de los diagramas de dispersión de Moran, que presenta la relación de cada variable con su rezago espacial, analizado en cuatro cuadrantes. El diagrama “A” representa a la pobreza del censo 1992; el diagrama “B”, a la pobreza del censo 2001; y finalmente el diagrama “C” muestra el nivel de pobreza resultado del proceso censal del año 2012 en Bolivia.

**Gráfico 3: Diagrama de Moran**





Los diagramas presentan una evidente concentración de la nube de puntos, principalmente en el cuadrante I, para el caso de los dos primeros censos objetos de análisis; sin embargo, en

el diagrama “C”, que corresponde al censo 2012, se observa que la nube de puntos empieza a desconcentrarse en los cuatro cuadrantes, manteniendo la mayoría en el primero, sin ser despreciables las cantidades de municipios en los demás cuadrantes.

En el cuadrante I se encuentran los municipios que tienen elevados niveles de pobreza, es decir, por encima de la media, rodeados significativamente por municipios vecinos que también se encuentran con niveles de pobreza superiores al promedio. En el cuadrante III, por otro lado, se encuentran los municipios que tienen bajos niveles de pobreza, rodeados de municipios que tienen porcentajes de población pobre superiores a la media. Por otro lado, los cuadrantes I y III corresponden a las formas positivas de autocorrelación espacial. Los resultados del estadístico I de Moran, el cual es confirmado en los diagramas, permiten presentar mayor evidencia de que existen *clusters* de calidad de vida, considerando los datos de los últimos tres procesos censales; concentraciones de nivel de pobreza que, según el censo 2012, estarían disminuyendo en Bolivia.

### 3.2. Cambio climático en Bolivia

En las últimas décadas el fenómeno del cambio climático ha sido el punto central de preocupación, en reuniones a nivel nacional e internacional, comprometiendo a presidentes de todos los países a generar estrategias orientadas a la investigación, adaptación y resiliencia al impacto del cambio climático, fundamentalmente en variables económicas y sociales.

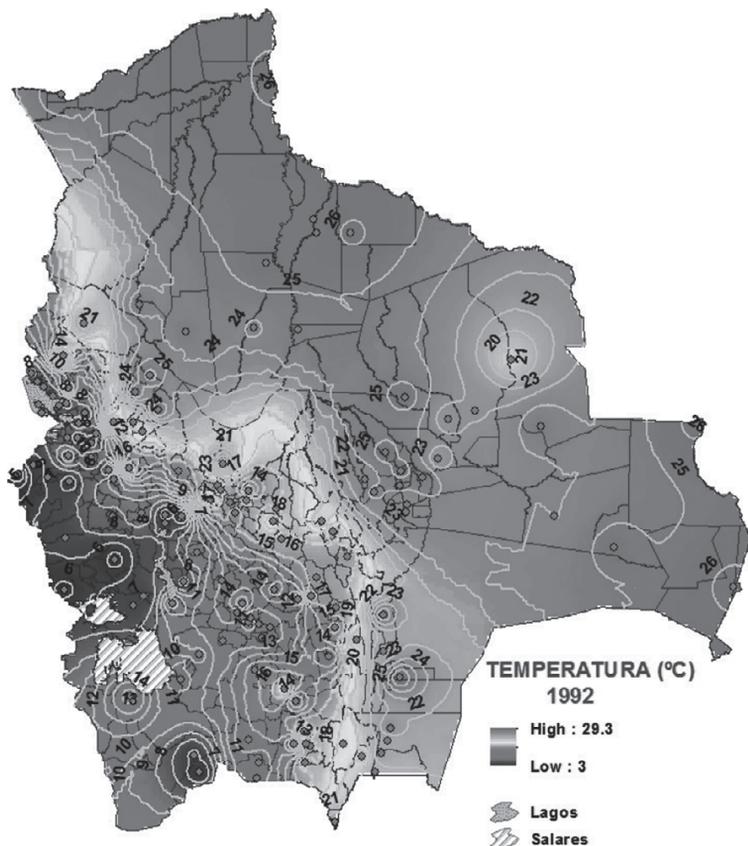
En Bolivia, muchas de las investigaciones que se desarrollan en la temática presentan evaluaciones, informes y escenarios de los efectos del cambio climático, particularmente en el sector agrícola y la pobreza, haciendo hincapié en la hipótesis de que el cambio climático afecta a la población vulnerable y hace más difícil salir del estado de pobreza a la población que ya se encuentra en condiciones de vida no aceptables desde el punto de vista social, principalmente. Por lo tanto, como el propósito del trabajo es establecer relaciones estadísticas y econométricas entre la pobreza y el cambio climático, en los siguientes acápite se presentan los cambios en las variables climáticas: temperatura media y nivel de precipitación, considerando información que corresponde con los años de los procesos censales.

