



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 5
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-04-19
	PÁGINA: 1 de 1

16

FECHA	27/07/2021
--------------	------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativá

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo de grado
FACULTAD	Ciencias agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Suarez Salamanca	Aura Katherinne	1070985477

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Castañeda Fandiño	Jhon Jairo

TÍTULO DEL DOCUMENTO
VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SILVANIA, CUNDINAMARCA ENTRE 1998 Y 2018 POR MEDIO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y PLUVIOMÉTRICA

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERA AMBIENTAL

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
2021	12

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
Variabilidad climática	Climate vulnerability

Precipitación	Precipitation
ENOS	ENOS
IDW	IDW

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Las variaciones climáticas alrededor del mundo han influenciado las prácticas antrópicas y con ello la calidad de vida de las poblaciones. En la actualidad esto no ha cambiado, en este sentido, este artículo estima la variabilidad de la precipitación en el municipio de Silvania Cundinamarca, en un lapso de tiempo de 20 años, a partir de información pluviométrica y cartográfica, utilizando sistemas de información geográfica (ArcGis), mediante el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW). Los resultados indican la distribución pluvial en el territorio de Silvania, destacando la zona norte y la zona sur occidental con el volumen de precipitación más alto, siendo este comprendido entre 1036 y 1098 mm. Por lo tanto, se evidencia una variación climática no elevada, pero sí significativa para el municipio, información que es de gran importancia en el territorio, ya que, permite establecer las prioridades de adaptación y las medidas de prevención a aplicar.

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

1. Costa Posada C. La adaptación al cambio climático en Colombia. Rev Ing [Internet]. 2007 Oct 31 [cited 2021 Jul 16];0(26):74–80. Available from: <http://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/298>
2. Mahecha W, Prieto GA, Garzon OG, Ruiz NE, Rojas AD. PMGR Silvania.pdf [Internet]. 2012. Available from: [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/462/PMGR Silvania.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/462/PMGR%20Silvania.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. Abril Salcedo DS, Melo Velandia LF, Parra Amado D. Impactos de los fenómenos climáticos sobre el precio de los alimentos en Colombia. Ensayos sobre política económica. 2017;34(2016):146–58.
4. IPCC. Glosario. 2013;22.
5. Arango C, Dorado J, Guzmán D, Ruíz J. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA ASOCIADA AL CICLO EL NIÑO, LA NIÑA – OSCILACION DEL SUR (ENSO). :33.
6. Ferrelli F, Scientific N, Bohn V, Scientific N, Piccolo MC. Variabilidad de la precipitación y ocurrencia de eventos secos en el sur de la provincia de Buenos Aires. 2012;(February 2016).
7. Caicedo Pabón JD, Montealegre Bocanegra JE. Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos. 2017. 168 p.
8. IDEAM. Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de “La Niña. 2011.
9. IDEAM. IDEAM presenta al país los posibles cambios climáticos en temperatura y precipitación para el periodo 2011-2100 [Internet]. 2010 [cited 2021 Jun 24]. Available from: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/paginas/old_noticias/725.aspx

10. Lara Sabogal JE. Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019. 2019 p. 314.
11. Ortiz Díaz HA, Escobar Amado CD, Sepúlveda Mora SB. Análisis estadístico de variables climatológicas en la ciudad de Cúcuta. Respuestas Eng J. 2018;23(1):39–44.
12. Chiles Arévalo GV, Sacher Freslon W. Caracterización de la variabilidad climática de la cuenca hidrográfica del río Mira en el período 1981-2010 , con base en la información hidrometeorológica disponible. 2020;216.
13. Vargas A, Santos A, Cardenas E, Obregon N. Analysis of Distribution and Spatial Interpolation of Rainfall in Bogota, Colombia. Dyna-Colombia. 2011;78(167):151–9.
14. González-Reyes Á, Aravena JC, Muñoz AA, Soto-Rogel P, Aguilera-Betti I, Toledo-Guerrero I. Variabilidad de la precipitación en la ciudad de Punta Arenas, Chile, desde principios del siglo XX. An del Inst la Patagon. 2017;45(1):31–44.
15. García Páez F, Cruz Medina I. Variabilidad de la precipitación pluvial en la región pacífico norte de México. 2004;(1974):1–9.
16. Huertas Urrego EJ. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y AMENAZA DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS NATURALES EN EL MARCO DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO SUMAPAZ, JURISDICCIÓN CAR. 2016;4(4):92.
17. Hidalgo Martín JA. Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. UDC.a [Internet]. 2016;102. Available from: https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/548/1/Documento_Tesis_de_maestría_en_Agroforesteria_Tropical_Jonhy_Hidalgo.pdf
18. Sánchez-Jabba AM. Análisis de la respuesta del estado colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011 : el caso de Santa Lucía. Doc Trab Sobre Econ Reg y Urbana ; No 206 [Internet]. 2014; Available from: <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/3114>
19. Villarreal N. A, Aguirre R. W, Hoyos C. L. Fenomeno de la niña: impacto en la producción de uchuva en Cundinamarca, Colombia. Rev Ciencias Agrícolas. 2014;31(1):118.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	

