

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					 	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 24 Julio de 2019

Señores
CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Ciudad

La suscrita: Mary Brigén Basto Monsalve, con C.C. No. 40.078.871, autora de la tesis de grado titulado Zonas de vida en el departamento del Caquetá, Colombia, basado en los escenarios de emisión de cambio climático para el periodo 2011-2100 y estrategias educativas de adaptación para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*, presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Doctora en Educación y Cultura Ambiental; autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

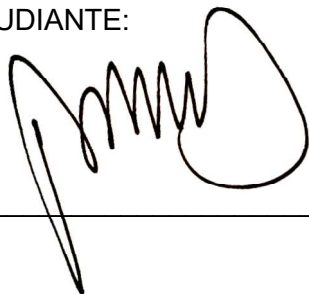
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.





- Continúo conservando los correspondientes derechos 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 del derecho de autor y sus conexos.

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.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:



Firma: _____

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 5

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ZONAS DE VIDA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, COLOMBIA, BASADO EN LOS ESCENARIOS DE EMISIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL PERIODO 2011-2100 Y ESTRATEGIAS EDUCATIVAS DE ADAPTACIÓN PARA EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES DE *Hevea brasiliensis*

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Basto Monsalve	Mary Brigén

DIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Olaya Amaya	Alfredo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Guzmán López	Helmer Alexis

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Doctora en Educación y Cultura Ambiental

FACULTAD: Educación

PROGRAMA O POSGRADO: Doctorado en Educación y Cultura Ambiental





CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS: 224

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___ Láminas___
 Litografías___ Mapas X Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros X

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 5

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: No requiere.





MATERIAL ANEXO:

- Homogenización de series meteorológicas.
- Datos de precipitación total en mm para el período 1980-2010.
- Datos de temperatura media en °C para el período 1980-2010.
- Datos de precipitación total en mm para el período 2011-2040.
- Datos de precipitación total en mm para el período 2041-2070.
- Datos de precipitación total en mm para el período 2071-2100.
- Datos de temperatura media en °C para el período 2011-2040.
- Datos de temperatura media en °C para el período 2041-2070.
- Datos de temperatura media en °C para el período 2071-2100.
- Guion de entrevista a los productores caucheros.
- Guion de entrevista a los tomadores de decisiones.
- Datos de precipitación promedio mensual multianual en mm para el período 1980-2010.
- Datos de temperatura media mensual multianual en °C para el período 1980-2010.
- Matriz de entrevistas realizadas a los productores caucheros
- Matriz de entrevistas realizadas a los tomados de decisiones

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): Mención meritoria

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Zonas de vida	Life zones	6. _____	_____
2. Cambio climático	climate change	7. _____	_____
3. <i>Hevea brasiliensis</i>	<i>Hevea brasiliensis</i>	8. _____	_____
4. Mitigación	mitigation	9. _____	_____
5. Adaptación	adaptation	10. _____	_____

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						 ISO 9001 SC 7384-1	 GP 205-1	 CERTIFIED IcNet MANAGEMENT SYSTEM CO-SC 7384-1
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO								
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 5		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y en especial el Dióxido de Carbono (CO₂) supone un gran reto para las naciones en su compromiso con la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático de reducir los niveles de concentración de GEI en la atmósfera. Por lo tanto, es importante para el país seguir avanzando en la generación de información local más detallada y más precisa, que permitan determinar la vulnerabilidad y las amenazas que podrían tener los ecosistemas, la biodiversidad y las poblaciones humanas, con el propósito de generar análisis con menos incertidumbre y así plantear medidas de adaptación para minimizar el impacto sobre las dinámicas ecológicas, sociales y productivas.





Frente a este panorama, es probable que las asociaciones vegetales puedan experimentar cambios en cuanto a su extensión y distribución geográfica al ser influenciados por factores como la precipitación y la temperatura, siendo necesario conocer dichas variaciones y analizar el comportamiento que podrían sufrir las zonas bioclimáticas en el departamento del Caquetá ante los escenarios de emisión de cambio climático en el siglo XXI, teniendo en cuenta que en la región no existe información, ni estudios disponibles que permitan inferir las posibles áreas que podrían experimentar alteraciones, así como las posibles afectaciones en los sistemas ecológicos, socioeconómicos y el desarrollo de los cultivos para los próximos decenios, en especial, para el *Hevea brasiliensis*.

Por consiguiente, se planteó la necesidad de investigar ¿Cuáles serían las variaciones en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, Colombia, para el periodo 2011-2100 asociados al cambio climático; y cuáles podrían ser las estrategias educativas más apropiadas de adaptación a dichas variaciones para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*?

Para responder este interrogante, se analizaron las zonas de vida, la variación y la distribución geográfica de las mismas, para luego determinar las áreas productoras del *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, de acuerdo con sus usos actual y potencial del suelo, identificando así la manera en que la variación en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el periodo 2011-2100 incidirá sobre esta especie, como también establecer de qué manera los cambios en la precipitación y la temperatura impactarán sobre la aptitud de este cultivo, para así proponer el plan educativo de mitigación y adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* al cambio climático.

Esta investigación se ubica en el paradigma epistemológico de tipo pragmático con método mixto y la utilización de datos cuantitativos y cualitativos para el desarrollo de la metodología. Los métodos cuantitativos se utilizaron en la distribución espacial actual y la modelación futura de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, empleando el sistema de clasificación bioclimática de Holdridge (1967), con el fin de determinar las posibles variaciones en la extensión y distribución geográfica de dichas zonas para el periodo 2011-2100, teniendo en cuenta los escenarios de emisión de cambio climático propuestos por el *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* en su quinto y último informe de reporte del 2013. Los datos cuantitativos también se utilizaron en la fase de elaboración de los mapas de usos actual y potencial del suelo del *Hevea brasiliensis* para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. El método cualitativo fue aplicado para analizar los resultados cuantitativos y proponer estrategias educativas de adaptación al cambio climático para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*, a partir de la identificación, formulación y concertación de medidas para su mitigación, el cual contó con la participación de actores sociales, institucionales, académicos e investigadores que hacen parte de la cadena productiva del caucho.

Para los escenarios 2011-2100 se espera reducciones del número de zonas de vida en el Caquetá, como también, incremento de las provincias de mayor humedad y de la temperatura, en consecuencia, se afectará la producción y el rendimiento del *Hevea brasiliensis*. Así mismo, las proyecciones de zonificación de aptitud para el cultivo del caucho muestran una tendencia de disminución de las áreas aptas en el departamento de Caquetá, por ende, los impactos del cambio climático limitarían el desarrollo del sector heveícola en todos los periodos futuros.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 5

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The mitigation of Greenhouse Gases (GHG) and especially Carbon Dioxide (CO₂) is a great challenge for nations in their commitment to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce levels of GHG concentration in the atmosphere. Therefore, it is important for the country to continue advancing in the generation of more detailed and more precise local information, which allows to determine the vulnerability and threats that ecosystems, biodiversity and human populations could have, in order to generate analysis with less uncertainty and thus propose adaptation steps to minimize the impact on ecological, social and productive dynamics.





Against this background, it is probable that plant associations may undergo changes in their extent and geographical distribution when influenced by factors such as precipitation and temperature, being necessary to know these variations and analyze the behavior that bioclimatic areas could suffer in the Department of Caquetá facing the scenarios of emission of climate change in the 21st century, taking into account that in the region there is no available information, nor available studies that allow inferring the possible areas that could experience alterations, as well as the possible affectations in the ecological, socio-economic and crop development systems for the coming decades, especially for the *Hevea brasiliensis*.

Therefore, was raised the need to investigate: what would be the variations in the extension and geographical distribution of life zones in the department of Caquetá, Colombia, for the period 2011-2100 associated with climate change; and what could be the most appropriate educational strategies to adapt to these variations for the management of *Hevea brasiliensis* plantations?

To answer this question, the life zones, the variation and the geography distribution of the same were analyzed, to then determine the production areas of the *Hevea brasiliensis* in the department of Caquetá, according to their current and potential land uses, thus identifying, the way in which the variation in the extension and geographical distribution of the zones of life in the period 2011-2100 will affect this species, as well as establishing how changes in precipitation and temperature will impact on the aptitude of this crop, to propose the mitigation and adaptation education plan for the management of *Hevea brasiliensis* to climate change.

This research is located in the pragmatic epistemological paradigm with a mixed method and the use of quantitative and qualitative data for the development of the methodology. The quantitative methods were used in the current spatial distribution and the future modeling of the life zones in the Department of Caquetá, using the bioclimatic classification system of Holdridge (1967), in order to determine the possible variations in the extension and geographic distribution of these zones for the period 2011-2100, taking into account the climate change emission scenarios proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in its fifth and final report report of 2013. The quantitative data were also used in the preparation phase of the maps of current and potential land uses of the *Hevea brasiliensis* for the periods 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2100. The qualitative method was applied to analyze the quantitative results and propose educational strategies of adaptation to climate change for the management of *Hevea brasiliensis* plantations, from the identification, formulation and coordination of mitigation stpes which included the participation of social, institutional, academic and investigative actors that are part of the rubber productive chain.