#### 3.2.1. Temperatura media

Para realizar el análisis espacial del comportamiento de las variables asociadas con el cambio climático se consideran 137 estaciones meteorológicas que se encuentran distribuidas en

toda Bolivia y que cuentan con registros de las variables climáticas temperatura y nivel de precipitación, para los años 1992, 2001 y 2012. La mencionada información climática fue obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-Bolivia).

**Mapa 4: Isotherma-temperatura media anual, 1992 (°C)**



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

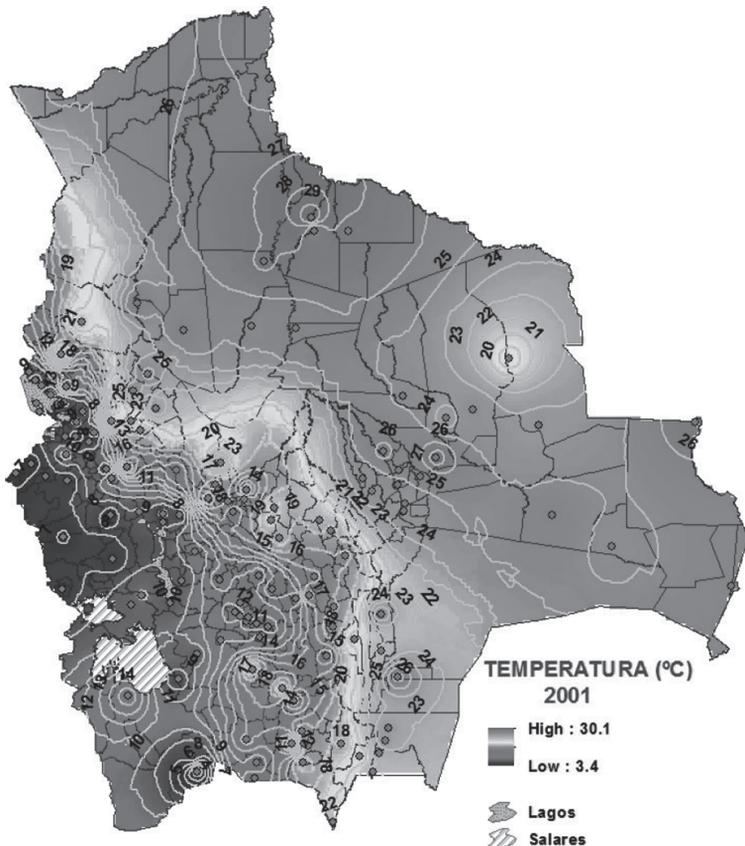
Según los especialistas en cambio climático, éste se puede considerar como el aumento constante de la temperatura media de la tierra, lo cual es posible observar mediante los registros de las estaciones meteorológicas, en periodos que abarquen al menos 30 años.

En los mapas de tiempo que se presentan se observa que en el año 1992 se registró una temperatura media mínima aproximada de 3°C y una temperatura media máxima de 29.3°C;

los primeros por lo general se encuentran en los municipios que se encuentran en la zona del altiplano y los registros máximos en los municipios que se encuentran en la zona del trópico y parte de la zona del valle.

La isoterma<sup>1</sup> muestra que en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Chuquisaca existen estaciones meteorológicas que registran variaciones significativas en la temperatura media, a diferencia de las estaciones meteorológicas que se encuentran en los demás departamentos, que presentan temperaturas más estables respecto al promedio.

**Mapa 5: Isoterma-temperatura media anual, 2001 (°C)**



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

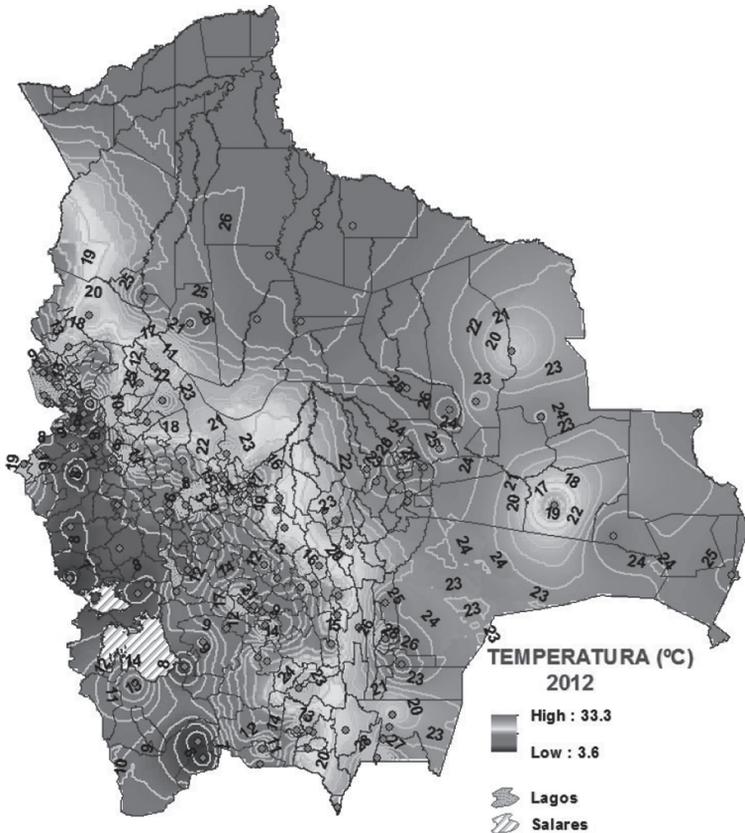
<sup>1</sup> La isoterma muestra las líneas que presentan la misma temperatura expresada en grados centígrados.

