

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

1. **TÍTULO:** COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ESCUDILLAS
2. **AUTOR:** Edison Fernando Guerra Piedra
3. **DIRECTOR:** Dr. Mario José Añazco Romero
4. **COMITÉ ASESOR:**
Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía, PhD.
Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez, MSc.
Dr. Jhonn James Rodríguez Echeverry, PhD.
5. **AÑO:** 2018
6. **LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** El estudio se realizó en la microcuenca del río Escudillas que tiene una superficie de 8.193 ha, ubicada en el límite provincial entre la Provincia de Carchi e Imbabura. Este río es de un caudal considerable, debido a que sus afluentes son de montaña con alto grado de disección y cuyas aguas sirven para riego de las comunidades Monte Olivo, Chuga, Sigsipamba y el Valle del Chota.
7. **BENEFICIARIOS:** La población de la microcuenca del río Escudillas

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Guerra Piedra

NOMBRES: Edison Fernando

C. CIUDADANIA: 1724788899-5

TELÉFONO CONVENCIONAL: (02) 3650-505

TELÉFONO CELULAR: 0984024906

CORREO ELECTRÓNICO: edison.gp.25@gmail.com

DIRECCIÓN: Ibarra - La Primavera - Vía la Campiña y Monseñor Leónidas Proaño.

AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 23 de octubre del 2018

Edison Fernando Guerra Piedra: **COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ESCUDILLAS** / Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 23 de octubre del 2018.

DIRECTOR: Dr. Mario José Añazco Romero, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: “Contribuir con información actualizada que aporte la toma de decisiones en materia de cambio climático.” Entre los objetivos específicos se encuentra: Analizar multitemporalmente el comportamiento de la precipitación en su frecuencia e intensidad en la microcuenca del río Escudillas; Identificar las percepciones de los pobladores locales respecto a los patrones dominantes de precipitación en los últimos 20 años y Proyectar un escenario futuro del comportamiento de la precipitación, respecto a los cambios pronosticados por el grupo de científicos que integran el IPCC y por los aportes obtenidos del objetivo 1 y 2.

Fecha: 23 de octubre del 2018

.....

Dr. Mario José Añazco Romero, PhD

Director de trabajo de titulación

.....

Edison Fernando Guerra Piedra

Autor

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 23 de octubre del 2018

Edison Fernando Guerra Piedra: **COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACION FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ESCUDILLAS** / Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 23 de octubre del 2018. 86 páginas.

DIRECTOR: Dr. Mario José Añazco Romero, PhD.

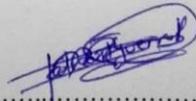
El objetivo principal de la presente investigación fue: “Contribuir con información actualizada que aporte la toma de decisiones en materia de cambio climático.” Entre los objetivos específicos se encuentra: Analizar multitemporalmente el comportamiento de la precipitación en su frecuencia e intensidad en la microcuenca del río Escudillas; Identificar las percepciones de los pobladores locales respecto a los patrones dominantes de precipitación en los últimos 20 años y Proyectar un escenario futuro del comportamiento de la precipitación, respecto a los cambios pronosticados por el grupo de científicos que integran el IPCC y por los aportes obtenidos del objetivo 1 y 2.

Fecha: 23 de octubre del 2018



Dr. Mario José Añazco Romero, PhD

Director de trabajo de titulación



Edison Fernando Guerra Piedra

Autor

COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO ESCUDILLAS

Edison Fernando Guerra Piedra ¹, Dr. Mario José Añazco Romero, PhD.²

¹Autor del trabajo de titulación.

²Docente – FICAYA Director de trabajo de titulación.