For the 2011-2100 scenarios, reductions in the number of life zones in Caquetá are expected, as well as an increase in the provinces of higher humidity and temperature; consequently, the production and yield of *Hevea brasiliensis* will be affected. Likewise, the zoning projections of aptitude for the cultivation of rubber show a decreasing trend of suitable areas in the Department of Caquetá, therefore, the impacts of climate change would limit the development of the rubber sector in all future periods. In view of the above, an action plan is proposed to address the impacts of the variation of life zones in the department, with which measures can be taken for the mitigation and adaptation of rubber to climate change.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	5 de 5

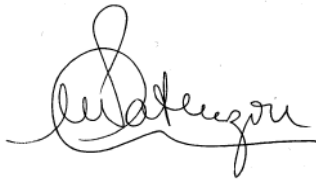
APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: NELSON ERNESTO LÓPEZ JIMÉNEZ



Firma:

Nombre Jurado: CLAUDIA ELEONOR NATENZON



Firma:

Nombre Jurado: OMAR AURELIO MELO CRUZ



Firma:

**ZONAS DE VIDA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, COLOMBIA, BASADO
EN LOS ESCENARIOS DE EMISIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL PERIODO
2011-2100 Y ESTRATEGIAS EDUCATIVAS DE ADAPTACIÓN PARA EL MANEJO
DE LAS PLANTACIONES DE *Hevea brasiliensis***

MARY BRIGÉN BASTO MONSALVE

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL
NEIVA-HUILA, COLOMBIA
2019**

**ZONAS DE VIDA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, COLOMBIA, BASADO
EN LOS ESCENARIOS DE EMISIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL PERIODO
2011-2100 Y ESTRATEGIAS EDUCATIVAS DE ADAPTACIÓN PARA EL MANEJO
DE LAS PLANTACIONES DE *Hevea brasiliensis***

MARY BRIGÉN BASTO MONSALVE

**Tesis presentada como requisito parcial para
optar al título de Doctora en Educación y Cultura
Ambiental**

Director

ALFREDO OLAYA AMAYA

Doctor en Ingeniería Área Recursos Hidráulicos

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DOCTORADO EN EDUCACIÓN Y CULTURA AMBIENTAL

NEIVA-HUILA, COLOMBIA

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Doctora CLAUDIA ELEONOR NATENZON
Jurado

Doctor OMAR AURELIO MELO CRUZ
Jurado

Doctor NELSON ERNESTO LOPEZ JIMÉNEZ
Jurado

Doctor ALFREDO OLAYA AMAYA
Director

Neiva, 24 de Julio de 2019

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Surcolombiana, directivos, docentes, equipo administrativo del Doctorado en Educación y Cultura Ambiental. Agradezco especialmente al Doctor Nelson Ernesto López Jiménez por su lucha incansable para entregarle a la región, al país y al mundo, investigadores en el campo de la educación y la cultura ambiental de la más alta calidad y excelencia académica.

Al Director de Tesis Doctor Alfredo Olaya Amaya por su conocimiento, dedicación y por brindar su mejor disposición para orientar el desarrollo del estudio. Le agradezco por confiar en mí y por su incondicional apoyo en mi formación como investigadora.

Al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) por el asesoramiento técnico-científico y el suministro de la información meteorológica para el desarrollo de la investigación.

Al grupo de investigación ECOSURC por brindarme su respaldo y el apoyo técnico a través de su equipo científico, entre ellos, el Ing. Helmer Alexis Guzmán López, por sus importantes conocimientos en la disciplina de meteorología, su valiosa asesoría y el tiempo dedicado a la investigación.

A la Universidad Veracruzana por aceptar mi pasantía académica y permitir el intercambio de conocimientos para complementar el proceso formativo. Agradezco de manera especial a la Doctora María de los Ángeles Chamorro Zárate, por su apoyo y guía en mi estancia académica. Extiendo mi gratitud hacia ella por su disponibilidad para compartir conmigo su experiencia y el conocimiento en la temática investigativa.

A la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá (ASOHECA) y la Confederación Cauchera Colombiana por el apoyo con la información técnica del *Hevea brasiliensis* y su disposición para respaldar la investigación.

A los productores caucheros del Caquetá, profesionales y funcionarios de la Universidad de la Amazonia, SINCHI, UNAD, AGROSAVIA y Secretaria de Agricultura del Caquetá, por acceder a las entrevistas y brindarme sus conocimientos para el análisis de los resultados obtenidos.

Al Ingeniero Ismael Dussán Guaca por su disposición para apoyar la investigación con sus conocimientos en *Hevea brasiliensis* y con la información suministrada para el desarrollo de la misma.

A Edward Pascuas Rengifo por brindarme su apoyo incondicional, su comprensión y la motivación para seguir adelante en este propósito.

A mis padres y familia por el apoyo en esta fase de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRAC	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	8
1.2.1 Objetivo General.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos.....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	9
2. MARCO REFERENCIAL	12
2.1. ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE	13
2.1.1 Zonas de Vida de Holdridge para Colombia	15
2.1.2 Zonas de vida de Holdridge para el departamento de Caquetá.....	16
2.2 CAMBIO CLIMÁTICO	17
2.2.1 Cambios observados en el sistema climático global	18
2.2.2 Escenarios de emisión de cambio climático.....	19
2.2.2.1 Escenarios de cambio climático para Colombia	20
2.2.3 Biodiversidad y cambio climático	21
2.2.4 Sector agrícola y cambio climático	25
2.3 EL HEVEA BRASILIENSIS	27
2.3.1 Descripción botánica y condiciones agroecológicas.....	27
2.3.2 Producción de <i>Hevea brasiliensis</i> en Colombia.....	29
2.3.3 Producción de <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá.....	30
2.4 LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA AMBIENTAL EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	31
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	39
3.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2. PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA	39
3.3. ENFOQUE METODOLÓGICO	39
3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	40

3.4.1 Área de estudio	40
3.4.2 Proceso Metodológico.....	43
3.4.3 Descripción de las fases metodológicas	45
3.4.3.1 Fase Preliminar (F ₁).....	45
3.4.3.2 Fase de identificación, selección y adquisición de registros y material cartográfico (F ₂).....	46
3.4.3.3 Fase de precipitación, temperatura y zonas de vida del departamento de Caquetá, periodo 1980-2010 (F ₃).....	53
3.4.3.4 Fase de precipitación, temperatura y zonas de vida del departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 (F ₄).....	53
3.4.3.5 Cuantificación de la extensión y distribución de las zonas de vida del Caquetá, para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 ..	54
3.5.3.6 Fase de determinación del uso actual del periodo 1980-2010 y del uso potencial del suelo de los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá (F ₆)	54
3.5.3.7 Fase de estrategias educativas de adaptación para el manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> (F ₇).....	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 1980-2010	58
4.1.1. Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010.....	58
4.1.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010	59
4.1.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 1980-2010	62
4.1.3.1. Caracterización de las zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 1980-2010	65
4.2. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 2011-2040	76
4.2.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2011-2040.....	76
4.2.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2011-2040	76
4.2.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 2011-2040	79
4.3. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO	

DE CAQUETÁ, PERIODO 2041-2070	83
4.3.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2041-2070.....	83
4.3.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2041-2070	83
4.3.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 2041-2070	86
4.4. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 2071-2100	88
4.4.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2071-2100.....	88
4.4.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2071-2100	89
4.4.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 2071-2100	92
4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE VIDA DEL CAQUETÁ, PARA LOS PERIODOS 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100	94
4.6 DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DEL PERIODO 1980-2010 Y DEL USO POTENCIAL DEL SUELO DE LOS PERIODOS 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 Y 2071-2100, PARA EL HEVEA BRASILIENSIS EN EL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ	96
4.6.1 Determinación del uso actual del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el periodo 1980-2010	96
4.6.2 Determinación del uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el periodo 1980-2010	98
4.6.3 Determinación del uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100	103
4.7 ESTRATEGIAS EDUCATIVAS DE ADAPTACIÓN PARA EL MANEJO DEL HEVEA BRASILIENSIS AL CAMBIO CLIMÁTICO	112
4.7.1 Análisis de las entrevistas realizadas a los productores caucheros.....	114
4.7.2 Análisis de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones	122
4.7.3 Plan educativo de mitigación y adaptación para el manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC)	131
5. CONCLUSIONES	141
6. BIBLIOGRAFÍA	146
ANEXOS	161

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1. Zonas de vida de Holdridge para Colombia	16
Tabla No. 2. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá para el año 1990.....	16
Tabla No. 3. Concentraciones mundiales y tendencias de los principales GEI	19
Tabla No. 4. Caminos de forzamiento radiativo de la concentración de GEI globales en el 2100	20
Tabla No. 5. Producción de caucho natural en Colombia.....	29
Tabla No. 6. Producción de caucho seco (TSR-20) en el Caquetá	30
Tabla No. 7. Categorías para la zonificación de aptitud del cultivo de caucho	98
Tabla No. 8. Escala para la clasificación de pérdida y/o ganancia de las áreas del <i>Hevea brasiliensis</i>	104