2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *“Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. SI _____ NO X _____ .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



- j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SILVANIA, CUNDINAMARCA ENTRE 1998 Y 2018 POR MEDIO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y PLUVIOMÉTRICA	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
--------------------------------------	-----------------------------

Aura Katherinne Suarez Salamanca	Katherine Suarez

21.1-51-20

VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SILVANIA, CUNDINAMARCA ENTRE 1998 Y 2018 POR MEDIO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA Y PLUVIOMÉTRICA

Variability of precipitation in the municipality of Sylvania, Cundinamarca between 1998 and 2018 through satellite and pluviometric information.

Autora: Aura Katherinne Suarez Salamanca- aksuarez@ucundinamarca.edu.co

Universidad de Cundinamarca, facultad de ciencias agropecuarias programa de ingeniería ambiental

RESÚMEN

Las variaciones climáticas alrededor del mundo han influenciado las practicas antrópicas y con ello la calidad de vida de las poblaciones. En la actualidad esto no ha cambiado, en este sentido, este articulo estima la variabilidad de la precipitación en el municipio de Sylvania Cundinamarca, en un lapso de tiempo de 20 años, a partir de información pluviométrica y cartográfica, utilizando sistemas de información geográfica (ArcGis), mediante el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW). Los resultados indican la distribución pluvial en el territorio de Sylvania, destacando la zona norte y la zona sur occidental con el volumen de precipitación más alto, siendo este comprendido entre 1036 y 1098 mm. Por lo tanto, se evidencia una variación climática no elevada, pero si significativa para el municipio, información que es de gran importancia en el territorio, ya que, permite establecer las prioridades de adaptación y las medidas de prevención a aplicar.

ABSTRACT

Climatic variations around the world have influenced anthropic practices and with it the quality of life of populations. At present this has not changed, in this sense, this article estimates the variability of precipitation in the municipality of Sylvania Cundinamarca, in a period of time of 20 years, from pluviometric and cartographic information, using geographic information systems (ArcGis), using the Inverse Distance Weighted (IDW) method. The results indicate the pluvial distribution in the territory of Sylvania, highlighting the north zone and the south western zone with the highest precipitation volume, being this between 1036 and 1098 mm. Therefore, a not high climatic variation is evident, but it is significant for the municipality, information that is of great importance in the territory, since it allows to establish adaptation priorities and the prevention measures to be applied.

PALABRAS CLAVE: Variabilidad climática, precipitación, ENOS, IDW.

Introducción

En Colombia es relevante generar conocimiento y prepararse para los posibles impactos de fenómenos climáticos a gran escala y sobretodo implementar medidas de adaptación en el territorio (1) Según la misión, visión y funciones que tiene la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), es importante desde los

aspectos espacial, económico y social, se analice el comportamiento del cambio climático desde una escala local, hasta llegar a la repercusión que éste tiene a nivel regional y nacional. Para ello es indispensable realizar un trabajo de revisión constante de información ya recolectada por la entidad, referente a toda la jurisdicción, llegando a la identificación de falencias para su procesamiento y la generación de su posterior análisis espacial.