RESUMEN

El planeta se encuentra en una constante transformación climática que depende de numerosos factores como los fenómenos naturales y las actividades antropogénicas que producen gases de efecto invernadero. No obstante, en las últimas décadas se ha tenido una influencia mayor en el clima, presentando impactos notables en el incremento de la temperatura y cambio en los regímenes hidrológicos, los cuales tiene impactos en la actividad humana, la alteración y pérdida de especies de flora y fauna. Este estudio tuvo como objetivo contribuir con información actualizada que aporte a la toma de decisiones en materia de cambio climático, de manera particular a los productores que habitan en la microcuenca del río Escudillas ubicada en el límite provincial entre Carchi e Imbabura. El análisis se llevó a cabo mediante la obtención de datos del INAMHI de precipitación para determinar la intensidad y frecuencia en el periodo 1966-2016. Continuado de la aplicación y tabulación de una encuesta a las comunidades que habitan en la microcuenca para conocer su percepción y finalmente se proyectó escenarios futuros para el año 2050 en las cuatro vías de concentración representativas de los gases de efecto invernadero. Los resultados muestran modificaciones, en los 12 meses, por lo que se confirma con la percepción de la gente, que en la actualidad es difícil distinguir las épocas lluviosas de las secas, como en épocas anteriores. Los escenarios futuros en las cuatro vías de concentración no muestran un cambio considerable en lo que respecta a la cantidad de precipitación, pero si en la distribución de las mismas. Esto permite concluir que el cambio climático no afectará a la cantidad de precipitación anual, ya que se mantendrá en valores aceptables, Sin embargo, si afectará en lo que respecta a la distribución de las lluvias tanto en lugar y tiempo, volviendo a algunos sectores más vulnerables.

Palabras claves: Cambio Climático, precipitación, Intensidad, frecuencia escenarios futuros e impactos en la actividad humana

PRECIPITATION BEHAVIOR REGARDING CLIMATE CHANGE IN THE “ESCUDILLAS” RIVER MICRO BASIN

Edison Fernando Guerra Piedra ¹, Dr. Mario José Añezco Romero, PhD.²

¹ Project author

² Professor – FICAYA Project Advisor

ABSTRACT

Earth is in a constant climatic transformation that depends on factors such as natural phenomena and anthropogenic activities. In recent decades there has been a greater influence on climate, with impacts in temperature and change in hydrological regimes, impacts on human activity, alteration and loss of fauna and flora species. The objective of this study was to contribute with new information for decision-making regarding climate change, particularly to farmers who live in the Escudillas river micro basin, located on the provincial border of Carchi and Imbabura. The analysis was carried out with INAMHI data regarding precipitations to determine the intensity and frequency from 1966 to 2016. A survey was applied to the communities that inhabit the micro-basin to know their thinking and to project scenarios for the year 2050 in the four representative routes of greenhouse gases concentration. The results show modifications, in the 12 months, it is confirmed with the surveyed perception, that at present it is difficult to distinguish the rainy from dry seasons, usual in the past. The future scenarios in the four concentration routes do not show a considerable change in precipitation, but in their distribution. This allows us to conclude that climate change will not affect the amount of annual rainfall, since it will remain at acceptable values, however, it will affect the place and time distribution of rainfall, making another sectors vulnerable.

Keywords: Climate Change, precipitation, Intensity, frequency, future scenarios and impacts on human activity

INTRODUCCIÓN

El planeta se ha encontrado en una constante transformación, debido a diferentes agentes naturales que han generado modificaciones (Román, 2006). Sin embargo, la evolución del clima depende de los numerosos elementos como los fenómenos naturales, las actividades antropogénicas y en especial a los gases efecto invernadero (Useros, 2012), que en las últimas décadas han tenido una influencia mayor en el clima y las temperaturas, provocando alteraciones y acelerando procesos que se demorarían largos periodos de años (Semarnat, 2009).

El incremento de temperatura global producida por el efecto invernadero ha sido responsable del aumento del nivel del mar, de la pérdida de capas de nieve y hielo, así como la tendencia en las precipitaciones, llegando a afectar a sistemas hidrológicos y a la calidad de aguas (Useros, 2012), este último factor ha llegado a convertirse en un problema, ya que la fluctuación de las precipitaciones y las sequías afecta de diversa forma la actividad humana (Montealegre y Pabon, 2000), debido a que la frecuencia y severidad van en incremento, esto vuelve más difícil estar preparados ante fenómenos naturales (FAO, 2013).