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1. Diagrama para la clasificación de zonas de vida de Holdridge.....	14
Figura No. 2. Mapa físico del departamento de Caquetá, Colombia.....	41
Figura No. 3. Discontinuidad en series meteorológicas, parte superior serie mensual de precipitación registrada en la estación La Mariposa [32010010] y en la parte inferior serie mensual de temperatura en la estación Araracuara [44135010].....	49
Figura No. 4. Distribución del bosque húmedo Tropical por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	66
Figura No. 5. Distribución del bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	68
Figura No. 6. Distribución del bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	69
Figura No. 7. Distribución del bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	70
Figura No. 8. Distribución del bosque seco Tropical (bs-T) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	71
Figura No. 9. Distribución del bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	72
Figura No. 10. Distribución del bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	73
Figura No. 11. Distribución del bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	74
Figura No. 12. Distribución del bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT) por municipios en el Caquetá, período1980-2010.....	75
Figura No. 13. Distribución de la superficie (Km ²) de las zonas de vida periodo 2011-2040 vs. 1980-2010.....	82

Figura No. 14. Distribución de la superficie (Km ²) de las zonas de vida periodo 2041-2070 vs. 1980-2010.....	88
Figura No. 15. Distribución de la superficie (Km ²) de las zonas de vida periodo 2071-2100 vs. 1980-2010.....	92
Figura No. 16. Uso potencial del suelo en áreas (ha) para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 vs. 1980-2010.....	104

INDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa No. 1. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas en el periodo 1980-2010	47
Mapa No. 2. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas en el periodo 2011-2100	52
Mapa No. 3. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010	60
Mapa No. 4. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá para el período 1980-2010	61
Mapa No. 5. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el periodo 1980-2010	63
Mapa No. 6. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2011-2040	77
Mapa No. 7. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2011-2040	78
Mapa No. 8. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el período 2011-2040	80
Mapa No. 9. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2041-2070	84
Mapa No. 10. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2041-2070	85
Mapa No. 11. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el período 2041-2070	87
Mapa No. 12. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2071-2100	90
Mapa No. 13. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2071-2100	91
Mapa No. 14. Zonas de vida Holdridge en el departamento de Caquetá para el período 2071-2100	93
Mapa No. 15. Uso actual del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento	

de Caquetá, periodo 1980-2010	97
Mapa No. 16. Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 1980-2010.....	101
Mapa No. 17. Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2040.....	105
Mapa No. 18. Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 2041-2070.....	106
Mapa No. 19. Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 2071-2100.....	107

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1. Fases, etapas y técnicas de la investigación	43
Cuadro No. 2. Estaciones climatológicas con datos de precipitación del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 1980-2010	48
Cuadro No. 3. Estaciones climatológicas con datos de temperatura del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 1980-2010	49
Cuadro No. 4. Estaciones climatológicas con datos de temperatura del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 2011-2100	50
Cuadro No. 5. Estaciones climatológicas con datos de precipitación del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 2011-2100	51
Cuadro No. 6. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá, 1980-2010	62
Cuadro No. 7. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá para el año 1990.....	64
Cuadro No. 8. Distribución de las zonas de vida de Holdridge en el Caquetá, según superficie Km ² y porcentaje	65
Cuadro No. 9. Distribución de la superficie en Km ² de las zonas de vida por municipios del Caquetá.....	75
Cuadro No. 10. Zonas de vida según su distribución en Km ² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2011-2040	79
Cuadro No. 11. Zonas de vida según su distribución en Km ² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2041-2070	86
Cuadro No. 12. Zonas de vida según su distribución en Km ² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2071-2100	94
Cuadro No. 13. Zonas de vida del Caquetá, según provincias de humedad, distribución en Km ² y porcentaje para los diferentes escenarios del siglo XXI	95
Cuadro No. 14. Distribución de UPPC en el departamento de Caquetá	96
Cuadro No. 15. Criterios de aptitud climática del <i>Hevea brasiliensis</i> para Colombia	100
Cuadro No. 16. Categorías de aptitud del uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 1980-2010	102
Cuadro No. 17. Áreas aptas por municipios en el departamento de Caquetá para el cultivo del <i>Hevea brasiliensis</i> , periodo 1980-2010	103

Cuadro No. 18. Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 vs. 1980-2010	108
Cuadro No. 19. Distribución del uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en (ha), por municipios del Caquetá en el periodo 2011-2100 vs. 1980-2010	111
Cuadro No. 20. Resultados de percepción de las entrevistas a los productores	120
Cuadro No. 21. Resultados de percepción de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones	128
Cuadro No. 22. Plan Educativo de Mitigación y Adaptación para el Manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> al Cambio Climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC)	133

Lista de Abreviaturas

AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
AR5	Quinto informe de evaluación
ASOHECA	Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá
CC	Cambio climático
CCC	Confederación Cauchera Colombiana
CH ₄	Metano
CMIP5	Proyecto de intercomparación de modelos acoplados, fase 5
CMNCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNCC	Comunicación nacional de cambio climático
CO ₂	Dióxido de carbono
CONIF	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
COP	Conferencia de las Partes
ENOS	Fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur
FR	Forzamiento radiativo
GEI	Gases de efecto invernadero
GtCO ₂	Gigatoneladas de dióxido de carbono
IAGEI	Índice Anual de Gases de Efecto Invernadero
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MCGs	Modelos climáticos globales
Mton CO ₂ eq	Megatoneladas de dióxido de carbono equivalentes
m s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
N ₂ O	Óxido nitroso
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PEMAHECC	Plan Educativo de Mitigación y Adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al Cambio Climático en el departamento de Caquetá
PNCC	Política nacional de cambio climático
PNACC	Plan nacional de adaptación al cambio climático
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
SAD	Secretaría de Agricultura del Caquetá
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
RCP	Caminos representativos de concentración
UDLA	Universidad de la Amazonia
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNGRD	Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
UPRA	Unidad de Planificación Rura Agropecuaria
VAG	Vigilancia de la atmósfera global
W/m ²	Vatios por metro cuadrado

RESUMEN

La mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y en especial el Dióxido de Carbono (CO₂) supone un gran reto para las naciones en su compromiso con la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducir los niveles de concentración de GEI en la atmósfera. Por lo tanto, es importante para el país seguir avanzando en la generación de información local más detallada y más precisa, que permitan determinar la vulnerabilidad y las amenazas que podrían tener los ecosistemas, la biodiversidad y las poblaciones humanas, con el propósito de generar análisis con menos incertidumbre y así plantear medidas de adaptación para minimizar el impacto sobre las dinámicas ecológicas, sociales y productivas.

Frente a este panorama, es probable que las asociaciones vegetales puedan experimentar cambios en cuanto a su extensión y distribución geográfica al ser influenciados por factores como la precipitación y la temperatura, siendo necesario conocer dichas variaciones y analizar el comportamiento que podrían sufrir las zonas bioclimáticas en el departamento del Caquetá ante los escenarios de emisión de cambio climático en el siglo XXI, teniendo en cuenta que en la región no existe información, ni estudios disponibles que permitan inferir las posibles áreas que podrían experimentar alteraciones, así como las posibles afectaciones en los sistemas ecológicos, socioeconómicos y el desarrollo de los cultivos para los próximos decenios, en especial, para el *Hevea brasiliensis*.

Por consiguiente, se planteó la necesidad de investigar ¿Cuáles serían las variaciones en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, Colombia, para el periodo 2011-2100 asociados al cambio climático; y cuáles podrían ser las estrategias educativas más apropiadas de adaptación a dichas variaciones para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*?

Para responder este interrogante, se analizaron las zonas de vida, la variación y la distribución geográfica de las mismas, para luego determinar las áreas productoras del *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, de acuerdo con sus usos actual y potencial del suelo, identificando así la manera en que la variación en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el periodo 2011-2100 incidirá sobre esta especie, como también establecer de qué manera los cambios en la precipitación y la temperatura impactarán sobre la aptitud de este cultivo, para así proponer el plan educativo de mitigación y adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* al cambio climático.

Esta investigación se ubica en el paradigma epistemológico de tipo pragmático con método mixto y la utilización de datos cuantitativos y cualitativos para el desarrollo de la metodología. Los métodos cuantitativos se utilizaron en la distribución espacial actual y la modelación futura de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, empleando el sistema de clasificación bioclimática de Holdridge (1967), con el fin de determinar las

posibles variaciones en la extensión y distribución geográfica de dichas zonas para el periodo 2011-2100, teniendo en cuenta los escenarios de emisión de cambio climático propuestos por el *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* en su quinto y último informe de reporte del 2013. Los datos cuantitativos también se utilizaron en la fase de elaboración de los mapas de usos actual y potencial del suelo del *Hevea brasiliensis* para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. El método cualitativo fue aplicado para analizar los resultados cuantitativos y proponer estrategias educativas de adaptación al cambio climático para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*, a partir de la identificación, formulación y concertación de medidas para su mitigación, el cual contó con la participación de actores sociales, institucionales, académicos e investigativos que hacen parte de la cadena productiva del caucho.

Para los escenarios 2011-2100 se espera reducciones del número de zonas de vida en el Caquetá, como también, incremento de las provincias de mayor humedad y de la temperatura, en consecuencia, se afectará la producción y el rendimiento del *Hevea brasiliensis*. Así mismo, las proyecciones de zonificación de aptitud para el cultivo del caucho muestran una tendencia de disminución de las áreas aptas en el departamento de Caquetá, por ende, los impactos del cambio climático limitarían el desarrollo del sector heveícola en todos los periodos futuros.

Palabras claves: Zonas de vida, cambio climático, *Hevea brasiliensis*, mitigación, adaptación.

