

**Producción de café Borbón Rojo en Santander y su influencia en variables
socioeconómicas: un análisis espacial**

Jaime Andrés Reyes Ariza, Juan Pablo Vesga Jácome

Trabajo de grado para optar el título de Economía

Director

Paula Andrea Rivas Oyuela

Mg. En Economía Aplicada

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Facultad de Economía

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

La dedicatoria va dirigida a nuestros padres los cuales fueron el pilar fundamental y las primeras personas de las que se recibió apoyo para la culminación de la carrera profesional. También, tenemos en cuenta a todos los profesores que nos dictaron clase a lo largo de estos cuatro años, gracias a su labor se desarrollaron grandes temas, mención especial a nuestra directora Paula Rivas, quien a pesar de su distancia nos siguió colaborando en la construcción del texto y a su gran paciencia.

Agradecimientos

Las palabras se quedan corta para los agradecimientos que se quieren dar. Como agradecimiento en primera instancia es para Dios quien nos permitió cursar nueve semestres con una plena salud, a nuestros padres quienes fueron las personas que confiaron en nosotros brindándonos apoyo para cursar una carrera profesional. A nuestros compañeros quienes formamos una linda amistad, basada en el respeto y ayuda mutua.

Contenido

Introducción.....	10
1. Producción de café Borbón Rojo en Santander y su influencia en variables socioeconómicas: un análisis espacial.....	12
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.2 Justificación.....	15
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
2. Marco Referencial.....	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.2 Marco Teórico.....	22
2.2.1 <i>Teoría de la Localización</i>	22
2.2.2 <i>Teoría de la Productividad</i>	23
3. Metodología.....	25
3.1 Alcance, Tipo y Enfoque.....	25
3.2 Fuentes de Información.....	25
3.3 Población y Muestra.....	26
3.4 Análisis de Datos.....	26
3.4.1 Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE).....	27
3.4.2 Índice de Morán.....	28
3.4.3 Local Indicator of Spatial Association (LISA).....	29
4. Caracterización del Café Borbón Rojo y Variables Socioeconómicas.....	29

4.1 Histogramas de Frecuencias.....	32
4.2 Mapas de Desviación Estándar.....	35
4.3 Datos Atípicos y Mapas.....	38
4.4 Mapas de Cuantiles.....	45
5. Índice de Morán y Diagramas LISA.....	49
5.1 Índice de Morán.....	49
5.1.1 Índice de Morán Univariable.....	49
5.1.2 Índice de Morán Bivariable.....	52
5.2 Local Indicator of Spatial Association (LISA).....	54
5.2.1 Diagramas LISA Univariates.....	55
5.2.2 Diagramas LISA Bivariable.....	58
6. Conclusiones.....	61
Referencias.....	63

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Histograma de producción de café</i>	33
Figura 2. <i>Histograma Necesidades Básicas Insatisfechas</i>	33
Figura 3. <i>Histograma Índice de Calidad de Vida</i>	34
Figura 4. <i>Mapa de desviación estándar de la producción de café</i>	36
Figura 5. <i>Mapa desviación estándar de Necesidades Básicas Insatisfechas</i>	36
Figura 6. <i>Mapa desviación estándar Índice de Calidad de Vida</i>	38
Figura 7. <i>Mapa de valores atípicos de producción de café</i>	39
Figura 8. <i>Diagrama de Cajas y Bigotes de la Producción de Café Borbón Rojo</i>	40
Figura 9. <i>Mapa de Valores Atípicos de Necesidades Básicas Insatisfechas</i>	41
Figura 10. <i>Diagrama de Cajas y Bigotes en el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas</i>	42
Figura 11. <i>Mapa de valores atípicos de Índice de Calidad de Vida</i>	43
Figura 12. <i>Diagrama de Cajas y Bigotes en el Índice de Calidad de Vida</i>	44
Figura 13. <i>Mapa de Cuantiles Café Borbón Rojo en el Departamento de Santander</i>	46
Figura 14. <i>Mapa de Cuantiles Índice de Calidad de Vida en el Departamento de Santander</i>	47
Figura 15. <i>Mapa de Cuantiles Necesidades Básicas Insatisfechas</i>	48
Figura 16. <i>Índice de Morán Univariante de Producción de Café Borbón Rojo</i>	50
Figura 17. <i>Índice de Morán univariante del ICV</i>	51
Figura 18. <i>Índice de Morán Univariante de NBI</i>	52
Figura 19. <i>Índice de Morán NBI vs Producción de Café</i>	53
Figura 20. <i>Índice de Morán ICV vs Producción de Café</i>	54
Figura 21. <i>Diagrama LISA de Producción de Café Borbón Rojo</i>	56
Figura 22. <i>Diagrama LISA de ICV</i>	56

Figura 23. <i>Diagrama LISA de NBI</i>	57
Figura 24. <i>Diagrama LISA de ICV vs Producción de Café Borbón Rojo</i>	59
Figura 25. <i>Diagrama LISA de NBI vs Producción de Café Borbón Rojo</i>	60

Resumen.

La presente tesis realiza la ubicación y caracterización de las condiciones socioeconómicas de los agricultores santandereanos dedicados al cultivo de café Borbón Rojo mediante el análisis de variables como Índice de Calidad de Vida (ICV) y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) haciendo uso de econometría permitiendo así la ubicación espacial de los datos obtenidos para su posterior análisis mediante Análisis Exploratorio de Datos (AED), Índice de Moran y mapas LISA (Local Indicator of Spatial Association). Estos indicadores fueron empleados y comparados para mostrar si existe relación entre la producción del Café Borbón Rojo en Santander y como este puede afectar de forma positiva, negativa o no afectar en las variables socioeconómicas que se presentan en dicha investigación. Además de conocer la existencia o inexistencia de clúster productivos mediante la identificación de Hots-spots o Holes. Al concluir esta investigación se obtiene como resultado la no presencia de Hots-spots o Holes dado que en varios municipios no se presenta este tipo de cultivo y por lo tanto no existe ningún clúster; adicional a ello se muestra que la producción de café Borbón Rojo no tiene una influencia significativa en las variables socioeconómicas Índice de Calidad de Vida y Necesidades Básicas Insatisfechas. Por ende, la producción de Café Borbón Rojo parece no tener influencia significativa en los habitantes pertenecientes a los 87 municipios que constituyen el departamento de Santander.

Palabras Clave: Café Borbón Rojo, Índice de Calidad de Vida, Necesidades Básicas Insatisfechas, Análisis Exploratorio de Datos

Abstract.

The current thesis performs the location and characterization of the socioeconomic conditions of Santander farmers who dedicate to the cultivation of Borbón Rojo coffee, via the analysis of variables like Índice de Calidad de Vida (ICV) and Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) making use of econometrics, which allows for the spatial location of the gained data for its later analysis via Análisis Exploratorio de Datos (AED), Índice de Moran and LISA maps (Local Indicator of Spatial Association). These indicators were employed and compared to show if they are related with the production of Borbón Rojo coffee in Santander and how it affect in a positive or negative way the socioeconomic variables presented in said research, or if they do not get affected at all. The indicators will also help to discover the existence or nonexistence of productive clusters with the identification of Hot-spots or Holes. After the conclusion of this research, it was found that there is no presence of Hot spots or Holes, given that in many municipalities this type of crop is not present, which means that there is no cluster to be found. Additionally, it is shown that the production of Borbón Rojo coffee has no significant influence in the socioeconomic variables of the Quality of Life Index and Departmental Index of Unsatisfied Basic Needs, which means that the production of Borbón Rojo coffee seems to have no relevant influence in the population belonging to the 87 municipalities that constitute Santander.

Key words: Borbón Red Coffee, Indicators of Quality of Life, Unsatisfied Basic Needs Method, Exploratory Data Analysis.

Introducción

El café es uno de los productos insignia para los colombianos, pues se estima que en el país se consumen alrededor de 1.79 millones de sacos con un aumento del 3.2% respecto al año anterior, cuya producción fue de 1,74 millones de sacos (Federación Nacional de Cafeteros, 2018), convirtiéndolo en uno de los productos agrícolas más característico de Colombia. Es posible evidenciar que el sector agrícola es uno de los sectores económicos de mayor relevancia para la economía en Colombia, especialmente para el departamento de Santander, ya que existe gran diversidad de café cultivado, como son el Típica, Borbón, Maragogipe, Tabi y Caturra; lo cual es posible por la variedad de climas existentes en la región.

Por esta razón, se desea realizar un estudio vía análisis espacial acerca del café para Colombia, exactamente la variedad de café Borbón Rojo en el departamento de Santander. Es posible establecer los sectores en los que abunda el cultivo, identificando las aglomeraciones del mismo y la producción del grano además de la influencia que tiene la producción en la calidad de vida de las familias. De esta forma, es posible observar la correlación entre la producción de este tipo de café y unas variables socioeconómicas tales como son el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas y el Índice de Calidad de Vida, las cuales indicarán la repercusión de los cultivos de café en la condición de vida de las familias vinculadas a esta labor.

El presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera: después de la introducción, la primera sección corresponde a la caracterización del Café Borbón Rojo en Santander con las variables socioeconómicas que corresponden al Índice de Calidad de Vida (ICV) y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), se utilizó un análisis de estadística descriptiva en las variables mencionadas, de los cuales se distinguen presentación de las variables en histogramas, cartografía de desviación estándar, mapas de datos atípicos, por último, mapas de cuantiles. En la

segunda sección se podrá observar el método estadístico empleado para hacer el análisis mediante econometría espacial, usando el Índice de Morán univariable (aplicado en cada una de las variables) y Índice de Morán bivariable (cruce de variables), por otro lado, la tercera parte son los mapas LISA (Local Indicator of Spatial Association) donde se observará de manera gráfica los resultados arrojados del Índice de Morán (univariable y bivariable) y en modo de finalización se presentarán las conclusiones del trabajo.

La importancia de este trabajo radica en presentar la técnica del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), de tal manera que se demuestre si la producción de Café Borbón Rojo en el departamento de Santander puede influenciar las variables de Necesidades Básicas Insatisfechas e Índice de Calidad de Vida.

1. Producción de café Borbón Rojo en Santander y su influencia en variables socioeconómicas: un análisis espacial

1.1 Planteamiento del Problema

El café es uno de los productos insignia para los colombianos, pues se estima que en el país se consumen alrededor de 1.79 millones de sacos con un aumento del 3.2% respecto al año anterior, cuya producción fue de 1,74 millones de sacos (Federación Nacional de Cafeteros, 2018), convirtiéndolo en uno de los productos agrícolas más característico de Colombia. Una de las variedades más cultivadas en el departamento de Santander es el Borbón Rojo, un grano de tipo arábigo caracterizado por su poca acidez. En Santander, para el año 2018 se cultivaron en total 49.785.47 hectáreas de café en 37.149 fincas cafeteras (Vargas, 2018). Se estimó, asimismo, el consumo aproximado del 85% de la población colombiana correspondiente a un promedio de 3 tazas diarias de café en el año 2018 (Ofertia, 2018). De acuerdo con el DANE (2018) se comercializan 250 diferentes especies de café en el país, creando 204 mil empleos en zonas rurales, de los cuales el 32% corresponden a empleos desempeñados en el sector agrícola; dedicándose al cultivo de café más del 25% del mismo. A su vez, este producto contribuye al sector agropecuario en un 43%, y en materia de exportaciones el aporte corresponde al 31%.

El departamento de Santander está conformado por 87 municipios agrupados en las siguientes 7 provincias: Comunera, García Rovira, Guanentá, Metropolitana, Soto Norte, Vélez y Yariguíes. La principal característica del café santandereano es que se cultiva bajo sombra por la incidencia del sol, además de que se cosecha a mayor altitud y con una temperatura de entre 18°C y 22°C; teniendo en cuenta que el rango de altitud en Santander para el cultivo de café oscila entre 1300m y 1600m (Federación Nacional de Cafeteros, 2018). El café santandereano cumple con

ciertas características específicas, propiciando el uso de alternativas por parte del campesino en las que puede disponer, en forma intensiva, de todas sus tierras (González, 2016).

En Santander existe gran diversidad de café cultivado, como son el Típica, Borbón, Maragogipe, Tabi y Caturra; lo cual es posible por la variedad de climas existentes en la región. Es por esta razón que el café santandereano cobra importancia en virtud de sus sabores frutales, cítricos y herbales con un cultivo promedio mensual de 1.141.000 sacos de 60Kg. Esto último, debido a las características que posee el suelo santandereano y los aportes de los agricultores en su forma de cultivo, siendo el café Borbón uno de los más productivos ya que genera 30% más que el café de variedad Típica; alcanzando un promedio de siembra de 2500 árboles por hectárea (Federación Nacional de Cafeteros, 2018).

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, es posible evidenciar que el sector agrícola es uno de los sectores económicos de mayor relevancia para la economía en Colombia, especialmente para el departamento de Santander. Por esta razón, se desea realizar un estudio vía análisis espacial acerca del café para Colombia, exactamente la variedad de café Borbón Rojo en el departamento de Santander. Es posible establecer los sectores en los que abunda el cultivo, identificando las aglomeraciones del mismo y la producción del grano además de la influencia que tiene la producción en la calidad de vida de las familias. De esta forma, es posible observar la correlación entre la producción de este tipo de café y unas variables socioeconómicas tales como son el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas y el Índice de Calidad de Vida, las cuales indicarán la repercusión de los cultivos de café en la condición de vida de las familias vinculadas a esta labor.