En el Ecuador se encuentra la cuenca del río Mira, que es una de las más importantes para la zona norte del País, ya que en esta cuenca se realizan varias actividades económicas productivas, siendo la principal la agricultura. Esta actividad genera una alta demanda de agua para riego (CISPDR, 2015). Pero la captación hídrica de sus afluentes ha sido alterada debido a que el caudal depende de las precipitaciones de la época lluviosa (Galarraga, s.f). Entre los afluentes secundarios se encuentra la microcuenca del río Escudillas que en los últimos años presencia cambios en sus ecosistemas, debido a la alteración en la precipitación, posiblemente ocasionados por el cambio climático y a la presión antrópica sobre áreas con cobertura natural (CISPDR, 2015).

Por lo tanto, se vuelve una necesidad la contribución con información, que permita enfrentar los problemas que los agricultores tienen con el incremento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones, que afectan específicamente en la producción agropecuaria. Que es fundamental para la vida de los agricultores, porque su soberanía y seguridad alimentaria, depende de ello, esta dependencia se da por el acceso físico a los alimentos y también por el acceso económico, puesto que algunos cultivos y

también la actividad ganadera, están vinculadas con el mercado, proceso mediante el cual los agricultores obtienen ingresos que les permiten satisfacer sus necesidades más frecuentes.

Por lo tanto, este estudio analizó los cambios que se han generado en la microcuenca del río Escudillas sobre los recursos naturales e hídricos que se ven afectados por actividades antrópicas, específicamente; de esta manera se analizó los cambios de precipitación, tanto frecuencia e intensidad, facilitando la toma de decisiones en políticas y tecnologías para la conservación y desarrollo de la zona de manera sustentable.

METODOLOGÍA

Obtención de datos

La obtención de los datos se obtuvo mediante el siguiente proceso:

Datos de precipitación

Para lograr el análisis multitemporal tanto de intensidad y frecuencia, se recopiló los datos meteorológicos del periodo 1966 - 2016 de la variable precipitación de las estaciones San Francisco y Pimampiro, que son las que se encuentran a una distancia más cercana a la microcuenca del río

Escudillas, para después extrapolar los datos.

Una vez obtenido los datos extrapolados se calculó la intensidad media diaria para el periodo de estudio, en la que se aplicó la fórmula a partir de la precipitación diaria.

$$I_d = P \text{ día} / t$$

I_d= Intensidad media diaria.

P día = precipitación diaria

t= El intervalo de tiempo (<24 horas)

Percepción de la gente

Se tomó los datos del último censo realizado en el año 2010, para conocer el número total de población y sus edades, para clasificarlos y aplicar la fórmula estadística, que permitió determinar el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z_α = Valor obtenido mediante niveles de confianza..

e = Límite aceptable de error muestra

La encuesta se aplicó con el fin de obtener información sobre conocimientos del clima, estacionalidad, cambios, e impactos que la población que habita en los lugares con más influencia en la microcuenca ha evidenciado y sus perspectivas para escenarios futuros en lo que respecta a la precipitación.

Análisis

Mediante la extracción y generación de los datos meteorológicos de la precipitación y la información obtenida de la tabulación de la encuesta sobre la percepción de la gente, se realizó el análisis mediante el programa estadístico Excel y Past 3.20, para observar el comportamiento de la precipitación.

Se realizó dos análisis uno para observar la correlación que existe entre Intensidad y frecuencia de los datos meteorológicos de INAMHI y otro para análisis relacionar los datos de precipitación con las perspectivas de la gente.

Mapa de precipitación

Se realizó un mapa de las condiciones actuales mediante las imágenes obtenidas por Worldclim que será de referencia para la

comparación con los escenarios futuros, también se procedió hacer otro mapa, mediante interpolación en ArcGis con los datos de las precipitaciones de INAMHI.

Para el mapa de referencia, se descargó un archivo ZIP, del servidor global wordclim en su primera versión, que tienen una base de datos más confiable, que contenía 12 capas (una por cada mes) en formato TIFF de la precipitación global en la más alta resolución, que fue de 30 segundos ($0,93 \times 0,93 = 0,86 \text{ km}^2$ en el ecuador).