ABSTRAC

The mitigation of Greenhouse Gases (GHG) and especially Carbon Dioxide (CO₂) is a great challenge for nations in their commitment to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce levels of GHG concentration in the atmosphere. Therefore, it is important for the country to continue advancing in the generation of more detailed and more precise local information, which allows to determine the vulnerability and threats that ecosystems, biodiversity and human populations could have, in order to generate analysis with less uncertainty and thus propose adaptation steps to minimize the impact on ecological, social and productive dynamics.

Against this background, it is probable that plant associations may undergo changes in their extent and geographical distribution when influenced by factors such as precipitation and temperature, being necessary to know these variations and analyze the behavior that bioclimatic areas could suffer in the Department of Caquetá facing the scenarios of emission of climate change in the 21st century, taking into account that in the region there is no available information, nor available studies that allow inferring the possible areas that could experience alterations, as well as the possible affectations in the ecological, socio-economic and crop development systems for the coming decades, especially for the *Hevea brasiliensis*.

Therefore, was raised the need to investigate: what would be the variations in the extension and geographical distribution of life zones in the department of Caquetá, Colombia, for the period 2011-2100 associated with climate change; and what could be the most appropriate educational strategies to adapt to these variations for the management of *Hevea brasiliensis* plantations?

To answer this question, the life zones, the variation and the geography distribution of the same were analyzed, to then determine the production areas of the *Hevea brasiliensis* in the department of Caquetá, according to their current and potential land uses, thus identifying, the way in which the variation in the extension and geographical distribution of the zones of life in the period 2011-2100 will affect this species, as well as establishing how changes in precipitation and temperature will impact on the aptitude of this crop, to propose the mitigation and adaptation education plan for the management of *Hevea brasiliensis* to climate change.

This research is located in the pragmatic epistemological paradigm with a mixed method and the use of quantitative and qualitative data for the development of the methodology. The quantitative methods were used in the current spatial distribution and the future modeling of the life zones in the Department of Caquetá, using the bioclimatic classification system of Holdridge (1967), in order to determine the possible variations in the extension and geographic distribution of these zones for the period 2011-2100, taking into account the climate change emission scenarios proposed by the

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in its fifth and final report report of 2013. The quantitative data were also used in the preparation phase of the maps of current and potential land uses of the *Hevea brasiliensis* for the periods 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2100. The qualitative method was applied to analyze the quantitative results and propose educational strategies of adaptation to climate change for the management of *Hevea brasiliensis* plantations, from the identification, formulation and coordination of mitigation stpes which included the participation of social, institutional, academic and investigative actors that are part of the rubber productive chain.

For the 2011-2100 scenarios, reductions in the number of life zones in Caquetá are expected, as well as an increase in the provinces of higher humidity and temperature; consequently, the production and yield of *Hevea brasiliensis* will be affected. Likewise, the zoning projections of aptitude for the cultivation of rubber show a decreasing trend of suitable areas in the Department of Caquetá, therefore, the impacts of climate change would limit the development of the rubber sector in all future periods. In view of the above, an action plan is proposed to address the impacts of the variation of life zones in the department, with which measures can be taken for the mitigation and adaptation of rubber to climate change.

Keywords: Life zones, climate change, *Hevea brasiliensis*, mitigation, adaptation.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se exponen los aspectos preliminares de la investigación, que integra la contextualización del problema abordado, los argumentos y la necesidad de la misma, como también, los objetivos propuestos, de modo que se comprenda las razones que motivaron a la autora, plantear el tema de estudio, como aporte en el campo del conocimiento de la educación y la cultura ambiental.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las variaciones observadas en el sistema climático mundial indican que existe un alto grado de certeza que, desde mediados del siglo XX, se ha presentado un aumento inusual en el calentamiento medio global del planeta, causado principalmente, por el incremento de las emisiones de GEI antropógeno.

El IPCC en su quinto informe de evaluación del 2013 estimó un aumento de la temperatura media de la superficie terrestre que podría estar entre 2,6 y 4,8 °C para finales del siglo XXI, y un ascenso en el nivel del mar en el intervalo de 45-82 centímetros. Es prácticamente seguro que la tropósfera se haya calentado globalmente desde mediados del siglo XX, donde las reconstrucciones de la temperatura en superficie a escala continental muestran; con un grado de confianza alto que el planeta ha experimentado aumentos de temperatura y cambios en las precipitaciones promedio desde 1950 y una mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (IPCC, 2013), siendo muy probable que la acción humana haya contribuido en las variaciones en dicho sistema, en cuyo caso están afectando sistemas biológicos y procesos productivos que son más sensibles al cambio climático (Lorente *et al.*, 2004), así como la distribución, el tamaño, la estructura y la abundancia de las poblaciones de algunas especies (Botero, 2015).

En consideración con lo anterior, el IDEAM *et al.* (2001), en su primera CNCC advirtió que el bosque húmedo Tropical (bh-T) sería una de las zonas de menor posibilidad de adaptación al cambio climático, afectando pequeños y aislados relictos de bosques, áreas de selva tropical cercanas a los piedemontes fuertemente fragmentadas por la erosión y la compactación del suelo, ubicados en los departamentos del Caquetá y Putumayo. De acuerdo con el IGAC (2014), en el Caquetá se distinguen cinco zonas de vida, entre ellas, el bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM), bosque húmedo Premontano (bh-PM) y bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB); sin embargo, en el departamento predomina el bh-T, localizado en la mayor parte de áreas de montaña, piedemonte y la llanura Amazónica.

En su segunda CNCC, el IDEAM *et al.* (2010) realizó el análisis de las características fisicobiológicas y socioeconómicas para determinar la vulnerabilidad del país ante los

efectos adversos del clima, encontrando diversos escenarios climáticos que podrían ocurrir sobre el territorio colombiano en los próximos decenios hasta finales del siglo XXI, siendo uno de éstos el incremento promedio de la temperatura (0,13 °C/década) para los departamentos de Córdoba, Valle, Sucre, Antioquia, La Guajira, Bolívar, Chocó, Santander, Norte de Santander, Cauca, San Andrés, Tolima y Caquetá; como también la ocurrencia de una alteración de sensación térmica que podría percibirse de caluroso a muy caluroso en gran parte de las regiones del Caribe, Orinoquia y Amazonia durante el periodo 2041 a 2070, en cuyo caso apuntan a una disminución sustancial (20 % o más) de la precipitación en la cuenca Amazónica.

En el 2015, el IDEAM presentó a Colombia su tercera CNCC que define los escenarios de emisión de cambio climático 2011-2100 como insumo para conocer el posible comportamiento del clima en el futuro, sobre todo, para las variables de precipitación y temperatura media, siguiendo las rutas metodológicas propuestas por el IPCC, el cual contempla cuatro escenarios de emisión que se caracterizan por un forzamiento radiativo total para el año 2100 que oscila entre 2.6 y 8.5 vatios por metro cuadrado W/m².

Los resultados de esta última comunicación evidencian una disminución de la precipitación entre el 10 y el 30 por ciento para el periodo 2071-2100 en los departamentos de San Andrés y Providencia, Bolívar, Magdalena, Sucre, Norte del Cesar, Caquetá (sur), Vaupés y Amazonas. Específicamente para el Caquetá, el IDEAM indicó que para finales del siglo XXI la temperatura en casi todo el departamento podría aumentar en 2,2 °C, excepto para el piedemonte que sería de 1,0 °C. En cuanto a la precipitación, esta entidad señaló que podrían presentarse aumentos aislados sobre el piedemonte amazónico hasta en un 20 % adicional al valor actual. Para finales de siglo se podrán presentar disminuciones promedio de hasta un 17 %, particularmente al suroriente sobre los municipios de Solano y hacia el occidente en los municipios de Florencia, Morelia, Albania y Valparaíso.

El IDEAM prevé que en el Caquetá serían afectados el sector ganadero por posible aumento de la temperatura y en algunos casos por disminución en la precipitación; el sector agrícola por posibles disminuciones de precipitación particularmente sobre el suroriente; la biodiversidad asociada a grandes planicies por aumentos de temperatura que impiden desplazamiento adaptativo y finalmente advierte la necesidad de generar programas de monitoreo para la detección de alertas en los municipios asentados cerca al piedemonte por posibles aumentos eventuales de precipitación que ponen en riesgo municipios asentados en territorios de alta pendiente.

Para Colombia como país megadiverso y en especial para el departamento del Caquetá como región Amazónica, estos resultados son muy preocupantes y deben ser analizados en prospectiva, dada su alta exposición a los fenómenos asociados al cambio climático, en lo que tiene que ver con sus zonas de vida y las posibles alteraciones en la fisiología de las plantas, en particular, para las especies que habitan en climas cálidos y tropicales, que podrían experimentar cambios en cuanto a su extensión y distribución geográfica, afectando el funcionamiento de los ecosistemas y, por lo tanto, los aportes a los servicios para el bienestar humano (Herzog *et al.*, 2010).

Lo anterior significa que es indispensable el desarrollo de investigaciones que permitan explorar y analizar las afectaciones o las modificaciones que presentarían las zonas bioclimáticas en el departamento para el siglo XXI, si se tiene en cuenta que de presentarse cambios en las condiciones del clima, sobre todo en las variables de precipitación y temperatura anual, es probable que se produzcan desplazamientos o transiciones de algunas zonas de vida, que puedan favorecer o afectar el ciclo productivo de muchos cultivos, como por ejemplo el de *Hevea brasiliensis* (caucho, hule, siringa), lo que representaría impactos significativos para la economía de la región.