El análisis espacial es un método estadístico que permite identificar y conformar aglomeraciones de la variable analizada, usando la econometría espacial para determinar y examinar las variables que posiblemente pueden influir en el estudio realizado; permitiendo llevar

a cabo una georreferenciación del territorio analizado para establecer la relación de las variables estudiadas en la zona identificada. Para ello se hace uso de herramientas estadísticas y matemáticas, además se interpretan los patrones identificados mediante la representación de los datos en los mapas. Las correlaciones espaciales son de vital importancia según Anselin (1999) debido que se pueden ser usadas, principalmente, en los siguientes tres casos: 1. Para integrar bases de datos, 2. Para observar la relación de variables en diferentes direcciones y, por último, 3. Analizar cómo se pueden comportar las variables en el espacio y ser ubicadas cartográficamente para facilitar su análisis y la forma de presentar los resultados.

El análisis espacial hace uso de técnicas geoestadísticas que son empleadas en enfoques analíticos aplicados en diversos campos de estudio. Para el caso específico del análisis espacial en los estudios agrarios de cultivos de café en Colombia, es posible observar la importancia de las condiciones meteorológicas al momento de generarse los diversos tipos de cultivos de este producto; puesto que, según el tipo de grano que se desee cultivar se cuenta con una serie de condiciones particulares que maximizan su producción. Las condiciones del suelo indican si los terrenos son aptos o no para su cultivo, permitiendo referenciar que, en Colombia, a pesar de presentarse gran variedad de terrenos aptos para esta labor orientada a los diferentes tipos de café, los conglomerados más grandes y productivos se encuentran en tres ciudades particulares como son Caldas, Quindío y Risaralda (López, et al 2016) debido a su diversidad geográfica y especificidad en condiciones climáticas además de las características químicas de sus suelos, ya que deben poseer ciertas condiciones referentes a su composición que aseguren la mayor productividad del grano. Son de vital importancia los trabajos cuyo objeto de estudio corresponden a las condiciones climáticas, las características químicas del suelo cultivado, los conglomerados existentes en las diferentes regiones del país y los análisis posteriores, puesto que permiten

evidenciar gran presencia de los diversos cultivos de café presentados en Colombia de acuerdo con ciertas variables geográficas y tipos de producción (Rodríguez Garay et al 2016).

Al indagar literatura referente al tema de análisis espacial y sus amplias aplicaciones, se encontró que existen limitados estudios referente a las correlaciones espaciales en el departamento de Santander dado que es un tema poco estudiado y con escasas publicaciones. Pese a que el café, por su gran relevancia, es un tema poco estudiado a lo largo del tiempo en Colombia debido a lo nuevo que es y las herramientas que se manejan, se pretende usar sus datos de corte transversal: en la variable agrícola será Producción de Café Borbón Rojo ,así mismo se georreferenciarán y así analizar su incidencia en otras variables socioeconómicas (Necesidades Básicas Insatisfechas e Índice de Calidad de Vida) con el fin de evidenciar la posible relación existente entre la producción del café y estas.

1.2 Justificación

El análisis espacial es utilizado para abordar una cantidad considerable de problemas, es utilizado en economía, agronomía, arquitectura, sociología, etc. Es una herramienta para el análisis de datos siendo un novedoso método que va acompañado de datos estadísticos y mapas georreferenciando los fenómenos a estudiar. Todo análisis estará apoyado en la econometría espacial que como modelo que ayuda a encontrar correlación entre las variables a analizar que en dicho caso serán Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), Índice de Calidad de Vida (ICV) y por último, Producción de Café Borbón Rojo. El método de econometría espacial tiene en cuenta conceptos de proximidad y lejanía para la formación de aglomeraciones, que se pueden distinguir como Hots-Spots (zonas de alta concentración de la variable que se analice) o holes (zonas de baja

concentración de la variable a analizar), también existe el caso, que la variable se distribuya aleatoriamente, Todo esto mostrado a través de mapas cartográficos e imágenes.

Por otro lado, el análisis espacial permite mostrar fenómenos económicos de manera georreferenciada, es decir, es una observación que lo distingue de los demás datos ordinarios de la estadística por tener una posición (coordenadas) y cualquier dato espacial debe ser encontrado por sus coordenadas (Pineda, 2006). Como herramienta cuantitativa se usa medidas de tendencia central, medidas de dispersión, probabilidades. Además, la representación cartográfica es otra herramienta que lo acompaña para así mostrar los datos espaciales de manera ilustrativa permitiendo la identificación de conglomerados. Dado el caso se podrá representar la producción de Café Borbón Rojo donde se identificará qué zonas en Santander tienen alta o baja concentración en la elaboración del producto agrícola que se ha mencionado, además cruzándolo con variables socioeconómicas que arrojen nuevos mapas con relaciones de cercanía; a continuación, se trazará si la producción de café podrá explicar el comportamiento de ellas, de esta manera encontrarán nuevas conclusiones sobre el producto y su influencia.

En esta identificación de aglomeraciones de producción de café en Santander por medio del sistema de información geográfica (SIG) es de vital importancia, cómo distinguir la metodología a usar, para esto se tratará de definir la diferencia entre un análisis tradicional y un análisis espacial. Según Acevedo y Velásquez (2008). En el análisis tradicional se detectan patrones de datos, datos inusuales y se intenta formular hipótesis desde los mismos datos, así mismo, tratar de hacer predicciones con un modelo planteado. Por su parte el análisis espacial tiene todas las características del análisis tradicional, pero con fenómenos espaciales dando paso a técnicas cartográficas que ilustran dichos datos. Los parámetros que se utilizan para el análisis exploratorio de datos espaciales son: dependencia espacial, autocorrelación espacial que se mide

con el índice de Moran, Heterogeneidad espacial, heterocedasticidad espacial, matriz de contigüidad y por último la cartografía (Acevedo, y Velásquez, 2008). Son estos los pasos a seguir para cualquier análisis de carácter espacial.

Cabe resaltar que en el departamento de Santander no ha sido mucho lo que se ha avanzado en la investigación de análisis espacial, se encuentran muy poca exploración sobre el tema. La importancia de esta investigación consiste en explorar si la producción del cultivo de Café Borbón Rojo en el departamento de Santander origina dinamismo económico en el sector y si influye de manera positiva o negativa en indicadores socioeconómicos con las variables NBI y ICV. Además, se pueden mostrar nuevos instrumentos, uno didáctico ilustrativo que es la cartografía (mapas) y la parte cuantitativa donde se construyen redes, matrices, diagramas todo esto para el análisis e interpretación de los datos anteriormente mencionados. La presente investigación servirá como referencia para próximos estudios con relación al tema, es fundamental buscar un aporte teórico para la bibliografía del análisis espacial, mostrando así una base de datos respecto al departamento y al sector económico estudiado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la relación de la producción de café Borbón Rojo en Santander sobre algunas variables socioeconómicas por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) para el aporte al análisis económico.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar la producción de café y variables socioeconómicas a través del SIG haciendo uso de cartografía.
2. Explorar la incidencia de variables socioeconómicas en la producción de café en Santander.
3. Identificar fenómenos de aglomeración espacial en las correlaciones encontradas entre la producción de café y las variables socioeconómicas en los municipios de Santander.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Se tendrá en cuenta literatura que tiene como método de investigación el análisis espacial, donde se muestra a grandes rasgos los métodos, formas, temas en que se puede realizar este tipo de correlaciones espaciales y sus respectivas conclusiones. Este apartado se dividirá en dos partes, la primera donde se mostrará dos (2) trabajos de análisis espacial donde el tema central son la violencia y la pobreza, por último, se revisarán tres (3) trabajos del mismo tipo de análisis, esta vez, con énfasis en cuestiones de agronomía, tema principal del trabajo de grado que se dispone a realizar.

El artículo publicado por Muñeton, G. y Vanegas, J. G. (2014) titulado *análisis espacial de la pobreza en Antioquia, Colombia*. Tiene por objetivo construir un análisis espacial de la pobreza multidimensional en el Departamento de Antioquia, con sus respectivos 125 municipios, él autor no discutirá sobre los planteamientos teóricos de la pobreza, pero, observará cómo se comporta la variable en el departamento anteriormente nombrado, como base para el análisis el autor toma datos de Necesidades Básicas insatisfechas (NBI) y realizar un Análisis Exploratorio

de Datos Espaciales (AEDE) Chasco (2003, p.28) citado por Muñeton, G. y Vanegas, J. g. (2014) define el AEDE como “un grupo de técnicas que describen y visualizan las distribuciones espaciales, identificando localizaciones atípicas, descubriendo esquemas de asociación (autocorrelación espacial) y sugiriendo estructuras de espacio geográfico”. Trata de responder si existen diferencias espaciales entre el municipio y qué relación guarda con las variables de pobreza, cómo se comportan estadísticamente las variables en el espacio, si se conforman aglomeraciones de pobreza/no pobreza y dónde se ubican dichas aglomeraciones (Muñeton, G. y Vanegas, J. G., 2014).

Al ejecutarse la econometría espacial con sus respectivas pruebas de hipótesis el autor concluyó que los municipios de Antioquia que son fronterizos con los demás departamentos (Chocó y Córdoba) sufren de pobreza multidimensional no siendo así para el centro del departamento, además, ilustra que la pobreza aparte de ser multidimensional también es espacial, guarda correlación entre municipios, el AEDE mostró de forma gráfica la formación de conglomerados, además municipios que sufren pobreza multidimensional por encima de la media departamental tiene vecinos igualmente pobres (Muñeton, G. y Vanegas, J. G., 2014).

El artículo publicado por Álvarez, C y Gonzáles, C. (2012) titulado “*Análisis espacial de la violencia homicida en el pacífico colombiano*”. La investigación es situada en el pacífico colombiano más exactamente en los departamentos de Nariño y Valle del Cauca tratándose de un análisis espacial acerca de la violencia (los autores tomaron como base para dicha investigación la tasa de homicidios para los años 2000-2003-2005-2010). De igual forma los autores usaron como base de datos los obtenidos en el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) de esta manera fue ubicado por los autores mostrando así resultados obtenidos de manera geográfica; los autores usaron el índice de Moran ya que es el

encargado de medir la auto correlación espacial entre las ubicaciones geográficas y la violencia (Álvarez y Gonzáles, 2012) para de esta manera hacer visible la correlación entre las características propias de la zona, los niveles de criminalidad y la tasa de homicidios registrada para cada uno de los años que fueron analizados.

Los autores analizaron los posibles causantes de las altas tasas de homicidios y el impacto negativo que tuvieron estos sucesos en la economía de los departamentos. En conclusión, el autor identificó que los municipios situados en el norte de Nariño y Valle del Cauca presentan altas tasas de homicidios.

Un antecedente que sirve como referente de la modelación espacial de variables agrícolas es el escrito por Volante, et al (2012) titulado *Expansión agrícola en Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile entre 2000- 2010*, se evidencia una caracterización espacial mediante series temporales de índices de Vegetación. Dicha investigación es situada en Sudamérica, tratándose de un análisis espacial acerca de la cantidad de terreno cultivado en los países de Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile los autores plantean como objetivo presentar la cartografía de Los cultivos anuales por áreas para los periodos 2000-2001 y 2010-2011 siendo tomada como base las imágenes *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) publicadas por la NASA. Fueron identificados los tipos de cultivos para el posterior análisis según series temporales (eliminación de datos anormales y silencios en las series), patrones fenológicos (identificación del tipo de cultivo), mapa de los cultivos y la detección de los cambios en los cultivos a lo largo del periodo analizado.

Los autores comentan que se presentaron fluctuaciones en las cantidades de cultivos productivos según la época del año dadas las estaciones meteorológicas y el tipo de cultivo presentándose de manera global un aumento del 43% del terreno cultivado en relación con el

primer ciclo permitiéndole al autor exaltar la disminución de un 66% en épocas de invierno y un aumento de 62% en épocas de verano. Abarcó a cabalidad el objetivo de la investigación ya que las herramientas utilizadas permiten explicar de manera cartográfica los resultados en un periodo específico de tiempo.

El artículo publicado por Paredes, F. J.; H. Barbosa Alvez y E. Guevara (2015) titulado “análisis espacial y temporal de las sequías en el nordeste de Brasil”. La investigación es situada en el país Sudamericano de Brasil tratándose de un análisis espacial acerca de las sequías presentadas en dicho país desde 1901-2010 distinguiendo entre los diferentes tipos de sequías (meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica) para ello observaron el índice de precipitaciones estandarizadas puesto que las regiones que analizaron los autores no contaban con suficiente información y observar los impactos negativos de las sequías en el sector agrícola, hidroeléctrico y el abastecimiento hídrico de las comunidades cercanas. Los autores encuentran los datos del Instituto Nacional de meteorología de Brasil y analizaron los registros pluviométricos los cuales fueron usados para el respectivo análisis climatológico por componentes principales del país. Concluyen que se presentan altos niveles de sequías especialmente en los meses de julio y agosto, el 60% de las sequías registradas en el país se dan en el nordeste brasileño y el 81,21% de estas sequías fueron presentadas en 10 estados de la costera.

El artículo publicado por Fuentes (2018) que se titula “*análisis histórico-espacial del uso del borde costero en San Juan, mar interior de Chiloé*” a lo largo de los años analizados que comprenden desde 1950 hasta 2015 donde pretende ilustrar cómo ha crecido San Juan económica y demográficamente. Según el autor en esta región por sus características litorales es podría ser una gran impulsadora para la economía, lo cual lleva a que la población se dirija a estos litorales y creen asentamientos tanto rurales, como, urbanos para la explotación de lo anteriormente

nombrado, aunque el autor resalta que la actividad que más se realiza es la agricultura a baja escala, el turismo y la creación de embarques, también hace énfasis en la en los salmónidos aprovechando así sus recursos marinos, los datos para la realización del trabajo fueron tomados del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Al realizar la econometría espacial, el autor concluyó que se presentó evolución tanto demográfica como económica, siendo así una apropiación del espacio costero. Según Barton, Pozo, Román y Salazar (2013); Pozo (2011); Romero, Toledo, Órdenes y Vásquez (2001) citados en (Fuentes, 2018) es un fenómeno no poco estudiado el desarrollo y el crecimiento de los asentamientos rurales en el dicho archipiélago (Chiloé). El desarrollo y crecimiento del archipiélago de Chiolé se explica espacialmente debido a su injerencia en la atracción de personas y en la explotación de los salmónidos, siendo de carácter urbano o rural y su cambio en el tiempo se explica por la oportunidad que este trae por los recursos anteriormente nombrados (Fuentes, 2018).

