

**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL
DEPARTAMENTO DE SANTANDER 2007-2013**

**ANGIE PAOLA GÓMEZ NIÑO
ANGIE YURLEY FLÓREZ DÍAZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA
BUCARAMANGA
2016**

**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL
DEPARTAMENTO DE SANTANDER 2007-2013**

**ANGIE PAOLA GÓMEZ NIÑO
ANGIE YURLEY FLÓREZ DÍAZ**

Trabajo de Grado para optar el título de Economista

Director:

JORGE LUIS NAVARRO ESPAÑA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA
BUCARAMANGA
2016**

DEDICATORIA

A mi familia por darme todo para ser quien soy, por confiar en mi capacidad para lograr lo que me propongo y por todo el amor que me han brindado en estos cortos veintiún años de vida.

Angie Flórez Díaz

A mi familia, padre, madre y hermanos, por ser lo más lindo que Dios me ha otorgado, mi pilar y ser lo primero cada mañana, por ser esas personas por las que lucho día a día. Quiero dedicar mis esfuerzos de especial manera a mi padre Leonel, quien ha sido mi ejemplo de vida.

Paola Gómez Niño

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, por brindarme esa paz y tranquilidad que en muchos momentos sentí perder, y sobre todo por llenarme de fortaleza. Al hombre que más amo en el mundo, mi padre, por todas sus enseñanzas y motivación para seguir luchando. Por darme aquella educación verdadera, la que no se aprende en las instituciones, la que me impulsa cada día a ser mejor y actuar con amor, justicia y rectitud.

A mi madre y mis hermanos, por ser mi mayor motivación para jamás desfallecer. A mis tías, Mary, Miriam y Graciela, las cuales han estado desde siempre a mi lado, brindándome el mejor y más gratificante regalo, su amor incondicional. A Tatiana, Daniel, Isabel y Paola, seres auténticos, que estuvieron junto a mí a lo largo de este proceso, llenando mis días de sonrisas y haciendo este camino más ameno.

En general, a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado e hicieron parte de esta ardua pero gratificante experiencia.

Angie Flórez Díaz

AGRADECIMIENTO

A mi familia, Leonel, María Elena, Majo, Sebas y Santi por su apoyo, amor y comprensión.

Al director de la escuela de Economía Rafael Téllez por confiar en nosotras y en este proyecto siempre.

A cada uno de los profesores que ayudaron en mi formación profesional.

A mis amigas, mis compañeras de vida, a pesar de los años la amistad se fortalece y aumentan mis ganas de crecer junto a ellas.

Mis compañeros y colegas aquellos con los que compartí esta hermosa travesía de la universidad.

Y a todos aquellos a los que conocí que dejaron en mí un pequeño aporte.

Gracias a Dios por haber puesto a cada persona en mi vida con un objetivo específico, sin él no sería posible el conjunto de todo lo bello que deja este proyecto.

Paola Gómez Niño

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	17
1. ANTECEDENTES	19
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	24
4. OBJETIVOS	25
4.1. OBJETIVO GENERAL	25
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
5. ENFOQUE TEÓRICO-CONCEPTUAL	26
5.1. LA RELACIÓN NATURALEZA – POBLACIÓN	26
5.2 CONTRIBUCIÓN DE LA AGRICULTURA AL DESARROLLO ECONÓMICO	27
5.2.1 Suministro de una Mayor Oferta de Alimentos.....	28
5.2.2 Aumento de las Exportaciones Agrícolas.....	28
5.2.3 Transferencia de la Fuerza de Trabajo de la Agricultura a los Sectores no Agrícolas.	29
5.2.4 Las Contribuciones de la Agricultura a la Formación de Capital.	30
5.2.5 El Incremento del Ingreso Neto Rural de Efectivo, Como un Estímulo de la Industrialización.	30
5.3 AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	31
5.4 CAMBIO CLIMÁTICO	33
5.4.1 Fenómeno de El Niño y La Niña.....	34
5.5 RELACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO – AGRICULTURA	36
5.6 ENFOQUE DESDE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA	38
5.7 MARCO GEOGRÁFICO	40
6. METODOLOGÍA.....	44
6.1 BASE DE DATOS Y UNIDAD DE ANÁLISIS	44
6.2 VARIABLES	45
6.3 VERIFICACIÓN DE LOS DATOS Y ORGANIZACIÓN DE SERIES	45
7. RELACIÓN CLIMA Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	51

7.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DEL DEPARTAMENTO.	51
7.1.2 Cultivo de Plátano.....	54
7.1.3 Cultivo de Frijol.....	56
7.1.4 Cultivo de Cacao.....	58
7.1.5 Cultivo de Caña Panelera.....	59
7.1.6 Cultivo de papa.....	61
7.1.7 Cultivo de Maíz.....	63
7.2 VARIABILIDAD ANUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	65
8. IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.....	74
9. CONCLUSIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de estaciones que disponen de datos de precipitación en el Departamento de Santander	47
Tabla 2. Temperatura apta en cada etapa de desarrollo del cultivo de maíz.	64
Tabla 3. Presentación de los fenómenos de El Niño y La Niña en Colombia.	65
Tabla 4. Coeficiente de correlación (r) entre la producción de los principales cultivos y los promedios de precipitación del Departamento de Santander. ...	74

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Precipitación promedio mensual (mm)	42
Gráfico 2. Mapa de estaciones pluviométricas del departamento de Santander. .	48
Gráfico 3. Variación en las Precipitaciones del Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano.....	66
Gráfico 4. Variación de las precipitaciones del Núcleo de Desarrollo Provincial Soto Norte	67
Gráfico 5. Variación de las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Comuneros.....	69
Gráfico 6. Variación de las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial García Rovira	70
Gráfico 7. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Guanentá.....	71
Gráfico 8. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Vélez	72
Gráfico 9. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Carare-Opón	72
Gráfico 10. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Mares	73

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de desarrollo provincial Metropolitano- Estación Llano de Palmas.	95
Anexo B. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Soto Norte – Estación Matajira.	96
Anexo C. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Comuneros- Estación Confines.	96
Anexo D. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial García Rovira- Estación El Cerrito.	97
Anexo E. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Guanentá- Estación Coromoro.	98
Anexo F. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Vélez- Estación Bolívar	99
Anexo G. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Carare-Opón- Estación Padilla.	99
Anexo H. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Mares- Estación San Vicente.	100

RESUMEN

TÍTULO: IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER 2007-2013.*

AUTORAS: ANGIE YURLEY FLÓREZ DÍAZ, ANGIE PAOLA GÓMEZ NIÑO.**

PALABRAS CLAVES: Agricultura, Clima, Fenómeno del Niño, Fenómeno de la Niña, Pluviometría y Variabilidad Climática.

DESCRIPCION:

El presente trabajo tiene como objeto analizar la incidencia del cambio climático en la producción agrícola del Departamento de Santander en el periodo 2007-2013. Para ello, se utilizó información sobre la producción de los principales cultivos agrícolas como el café, cacao, plátano, frijol, maíz, papa y caña panelera, y las precipitaciones anuales consolidadas de cada una de las estaciones del departamento, proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) respectivamente. Por otra parte, se estudió cómo la presencia de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, incidieron en las fluctuaciones del comportamiento pluviométrico de la región.

Para analizar la sensibilidad de los productos se realizó un coeficiente de correlación entre el total anual de lluvias y la producción anual agrícola en cada Núcleo de Desarrollo Provincial que conforman el departamento. De esta manera se identificó que el núcleo más afectado fue el Núcleo de Desarrollo Provincial García Rovira, donde la respuesta de la precipitación a los fenómenos climáticos fue más significativa. Así mismo, se encontró que el cultivo más sensible ante las variaciones climáticas es el del café, pues evidenció una correlación inversa entre el nivel de lluvias y la precipitación en la mayoría de los núcleos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración, Director: M. Jorge Luis Navarro España.

ABSTRACT

TITLE: IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER 2007-2013.*

AUTHOR: ANGIE YURLEY FLÓREZ DÍAZ, ANGIE PAOLA GÓMEZ NIÑO.**

KEYWORDS: Agricultura, Clima, Fenómeno del Niño, Fenómeno de la Niña, Pluviometría y Variabilidad Climática.

DESCRIPTION:

This paper aims to analyze the impact of climate change on agricultural production in the Department of Santander, Colombia between 2007 and 2013. To do this, information on production of major agricultural crops such as coffee, cocoa, bananas, beans, corn, potatoes and sugarcane provided by the Ministry of Agriculture and Rural Development as well as the consolidated annual rainfall on each of the stations of the department, provided by the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM) have been used. Moreover, we studied how the presence of climate phenomena such as El Niño and La Niña, influenced fluctuations in rainfall behavior in the region.

To analyze the sensitivity of the products, a correlation between the total annual rainfall and annual agricultural production in each of the Santander's provinces has been calculated. Thus, it was identified that the most affected province was García Rovira, where the response to climate phenomena changes was more significant. Also, it was found that the most sensitive of the crops to climatic variations was coffee, as it showed an inverse correlation between the level of rainfall and precipitation in most of the provinces.

* Bachelor Thesis.

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración, Director: M. Jorge Luis Navarro España.

INTRODUCCION

La agricultura cumple un papel esencial en la economía y en el ámbito social, específicamente en el tema de seguridad alimentaria. Debido a su alta relación con la tierra esta actividad se hace vulnerable ante factores naturales como el clima y sus cambios extremos. De este modo, el impacto de dichos cambios en la sociedad depende del grado de vulnerabilidad de la misma y de la importancia que este sector representa en la economía del área afectada.

En ese sentido, diversos autores han evidenciado como la intensidad de fenómenos como El Niño y La Niña, son un factor clave en la variabilidad climática en Colombia y en muchas regiones del mundo, exponiendo de igual manera los impactos que dichas alteraciones ocasionan en diferentes sectores socioeconómicos, como lo es el caso específico de la agricultura. En Colombia, se han realizado diferentes estudios que exponen como las olas invernales de los últimos años han afectado fuertemente y de diferentes maneras al país, sin embargo, a nivel departamental, específicamente para el Departamento de Santander, el cual es objeto de estudio en el presente trabajo, no se ha realizado un estudio específico que relacione la influencia de las variaciones climáticas en el sector agrícola.

A pesar que en la estructura económica actual de Santander el sector agropecuario ocupe un puesto de menor relevancia por su bajo aporte al PIB departamental (menor al 7%), su importancia recae en su contribución para garantizar la seguridad alimentaria y la generación de empleo especialmente en zonas rurales del territorio. Es por esto, que la disminución de la productividad del sector agrícola no sólo impacta el rubro económico sino a la estructura socioeconómica en general.

Teniendo en cuenta la importancia del sector agrícola en la economía y en la soberanía alimentaria, es necesario prestársele especial atención a las eventualidades que puedan alterar sus ciclos productivos y el rendimiento del sector. Por tanto, el presente trabajo pretende inducir a través del análisis de antecedentes y series de tiempo, los impactos que generan las fases extremas de variabilidad climática asociadas a fenómenos ambientales, lo cual a su vez, sirve de insumo para posteriormente realizar una estimación de la sensibilidad que poseen los principales productos agrícolas ante las variaciones climáticas en el Departamento de Santander. Para lograr dicho objetivo, el documento se divide en tres partes principales. La primera de ellas, contiene una aproximación teórico-conceptual del sector agrícola, el cambio climático y su relación con la agricultura, y el impacto socioeconómico que esto genera.

En la segunda se da a conocer en detalle la relación clima-cultivos, razón por la cual se realiza una caracterización agroecológica de los cultivos que inciden mayormente en la participación del PIB agrícola departamental y posteriormente un análisis del comportamiento de las precipitaciones en los Núcleos de Desarrollo Provincial que componen al departamento. Finalmente, en la tercera parte, se valoró a través de coeficientes de correlación entre el total anual de precipitaciones y el total anual de la producción de los principales cultivos del departamento, la sensibilidad que posee la agricultura santandereana ante cambios abruptos en las precipitaciones.

1. ANTECEDENTES

Los cambios climáticos obedecen a ciclos de largo y corto plazo que se agudizan por la intervención del hombre. De esta manera, el calentamiento global es generado por la excesiva emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) provocados por un acelerado desarrollo económico. Esto asociado con el aumento poblacional, pronuncia aún más los cambios de los patrones de precipitación y temperatura que podrían generar difícil acceso a los recursos naturales¹. Estudios realizados a nivel mundial y latinoamericano ilustran los impactos negativos que traen consigo el aumento de lluvias torrenciales prolongadas sobre la agricultura y la población rural en general. Asimismo, a nivel nacional se han realizado investigaciones que demuestran la incidencia del cambio climático en el bajo desempeño de la producción agrícola.

En España, se comprobó la influencia del cambio climático sobre la productividad agrícola gracias a un estudio realizado por Sonia Quiroga y Ana Iglesias². En el cual se encontró que los incrementos de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones que ha experimentado el país, ocasionaron importantes reducciones en los rendimientos de todos los cultivos de secano siendo estos efectos más evidentes en lugares con un déficit hídrico. Por otra parte, Rodomiro

¹FERNÁNDEZ, Mery Esperanza. Efectos del cambio climático en la producción y rendimientos de cultivos por sectores. Evaluación del riesgo agroclimático. En: Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo – FONADE e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2013). CO- T1150. p. 6. Disponible en: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>>

²QUIROGA, Sonia; IGLESIAS, Ana. Influencia del clima sobre la productividad agrícola en España. Madrid: Universidad Europea de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Economía. Departamento de Economía Agraria y Ciencias Sociales. (2005). p. 17. Disponible en: <<http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2004%20-%20Leon/comunicaciones/Quiroga%20e%20Iglesias.pdf>>

Ortiz³ realizó un estudio sobre el cambio climático y la producción agrícola para América Latina y el Caribe, donde expone como cambios severos en el clima tendrán relevantes impactos sobre la producción y el uso de los suelos. Además, muestra como el aumento de temperaturas y la variación de las precipitaciones producen cambios en los rendimientos de la producción agrícola. Por tanto, las poblaciones tendrán que adaptarse a las nuevas condiciones que impone el cambio climático, como lo son cambios de cultivos y nuevas técnicas para cultivar.

En este sentido, Melania Rodríguez⁴, exhibe para el caso de Argentina, cómo el cambio climático afectará gran parte del territorio nacional, debido a los cambios en la distribución e intensidad de las precipitaciones y por el aumento de las temperaturas promedio globales que condicionan fuertemente las actividades agropecuarias del país. El estudio concluyó en que el aumento de las precipitaciones conlleva en ocasiones a la inundación de zonas vulnerables, perjudicando las actividades agropecuarias y causando disminución de la productividad por pérdida de la fertilidad de los suelos.

Para el caso colombiano, la presencia de fenómenos como El Niño y La Niña han ocasionado la aparición de deslizamientos e inundaciones entre los años 1970 al 2000, causando pérdidas para el sector agropecuario estimadas en 2.66% del PIB del año 2000⁵. Estos fenómenos se han incrementado en los últimos años pues el país ha superado los niveles históricos de inundaciones y algunas regiones han sufrido los periodos más secos de los últimos 30 años.

³ORTIZ, Rodomiro. El cambio climático y la producción agrícola. En: Banco Interamericano de Desarrollo. (2012). No ESG-TN-383. p. 11. Disponible en: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36736182>>

⁴RODRÍGUEZ, Melania. Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria argentina. En: Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos. (2002). Vol. 20. p. 22. Disponible en: <http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo5/files/vol20_3.pdf>

⁵DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Impactos económicos del cambio climático en Colombia –síntesis-. En: Departamento Nacional de Planeación; Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). No IDB-MG-221. p. 6. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Econ%C3%B3micos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf>

De esta manera, efectos que ha generado el cambio climático en la economía colombiana son negativos, según un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP)⁶, para toda el área nacional se evidencia cada año, en promedio, la disminución de 0,49% del PIB como consecuencia de anomalías climáticas. Estos impactos serían proporcionalmente mayores para los hogares más pobres debido a que algunos sectores impactados, como agricultura y pesca, generan aumentos en los precios de los alimentos.

Del mismo modo, otras de las consecuencias de la variación climática es la manifestación de infestación de cosechas por la distribución de plagas migratorias e intensidad de enfermedades.⁷ Registros evidencian que en Colombia han aumentado las plagas y enfermedades en las cosechas de banano, plátano, café, papa, cacao, maíz y yuca como resultado del cambio climático⁸. Sin embargo, a pesar de ser negativo el impacto para el país, los efectos por sectores y regiones son heterogéneos; a modo de ejemplo, la silvicultura podría ser una de las actividades que se beneficiaría del cambio climático, mientras que la ganadería, la agricultura, la pesca y el transporte tendrían pérdidas en su producción.⁹

Por otra parte, en el departamento de Atlántico se realizó un análisis del efecto de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación y su impacto sobre la producción agrícola del departamento, donde se demostró como La Niña (lluvias por encima de lo normal) inunda los cultivos y disminuye el rendimiento de los mismos. Sin embargo, el estudio concluye que cada cultivo tiene comportamientos distintos en el momento en que se presenta este tipo de fenómenos, es por ello

⁶Ibíd., p. 7.

⁷VERGARA, Walter; RIOS, Ana; TRAPIDO, Paul; MALARÍN, Héctor. Agricultura y clima futuro en América Latina y el Caribe: Impactos sistemáticos y posibles respuestas. En: Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). No. IDB-DP-329. p. 5. Disponible en <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=38585011>>

⁸Ibíd., p. 8.

⁹DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN; BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Op. cit., p. 7.

que algunos cultivos aumentan su producción al tiempo que otros la reducen en temporadas donde surgen estas anomalías.¹⁰

En cuanto al Departamento de Santander, este también ha sufrido grandes pérdidas debido a la variabilidad climática. Como evidencia de esto se encuentra las malas condiciones viales que conectan el departamento causadas por inundaciones, deslizamientos y avalanchas que se han originado en los diferentes municipios. En febrero de 2005, las continuas lluvias generaron el desbordamiento del río de Oro, lo cual originó desplazamientos en el municipio de Girón y afectó zonas urbanas, industriales y rurales. A su vez el sector del Café Madrid y sus alrededores en Bucaramanga también resultaron afectados. La catástrofe dejó alrededor cerca de 30 mil damnificados, 26 muertos y pérdidas aproximadas por \$200 mil millones.¹¹

En este mismo evento, las lluvias se presentaron en todo el departamento afectando en total 23 municipios: Bucaramanga, Girón, Lebrija, Barrancabermeja, Betulia, Bolívar, Cimitarra, El Carmen, El Cerrito, El Playón, Floridablanca, Guacamayo, Landázuri, Piedecuesta, Puerto Parra, Puerto Wilches, Rionegro, Sabana de Torres, San Vicente de Chucuri, Santa Helena del Opón, Simacota, Socorro y Zapatoca,¹² los cuales presentaron daños en su infraestructura tanto en áreas urbanas como rurales, pérdida de cultivos, viviendas averiadas y destruidas, así como algunos muertos que no ascienden la totalidad de Girón y Bucaramanga.

¹⁰RUIZ CABARCAS, Aida del Carmen. Análisis del impacto de los fenómenos El Niño y La Niña en la producción agrícola del departamento del Atlántico. En: Universidad Nacional de Colombia - Tesis de Maestría. Facultad Ciencias Humanas, Departamento Geografía, (2012). p. 53. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/8896/1/Aidadelcarmenruizcabarcas.2012.pdf>>

¹¹VANGUARDIA. Los diez desastres naturales que marcaron al país. En: Vanguardia.com. Disponible en: <<http://www.vanguardia.com/historico/26659-los-10-desastres-naturales-que-marcaron-al-pais>>

¹²OBSERVATORIO DE SALUD PÚBLICA DE SANTANDER. Desastre por inundaciones y deslizamientos observatorio de salud pública de Santander. En: Observatorio de Salud Pública de Santander, (2005). p. 5. Disponible en: <<http://es.slideshare.net/giramvndo/boletin-del-observatorio-de-salud-pblica-de-santander>>

2. JUSTIFICACIÓN

La agricultura es una de las actividades más importantes para la economía del Departamento de Santander. En el año 2013 representó el 6.2% del producto interno bruto de la región,¹³ además, para este mismo año el área cultivada para la producción agrícola fue de 220.000 hectáreas según información entregada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)¹⁴. A pesar de la pequeña proporción que abarca respecto al producto Interno bruto del departamento, la importancia de la agricultura radica en que es la base de la seguridad alimentaria y además es un sector generador de empleo en las zonas rurales tanto del departamento como del país.

El Departamento de Santander se caracteriza por ser un alto productor de materia prima, en el 2011 ocupó el primer puesto a nivel nacional como productor de cacao, piña y caña panelera; el segundo puesto por la palma de aceite, la cual participa con el 15% del área sembrada en todo el país y proporciona alrededor de 20.000 empleos,¹⁵ y el sexto puesto como productor de café en Colombia. En lo que concierne al comercio, entre los principales productos exportadores de la región se encuentra el café o productos de café y el cacao en grano.

Existen estudios e investigaciones a nivel nacional e internacional sobre el impacto ocasionado por las variaciones climáticas en la producción agrícola, sin embargo, a nivel de Santander no se han realizado estudios que relacionen la influencia de

¹³DIRECCIÓN DE SÍNTESIS Y CUENTAS NACIONALES. (DANE) ARCHIVO EXCEL (SERIES DE 2000-2013).