De acuerdo a lo anterior, el municipio de Sylvania se encuentra en zonas de alto riesgo a fenómenos de remoción en masa, tales como deslizamientos, lo cual es ocasionado por la tala de bosques, inadecuadas prácticas agrícolas y por el inadecuado manejo de laderas y praderas (2). El municipio presenta en sus haberes hidrográficos varias fuentes de agua, que han sufrido de una disminución significativa casi total de sus niveles hídricos por el sostenimiento indebido del suelo y las malas prácticas del mismo, por otro lado, el cambio climático y la variación climática influyen sobre la disponibilidad de los recursos naturales en la región.

Por ello el presente artículo se desarrolla con el objeto de analizar la variabilidad de la precipitación con Sistemas de Información Geográfica en el municipio, teniendo en cuenta los datos pluviométricos obtenidos del geoportal IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales), lo cual es fundamental para el conocimiento de las condiciones climáticas en el municipio bajo la premisa de optimizar los procesos económicos, sociales y culturales que se llevan a cabo en el municipio y la influencia simultánea entre el clima y estos.

Variabilidad climática

El clima es una variable determinante que ha generado impactos de diversas formas a lo largo de la existencia humana y los cambios en este, han gestado consecuencias en distintos ámbitos tanto socioambientales como económicos (3). Además, es importante resaltar que el clima es fluctuante y dinámico, en términos climáticos no se presenta similitud en el clima en tres días, ni en tres meses y mucho menos en tres años.

Entre tanto, estas fluctuaciones se conocen como variabilidad climática, el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) indica que la variabilidad climática se puede definir como “las variaciones en las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima (es decir, como las variaciones típicas, los fenómenos extremos, etc.) en todas las escalas temporales y espaciales que se acrecientan más allá de un grado de un fenómeno meteorológico en particular”. Esta variabilidad puede estar relacionada directamente por procesos naturales internos o que ocurren dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a cambios en el forzamiento externo natural (variabilidad externa) (4).

La variabilidad climática, es presentada, por ejemplo, por eventos naturales como el cálido-seco de El Niño y su eventualidad opuesta, La Niña, conocidos como El Niño Oscilación Sur (ENOS) (3).

Por otro lado, la escasez del recurso hídrico y el derroche del mismo, han incrementado la crisis a nivel global (5). En América Latina, según Burton et al. la demanda hídrica crece anualmente entre 4% y 8%, es decir, dos veces más que el crecimiento poblacional de la región, al igual que ocurre en Colombia. Es así como, estos impactos se están observando en Colombia y en gran parte del mundo, sin embargo, los esfuerzos de mitigación son importantes pero escasos para proteger al ser humano y a su entorno natural, puesto que el cambio climático y su variabilidad influyen directamente sobre la disponibilidad de los recursos naturales.

Por consiguiente, la sequía es un fenómeno que ocurre de manera natural y es suscitada cuando el nivel de lluvias en un lugar en específico es considerablemente inferior a los valores normales registrados, incidiendo en la estabilidad hídrica y los impactos relevantes para el desarrollo normal de un territorio (6). Cabe resaltar que, no se deben confundir los términos de sequía con el de aridez, aunque ambos tienen relación con la escasez de agua; la aridez es una característica relativamente permanente de una región, la cual origina un paisaje natural.

En el contexto nacional, se tienen condiciones específicas de topografía, clima e hidrología, por lo tanto, el país es susceptible a la ocurrencia de fenómenos de avalanchas, deslizamientos, erosión y amenazas hidrometeorológicas, tales como: Inundaciones crecientes torrenciales, desbordamientos, huracanes y tormentas (3). El fenómeno ENOS, provoca perturbaciones climáticas a lo largo del territorio perjudicando al medio ambiente y especialmente al ciclo hidrológico, por lo que este evento genera bifurcaciones en la distribución de la precipitación (Fenómeno La Niña).

La Niña (fase inversa del ENOS)

Es un fenómeno climático conocido como la fase fría, se da cuando las aguas más frías que el promedio se acumulan en el Pacífico tropical Central y Oriental y las lluvias tropicales son desplazadas hacia el oeste y las temperaturas ecuatoriales disminuyen. Las condiciones de La Niña son más favorables para la formación de huracanes en el Atlántico que han dejado grandes desastres en la naturaleza y vida del ser humano. La Niña va acompañada de bajas temperaturas y provoca sequías en la Zona Costera del Pacífico, y el enfriamiento poco normal de las aguas ecuatoriales del océano influye en las condiciones climáticas a nivel global, pero de manera distinta este fenómeno es caracterizado por la presencia de gran cantidad de lluvias de alta intensidad, incremento en los niveles de los ríos, avenidas torrenciales e inundaciones de planicies (7), estas repercuten directamente sobre el componente hídrico y una población determinada.