Escenarios futuros

Para las proyecciones de las condiciones climáticas futuras, se utiliza los datos observados de las condiciones actuales como referencia y los modelos climáticos globales (MCG) para las cuatro vías de concentraciones representativas (PCR). Que se manejan en el quinto informe de evaluación del IPPC.

Para la investigación se descargaron las imágenes satelitales de precipitación (mm) con la resolución más alta de 30 segundos ($0,93 \times 0,93 = 0,86 \text{ km}^2$ en el ecuador), de los años 2016 y 2050, para representar las condiciones actuales y cuatro escenarios futuros con las cuatro vías de concentración representativas (2.6, 4.5, 6.0 u 8.5). Los

datos se encuentran almacenados en archivos ZIP (Comprimidos), cada archivo contiene 12 capas de datos (una para cada mes) y finalmente, realizar los mapas en el software ArcGis 10.3.

RESULTADOS

Comportamiento multitemporal de la precipitación

Los meses de marzo y abril son los que presentan mayor cantidad de lluvia, mientras que los meses de agosto y septiembre los más secos dentro del periodo 1966-2016, sin embargo, en este periodo, se han presentado valores máximos y mínimos fuera del rango promedio de precipitación, los valores de la cantidad de precipitación máxima y mínima por mes, así como el año de registro de estos valores.

Intensidad

La microcuenca presenta una intensidad media diaria clasificada como ligeras en todos los meses, ya que sus valores se mantienen dentro del rango 0.1 y 2.0 mm de acumulación en una hora según la clasificación de Monjo (2010), de todos modos, se observa una fluctuación entre datos, siendo los meses de enero, junio, agosto y septiembre los de menor intensidad

de precipitación, mientras que los de mayor intensidad son abril, mayo, julio, noviembre y diciembre, cabe recalcar que el mes de febrero y octubre, son los que presentan una menor variación, mientras que los meses de noviembre y diciembre son los que muestran una mayor heterogeneidad.

Frecuencia

En lo que respecta a los parámetros estadísticos se observa que en la microcuenca existe una precipitación promedio anual de 823.4 mm, con un rango entre 539.7 y 1283.6 mm; cabe recalcar que, los datos se encuentran agrupados y son homogéneos; es decir que, a pesar de la variación de las precipitaciones estas se mantienen uniformes.

Las precipitaciones anuales más frecuentes en la microcuenca son del orden de 839.7 – 989.7 mm. Durante el periodo 1966 – 2016, la precipitación máxima se registró en el año 2011 con 1283.6 mm, seguido por el año 1974 con un valor de 1180,98 mm.

Intensidad- Frecuencia

En el análisis de correlación, se determina un coeficiente de 0.69, valor significativo en comparación a su correspondiente tabular al 5% de probabilidad estadística, mientras que

el coeficiente de determinación de la regresión fue de 0.80, cabe mencionar que el modelo empleado fue la regresión polinómica, factor 4, en donde se evidencia que la tendencia de la frecuencia vs la intensidad, es zigzagueante, donde los meses que mejor se ajustan a la curva son enero, mayo, julio, octubre y noviembre, mientras que el mes de febrero, marzo y septiembre, son los que se encuentran más alejados de la curva.

Percepción de los pobladores locales

La encuesta se aplicó a los lugares con fácil acceso y donde se congregaba la mayor cantidad de gente, la misma que fue distribuida en las parroquias de Monte Olivo y la parroquia de Chuga, donde se consideró a personas mayores de 40 años, que conozcan los cambios ocurridos en la zona, especialmente a agricultores.

Conocimiento sobre el clima

El 100% de los encuestados conceptúa al clima como la variación de tiempo, que este puede ser lluvia, viento y temperatura, que es un muy importante para el ser humano, pero especialmente para los cultivos, ya que es el medio para subsistir.