¹⁴ OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. Sector Agrícola Santander 2013. En: Cámara de Comercio Bucaramanga. (2014). No. 112. Disponible en: <http://www.compitem360.com/temas/documentos%20pdf/informes%20de%20actualidad/2014/agricola_2013.pdf>

¹⁵GOBERNACIÓN DE SANTANDER. Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015. Programa Santander en Serio: Gobernación de Santander. (2012). No 13. p. 103. Disponible en <<http://www.santander.gov.co/plan/files/plan.pdf>>

los cambios climáticos en la producción agrícola. Por lo anterior, se hace necesaria una estimación de los efectos provocados por abruptas precipitaciones y por la ausencia de las mismas en un periodo prolongado de tiempo en la producción agrícola en el territorio santandereano.

Abordar el tema del impacto que ocasionan los cambios climáticos en la agricultura de la región, toma importancia en la medida en que se analiza a uno de los principales sectores para la economía y subsistencia alimentaria de Santander. Por otra parte, a pesar de que se han evidenciado estos efectos en el departamento, el estudio de la relación cambio climático-agricultura no se ha realizado de tal manera que permita dimensionar la vulnerabilidad del sector, ni tampoco la sensibilidad de cada producto ante estos fenómenos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- a) Delimitación temporal:** El análisis se realizará con datos correspondientes al periodo de 2007 a 2013 proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- b) Delimitación espacial:** Departamento de Santander por Núcleos de Desarrollo Provincial.
- c) Pregunta de investigación:** ¿Cómo la variabilidad climática ha incidido sobre la producción agrícola del Departamento de Santander?
- d) hipótesis del trabajo:** La variabilidad climática tiene un grado de determinación relevante en la producción de los principales cultivos del Departamento de Santander.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la incidencia del cambio climático en la producción agrícola del Departamento de Santander en el periodo 2007-2013.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar las variaciones climáticas a través de los registros pluviométricos para el Departamento de Santander.
- Establecer la relación entre las variaciones climáticas y el comportamiento de la producción de los principales cultivos de la región.
- Hacer un análisis de la sensibilidad de los principales cultivos ante los cambios climáticos.

5. ENFOQUE TEÓRICO-CONCEPTUAL

Para abordar el estudio de la producción agrícola se debe revisar la historia de la relación hombre-naturaleza. Esto debido a que la agricultura se encuentra en medio de dicha relación como forma de adaptación creada por el ser humano para ajustarse a los constantes cambios de la naturaleza.

5.1. LA RELACIÓN NATURALEZA – POBLACIÓN

La relación naturaleza–población o naturaleza–cultura constituye una relación fundamental, en la cual se visualiza la historia de la humanidad como un continuo proceso adaptativo de ésta a la disponibilidad y condiciones ecológicas de los bienes y servicios de la naturaleza. En este sentido, Marvin Harris se refiere a este proceso como las presiones ecológicas y las presiones reproductivas de la población.

Sobre este tema Marvin Harris¹⁶ expone como las culturas, en general, se han desarrollado a lo largo de sendas paralelas y convergentes que son sumamente previsibles a partir de un conocimiento de los procesos de producción, reproducción, intensificación y agotamiento. Es decir, como las diferentes culturas han surgido como respuesta ante cambios ecológicos específicos.

En este sentido, Harris también presenta a la agricultura como un cambio cultural en respuesta a la crisis provocada por el aumento de la población y la consecuente intensificación de la caza y la recolección, que terminaron provocando cambios en la disponibilidad y acceso a los bienes (especies

¹⁶HARRIS, Marvin. Caníbales y Reyes, los orígenes de las culturas. En: Alianza Editorial. MADRID. 1988. p.12.

vegetales y animales) de la dieta alimenticia. Además, del aumento de la población, introduce los cambios climáticos como un factor causal crítico de la intensificación/disminución de las presas de caza, particularmente en el periodo glacial. Esta intensificación significó la extinción de mamíferos menores y mayores como fuente de proteína, obligando a los pobladores a recurrir gradualmente a la domesticación de plantas y animales¹⁷.

De esta manera, la intensificación del modo de producción de la caza y la recolección abrió, a su vez, la etapa de la adopción de la agricultura¹⁸. La actividad agrícola nace como solución ante el agotamiento de especies, y como medio para suplir una necesidad; la provisión de alimentos. En otras palabras, se origina como estrategia adaptativa ante un cambio ecológicamente determinado.

5.2 CONTRIBUCIÓN DE LA AGRICULTURA AL DESARROLLO ECONÓMICO

Históricamente la agricultura juega un papel importante en el desarrollo de una nación. Bruce F. Johnston y John W. Mellor¹⁹ mencionan cinco proposiciones que hacen referencia a los aportes de este sector en el desarrollo económico: 1) suministro de una mayor oferta de alimentos 2) aumento de las exportaciones agrícolas 3) transferencia de la fuerza de trabajo de la agricultura a los sectores no agrícolas 4) contribuciones de la agricultura a la formación de capital y 5) incremento del ingreso neto rural de efectivo.

¹⁷ Ibíd. p. 40.

¹⁸ Ibíd. p.18.

¹⁹ JOHNSTON, Bruce; MELLOR, John. El Papel de la agricultura en el desarrollo económico. En: El Trimestre Económico. 1964. Vol. 21, No 114. p. 285. Disponible en: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/20855557?uid=2134&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21106306639461>>

5.2.1 Suministro de una Mayor Oferta de Alimentos

La tasa anual de demanda de alimentos está determinada por $D = p + ng$, en donde p y g son la tasa de crecimiento de la población y el ingreso por capital respectivamente y n es la elasticidad-ingreso de la demanda de productos agrícolas²⁰. Los países subdesarrollados se caracterizan por poseer elevadas tasas de crecimiento poblacional, esto acompañado del descenso substancial de las tasas de mortalidad gracias a las mejoras en conocimiento y técnicas de salud, genera un constante aumento de la demanda de alimentos. Es por esto, que estas regiones deben estimular la oferta de alimentos, dado que si ésta no se expande al ritmo de crecimiento de la demanda, es muy probable que se presenten aumentos en los precios de los comestibles; lo cual conducirá al descontento político y causará presión sobre la tasa de salarios generando efectos desfavorables sobre las empresas, la inversión y el crecimiento económico.

De esta manera, el desarrollo económico se caracteriza por un incremento sustancial en la demanda de productos agrícolas. Sin embargo, el fracaso para expandir la oferta de alimentos al ritmo de crecimiento de la demanda puede ser un gran obstáculo para el crecimiento económico, como también para garantizar la seguridad alimentaria de la nación.

5.2.2 Aumento de las Exportaciones Agrícolas

Para los países en desarrollo uno de los medios para incrementar los ingresos y aumentar la entrada de divisas a la nación, se basa en el crecimiento de las exportaciones agrícolas²¹. El desarrollo de la producción de cultivos de exportación posee diferentes ventajas, en primera instancia, la incorporación de una cosecha favorable de exportación a un sistema existente de cultivos, demanda una base de capital moderado, además, depende en gran medida de

²⁰Ibíd., p. 285.

²¹Ibíd., p. 288.

inversiones directas no monetarias por parte del agricultor. Otra de sus ventajas reside en el abastecimiento del mercado existente, dada la necesidad de incrementar los ingresos de divisas, la expansión sustancial de la producción agrícola es una política racional aun cuando sea desfavorable la situación oferta-demanda mundial para una mercancía²².

De este modo, una de las recompensas a largo plazo de la transformación estructural asociada con el crecimiento económico gracias a las exportaciones agrícolas, radica en el hecho de que para la mayoría de los países subdesarrollados la introducción o el aumento de la producción de cultivos agrícolas de exportación puede desempeñar un papel estratégico como fuente que incremente los ingresos de divisas.

5.2.3 Transferencia de la Fuerza de Trabajo de la Agricultura a los Sectores no Agrícolas.

Según el modelo de sectores duales de Lewis, basado en el supuesto de una oferta perfectamente elástica de trabajo, infiere que la fuerza de trabajo para la industria y otros sectores en rápido crecimiento, puede tomarse fácilmente de la agricultura²³. Esto se traduce a que la economía del sector agrícola sufre un síntoma de excedente de mano de obra que no está siendo utilizada eficientemente, ocasionando que los ingresos del sector sean divididos en una cantidad excesiva de trabajadores lo cual reduce sustancialmente el ingreso per cápita de los vinculados a esta actividad. De manera que, los bajos salarios agrícolas generan que los trabajadores se sientan atraídos por el sector manufacturero en crecimiento, pues allí se ofrecen salarios relativamente más altos.

²²Ibíd.

²³Ibíd., p. 289.

De este modo, la mayor parte de la fuerza de trabajo para los sectores en crecimiento debe retirarse de la agricultura en las primeras fases del desarrollo, esto debido a que casi no existen otras fuentes de mano de obra²⁴. Es decir, la actividad agrícola actúa como soporte para que los sectores no agrícolas se fortalezcan gracias a la transferencia de la fuerza laboral y así puedan aumentar su productividad.

5.2.4 Las Contribuciones de la Agricultura a la Formación de Capital.

Tal como lo plantea el modelo de los dos sectores de Lewis, donde se encuentra una fracción de mano de obra improductiva, de la misma manera se plantea que el capital improductivo y mal utilizado en el sector agrícola se transfiera a otros sectores de la economía para que estimule la formación de capital en estos. Para ello, es necesario elevar la productividad de la agricultura a través de pequeños desembolsos de capital²⁵, de forma que la combinación de mínimos insumos, precios agrícolas reducidos e incrementos en el ingreso agrícola sea la fórmula para trasladar parte del capital no invertido del excedente del capital al sector industrial.

La agricultura contribuye de modo importante al financiamiento del desarrollo dado que es un medio para alcanzar una mayor tasa de acumulación de capital²⁶. De esta manera, para obtener tal fin se utiliza como instrumento la recaudación de impuestos provenientes del agro, donde se destina una fracción suficiente aplicada eficientemente a la agricultura para seguir motivando su productividad y lo demás se invierte en investigación e industrialización.

5.2.5 El Incremento del Ingreso Neto Rural de Efectivo, Como un Estímulo de la Industrialización.

La expansión del sector capitalista solo se ve limitada por la escasez del capital en la economía. Es decir, si las ciudades donde se llevan a cabo procesos

²⁴Ibíd., p. 289.

²⁵Ibíd., p. 290.

²⁶Ibíd., p. 291.

industriales no cuentan con los ingresos suficientes para cubrir la oferta local, se puede frenar el crecimiento de la industria dado que no hay incentivos suficientes para que los pobladores puedan adquirir una unidad más de los productos fabriles. De esta manera, los países tercermundistas donde la población rural representa gran parte del territorio, y a su vez se caracteriza por poseer niveles de vida y de ingreso por debajo del promedio nacional, suelen tener alto grado de dificultad para alcanzar desarrollo industrial. Ahora bien, la limitación del poder adquisitivo de productos fabriles se atribuye en gran medida a la baja productividad de la agricultura; dado que al aumentar los ingresos provenientes de los agricultores estos aumentarían su poder adquisitivo por medio del cual pueden comprar más productos industriales. Es por esto que se atribuye al aumento del poder adquisitivo agrícola como un estímulo a la industrialización.

Por otra parte, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)²⁷ la agricultura es la fuente principal de ingreso y empleo en el medio rural, además, desempeña un papel importante en la balanza comercial. Diversas teorías de la literatura económica exponen varias definiciones sobre el sector agrícola y su aporte al crecimiento y desarrollo. Sin embargo, en términos generales, ningún otro sector esta tan profundamente interconectado con el resto de la economía, por tanto, el crecimiento agrícola es clave para la expansión de la economía global²⁸

5.3 AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

La seguridad alimentaria a través de los años se ha convertido en un importante tema social que busca el fortalecimiento del sector agrícola y el desarrollo rural para poder garantizar la existencia de condiciones que posibilitan al ser humano a

²⁷ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios. En: Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación. (2004). No ISBN 92-5-305207-4. p. 18. Disponible en <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5673s/y5673s00.pdf>>

²⁸Ibíd., p. 8.

obtener una vida en plena alimentación. Según la FAO²⁹ existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana.

La agricultura constituye la principal fuerza motriz de la economía rural, inclusive en los países en desarrollo con recursos minerales sin importancia representa a menudo la totalidad de la economía³⁰. Teniendo en cuenta que el 75% de la población pobre de estos países vive en zonas rurales³¹, este sector es considerado un factor que afecta la capacidad de recuperación de los sistemas alimentarios y a la estructura económica alimentaria en su conjunto, así como sus componentes, como la producción agrícola, la tecnología, la diversificación de las industrias alimentarias, los mercados y el consumo³². En este sentido, para la FAO³³ una de las mayores contribuciones de la agricultura para más de 850 millones de personas subnutridas en el mundo, constituye como medio para salir del hambre.

²⁹ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA. Seguridad Alimentaria. En: Informe de Políticas FAO. 2006. No 2. Pág. 1. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf>

³⁰CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA FINANCIACIÓN PARA EL DESARROLLO. (5:18-22, marzo, 2002: Monterrey, México). La reducción de la pobreza y el hambre: La función fundamental de la financiación de la alimentación, la agricultura y el desarrollo rural. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). Pág. 13. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y6265s/y6265s.pdf>>

³¹Ibíd. p. 12

³²ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Óp. Cit., p. 3.

³³ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Agricultura y diálogos de culturas nuestro patrimonio común. En: Tele Food. 2005. No AD/I/A0015S/1/7.05/22000. p. 4. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/a0015s/a0015s00.pdf>>

5.4 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático hace referencia a una variación estadísticamente significativa en el comportamiento usual del clima debido a procesos naturales, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras³⁴. Este comportamiento usual incluye la variabilidad climática que se caracteriza tanto por variaciones frente a los rangos usuales de las variables climáticas, como por cambios en la frecuencia de eventos climáticos.

Según el Panel Intergubernamental Sobre el Cambio Climático (IPCC)³⁵, el cambio climático se refiere a un cambio en el estado del clima a través del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana. Por otra parte, de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)³⁶, el cambio climático hace referencia a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP)³⁷, exhibe al cambio climático como una amenaza para los territorios por diferentes factores como los niveles de exposición y las condiciones de vulnerabilidad tras un evento climático.

³⁴INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Tercer informe de evaluación. 2001. p.175. Disponible en: <<https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-spm/synthesis-spm-es.pdf>>

³⁵BERNSTEIN, Lenny et al. Climate change 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change. En: Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). p. 30. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>

³⁶INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. En: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2007). p. 35. Disponible en: <https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Clima/100912_NotaTecnica_Cclimatico_GEI.pdf>

³⁷PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC). En: Departamento Nacional de Planeación. 2012. p. 26. Disponible en: <http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ABC_Cambio_Climatico.pdf>

En este sentido, en el marco de la adaptación y mitigación de los efectos del mismo, se debe distinguir que los eventos climáticos incluyen: cambio climático (cambio significativo y duradero de los patrones del clima), variabilidad climática (las variaciones del estado promedio y otros datos estadísticos del clima en escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos puntuales) y eventos climáticos extremos (aquel evento que es anómalo en un determinado lugar y estación).

5.4.1 Fenómeno de El Niño y La Niña

El clima hace referencia al conjunto de características atmosféricas predominantes en una región. Existen diferentes maneras de interpretarlo, sin embargo, la manera más común y fácil de hacerlo es en términos de estaciones de temperatura y precipitaciones. Estos acontecimientos no son constantes, por tanto no pueden ser previstos con exactitud y fluctúan gracias a diferentes condiciones, estas oscilaciones se conocen como variabilidad climática.

En la variabilidad climática interanual los cambios más representativos se asocian a los fenómenos conocidos como El Niño y La Niña –Oscilación del Sur- ENOS, los cuales, son responsables de la variabilidad climática en la franja tropical del océano pacífico³⁸. Estos fenómenos están profundamente vinculados a los cambios de la presión atmosférica y de las pautas de circulación a gran escala, y se consideran las fases opuestas de la interacción océano-atmósfera. Así mismo, alteran el régimen habitual de las precipitaciones y la circulación atmosférica de

³⁸MONTEALEGRE, José Edgar. Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. En: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2007. p. 6. Disponible en: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%C3%B1o+-+La+Ni%C3%B1a.pdf>>

las latitudes tropicales, ocasionando repercusiones generalizadas en el clima en varias partes del mundo³⁹.

En términos generales, El Niño y su fase opuesta La Niña, corresponden a la aparición de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) de lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y el sur de Colombia⁴⁰. Al mismo tiempo, alteran la circulación atmosférica y a su vez afectan la distribución normal de variables como temperatura y humedad del aire, la nubosidad y las lluvias.

Con respecto a su duración, estos sucesos suelen presentarse una vez cada 2 o 7 años y su duración varia de 9 a 12 meses, no obstante, algunos fenómenos han perdurado hasta 2 años, sin embargo, no todos presentan la misma intensidad. En Colombia sus efectos se manifiestan en el norte de la región Pacífica, los departamentos de la región Andina y en los departamentos de la región Caribe, en lo que respecta a otras regiones del país, estos sucesos no tienen una señal claramente definida y depende de la intensidad e impacto del fenómeno⁴¹. Según el IDEAM⁴², las alteraciones que se producen en el régimen de lluvias en el país son explicadas en gran parte por la variabilidad climática interanual relacionada con los fenómenos de El Niño y La Niña. Los cuales han originado sequías y lluvias extraordinarias en diferentes regiones colombianas, generando no sólo efectos negativos sobre ecosistemas del territorio, sino también causando impacto social y económico de grandes proporciones.

³⁹ PROGRAMA REGIONAL DE METEOROLOGÍA / IANIGLA – CONICET. Disponible en: <<http://www.prmarg.org/fenomenos-meteorologicos>>

⁴⁰ MONTEALEGRE. Op. cit. p. 6.

⁴¹ UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES – COLOMBIA. Disponible en: <<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Fenomeno-del-Nino-en-Colombia.aspx>>

⁴² MONTEALEGRE. Op. cit., p. 6.

5.5 RELACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO – AGRICULTURA

La relación cambio climático – agricultura, se inscribe dentro de una relación categorial fundamental, ecología - cultura, dentro de la cual se estudian las presiones ecológicas asociadas a variaciones climáticas y su incidencia en cambios de las dinámicas agro-ecológicas y, éstas a su vez, en la producción y disponibilidad de alimentos.

En este sentido, la producción agrícola depende de diferentes fenómenos socioeconómicos (Uso de suelo, políticas económicas, coyuntura de mercado, entre otros) y naturales (tipo de suelo, clima y relieve)⁴³. Debido a su relación con la tierra esta actividad se hace vulnerable ante los factores naturales, como el clima y su variabilidad. Las anomalías climáticas (déficit de lluvia o excesos de la misma) inciden en las diferentes fases del período vegetativo de las plantas con lo que afectan (positiva o negativamente) la producción⁴⁴.

Las variables climatológicas juegan un papel importante en el rendimiento agrícola. Tal como lo anota Aida Carmen Ruiz⁴⁵ el desarrollo de las prácticas agrícolas (siembra, aporque, desyerbe, aplicación de fungicidas, cosecha, etc.) y el resultado de estas están igualmente asociados al calendario climático. Es decir, cualquier alteración climática podrá impedir el desarrollo de dichas actividades y por ende impactará la producción. Por su parte Russell D Thompson⁴⁶, considera que el clima juega un papel importante en la determinación de los cultivos en

⁴³RUIZ CABARCAS. Óp. cit., p. 15.

⁴⁴Ibíd.

⁴⁵Ibíd.

⁴⁶PERRY, Allen; THOMPSON, Russell. Applied Climatology: Principles and Practice. En: Papaerback. (1997). p. 216. Disponible en <<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=FAyTy1uyfboC&oi=fnd&pg=PR2&dq=Applied+Climatology:+Principles+and+Practice&ots=kjcRvRbbDJ&sig=-gkS51n86LbijS9EbyU9ixkgBrQ#v=onepage&q=Applied%20Climatology%3A%20Principles%20and%20Practice&f=false>>

cualquier región y este puede extender la producción de cultivos en áreas más desfavorables.

Por otra parte, gracias al calentamiento global, el potencial agrícola de diversas regiones del mundo sufrirá de extremos climáticos a corto plazo, que pueden producir sequías, inundaciones y pestilencia. Es muy posible que la tendencia al calentamiento aumente la frecuencia y magnitud de estos desastres agrícolas en algunas regiones, aunque puede disminuir en otras⁴⁷. Sin embargo, dada la gran variedad de cultivos en todo el mundo y las condiciones en las que se cultivan, no es posible predecir las consecuencias a nivel general. No obstante, es necesario para los agricultores poseer información a nivel local para juzgar mejor las prácticas agronómicas que realizan a diario⁴⁸.

En lo que respecta al aumento de los gases efecto invernadero (GEI) inducidos por la acción humana, estos traen consigo aumentos de temperaturas, escases de agua e inundaciones, lo cual genera reducción de tamaño de algunos animales y plantas, y a su vez limita la disponibilidad de fuentes alimentarias esenciales para la nutrición del ser humano⁴⁹. Asimismo, las crecientes temperaturas y la mayor concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmosfera, favorece la presencia de numerosos insectos y ácaros perjudiciales para los cultivos y también ayuda a la propagación de insectos plagas que se dan en climas más calientes. Respecto a estas regiones cálidas, las estaciones de periodos cálidos más largos, son las responsables de permitir a las especies de insectos plagas completar un mayor número de ciclos reproductivos, ocasionando así una mayor infesta durante el

⁴⁷PARRY, Martin L; CARTER, Timothy R. The Impact of Climatic Variations on Agriculture: Assenssments in cool temperature and cold regions. En: UNEP, IIASA. 1988. p. 30. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kp_6CAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=The+Impact+of+Climatic+Variations+on+Agriculture:+Assessments+in+cool+temperature+and+cold+regions&ots=4j9HagX37E&sig=d8neFBNCXAM2TwZaa5jUv225zDU#v=onepage&q=The%20Impact%20of%20Climatic%20Variations%20on%20Agriculture%3A%20Assessments%20in%20cool%20temperature%20and%20cold%20regions&f=false>

⁴⁸PERRY; THOMPSON. Op. cit.