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Teoría de la Localización

Según Von Thunen (1989) la teoría de la localización hace parte de una teoría normativa la cual se encarga de buscar la optimización de los beneficios en los agentes económicos los cuales son los encargados de tomar decisiones bajo el supuesto de una conducta racional y plenitud de información. El autor establece que la presencia de conflictos y discusiones por terrenos en el sector agrícola es consecuencia del nivel de productividad del suelo y la cantidad de agricultores presentes en terrenos cercanos que tengan como semejanza el mismo tipo de cultivo, al ser más productivo el terreno será mayormente demandado por los agricultores dada la fertilidad del mismo

y la explotación que pueden realizarse en dicho terreno. Al tratarse de la competencia en el cultivo el autor expone la gran significancia del número de agricultores dedicados a un mismo cultivo en una región particular ya que generará un aumento de oferta del producto saturado el mercado generando por consiguiente que los precios del bien bajen de forma abismal.

Estableciendo de esta forma que el aumento o disminución en los precios de los productos dependen también del comportamiento del nivel de renta del suelo dados que costos de producción y los rendimientos marginales decrecientes en la productividad del terreno generan una disminución en el cultivo de los productos por consiguiente un alza en los precios lo cual ocasiona un desincentivo a los consumidores y una pérdida en la utilidad del agricultor. Otro aspecto fundamental en la teoría de la localización es el costo de transporte ya que si el costo medio de transportar un bien del lugar de producción al lugar de comercialización es elevado generaría un desincentivo para el agricultor ya que sus costos de transporte más sus costos de producción tendrían un valor elevado lo cual reduciría sus utilidades brutas y generaría que no fuese rentable para el agricultor comercializar su cultivo y pierda poder de mercado con respecto a su competencia.

2.2.2 Teoría de la Productividad

Según la FAO (2001) la productividad agrícola genera un desarrollo bastante significativo en las regiones especialmente si se realiza en sectores rurales los cuales cuentan con los terrenos apropiados para llevar a cabo este tipo de actividades lo cual genera un dinamismo en la economía regional dado un aumento en los ingresos de los habitantes procedentes del cultivo, posteriormente se ve reflejado en un aumento en su gasto ya que los habitantes de la región poseen el dinero para satisfacer sus necesidades dinamizando de esta manera la economía debido al flujo circular de la

economía y el aumento en su restricción presupuestaria lo cual los lleva a consumir canastas de bienes y servicios más amplia generando un mayor nivel de satisfacción y una disminución en los indicadores tales como Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas y una mejora en el Índice de Calidad de Vida de los habitantes de estas regiones rurales dedicadas a la productividad agrícola.

En la teoría económica elemental, la productividad es definida como la cantidad producida de un bien por unidad de insumo utilizado en el proceso productivo. ¿Qué factores explican las diferencias en la productividad? Las diferencias se deben a tres factores claves: el estado de la tecnología o procesos de producción utilizados; las variables tecnológicas que determinan la productividad de las fincas cafeteras 35 cantidades y tipos de recursos usados en el proceso productivo y la eficiencia con la cual esos recursos son utilizados (Carro Paz y Gonzáles Gómez, s.f).

La teoría de la productividad indica que para generar un aumento en la producción de un bien es necesario invertir en la tecnología adecuada para de esta manera tener mayores niveles de producción y una disminución en los costos generando así unas ventajas comparativas con otros lugares en los cuales sea producido un bien homogéneo teniendo en cuenta que los países poseen diferentes factores de producción, tales como la tecnología usada, cualificación de la mano de obra, disposición de terrenos y capital invertible con que cuenta un país para la producción de estos bienes. En el sector de la agricultura, se hace referencia al conjunto de conocimientos prácticos adquiridos sobre los componentes de la producción o cultivo, los factores que la limitan, y la solución a los problemas que se pueden presentar al llevar a cabo la producción o cultivo de un bien agrario.

3. Metodología

3.1 Alcance, Tipo y Enfoque

Para el cumplimiento de los objetivos que fueron mostrados con anterioridad, la investigación que se dispone a realizar es de enfoque cuantitativo que según Sampieri (2014) analiza mediciones con métodos estadísticos donde se derivan las conclusiones, la parte cuantitativa es el modelo de econometría espacial que se complementará con ayuda de la cartografía. La investigación que se presentará es de tipo correlacional, ya que, tratará de explorar cómo la producción de Café Borbón Rojo en Santander incide en índices como el NBI y el ICV, intentando presentar si dicha producción trae beneficios al bienestar de la población. Los datos son de corte transversal, dando así un plano general de las aglomeraciones de café en el departamento de Santander y su influencia en las variables socioeconómicas anteriormente mencionadas.

3.2 Fuentes de Información

Luego de una exhaustiva revisión bibliográfica las fuentes de información que se usarán en el trabajo de investigación son de carácter secundario, porque corresponden a bases de datos, donde se podrá encontrar artículos, revistas indexadas, publicaciones relevantes que contienen información sobre análisis espacial en el departamento de Santander reconocidas en el mundo académico por su gran relevancia. Es de resaltar que la exploración del tema se ha podido encontrar muy pocos trabajos de esta índole siendo esta una de las motivaciones de usar el método de econometría espacial para el Café Borbón Rojo, cruzando su producción con el ICV y las NBI. Los datos que se utilizarán en la investigación serán sacados del Departamento Administrativo

Nacional de Estadística (DANE), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) Y Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial (SIGOT).

3.3 Población y Muestra

La población a la que se dirigirá el proyecto es toda la población de Santander debido a que las variables del NBI y ICV afectan a toda la población que se estima según cifras del DANE para 2020 la cantidad de la población en Santander es de 2'280.000. Los datos para analizar serán sacados de las bases de datos que han sido mencionadas en el anterior párrafo. La muestra para analizar son todos los municipios productores del café de la variedad Borbón Rojo. Se pretende trabajar con los datos disponibles hasta su última publicación. Los datos disponibles varían entre dos años, el NBI su última publicación es de 2018, en cambio, para ICV y producción de Café Borbón Rojo es en el año 2008.

3.4 Análisis de Datos

El análisis espacial en Santander ha sido un tema rezagado debido a la poca realización de dichas investigaciones especialmente en temas agrarios ya que no se cuenta con las herramientas necesarias para la ejecución de este tipo de análisis a pesar de ser el sector agrario uno de los pilares de la economía departamental.

Para el desarrollo de la investigación se usarán tres métodos para analizar: el primero es el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), el segundo el Índice de Morán para hallar autocorrelaciones espaciales y por último análisis Local Indicator of Spatial Association (LISA) para encontrar fenómenos de aglomeración cruzando las variables que se han nombrado a lo largo del texto.

3.4.1 Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE)

Según Luc Anselin (1998) el análisis espacial abarca diferentes tipos de actividades “la estimación de modelos espaciales de interacción, el análisis estadístico de la función de densidad urbana y la implementación empírica de modelos econométricos regionales, podrían ser considerados econometría espacial”. La realización de análisis espacial a pesar de tener diversas ramas de actividades que pueden ser abordadas es poco usada ya que en sus comienzos se tuvo problemas por la simplicidad del modelo lineal al momento de demostrar la correlación de las variables y su ubicación geográfica.

Para el mejoramiento de esta técnica de análisis se presentaron mezclas de técnicas estadísticas las cuales se encargaron de perfeccionar los modelos usados y brindar un fortalecimiento al estudio del análisis espacial como lo fue la teoría de la homogeneidad o heterogeneidad espacial la cual está basada en la auto correlación espacial definida por Goodchild (1987) como la que se encarga de “reflejar el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas”. En el caso de esta investigación se presenta la relación que tienen los diferentes conglomerados productivos de café en Santander en cuanto las condiciones de vida de los habitantes de estas regiones y regiones vecinas basadas en los criterios de las similitudes que pueden existir entre las condiciones productivas en las diferentes zonas de la región y como estos conglomerados de producción pueden influir en la calidad de vida de sus habitantes.

Otra definición planteada por Yrigoyen (2006) establece que “El Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) se utiliza para identificar relaciones sistemáticas entre variables, o dentro de una misma variable, cuando no existe un conocimiento claro sobre su distribución en el espacio geográfico”. La investigación a realizar pretende encontrar la relación existente entre los

conglomerados productivos de Café Borbón Rojo en Santander y cómo están distribuidos en el departamento, revelando cómo repercuten de manera positiva o negativa sobre los lugares donde se es cultivado y sus territorios próximos, tratando de establecer una relación entre estas variables para así hacer visible las implicaciones generadas al cultivar.

Se presenta la ecuación (1) de la covarianza la cual se encarga de establecer el nivel de relación entre las variables analizadas y su ubicación geográfica.

$$cov[y_i, y_j] = E[y_i y_j] - E[y_i] \cdot E[y_j] \neq 0, \text{ for } i \neq j \quad (1)$$

Donde i, j hace referencia a las observaciones individuales (ubicación) y y_i (y_j) es el valor de las variables aleatorias o las variables estudiadas en el territorio establecido cuyo valor debe ser distinto a cero donde valores son analizados en términos de estructura espacial, interacción espacial y la disposición espacial de la observación.

3.4.2 Índice de Morán

El Índice de Moran es uno de los test con mayor incidencia en este tipo de análisis debido a que permite observar la correlación espacial de dichas variables. La teoría del análisis exploratorio de datos espaciales expuesta por Luc Anselin (1998) y Chasco Yrigoyen (2003) se encarga de establecer las bases teóricas y estructurales del análisis espacial de datos teniendo en cuenta el nivel de correlación de las variables en el espacio estudiado para así poder establecer aglomeraciones.

El índice de Morán según Chasco Yrigoyen (2006) que se puede observar en la ecuación (2) está en función de una variable (Y) tomando dos puntos en el espacio (i, j) brindando

correlaciones espaciales. El índice de Morán es de estadística deductiva lo que hace referencia que se juzga por prueba de hipótesis, en el que la hipótesis nula se refiere a que los patrones espaciales están distribuidos de manera aleatoria y la forma de juzgarlo es con el P-valor y con el nivel de significancia si este es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula (ArcGis, 1999).

$$I = N/S_0 \frac{\sum w_{ij}(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

3.4.3 Local Indicator of Spatial Association (LISA)

Los mapas LISA según Chisco Yrigoyen (2003) es la forma gráfica de representar el Índice de Morán, mostrando en mapas (cartografía) las autocorrelaciones espaciales donde la variable estará autocorrelacionada si los valores en un punto dependen de las regiones vecinas, este método de representar en un plano los datos permitirá encontrar los puntos calientes o “hots spot” o atípicos espaciales también conocidos como “holes” localizando los valores significativos de los datos estadísticos en gradación de colores para mejorar el análisis de los datos, la intensidad de estos dependerá de la significatividad de los datos.

4. Caracterización del Café Borbón Rojo y Variables Socioeconómicas

El café es uno de los productos insignia para los colombianos, ya que en 22 de los 32 departamentos se cultiva este grano con variables de temperatura que oscilan entre los 18 y 23 grados centígrados; además de sus matices en el aroma y sabor de acuerdo con la región donde se cultiva ya sea Región Norte, Región Centro o Región Sur con sus cultivos ubicados entre 800 y 2200 metros sobre el nivel del mar el cual da aroma, cuerpo, fragancia y acidez característica de

la región donde se cultiva. Su consumo en Colombia se estima alrededor de 1.79 millones de sacos (Federación Nacional de Cafeteros, 2018). El café cultivado en el departamento de Santander cuenta con una acidez media, un cuerpo alto y unas notas achocolatadas y un leve sabor a nuez debido a que su cultivo se lleva a cabo mediante el método del sombrío, con una temperatura de entre 18 y 22 grados centígrados y una altitud de entre 1300 y 1600 metros sobre el nivel del mar (González, 2016).

En Santander se destaca el cultivo de café Borbón Rojo con un cultivo de 21.325 hectáreas cultivadas en 17.883 fincas distribuidas en 72 de los 87 municipios del departamento. Junto a ello lo acompañan rigurosos procesos como lo son su proceso de sembrado manual, recolección, tostado y molido además de su cultivo sombrío el cual permite el uso de forma intensiva del terreno y adicional a ello reduce el nivel de brillo recibido por los cultivos el cual general el sabor característico de la Región Norte y el café Santandereano (Vargas, 2018).

En este apartado se presentará dos indicadores de carácter socioeconómico los cuales serán Necesidades Básicas Insatisfechas y el Índice de calidad de Vida en el departamento de Santander, cada uno de ellos tiene diferentes formas de medirse en las cuentas nacionales. Se presentará a continuación la forma de medirlos y su definición.

El método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) hace referencia a un sistema directo el cual permite evidenciar carencias críticas en una población y caracterizar la pobreza, utilizando indicadores directamente relacionados con cuatro áreas primordiales para el buen vivir de la población las cuales son vivienda, servicios sanitarios, educación básica e ingreso mínimo; estos datos se encuentran disponibles en los censos de población y vivienda. Según la medición del NBI, un hogar es considerado como pobre si presenta como mínimo una de las siguientes características: vivienda con materiales inadecuados, con servicios públicos de alcantarillado y acueducto

inadecuados, nivel crítico de hacinamiento, alto nivel de dependencia económica o cuando uno de los infantes entre 7 y 11 años no asiste a algún establecimiento escolar según el DANE (2020).