Meses secos y de lluvia

Los encuestados señalaron que hace 50 y 25 años atrás las temporadas seca y lluvia era muy marcada por lo que se podía pronosticar el estado del clima y los agricultores podían trabajar en función de las precipitaciones, por lo que contaban con un calendario de actividades agrícolas acordes a cada temporada, en este contexto manifestaron que los meses de lluvia eran de octubre a enero, mientras que de febrero a septiembre los consideraban como secos; pero a partir del año 2000, las percepciones de las personas es que el clima es muy variante y hace difícil predecir el tiempo.

Sin embargo, de acuerdo a la opinión de la población, pese a estas variaciones mencionan que en la actualidad, consideran que los meses secos son de enero a septiembre y los meses lluviosos son de octubre a diciembre, esta información contrasta con la información obtenida por las estaciones meteorológicas.

Variación del clima

De acuerdo a la Figura 14, el 70% de los encuestados están totalmente de acuerdo que hay una variación del clima en proporción, al 22% que está de acuerdo, el 6% no está ni acuerdo, ni desacuerdo y un 2% este

desacuerdo con esta variación, considerando que es un fenómeno natural.

Causas del cambio de clima

De acuerdo a la percepción de la gente, respecto a las causas del cambio del clima, señalan que un 27% le acredita a la tala de bosques y desertificación, un 16% a la contaminación, los desechos y a la destrucción de la capa de ozono, un 15% al transporte (Automotriz, aéreo, ferrocarril, marítimo), un 10% que es un fenómeno natural, un 9% a los procesos industriales y agropecuarios, un 5% por el uso masivo de combustibles fósiles y un 2% considera que es a otras causas, como el cambio de uso de suelo, crecimiento poblacional, etc.

Meses que han variado

Las tres variables que se tomó en consideración fueron precipitación, temperatura y viento para conocer los meses en lo que han podido evidenciar un aumentado o disminución de estas variables.

- **Precipitación**

Los encuestados mencionaron que hace 50 y 25 años atrás, los meses secos y de lluvia eran evidentes, sin embargo, hubo meses en los que, si había variaciones, pero que no tuvieron un impacto considerable en

sus actividades, como lo es actualmente, hace 50 años los meses que presentaron un aumento fueron: enero, junio, julio, noviembre y diciembre, mientras que los que presentaron una disminución fueron febrero, marzo y mayo.

En cambio, hace 25 años los meses de enero, febrero, abril, junio, octubre, noviembre y diciembre presentaron un aumento, en cambio los meses de marzo, julio, agosto septiembre disminuyeron. A pesar de estos cambios la población afirmó que tenían disponibilidad de agua y una certeza de los meses que serían de lluvia, por lo que sus actividades no estaban afectadas y podían planificar.

No obstante, en la actualidad consideran que ya es complicado predecir las temporadas lluviosas, ya que existe variaciones muy notables en todos los meses del año, ahora existe una disminución en lo que son enero, febrero, marzo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre y un aumento como abril, mayo y junio. Aunque disponen de agua durante todo el año, este cambio les ha obligado a buscar alternativas tales como: nuevos cultivos, cambio en su método tradicional de agricultura, depender de químicos, etc. Todo

con el fin de poder generar ingresos para vivir

- **Temperatura**

La población considera que la temperatura es el real problema que viven en cuanto a cambio climático, los encuestados manifiestan que la zona siempre se ha caracterizado por tener un ambiente cálido, pero que sus temperaturas eran tolerantes como hace 50 años donde habían meses donde hacía más frío como eran los meses de abril, mayo, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre, mientras que los meses de febrero, marzo, agosto y septiembre hacia más calor, algo muy diferente a lo que se vive desde hace 25 años, hasta la actualidad, donde el 100% de los encuestados están de acuerdo que la temperatura ha aumentado en todos los meses y que han tenido que adaptarse aprovechando este incremento para introducir nuevos cultivos, para mejorar su economía, ya que han perdido cultivos propios del lugar, sin embargo, la aparición de nuevas plagas como mosquitos, han traído enfermedades a personas, animales y plantas.