El caucho es uno de los cultivos forestales de mayor importancia en el sector productivo del departamento de Caquetá que permite dinamizar la economía de más de 1200 productores rurales; por consiguiente, si se presentan cambios a futuro en el sistema climático podrían variar los patrones de precipitación y temperatura, es posible que se generen impactos en la producción del látex y por ende en los rendimientos del cultivo, siendo necesario que los actores que hacen parte de la cadena productiva en el departamento, como son los cultivadores, gremios, transformadores, comercializadores, instituciones gubernamentales, entidades académicas y de investigación, conozcan las posibles variaciones de las zonas de vida en el territorio del Caquetá, y cuáles de ellas serían las más apropiadas para el cultivo del caucho, con el cual se puedan tomar medidas de mitigación al cambio climático; e identificar las respectivas estrategias educativas de adaptación para el desarrollo y manejo de esta especie, teniendo en cuenta que no se conocen los cambios que tendrían dichas zonas ni existen planes educativos que orienten la toma de decisiones para un futuro con cambio climático.

Aunque en el país existen algunas investigaciones que han determinado la distribución geográfica actual y futura de las formaciones vegetales utilizando el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, los resultados han reflejado datos y simulaciones muy generalizados para todo el territorio colombiano, por lo tanto, en el departamento del Caquetá no existe información completa, ni estudios disponibles de las zonas de vida de Holdridge, que permitan determinar los posibles efectos del cambio climático sobre la distribución geográfica de las mismas y los impactos que puedan darse en los sistemas productivos agrícolas de la región.

Por tales razones, se consideró necesario realizar una investigación que genere respuestas satisfactorias a la siguiente pregunta general:

¿Cuáles serían las variaciones en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, Colombia, para el periodo 2011-2100 asociadas al cambio climático; y cuáles podrían ser las estrategias educativas más apropiadas de adaptación a dichas variaciones para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*?

Para facilitar el desarrollo de la investigación, se consideró necesario desglosar la anterior pregunta general en las siguientes preguntas específicas:

¿Cuáles son las zonas de vida del departamento del Caquetá para el período 1980-2010, con la información meteorológica disponible?

¿Cuáles serían las zonas de vida, la variación y la distribución geográfica de las mismas, en el departamento del Caquetá, según los escenarios de emisión de cambio climático para el periodo 2011-2100?

¿Cuáles son las áreas productoras de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá según los usos actual y potencial del suelo y de qué manera la variación en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el periodo 2011- 2100 incidiría en el cultivo de *Hevea brasiliensis*?

¿Cuáles podrían ser las estrategias educativas de adaptación para el manejo del cultivo de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá frente a un cambio de sus zonas de vida en el siglo XXI?

1.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

En concordancia con las anteriores preguntas de investigación, se consideró pertinente plantear los siguientes objetivos de investigación:

1.2.1 Objetivo General

Determinar las posibles modificaciones en la extensión y distribución geográfica de las zonas de vida en el departamento de Caquetá, Colombia, para el periodo 2011-2100, asociados al cambio climático y proponer estrategias educativas de adaptación a dichas variaciones para el manejo las plantaciones de *Hevea brasiliensis*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Conocer las zonas de vida para el departamento del Caquetá con datos de series históricas de temperatura y precipitación media anual para el periodo 1980-2010.
- 2) Establecer las zonas de vida, cuantificar y describir las variaciones en la extensión y distribución geográfica de las mismas en el departamento del Caquetá, para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, considerando los escenarios de emisión de cambio climático.
- 3) Determinar el uso actual y potencial del suelo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, para el periodo 1980-2010 y el uso potencial del suelo para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, considerando los escenarios de emisión de cambio climático.
- 4) Proponer estrategias educativas de adaptación para el manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá frente a un cambio de sus zonas de vida en el siglo XXI.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La investigación se enmarca en los lineamientos establecidos por el CONPES 3700 de 2011, el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, (2013); la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM *et al.*, 2015); el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), 2016; la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), 2017 y el plan curricular del programa Doctoral en Educación y Cultura Ambiental (DECA), en particular, en su eje temático: Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo y su línea estratégica de Gestión Ambiental que incluye la incorporación del estudio del cambio climático en los instrumentos de política pública.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) definió la PNCC, que entró a soportar al igual que los otros instrumentos, la planificación de la gestión del cambio climático, con el objetivo de preparar a Colombia hacia un país resiliente y con un desarrollo bajo en carbono. Para el cumplimiento de dicho objetivo, la PNCC presentó líneas estratégicas e instrumentales dirigidas hacia la concientización sobre el cambio climático, la generación de información y conocimiento para medir el riesgo climático en las regiones, la planificación del uso del territorio, la implementación de acciones adaptativas y el fortalecimiento de la capacidad de reacción frente al riesgo (MADS, 2017).

Desde esta perspectiva, con los resultados obtenidos en la presente investigación se proveerá información y conocimientos a las entidades públicas y privadas acerca del posible comportamiento del cambio climático en el departamento de Caquetá, como fuente de consulta para la construcción de los Planes de Desarrollo Departamental y Municipal, Planes de Gestión del Riesgo de Desastres Departamental y Municipales, Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Territorial de Adaptación Climática, Plan Departamental de Agua (PDA), Planes de Manejo y Ordenamiento de Cuencas (POMCAs), Planes de Manejo de Ecosistemas Estratégicos (PMEE), Acuerdo Sectorial de Competitividad de la Cadena de Caucho del Caquetá, entre otros.

En suma, con todo lo anterior, el estudio es de gran interés para los diferentes sectores gubernamentales, académicos y privados entre los que se resaltan: Gobernación del departamento de Caquetá, Alcaldías de los 16 municipios del mismo, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Corporación para el Desarrollo de La Amazonía (CORPOAMAZONIA) y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Así mismo, para Instituciones educativas de básica, media y superior, entre éstas, escuelas, colegios y universidades como La Surcolombiana y Amazonia, en especial, para sus Maestrías en Ciencias Biológicas, Ingeniería y Gestión Ambiental, y sus Doctorados en Educación y Cultura Ambiental, Agroindustria y Desarrollo Agrícola Sostenible y Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, como también para los Grupos de Investigación en Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC), Hidroingeniería y Desarrollo Agropecuario (GHIDA) y el Centro de Investigación en Ciencias y Recursos GeoAgroAmbientales (CENIGAA). De igual modo para los sectores privados como la Confederación

Cauchera Colombiana (CCC), el Centro de Investigación en Caucho Natural (CENICAUCHO), la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá (ASOHECA), comités municipales caucheros y comercializadores regionales.

Para los entes gubernamentales y las instituciones académicas, los resultados del análisis del comportamiento de las asociaciones vegetales frente al cambio climático en el departamento, permite establecer sus zonas de vida, su cuantificación en extensión y distribución geográfica; proporcionando una información de base para la actualización de los diferentes usos territoriales y de ocupación ordenada del suelo y aportará a la planificación de la zonificación ecológica y económica para la construcción y actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en el departamento del Caquetá.

Así mismo, la información sobre cambio climático que se deriva del presente estudio, genera una información local más detallada y precisa, que determina la vulnerabilidad y las amenazas que podrían tener las asociaciones vegetales y el sector agropecuario, es especial, el cultivo de *Hevea brasiliensis*, con el propósito de generar análisis con menos incertidumbre y así plantear medidas de adaptación para minimizar los impactos del cambio climático, de modo que se conviertan en acciones de planificación conjunta del territorio, y una prioridad para la construcción de políticas del desarrollo social, productivo, económico y ambiental en el departamento.

De igual modo, con la determinación de la distribución geográfica actual y futura de las zonas de vida asociadas al cambio climático, se producirá información científica para que en el departamento se creen incentivos y se prioricen planes, programas y proyectos dirigidos a la restauración, protección y conservación de áreas y ecosistemas que resulten vulnerables o amenazados por los cambios del clima, con el propósito de salvaguardar y detener la pérdida de la biodiversidad y la transformación de la base natural para el incremento de la conectividad ecosistémica del departamento.

La investigación proporciona insumos para la formulación del Plan Territorial de Adaptación Climática de dicho departamento, como política regional de cambio climático, como instrumento para apoyar las instituciones gubernamentales que son los tomadores de decisiones y responsables de la planificación para la reducción de los riesgos asociados a las variaciones del clima, con el fin de que se pueda aumentar la capacidad adaptativa de los ecosistemas, del sector agropecuario y de los sistemas humanos presentes en el territorio.

En lo educativo, la propuesta fortalece conocimientos sobre el cambio climático en estudiantes de básica primaria y secundaria, técnicos, tecnólogos, universitarios y comunidad en general, para que a través de procesos de difusión y divulgación se forme un talento humano que se apropie de la problemática ambiental en el departamento y aporten en la identificación de estrategias de gestión del cambio climático. Para el logro de estas proyecciones se espera que en el corto plazo se aprueben actos administrativos que generen la inserción de la temática del cambio climático en planes educativos de enseñanza formal, informal y no formal,

especialmente, en los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), Planes de Estudio Universitarios (PEU), formación técnica y tecnológica del SENA, Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA), entre otros, que conlleven a la sensibilización de la problemática y a la transformación de una cultura ambiental.