Considerando los registros de las estaciones meteorológicas del año 2001, el mapa de isoterma muestra la presencia de mayor variabilidad de la temperatura media en los departamentos de La Paz y Cochabamba, a diferencia de los demás departamentos, que presentan un comportamiento más estable y no aceleradas variaciones significativas. La temperatura media máxima registrada en el periodo de análisis fue 30.1°C en la estación San Joaquín-Aeropuerto del departamento de Beni. Respecto a la temperatura promedio registrada en el primer periodo, se observa un aumento de 0.8°C en la temperatura media máxima y 0.4°C en la temperatura media mínima.

Considerando los registros de las 137 estaciones meteorológicas para el año 2012, en el siguiente mapa se observa que las hipótesis respecto al cambio climático no son ajenas a la situación climática de Bolivia, ya que, realizando el análisis en tres cortes transversales con 20 años de por medio, se observa que la temperatura promedio se ha incrementado, lo cual, como mencionan los expertos, se debe en un mayor porcentaje a las actividades antropogénicas, cuyas causas no necesariamente corresponden a Bolivia sino a los gases de efecto invernadero que emiten los países más industrializados.

El mapa de isoterma muestra que las variaciones de la temperatura media anual son más significativas en las estaciones pertenecientes a los departamentos de La Paz y Tarija. En los tres periodos de análisis el departamento de Potosí tiende a presentar una disminución en la coloración que corresponde a las temperaturas mínimas, lo cual se podría interpretar que los registros de la variable climática tienden a incrementarse. La temperatura mínima media se registra en la estación Chillca, del departamento de Oruro; y la temperatura máxima media, en la estación del Aeropuerto de Yacuiba, con 3.6 y 33.3 °C, respectivamente.

Mapa 6: Isotherma-temperatura media anual, 2012 (°C)

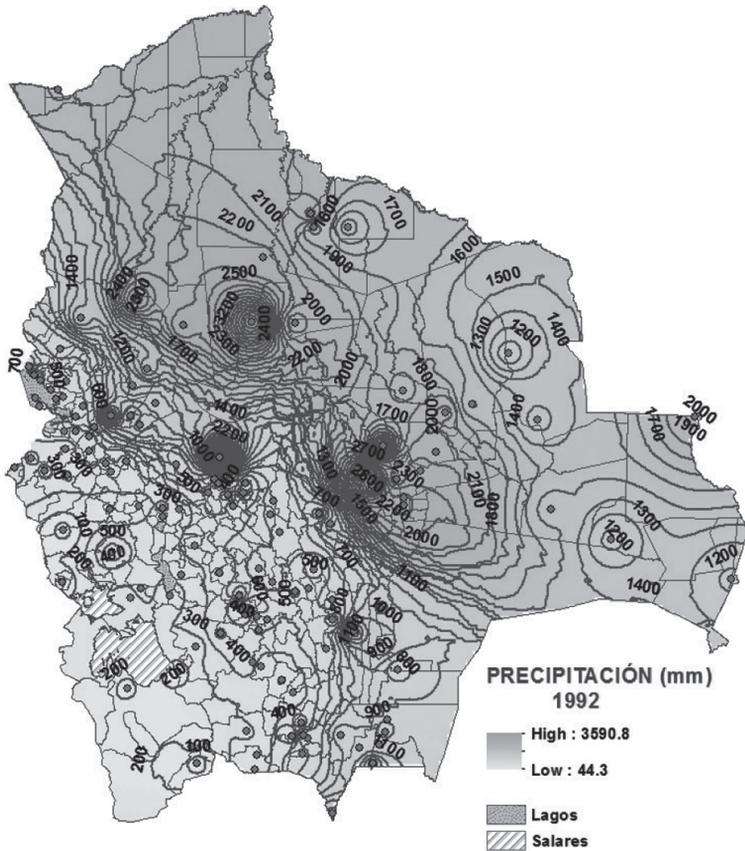


Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

### 3.2.2. Nivel de precipitación

Una de las variables que se encuentra afectada con los cambios en la temperatura es el nivel de precipitación, entendido éste como la cantidad de litros de agua que cae en forma líquida por metro cuadrado. En los siguientes mapas se presenta, de igual manera que la temperatura media, los registros del nivel de precipitación anual de 137 estaciones meteorológicas.