En esta fase fría, ocurren anomalías contrarias a la fase cálida, con precipitaciones intensas; fuertemente relacionadas al incremento del flujo de agua en los principales afluentes. Fundamentalmente, su impacto también incluye afectación a la vida humana, trayendo consigo muertes y pérdidas económicas debido a los estragos en cultivos e infraestructura, y a desastres vinculados con avalanchas, derrumbes, inundaciones y crecientes(3).

Trayendo a colación el boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de “La Niña” del IDEAM en el 2011(8), en Colombia, se evidenció que durante el año 2010, las fases cálidas y las frías del ENSO presentaron una rápida transición. Por su parte, en Julio de 2011, inició una etapa denominada “evento frío”, esta tuvo una permanencia de 18 meses. Esta circunstancia produjo que la cuantía de pluviosidad registrada en las principales ciudades del país superara los promedios históricos, sobrepasando los valores normales y muy por arriba de los valores designados como desmesurados (mayor al 170%), entendiéndose por condición normal, 100%, cuando la precipitación inventariada se ajusta con el valor promedio histórico mensual.

Según la Presidencia de la República y la Dirección de Gestión del Riesgo del Ministerio del Interior y de Justicia, “la época invernal que el país tuvo que resistir del año 2010 al 2011, revistió aproximadamente al 60% del territorio nacional y trajo consigo gran cantidad de personas damnificadas, pérdida de vidas humanas, desapariciones, viviendas destruidas, sistemas de acueducto y alcantarillado totalmente colapsados. Estos datos corresponden a 28 departamentos, Magdalena, Cauca, Santander, Atlántico, Chocó, Córdoba, Bolívar y Cundinamarca, los más afectados, impactando a 710 municipios, entre ellos el municipio de Silvania(8).

Bedoya et al. plantea que son notables las evidencias de variabilidad climática, entre los que se pueden incluir la orientación al descenso o aumento de la precipitación anual en diversas regiones de Colombia; es así como se indica que en lugares como el Pacífico norte y central, el Piedemonte Llanero, entre otros, el aumento estaría denotado entre un 10% y 15%, para 2050 y, entre 15% y 25%, para el año 2080. Entre tanto, departamentos como San Andrés, Vichada Vaupés, Chocó y Guainía seguirían una corriente de disminución; por otro lado, Cauca, Putumayo, Tolima, Huila, Bolívar y Risaralda estarían alterados con un descenso del 15 % en la cantidad de lluvias, por lo cual, se afectaría la disponibilidad de recursos determinantes para el bienestar humano como el recurso hídrico, además de afectaciones sobre la salud humana por el crecimiento de vectores que promueven enfermedades virales.

Variabilidad de precipitación, Silvania-Cundinamarca

El municipio de Silvania se encuentra ubicado en un valle de la cordillera oriental de los Andes, con una extensión de 163 kilómetros cuadrados. Silvania posee una red de drenajes que surgen del estrecho vínculo entre escurrimiento e infiltración, y que determinan los componentes y la textura del suelo. El número total de drenajes que hacen parte de la subcuenta se relaciona directamente con la cantidad de lluvias y las características topográficas de la superficie del suelo; la precipitación promedio anual en el municipio oscila entre los 1653 mm y los 1750 mm, teniendo un régimen bimodal presentando dos temporadas de alta pluviosidad en el transcurso del año, siendo la época comprendida entre mayo y marzo, y los meses de octubre a diciembre los que registran mayor cantidad de precipitación media mensual.