Las preguntas que son observadas en los censos de población y vivienda permiten reconocer el material predominante de los pisos, material de las paredes, tipo de servicio sanitario, fuente de obtención de agua potable, número de cuartos del hogar, número de residentes, nivel educativo, edad, relación o parentesco con el jefe de hogar, actividad económica, etc. De esta forma dado el valor adjudicado a cada pregunta se conoce si hace parte del grupo de personas que se encuentran en pobreza y cuáles son las condiciones globales de vida en los hogares (DANE, 1985).

El Índice de Calidad de Vida (ICV) es el resultado de una investigación en la cual se es cuantificada y caracterizada las condiciones de vida de los Colombianos mediante la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) la cual es una investigación realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) la cual tiene como objetivo recolectar información sobre diferentes aspectos y dimensiones del bienestar y las condiciones de vida de los hogares, incluyendo temas como el acceso a bienes y servicios tanto públicos como privados, salud, educación, atención integral para los menores de cinco años, etc. Posterior a la recolección y análisis de estos datos el DANE realiza la consolidación de estos en cual es posible evidenciar los diferentes niveles de vida en la sociedad (DANE, 2020).

La ECV permite la realización de investigaciones las cuales cuantifican y determinan las condiciones de vida de los colombianos mediante el análisis de preguntas relacionadas con vivienda, educación, salud, cuidado de los niños, fuerza de trabajo y relación entre ingresos y gastos. Dicha encuesta tiene cubrimiento nacional y corresponde a la cabecera y el resto de los municipios, esta información es recolectada en un periodo de 10 semanas, posteriormente se

establece la organización de los datos obtenidos para ser enviados al DANE y poder realizar el análisis de los datos obtenidos (DANE, 2009).

El análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) se puede dividir en dos partes o consta de dos partes muy importantes, la primera, es el comportamiento de la variable a analizar en el espacio (análisis univariado) y como segunda parte la relación de una variable con otra (análisis bivariado) (Buzai, 2009). Lo que pretende esta investigación es mostrar los dos análisis nombrados anteriormente con las variables anteriormente nombradas, las dos socioeconómicas como el NBI y el ICV para tener en cuenta las condiciones de la población y la producción de Café Borbón Rojo como producto agrícola del departamento de Santander.

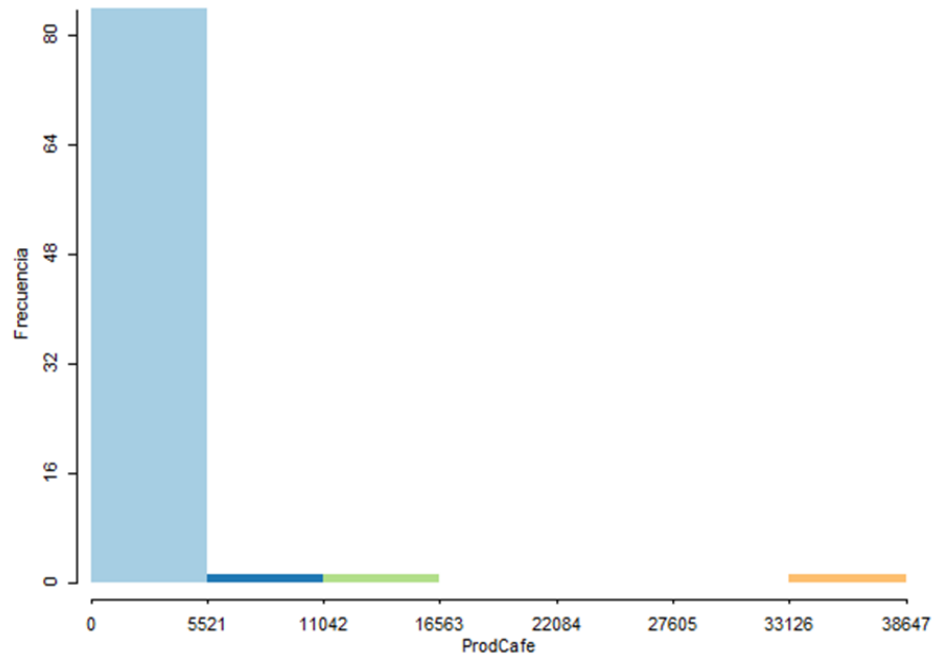
El análisis univariado tiene como fuerte métodos de estadística descriptiva, estos se presentarán por cada una de las variables a analizar. De esta manera se utilizarán en la primera parte del trabajo histogramas de frecuencias, mapas de *box-plot*, también la desviación estándar de esta manera se podrá mostrar el comportamiento de las variables y los datos atípicos de estas mismas, dichas variables son Necesidades Básicas Insatisfechas, Índice de Calidad de Vida y Producción de Café Borbón Rojo en el departamento de Santander.

4.1 Histogramas de Frecuencias

A continuación se presentarán histogramas de frecuencias de las variables a analizar que comprenden Producción de Café Borbón Rojo, Índice de Calidad de Vida (ICV) y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), los histogramas de frecuencia se utilizan cuando la variable a analizar posee valores similares y no se pueden distinguir en los mapas de cuantiles, los histogramas muestran el comportamiento de la variable en una gráfica por medio en donde la altura denota la frecuencia de los valores representados (De Corso Sicilia, 2017).

Los histogramas de frecuencias se utilizan para mostrar cómo están distribuidas las variables y donde están más concentrados sus valores.

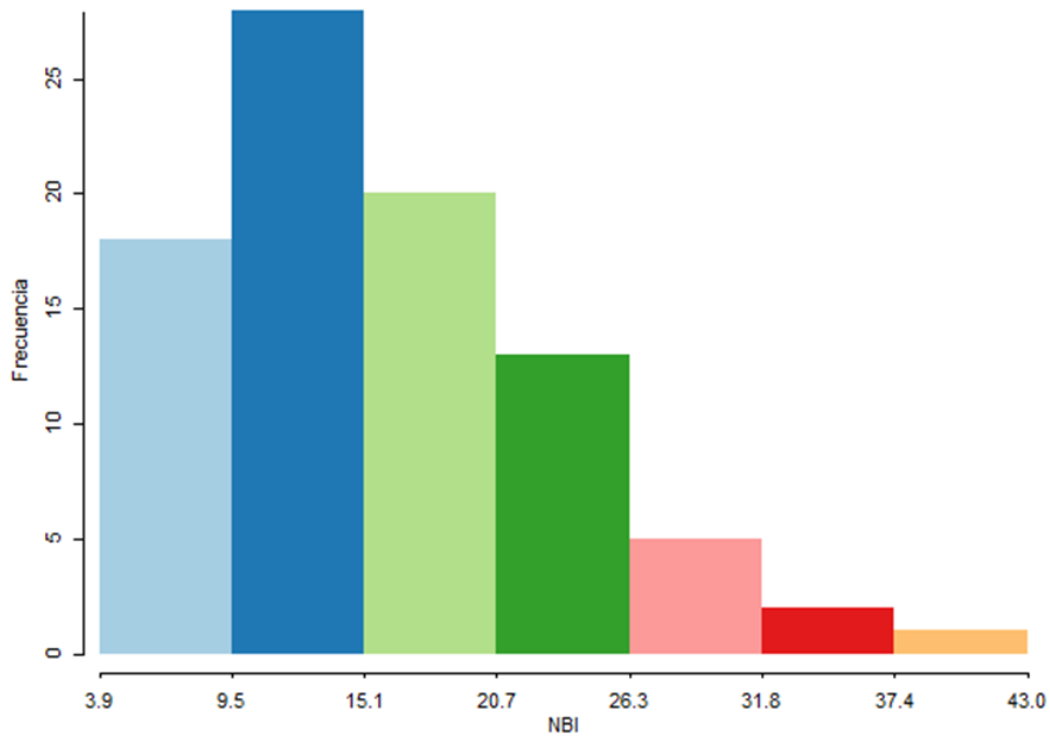
Figura 1. *Histograma de producción de café*



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

En la figura 1 se observa que la mayor cantidad de producción de café Borbón Rojo se encuentra entre [0-5521] kilos, es en donde más se encuentra agrupados los datos de dicha variable. De resto hay pocos municipios en Santander que superen la cifra de producción de dicho intervalo, como lo muestra el histograma en la figura 1.

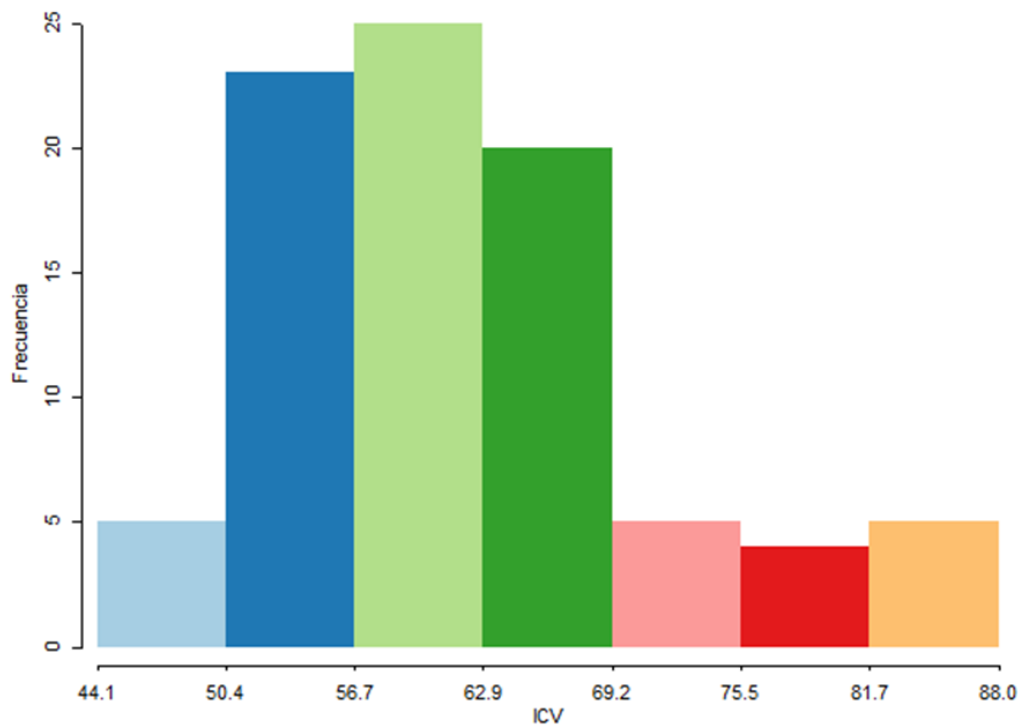
Figura 2. *Histograma Necesidades Básicas Insatisfechas*



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En este caso, la figura 2 nos muestra que la variable NBI en el cual se puede observar que es asimétrico hacia la derecha en el territorio santandereano en donde la mayoría de valores se encuentra entre [9.5-15.1] de tal manera que la mayoría de municipios del territorio del departamento de Santander oscilan entre dichos valores y las observaciones que son ya pocas se muestran luego de que su valor es mayor a 26.3 en el departamento. Todo esto se confirmará con los mapas de cuantiles que se mostrarán en otro apartado de este estudio.

Figura 3. *Histograma Índice de Calidad de Vida*



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

En la figura 3 se muestra que la concentración de la variable en los municipios de Santander está entre 50.4 y 69.2, respectivamente se podría decir que en dicho índice Santander goza de un buen índice en la mayoría de sus municipios sobrepasando la mayoría de municipios más de 50 en su calificación, no obstante, es de recordar que es una distribución más simétrica que las observadas en las figuras 1 y 2. Aunque, es de mención importante que la mayor concentración de la variable está entre [56.7-62.9] donde hay más municipios que oscilan entre dichos valores.