De la misma manera, la investigación facilitará la identificación, formulación y concertación de estrategias educativas para una mejor adaptación y manejo del *Hevea brasiliensis* al cambio climático, esperando que los resultados sean del interés para las entidades gubernamentales, académicas y gremios productivos, responsables de la planificación del territorio y la construcción de políticas agropecuarias, programas investigativos, transferencia de tecnología y fomento del cultivo en el departamento.

De otro lado, la presente propuesta contribuirá a la formación de talento humano al nivel doctoral, que incluye la producción de información sobre escenarios climatológicos futuros para el departamento del Caquetá y su incidencia en los sistemas naturales y humanos, con capacidad para generar conocimiento científico dirigido hacia la gestión del cambio climático.

Finalmente, este estudio pretende que sea de utilidad para la sociedad en general, y a quienes, de forma particular, se preocupan por las problemáticas asociadas al cambio climático, esperando que con los resultados obtenidos se pueda aumentar la sensibilidad pública hacia la conservación de los recursos naturales y el interés de la ciudadanía en la participación de las decisiones ambientales para la promoción de cambios culturales en el territorio.

2. MARCO REFERENCIAL

El cambio climático y sus posibles escenarios futuros han despertado el interés de varios estudios en distintas partes del mundo, que buscan evaluar el comportamiento de la biodiversidad frente a las proyecciones de la variabilidad climática, como por ejemplo, los realizados por Murphy y Lugo (1986), Shuggart (1998), Smith (1992), Lugo *et al.* (1999), Alpizar *et al.* (1999), Parmesan *et al.* (2000), Hughes, 2000, Hansen *et al.* (2003), Alvarado *et al.* (2002), Walther *et al.* (2002), CAF Enquist (2002), Lorente *et al.* (2004), Møller & Lehtikoinen (2008); Jiménez (2009), Yáñez (2009), Locatelli & Imbach (2010), Herzong (2010), Aguirre *et al.* (2010), Buytaert *et al.* (2011), Yáñez *et al.* (2011), Zamora (2011), Feeley (2012), Bellard *et al.* (2012), Imbach *et al.* (2013), Blois *et al.* (2013) y Users (2013), entre otros.

En los últimos años la ciencia ha diseñado herramientas informáticas basadas en relaciones empíricas y métodos estadísticos que correlacionan variables bioclimáticas y sistemas naturales (Hansen *et al.*, 2001; Bellard *et al.*, 2012) con el propósito de predecir los cambios o anticipar las posibles respuestas de los ecosistemas y de la producción agrícola a los cambios climáticos, utilizando modelos de distribución geográfica a distintas escalas temporales (Yáñez *et al.*, 2011).

Las herramientas más utilizadas incluyen los modelos de clima global, regional, modelos de equilibrio dinámico de la vegetación, modelos bioclimáticos para especies y análisis de sensibilidad en sitios específicos, que describen cómo se modificaría el clima del planeta como consecuencia de una alteración de la composición atmosférica generada por las actividades humanas (Yáñez, *et al.*, 2011; Rocha, 2012). Estudios locales realizados en el continente americano han evaluado los efectos del cambio climático en la distribución de la vegetación, siendo los publicados por Chévez y Mendoza (2000), (Hughes, 2000), Mendoza *et al.* (2001), Gutiérrez (2002), Enquist (2002), Jiménez (2009), Alvarado *et al.* (2002), Yáñez (2009), Jiménez *et al.* (2011), Yáñez, *et al.*, (2011), Pabón (2012), Feeley, 2012, Bellard *et al.* (2012), Alarcón y Pabón (2013), Durán *et al.* (2014), Ángel (2015), Serrano y Calderón (2016).

Aunque los MCGs basado en escenarios de emisiones son los instrumentos más recientes para evaluar el posible comportamiento del clima en el futuro, también existen una variedad de modelos fitogeográficos y bioclimáticos que se vienen aplicando para evaluar los efectos del cambio climático en relación con la distribución espacial de la vegetación (Shuggart, 1998; Bellard *et al.*, 2012). La zonificación bioclimática de Holdridge es precisamente uno de estos modelos, que explica las correlaciones e interacciones clima-vegetación natural, que fueron analizadas y estudiadas en forma científica con ayuda de datos obtenidos de diversas estaciones climáticas en el mundo (IGAC, 1977).

2.1. ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

Algunos conjuntos de asociaciones pueden agruparse en zonas de vida o formaciones vegetales, que están delimitadas por rangos climáticos definidos, por tanto, las zonas de vida constituyen solamente la primera categoría de las divisiones ambientales y corresponde a la agrupación superior más práctica de las asociaciones (Holdridge, 1982).

Al respecto, Holdridge (1982) señala:

Existe la posibilidad de utilizar varios factores ambientales en un sistema que permita agrupar en categorías las unidades naturales o asociaciones, sin embargo, el amplio espectro de asociaciones se produce por la intervención de un gran número de factores, en una variedad de combinaciones diversas (Holdridge, 1982, p. 3). Para desarrollar un sistema de primer orden que cubra el globo total, deben emplearse sólo aquellos factores que tengan aplicación global (...). De los factores climáticos, solamente el calor, la precipitación y la humedad, son adecuados para una categorización global (p. 3).

Así, el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge establece la relación de los ecosistemas con los tres factores climáticos principales, como la biotemperatura media anual, la precipitación total anual y la relación de la evapotranspiración potencial (Ver Figura No. 1).

Holdridge (1982) establece:

El diagrama de las zonas de vida representa un conjunto tridimensional de zonas de vida en regiones latitudinales y fajas altitudinales. Desde la dimensión horizontal, muestras las posiciones basales a nivel mar, desde el ecuador hasta el polo norte y sur. En la dimensión vertical establece las posiciones relativas y las dimensiones en altura de las diversas zonas de vida altitudinales, superpuestas sobre las zonas de vida basales de cada región altitudinal. Así, las representaciones de las zonas de vida pueden definirse como un conjunto de barras de seis lados o hexágono, que se extiende desde el ecuador hacia el polo norte o hacia el sur (...), con idénticos ámbitos de biotemperatura, precipitación y humedad (p. 13).

Así mismo, Holdridge (1982) define la biotemperatura como el “promedio anual de las temperaturas en grados centígrados, dentro de las cuales ocurre el crecimiento vegetativo, que comprende los 0 °C como mínimo y 30 °C como máximo” (p. 16).

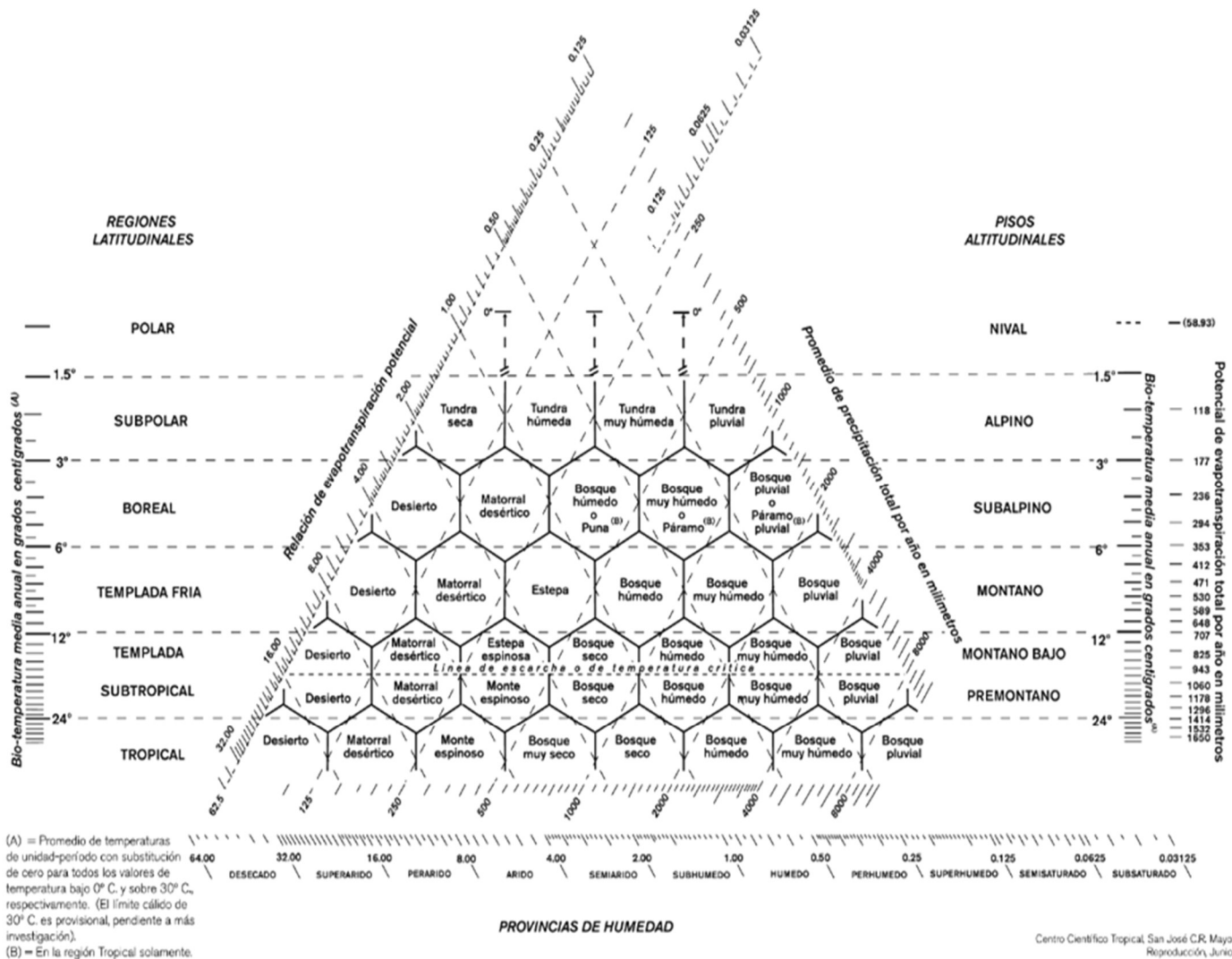
La precipitación es otro factor climático utilizado en las zonas de vida, el cual corresponde “al valor total anual promedio de agua, en milímetros, donde los valores de las líneas guía de precipitación aumentan de manera logarítmica a lo largo del diagrama, de acuerdo con los distintos pisos altitudinales” (Holdridge, 1982, p. 24).