Mapa 7: Isoyeta-precipitación media anual, 1992 (mm)

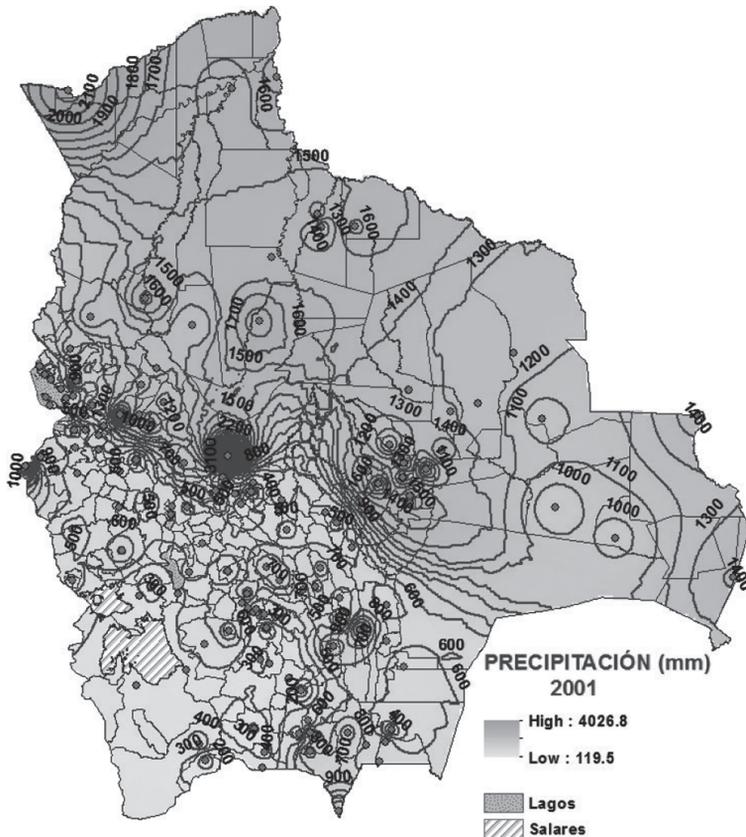


Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

En el mapa anterior se observan los registros del nivel de precipitación del año 1992, donde el mínimo registro es de la estación San Antonio de Esmorucu, del departamento de Potosí, con 44.3 mm, y la mayor precipitación se registra en la estación meteorológica del aeropuerto de San Ignacio de Moxos, del departamento de Beni. Las líneas de isoyeta muestran la variación más significativa en las estaciones del aeropuerto de Trinidad, La Jota y San Juan de Yapacani, principalmente, de los departamentos de Beni, Cochabamba y Santa Cruz, respectivamente.

Como se observa en la isoyeta<sup>2</sup> que corresponde con el segundo periodo del proceso censal, los niveles de precipitación en promedio se incrementaron en todas las estaciones que se consideran; sin embargo, también es evidente que las estaciones de mayores niveles de precipitación se encuentran más dispersas geográficamente, respecto a la isoyeta anterior, y que los registros de la variable con menos de 1000 mm se encuentran en la zona del altiplano sur y parte de la zona del Chaco, principalmente.

**Mapa 8: Isoyeta-precipitación media anual, 2001 (mm)**



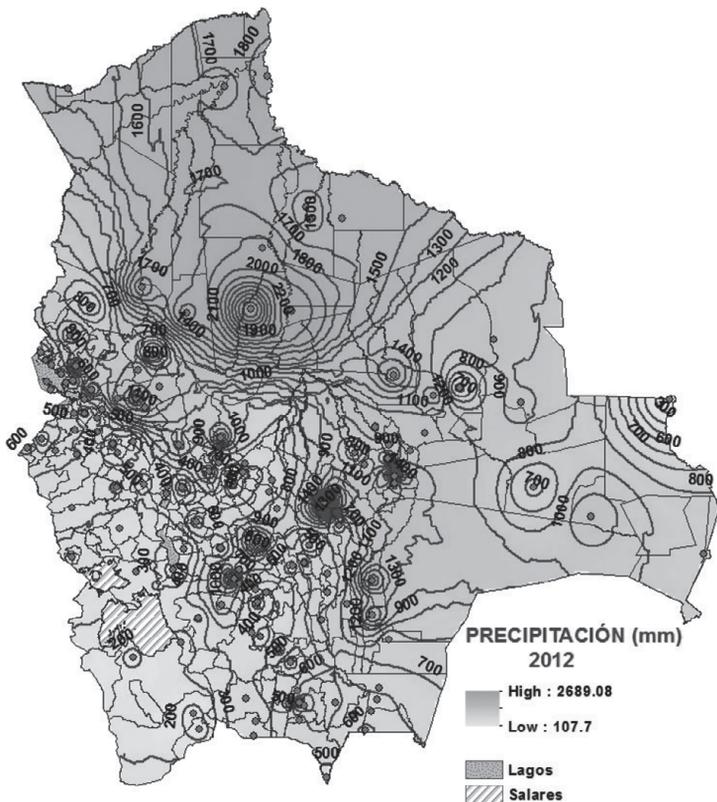
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

2 La isoyeta muestra las líneas que presentan el mismo nivel de precipitación.

Por otro lado, en el mapa de precipitación se observa que el registro mínimo de precipitación es de 119.5 mm y el máximo nivel registrado es de 4026.8 mm, que se encuentran en las estaciones de Puna y La Jota, de los departamentos de Potosí y Cochabamba, respectivamente.