⁴⁹ORTIZ. Op., cit. p. 1.

siguiente periodo de cosecha y causando disminuciones tanto en el rendimiento como en la producción de los cultivos⁵⁰.

Otro impacto potencialmente significativo del cambio climático para la producción es la pérdida de materia orgánica del suelo generado por el calentamiento de este, debido a las altas temperaturas del aire, las cuales aceleran la descomposición de la materia orgánica e incrementan otros procesos del suelo que afectan la fertilidad de la tierra. La descomposición de la materia se manifiesta en los suelos más secos con el decrecimiento de las raíces y una acelerada descomposición de las tierras. De este modo, la vulnerabilidad a la erosión se intensifica si los cambios climáticos del territorio son causados por gradientes más fuertes de temperatura, presión y humedad atmosférica, ocasionando así erosiones severas en la tierra especialmente en las laderas⁵¹.

5.6 ENFOQUE DESDE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Para analizar el impacto económico de cualquier tipo de suceso es necesario abordar cómo se da el proceso productivo. En un contexto general, la producción depende de tres factores esenciales (capital, trabajo y tierra) los cuales están sujetos a un nivel determinado de tecnología⁵², la relevancia de cada uno con el producto varía de acuerdo con el sector que se esté analizando. Para el caso de la agricultura, todas son de vital importancia pero la tierra tiene un papel predominante en especial para casos con pocos implementos tecnológicos. En

⁵⁰ALTIERI, Miguel; NICHOLLS, Clara. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. En: Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California. 2008. CA 94720-3114, p. 10. Disponible en:

<<http://www.rapaluru.org/organicos/articulos/AltieriCambioClimaticoCampesinos.pdf>>

⁵¹Ibíd. 14

⁵²ECHEVARRIA, Cristina. A Three-Factor Agricultural Production Function: The Case of Canada. En: International Economic Journal. (1998). p. 66. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/24081754_A_Three_Factor_Agricultural_Production_Function_The_Case_of_Canada>

este sentido, la función de producción agrícola se puede expresar de la siguiente forma: $Y_t = A (K_t, L_t, N_t)$ donde Y_t es el valor agregado en el sector agrícola en el año t , y K_t , L_t y N_t son el capital, el trabajo y la tierra utilizada, respectivamente.⁵³ Por otra parte, A es el coeficiente que indica el nivel de la tecnología, conocido generalmente "productividad total de los factores". De manera que, si se percibe un aumento de los factores L , K o N también lo hará la cantidad de producción dado que el rendimiento marginal de los insumos es positivo, por el contrario, al disminuirse alguno ellos, la producción se verá afectada.

Ahora bien, según Joan Martínez Alier⁵⁴ la economía convencional no contabiliza de forma adecuada los daños ambientales ni el valor de los recursos agotables; dado que la crítica de la contabilidad económica convencional a menudo hace hincapié en los valores de los servicios ambientales de los ecosistemas que no son tomados en cuenta por la ciencia económica. Es por esto, que surge la necesidad de adoptar para este trabajo la economía ecológica, la cual plantea como principal objetivo a nivel macroeconómico la sustentabilidad del sistema económico-ecológico combinado y no solo el progreso técnico⁵⁵. Para así por medio de esta, garantizar el consumo eficiente de los recursos naturales sin degradar el stock de capital natural (los suelos, la atmosfera, el agua, la biomasa de plantas y animales, entre otros).

En este sentido, las condiciones climatológicas son un factor externo que inciden sobre el factor tierra y por lo tanto sobre la producción agrícola. Los fenómenos climatológicos que aumentan o disminuyen las épocas de sequías o lluvias, y que

⁵³ Ibíd. 70

⁵⁴ MARTINEZ-ALIER, Joan. La crisis económica vista desde la economía ecológica. En: Universitat Autònoma de Barcelona. 2008. p. 2. Disponible en: <https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/682139/mod_label/intro/MARTINEZ-ALIER-CRISIS-ECONOMICA-EE.pdf>

⁵⁵ MORAN, Héctor. Ciencia económica, economía ecológica y crisis del paradigma cartesiano. En: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, 1999. p. 172. Disponible en <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/economia/14/pdf/ciencia_economia.pdf>

a su vez traen efectos secundarios como deslizamiento de tierras e incendios forestales afectan el rendimiento marginal de la tierra, causando disminución en la producción y por ende, aumentos en el precio de los productos agrícolas. Además como se trata de productos básicos y materias primas que sirven de insumo para el movimiento de la economía en general, este impacto afecta a todos los demás sectores económicos.

5.7 MARCO GEOGRÁFICO

El Departamento de Santander se halla situado entre los 5° 26' y 8° 08' de latitud norte, entre los 72° 26' y 74° 32' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich⁵⁶, sobre la zona intertropical o latitudes bajas, se encuentra localizado en el noreste del país y forma parte de la región Andina. Limita por el norte con los departamentos de Cesar y Norte de Santander, por el oriente y sur con Boyacá y por el occidente con el Río Magdalena, que lo separa de Bolívar y Antioquia. El territorio del departamento cubre la vertiente occidental de la Cordillera Oriental de los Andes y su relieve se encuentra determinado por la cordillera en mención y el valle del Magdalena.

Santander cuenta con una superficie del territorio colombiano de 30.537 km² en los cuales se encuentran 87 municipios incluyendo su capital Bucaramanga. El territorio santandereano ocupa la posición doceava a nivel nacional por extensión de territorio, no obstante, es el quinto departamento con mayor población que alberga a 2.061.095 de habitantes al año 2015⁵⁷. A su vez, el departamento está

⁵⁶ROYERO GUTIÉRREZ, José María; CLAVIJO, Jairo. Mapa geológico generalizado Departamento de Santander. En: Instituto de investigación e información geocientífica, minero-ambiental y nuclear, INGEOMINAS. 2001. p. 10. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInteres/Tomo%20I%20Dimension%20Biofisica%20Ambiental.pdf>>

⁵⁷DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA DANE. Series de población

dividido en seis provincias reorganizadas en ocho Núcleos de Desarrollo Provincial como Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano y su capital Bucaramanga, Comunero y su capital el Socorro, García Rovira y su capital Málaga, Guanentá y su capital San Gil, Mares y su capital Barrancabermeja, Soto Norte y su capital Matanza, y Vélez con su capital Vélez.

El departamento se fracciona en dos divisiones naturales, la primera es la Cordillera Oriental al este, sector montañoso donde se puede apreciar profundos cañones, el más conocido es el del Chicamocha. La segunda división natural de la región es el Valle del Magdalena Medio al oeste, su relieve es plano o de pocas ondulaciones, es de clima cálido y húmedo, de estas depende el clima de la región santandereana. Estas dos regiones cubren al departamento de norte a sur y se encuentran entre los 200 a 4.000 msnm de altitud.

De esta manera, Santander se caracteriza por su diversidad de pisos térmicos, por tanto, en la región se encuentran climas cálidos, templados y fríos, incluyendo sistemas desérticos, bosque y páramos, y variedad de producción agropecuaria. De este modo, la superficie del departamento por pisos térmicos está distribuida así: Páramo 2.723 km² que equivalen al 9% ubicado en los límites del norte de Santander y Boyacá, frío 5.250 km² que corresponde al 17% de la región, templado 7.452 km² equivalente al 24% que corresponde a la franja central de la geografía, y cálido 15.525 km², el 50% que corresponde al Valle del Magdalena Medio⁵⁸.

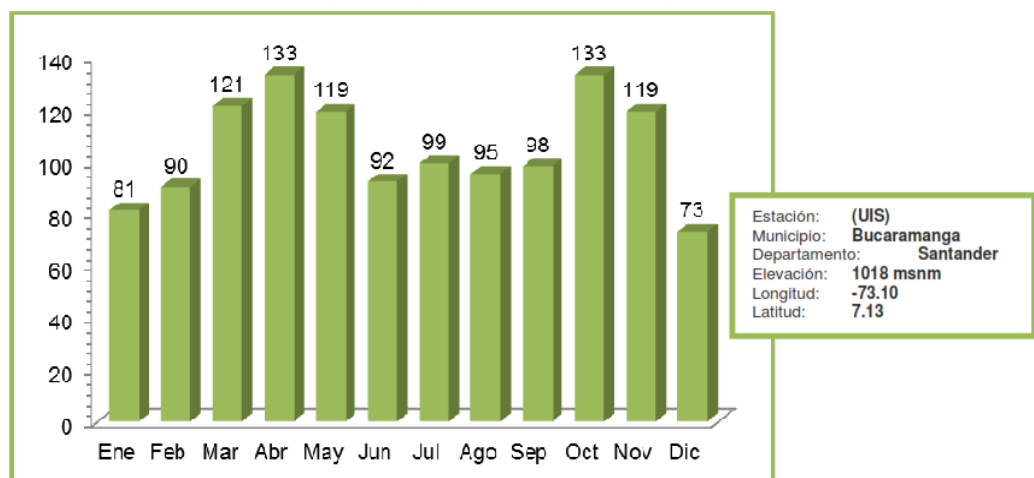
En lo que respecta al régimen de lluvias de la región, su comportamiento anual es de régimen bimodal, es decir, presenta dos periodos de lluvia y dos periodos intercalados, como se aprecia en el Gráfico 1. En el primer semestre los meses

1985 – 2020. Disponible en: <<http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/series-de-poblacion>>

⁵⁸LÓPEZ ROJAS, Lady Milena. Ingeniería conceptual en el diseño del gasoducto Santana – Aratóca. En: Universidad Industrial de Santander – Tesis de pregrado. Facultad: Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniera de Petróleos. 2010. p. 69. Disponible en: <repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/757/2/133300.pdf>

con mayor lluvia son abril y mayo y en el segundo semestre octubre y noviembre. Es importante resaltar también, que la oferta hídrica del departamento se ve afectada por la diferencia de altitud, dado que, por encima del piso subandino húmedo la precipitación empieza a decaer, llegando a menores valores registrados para el departamento después de los 3000 msnm, como en el páramo de Berlín, donde solamente se registran 700 milímetros (mm). Con excepción del sur, en especial el cañón del Chicamocha, donde la precipitación es menor de 500 mm, y altas temperaturas que alcanzas valores hasta de 32°C⁵⁹.

Gráfico 1. Precipitación promedio mensual (mm)



Fuente: SECRETARIA DE PLANEACION DEPARTAMENTO DE SANTANDER; GRUPO DE INVESTIGACION SOBRE DESARROLLO REGIONAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL – GIDROT, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Santander 2030: Diagnóstico, dimensión, biofísico-ambiental territorial de Santander. En: Universidad Industrial de Santander. 2011. p. 93.

Según la secretaria de planeación de Santander⁶⁰, las precipitaciones más bajas se presentan en la provincia de Soto, los municipios del Playón, Surata, California

⁵⁹ TODA COLOMBIA, La cara amable de Colombia. Disponible en: <<http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/santander.html>>

⁶⁰ SECRETARIA DE PLANEACION DEPARTAMENTO DE SANTANDER; GRUPO DE INVESTIGACION SOBRE DESARROLLO REGIONAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL – GIDROT, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Santander 2030: Diagnóstico, dimensión, biofísico-ambiental territorial de Santander. En: Universidad Industrial de Santander. 2011. p. 93. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInteres/Tomo%20I%20Dimension%20Biofisica%20Ambiental.pdf>>

y Vetás, con valores cercanos a 800 mm. Por otro lado, las mayores precipitaciones se dan al suroriente del departamento, con valores que superan los 3500 mm, mostrando con esto que las precipitaciones del departamento tienen una gran variación, esto debido a la diversificación de su relieve.

Por otra parte, al saber que la temperatura del aire varía con las estaciones del año, las diferentes horas del día, la latitud, la distribución de distintos tipos de superficie y según la altura, para el Departamento de Santander, esta condición climática tiene una variación promedio de 1°C por cada 170 m de elevación. Las más altas temperaturas en promedio se registran en el municipio de Barrancabermeja con 28.4 °C y las más bajas en el páramo de Berlín, cuya altura es de 3200 msnm, con 8 °C⁶¹.

⁶¹ Ibíd., p. 96.

6 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se realizó una investigación de estudio explicativo, dado que, la investigación está dirigida a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, basándose en detallar las causas por las que ocurren, en qué condiciones se manifiestan y cuál es la relación existente entre las variables.⁶² De esta manera, las correlaciones tratarán de explicar el grado de sensibilidad de cada cultivo ante los cambios anuales abruptos en las precipitaciones.

6.1 BASE DE DATOS Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Para la presente investigación se utilizaron los resultados de la Evaluación Agropecuaria Municipal (EVA) 2013. Esta encuesta es proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por medio de la Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario (AGRONET). En lo que respecta a los datos de las estaciones pluviométricas ubicadas en diferentes puntos del Departamento de Santander, estos datos fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Por otra parte, la unidad con la que se expresa el valor de la precipitación es el milímetro (mm) y el de la producción agrícola toneladas (Ton).

⁶²HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. En: Editorial MCGRAW-HILL. 2010. N° 5. ISBN: 978-607-15-0291-9. p. 614. [Consultado el 28 de noviembre de 2015]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf>

6.2 VARIABLES

El trabajo contempla dos componentes principales, el primero, la variabilidad en el clima de la región y el segundo, la producción agrícola del departamento. Donde en el primero se utiliza como indicador el total anual de lluvias y en el segundo, la producción agrícola de los principales cultivos de Santander, los cuales según la Cámara de Comercio de Bucaramanga⁶³ son el cacao, el café, la caña panelera, el maíz, el frijol, la papa y el plátano. Debido a su alta participación en el PIB agrícola de Santander.

A pesar de que el clima es un estado de la combinación de factores como la lluvia, humedad, temperatura del aire, radiación solar, entre otros. Para efectos del presente trabajo, se toma como indicador la variabilidad de las precipitaciones, lo cual no significa que se les reste importancia a los indicadores anteriormente mencionados. Se llega a esta limitación debido a que las estaciones climatológicas de la región carecen de datos o presentan problemas de calidad que limitaron la recopilación de información.

Del mismo modo, y teniendo en cuenta la variabilidad de pisos térmicos que caracteriza al departamento se opta por espacializar el estudio por Núcleos de Desarrollo Provincial, dado que los municipios que componen a cada uno de ellos presentan características fisiográficas similares, facilitando el análisis de la relación entre las dinámicas del régimen de lluvias y los cultivos seleccionados.

6.3 VERIFICACIÓN DE LOS DATOS Y ORGANIZACIÓN DE SERIES

En un primer nivel se obtuvieron los datos de precipitación disponibles en formato plano *.txt, se llevaron a Excel (formato .xls) y se organizaron de tal manera que

⁶³OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. Op., Cit.

conformaran una única secuencia anual. A su vez se verificaron los datos en el nuevo archivo con el fin de asegurarse que no se hubiese generado algún error durante el proceso de cambio de formatos.

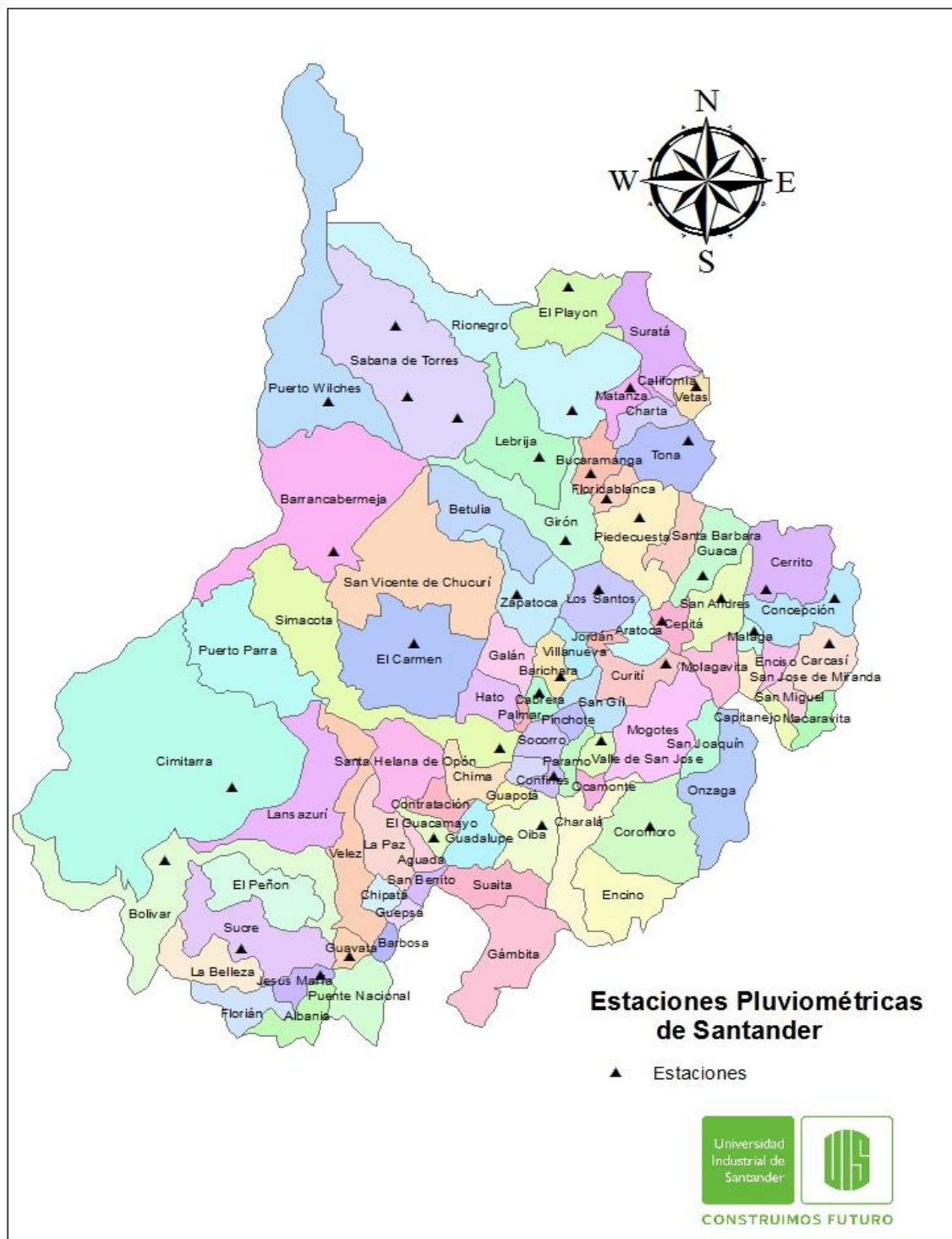
Se dispuso inicialmente de series de precipitación mensuales de 74 estaciones pluviométricas, de las cuales se seleccionaron 40 (**tabla 1**) que se distribuyen en el Departamento de Santander como se muestra en **la ilustración 1**. Lo Anterior, debido a que algunas estaciones presentaron más de seis datos faltantes en un año, lo cual generaba inconsistencias sobre el total anual de lluvias.