Dentro del municipio el área con alta probabilidad de ocurrencia de inundaciones son la ribera del río Subia en el centro urbano. Simultáneamente, la red hídrica que aporta al río Subia presenta alta posibilidad de presencia de crecidas o alteraciones en sus caudales, por ejemplo, las quebradas que bañan las diferentes zonas de la Vereda de Subia. Para enfrentar estas eventualidades se han implementado algunos métodos de dragado en el lecho del río, de igual manera se ha señalado cerca al río las zonas más susceptibles, y se han impulsado las campañas para el manejo de dichas emergencias, con el apoyo de la CAR y las entidades competentes en el manejo de problemáticas ambientales (8).

Según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019(10), el valor más alto de precipitación se registra en el mes de noviembre con un total de 211.2 mm/año y agosto es el mes más seco con un total de 58.1 mm/año. Por lo tanto, debido al régimen de condiciones climáticas definidas en el territorio, la variabilidad en la precipitación que pueda acontecer ha de definir otros componentes de tipo ambiental y social en el municipio.

Como parte metodológica y teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se llevó a cabo la determinación de las variantes en los sistemas pluviométricos de las estaciones, es decir, inicialmente se comparó las intensidades de las estaciones y sus zonas de influencia a 30 Km entre el municipio y cada estación. En tal sentido se seleccionaron 6 estaciones climatológicas (figura 1) previamente descargadas del geoportal IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales) estas brindaron datos de precipitación en un periodo de 20 años que parte desde el año 1998 al año 2018 (11).

Posteriormente, estos datos fueron organizados con base a las variables de precipitación concluyendo con la distribución de los registros anteriormente mencionados mediante la interpolación del método de Distancia Inversa Ponderada (IDW)

Posteriormente mediante una importación de datos y creación de un Shapefile en el software ArcGIS, arrojaron información de precipitación promedio para el municipio, luego se utilizó la herramienta de interpolación del método de Distancia Inversa Ponderada IDW, ya que es un método exclusivamente estadístico que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones.

Figura 1. Mapa de ubicación de estaciones con datos de precipitación (1998-2018)



Fuente: Elaboración propia

Chiles(12) señala que el método IDW se utiliza principalmente en sitios donde usualmente no se cuenta con gran disponibilidad de datos meteorológicos.

Vargas et, al. En su trabajo titulado “Análisis de la distribución e interpolación espacial de las lluvias en Bogotá, Colombia” evidenciaron que el método IDW es el que tiene mayor incidencia y representación del comportamiento espacial de la precipitación puesto que se obtienen errores absolutos muy bajos en la comparación de los valores interpolados con los observados. Por otro lado, la interpolación con dicho método revela con mayor exactitud los sitios con elevado número de precipitaciones o lugares de tormenta(13).

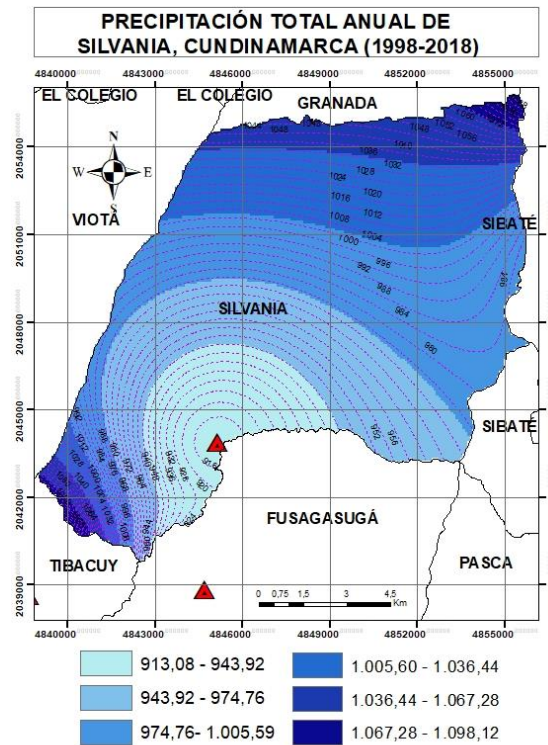
Precipitación promedio, Sylvania-Cundinamarca

Como se observa en la figura 2 y concordando con el PDM el municipio de Sylvania presenta un comportamiento bimodal.