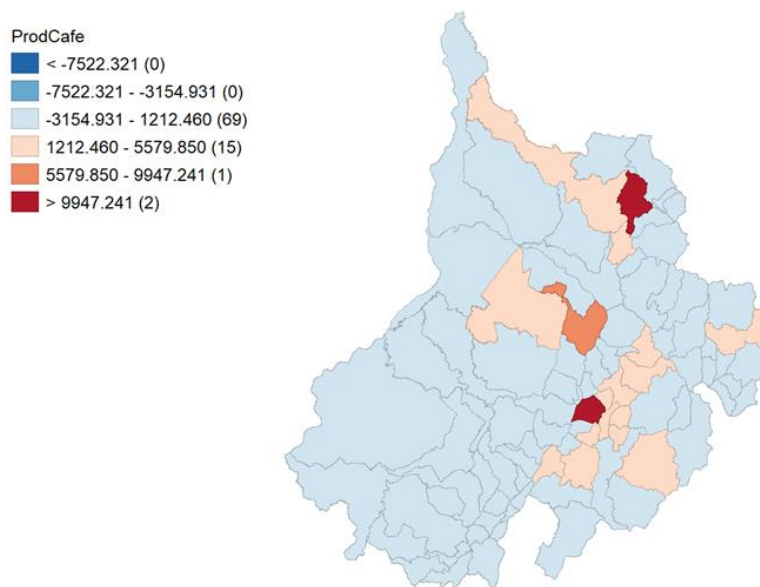
4.2 Mapas de Desviación Estándar

La desviación estándar permite observar que tan agrupado están los datos alrededor de la media y se puede calcular como está expresado en la fórmula 1 (Guitart, s.f). Es un punto

importante para el análisis de estadística descriptiva, mostrando así el comportamiento de los datos sí están alejados de la media estimando así la variación de los datos a analizar.

$$s = \sqrt{\frac{(x-X)^2 * fi}{n-1}} \quad (3)$$

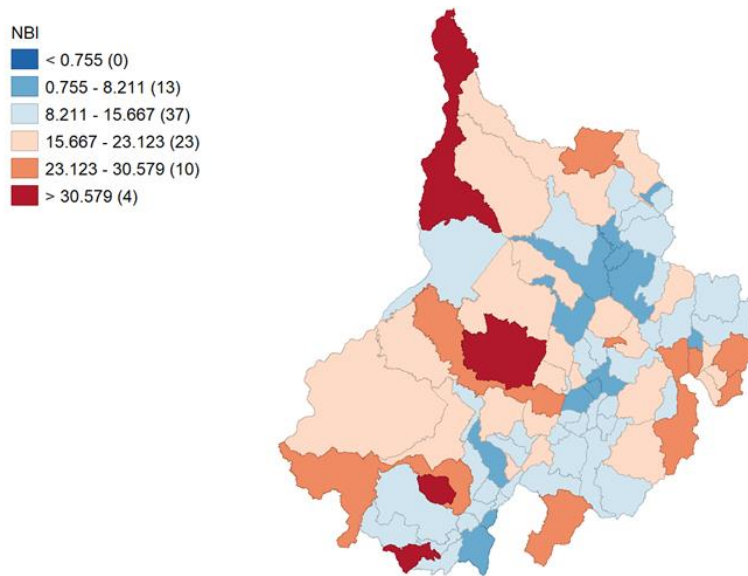
Figura 4. Mapa de desviación estándar de la producción de café



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

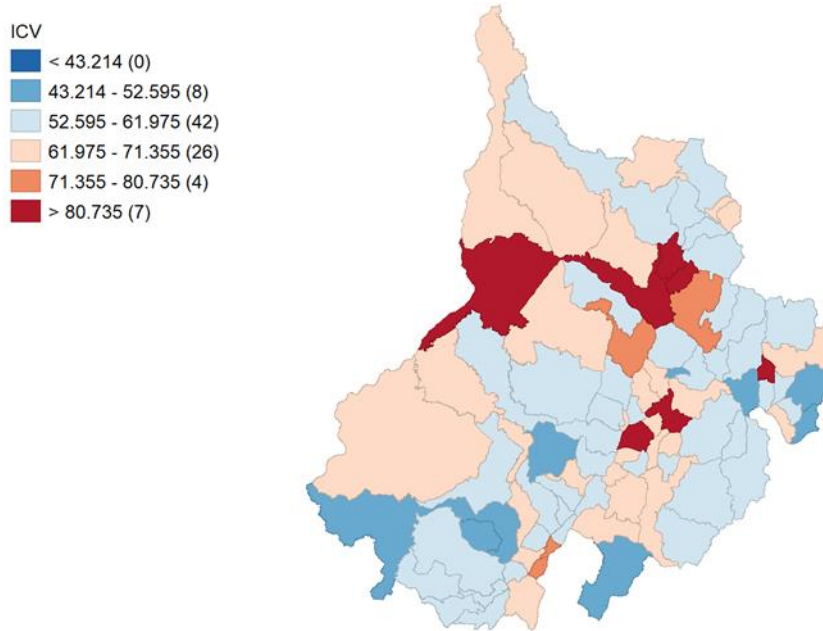
En el mapa de la desviación estándar de la producción de café (Figura 4) se encuentran dos municipios de Santander que tienen mayor grado de dispersión estándar la implicación que tiene la desviación estándar es el alejamiento o cercanía que tiene los datos, en los cuales se encuentra los municipios de Matanza y Pinchote, siendo estos los valores de la producción de Café Borbón Rojo lo más alejados de la media (1212.4598) o un rango más alto de lo esperado.

Figura 5. Mapa desviación estándar de Necesidades Básicas Insatisfechas



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En la figura 5 se puede observar que hay más municipios que tienen mayor grado de dispersión de los cuales se distinguen: Puerto Wilches, Florian, El Peñón y el Carmen de Chucurí, dichos municipios están alejados de los valores esperados de la variable NBI, se encuentran más dispersos de la media aritmética. Es de vital importancia saber para tener en cuenta en los análisis posteriores que se harán, mayor grado de dispersión entre la variable puede afectar al Índice de Morán que es la prueba que se practicará en apartados siguientes.

Figura 6. Mapa desviación estándar Índice de Calidad de Vida

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

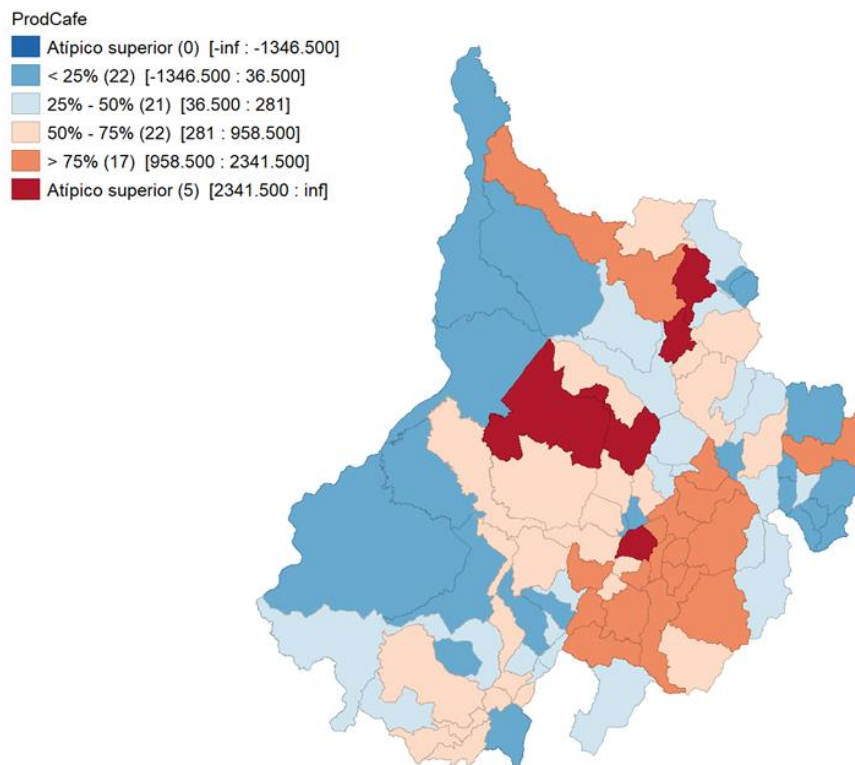
En la variable ICV (figura 6) se puede observar que hay varios municipios con su desviación típica alta, donde muestran estar alejados de su valor esperado. Como se aprecia en la figura 6 de manera más ilustrativa entre ellos se distinguen, Barrancabermeja, Girón, Floridablanca, Bucaramanga, San Gil, Socorro y Málaga, mientras su media aritmética (61.9749).

4.3 Datos Atípicos y Mapas

Los valores atípicos, son observaciones de la variable que pueden ser muy altos o muy bajos que pueden no ser representativos a la hora de analizarlos, afectando así el análisis de los datos, en varios casos se recomienda eliminarlos para que el modelo se ajuste mejor (Acevedo, 2008). Se presentarán los mapas de las respectivas variables, así mismo de manera cartográfica se podrá observar qué municipios contiene esos valores altos/bajos como datos atípicos. Es

importante mostrarlos en la investigación debido a que dichos valores pueden afectar los resultados del Índice de Morán univariable y bivariable que se hará posteriormente, de esta manera se presentan los datos atípicos de las tres variables que se analizarán Producción de Café Borbón Rojo, NBI, ICV.

Figura 7. Mapa de valores atípicos de producción de café

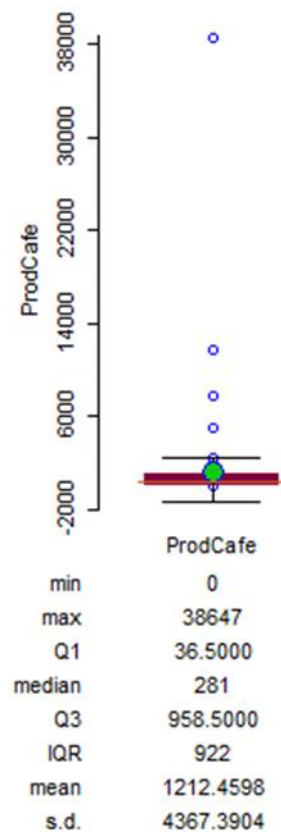


Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

En la figura 7 se observan los valores atípicos de la producción de café en el departamento de Santander distinguiéndose así los municipios con sus valores respectivos de San Vicente de Chucurí (2434.34), Zapatoca (7771.55), Matanza(11616), Bucaramanga (5059), y Socorro (38647). Todos estos municipios son valores atípicos porque se salen 1.5 veces del rango

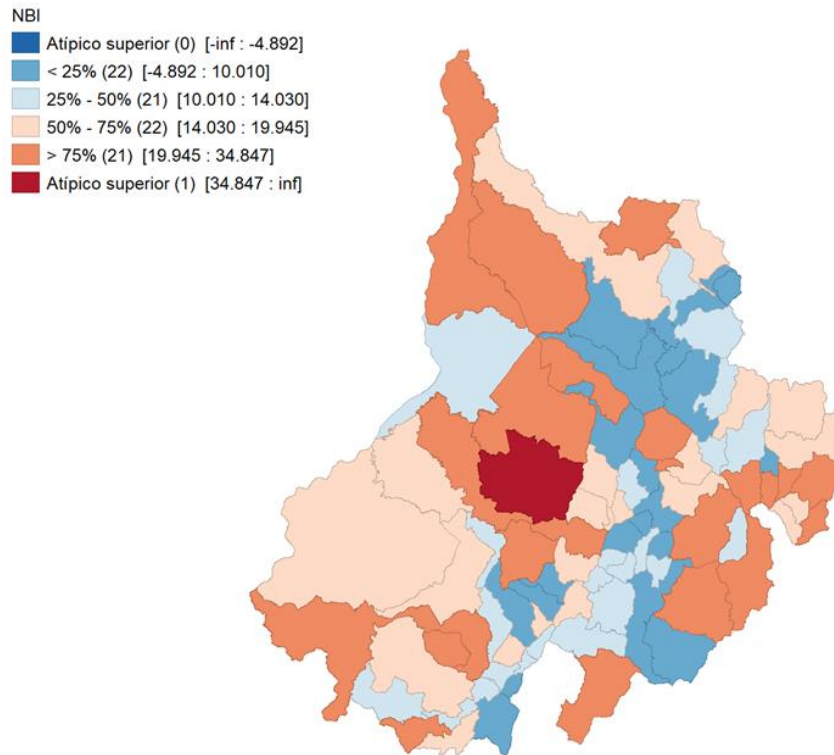
intercuartílico, para corroborar dicha información se presentará un diagrama de cajas y bigotes donde se mostrará dicha información.

Figura 8. *Diagrama de Cajas y Bigotes de la Producción de Café Borbón Rojo*



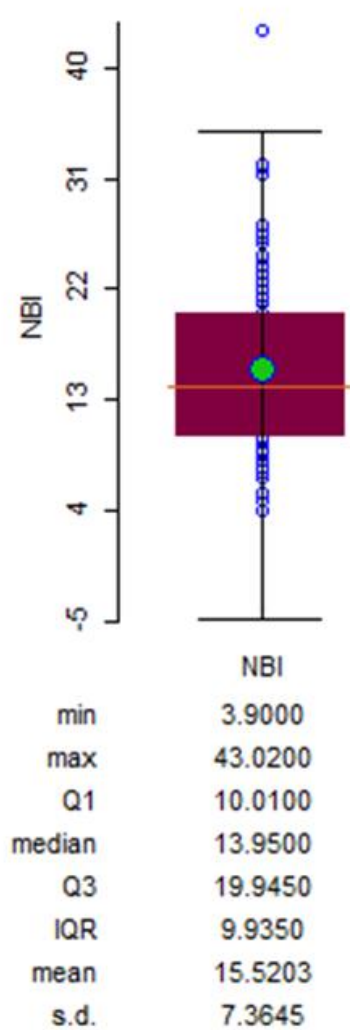
Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

En el diagrama de cajas y bigotes representa los valores atípicos hallados en la variable correspondiente que fueron retratados en la cartografía del mapa de Santander en el párrafo anterior.