Tabla 1. Lista de estaciones que disponen de datos de precipitación en el Departamento de Santander

CODIGO	NOMBRE	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	MUNICIPIO
23190590	LA FLORESTA	PLUVIOGRAFICA	7.0° 5' N	73.0° 7' W	925 msnm	BUCARAMANGA
23190400	LA GALVICIA	PLUVIOMETRICA	7.0° 7' N	73.0° 3' W	1779 msnm	FLORIDABLANCA
23190280	PALO GORDO	PLUVIOMETRICA	6° 58' N	73.0° 7' W	950 msnm	GIRON
23190700	PIEDRECUESTA GJA	PLUVIOMETRICA	06° 59' N	73.0° 4' W	1000 msnm	PIEDRECUESTA
23190380	PALMAS	PLUVIOMETRICA	07° 12' N	73° 13' W	855 msnm	LEBRIJA
24060050	LA MESA	PLUVIOMETRICA	06° 45' N	73.0° 5' W	1460 msnm	LOS SANTOS
23190350	LLANO DE PALMAS	PLUVIOMETRICA	07° 14' N	73° 11' W	778 msnm	RIO NEGRO
23190560	TONA	PLUVIOMETRICA	07° 11' N	72° 58' W	1910 msnm	TONA
23190140	EL PLAYON	PLUVIOMETRICA	07° 27' N	73° 12' W	500 msnm	EL PLAYON
23190340	MATAJIRA	PLUVIOMETRICA	07° 12' N	73.0° 3' W	996 msnm	MATANZA
23190450	EL POZO	PLUVIOMETRICA	07° 18' N	72° 52' W	3220 msnm	VETAS
24010230	CONFINES	PLUVIOMETRICA	06° 21' N	73° 14' W	1523 msnm	CONFINES
24010240	OIBA	PLUVIOMETRICA	06° 15' N	73° 18' W	1400 msnm	OIBA
24011070	EL SANTUARIO	PLUVIOMETRICA	06° 19' N	73° 28' W	1800 msnm	EL GUACAMAYO
24010660	SIMACOTA	PLUVIOMETRICA	06° 26' N	73° 20' W	1050 msnm	SIMACOTA
24010760	SUAITA	PLUVIOMETRICA	06° 06' N	73° 26' W	1617 msnm	SUAITA
24030680	EL PARAMO	PLUVIOMETRICA	06° 39' N	72° 35' W	2310 msnm	CARCASI
24030210	CERRITO	PLUVIOMETRICA	06° 50' N	72° 41' W	2440 msnm	CERRITO
37010050	TABETA	PLUVIOMETRICA	06° 48' N	72° 33' W	3168 msnm	CONCEPCION
24030950	MALAGA 2	PLUVIOMETRICA	06° 42' N	72° 43' W	2237 msnm	MALAGA
24030630	BARAYA	PLUVIOMETRICA	06° 57' N	72° 49' W	2362 msnm	GUACA
24030270	SAN ANDRES	PLUVIOMETRICA	06° 49' N	72° 50' W	1702 msnm	SAN ANDRES
24040050	SANTA ISABEL	PLUVIOMETRICA	06° 38' N	73° 12' W	1300 msnm	BARICHARA
24040060	REMOLINO	PLUVIOMETRICA	06° 36' N	73° 16' W	630 msnm	CABRERA
24030300	CEPITA	PLUVIOMETRICA	06° 45' N	72° 58' W	600 msnm	CEPITA
24020120	COROMORO	PLUVIOMETRICA	06° 17' N	73° 02' W	1520 msnm	COROMORO
24020130	CURITI 2	PLUVIOMETRICA	06° 36' N	73° 03' W	1626 msnm	CURITI
24020080	VALLE DE SAN JOSE	PLUVIOMETRICA	06° 26' N	73° 08' W	1300 msnm	VALLE DE SAN JOSE
23130010	CHUCURI	PLUVIOMETRICA	06° 52' N	74° 01' W	100 msnm	BARRANCABERMEJA
23140070	DOS BOCAS HDA	PLUVIOMETRICA	06° 46' N	73° 36' W	300 msnm	CARMEN DEL CHUCURI
23180110	PATURIA	PLUVIOMETRICA	07° 35' N	73° 49' W	105 msnm	PUERTO WILCHES
23190560	SAN RAFAEL	PLUVIOMETRICA	07° 34' N	73° 33' W	96 msnm	SABANA DE TORRES
23190210	MAGARA	PLUVIOMETRICA	07° 35' N	73° 40' W	80 msnm	SABANA DE TORRES
23180070	SABANA DE TORRES	PLUVIOMETRICA	07° 23' N	73° 29' W	176 msnm	SABANA DE TORRES
24050100	LA FUENTE	PLUVIOMETRICA	06° 42' N	73° 16' W	815 msnm	ZAPATOCA
24010670	SUCRE	PLUVIOMETRICA	05° 55' N	73° 47' W	2270 msnm	SUCRE
24010640	BOLIVAR	PLUVIOMETRICA	05° 59' N	73° 46' W	2260 msnm	BOLIVAR
24010820	GUAVATA	PLUVIOMETRICA	05° 57' N	73° 42' W	2018 msnm	GUAVATA
24010210	JESUS MARIA	PLUVIOMETRICA	05° 52' N	73° 46' W	1920 msnm	JESUS MARIA
23120200	PTO ARAUJO ALERTA	PLUVIOMETRICA	06° 32' N	74° 04' W	159 msnm	CIMITARRA

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Mapa de estaciones pluviométricas del Departamento de Santander.



Fuente: Diseño y elaboración propia.

Según el IDEAM⁶⁴ una forma directa de reducir el impacto socioeconómico generado por la variabilidad interanual de la precipitación es el conocimiento previo de sus fluctuaciones y tendencias con anticipación de meses. Por tanto, para esta investigación se hizo necesario estudiar el comportamiento de las lluvias en el Departamento de Santander en los últimos veintidós años (1991-2013), con el fin de poder observar en qué proporción la variabilidad climática generada por fenómenos como El Niño y La Niña han afectado el régimen de lluvias de la región. Para lo cual, se elaboraron gráficos comparativos entre el comportamiento de las precipitaciones anuales de los núcleos de desarrollo provincial y se identificó cual núcleo presentó mayor sensibilidad ante las variaciones climáticas.

Sin embargo, para el análisis de clima-cultivo, se presentaron limitaciones en los datos de producción agrícola a nivel municipal, los cuales sólo fueron suministrados por un periodo de 7 años comprendido desde el 2007 al 2013, debido a que el departamento carece de bases de datos con series consecutivas al respecto. No obstante, debido a la importancia del tema se consideró válido y necesario analizar este periodo de tiempo para así realizar una aproximación de los efectos de la variabilidad en las lluvias sobre los cultivos del territorio.

En lo que respecta al cálculo del coeficiente de correlación⁶⁵, este se realizó por medio de la siguiente formula:

$$r = \frac{S_{Precipitación\ Anual} * Producción\ agricola\ anual}{S_{Precipitación\ Anual} * S_{Producción\ agricola\ Anual}}$$

⁶⁴ MONTEALEGRE, Óp. cit. p. 7.

⁶⁵ SWEENY, Dennis; ANDERSON, David; WILLIAMS, Thomas. Estadística para Administración y Economía. Séptima edición. 2001. Vol. 1. Editorial: International Thomson Editores. p. 95.

Donde,

r = Coeficiente de correlación.

S precipitación anual = Desviación estándar de las precipitaciones.

S producción agrícola anual = Desviación estándar de la producción agrícola.

S precipitación anual * S producción agrícola anual = Covarianza de la muestra.

Para obtener los datos anuales de lluvias por cada Núcleo de Desarrollo Provincial, se optó por realizar un promedio de las estaciones pluviométricas ubicadas en los municipios que los conforman, para así obtener una aproximación de las dinámicas climáticas, las cuales posteriormente se correlacionan con el total de la producción agrícola de los principales productos del departamento. Para así identificar posteriormente, la sensibilidad que posee cada cultivo ante cambios abruptos presentados en las precipitaciones en el periodo de tiempo estudiado.

7 RELACIÓN CLIMA Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

7.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DEL DEPARTAMENTO.

La producción vegetal depende de diferentes tipos de factores tales como el suelo, el conocimiento, los recursos económicos y el clima. Respecto a este último, cada planta posee características climáticas y edáficas determinadas, condiciones requeridas por los cultivos en sus diferentes fases, las cuales aumentan las probabilidades de llevar a cabo su proceso de crecimiento y producción de forma óptima.

A continuación se detallan las principales características y factores climáticos que se deben tener en cuenta en la producción y rendimiento de los principales cultivos del Departamento de Santander.

7.1.1 Cultivo de Café

El cultivo de café cuenta con una larga tradición en Colombia, en el siglo XIX se posicionó como el principal producto de exportación y fue uno de los sectores fundamentales para el desarrollo económico del país. Históricamente ha sido el único producto capaz de estabilizar el crecimiento económico a través de las exportaciones, ayudando de forma significativa a conformar un mercado interno irrigando ingresos y generando empleo⁶⁶. Actualmente la producción del grano es una actividad de pequeños productores, caracterizados, en su mayoría, por depender casi exclusivamente de este cultivo.

⁶⁶ MACHADO, Absalón. El cultivo de café. En: Universidad Nacional de Colombia- Facultad de Ciencias Económicas. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/795/6/266_-_5_Capi_4.pdf>

Los componentes de la producción agrícola como siembra, cosecha, recolección, beneficio y secado, son altamente generadores de empleo, en tanto que las etapas industriales son intensivas en bienes de capital y demandan menos mano de obra, inclusive, aun cuando existe estacionalidad en la cosecha, la actividad de trilla presenta dos ciclos durante el año en los cuales la demanda de empleo aumenta significativamente⁶⁷. De acuerdo con la Encuesta de Mercado Laboral y de Crédito Cafetero⁶⁸ realizada en el 2006 por el CRECE y la Federación Nacional de Cafeteros FNC, la producción de café generó para este año 703 mil empleos, lo cual representó cerca del 29% del empleo agrícola del país. De esta manera, uno de los mayores aportes del sector cafetero se presenta en el ámbito social, pues la producción del cultivo otorga ingresos a 516 mil familias, de las cuales el 95% efectúa su producción en extensiones menores a 5 hectáreas⁶⁹.

En el Departamento de Santander la caficultura es una de las actividades agrícolas más importantes para la economía de la región. El café es el cultivo permanente con mayor producción y área sembrada, en 2013 representó el 36.2% del total de área sembrada de cultivos permanentes del departamento. Al mismo tiempo, su producción representó el 4.63% del total de producción nacional con 30.227 toneladas y el 5% del área cosechada nacional con 38.614 hectáreas sembradas.

Acorde con lo anterior, el café es considerado un cultivo económica y socialmente importante para Santander, no sólo por su primer lugar en área cosechada y su alto porcentaje en el valor de la producción agropecuaria, sino también por su papel como generador de empleo en la zona. La caficultura santandereana, según la Base de Evaluaciones Agropecuarias Municipales EVA, se encuentra en 71 de

⁶⁷ESPINAL, CARLOS; MARTINEZ, HECTOR; ACEVEDO, XIMENA. La cadena del café en Colombia, una mirada Global de su estructura y Dinámica 1991-2005. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. No. 59. p. 5. Disponible en <<http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/102.pdf>>

⁶⁸LOZANO, Andrés; YOSHIDA, Paula. Índice de competitividad regional. En: Federación Nacional de Cafeteros. p. 121. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Indice_competitividad_cafetero.pdf>

⁶⁹ Ibíd., p. 105.

los 87 municipios del departamento. A su vez, este sector es considerado la principal fuente de demanda y de desarrollo en la región interandina, donde se encuentra la mayor parte de la población rural nacional⁷⁰.

Con respecto a sus condiciones climáticas, el café es producido en tierras templadas y calientes, sin embargo, la duración y floración de la planta junto a la cantidad y calidad de sus productos están determinados por rangos de temperatura específicos. La temperatura apta para el cultivo de café oscila entre los 12°C a los 33°C a medida que aumenta la temperatura la duración del árbol, la cantidad y calidad del fruto van disminuyendo y aumentando la necesidad de sombra⁷¹. Por otra parte, un factor climático importante que posee un efecto significativo en la floración, producción y maduración del cultivo son las precipitaciones. Los niveles ideales de precipitaciones anuales para el café se ubican entre los 1600 mm y 1800 mm⁷², precipitaciones superiores a 3000 mm son consideradas inadecuadas para su buen desempeño.

La siembra de café y su proceso vegetativo tiene lugar en temporada seca, no obstante, la época de lluvias abre paso a la floración de la planta. Por esta razón, el nivel de lluvias determina el periodo de recolección anual; si existen periodos cortos de lluvia pueden darse dos cosechas al año, por el contrario, si existe una temporada de altas precipitaciones habrá una cosecha anual. La cantidad de café es superior cuanto menor es la temperatura y menos húmedo el terreno, sin embargo, la humedad constante de la atmosfera favorece más la cantidad que la calidad del producto⁷³. En materia de suelos, la producción de altas cosechas de

⁷⁰DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Cadena Productiva de Café y Té. En: Departamento Nacional de Planeación – DNP. 2004. p. 95. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Cafe_%20y_Te.pdf>

⁷¹MONGE, Luis Fernando. Manejo de la Nutrición y Fertilización del Cultivo del Café Orgánico en Costa Rica. En: XI Congreso Nacional Agronómico y III Congreso Nacional de Suelos. 1999. p. 179. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_175.pdf>

⁷²Ibíd., p. 180.

⁷³OSPINA RODRIGUEZ, Mariano. Cultivo del Café: Nociones elementales al alcance de todos los labradores. En: Imprenta del Estado, Medellín. 1880. Vol. 1. p. 2. Disponible en <<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/200/1/cultivo%20del%20cafe.pdf>>

café sólo puede darse en suelos fértiles, de no ser así esta fertilidad debe ser mantenida artificialmente por medio de abonos minerales y orgánicos.

En Santander el cultivo de café se caracteriza por su sistema de sombríos permanentes, con especies diversificadas, lo cual contribuye a la estabilidad ecológica y a la biodiversidad, al mismo tiempo que es aprovechado para incrementar la oferta cafetera hacia la producción de cafés especiales.

7.1.2 Cultivo de Plátano

El cultivo de plátano ha sido un sector tradicional en la economía campesina santandereana, es considerado una actividad de subsistencia de pequeños productores, de alta difusión geográfica y posee un papel importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria y generación de empleo en zonas rurales. Para el año 2013, en Santander el cultivo de plátano representó el 9,6% del total de área sembrada de cultivos permanentes en el departamento⁷⁴, además, ocupa el cuarto lugar entre los cultivos permanente con mayor producción y área sembrada de la región. En este mismo año su producción representó el 3.85% del total de producción nacional con 122.466 toneladas y el 3.61% del área cosechada nacional con 13.733 hectáreas⁷⁵.

Por otra parte, el cultivo genera cerca de 286 mil empleos directos permanentes por año, es decir, cerca de 57mil familias dependen de cultivo en todo el país⁷⁶. Los sectores que consumen más del 80% de la producción de plátano en Colombia son, en primera instancia los hogares rurales, segundo los hogares

⁷⁴OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. Op. Cit.

⁷⁵AGRONET. Elaborado en base a las Evaluaciones Agropecuarias- Ministerio de Agricultura y Desarrollo. Disponible en: <<http://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>>

⁷⁶ESPINAL, Calos; MARTINEZ, Héctor; PEÑA, Yadira. Cadena del plátano en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.2005. N° 61. p. 3. Disponible en: <<http://www.asohofrucol.com.co/archivos/cadenas/platano.pdf>>

urbanos y por último los restaurantes⁷⁷, menos del 0,5% es utilizado para la actividad agroindustrial del plátano, que se destina principalmente a la preparación de comestibles (snaks), harinas, productos procesados para consumo humano y alimentos concentrados para consumo animal. Según lo anterior, se puede decir que gran parte de la producción de plátano en el país se dedica al consumo doméstico.

El cultivo de plátano es sembrado en diferentes zonas agroecológicas, desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura y dentro de un rango de temperatura de 17 °C a 35 °C⁷⁸, se cultiva en época de lluvias y se cosecha a las 48 semanas. La siembra de plátano se encuentra condicionada por factores climáticos, principalmente por el nivel de precipitaciones. El cultivo exige un clima cálido y una constante humedad en el aire, su temperatura ideal media es de 26°C a 27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30° a 31° norte o sur y de los 1.000 a los 2.000 m de altitud. Por otro lado, el crecimiento de la planta se detiene a temperaturas inferiores a 18°C y se producen daños a temperaturas menores de 13°C y mayores de 45°C⁷⁹.

Según la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria⁸⁰ las raíces del plátano son superficiales por tanto tienden a ser susceptibles a los extremos de lluvia. El déficit de agua afecta en gran la planta, sin embargo, el fenómeno de las inundaciones suele ser aún más graves dado que destruye las raíces reduciendo el número de hojas y la actividad floral.

Respecto a la duración de la planta, dependiendo de los cuidados del cultivo y las condiciones ambientales, esta dura de 6 a 15 años. En lo que se confiere a la luz,

⁷⁷ Ibid., p. 2.

⁷⁸ Ibid., p. 10.

⁷⁹ ESPINAL; MARTINEZ; PEÑA. Op. cit., p. 12.

⁸⁰ PALENCIA, Gildardo. GÓMEZ, Raúl. MARTÍN, José. Manejo sostenible del cultivo del plátano. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA .2006. p. 8. Disponible en: [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/%20%20/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Pl%C3%A1tano_Repel%C3%B3n_COOGRUPAR%20\(400409\)/Info%20producto/Cultivodeplatano.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/%20%20/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Pl%C3%A1tano_Repel%C3%B3n_COOGRUPAR%20(400409)/Info%20producto/Cultivodeplatano.pdf)

esta posee poca importancia en condiciones tropicales, sin embargo, en condiciones subtropicales al disminuir la intensidad de la luz el ciclo vegetativo se alarga. Por otra parte, en cuanto a las características edáficas, el cultivo de plátano no requiere una superficie específica, dado que este crece tanto en terrenos arcillosos, calizos o silíceos, con tal que sean fértiles, permanentes, profundos, ricos y bien drenados; esta planta posee gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4.5 y 8.

7.1.3 Cultivo de Frijol

El frijol ha sido históricamente un cultivo asociado al desarrollo de las culturas prehispánicas y aún en la actualidad juega un papel primordial en la alimentación de gran parte de la población mundial, pero de manera muy especial de aquella que se encuentra en países poco industrializados⁸¹. El frijol es uno de los cultivos más importantes en varias regiones de Colombia, particularmente en zonas de economía campesina. Según el Sistema de Inteligencia de Mercados (SIM)⁸² la producción nacional de frijol se concentra, en orden de importancia, en la Región Andina y en la costa atlántica, principalmente en los departamentos de Antioquia, Santander, Nariño, Huila, Tolima, Boyacá y Bolívar.

Es considerado uno de los granos básicos importantes en la dieta alimenticia de la población nacional debido a sus cualidades nutritivas, diversidad de variedades y a su alto contenido de proteína. En Santander se siembra principalmente las variedades de frijol rojo o moteado tipo arbustivo, el departamento ocupó en 2013

⁸¹DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIAS BÁSICAS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Análisis de la Cadena de Valor del Frijol. En: Secretaría de Economía. 2012. p. 23. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf>

⁸²CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados SIM perfil de producto FRIJOL. ISSN. En: Corporación Colombia Internacional. 2000. ISSN 0124-1338. p. 1. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Estudio%20economico%20Plantano%20%2B%2B.pdf>>

el sexto lugar a nivel nacional entre las principales regiones con mayor área cosechada. Respecto a la producción, su participación a nivel nacional, en este mismo año, con 7.195 toneladas, fue de 6,67% del total de toneladas producidas en el país. En lo que respecta a su participación en el área cultivada, esta fue de 7,43% del total nacional, con 6.819 hectáreas sembradas. Sin embargo, a nivel regional, el frijol se posiciona en el departamento como el segundo cultivo transitorio con mayor área sembrada, participando con 18,8% del total de la superficie de área cultivada en la región.

El cultivo de frijol no requiere de mucha agua y sus rendimientos se ven afectados por los excesos de pluviosidad en las épocas de siembra⁸³. Posee un periodo alrededor de tres meses entre su siembra y cosecha. El frijol para su desarrollo requiere temperaturas que oscilen entre los 10°C y 27°C, es un cultivo muy susceptible a condiciones extremas: exceso o falta de humedad⁸⁴. Debido a lo anterior, requiere suelos de textura ligera y bien drenada. La planta puede llegar a medir de 50 a 70 cm de altura y su ciclo vegetativo puede durar entre 80 a 180 días en variedades trepadoras.

En lo que respecta al suelo, se consideran aptos para el cultivo suelos con pH entre 5,5 y 7,5⁸⁵, de topografía plana y ondulada con buen drenaje. El frijol se caracteriza por adaptarse a una gran cantidad de condiciones de suelo y topografía. Por otro lado, la siembra se realiza principalmente al inicio de las dos temporadas de lluvia del año, marzo y abril en el primer semestre y septiembre y octubre, en el segundo periodo. Para el cultivo de frijol es recomendable sembrar en épocas que permitan programar la cosecha en los periodos más secos del año, de manera que se facilite el secado.

⁸³RUIZ CABARCAS. Óp. cit., p. 32.

⁸⁴DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIAS BÁSICAS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Óp. cit. p. 23.

⁸⁵ARIAS RESTREPO, Jesús Hernando; RENGIFO MARTÍNEZ, Teresita; JARAMILLO CARMONA, Maribel. Manual Técnico Buenas prácticas agrícolas en la producción del frijol voluble. En: Gobernación de Antioquia, (2007). ISBN 978-92-5-305827-3. N° 1. p. 64. Disponible en: <<http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>>

7.1.4 Cultivo de Cacao

El cacao es un alimento altamente nutritivo que se posiciona en el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado mundial⁸⁶. El cacao es un cultivo tradicional de economía campesina que demanda gran cantidad de mano de obra, de la cual viven alrededor de 35.000 familias⁸⁷, entre estas las obras campesinas y aquellas que están vinculadas a los procesos industriales de la materia prima, la industria tiene tal importancia que, para datos del 2001, la industria participó con el 7,4% del empleo generado en la industria de alimentos (excepto bebidas) y el 1,5% del empleo generado por la industria manufacturera⁸⁸.

En Colombia, los principales departamentos exponentes de la producción de cacao al 2010, son los departamentos de Santander, Arauca y Norte de Santander, estos tres departamentos ocupan el 64% de la producción total del país, Santander aporta un 29% de los cuales los municipios con mayor producción del cacao son San Vicente de Chucurí y El Carmen de Chucurí⁸⁹.

El cacao es un cultivo que por ser permanente, requiere de ciertos tiempos y cuidados para la floración del fruto. La siembra del cacao debe realizarse en la primera mitad de la temporada de lluvia para tener suficiente tiempo para que el árbol se establezca antes de la siguiente temporada seca, el árbol da fruto por primera vez aproximadamente a los 24 meses, pero su ciclo de cosecha

⁸⁶SUPER INTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE COLOMBIA. Cadena productiva del cacao: Diagnóstico de libre competencia. p. 1. Disponible en <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Cacao.pdf>>

⁸⁷Ibíd., p. 2.