La precipitación anual acumulada del municipio de Sylvania registró una serie de períodos húmedos y secos a lo largo del periodo establecido (Fig. 2)(14). En cuanto a la variabilidad de la precipitación, se obtuvo el mapa de Isoyetas del municipio

utilizando los datos obtenidos del geoportal del IDEAM con la combinación de sistemas de información geográfico (SIG) (Figura 2).

Figura 2. Mapa de precipitación total anual

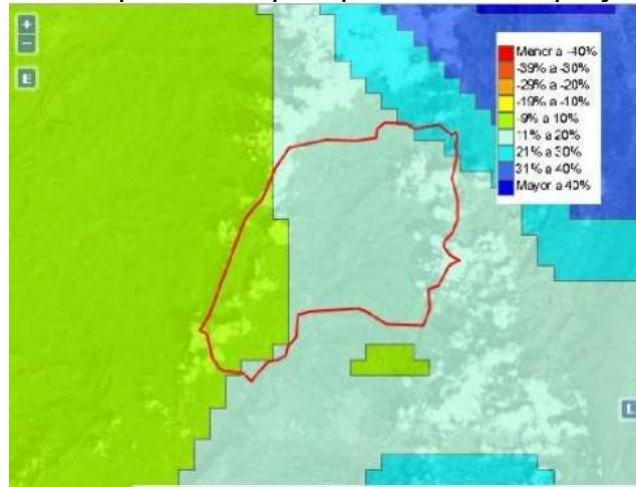


Fuente: Elaboración propia

Igualmente, en la figura 2 es posible observar la distribución pluvial en todo el territorio de Sylvania destacando la zona norte y la zona sur occidental con el volumen de precipitación más alto siendo este comprendido entre 1036 y 1098 mm aproximadamente. Así mismo, en el sector urbano y la zona sur oriental predominan los volúmenes más bajos de precipitación en comparación con el área restante del municipio para lo cual el valor más bajo de precipitación registrado es de 913 mm.

Sin embargo, de acuerdo con la proyección del cambio esperado en las precipitaciones para el año 2040 (figura 3) gran parte del territorio tendrá un aumento en el volumen pluvial entre 1% y 20% y el sector sur occidental tendría un cambio del -9% al 10%. Lo anterior indica que el área correspondiente a una mayor influencia por precipitación presentaría un cambio más amplio en la cantidad de pluviosidad, pero esto no significaría un aumento en su volumen.

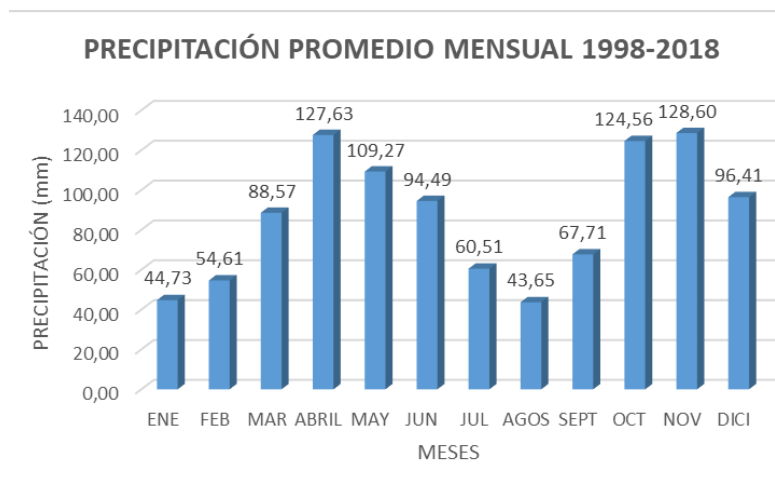
Figura 3. Cambio esperado en precipitaciones con proyección a 2040.



Fuente: Ministerio de medio ambiente 2016.

Es importante mencionar que, el periodo comprendido entre 1998 y 2018 señala una disminución significativa en la cantidad de lluvias sobre el territorio Silvanense lo cual no es coherente con el promedio de precipitación anual reportada en años anteriores y la proyección realizada para el año 2040, por consiguiente, esta última refleja cambios que se podrían denominar anormales, de acuerdo al comportamiento de las precipitaciones en los últimos años.