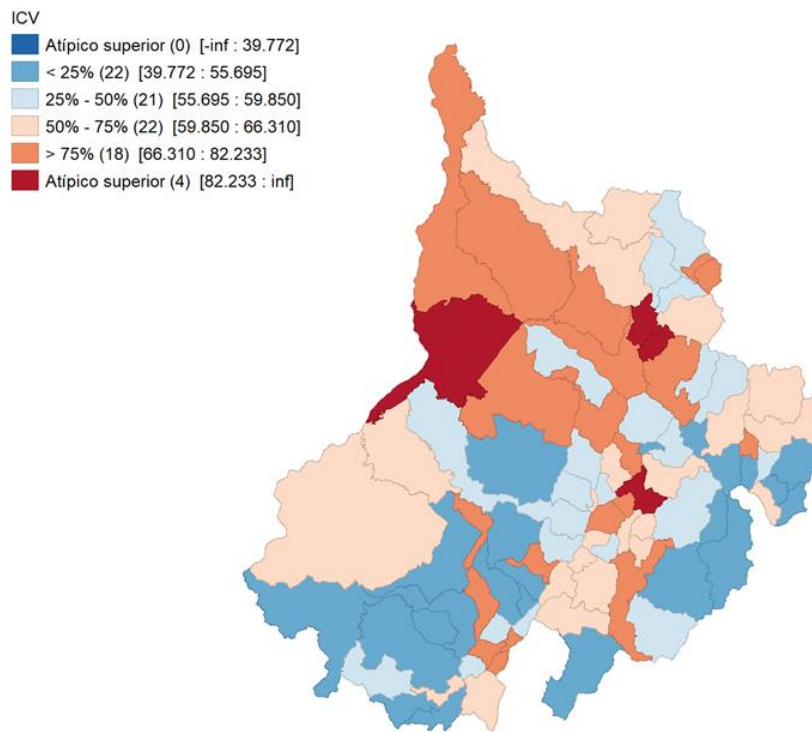
Figura 9. *Mapa de Valores Atípicos de Necesidades Básicas Insatisfechas*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En la figura 9 solo se encuentra un valor atípico el cual es el municipio de El Carmen de Chucurí (43.02). El valor atípico arrojado es porque el Carmen de Chucurí tiene un NBI muy alto saliéndose de la media y la mediana de la variable de este valor atípico se puede corroborar con su respectivo diagrama de cajas y bigotes el cual se verá a continuación dando sentido al mapa anterior. Los valores atípicos se deben identificar para que el modelo a ejecutar se pueda de mejor manera, debido a que estos pueden afectar en los resultados finales.

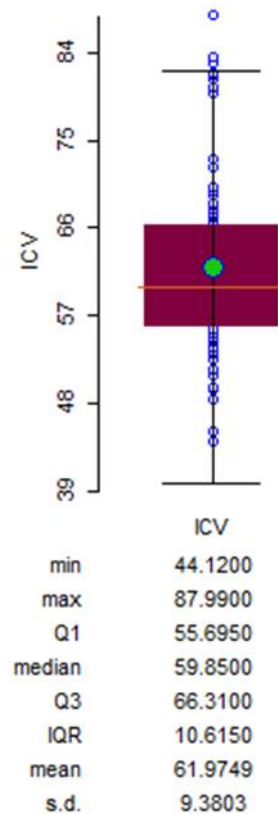
Figura 10. *Diagrama de Cajas y Bigotes en el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

Figura 11. Mapa de valores atípicos de Índice de Calidad de Vida

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

Por último, se encuentra la figura 11 que ilustra la variable de ICV en el departamento de Santander donde presenta valores atípicos en el municipio de Barrancabermeja (82.93) , Floridablanca (87.81), Bucaramanga (87.99) y el municipio de San Gil (83.61), como lo muestra el mapa. Es de aclarar que todos los municipios con datos atípicos en el ICV son los que mayormente aportan económicamente Bucaramanga y Floridablanca es donde más empresa e industria hay en el departamento, en Barrancabermeja encontramos la refinería de petróleo y las regalías que este pueda traer y San Gil su gran turismo, pilares económicos para que Santander para el 2019 su crecimiento en el Producto Interno Bruto (PIB) fuera de 2.9% (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2020). Para demostrar la información se mostrará una nueva imagen del diagrama de cajas y bigotes de la variable ICV.

Figura 12. *Diagrama de Cajas y Bigotes en el Índice de Calidad de Vida*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

Como se nombró anteriormente el diagrama de cajas y bigotes corrobora la existencia de datos atípicos en la variable ICV, los cuales están retratados en el mapa anterior, no obstante, es de recordar que se define como datos atípicos si está 1.5 afuera del rango intercuartílico. Los datos atípicos en un análisis normal deberían ser eliminados debido a que pueden dañar el modelo que se quiera implementar, no obstante, en este caso de econometría espacial no se eliminarán porque puede ayudar a encontrar clúster de la variable a analizar.

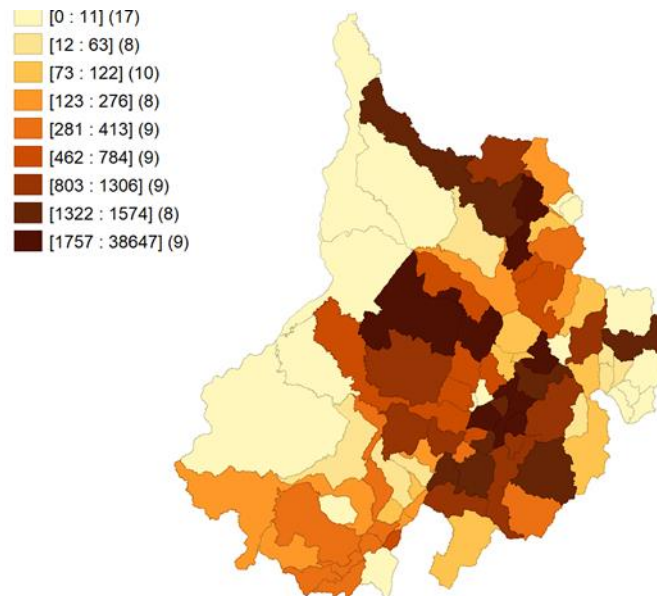
4.4 Mapas de Cuantiles

Los mapas que se presentarán a continuación se dividieron en cuantiles o en medidas de posición no centradas de los cuales se pueden distinguir: Cuantiles, Deciles, Percentiles cada uno correspondiendo a un grado distinto de división, las medidas de posición no centradas indican la posición de una variable ordenada en partes iguales (Guitart s.f). Esta estrategia gráfica se utiliza para verificar los posibles clústeres que se pueden formar en las distintas variables que se han nombrado a lo largo del documento, es por eso que se presentan los mapas de cuantiles de las 3 variables.

En el caso que se mostraran los mapas, se dividieron por deciles, para dividirlos de utiliza la fórmula 1 y se dividen en 10 partes iguales entre intervalos de calor contados desde D1, D2, ..., D10 (Guitart, s.f). Es importante recalcar la importancia de los colores en los mapas tanto para ICV y la producción de Café Borbón Rojo las zonas donde sean más claras son por la poca concentración de la variable y zonas más oscuras mayor concentración.

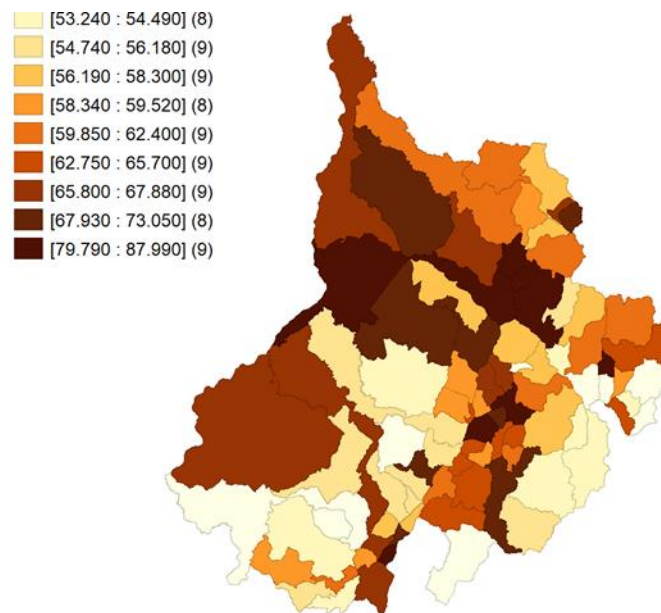
$$1. \quad D_K = \frac{k(n+1)}{100} \quad (4)$$

Donde n es el número de observaciones y k es el número del decil que se quiere hallar.

Figura 13. Mapa de Cuantiles Café Borbón Rojo en el Departamento de Santander

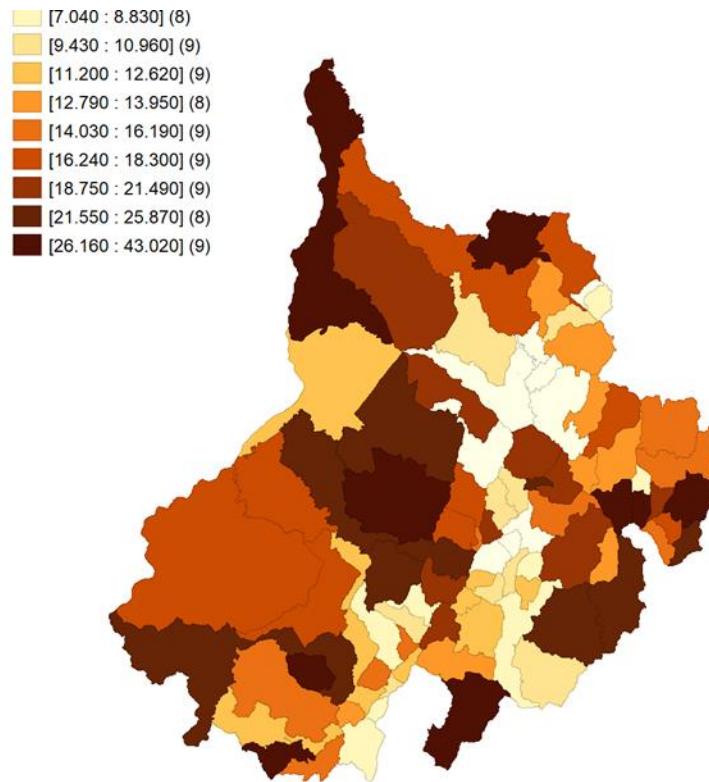
Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En la figura 13 se puede observar el proceso de la ubicación de la variable en el espacio, dándole el valor que corresponde a cada uno de sus 87 municipios, en los que se ve reflejado la producción del café en mención. Lo que se puede apreciar es que las zonas en las que menos se cultiva dicho producto están ubicadas en las provincias de Yaguíries y Vélez, que a su vez son las que colindan con el departamento de Antioquia, así mismo, se aprecia mayor incidencia de producción en la provincia Comunera y Guanentá sin antes hacer mención a la acumulación de producción de café en la parte superior de la provincia metropolitana. Los puntos en que su producción es media es la parte inferior de la provincia de Vélez. Se hace mención especial a la provincia de García Rovira debido a que tiene poca producción de Café Borbón Rojo exceptuando un municipio. No obstante, se debe saber que no en todo el territorio Santandereano se produce este tipo de café.

Figura 14. Mapa de Cuantiles Índice de Calidad de Vida en el Departamento de Santander

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

La figura 14 en el plano cartográfico de Santander como está distribuido en este caso la variable, Índice de Calidad de Vida (ICV) visualizando así que los puntos más altos de dichos índices se encuentran concentrado en Bucaramanga y su Área Metropolitana. Sus mayores valores se ven agrupados en los límites con el departamento de Antioquia y Bolívar en este caso donde están los intervalos entre ([62.7-87.9]) que corresponden a las provincias de Yaguiríes y Vélez (parte superior de la provincia) sin dejar atrás lo anteriormente nombrado con Bucaramanga AM. Descendiendo del mapa los valores empiezan a ser menores mostrando los intervalos que se encuentran situados en ([53.2-58.5]) en el caso de los que tienen limitan con los Departamentos de Boyacá en los que comprenden las provincias de Vélez (Parte inferior), Comunera, siguiendo de Guanentá y sus valores medios limitan con los departamento de Norte de Santander y el Cesar donde se encuentran ubicadas parte de las provincias García Rovira y Soto Norte.

Figura 15. *Mapa de Cuantiles Necesidades Básicas Insatisfechas*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En la figura 15 se observa en el mapa de Santander como está distribuida la variable Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). En lo que se puede examinar en la cartografía es que los valores menores se encuentran en el centro del departamento, mientras en la periferia es que los valores se hacen más grandes, es decir, es decir donde limitan con los demás departamentos en este caso son: Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cesar, Norte de Santander. Podríamos apreciar que el centralismo del departamento es quien lleva más el desarrollo, a sus zonas más periféricas y que limitan con los demás departamentos no tienen las mismas oportunidades. Aunque es de resaltar que en las provincias de Comuneros y Yaguiríes es donde hay mayor concentración de la variable NBI.

Es de recordar, que esto es solo una representación de las variables en el espacio, es decir, no se puede sacar ninguna conclusión respecto si existen *Hots-spots* o *Holes* en el departamento de Santander. Como se nombró anteriormente en todas las figuras presentadas (en caso de mapas) y como están distribuidos los datos a analizar que se pueden ver en los histogramas se ubicó la variable producción de Café Borbón Rojo, Índice de Calidad de Vida y Necesidades Básicas Insatisfechas respectivamente que valor correspondía a cada uno de los 87 municipios que pertenecen al departamento de Santander.

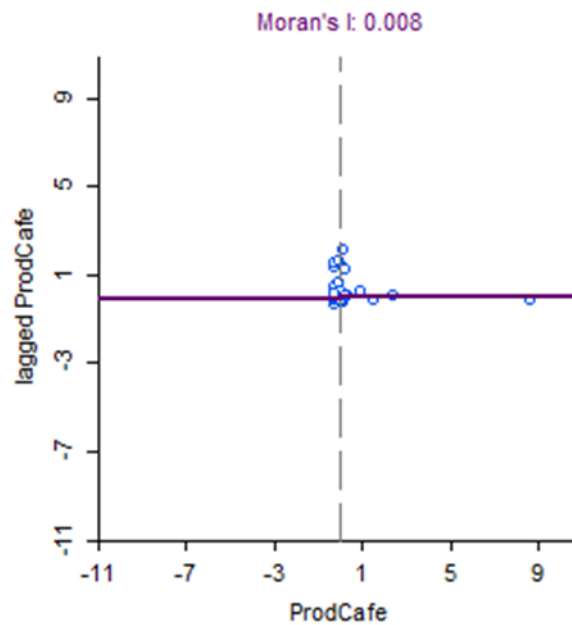
5. Índice de Morán y Diagramas LISA

En esta segunda parte se dividirá en dos partes, primero se presentará el Índice de Morán univariable y bivariable y en segundo lugar los diagramas LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

5.1 Índice de Morán

El Índice de Moran es un test con mayor incidencia en este tipo de análisis debido a que permite observar la correlación espacial de dichas variables. La teoría del análisis exploratorio de datos espaciales expuesta por Luc Anselin (1999) y Chasco Yrigoyen (2003) se encarga de establecer las bases teóricas y estructurales del análisis espacial de datos teniendo en cuenta el nivel de correlación de las variables en el espacio estudiado para así poder establecer aglomeraciones.