⁸⁸MARTÍNEZ COVALEDA, Héctor. La Competitividad de las Cadenas Agroproductivas en Colombia: Análisis de su estructura y sus dinámicas (1991-2004). En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2004. p. 310. Disponible en: <<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/jspui/handle/11348/3656>>

⁸⁹MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario y Pesquero 2010. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2010. ISBN 978-958-97128-8-7. p. 77. Disponible en: <<http://agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuarioEstadistico2010.pdf>>

productiva se regula luego de 5 años⁹⁰. A pesar que los frutos maduran a lo largo del año, normalmente se llevan a cabo dos cosechas en un año: la cosecha principal y la cosecha intermedia, la de mayor producción empieza desde principio de Octubre a mediados de Enero⁹¹.

El cultivo de cacao requiere de clima y suelos propicios para su desarrollo, el clima favorable para la plantaciones de cacao en Colombia coinciden con la características terminas del piso térmico cálido, con temperaturas que oscilan entre los 22°C y 30°C en promedio. El óptimo de precipitaciones no mayores a 2.500mm anuales y humedad relativa cercana al 80%, en zonas donde exista exceso de agua es preciso una evacuación adecuada de la misma para evitar el anegamiento del cultivo. En zonas de menor pluviometría se utilizarán los porcentajes de sombreo adecuados para evitar una pérdida excesiva de humedad en el suelo. Los vientos continuos también son un riesgo, pueden provocar desecamiento, muerte y caída de las hojas, para ello es necesario instalar cortavientos a base de franjas abundantes de árboles⁹².

7.1.5 Cultivo de Caña Panelera

La caña panelera es usaba principalmente para la elaboración de la panela cuyo único ingrediente es el jugo de la caña de azúcar. El proceso de elaboración de la

⁹⁰MOJICA PIMIENTO, Amilcar; PAREDES VEGA, Joaquín. Ensayos sobre Economía Regional: Características del Cultivo del Cacao en Santander. En: Banco de la Republica. 2006. p. 8. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2006_noviembre.pdf

⁹¹PERDOMO ROSAS, María Alejandra. Caracterización de la cadena de abastecimiento y la cadena de valor del cacao en Colombia. En: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA – Tesis de pregrado. Facultad de Ingeniería Industrial. 2012. p. 27. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/13670/1/PerdomoRosasMariaAlejandra2012.pdf>

⁹²FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS. Fundamentos para el establecimiento de cultivos de cacao de alta productividad. En: Pronatta. (2001). N° 2. p. 4. Disponible en: http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Fundamentos_para_el_Establecimiento_de_cultivos_de_cacao_de_alta_productividad.pdf

panela es panificar el jugo de caña, deshidratándolo y solidificándolo en paneles o moldes de diferentes formas; estos procesos es realizados principalmente en pequeños molinos de caña de azúcar rurales denominados trapiches en donde participan de forma activa las familias campesinas⁹³, es decir, la panela es la base del sustento de miles de familias campesinas las cuales producen a pequeña escala el producto final, los cuales afrontan muchas dificultades para modernizar su producción y expandir sus mercados. Sólo un pequeño segmento de la producción se desarrolla de forma industrial y el resto se realiza en establecimientos pequeños con capacidades de producción inferiores a los 300 kilogramos de panela por hora⁹⁴.

La panela es catalogada como un edulcorante de bajo costo con importantes aportes de minerales y trazas de vitaminas dado que es una fuente inmediata de energía basado en azúcares reducidos que se metabolizan fácilmente, esto explica porque el consumo de panela presenta una mayor participación en la canasta familiar⁹⁵.

Colombia es el segundo mayor productor de panela y el mayor consumidor per cápita del mundo⁹⁶. Santander es el mayor productor de caña panelera 18.6% a nivel nacional, sustancialmente el municipio de San Benito aporta el 10.5% y Mogotes el 10%, los departamentos de Cundinamarca y Antioquia representan el 17.6% y 13.3% respectivamente de la producción nacional para el año 2010⁹⁷. Sin embargo, la producción se orienta casi completamente al mercado interno, dado

⁹³SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO COLOMBIA. CADENA PRODUCTIVA DE La panela: Diagnóstico de libre competencia. P. 1. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Panela.pdf>>

⁹⁴ESPINAL, Carlos; MARTÍNEZ, Héctor; ORTÍZ, Lila; ACEVEDO, Ximena. La cadena agroindustrial de la panela en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. N°57. p. 1. Disponible en: <<http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cadena-agroindustrial-de-la-panela-en-colombia.pdf>>

⁹⁵SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO COLOMBIA. Op. cit., p. 1.

⁹⁶ESPINAL; MARTÍNEZ; ORTIZ, ACEVEDO. Op. cit., p. 1.

⁹⁷MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Op. cit. p. 84.

que es caracterizado como un producto no transable, lo cual no le permite ampliar su demanda fácilmente.

La caña de azúcar se cultiva prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales de la tierra. En Colombia se cultiva en forma productiva desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 2.000 metros, la caña se adapta bien a una amplia variedad de suelos, pero se prefieren los franco arcillosos, profundos y bien drenados, en suelos demasiado duros, la caña no se desarrolla satisfactoriamente, en los suelos sueltos y ricos en materia orgánica crece bien, pero se puede caer fácilmente.

El cultivo asimila apropiadamente la radiación solar, por ello, la caña se cultiva en climas tropicales o subtropicales donde las temperaturas no pueden ser inferiores a 0°C, dependiendo de la duración de la helada, pero para su crecimiento exige un mínimo de 14 a 16°C. La temperatura óptima de crecimiento gira en torno a los 30°C, y el cultivo requiere de abundante agua para crecer bien entre 1.500 - 1.750 mm de precipitaciones anuales, las deficiencias de agua deben suplirse con riego y los excesos, con buenos drenajes⁹⁸.

7.1.6 Cultivo de papa

El cultivo de papa es un cultivo tradicional por la importancia que representa el tubérculo en la alimentación de las familias colombianas y en el mundo, por esta razón, la papa figura entre los diez alimentos más importantes producidos por los

⁹⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA; ASOCIACIÓN CAMPESINA DE INZA TIERRADENTRO; CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca del Río Negro Municipio de Inzá – Cauca. 2006. p. 193. Disponible en: <<http://www.inza-cauca.gov.co/apc-aa-files/63353035646637643737363238323431/plan-de-ordenamiento.pdf>>

países en desarrollo, además de ser este cultivo el cuatro alimento básico más importante en el mundo después del trigo, arroz, y el maíz⁹⁹.

Los cultivos de papa en el país no son significativos especialmente por las condiciones del clima que exige el tubérculo, además, en Colombia el cultivo de papa es típicamente un cultivo minifundista el cual cerca del 91% de estos cultivos en el país se encuentran desarrollados porciones iguales o menor a 3 hectáreas de tierra¹⁰⁰. El cual requiere para su desarrollo climas templados en preferencias temperaturas inferiores a 13°C y alturas de 2000 msnm hasta alcanzar zonas de paramos hasta alcanzar los 3500 msnm y temperaturas aproximadas a 8°C¹⁰¹. Es por ello que las condiciones climáticas favorables se dan en las localidades más frías del país, dando como resultados mayores cultivos y mayor producción de la papa. En el 2010, el departamento mayor productor de papa es Cundinamarca, el cual produce el 42,6% de la cosecha total nacional, también se encuentra benefactor para la papa el departamento de Boyacá y Nariño los cuales producen el 25,5% y el 17,6%¹⁰² respectivamente, ubicándolos como importantes localidades para el desarrollo del tubérculo.

Las papas pueden crecer en casi todos los tipos de suelos, excepto en los suelos donde son salinos o alcalinos y los más convenientes son los suelos arcillosos o de arena con arcilla y abundante materia orgánica, con buen drenaje y ventilación. El suelo debe mantener un contenido de humedad relativamente elevado, para un cultivo de papa de 120 a 150 días es necesario contar con de 500 a 700 mm de agua, si el abastecimiento de agua es insuficiente, la cosecha se verá afectada dado que la falta de agua hace disminuir la producción cuando se produce a mitad

⁹⁹INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA-IICA. Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1999. p. 4. Disponible en: <<http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/ACUERDO-COMPETITIVIDAD-CADENA-AGROALIMENTARIA-PAPA.pdf>>

¹⁰⁰Ibíd., p. 45.

¹⁰¹ESPINAL, Carlos. MARTÍNEZ, Héctor. PINZÓN, Nidyan; BARRIOS, Camilo. LA CADENA DE LA PAPA EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA 1991-2005. En: Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. N°. 54. p.5. Disponible en: <http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf>

¹⁰²MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Op. cit. p. 55.

o fines del período de desarrollo, más que si falta al inicio. Cuando hay poca agua, ésta se concentra en obtener la producción máxima por hectárea en vez de aplicarse a una superficie más amplia. Es por esta razón que la siembra de la papa se realiza principios de la primavera en las zonas templadas y a fines del invierno en las regiones más cálidas, y en los lugares de clima tropical caliente se cultiva durante los meses más frescos del año¹⁰³.

El sistema de riego automático diario o cada tercer día, es una respuesta conveniente para los cultivos de papa que se encuentran en las zonas de clima subtropical, donde el abastecimiento de agua por aguas lluvias no es frecuente, se puede usar este sistema para alcanzar abundantes producciones del tubérculo.

7.1.7 Cultivo de Maíz

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos e importantes que se conocen. Constituye una fuente principal de carbohidratos y proteína, su contenido consiste principalmente en: 86% de carbohidratos, 9% de proteínas, 3% de aceite y 2% de fibra¹⁰⁴. Una las principales características de esta planta recae en que es el único cereal que puede ser usado como alimento en las diferentes etapas del desarrollo de la planta.

El maíz es uno de los renglones más importantes de la producción agrícola en Colombia y ha sido el cultivo colonizador en varias zonas del país. Este cultivo se encuentra presente en todas las regiones naturales de la región gracias a su especial adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas y socioeconómicas. De modo que, se cultiva desde la Guajira hasta el Amazonas y desde la Costa Pacífica hasta los Llanos Orientales, desde el nivel del mar hasta 3000 metros de altitud. Por otro lado, en lo que respecta a la utilización del grano, el maíz posee

¹⁰³ AÑO INTERNACIONAL DE LA PAPA. El cultivo. (2008). Disponible en: <<http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>>

¹⁰⁴ BONILLA MORALES, Nevio. Manual de recomendaciones técnicas Cultivo de Maíz. 2009. ISBN 978-9968-586-00-9. p. 7. Disponible en <<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>>

diferentes usos, sin embargo, su rol principal se sitúa en el consumo humano directo y para alimentar animales, ya sea directamente o en la formulación de concentrados, son uno de sus principales

El 85% de cultivo de maíz tradicional en el país se encuentra concentrado en pequeños productores, es decir aquellos cuya producción se da en terrenos menores a 5 hectáreas¹⁰⁵. En lo que respecta a Santander, el departamento cultiva maíz tradicional y tecnificado, sin embargo, la región se caracteriza por la producción de maíz tradicional. El cultivo de maíz se caracteriza por su corto ciclo, por su mano de obra familiar y asalariada, nivel tecnológico bajo, dada su tradición, economía campesina, autoconsumo y su destino se dirige primariamente al mercado local y a la industria alimenticia.

En lo que respecta a la temperatura, esta varía en cada etapa de desarrollo de la planta como se muestra en la **tabla 2**. Por otra parte, un factor importante en la producción de maíz es la distribución, cantidad y eficiencia de lluvias. Los niveles de lluvia apropiados durante la temporada de crecimiento de la planta oscilan entre los 300 mm y los 1000 mm, siendo 550 mm la cantidad de lluvia óptima¹⁰⁶.

Tabla 2. Temperatura apta en cada etapa de desarrollo del cultivo de maíz.

<i>Etapas/Temperatura</i>	<i>Mínima</i>	<i>Máxima</i>	<i>Óptima</i>
<i>Germinación</i>	10°C	40 °C	20 a 25°C
<i>Crecimiento</i>	15°C	40°C	20 a 30°C
<i>Floración</i>	20°C	30°C	21 a 30°C

Fuente: Elaboración propia con base en Manual de Recomendaciones Técnicas Cultivo de Maíz.

¹⁰⁵SUPERINTENDENCIA DE INSUTRIA Y COMERCIO. Cadena productiva del Maíz. p. 16. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/Cadena%20productiva%20del%20ma%C3%ADz.pdf>>

¹⁰⁶ BONILLA MORALES. Op. cit., p.10.

En lo que respecta al suelo, el maíz puede desarrollarse en una gran variedad de suelos y texturas medias, sin embargo es aconsejables suelos de tipo intermedio, con buen drenaje, sueltos, aireados, planos y ligeramente quebrados. A su vez, requiere suelos profundos, dado que las raíces necesitan entre 0,80 y 1,00 m de profundidad para su desarrollo normal. Por otra parte, para el desarrollo normal de la planta es necesario suelos bien drenados, dado que el agua encharcada es nociva para las raíces de la planta de maíz pues limita su respiración y absorción de nutrientes, ocasionando disminución en la producción.

7.2 VARIABILIDAD ANUAL DE LAS PRECIPITACIONES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

Como se anotó anteriormente, los procesos y actividades asociados al sector agrícola están controlados por diversos factores, dentro de los cuales el clima y su variabilidad ejercen un papel importante. En este sentido, es conveniente revisar como los fenómenos climáticos han influido en la variabilidad del comportamiento de las lluvias del Departamento de Santander en los últimos años. En la **tabla 3**, se pueden apreciar los eventos más destacados de El Niño y La Niña que se han presentado en Colombia en las últimas décadas.

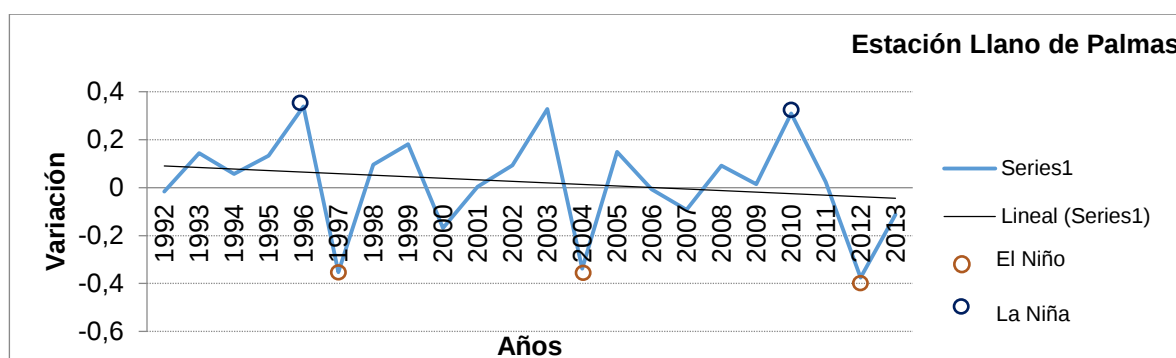
Tabla 3. Presentación de los fenómenos de El Niño y La Niña en Colombia.

EL NIÑO	LA NIÑA
<i>1991 a 1992</i>	<i>1995 a 1996</i>
<i>1997</i>	<i>1998</i>
<i>1999 a 2000</i>	<i>2006</i>
<i>Mayo de 2009 a marzo de 2010</i>	<i>Mayo de 2010 a 2012</i>
<i>Desde Julio del 2012 hasta la actualidad</i>	-

Fuente: Elaboración propia.

Para contextualizar al departamento en los eventos de variabilidad climática mencionados anteriormente, se hizo necesario estudiar el comportamiento de las lluvias en el Departamento de Santander en los últimos veintidós años (1991-2013), con el fin de poder observar en qué proporción la variabilidad climática generada por fenómenos como El Niño y La Niña han afectado el régimen de lluvias de la región. Para lo cual, se elaboraron gráficos comparativos entre el comportamiento de las precipitaciones anuales de los núcleos de desarrollo provincial y se identificó cual núcleo presentó mayor sensibilidad ante las variaciones climáticas.

Gráfico 3. Variación en las Precipitaciones del Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano.



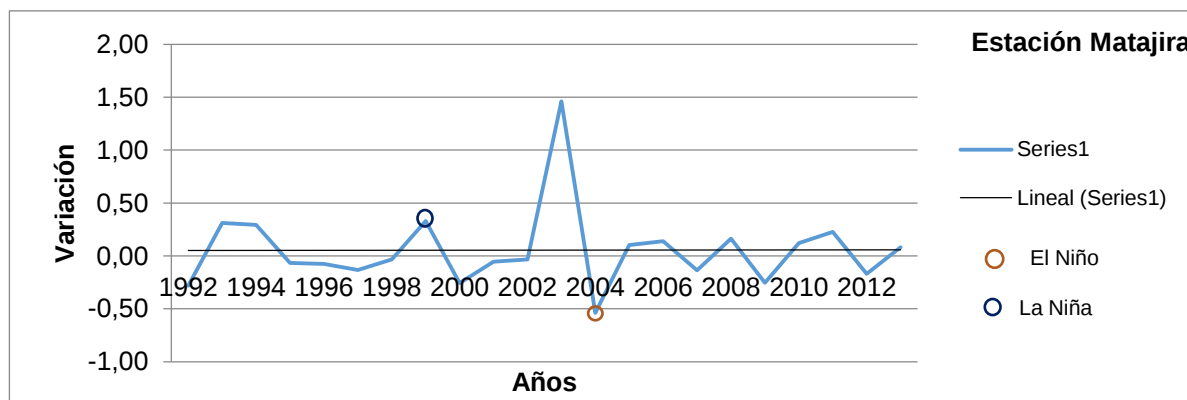
Fuente: IDEAM, elaboración propia.

Como se puede apreciar en la gráfica anterior, la variabilidad de lluvias en el Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano entre el periodo de 1992 a 2013, no presenta una tendencia determinada sino por el contrario se caracteriza por variaciones irregulares. No obstante, estos cambios significativos en las lluvias no se pueden catalogar como cambio climático sin antes cerciorarse que en estos años el comportamiento mensual de lluvias haya presentado comportamientos inusuales, como por ejemplo, que no llueva en temporadas de lluvia y viceversa, o que el nivel de lluvias sobrepase o se encuentre por debajo de los niveles normales de precipitación para el departamento.

De este modo, teniendo en cuenta las temporadas de lluvias estimadas para la región, donde los meses de mayor precipitación son abril, mayo, octubre y noviembre; sólo las fluctuaciones de 1996, 1997, 2010 y 2012 obedecen a variaciones climáticas. Debido a que al revisar los registros de los datos generales por meses de estos años, se observa la presencia de irregularidades en las temporadas tanto secas, como de lluvias planificadas, tal como se puede observar en el **Anexo A**, en los meses característicos por aumentos de lluvias de los años 1996, 2003 y 2012, estas tendieron a disminuir de forma progresiva.

Por otra parte, los puntos enmarcados por círculos naranjas y azules corresponden a los periodos donde coinciden los cambios abruptos de lluvias anuales de la región con los fenómenos de El Niño y La Niña que se han presentado en Colombia en las últimas dos décadas. De este modo, se observa que las anomalías ambientales que han afectado la estabilidad pluviométrica de esta parte del departamento, de manera considerable, son las correspondientes a los años 1997, 2004 y 2012 donde se presentó El Niño, y las registradas en 1996 y 2010 con la aparición del fenómeno de La Niña.

Gráfico 4. Variación en las precipitaciones del Núcleo de Desarrollo Provincial Soto Norte



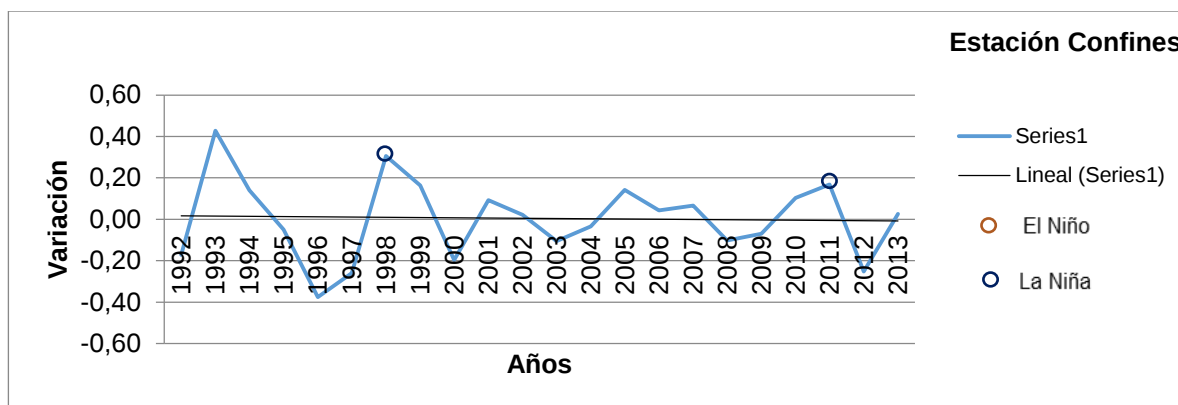
Fuente: IDEAM, elaboración propia.

Por su parte, la variabilidad climática del núcleo de desarrollo provincial Soto Norte, presenta un comportamiento un poco más uniforme que el núcleo

Metropolitano, sin embargo, se observa periodos como 1999, 2003 y 2004, donde se presentaron variaciones considerables, sobre todo en el año 2003 donde las lluvias aumentaron 150% en comparación con el año anterior. A su vez como se puede apreciar en el **Anexo B**, estos años presentan irregularidades en sus periodos de lluvias pronosticados mensualmente, lo cual evidencia la presencia de variabilidad climática en estos periodos.