Finalmente se presenta el análisis de la variable climática “precipitación” del año 2012. La información que proporciona la isoyeta es importante, ya que muestra que los niveles de precipitación en Bolivia se encuentran dispersos, es decir que, a diferencia del primer año de análisis, existen más estaciones con variabilidad en los registros de la variable climática. Por otro lado, en el mapa de precipitación se observa un registro de 2689 mm como máximo y 107.7 mm como mínimo, los cuales corresponden a los registros de las estaciones meteorológicas de Quillacas y San Ignacio de Moxos, de los departamentos de Oruro y Beni, respectivamente.

**Mapa 9: Isoyeta-precipitación media anual, 2012 (mm)**



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

En el análisis de los tres años que corresponden con los procesos censales se observan las disminuciones en los niveles de precipitación en un orden de 1000 mm en promedio, aproximadamente, lo cual se manifiesta en cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, favoreciendo a algunos municipios y generando pérdidas económicas en otros. Esto no permite salir del estado de pobreza en el cual se encuentran las familias del área rural, que es donde afecta en mayor medida el fenómeno del cambio climático.

#### 4. Modelación econométrica-espacial

Considerando el objetivo del presente trabajo y el tipo de información con que se cuenta, es decir, información transversal de tres periodos, el método cuantitativo que se emplea es econometría espacial. Los modelos econométricos de estructura espacial permiten estudiar el grado de relación que tienen las unidades georeferenciadas entre sí, es decir que lo que ocurre en un área geográfica depende no solo de sus características propias, sino también de las características de las unidades geográficas vecinas.

Considerando la hipótesis planteada, y dadas las características de los datos, a continuación se presenta la relación principal que es objeto de contrastación empírica, donde se muestra el objetivo del presente trabajo de investigación:

$$\textit{Nivel de pobreza} = f(\textit{temperatura media, nivel de precipitación})$$

Después de realizar el análisis exploratorio de datos espaciales, nivel de pobreza, temperatura media y nivel de precipitación, es necesario establecer el tipo de estructura sobre la forma de interacción de las unidades espaciales. Los modelos con estructura espacial que son de mayor aplicación son los de retardo espacial y error espacial. El primero es denominado modelo de contagio o comunicación, ya que recoge la estructura de dependencia espacial del proceso mediante la inclusión de un retardo espacial de la variable dependiente, como variable explicativa. Por otro lado, el modelo de error espacial incorpora la estructura de dependencia espacial en el término de perturbación del modelo. La especificación de ambos modelos econométricos viene representada de la siguiente manera:

$$Y = \lambda WY + X\beta + e$$

$$e \approx N(0, \sigma^2 I)$$

Modelo de retardo espacial

$$Y = X\beta + u$$

$$u = \rho Wu + e$$

$$e \approx (0, \sigma^2 I)$$

Modelo de error espacial

Donde  $Y$  es un vector columna  $n \times 1$ ,  $X$  es una matriz  $k \times n$  que recoge variables explicativas,  $W$  es la matriz de conexiones  $n \times n$  que define la estructura de vecindades,  $WY$  es el retardo de la variable explicativa,  $\lambda$  es el parámetro que determina la existencia de dependencia espacial, positiva o negativa, y  $e$  corresponde al término de perturbación que se asume tiene un proceso de ruido blanco. En el modelo de error espacial, como en el caso anterior,  $Y$  es un vector columna  $n \times 1$ ,  $X$  es una matriz  $k \times n$  que recoge variables explicativas,  $W$  es la matriz de conexiones  $n \times n$  que define la estructura de vecindades y  $\rho$  es el parámetro que determina la existencia de dependencia espacial, positiva o negativa.

Para el presente trabajo se consideran las siguientes especificaciones de modelo, las cuales permiten cumplir con los objetivos propuestos, el análisis de *clusters* de calidad de vida en Bolivia a nivel municipal y cómo los municipios con altos porcentajes de población vulnerable tienen indicadores de pobreza influenciada por sus características sociales propias (educación, vivienda, salud, etc.) y las de sus vecinos más cercanos.

$$pobreza_i = \lambda WYpobre_{i-j} + \beta_1 temp + \beta_2 temp^2 + \beta_3 precip + \beta_4 \sum X + u_i$$

$$pobreza_i = \beta_1 temp + \beta_2 temp^2 + \beta_3 precip + \beta_4 \sum X + u_i \quad ; \quad u_i = \rho Wu_i + e_i$$

Donde “ $i$ ” representa a los municipios, *pobreza* es el nivel de pobreza en el municipio  $i$ , *temp* y *precip* representan la temperatura media anual y el nivel de precipitación, respectivamente; se considera también el cuadrado de la primera variable que permite capturar el punto en el cual el efecto del cambio climático en la pobreza es diferente.  $\sum X$  representa algunas variables de control, como la densidad poblacional, la tasa de urbanización y el idioma materno de la población.  $W$  es la matriz de contigüidad que se ha calculado mediante el criterio reina para estimar el estadístico de dependencia espacial.  $\lambda$ ,  $\rho$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$  son los parámetros de interés a estimar y  $u_i$  es el término residual.