5.1.1 Índice de Morán Univariable

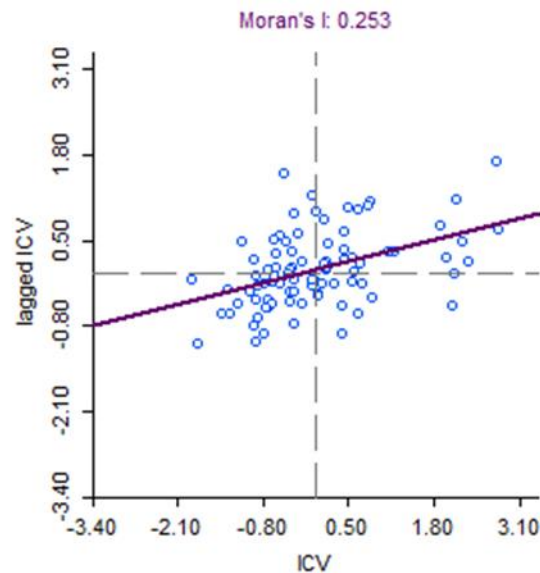
Figura 16. *Índice de Morán Univariable de Producción de Café Borbón Rojo*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

H_0 : Los datos están repartidos de manera aleatoria

H_1 : Los datos no están repartidos de manera aleatoria

En este caso (figura 16) se presenta el Índice de Morán Univariable de la producción del Café Borbón Rojo en el departamento de Santander, la hipótesis nula plantea que los datos están repartidos de manera aleatoria en los 87 municipios de Santander y se juzgará como se ha nombrado anteriormente con un nivel de significancia del 5%, en este caso, $0.05 > 0.008$ lo cual lleva a aceptar la hipótesis nula donde los datos sí están repartidos de manera aleatoria en el territorio Santandereano, lo que significa, que afectará de manera negativa la investigación debido a que no hay formación de clúster de producción de café.

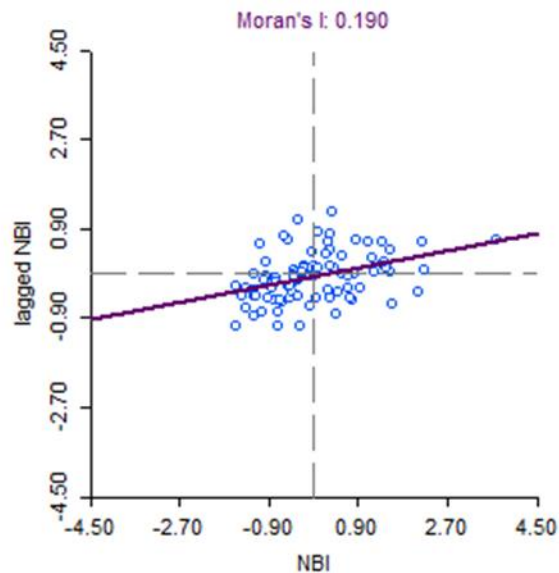
Figura 17. Índice de Morán univariable del ICV

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

H_0 : Los datos están repartidos de manera aleatoria

H_1 : Los datos no están repartidos de manera aleatoria

En la figura 17 se presenta Índice de Morán univariable del ICV, juzgando así con la prueba de hipótesis como se está mostrando, el nivel de significancia no es mayor que la prueba realizada, es decir, $0.05 < 0.253$, lo que hace se rechace la hipótesis nula y se acepte la hipótesis alternativa, los datos están distribuidos de manera no aleatoria, al haber correlación espacial, dada la prueba de hipótesis del Índice de Morán habrá formación de clúster en la variable NBI.

Figura 18. *Índice de Morán Univariable de NBI*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

H_0 : Los datos están repartidos de manera aleatoria

H_1 : Los datos no están repartidos de manera aleatoria

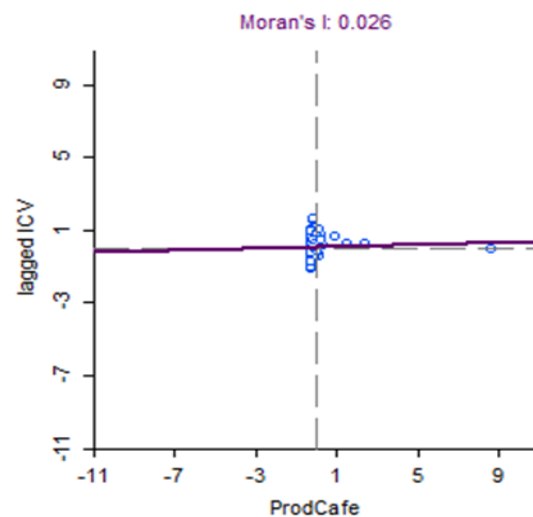
En la figura 18, utilizando el mismo método de las dos anteriores variables se podría decir que se acepta la hipótesis alternativa debido a que el nivel de significancia no alcanza a ser mayor que el Índice de Morán arrojado para la variable NBI, $0.05 < 0.190$, concluyendo así que los datos no están repartidos de manera aleatoria, en este caso, también habrá formación de clúster en la variable de ICV en el departamento de Santander.

5.1.2 Índice de Morán Bivariable

El Índice de Morán Bivariable está compuesto en el eje de las abscisas la producción de Café Borbón Rojo y el eje de las ordenadas está la variable socioeconómica ya sea NBI o ICV,

intentado mostrar si hay correlación espacial con las dos variables, si, en zonas que realizan la producción de dicho café ayuda al mejoramiento de los índices socioeconómicos presentados.

Figura 19. Índice de Morán NBI vs Producción de Café

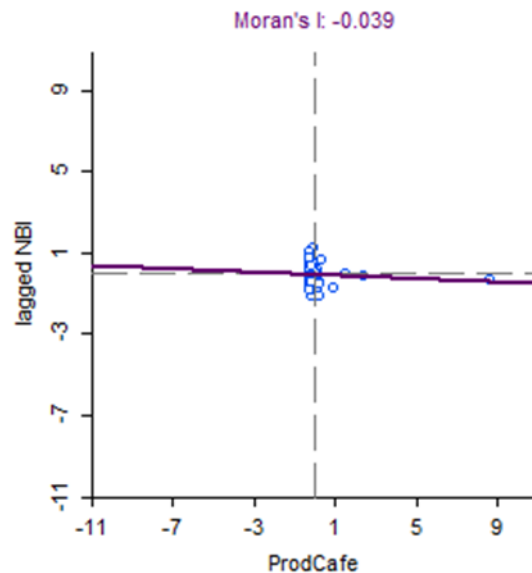


Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

H_0 : Los datos están repartidos de manera aleatoria

H_1 : Los datos no están repartidos de manera aleatoria

En la figura 19 se presenta el Índice de Morán bivariable del NBI vs la producción de Café Borbón Rojo, la prueba de hipótesis continúa siendo la misma que la univariable en este caso $0.05 > 0.026$, así que se acepta la hipótesis nula en la que los datos están repartidos de manera aleatoria en los municipios de Santander, la no formación de clúster, también se puede decir que la producción de Café Borbón Rojo no influye de manera positiva al mejoramiento del Índice de calidad de vida.

Figura 20. Índice de Morán ICV vs Producción de Café

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

H_0 : Los datos están repartidos de manera aleatoria

H_1 : Los datos no están repartidos de manera aleatoria

En la figura 20, se presenta ICV vs producción de Café Borbón Rojo en el departamento de Santander y en este caso el índice de Morán es negativo, arrojando así que hay alta dispersión de las variables en cuestión aceptando así la hipótesis nula en que las variables están repartidas de manera aleatoria $0.05 > -0.039$. Al no haber autocorrelación espacial se podría decir que la producción de café no es una variable importante para el mejoramiento de la variable NBI.

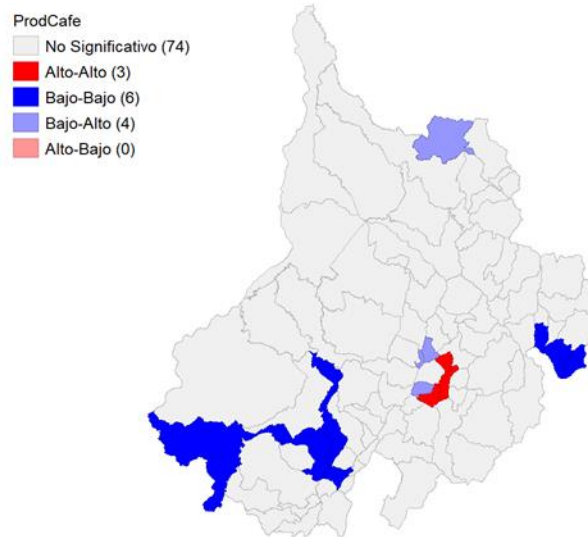
5.2 Local Indicator of Spatial Association (LISA)

Los mapas LISA según Chasco Yrigoyen (2003) es la forma gráfica de representar el Índice de Morán, mostrando en mapas (cartografía) las autocorrelaciones espaciales donde la

variable estará autocorrelacionada si los valores en un punto dependen de las regiones vecinas, este método de representar en un plano los datos permitirá encontrar los puntos calientes o “hots spot” o atípicos espaciales también conocidos como “holes” localizando los valores significativos de los datos estadísticos en gradación de colores para mejorar el análisis de los datos, la intensidad de estos dependerá de la significatividad de los datos.

En este caso se presentarán los diagramas LISA en dos partes primero el univariable y de segundo el bivivariable; el primero se ejecutará el diagrama LISA solo con una variable, en el bivivariable se hará la combinación entre las variables socioeconómicas y la producción de café. Vale la pena aclarar que hay cinco categorías que se distinguen entre: no significativo, alto-alto, bajo-bajo, bajo-alto y por último alto-bajo cada una con su correspondiente color. Estos valores se distribuyen de esta manera porque es importante saber si los datos analizados están agrupados, dispersos o son aleatorios en la formación o no de clúster. Las categorías se agruparán de acuerdo a la concentración de la variable a analizar. Que la categoría sea alto-alto significa que hay municipios con altos valores en ambas variables que se analizarán, bajo-bajo esto se entiende que hay bajos valores en las variables a analizar en los dos ejes, bajo-alto o alto-bajo, todo esto corresponderá a los valores que se encuentran en los ejes X y Y correspondiente en el plano cartesiano, es decir, si es alto-alto, es de destacar que la importancia del método de la econometría espacial se centra en encontrar hots-spots o holes los cuales solo se pueden dar en la categoría Alto-Alto y Bajo-Bajo respectivamente.

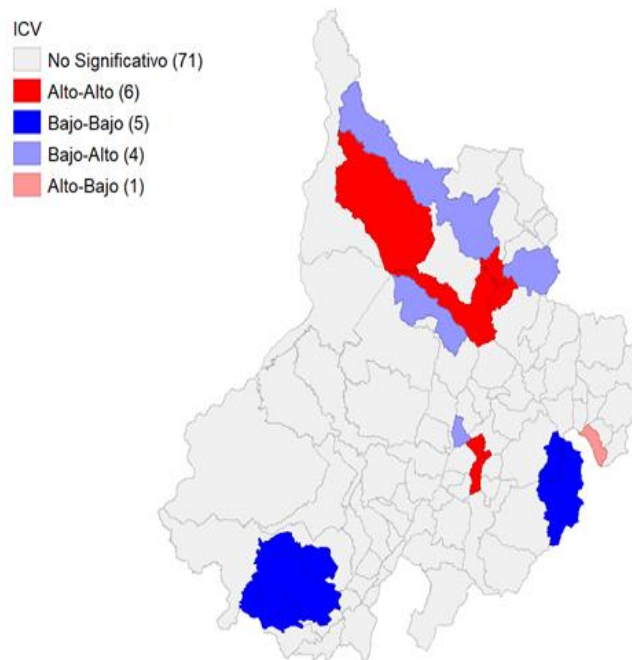
5.2.1 Diagramas LISA Univariables

Figura 21. *Diagrama LISA de Producción de Café Borbón Rojo*

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

En la figura 21, se distingue una concentración Bajo-Bajo esto es otro clúster que se denomina como un holes encontrados en los municipios de Bolívar y Vélez, también, en los municipios de Macaravita, San Miguel, Capitanejo y San José de Miranda de los cuales se distingue que son municipios que limitan con el departamento de Boyacá. Así mismo, se distinguen 3 municipios con concentraciones Alto-Alto que son Paramo, Pinchote y Confinas, por último, también se observa Bajo-Alto en los municipios de Cabrera, Palmas del Socorro y El Playón.