Por otra parte, sólo 1998 y 2004 coinciden con los fenómenos de La Niña y El niño respectivamente. No obstante, y a pesar de que el año 2003 no coincida con la presencia de estos fenómenos en el país, al revisar el comportamiento mensual de lluvias se puede observar, como en el transcurso de este periodo se presentaron variaciones climáticas abruptas; por ejemplo, los meses de mayo y abril fueron unos de los más secos del año con 78,8 y 56,6 milímetros (mms) de lluvias respectivamente. Por el contrario, el mes de junio, el cual se caracteriza por ser temporada seca, tuvo niveles de precipitación cercanos a los 600 mms, generando grandes irregularidades en el comportamiento mensual de lluvias. Lo anterior, explica en gran medida la variación del 150% que se presentó este año y amerita considerar este tipo de fluctuación como cambio climático, debido a las características mensuales de precipitación que se presentaron en el transcurso del año.

Gráfico 5. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Comuneros

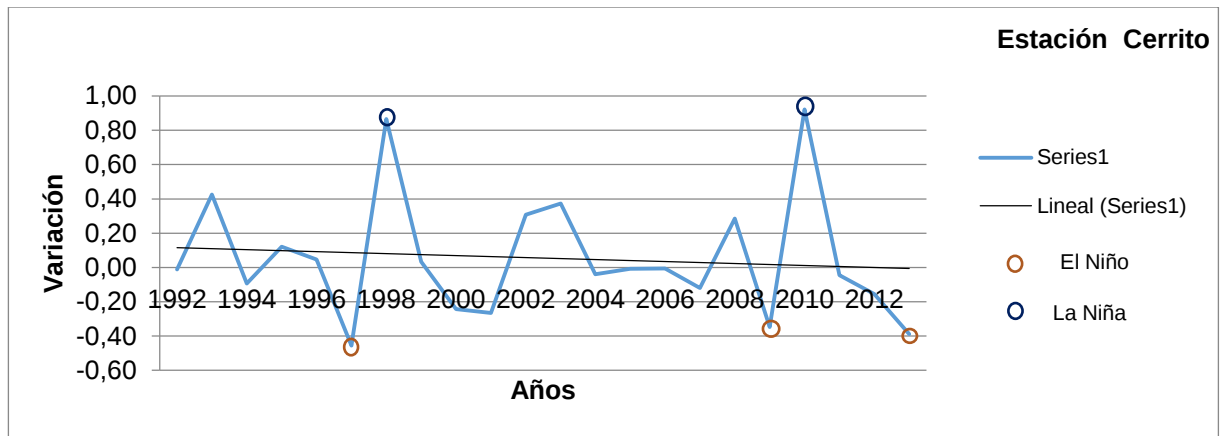


Fuente: IDEAM, elaboración propia.

Por otro lado, el nivel de precipitación en el núcleo de desarrollo provincial Comuneros presentó en 1993 aumentos en los niveles de lluvia de más del 40%, sin embargo, al revisar el comportamiento de precipitación mensual, este no presentó irregularidades, por tanto esta variación, puede atribuirse a que las temporadas de precipitación en este año registraron un aumento progresivo en las lluvias. A su vez, en 1996 el aumento de lluvias característico de los meses de abril y mayo se extendió hasta junio, tal como se puede apreciar en el **Anexo C**, generando anomalías climáticas para este periodo.

Por otra parte, los periodos de 1998 y 2011 a pesar de presentar comportamiento normal en las temporadas de precipitación mensual, presentaron aumentos significativos de lluvia a nivel anual. Lo anterior, puede ser explicado por el aumento del nivel de precipitaciones que ocasionó el fenómeno de La Niña en el país en esos años.

Gráfico 6. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial García Rovira

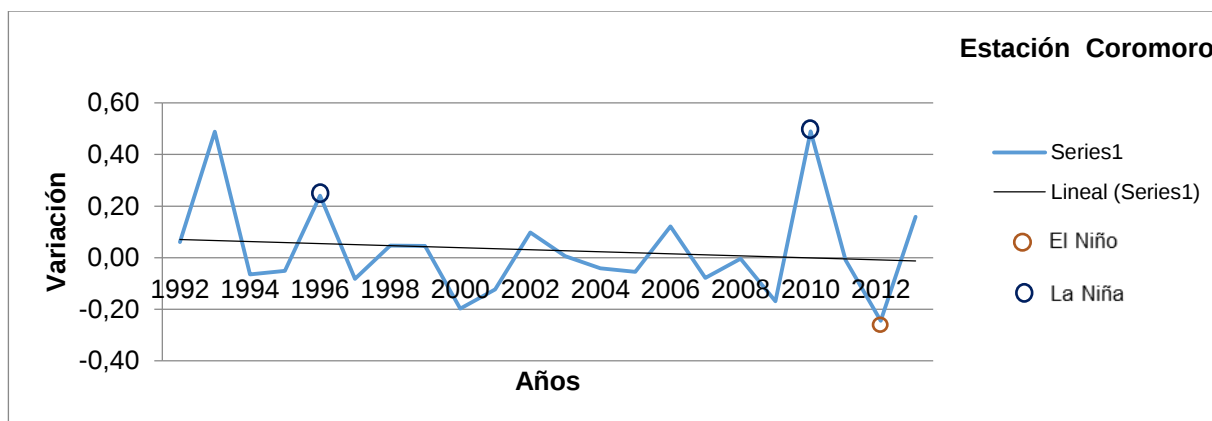


Fuente: IDEAM, elaboración propia.

En lo que respecta al Núcleo de Desarrollo Provincial García Rovira, esta zona del departamento se ha visto impactada en los últimos años, de manera significativa, por el fenómeno de La niña en 1998 y 2010, y el fenómeno de El Niño en 1997, 2009 y 2013. No obstante, existen años como 2003 y 2008 que a pesar de no coincidir con fenómenos climáticos, presentan alteraciones en su ciclo mensual de lluvias, tal como se puede ver en el **Anexo D**, los meses caracterizados por aumento de lluvia presentan disminución de las mismas.

Por otra parte, en 1993 se observa un aumento de precipitaciones del 42% respecto al año anterior, el cual no obedece a fenómenos ni variaciones climáticas y el periodo presenta normalidad en el comportamiento mensual de lluvias, sin embargo, esta variación anual puede atribuirse a que las temporadas de precipitación registraron un aumento progresivo, el cual aumenta el total de lluvias del año.

Gráfico 7. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Guanentá

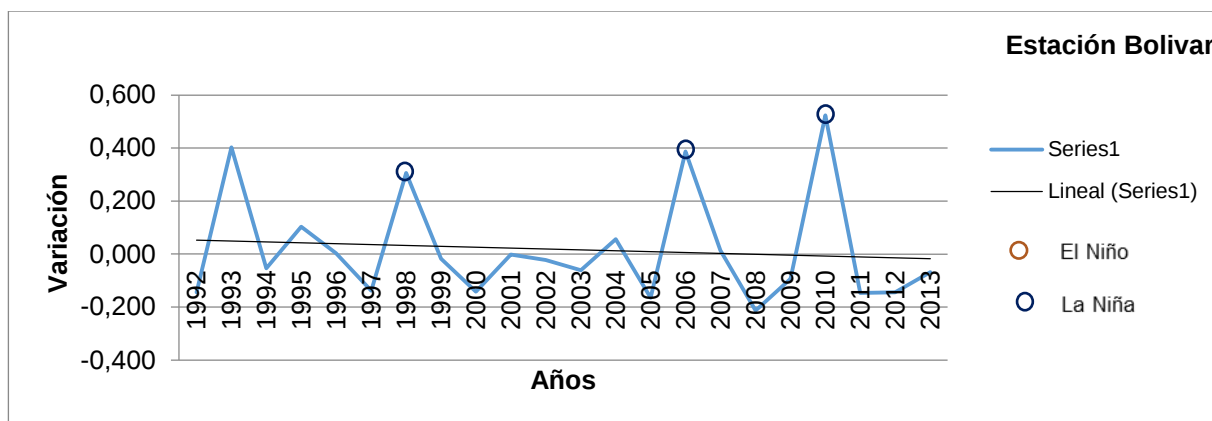


Fuente: IDEAM, elaboración propia.

Por su parte, el Núcleo de Desarrollo Provincial Guanentá también presentó en 1993 aumentos significativos en las lluvias de 49% que no coinciden con el fenómeno de La Niña en el país, ni tampoco presenta irregularidades en el comportamiento de precipitación mensual. Por tanto, al igual que en el Núcleo de Desarrollo Provincial de García Rovira, esta variación puede atribuirse a que las temporadas de precipitación registraron aumentos significativos en las lluvias.

En 1996 y 2010 esta zona del territorio se vio afectado por el fenómeno de La Niña, alcanzando en 2010 aumentos de precipitaciones alrededor del 50% en comparación con el año anterior. A su vez en 2012 el fenómeno de El Niño ocasionó disminuciones aproximadamente del 25%, afectando así el ciclo normal de lluvias.

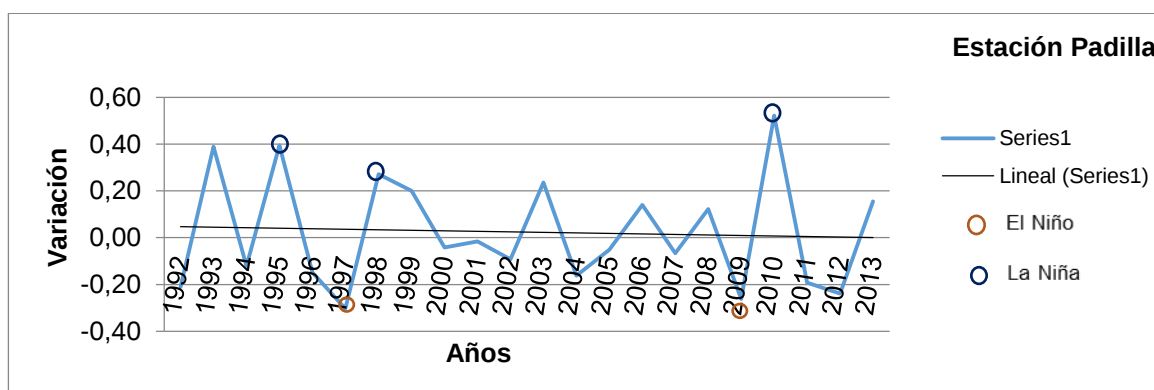
Gráfico 8. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Vélez



Fuente: IDEAM, elaboración propia.

Respecto a Vélez, este Núcleo de Desarrollo provincial para el periodo de estudio, las variaciones climáticas se vieron influidas en su mayoría por el fenómeno de La Niña, el cual generó aumento de lluvias en los periodos de 1998, 2006 y 2010. No obstante, en 1993 se presentaron aumentos en las precipitaciones del 40%, lo cual, puede atribuirse a que las temporadas de precipitación en este año registraron un aumento progresivo en las lluvias.

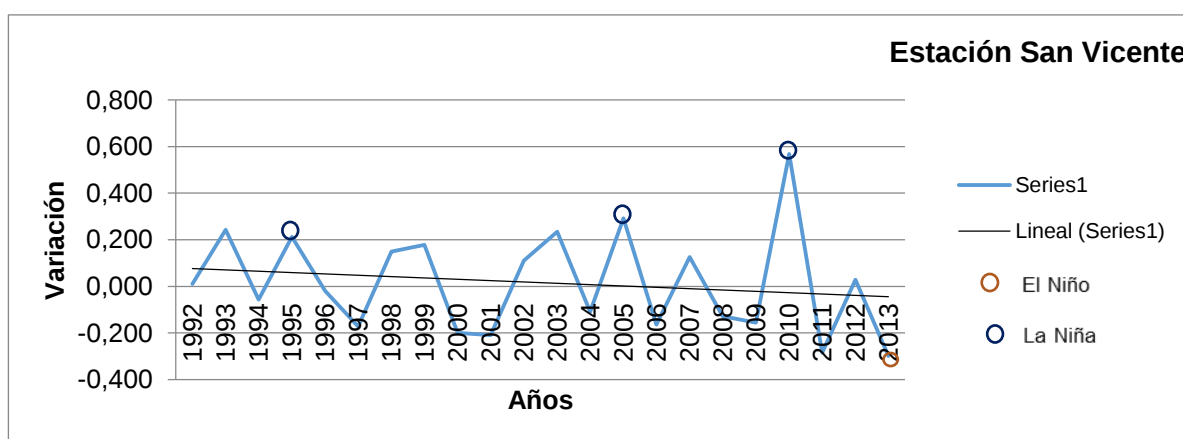
Gráfico 9. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Carare-Opón



Fuente: IDEAM, elaboración propia.

El Núcleo de Desarrollo Provincial Carare-Opón, se caracteriza por ser una de las zonas más sensibles ante los fenómenos de El Niño y La Niña, debido a que la mayoría de sus anomalías coinciden con la presencia de estos fenómenos en el país, como en 1997, 2009 con el fenómeno de El Niño y su fase opuesta La Niña en 1995, 1998 y 2010. Generando variaciones superiores al 40% en la mayoría de los casos.

Gráfico 10. Variación en las precipitaciones del Núcleo de desarrollo provincial Mares



Fuente: IDEAM, elaboración propia.

El Núcleo de Desarrollo Provincial Mares, se ha caracterizado por mantener en la mayoría de años estudiados, los niveles de lluvias estables, es decir, no superiores a variaciones del 25%. No obstante, sólo en 2010 con la presencia del fenómeno de la Niña en Colombia, la cantidad de lluvia en esta zona del departamento aumentó cerca del 60% con relación al año anterior. A su vez en 2013 con la llegada del fenómeno de El Niño las lluvias disminuyen cerca del 40%.

8. IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

En la **tabla 4** se presenta los coeficientes de correlación (r) entre el comportamiento de la producción agrícola y los niveles totales de precipitación anual en los núcleos de desarrollo provincial de Santander. A continuación se muestra valores positivos y negativos por encima de 0,5 (por debajo de -0,5) lo cual señala una importante relación entre la precipitación y la producción agrícola en las distintas regiones del departamento.

Tabla 4. Coeficiente de correlación (r) entre la producción de los principales cultivos y los promedios de precipitación del Departamento de Santander.

NUCLEOS DE DESARROLLO PROVINCIAL	CAFÉ	CACAO	PLATANO	FRIJOL	CAÑA PANELERA	PAPA	MAIZ
METROPOLITANO	-0,7	0,0	-0,1	-0,1	0,9	N/P	-0,4
SOTO NORTE	-0,6	0,0	-0,8	-0,4	0,0	0,2	-0,3
MARES	0,3	0,1	0,0	0,8	0,0	N/P	0,3
COMUNEROS	-0,3	-0,4	-0,4	0,3	0,6	0,0	0,3
GUANENTA	-0,6	0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,5	0,2
GARCIA ROVIRA	-0,2	0,3	0,2	-0,4	-0,4	0,2	0,3
VELEZ	0,0	-0,4	-0,4	0,5	-0,4	0,0	0,5
CARARE-OPÓN	0,3	0,2	0,6	0,4	0,0	N/P	0,6

Fuente: *Elaboración propia.*

Para el Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano se identifica una correlación inversa significativa para el cultivo de café, el cual registra un r de -0,7, lo cual muestra que en el lapso de tiempo analizado la relación entre la oferta de agua y la producción del cultivo es bastante alta, es decir, el cultivo de café en esta parte del departamento presenta alta sensibilidad ante las variaciones interanuales de lluvia, dado que los aumentos de lluvia por encima de lo normal disminuyen la producción del grano.

Por su parte, el cultivo de caña panelera, se ve afectado positivamente por el aumento de pluviosidad, con un coeficiente de correlación de 0,9, el más alto del núcleo provincial, registra una correlación bastante fuerte. Este tipo de registro indica la relación benéfica que posee este cultivo con los altos niveles de lluvia. Por su parte, el maíz registra un coeficiente de correlación negativo de -0,4 lo cual indica que si aumenta la oferta hídrica los rendimientos del cultivo disminuyen. Para el plátano, el frijol y el cacao los r registrados son muy bajos (entre -0,1 y 0,1), lo que supone la existencia de una leve relación entre la precipitación y la producción de estos cultivos. Por otra parte, en lo que respecta al cultivo de papa, dadas las condiciones climáticas de la zona, este no se produce allí o por lo menos no existe evidencia de producción para el periodo analizado.

Las estadísticas que se obtienen para el Núcleo de Desarrollo provincial Soto Norte, dejan ver la estrecha relación inversa que existe entre las precipitaciones y la producción de los cultivos de café, plátano y frijol. De este modo, se puede observar, que la producción de plátano disminuye mientras más abundancia de lluvias se presente en temporada seca, con un r de -0,8 demuestra el alto grado de sensibilidad que posee el cultivo ante aumentos imprevistos de lluvias. El café también presenta comportamiento inverso respecto al aumento de precipitaciones, con un r de -0,6, indica lo perjudicial que es para la producción los altos niveles de lluvia. Por su parte, el cultivo de frijol no presenta tanta sensibilidad, como los cultivos anteriores, sin embargo, se aprecia un r de -0,4 que indica que en cierto

modo la producción del cultivo es vulnerable a los aumentos significativos de precipitaciones en la región. Respecto a los cultivos de cacao, caña panelera, papa y maíz, estos presentan coeficientes de correlación entre -0,3 y 0,3, es decir, que para esta zona de la región la relación entre estos cultivos y las lluvias es muy leve.

En el Núcleo Provincial de Mares el cultivo de frijol presentó un coeficiente de correlación de 0,8, lo cual indica la presencia de una correlación fuerte y directa con respecto a las lluvias, es decir, la producción aumenta ante el incremento de lluvias en la zona. Por otra parte, los cultivos de café, cacao, caña panelera, maíz y plátano registraron r cercanos a 0, lo cual muestra la débil relación que poseen estos cultivos en esta parte de la región con las lluvias. Por último, el cultivo de papa, dada las condiciones climáticas de este Núcleo de Desarrollo Provincial, no se produce en esta zona.

Con respecto al Núcleo de Desarrollo Provincial Comuneros, el coeficiente de correlación para la caña panelera, señala una respuesta directa de la producción del cultivo a la mayor cantidad de lluvias, lo que se demuestra con coeficiente de correlación de 0,6. El cultivo de plátano y cacao presentan coeficientes de correlación inverso, de manera que los resultados negativos en la producción están asociados a una oferta hídrica alta ($r = -0,4$). En esta misma zona, los cultivos de café, frijol, papa y maíz presentan r entre -0,3 y 0,3 lo cual muestra la débil relación de estos con los altos niveles de lluvia.

En cuanto al Núcleo de Desarrollo provincial Guanentá, en esta parte del departamento el café es el cultivo que presenta más sensibilidad ante el aumento progresivo de lluvias, con un coeficiente de correlación de -0,6, el cultivo muestra una sensibilidad perjudicial ante el aumento de precipitaciones. Lo mismo sucede con la papa, la cual responde de manera inversa ante el incremento de oferta de agua. Por su parte, el cacao, el plátano, la caña panelera, el frijol y el maíz

registraron coeficientes de correlación muy cercanos a 0 (entre -0,1 y 0,2), lo cual demuestra la leve relación entre estos y las precipitaciones.

Respecto al Núcleo de Desarrollo Provincial García Rovira, la producción de caña panelera y frijol, presentaron un coeficiente de correlación inverso de -0,4, es decir, estos cultivos reaccionan negativamente ante el aumento de lluvias por encima de lo normal. En cambio los cultivos de café, cacao, plátano, maíz y papa en esta área del departamento exhiben coeficientes de correlación que oscilan entre -0,2 y 0,3, lo que cual demuestra la leve relación entre estos y la oferta de lluvias en la zona.

En el Núcleo de Desarrollo Provincial Vélez, la producción de frijol y maíz, presentan una fuerte relación con la intensidad de lluvias, con un coeficiente de correlación de 0,5, se exhibe la reacción positiva de los cultivos ante el exceso de precipitaciones en la región. Por el contrario, los cultivos de cacao, plátano y caña panelera en esta zona reaccionan de manera adversa al aumento de la pluviosidad ($r=-0,4$). Por su parte, el café y la papa registran coeficientes de correlación muy cercanos a cero, lo cual muestra la poca relación de estos cultivos y los niveles de lluvias en esta área de la región.

Los coeficientes de correlación para el Núcleo de Desarrollo Provincial Carare-Opón indican que los cultivos mayormente beneficiados por la precipitación son el plátano y el maíz. El plátano tiene una respuesta positiva en su producción ante el aumento de lluvias, con un r de 0,6 deja ver su positiva respuesta al exceso de estas. Igualmente el maíz resulta ser altamente sensible a las precipitaciones en este sector del departamento. Por otra parte, el frijol también presenta relación favorable al aumento de pluviosidad ($r= 0,4$). Por el contrario, el cultivo de café, cacao y caña panelera registran una ausencia generalizada de correlación, dado que los valores son cercanos a cero. Se debe tener en cuenta que en esta parte del departamento, gracias a sus condiciones climatológicas, no se produce el

cultivo de papa, por tanto para esta zona no se puede analizar el comportamiento de esta ante los niveles de precipitación.

9. CONCLUSIONES

La revisión efectuada del estudio permitió establecer que el Departamento de Santander ha sido afectado de manera recurrente por eventos climáticos como periodos lluviosos e inundaciones, lo cual ha generado incidencias en diferentes sectores del departamento, en particular en la agricultura, la cual bajo anomalías climáticas sufre daños reflejados en la disminución de la producción.