#### 4.1. Estimación del modelo

Como se menciona en los acápites anteriores, se presentará un análisis econométrico espacial para cada corte transversal correspondiente a los procesos censales. Cada modelación tiene diferente cantidad de observaciones: 1992 con 312 municipios, 2001 con 327 municipios y finalmente 2012 con 337 unidades municipales. Tomando en cuenta el objetivo central del presente trabajo y considerando los métodos de estimación de econometría espacial, en el siguiente cuadro se presentan los modelos que permiten analizar espacialmente la calidad de vida asociada a variables de cambio climático y otras variables de control<sup>3</sup>.

Se consideran tres modelos para explicar la influencia de las variables climáticas en el nivel de pobreza a nivel municipal. La variable dependiente en los modelos es la sumatoria de los estratos de pobreza moderada, indigente y marginal, indicadores resultado de los procesos censales 1992, 2001 y 2012; estos valores se encuentran entre 0 y 100, representando el porcentaje de personas en condiciones de pobreza en cada municipio.

Antes de asumir la estructura espacial en la modelación de la pobreza se han estimado modelos clásicos mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, a cuyos residuales se aplican los test respectivos para identificar el tipo de modelo espacial que se debe aplicar; según los resultados, la primera estimación de la pobreza corresponde a un modelo de error espacial, la segunda a un modelo SARAR y la tercera a un modelo de rezago espacial o de contagio. Sin embargo, al momento de las estimaciones se observa que en el segundo modelo (SARAR) el coeficiente  $\rho$  no es estadísticamente significativo, razón por la cual se considera la misma estructura espacial que la tercera estimación, es decir, el modelo de rezago espacial.

<sup>3</sup> Para la estimación se consideraron adicionalmente variables dicotómicas relacionadas con las zonas geográficas de Bolivia, las cuales no resultaron estadísticamente significativas, por lo cual se prescindió de ellas.

**Cuadro 3**  
**Dinámica de la pobreza y cambio climático**

VARIABLE EXPLICADA: PORCENTAJE DE POBLACION EN CONDICIONES DE POBREZA						
VARIABLE	POBREZA 1992		POBREZA 2001		POBREZA 2012	
	COEFICIENTE	p-value	COEFICIENTE	p-value	COEFICIENTE	p-value
TEMPERATURA MEDIA	-0,881722	0,013	-2,145110	0,000	-0,604779	0,228
TEMPERATURA AL CUADRADO	0,026591	0,021	0,066735	0,000	0,016991	0,239
PRECIPITACION (LOG)	1,034954	0,247	-0,307039	0,763	3,587660	0,009
TASA DE URBANIZACIÓN	-0,034631	0,000	-0,401134	0,000	-0,013391	0,003
DENSIDAD POBLACIONAL	-0,004210	0,084	-0,004361	0,313	-0,200792	0,000
CASTELLANO	0,005431	0,171	-0,000045	0,001	-0,000037	0,007
OTROS IDIOMAS			0,000099	0,008	0,000175	0,030
CONSTANTE	95,358640	0,000	72,507160	0,000	38,134800	0,00
N	312		327		337	
rho	0,4431823	0,000				
lambda			0,421941	0,000	0,307370	0,000
sigma 2	41,86	0,000	79,26	0,000	126,23	0,000
log likelihood	-1030,71		-1184,06		-1296,05	
wald test	618,71	0,000	512,72	0,000	127,52	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Las variables que se consideran en los tres modelos son nivel de pobreza, temperatura, temperatura al cuadrado, precipitación, tasa de urbanización, densidad poblacional y otras variables relacionadas con el idioma que hablan las personas. Los valores *p-value* asociados a cada una de las variables permiten observar el grado de significatividad de las mismas. Sin embargo, también se puede evidenciar que algunas variables tienen valores de probabilidad que no presentan muchos indicios para rechazar la hipótesis nula de rechazo; pese a lo cual se han mantenido, por considerarse importantes para el cumplimiento del objetivo propuesto.

En el primer modelo, el signo que acompaña la variable temperatura es negativo en niveles y positivo cuando ésta se encuentra elevada al cuadrado. Considerando la estructura espacial de los coeficientes estimados, cuando la temperatura tiende a incrementarse en los cinco vecinos próximos a un municipio, el nivel de pobreza podría disminuir en el municipio de análisis. Por otro lado, según teoría y evidencia empírica, se esperaría que el coeficiente de

la variable elevada al cuadrado sea negativo; sin embargo, en el modelo el resultado es una relación positiva, lo cual se podría significar que, a medida que la temperatura se incrementa, el efecto en las condiciones de vida de la población sería negativo.