La humedad es el otro factor climático que determina los límites de las zonas de vida,

donde la humedad del ambiente está determinada por la relación entre la temperatura y la precipitación, sin embargo, teniendo en cuenta que las estaciones meteorológicas no calculan directamente este variable, Holdridge (1982) establece que “la medida que funciona adecuadamente en el diagrama corresponde a la relación de evapotranspiración potencial” (p. 25).

Holdridge (1962) define la evapotranspiración potencial como “la cantidad de agua que sería evaporada desde el suelo y transpirada por la cubierta vegetal bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo, cercano a su capacidad de campo y transpirada por la cubierta vegetal natural en su estado de clímax” (citado en IGAC, 1977, p. 18).

Figura No. 1. Diagrama para la clasificación de zonas de vida de Holdridge



Fuente: Holdridge, 1967

La determinación de una zona de vida a partir de datos climáticos consiste en establecer solamente la biotemperatura promedio anual, la precipitación total anual y la elevación sobre el nivel del mar, de tal forma, que el punto donde se cortan las líneas de

precipitación y de biotemperatura, demarca el hexágono o el punto que define la zona de vida (Holdridge, 1982, p. 26).

En diagrama original del sistema de clasificación de Holdridge comprende 123 zonas de vida en todo el mundo (Holdridge, 1982, p. 9), representadas en siete regiones latitudinales que van desde tropical hasta polar y siete pisos altitudinales que cambian del basal al nival.

De acuerdo con el CATIE (1973), “El sistema Holdridge es una herramienta valiosísima, entre otras cosas, para el ordenamiento territorial, el planeamiento del uso de la tierra, la delimitación de áreas protegidas, y otros campos” (citado en Alvarado *et al.* s.f., p. 17).

Por su parte, Derguy *et al.* (2016) menciona que a partir del procesamiento geoespacial que ofrecen los SIG y las bases de datos climáticos de fácil acceso, proveen una oportunidad valiosa para generar zonificaciones más detalladas, utilizando la clasificación de Holdridge. De ahí que el modelo haya resurgido y sea revalorizado para representar una predicción de escenarios biogeográficos por los cambios en el clima, siendo de gran utilidad para el campo investigativo, con el cual se puede modelar unidades ecosistémicas frente a diversos factores de presión como lo es el cambio climático.

2.1.1 Zonas de Vida de Holdridge para Colombia

El estudio realizado por el IGAC (1977) identificó 24 zonas de vida en el territorio colombiano, siguiendo el sistema de clasificación de Holdridge y representadas en dos regiones latitudinales (Tropical y Subtropical) y siete pisos altitudinales.

Según el IGAC (1977), la mayoría de las zonas de vida de Colombia están ubicadas en la región latitudinal Tropical y una parte en la región latitudinal Subtropical, ubicada al Norte del país, en áreas muy secas de latitudes sobre los 11°, principalmente, en el departamento de la Guajira. Así mismo, dicho estudio establece que las unidades bioclimáticas húmedas, muy húmedas y pluviales, ocupan la mayor extensión del territorio nacional.

Por su parte, el estudio de Gutiérrez (2002) “Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales de Colombia, ante un posible cambio climático utilizando SIG”, identificó 28 zonas de vida y 18 transiciones, según la clasificación de Holdridge y a partir de la línea de base climática de 1961-1990.

De acuerdo con Gutiérrez (2001), el bosque húmedo Tropical (bh-T) es la zona de vida que ocupa la mayor extensión del territorio colombiano con el 56,98 %, seguido del bosque seco Tropical (bs-T) y el bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) con el 11,33 % y 11,23 %, respectivamente. Estas tres zonas de vida representan el 79,54 % del territorio nacional (Ver Tabla No. 1).

Tabla No. 1. Zonas de vida de Holdridge para Colombia.

No	Zona de Vida	Símbolo	Porcentaje
1	bosque húmedo Tropical	bh-T	56,98
2	bosque seco Tropical	bs-T	11,33
3	bosque muy húmedo Tropical	bmh-T	11,23
4	bosque muy húmedo Premontano	bmh-PM	4,37
5	bosque húmedo Premontano	bh-PM	3,06
6	bosque muy húmedo Montano Bajo	bmh_MB	2,87
7	bosque húmedo Montano Bajo	bh-MB	2,63
8	bosque muy húmedo Montano	bmh-M	1,84
9	bosque muy seco Tropical	bms-T	1,16
10	bosque pluvial Premontano	bp-PM	0,94
11	bosque pluvial Montano	bp-M	0,74
12	bosque seco Premontano	bs-PM	0,66
13	monte espinoso Subtropical	me-ST	0,59
14	bosque pluvial Tropical	bp-T	0,47
15	bosque húmedo Montano	bh-M	0,37
16	páramo pluvial Subalpino	pp-SA	0,27
17	bosque pluvial Montano Bajo	bp-MB	0,32
18	matorral desértico Subtropical	md-ST	0,19
19	bosque seco Premontano	bs-PM	0,14
20	Nieve	N	0,04
21	tundra pluvial Alpina	tp-A	0,04
22	páramo Subalpino	p-SA	0,01
23	matorral espinoso Premontano	me-PM	0,002
24	matorral desértico Montano	md-M	0,002
25	estepa espinosa Montano Bajo	ee-MB	0,001
26	desierto Tropical	d-T	0,00001
27	desierto Premontano	d-PM	0,000009
28	matorral desértico Premontano	md-PM	0,000005

Fuente: Gutiérrez, 2002.

2.1.2 Zonas de vida de Holdridge para el departamento de Caquetá

El estudio de zona de vida de Colombia realizado por Espinal (1990) identificó siete unidades bioclimáticas en el Caquetá, siendo la zona bh-T la de mayor ocupación departamental (Ver Tabla No. 2).

Tabla No. 2. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá para el año 1990.

Símbolo	Zona de Vida	Área (ha)	% Departamental
bmh-PM	bosque muy húmedo Premontano	5.797.136	64,3%
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	2.714.733	30,1%
bp-PM	bosque pluvial Premontano	323.269	3,59%
bp-MB	bosque pluvial Montano Bajo	112.858	1,25%
bmh-MB	bosque muy húmedo Montano Bajo	45.819	0,51%
bp-M	bosque pluvial Montano	14.993	0,17%
bh-PM	bosque húmedo Premontano	1.481	0,02%
	Total (ha)	9.010.289	100%

Fuente: Con base en cálculos sobre el mapa de zonas de vida de Espinal, 1990.

Por su parte, el IGAC (2014) estable cinco zonas de vida de Holdridge para el departamento: bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT), bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) y bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT). El bh-T cubre la mayor parte del área departamental.

Dado que las zonas de vida son determinadas por los principales parámetros climáticos (precipitación, biotemperatura y relación de evapotranspiración potencial), son susceptibles de ser modificadas por el cambio climático en una región determinada.

2.2 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático (CC) es un proceso que ha venido sucediendo hace millones de años, como lo evidencia la ciencia con las diversas fluctuaciones climáticas que ha tenido el planeta desde hace más de 4.500 millones de años. Estas variaciones han producido periodos de cálido a frío y viceversa, sin embargo, en las últimas décadas la variación global del clima se ha venido acelerando por circunstancias de origen antrópico, afectando regiones, ecosistemas y especies a escala global y regional. El IPCC afirma que el origen del CC está en la actividad humana, con una certeza científica del 97 %. Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO₂, metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, siendo muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan muchos milenios (IPCC, 2007).

Para el siglo XXI la comunidad científica ha reconocido que la actividad humana ha sido la causa generadora del CC y lo seguirá generando con el uso indiscriminado de combustibles fósiles, en particular, por el petróleo, carbón y gas natural, que emiten grandes toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Desde que se conoce la aparición de la vida en la Tierra, muchos científicos han atribuido teorías relacionadas con los cambios climáticos, sin embargo, desde hace dos siglos atrás, se tiene información de las emisiones de vapor de agua, CO₂ y otros gases presentes en la atmósfera y en superficie terrestre, que han contribuido a elevar la temperatura promedio del planeta, generalmente asociados a procesos de industrialización y actividades antrópicas.