Al analizar las características agroecológicas de los principales productos se pudo establecer que en gran parte de los cultivos del sector agrícola de Santander se planea las diferentes etapas productivas como siembra, cosecha, entre otras, acorde con el ciclo anual de precipitaciones establecido para la región, lo cual expone directamente al sector ante la presencia de anomalías climáticas.

Por otra parte, respecto al análisis comparativo de los eventos de fenómenos climáticos y las variaciones en el ciclo de precipitaciones presentadas en cada Núcleo de Desarrollo Provincial del departamento, se encuentra una alta concordancia con las fases cálidas que caracteriza a El Niño y frías de La Niña en todo el departamento en general. No obstante, a pesar de la evidente relación, el del Núcleo de Desarrollo Provincial que presentó mayor sensibilidad en su régimen de lluvias anual ante estos eventos fue el Núcleo de García Rovira, donde la respuesta de la precipitación a los fenómenos climáticos fue la más significativa.

La variación en el régimen de lluvias, generada por los fenómenos El Niño y La Niña afectan el sector agrícola en términos generales de la siguiente forma: el aumento de lluvias por encima de su nivel normal bajo el fenómeno de La Niña

genera inundaciones las cuales dañan los cultivos, disminuyendo su producción y rendimiento; a su vez la presencia de sequías, gracias a la ausencia de precipitaciones reducen la producción en la mayoría de los cultivos. No obstante, en cada Núcleo de Desarrollo Provincial cada cultivo reaccionó de forma diferente ante cambios abruptos en el comportamiento de lluvias.

De este modo, se encontró que el cultivo más sensible ante las variaciones climáticas es el del café, pues evidenció una correlación inversa entre el nivel de lluvias y la producción en la mayoría de los Núcleos de Desarrollo Provincial. En tanto al cultivo de frijol, este presenta disminuciones en su producción si los volúmenes de precipitaciones aumentan, sin embargo, presenta una menor sensibilidad en comparación con el cultivo de café.

El maíz, por su parte, presentó una correlación positiva en la mayoría de Núcleos de Desarrollo Provincial, no obstante, para los núcleos Metropolitano y Soto Norte, este cultivo evidenció una correlación inversa entre el nivel de precipitación y la producción agrícola, siendo estos efectos más evidentes y prolongados en lugares con déficit hídrico.

La papa por su parte, no presentó una respuesta notoria ante anomalías en la precipitación, sin embargo, en el Núcleo de Desarrollo Provincial de Guanentá, este cultivo disminuye su producción considerablemente ante aumentos por encima de lo normal de la pluviometría.

El cacao es el cultivo que presenta mayor tolerancia ante la variación climática en comparación con los demás productos analizados, pues no presentó respuestas significativas ante anomalías en las precipitaciones. La producción de caña panelera tiene una respuesta positiva ante aumentos de precipitaciones por encima de lo normal en el Departamento de Santander, especialmente en el Núcleo de Desarrollo Provincial Metropolitano donde la relación según los resultados es casi proporcional.

BIBLIOGRAFÍA

AGRONET. Elaborado en base a las Evaluaciones Agropecuarias- Ministerio de Agricultura y Desarrollo. [Citado 30, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>>

AÑO INTERNACIONAL DE LA PAPA. El cultivo. En: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO [online], 2008. [Citado 13, diciembre, 2015]. Disponible en: < <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>>

AL GORE. Una verdad incómoda. Segunda edición. Barcelona: Editorial Gedisa S.A, 2007. 328 p.

ALTIERI, Miguel; NICHOLLS, Clara. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. En: Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California [online], 2008. CA 94720-3114, p. 10. [Citado, 25, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/AltieriCambioClimaticoCampesinos.pdf>>

ARIAS RESTREPO, Jesús Hernando; RENGIFO MARTÍNEZ, Teresita; JARAMILLO CARMONA, Maribel. Manual Técnico Buenas prácticas agrícolas en la producción del frijol voluble. En: Gobernación de Antioquia. 2007. ISBN 978-92-5-305827-3. N° 1. [Citado 4, diciembre de 2015]. Disponible en: <<http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>>

BERNSTEIN, Lenny *et al.* Climate change 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change. En: Intergovernmental Panel on Climate Change [online], Noviembre [online], 2007. [Citado 20, abril, 2015]. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf>

BONILLA MORALES, Nevio. Manual de recomendaciones técnicas Cultivo de Maíz. 2009. ISBN 978-9968-586-00-9. [Citado 13, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>>

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA FINANCIACIÓN PARA EL DESARROLLO. (5:18-22, marzo, 2002: Monterrey, México). La reducción de la pobreza y el hambre: La función fundamental de la financiación de la alimentación, la agricultura y el desarrollo rural. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [online], 2002. [Citado 22, noviembre, 2015]. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/y6265s/y6265s.pdf>>

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA; ASOCIACIÓN CAMPESINA DE INZA TIERRADENTRO; CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca del Río Negro Municipio de Inzá – Cauca [online], 2006. [Citado 9, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.inza-cauca.gov.co/apc-aa-files/63353035646637643737363238323431/plan-de-ordenamiento.pdf>>

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados SIM perfil de producto FRIJOL. ISSN. En: Corporación Colombia Internacional [online], 2000. ISSN 0124-1338. [Citado 4, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Estudio%20economico%20Plantano%20%2B%2B.pdf>>

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA; ASOCIACIÓN CAMPESINA DE INZA TIERRADENTRO; CORPORACIÓN AUTÓNOMA

REGIONAL DEL CAUCA. Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca del Río Negro Municipio de Inzá – Cauca [online], 2006. [Citado 9, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.inza-cauca.gov.co/apc-aa-files/63353035646637643737363238323431/plan-de-ordenamiento.pdf>>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA DANE. Series de población 1985 – 2020. [Citado 26, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/series-de-poblacion>>
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Cadena Productiva de Café y Té. En: Departamento Nacional de Planeación – DNP [online], 2004. [Citado 29, noviembre, 2015]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Cafe_%20y_Te.pdf>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). En: Departamento Nacional de Planeación [online], 2012. [Citado, 24, noviembre, 2015]. Disponible en: <http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/ABC_Cambio_Climatico.pdf>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN; BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Impactos económicos del cambio climático en Colombia – síntesis-En: Departamento Nacional de Planeación; Banco Interamericano de Desarrollo [online], 2014. No IDB-MG-221. [Citado 28, abril, 2015]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Econ%C3%B3micos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf>

DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIAS BÁSICAS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Análisis de la Cadena de Valor del Frijol. En: Secretaria de Economía [online], 2012. [Citado 3, diciembre, 2015]. Disponible en:

<http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf>

ECHEVARRIA, Cristina. A Three-Factor Agricultural Production Function: The Case of Canada. En: International Economic Journal [online], 1998, Vol. 12. [Citado 28, abril, 2015]. Disponible en: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10168739800000029>>

ESPINAL, Carlos; MARTINEZ, Héctor; ACEVEDO, Ximena. La cadena del café en Colombia, una mirada Global de su estructura y Dinámica 1991-2005. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia [online], 2005. No. 59. Disponible en: <<http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/102.pdf>>

ESPINAL, Carlos; MARTINEZ, Héctor; PEÑA, Yadira. Cadena del plátano en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005 [online], 2005. N° 61. [Citado 3, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.asohofrucol.com.co/archivos/cadenas/platano.pdf>>

ESPINAL, Carlos *et al.* La cadena agroindustrial de la panela en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: Observatorio Agrocadenas Colombia [online], 2005. [Citado 29, diciembre, 2015] N°57. Disponible en: <<http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cadena-agroindustrial-de-la-panela-en-colombia.pdf>>

ESPINAL, Carlos *et al.* La cadena de la papa en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: Observatorio Agrocadenas Colombia [online], 2005. N°. 54. [Citado 29, diciembre, 2015]. Disponible en:

<http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf>

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS. Fundamentos para el establecimiento de cultivos de cacao de alta productividad. En: Pronatta [online]. (2001). N° 2. [Citado 7, diciembre, 2015]. Disponible en: <http://www.ruta.org/CDOCDeployment/documentos/Fundamentos_para_el_Establlecimiento_de_cultivos_de_cacao_de_alta_productividad.pdf>

FERNÁNDEZ, Mery. Efectos del cambio climático en la producción y rendimientos de cultivos por sectores: Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. En: Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [online], Marzo 2013. Contrato de cooperación CO- T1150. [Citado 18, abril, 2015]. Disponible en: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>>

GOBERNACIÓN DE SANTANDER. Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015. Programa Santander en Serio. En: Gobernación de Santander [online], abril 2012, No 13. [Citado 28, abril, 2015]. Disponible en: <<http://www.santander.gov.co/plan/files/plan.pdf>>

HARRIS, Marvin. Caníbales y Reyes: Los orígenes de la cultura. Barcelona: Salvat, 1986. 274p.

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. En: Editorial MCGRAW-HILL [online], 2010. N° 5. ISBN: 978-607-15-0291-9. [Citado 28, noviembre, 2015]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Tercer informe de evaluación [online], 2001. [Citado 14, diciembre, 2015]. Disponible en <<https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. En: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM [online], 2007. [Citado 23, abril, 2015]. Disponible en: <https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Clima/100912_NotaTecnica_Cclimatico_GEI.pdf>

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA-IICA. Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [online], 1999. [Citado 20, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/ACUERDO-COMPETITIVIDAD-CADENA-AGROALIMENTARIA-PAPA.pdf>>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Tercer informe de evaluación [online], 2001. [Citado 23, noviembre, 2015]. Disponible en: <<https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-spm/synthesis-spm-es.pdf>>

JARAMILLO ROBLEDO, Álvaro. Clima andino y café en Colombia. CENICAFE. Chinchiná- Caldas. 2005. 192p.

JOHNSTON, Bruce; MELLOR, John. El Papel de la agricultura en el desarrollo económico. En: El Trimestre Económico [online], abril-Junio, 1964. Vol. 21, No 114. [Citado 20, abril, 2015]. Disponible en:

<<http://www.jstor.org/discover/10.2307/20855557?uid=2134&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21106306639461>>

LÓPEZ ROJAS, Lady Milena. Ingeniería conceptual en el diseño del gasoducto Santana – Aratóca. En: Universidad Industrial de Santander – Tesis de pregrado. Facultad: Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniera de Petróleos [online], 2010. [Citado, 27 de noviembre, 2015]. Disponible en: <repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/757/2/133300.pdf>

LOZANO, Andrés; YOSHIDA, Paula. Índice de competitividad regional. En: Federación Nacional de Cafeteros [online], sin año. [Citado 26, noviembre, 2015] Disponible en: <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Indice_competitividad_cafetero.pdf>

MACHADO, Absalón. El cultivo de café. En: Universidad Nacional de Colombia- Facultad de Ciencias Económicas [online]. [Citado 26, noviembre, 2015]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/795/6/266_-_5_Capi_4.pdf>

MARTINEZ-ALIER, Joan. La crisis económica vista desde la economía ecológica. En: Universitat Autònoma de Barcelona. 2008. [Consultado el 26 de noviembre de 2015]. Disponible en: <https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/682139/mod_label/intro/MARTINEZ-ALIER-CRISIS-ECONOMICA-EE.pdf>

MARTÍNEZ COVALEDA, Héctor. La Competitividad de las Cadenas Agroproductivas en Colombia: Análisis de su estructura y sus dinámicas (1991-2004). En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [online], 2004. [Citado 4,

diciembre, 2015]. Disponible en:
<<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/jspui/handle/11348/3656>>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario y Pesquero 2010. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [online], 2010. ISBN 978-958-97128-8-7. [Citado 6, diciembre, 2015]. Disponible en:
<<http://agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/anuarioEstadistico2010.pdf>>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO *et al.* Plan Frutícola Nacional: Desarrollo de la Fruticultura en Santander. En: Departamento de Arte de Feriva S.A [online], 2006. No ISBN 978-958-9187-47-0. [Citado 24, abril, 2015]. Disponible en:
<http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_114_Plan%20NaI%20frur-santander.pdf>

MOJICA PIMIENTO, Amilcar; PAREDES VEGA, Joaquín. Ensayos sobre Economía Regional: Características del Cultivo del Cacao en Santander. En: Banco de la Republica [online], 2006. [Citado 3, diciembre, 2015]. Disponible en:
<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2006_noviembre.pdf>

MONGE, Luis Fernando. Manejo de la Nutrición y Fertilización del Cultivo del Café Orgánico en Costa Rica. En: XI Congreso Nacional Agronómico y III Congreso Nacional de Suelos [online], 1999. [Citado 29, noviembre, 2015]. Disponible en:
<http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_175.pdf>

MONTEALEGRE, José Edgar. Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. En: Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM [online], 2007. [Citado, 17, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%C3%B1o+-+La+Ni%C3%B1a.pdf>>

MORAN, Héctor. Ciencia económica, economía ecológica y crisis del paradigma cartesiano. En: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM [online], 1999. [Citado 19, diciembre, 2015]. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/economia/14/pdf/ciencia_economia.pdf>

OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD. Sector Agrícola Santander 2013. En: Cámara de Comercio Bucaramanga [online], Julio 2014, No 112. [Citado 13, abril, 2015] Disponible en: <http://www.compitem360.com/temas/documentos%20pdf/informes%20de%20actualidad/2014/agricola_2013.pdf>.

OBSERVATORIO DE SALUD PÚBLICA DE SANTANDER. Desastre por inundaciones y deslizamientos observatorio de salud pública de Santander. En: Observatorio de Salud Pública de Santander [online], Abril 2005, [citado 29, abril, 2015]. Disponible en: <<http://es.slideshare.net/giramvndo/boletin-del-observatorio-de-salud-pblica-de-santander>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Agricultura y diálogos de culturas nuestro patrimonio común. En: TeleFood [online], octubre 2005, No. AD/I/A0015S/1/7.05/22000. [Citado 23, abril, 2015]. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/a0015s/a0015s00.pdf>>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios. En:

Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación [online], 2004, No ISBN 92-5-305207-4. [Citado 20, abril, 2015] Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5673s/y5673s00.pdf>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Seguridad Alimentaria. En: Informe de Políticas FAO [online], 2006, No 2. [Citado 20, abril, 2015] Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf>

ORTIZ, Rodomiro. El cambio climático y la producción agrícola. En: Banco Interamericano de Desarrollo [online], Febrero, 2012. No ESG-TN-383. [Citado 27, abril, 2015]. Disponible en: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36736182>>

OSPINA RODRIGUEZ, Mariano. Cultivo del Café: Nociones elementales al alcance de todos los labradores. En: Imprenta del Estado, Medellín [online], 1880. Vol. 1. [Citado 30, noviembre, 2015], Disponible en: <<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/200/1/cultivo%20del%20cafe.pdf>>

PALENCIA, Gildardo. GÓMEZ, Raúl. MARTÍN, José. Manejo sostenible del cultivo del plátano. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA [online], 2006. [Citado 2, diciembre, 2015]. Disponible en: <[ftp://ftp.ciat.cgiar.org/%20%20/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Pl%C3%A1tano_Repel%C3%B3n_COOGRUPAR%20\(400409\)/Info%20producto/Cultivodeplatano.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/%20%20/DAPA/projects/PAAP/Informaci%C3%B3n%20todos%20casos/Pl%C3%A1tano_Repel%C3%B3n_COOGRUPAR%20(400409)/Info%20producto/Cultivodeplatano.pdf)>

PARRY, Martin L; CARTER, Timothy R. The Impact of, Climatic Variations on Agriculture: Assenssments in cool temperature and cold regions. En: UNEP, IIASA [online], 1988. [Citado 27, abril, 2015]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=kp_6CAAQBAJ&oi=fnd&pg=P>

A6&dq=The+Impact+Of+Climatic+Variations+On+Agriculture.&ots=4j7l8bX5cF&sig=reh04f-SvkwHJHOO182_VHMZhwM#v=onepage&q=The%20Impact%20Of%20Climatic%20Variations%20On%20Agriculture.&f=false>

PERDOMO ROSAS, María Alejandra. Caracterización de la cadena de abastecimiento y la cadena de valor del cacao en Colombia. En: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA – Tesis de pregrado. Facultad de Ingeniería Industrial [online], 2012. [Citado 6, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/13670/1/PerdomoRosasMariaAlejandra2012.pdf>>

PERRY, Allen; THOMPSON, Russell. Applied Climatology: Principles and Practice. En: Paperback [online], 1997. [Citado 27, abril, 2015]. Disponible en: <<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr&id=FAYty1uyfboC&oi=fnd&pg=PR2&dq=Applied+Climatology.+Principles+and+Practice.+Routledge&ots=kj9XyTdavN&sig=80KHRuzc3YFQa8cTL0C9iFOHOvs#v=onepage&q&f=false>>

PROGRAMA REGIONAL DE METEOROLOGÍA / IANIGLA – CONICET. [Citado 25, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.prmarg.org/fenomenos-meteorologicos>>

QUIROGA, Sonia; IGLESIAS, Ana. Influencia del clima sobre la productividad agrícola en España. Madrid: Universidad Europea de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Economía. Departamento de Economía Agraria y Ciencias Sociales [online], 2005. [Citado 24, abril, 2015]. Disponible: <<http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2004%20-%20Leon/comunicaciones/Quiroga%20e%20Iglesias.pdf>>

RODRÍGUEZ, Melania. Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria argentina. En: Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos [online], septiembre 2002. Vol. 20. p 15-28. [Citado 27, abril, 2015] Disponible en: <http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo5/files/vol20_3.pdf>

ROYERO GUTIÉRREZ, José María; CLAVIJO, Jairo. Mapa geológico generalizado Departamento de Santander. En: Instituto de investigación e información geocientífica, minero-ambiental y nuclear, INGEOMINAS [online], 2001. [Citado 23, abril, 2015]. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInterests/Tomo%20I%20Dimension%20Biofisica%20Ambiental.pdf>>

RUIZ CABARCAS, Aida del Carmen. Análisis del impacto de los fenómenos El Niño y La Niña en la producción agrícola del departamento del Atlántico. En: Universidad Nacional de Colombia - Tesis de Maestría [online]. Facultad Ciencias Humanas, Departamento Geografía [online], 2012. [Citado 27, abril, 2015]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8896/1/Aidadelcarmenruizcabarcas.2012.pdf>.

SECRETARIA DE PLANEACION DEPARTAMENTO DE SANTANDER; GRUPO DE INVESTIGACION SOBRE DESARROLLO REGIONAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL – GIDROT, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Santander 2030: Diagnóstico, dimensión, biofísico-ambiental territorial de Santander. En: Universidad Industrial de Santander. 2011. [Citado 29, diciembre, 2015]. Disponible en: <<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInterests/Tomo%20I%20Dimension%20Biofisica%20Ambiental.pdf>>

SISTEMA DE INFORMACIÓN MINERO COLOMBIANO, UT – UNIMINERIA. Programa de aprovechamiento sostenible de minerales –PASM– En el Departamento de Santander: Municipios de Barrancabermeja, Betulia, Simacota, El Carmen, San Vicente de Chucurí, San Gil, Oiba, Curití, El Cerrito, Landázuri y Bolívar. En: UT Unimineria [online], Marzo 2009. No. 020-410312-2008. [Citado 24, abril, 2015]. Disponible en: <<http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=vi1FaGdEttQ%3D&tabid=86>>

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE COLOMBIA. Cadena productiva del cacao: Diagnóstico de libre competencia [online]. p. 1. [Citado 4, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Cacao.pdf>>

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO COLOMBIA. Cadena productiva de la panela: Diagnóstico de libre competencia [online]. [Citado 5, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Panela.pdf>>

SUPERINTENDENCIA DE INSUTRIA Y COMERCIO COLOMBIA. Cadena productiva del Maíz. p. 16. [Citado 15, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/Cadena%20productiva%20del%20ma%C3%ADz.pdf>>

SWEENY, Dennis; ANDERSON, David; WILLIAMS, Thomas. Estadística para Administración y Economía. Séptima edición. Volumen 1. 2001. Editorial: International Thomson Editores. 477 p.

TABUENCA, M. Influencia del clima en plantaciones frutales. Zaragoza: Consejo Superior De Investigaciones Científicas, 1965, 297 p.