Respecto al modelo que corresponde con el año del segundo periodo censal del año 2001, los coeficientes estimados asociados a las variables climáticas tienen el mismo efecto en los niveles de pobreza que en el año 1992. Sin embargo, la variable porcentaje de precipitación no es estadísticamente significativa en su relación con la pobreza, lo cual permite inferir que otras variables han tenido mayor influencia en las disminuciones de los porcentajes de pobreza.

Finalmente, considerando los resultados del tercer modelo, las variables consideradas son significativas al 1%, aproximadamente, exceptuando en este caso a las variables de temperatura; aunque el nivel de confianza (aproximadamente al 80%) no es del todo despreciable en términos econométricos, los signos de estas variables corroboran los análisis de anteriores modelos.

Las variables de control que se consideran, como tasa de urbanización, densidad población e idioma de la población, tienen los signos en los coeficientes de acuerdo con la realidad y otros trabajos relacionados. Mientras mayor sea la cantidad de personas por kilómetro cuadrado en un municipio, incentivará la mejora de las condiciones de vida en los municipios vecinos. Respecto a la tasa de urbanización, considerada ésta como el porcentaje de población que vive en los centros urbanos de los municipios, mientras mayor sea este porcentaje en los municipios, por inercia inducirá nuevamente a la mejora de las condiciones en los municipios vecinos.

Finalmente, el idioma que hablan las personas es importante al momento de considerar las condiciones de vida de la población, ya que se observa que los coeficientes estimados para la variable castellano es positiva para el primer modelo y negativa para los dos restantes, lo cual sugiere que cuando las personas hablan o tienen como idioma el castellano es menor la probabilidad de encontrarse en los estratos de pobreza para los años 2001 y 2012.

El parámetro que recoge la dependencia espacial en la modelación econométrica confirma los resultados del estadístico I de Moran, ya que en el primer modelo tiene una valor de 0.42; en el segundo modelo, de 0.44; y en el tercer modelo, de 0.31. Esta situación permite inferir que las condiciones de vida de las personas ha mejorado, considerando las variables de la metodología de las NBI, disminuyendo la concentración de municipios con niveles de

pobreza elevados, por lo cual los resultados de las estimaciones permiten la aproximación empírica de la hipótesis propuesta en el presente trabajo.

La dinámica del cambio, tanto a nivel de unidades transversales como de tiempo, permiten evidenciar que tanto las variables sociales como las de cambio climático influyen en los niveles de pobreza, ya que varios municipios aumentan y/o disminuyen el porcentaje de población pobre considerando el comportamiento de cambio de las variables temperatura y precipitación en los periodos censales 1992, 2001 y 2012.

## **5. Conclusiones**

En el presente documento se plantea la hipótesis de la existencia de *clusters* de pobreza a nivel municipal en Bolivia, hipótesis que se ha corroborado, en primera instancia por el análisis exploratorio de datos espaciales, posteriormente mediante los estadísticos de dependencia espacial I de Moran, Getis & Ord, Diagrama de Moran, etc., y finalmente por el análisis confirmatorio, a través del modelo econométrico de estructura espacial.

Los resultados de la aplicación del modelo econométrico muestran evidencia de que existe dependencia espacial positiva y con tendencia a la disminución en los niveles de pobreza, y que esta última se encuentra influenciada por las variables que permiten medir el cambio climático, temperatura media y nivel de precipitaciones, considerando la información de 137 estaciones meteorológicas activas en toda Bolivia para la gestiones 1992, 2001 y 2012.

Los modelos planteados contribuyeron a identificar la importancia del aspecto espacial y temporal al momento de analizar la pobreza en Bolivia, identificando *clusters* de calidad de vida en los años de los últimos procesos censales. Por otro lado, la variable densidad poblacional presenta un signo negativo, lo cual sugiere que donde hay mayor población por kilómetro cuadrado, menores serán los niveles de pobreza. Así también, se observa que mientras mayor sea la tasa de urbanización menor será la población considerada en condiciones de pobreza. Finalmente, las variables asociadas con el idioma permiten inferir que mientras mayor sea la población que abandona los idiomas nativos, menor será el nivel de pobreza.

Considerando las variables climáticas, en los resultados se observa que a mayor temperatura media, menor tendería a ser la pobreza, y cuanto mayor sea el nivel de precipitación, mayores podrían ser los porcentajes de población en condiciones de pobreza, ya que en las estimaciones presentan signos negativos y positivos, respectivamente para cada

variable, lo cual permite comprobar la hipótesis de comportamiento planteada, respecto a la existencia de relación entre las variables climáticas y el nivel de pobreza.