Figura 4. precipitación media mensual entre 1998-2018



Fuente: Elaboración propia

En este orden de ideas, en la figura 4 se observa constancia en el acontecimiento de precipitación media mensual de las 6 estaciones seleccionadas, en las cuales se esperaríamos un comportamiento bimodal, en este caso se registran mayores lluvias en el mes de noviembre con una cantidad de 128,60mm, al igual que, se presentaron registros de precipitación bajos en los meses de enero y agosto, aunque el fenómeno de La Niña se mantiene inalterable con porcentajes elevados en la

primera temporada de lluvias comprendida entre el mes de abril al mes de junio; igualmente, en la segunda temporada de lluvias presentada entre el mes de octubre a diciembre. En concordancia a lo mencionado anteriormente, se presenta una relación directa entre estos resultados y las épocas de mayor pluviosidad en el municipio.

Por otra parte, la fluctuación en la precipitación en el tiempo y espacio puede relacionarse a fenómenos intensos de la naturaleza y a los cambios climáticos ocasionados por el acelerado crecimiento poblacional y la demanda de recursos por parte del hombre(15).

La precipitación es uno de los datos climáticos de mayor importancia para el hombre ya que, no sólo interviene en el cambio del medio natural, sino que también condiciona las actividades humanas. Dichas actividades antrópicas, por ejemplo, han modificado las coberturas vegetales, reduciendo así la capacidad de retención y regulación de las cuencas, por consiguiente, genera mayores caudales durante eventos extremos de precipitación; esto junto a la variabilidad climática que produce fenómenos extremos en duración e intensidad intervienen directamente en la economía de una región (16). Es importante conocer su distribución y comportamiento, sobre todo en aquellas donde las precipitaciones son escasas.

Según el plan municipal de gestión del riesgo de desastres de Sylvania, la amenaza que se presenta con mayor probabilidad son los fenómenos de remoción en masa en la cual influye directamente la precipitación generando así impactos negativos a la población, la infraestructura, las actividades productivas y bienes ambientales. Lo conveniente es reducir la vulnerabilidad de la población atendiendo los factores antrópicos que acrecientan la posibilidad de presentarse dicho fenómeno además de realizar obras físicas que disminuyan el riesgo.

Por otro lado, se entiende que las riveras de los grandes ríos poseen una alta amenaza por inundación, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi: “este tipo de amenaza afecta principalmente aquellas zonas bajas de las cuencas, ya que se forman en un área de amortiguamiento natural de las crecientes”; una de las principales causas de inundación corresponde igualmente a las precipitaciones, puesto que en ocasiones el volumen e intensidad sobrepasa la capacidad de almacenamiento de las cuencas. Otras de las causas hacen referencia a la falta de cobertura vegetal en algunas zonas, las cuales disminuye la capacidad de amortiguamiento generando un caudal elevado en poco tiempo.

Así mismo, las consecuencias por cambio climático según el Departamento Nacional de Planeación –DNP, et al., (2010), perjudican de manera directa a los territorios más vulnerables y con ello se repercute sobre los esfuerzos en combatir la pobreza, lo cual significa disminución de agua potable, aumento en la incidencia de enfermedades y un déficit de productividad agrícola, lo anterior atañe a dañar el ingreso económico de los campesinos, como el precio de productos alimentarios(17).

Por consiguiente, en presencia de cambio climático, el problema central de la ordenación del territorio de la región que encamine a la adecuación será la óptima

gestión del abastecimiento del agua y del riesgo de desastres por variabilidad del ciclo hidrológico(8). En este orden de ideas, Sánchez et, al. Indica que es esencial que todas las lecciones y la experiencia derivadas de la atención del Fenómeno de La Niña sean incorporadas a la política de gestión del riesgo municipal, estableciendo los lineamientos a seguir en la atención de desastres(18).

Conclusión

Villareal et, al. establecen que la información de variabilidad de la precipitación y la evaluación de los eventos de riesgo no tiene importancia alguna en el territorio, debido a que, en la mayoría de ocasiones las autoridades omiten esta información a la hora de tomar decisiones sobre el mismo. No obstante, este tipo de estudios ayudan a instaurar las prioridades de adaptación y las medidas de prevención para llevar a cabo, como, por ejemplo, infraestructura estratégica y obtención de equipamientos en áreas en condición de amenaza media y alta a la escala correspondiente para suelo urbano y rural.