TODA COLOMBIA, La cara amable de Colombia. [Citado 29, diciembre, 2015]. Disponible en: <<http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/santander.html>>

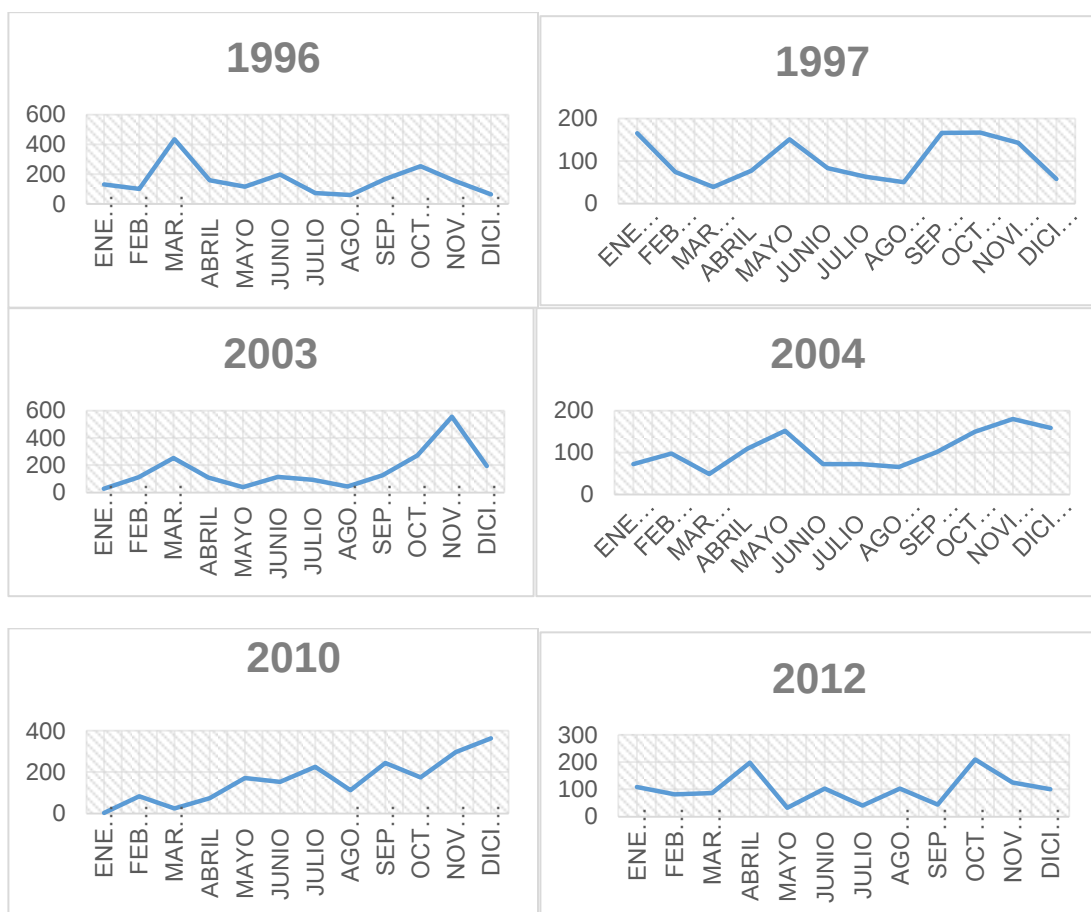
UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES – COLOMBIA. [Citado 24, noviembre, 2015]. Disponible en: <<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Fenomeno-del-Nino-en-Colombia.aspx>>

VANGUARDIA. Los diez desastres naturales que marcaron al país [online]. [Citado 23, abril, 2015]. Disponible en: <<http://www.vanguardia.com/historico/26659-los-10-desastres-naturales-que-marcaron-al-pais>>

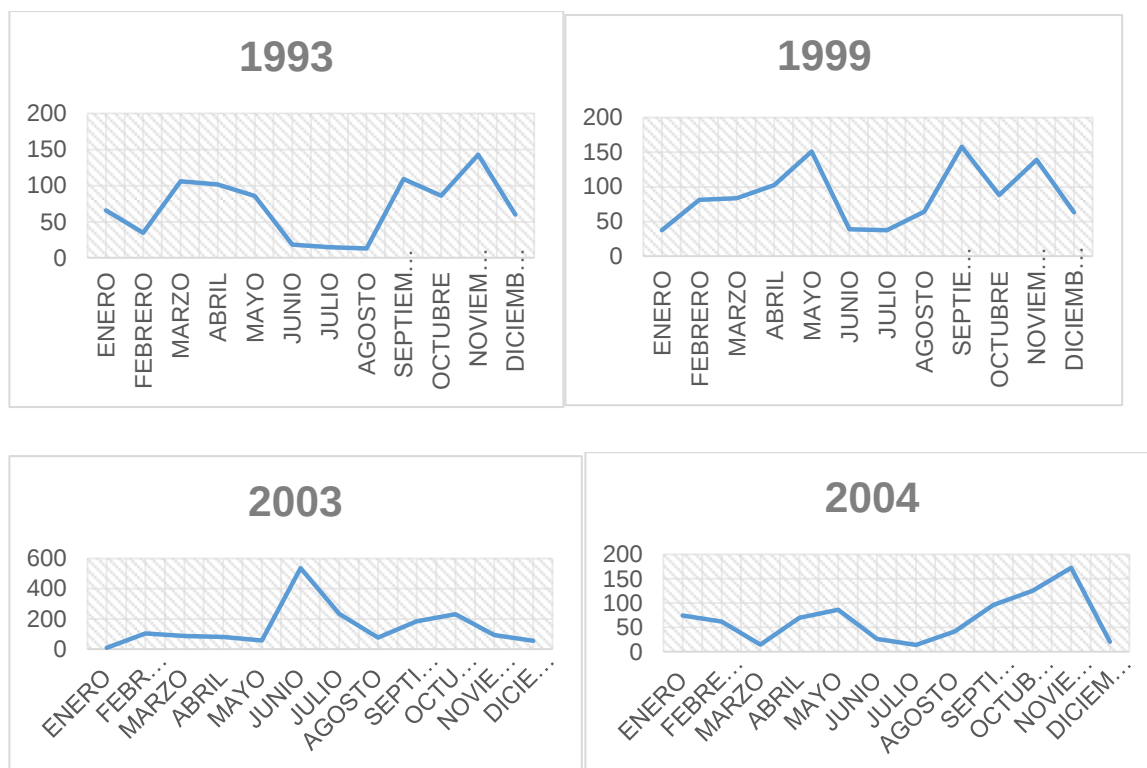
VERGARA, Walter; RIOS, Ana; TRAPIDO, Paul; MALARÍN, Héctor. Agricultura y clima futuro en América Latina y el Caribe: Impactos sistemáticos y posibles respuestas. En: Banco Interamericano de Desarrollo [online], febrero 2014, No. IDB-DP-329. [Citado 28, abril, 2015]. Disponible en: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=38585011>>.

ANEXOS

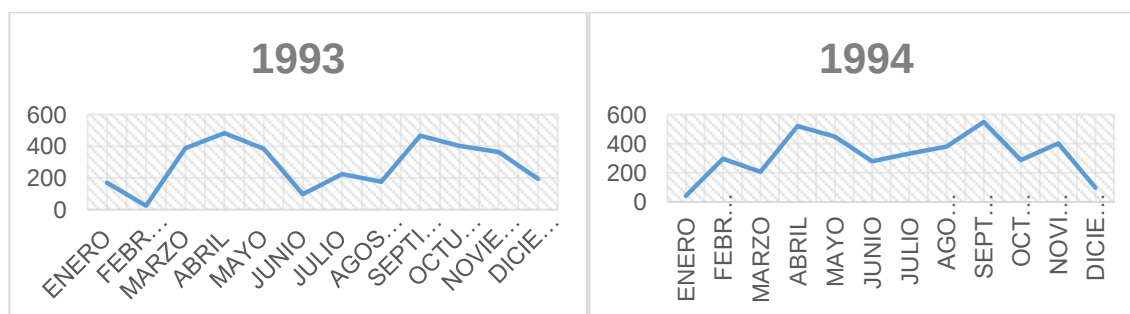
Anexo A. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de desarrollo provincial Metropolitano- Estación Llano de Palmas.

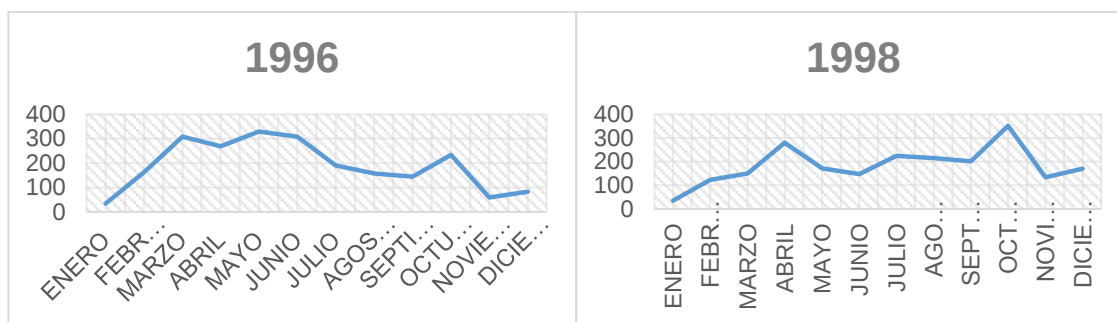


Anexo B. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Soto Norte – Estación Matajira.

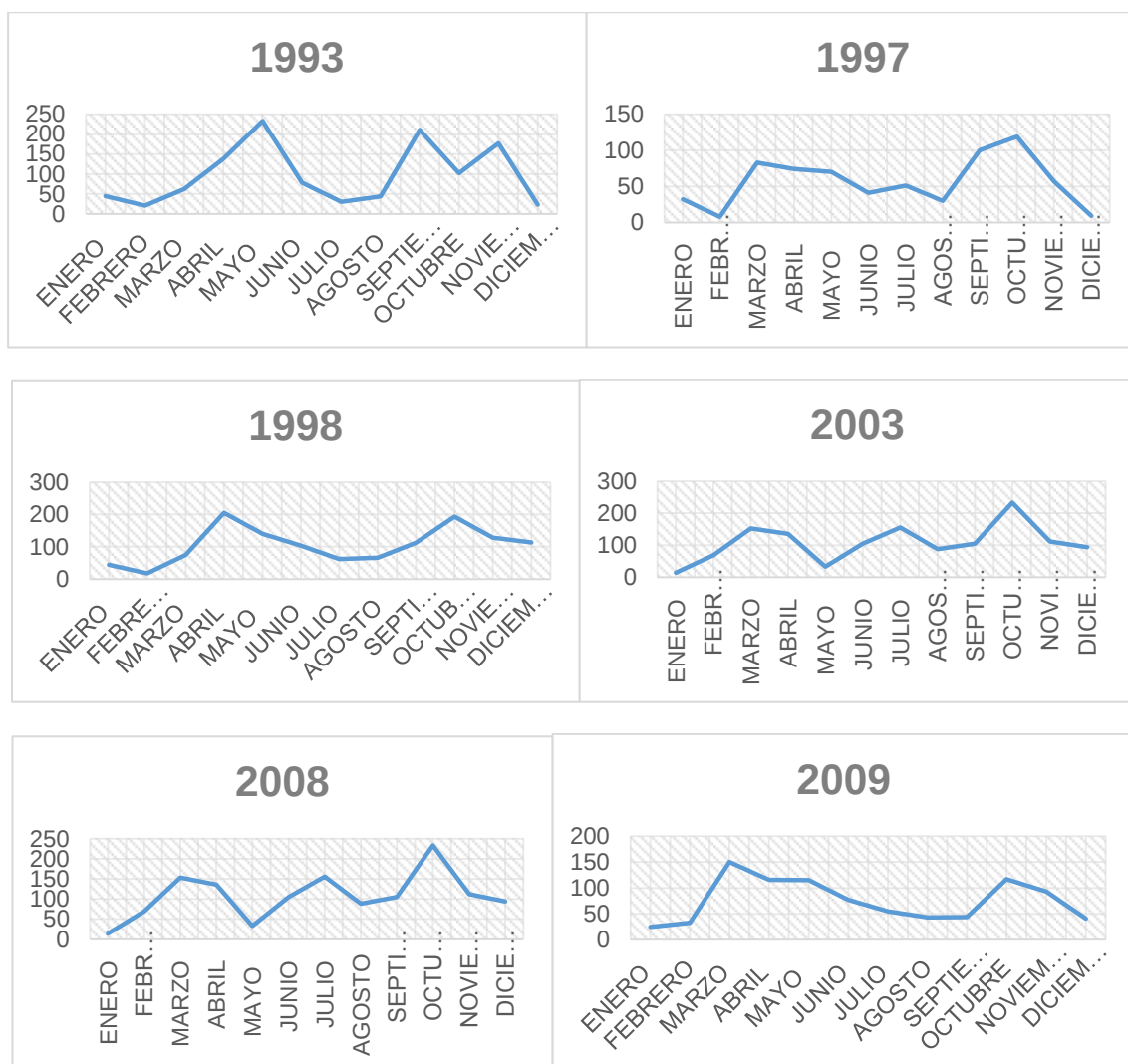


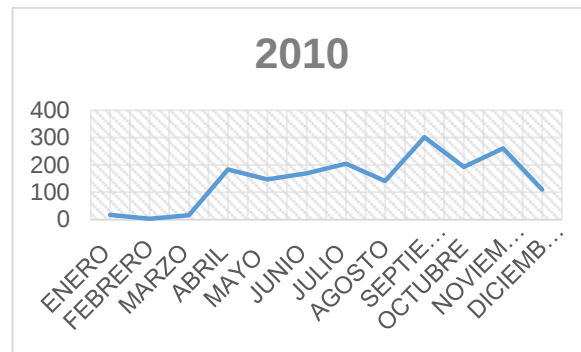
Anexo C. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Comuneros- Estación Confines



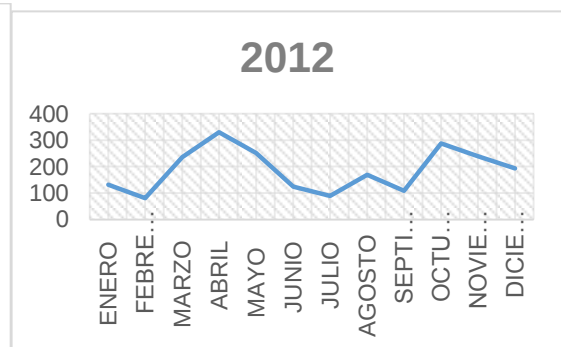
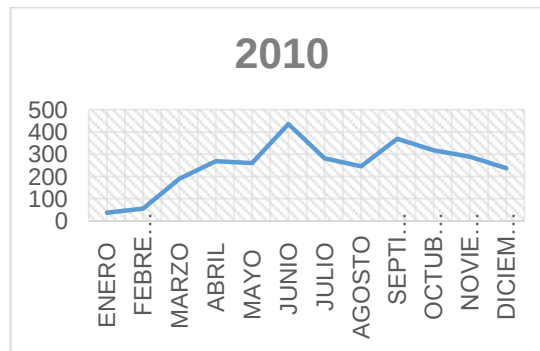
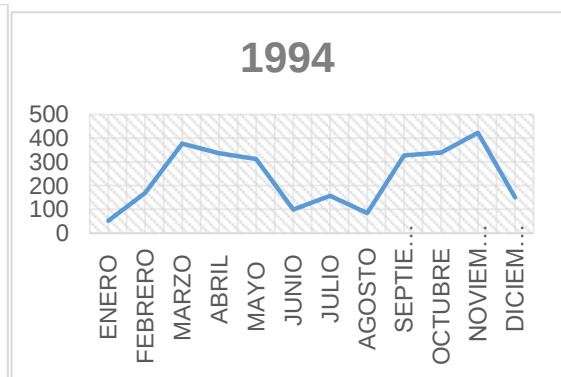
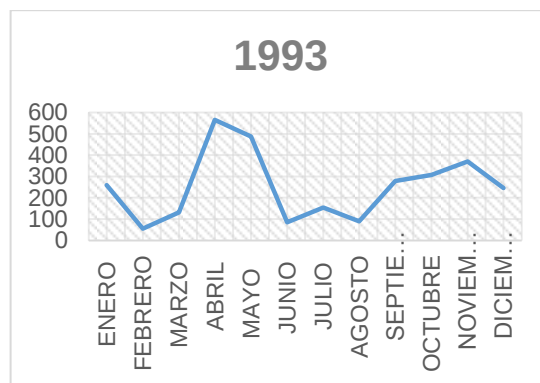


Anexo D. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial García Rovira- Estación El Cerrito.

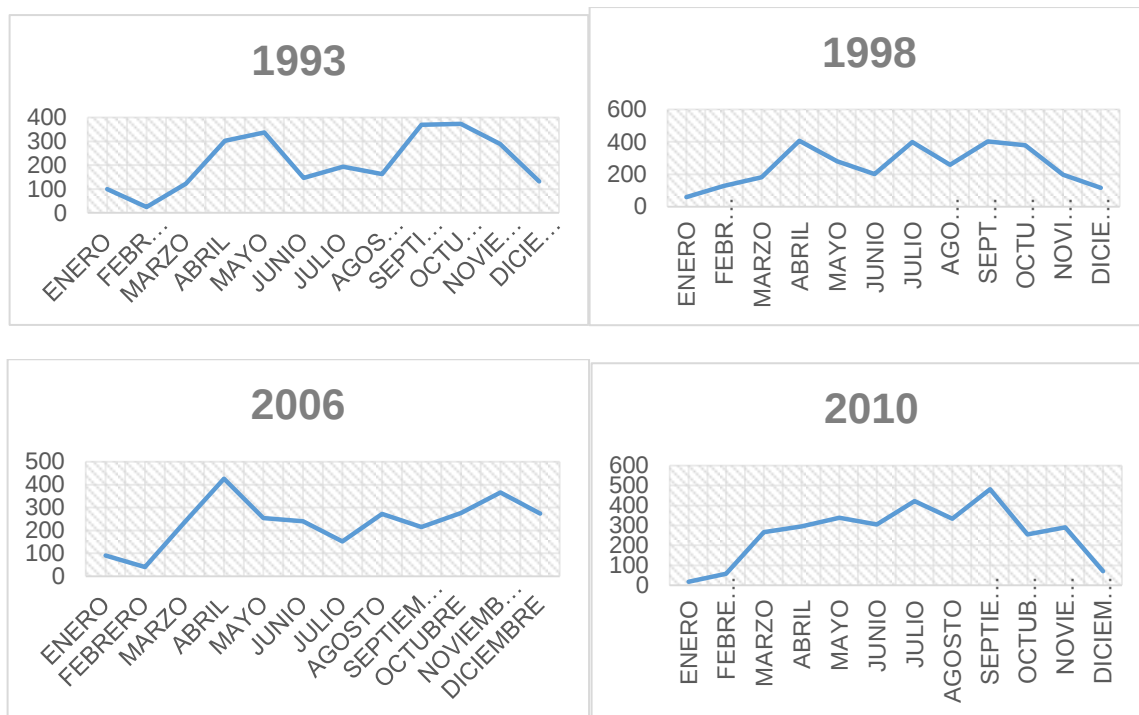




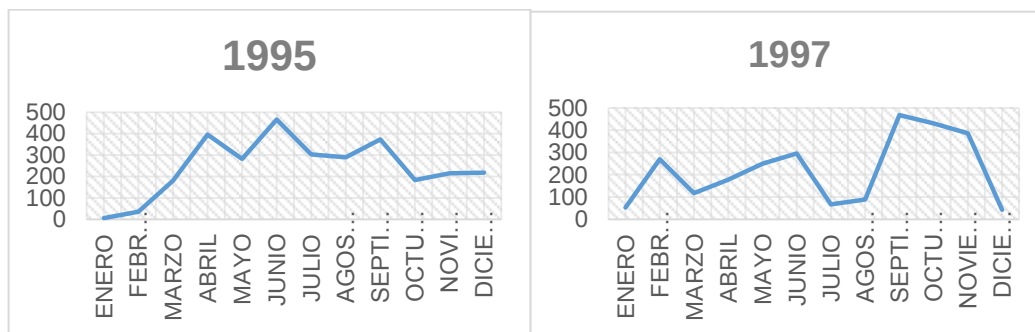
Anexo E. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Guantán- Estación Coromoro.

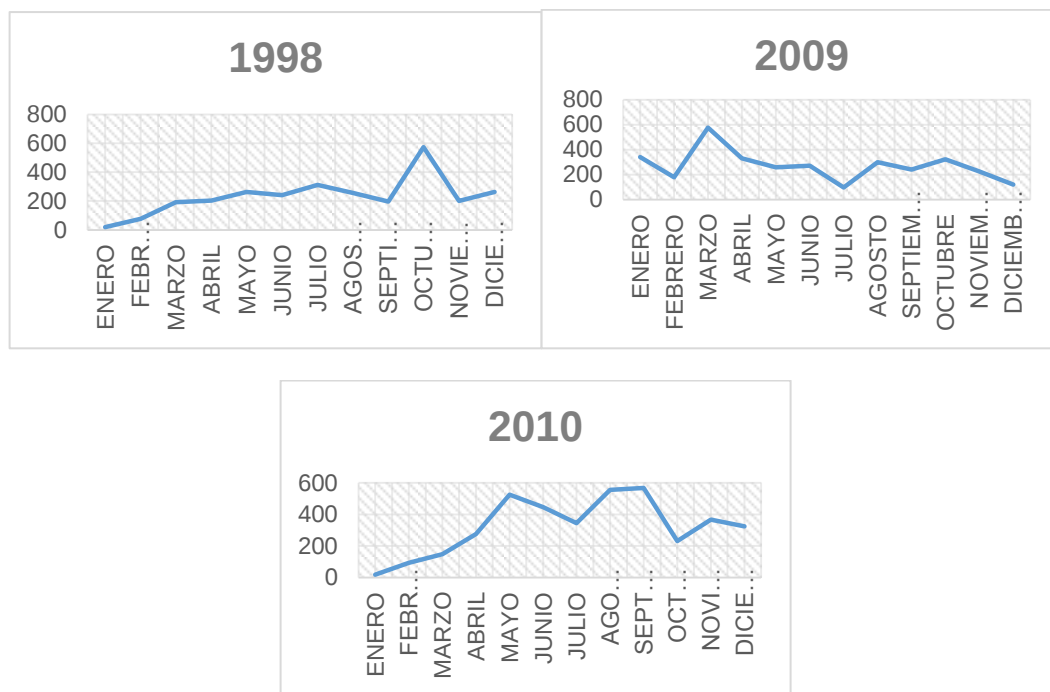


Anexo F. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Vélez- Estación Bolívar



Anexo G. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Carare-Opón- Estación Padilla.





Anexo H. Años con irregularidades climáticas del Núcleo de Desarrollo Provincial Mares- Estación San Vicente.