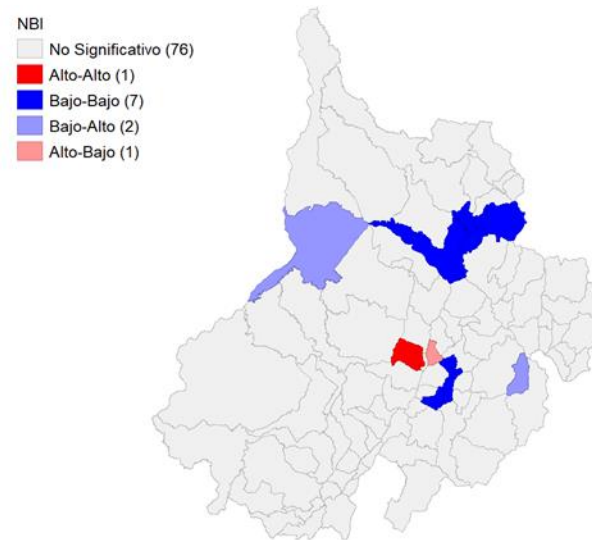
Figura 22. *Diagrama LISA de ICV*



Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

La figura 22, presenta altas concentraciones (Alto-Alto) en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Puerto Wilches, además con el Páramo y Pinchote. Así mismo se encuentra baja concentración (Bajo-Bajo) en los municipios de La belleza, Sucre y El Peñón adicionando a Onzaga y San Joaquín. Las concentraciones Bajo-Alto están en los municipios de Tona, Rionegro y Betulia sin dejar al municipio de Cabrera y solo uno de concentración Alto-Bajo que es el municipio de Capitanejo.

Figura 23. *Diagrama LISA de NBI*

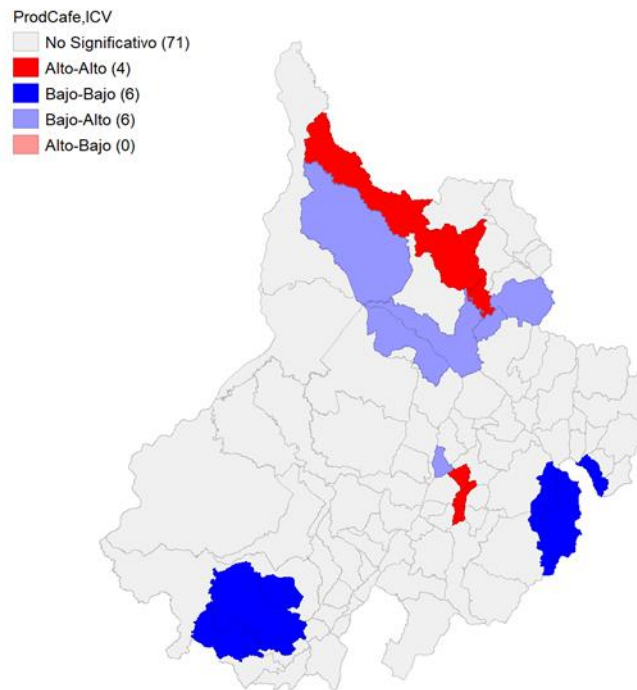


Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018)

En la figura 23 se encuentran municipios Bajo-Bajo esto nos hace mostrar que existen holes en el departamento de Santander de los cuales se distinguen los municipios de Tona, Bucaramanga, Floridablanca y el municipio de Girón, también se le añaden los municipios de Paramo, Pinchote y confines. Solo se Distingue uno Bajo-Bajo que es Hato, Alto-Bajo es el municipio de Cabrera y, por último, los municipios de San Joaquín y Barrancabermeja que se sitúan en Bajo-Alto.

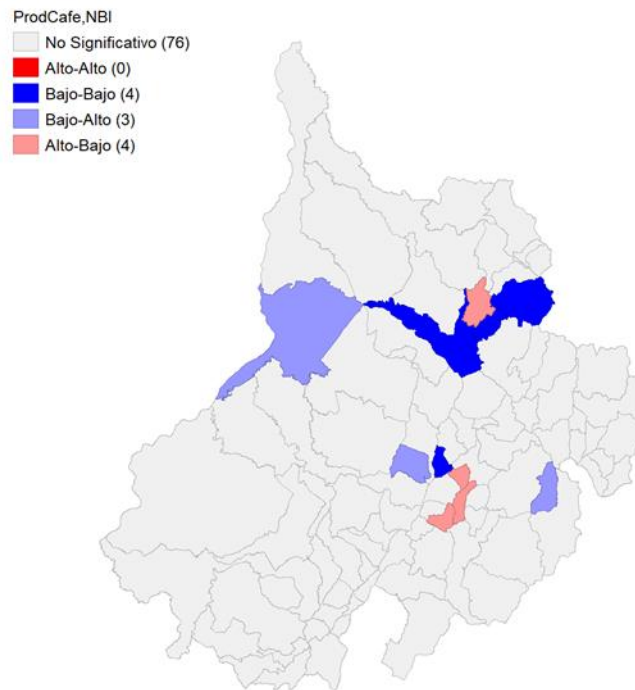
5.2.2 Diagramas LISA Bivariable

En este se distinguen los diagramas LISA bivariable, o sea, con la combinación de los indicadores socioeconómicos con la producción del café que se ha nombrado a lo largo del trabajo.

Figura 24. Diagrama LISA de ICV vs Producción de Café Borbón Rojo

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

La figura 24 muestra el comportamiento de las dos variables, en donde se encuentran concentraciones Alto-Alto es decir que hay alta concentración de la variable ICV rodeado de alta concentración de producción de Café Borbón Rojo encontrando así un Hots-spots entre las variables que se analizaron se distinguen los municipios de Rio Negro y Bucaramanga, también al centro del departamento en Paramo y Pinchote, además en las periferias se encuentran las concentraciones Bajo-Bajo lo que puede mostrar que el ICV es bajo y está rodeado de baja producción de café en los municipios como La Belleza, Sucre y El Peñón, también en Capitanejo, Onzaga y San Joaquín. Por último, concentraciones Bajo-Alto (Baja concentración de la variable ICV rodeada de alta producción de café) en los municipios de Tona, Floridablanca, Girón, Betulia y Sabana de Torres.

Figura 25. Diagrama LISA de NBI vs Producción de Café Borbón Rojo

Adaptado de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2008)

Los Municipios con concentraciones Bajo-Bajo comprenden Tona, Floridablanca, Girón y al centro del departamento Cabrera, lo que se podría decir que hay una baja concentración de NBI rodeado de baja producción de café Borbón Rojo en los que se muestran de manera cartográfica poca concentración de las dos variables a analizar. Concentraciones Alto-Bajo, en este caso el centro del departamento están los municipios de Paramo, Confines y Pinchote sumándole la capital del departamento: Bucaramanga lo que respecta que hay altas concentraciones de NBI rodeada de poca producción del café mencionado a lo largo del proyecto. Y las concentraciones Bajo-Alto (Bajas concentraciones de la variable NBI rodeado de alta producción de Café Borbón Rojo) son casi aisladas donde están los municipios de San Joaquín, Hato y Barrancabermeja (figura 25).

6. Conclusiones

Se puede apreciar debido a las pruebas del Índice de Morán es que en el departamento de Santander no hay formación de “clúster” la producción del Café Borbón Rojo, en varios municipios no se cultiva y los datos no fueron significativos estadísticamente para la creación de *hot-spot* o *holes*, así mismo, no se muestra significativo que el cultivo del café mencionado a lo largo del texto pueda influenciar para el mejoramiento de las variables que se analizaron como las Necesidad Básicas Insatisfechas y el Índice de Calidad de Vida, no se muestran ninguna de las dos combinaciones relevantes estadísticamente, sumando solo la del café.

Esto quiere decir que una actividad del sector primario como lo es la producción de café no podrá elevar el nivel de vida de los habitantes de los 87 municipios que constituyen el departamento de Santander, de tal manera que quizá otra variable que repercuta más en el crecimiento económico de la región podría tener correlación espacial y poder elevar los nobeles tanto de ICV como de NBI del departamento.

Se podría concluir como segundo punto que los mejores valores de los indicadores se situaron en donde se encontraba la capital del departamento, en este caso Bucaramanga, Floridablanca, Girón. La mayoría perteneciendo al área metropolitana mostrando así que la periferia no puede competir con el centralismo que maneja la capital, aunque es de supervisar que el AM de Bucaramanga no se dedica a la producción, sino que existen una cantidad mayor de empresas.

El ICV como indicador de medición de pobreza hace que se concluya que la pobreza en algunos municipios del departamento de Santander aparte de ser multidimensional es también geográfica, esto se aprecia en la figura 19 donde las aglomeraciones son en municipios que están limitando con el departamento de Boyacá, con bajos índices de la variable nombrada.

Según los resultados arrojados por la estadística (Índice de Morán) la producción de Café Borbón Rojo no puede influenciar de manera significativa al mejoramiento de las variables socioeconómicas como los fueron el NBI y el ICV, dado que su relevancia no es tan importante para las variables, también porque la agricultura en este momento no un apartado de mejoramiento de dichos índices como lo puede ser el sector empresarial.

Se deja como un primer paso para seguir la investigación del AEDE de cómo se maneja la econometría espacial y es el primer acercamiento de investigación propuesto por estudiantes de pregrado, se deja la base para nuevas investigaciones que la facultad pueda animar.

Referencias

- Acevedo Bohórquez, I. y Velásquez Ceballos, H. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 12(27), 9-34
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/705/627>
- Álvarez, C., y Gonzáles, C. (2012). Análisis espacial de la violencia homicida. *Revista de Economía y Administración*, 70-84.
- Anselin, L. (1999). The future of spatial analysis in the social sciences. *Geographic Information Sciences*, 5 (2), 67-76.
- ArcGis (1999). *Spatial análisis software sistema de información geográfica*. [software]. Esri.
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-statistics/h-how-spatial-autocorrelation-moran-s-i-spatial-st.htm>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2014). *Location theory*. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/topic/location-theory>
- Bugueño-Fuentes, Z. (2018). Análisis histórico-espacial del uso del borde costero en San Juan, mar interior de Chiloé. *AUS Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad*, 23, 20-27.
doi:10.4206/aus.2018.n23-04
- Buzai, G. (2009). Análisis exploratorio de datos espaciales. *Geografía y sistemas de información geográfica*, 1-12.
- Cámara de Comercio de Bucaramanga (2020). Producto Interno Bruto de Santander.
- Chasco Yrigoten, M. (2003). Métodos gráficos del análisis exploratorio de datos espaciales.
<https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTLIB/857578>

- Chasco Yrigoyen, M. (2002). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales*. [Tesis doctoral, Economía Aplicada]. Universidad Autónoma de Madrid. Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Madrid <http://hdl.handle.net/10486/4077>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (1985). Dirección de Metodología y Producción Estadística. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2009). Metodología Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018). Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020). Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV). Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/calidad-de-vida-ecv>
- Federación Nacional de Cafeteros (2013). El sector cafetero como motor de la economía y garantía de estabilidad y paz social.
- Federación Nacional de Cafeteros (2014). Dinámica del consumo interno del café en Colombia. 37-72
- Federación Nacional de Cafeteros (2018). *Informe 2018 del gerente general de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*. 51-69

- Fernandez, D. y Guitart, M. (s.f). *Estadística descriptiva y análisis de datos*. [Diapositivas Aula Virtual de Estadística]. Cátedra: Probabilidad y Estadística Universidad Tecnológica Nacional. <http://www1.frm.utn.edu.ar/estadistica/documentos/ed&ad.pdf>
- Gonzáles, C. (2016). *La producción del café de alta calidad y los impactos generados en el ámbito social, ambiental y económico en Colombia*. [Trabajo de Grado, Agrónomo]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio Institucional Universidad Abierta y a Distancia UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17517/12279824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Goodchild, M. (2005). *Geographical information systems and science*. USA: John Wiley & Sons Ltda
- López, O et ál (2017). Caracterización de los ecotopos cafeteros colombianos en el triángulo del café. *Perspectiva Geográfica*. 22(1), 89-108. <http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v22n1/0123-3769-pgeo-22-01-89.pdf>
- Miao, L. (2004 8-12 Noviembre) *A Specification-Based Approach to Testing Polymorphic Attributes*. [Ponencia]. 6th International Conference on Formal Engineering Methods, Seattle, USA. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30482-1_28
- Muñeton, G., y Vanegas J.G. (2014). Análisis espacial de la pobreza en Antioquia, Colombia. *Equidad y Desarrollo*, 21, 29-47. <https://doi.org/10.19052/ed.2366>
- Ofertia. (2018). Estudio sobre el consumo de café en Colombia. *Ofertia* 2-9. <https://investigacion.ofertia.com.co/wp-content/uploads/2018/02/estudio-consumo-cafe-colombia-ofertia.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). Agricultural investment and productivity in developing countries.
- Paredes, F., et al (2015). Análisis espacial y temporal de las sequías en el nordeste de Brasil. *AgriScientia*, 32(1), 1–14. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v32.n1.16552>
- Pineda, J. (2006). Econometría espacial y ciencia regional. *Investigación Económica*, 25(258) 129-160. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672006000400129
- Rezi A. y Allam, M. (1995). Techniques in array processing by means of transformations . In *Control and Dynamic Systems*. 69. 133-180.
- Rodríguez Garay, F.A et ál (2016). Variabilidad espacial de los atributos químicos del suelo en el rendimiento y calidad del café. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 17(2). 237-254. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num2_art:493
- Salazar, H. (2015). *Variables tecnológicas que determinan la productividad de las fincas cafeteras del departamento de Caldas*. [Tesis de maestría, Administración]. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54543/79793195.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solé, A. C. (2010). Instrumentación industrial. *Alfaomega Grupo Editor*, 8, 1-750. https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-02-11_11-19-12139942.pdf
- Vargas, A. M.(2018). *Cuestionario-solicitud de información*. Bogotá D.C: Federación Nacional de Cafeteros.
- Volante, J. N.; et al.; Expansión agrícola en Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile entre 2000-2010: caracterización espacial mediante series temporales de índices de vegetación.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Revista de Investigaciones Agropecuarias; 41(2), 179-191. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/29589>

Wigner, E. P (1965). Theory of traveling wave optical laser. *Phys. Rev*, 134, 635-646