- **Viento**

El 100% de los encuestados afirman que los vientos han aumentado, siendo estos benéficos, ya que permite que el ambiente en la zona sea más fresco, sin embargo también manifestaron que el problema más grave es que, existen días en el que el viento levanta mucho polvo ocasionando que las personas se enfermen

Impactos del clima

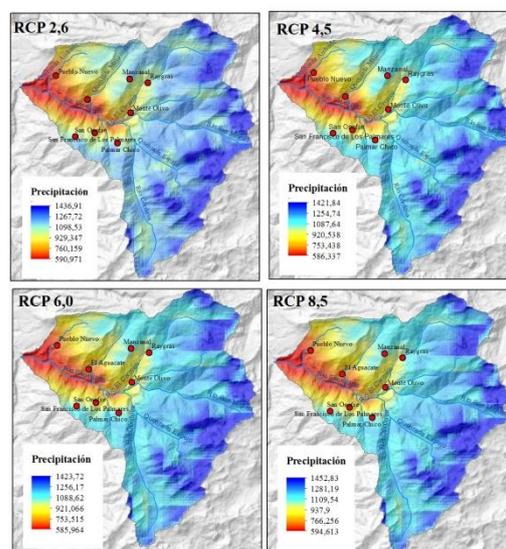
El 24% de las personas opinan que el impacto causado por los cambios climáticos se evidencia más en la agricultura, ya que en la actualidad se dan cultivos que antes no podían darse debido a las condiciones del sitio, como lo es el plátano, aguacate, entre otras. Pero como consecuencia han perdido cultivos propios de la zona, además se han visto obligados al uso de químicos para no perder las cosechas, que cada vez va en aumento, un 14% de los encuestados mencionan que la salud, sea visto afectada por los cambios del clima, las enfermedades son más frecuentes tales como: la gripe, fiebre, infecciones, etc. y en varias ocasiones deben salir de la zona para una mejor atención médica, el resto de indican a un 13% en la economía, ya que varias personas dependen de la agricultura y de la ganadería,

Estas proyecciones de precipitación para el año 2050 son las más recientes que se utilizan en el quinto Informe de evaluación del IPCC, que se basan en cuatro vías de concentración representativas de gases de efecto invernadero (RCP), los escenarios futuros señalan que habrá un aumento de precipitación en las zonas altas de la microcuenca, mientras que en las zonas bajas la precipitación disminuirá, también habrá un cambio de distribución en diferentes zonas.

Para el escenario 1 (RCP 2,6) se asume que las emisiones anuales globales de GEI alcanzan su punto máximo entre 2010 – 2020 y que a partir ahí las emisiones disminuyen considerablemente, en este escenario las precipitaciones aumentan 1448 mm para las zonas altas de la microcuenca y para la zona baja la precipitación disminuirá 590,71 mm y donde la distribución de precipitación al igual que los demás escenarios habrá cambiado en comparación al mapa de las condiciones actuales.

En el escenario 2 (RCP 4,5), las emisiones alcanzan un máximo alrededor del año 2040 y luego disminuyen, en este escenario la precipitación estará en un rango 1436,91 y 586,38 mm, para el escenario

3 (RCP 6), las emisiones alcanzan un máximo alrededor del 2080, luego disminuyen, en este escenario la precipitación se encuentra en un rango de 1423,72 y 585,95 mm y para el escenario 4 (RCP 8,5), las emisiones continúan aumentando a lo largo del siglo XXI, presentando precipitaciones 1452,83 y 594,61 mm.



CONCLUSIONES

Al analizar la precipitación en el periodo 1966 al 2016, muestra que las frecuencias de precipitación suma anual no representan un gran cambio, debido a que se mantienen entre sus valores máximos y mínimos, por otro lado, la intensidad se encuentran en la clasificación de ligeras, debido que no sobrepasan los valores de 0,1 y 2,0 mm de acumulación en una hora.

Las personas mencionaron que en los últimos 20 años la lluvia se ha

distribuido a lo largo del año, por lo contrario en los datos meteorológicos observados de INAMHI, se muestra cambios en la cantidad de precipitación, pero no de en lo que respecta a la distribución, ya que se mantienen las fluctuaciones de los meses lluviosos y secos, sin embargo se debe tomar en cuenta que estos cambios afectan a las actividades productivas, ya que la mayor actividad económica en la microcuenca es la agricultura, sector que es muy sensible a los cambios climáticos.