Para el logro de territorios climáticamente inteligentes, es necesario que los municipios apliquen lo contenido en el PDT, con el fin de compatibilizar el modelo de desarrollo y las nuevas condiciones climáticas(19). Además, a partir de la identificación cartográfica es posible elaborar metodologías y talleres de socialización, por ejemplo, para mostrar la importancia de la inclusión del cambio climático en las herramientas de ordenamiento territorial.

REFERENCIAS

1. Costa Posada C. La adaptación al cambio climático en Colombia. Rev Ing [Internet]. 2007 Oct 31 [cited 2021 Jul 16];0(26):74–80. Available from: <http://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/298>
2. Mahecha W, Prieto GA, Garzon OG, Ruiz NE, Rojas AD. PMGR Sylvania.pdf [Internet]. 2012. Available from: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/462/PMGR_Sylvania.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Abril Salcedo DS, Melo Velandia LF, Parra Amado D. Impactos de los fenómenos climáticos sobre el precio de los alimentos en Colombia. Ensayos sobre política económica. 2017;34(2016):146–58.
4. IPCC. Glosario. 2013;22.
5. Arango C, Dorado J, Guzmán D, Ruíz J. VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA ASOCIADA AL CICLO EL NIÑO, LA NIÑA – OSCILACION DEL SUR (ENSO). :33.
6. Ferrelli F, Scientific N, Bohn V, Scientific N, Piccolo MC. Variabilidad de la precipitación y ocurrencia de eventos secos en el sur de la provincia de Buenos Aires. 2012;(February 2016).

7. Caicedo Pabón JD, Montealegre Bocanegra JE. Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos. 2017. 168 p.
8. IDEAM. Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de “La Niña. 2011.
9. IDEAM. IDEAM presenta al país los posibles cambios climáticos en temperatura y precipitación para el periodo 2011-2100 [Internet]. 2010 [cited 2021 Jun 24]. Available from:
http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/paginas/old_noticias/725.aspx
10. Lara Sabogal JE. Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019. 2019 p. 314.
11. Ortiz Díaz HA, Escobar Amado CD, Sepúlveda Mora SB. Análisis estadístico de variables climatológicas en la ciudad de Cúcuta. Respuestas Eng J. 2018;23(1):39–44.
12. Chiles Arévalo GV, Sacher Freslon W. Caracterización de la variabilidad climática de la cuenca hidrográfica del río Mira en el período 1981-2010 , con base en la información hidrometeorológica disponible. 2020;216.
13. Vargas A, Santos A, Cardenas E, Obregon N. Analysis of Distribution and Spatial Interpolation of Rainfall in Bogota, Colombia. Dyna-Colombia. 2011;78(167):151–9.
14. González-Reyes Á, Aravena JC, Muñoz AA, Soto-Rogel P, Aguilera-Betti I, Toledo-Guerrero I. Variabilidad de la precipitación en la ciudad de Punta Arenas, Chile, desde principios del siglo XX. An del Inst la Patagon. 2017;45(1):31–44.
15. García Páez F, Cruz Medina I. Variabilidad de la precipitación pluvial en la región pacífico norte de México. 2004;(1974):1–9.
16. Huertas Urrego EJ. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y AMENAZA DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS NATURALES EN EL MARCO DE LA EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RIO SUMAPAZ, JURISDICCIÓN CAR. 2016;4(4):92.
17. Hidalgo Martín JA. Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. UDC.a [Internet]. 2016;102. Available from:
https://repository.udca.edu.co/bitstream/111158/548/1/Documento_Tesis_de_maestría_en_Agroforesteria_Tropical_Jonhy_Hidalgo.pdf
18. Sánchez-Jabba AM. Análisis de la respuesta del estado colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011 : el caso de Santa Lucía. Doc Trab Sobre Econ Reg y Urbana ; No 206 [Internet]. 2014; Available from:
<http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/3114>
19. Villarreal N. A, Aguirre R. W, Hoyos C. L. Fenomeno de la niña: impacto en la producción de uchuva en Cundinamarca, Colombia. Rev Ciencias Agrícolas. 2014;31(1):118.