Es importante resaltar el signo de la variable climática al cuadrado, la misma que permite inferir que la capacidad de adaptación de la población al cambio climático será importante, ya que las estrategias y políticas deben ser más insistentes en la población, de tal manera que permitan una mejor resiliencia ante los incrementos de la temperatura, principalmente. Por tanto, los efectos de los cambios en las variables climáticas a largo plazo no serán del todo desfavorables en los diferentes municipios, ya que su efecto puede ser positivo y negativo, dependiendo de la diversidad de los pisos ecológicos.

Finalmente, siendo la pobreza un problema social importante en Bolivia y considerando las políticas implementadas por el Gobierno en favor de las poblaciones más desfavorecidas y vulnerables, que año tras año enfrentan los fenómenos climáticos adversos, los resultados del presente trabajo muestran evidencia empírica respecto a que la pobreza en Bolivia persiste, pero que existen avances en términos de vivienda, agua y electrificación. Estas variables tienen efecto en la población al momento de evaluar su condición de pobreza mediante la metodología de las NBI, fundamentalmente, el cual es objeto de análisis del presente trabajo.

*Fecha de recepción: 15 de septiembre de 2017.*

*Fecha de aceptación: 2 de abril de 2018.*

*Manejado por la A.B.C.E.*

## Referencias

1. Andersen E., Lykke y Rubén Mamani P. 2009. "Cambio climático en Bolivia hasta 2100: síntesis de costos y oportunidades". Proyecto "Estudio regional de economía del cambio climático en Sudamérica" (ERECC-SA), coordinado por CEPAL y Banco Interamericano de Desarrollo. Bolivia.
2. Andersen E., Lykke y Dorte Verner. 2010. "Social Impacts of Climate Change in Mexico: A municipality level analysis of the effects of recent and future climate change on human development and inequality". *Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo*, La Paz, Bolivia. Banco Mundial, Washington, DC.
3. ----- 2010b. "Simulating the Effects of Climate Change on Poverty and Inequality" en *Reducing Poverty, Protecting Livelihoods, and Building Assets in a Changing Climate. Social Implications of Climate Change for Latin America and the Caribbean*. The World Bank. Washington, DC.
4. Anderson, Simón. 2011. "Cambio climático y reducción de la pobreza". Grupo de Cambio Climático en el Instituto Internacional para el Ambiente y Desarrollo. Alianza Clima y Desarrollo. Programa Internacional del Reino Unido.
5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, CEPAL-PNUD. 1990. "Proyecto regional para la superación de la pobreza". Colombia
6. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. 2014. *Panorama Social en América Latina (LC/G.2635-p)*, Santiago de Chile.
7. ----- 2000b. "Panorama social de América Latina 1999-2000. Síntesis". Disponible en: [HYPERLINK "http://www.eclac.org" www.eclac.org](http://www.eclac.org)
8. Galindo, L. 2009. "La economía del cambio climático en México". Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.
9. Ganuza, Enrique, Ricardo Paes de Barros y Rob Vos. 2002. "Efectos de la liberalización sobre la pobreza y desigualdad". *Cuadernos de Desarrollo Humano Sostenible*. Estados Unidos Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD.
10. GeoBolivia/UDAPE/PMA-ONU. "Mapa muestra de indicadores sociales de pobreza, necesidades básicas insatisfechas y vulnerabilidad a la seguridad alimentaria a nivel municipal".

11. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC. 2014. Quinto informe de evaluación del “Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad”. Suiza.
12. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC. 2008. Cuarto Informe de evaluación del “Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III”. Suiza.
13. Helvetas, Swiss Intercooperation. 2014. “Eventos extremos a partir de escenarios climáticos. Análisis en municipios rurales de Bolivia: zonas andinas y valles”. Programa de reducción del riesgo de desastres de la cooperación suiza en Bolivia. Bolivia.
14. Hoffmann, Dirk y Cecilia Requena. 2012. “Bolivia en un mundo 4 grados más caliente. Escenarios sociopolíticos ante el cambio climático para los años 2030 y 2060 en el altiplano norte” Programa de Investigación Estratégica en Bolivia-Instituto Boliviano de la Montaña. Bolivia.
15. Horowitz, J. 2009. The Income-Temperature Relationship in a Cross-Section of Countries and its Implications for Predicting the Effects of Global Warming. *Environmental and Resource Economics*.
16. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. 2015. *Poverty. Learning to live together*.
17. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2007. “Informe Nacional sobre Desarrollo Humano 2007: el estado del Estado en Bolivia. Bolivia.
18. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2015/2016. “Informe nacional sobre desarrollo humano. Más allá del conflicto, luchas por el bienestar”. Guatemala.
19. Sen, Amartya. 2000. *Desarrollo y libertad*. Argentina: Planeta.
20. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas, UDAPE. 2013. Comité Interinstitucional de las Metas de Desarrollo del Milenio (CIMDM). “Séptimo informe de progreso de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Bolivia”. Bolivia.
21. Banco Mundial. 2000b. Understanding Poverty. Disponible en <http://www.worldbank.org/poverty/mission/up1.htm>