Al analizar los escenarios de precipitación, se muestra que, en 50 años, en las cuatro vías de concentración, la precipitación no presentará una gran alteración en las cantidades de lluvia ni de la distribución, sin embargo, se debe tomar en cuenta que estos escenarios pueden cambiar, que las precipitaciones en la región interandina dependen de varios factores, que pueden alterar la precipitación, poniendo en riesgo a las actividades agrícolas y de producción a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (Guadua angustifolia) al cambio climático en la*

costa del Ecuador y norte Perú. Ecuador

Arroyo, J. (2014). Caracterización espacial de la frecuencia e intensidad de tormentas desde el satélite GOES-12 y la Estación Meteorológica del Observatorio de Huancayo. Universidad Continental.

Avalos, H., González, I., Pineda, R. y Ríos, E. (2015). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión.* México.

Castro, A. (2017). *El cambio climático y sus consecuencias sociales: el incremento de la vulnerabilidad y la pobreza.* Argentina

CISPDR. (2015). *Plan Hidráulico regional de demarcación hidrográfica Mira.* Ecuador: SENAGUA.

CISPDR. (2015). *Plan Hidráulico regional de demarcación hidrográfica Mira.* Ecuador: SENAGUA.

Estudios e Investigaciones Meteorológicas. (2016). *Análisis del impacto de los principales elementos del clima en el sector agropecuario ecuatoriano.* INAMHI. Ecuador.

FAO. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia opciones técnicas para la agricultura familiar en américa latina y el caribe.* Chile

FAO. (2013). *La fauna silvestre en un clima Cambiante.* Estudio FAO: Montes.

Hijmans, RJ, SE Cameron, JL Parra, PG Jones y A. Jarvis, 2005. *Superficies climáticas interpoladas de muy alta resolución para áreas terrestres*

globales. *Revista Internacional de Climatología* 25: 1965-1978.

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. IDEAM. (2010). *Generación de escenarios de cambio climático regionales y locales a partir de modelos globales - guía para tomadores de decisiones*. Colombia

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. IDEAM. (2018). *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia*. Colombia

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI. (2016). *Análisis del impacto de los principales elementos del clima en el sector agropecuario Ecuatoriano*. Ecuador.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI. (2017). *Datos meteorológicos análogos*. Ecuador

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, (2002). *Cambio Climático y biodiversidad*. Kenia

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (1995). *Segunda evaluación de cambio climático 1995*. PNUMA, OMM WMO.

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Suecia.

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2013). *Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al*

Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2014). *Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad- Resumen para responsables de políticas*. Suiza.

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2015). *Cambio Climático 2015: Mitigación del cambio climático- Resumen para responsables de políticas*. Suiza.

Ministerio del ambiente Ecuador. MAE. (2012). *Estrategia nacional de Cambio Climático del Ecuador. 2012-2025*. Ecuador

Ministerio del ambiente Ecuador. MAE. (2014). *Programa Conservación de Bosques y REDD+*. Ecuador

Ministerio del ambiente Ecuador. MAE. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ecuador

Monjo, R. (2010). *El índice n de la precipitación intensa*. España

Montealegre y Pabón. (2000). La variabilidad Climática interanual asociada al ciclo el niño-la niña-oscilación del sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Meteorología colombiana*, 2, 7-21. Colombia.

Moreno, J. (2006). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. España.

Murillo, M. (2010). *El escurrimiento superficial métodos para su estimación en conservación de suelos*. Bolivia

estudios nacionales, Ecuador.

Román, M. (2006). *Plan de prevención para emergencias por desastres naturales en la provincia de Pichincha, su organización y aplicación en la educación básica en la próxima década* (Tesis de maestría). Instituto de altos estudios nacionales, Ecuador.

San Gil, J., Rivera, J. y González, J. (2004). *Tiempo atmosférico, clima y psicopatología*. España

Semarnat. (2009). *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones*. México.

SEMPLADES. (2017). *Plan Nacional del desarrollo 2017—2021*. Ecuador.

Useros, J. (2012). *El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales*. España