Aunque la formación de la Tierra haya estado precedida por cambios naturales, para la ciencia y el mundo es preocupante el aumento en las concentraciones de GEI en los últimos tiempos. Es por ello que en 1992 la CMNUCC definió el CC como un cambio de clima atribuido directo 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. Para la CMNUCC existen diferencias entre 'cambio climático' y "variabilidad climática". El primero lo relaciona a consecuencias generadas por la acción antropogénica que alteran la composición atmosférica y determinan el funcionamiento global de todo el sistema del planeta y el segundo se atribuye más a causas naturales.

En el 2007 la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) describe CC como una parte normal de la variabilidad natural de la tierra, la cual está relacionada con las interacciones entre la atmósfera, el océano, la tierra, como también los cambios en el total de la radiación solar que alcanza el planeta.

Para el IPCC (2007) el CC es la variación estadística en el estado global del clima que persiste durante un periodo prolongado, generalmente asociado a decenios o incluso más.

El IPCC ha indicado que las principales causas del incremento de las emisiones de CO₂ en la atmósfera son la combustión de hidrocarburos fósiles, la deforestación y los cambios en el uso del suelo, los cuales han contribuido a un crecimiento de tipo exponencial de este gas desde comienzos del periodo industrial. Parte del CO₂ emitido está siendo captado por los océanos, la biosfera y los suelos, sin embargo, cerca de la mitad se está acumulando en la atmósfera reteniendo el calor emitido por la superficie terrestre lo que eleva la temperatura y produce el calentamiento global.

Por su parte, el IDEAM en su publicación técnica sobre el cambio climático y los GEI realizada en el 2008, define el CC como la alteración de las condiciones climáticas predominantes en una zona determinada, considerando que los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la Tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores importantes que inciden en el CC; sin embargo, procesos internos del sistema climático también conducen a cambios de suficiente magnitud y variabilidad a través de interacciones entre sus elementos.

2.2.1 Cambios observados en el sistema climático global

El sistema climático global ha cambiado, así lo reveló la comunidad científica internacional en los informes de evaluación sobre el CC del IPCC, basándose en mediciones directas y satelitales, como en registros históricos, y desde 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de GEI han aumentado (IPCC, 2013).

La tierra absorbe radiación solar de onda corta principalmente en la superficie y la redistribuye por circulaciones atmosféricas y oceánicas para intentar compensar los contrastes térmicos, principalmente del ecuador a los polos. La energía recibida es re-emitida al espacio (radiación de onda larga) para mantener en el largo plazo un balance entre energía recibida y re-emitida.

Cualquier proceso que altere tal balance, bien sea por cambios en la radiación recibida o re-emitida se reflejará como cambios en el clima. Este proceso es conocido como forzamiento radiativo (FR). Cuando el forzamiento es positivo la superficie del planeta

se calienta y cuando es negativa se enfría (IPCC, 2013).

Los aumentos en la concentración de GEI reducen la eficiencia con la cual la Tierra re-emite la energía recibida al espacio. Parte de la radiación saliente de onda larga emitida por la Tierra al espacio es re-emitada a la superficie por la presencia de estos gases. De esta manera la temperatura de la superficie se eleva para emitir más energía y aunque parte de ella queda atrapada, una parte elevada sale al espacio para alcanzar el balance radiativo que mantiene relativamente estable el clima. Si las concentraciones de los GEI continúan en aumento, la temperatura de la superficie del planeta mantendrá una tendencia positiva. Aunque las emisiones de estos gases se estabilicen, es muy probable que los efectos del calentamiento perduren por mucho tiempo, ya que los gases de este tipo tienden a permanecer por años en la atmósfera (Martínez y Fernández, 2004).

De acuerdo con el boletín de GEI publicado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en el 2018, se confirmó que el FR del planeta es positivo con un $3,06 \text{ W/m}^2$, esto significa que la energía recibida es mayor que la emitida al espacio. La principal contribución a este forzamiento proviene del aumento en la concentración de CO_2 en la atmósfera que se viene produciendo desde 1750. Así mismo, los promedios mundiales de las fracciones molares del CO_2 , el CH_4 y el N_2O registraron nuevos aumentos en el 2017, con valores de 405,5 ppm, 1859 ppb y 329,9 ppb respectivamente, lo que representa incrementos del 146%, 257% y 122% con referencia a los niveles reportados antes de 1750 (Ver Tabla No. 3).

Este cambio de la composición de la atmósfera provoca un aumento de la temperatura media mundial, lo que a su vez ejerce una influencia significativa sobre el ciclo hidrológico y redundando en otros cambios de las condiciones climáticas y meteorológicas.

Tabla No. 3. Concentraciones mundiales y tendencias de los principales GEI.

Gases de Efecto e Invernadero	Concentración mundial 2016	Concentración en 2017 respecto del año 1750	Aumento absoluto de 2016 a 2017	Promedio de aumento absoluto anual en los últimos 10 años
Dióxido de carbono	405,5±0,1 ppm	146%	2,2 ppm	2,24 ppm/año
Metano	1859±2 ppb	257%	7 ppb	6,9 ppb/año
Óxido nitroso	329,9±0,1 ppb	122%	0,9 ppb	0,93 ppb/año

Fuente: Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2018.

2.2.2 Escenarios de emisión de cambio climático

El quinto informe de evaluación de cambio climático publicado por el IPCC en el 2013, entregó al mundo el análisis de datos y las evidencias científicas de los escenarios de emisión de cambio climático, elaborado a partir del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados, Fase 5 (CMIP5 por sus siglas en inglés), utilizando Modelos

Climáticos Globales (MCGs) para la evaluación de las proyecciones de cambio climático en el mundo.

Los modelos climáticos y la información obtenida por observación, proporcionan una base cuantitativa para la estimación de las probabilidades de muchos aspectos del cambio climático futuro que abarcan una amplia variedad de posibles tendencias que incluyen emisiones idealizadas o concentraciones supuestas de GEI (IPCC, 2007).

A partir del proyecto CMIP5, la evaluación de los escenarios climáticos se basa en cuatro escenarios de FR para el año 2100 denominados “Caminos Representativos de Concentración” (RCPs, por sus siglas en inglés). Éstos se caracterizan por su FR total para el año 2100 que oscila entre 2,6 y 8,5 vatios por metro cuadrado (W/m^2). El término “camino” se refiere a los niveles de concentración que ha tomado esa trayectoria para llegar a ese resultado en el largo plazo. La palabra “representativo” significa que cada RCP proporciona sólo uno de los muchos posibles escenarios que pueden conducir a las características de ese FR (IDEAM *et al.* 2015).

Cada RCP responde a un FR específico (Tabla No. 4) que no están asociados a escenarios socioeconómicos o de emisión únicos, sino que pueden resultar de la combinación de diferentes futuros económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales (Loaiza, 2016). Así, al hablar de escenarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 u 8.5, no se están indicando aumentos de temperatura en grados centígrados, sino que indica la cantidad de energía que retiene el planeta, producto del FR 2.6, 4.5, 6.0 u 8.5 W/m^2 (IDEAM *et al.* 2015).

Tabla No. 4. Caminos de forzamiento radiativo de la concentración de GEI globales en el 2100.

Escenario	Forzamiento Radiativo (W/m^2)	CO _{2eq} atmosférico (ppm)	Anomalía de temperatura	Trayectoria
RCP8.5	8.5	>1370	4.9	2100, en aumento
RCP6.0	6.0	850	3	Estabilización después de 2100
RCP4.5	4.5	650	2.4	Estabilización después de 2100
RCP2.6	2.6	490	1.5	Picos antes 2100 y después declina

Fuente: IDEAM *et al.* (2015).

2.2.2.1 Escenarios de cambio climático para Colombia

Los nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100 fueron elaborados tomando como referencia las variables de precipitación y temperatura media, mínima y máxima en el marco de la tercera CNCC publicada por el IDEAM en el 2015, atendiendo las metodologías propuestas por el IPCC en su quinto informe de evaluación (AR5).

Los resultados señalan que la temperatura media anual para Colombia podría incrementarse gradualmente en 2,14 °C para finales del siglo XXI. Así mismo, dicho

estudio estimó que se presentaron niveles superiores de temperatura media del orden de 0,13 °C por década, estimando un aumento de la temperatura promedio nacional de 1,4 °C para el periodo 2011-2040, 2,4 °C para el 2041-2070 y 3,2 °C para el 2071-2100.

Respecto al comportamiento de la precipitación para finales del siglo XXI, el estudio del IDEAM *et al.* (2015) establece que la precipitación media disminuirá entre el 10 y 30 % en cerca del 27 % del territorio nacional, como también, se espera que aumente entre el 10 y 30 % en el 14% de la superficie del país.

2.2.3 Biodiversidad y cambio climático

El clima es un factor determinante en la biodiversidad. La temperatura y la precipitación han influenciado en la historia del planeta ocasionando la evolución de nuevas especies y la extinción de otras (Hughes, 2000; Yáñez, 2009, Alvarado *et al.*, 2002, Yáñez *et al.*, 2011). Muchas especies y ecosistemas han logrado adaptarse a las condiciones del medio, al reproducirse y crecer con éxito cuando se tolera un rango específico de temperaturas y humedad, modificando su comportamiento o fenología, no obstante, de presentarse variaciones climáticas obligaría a muchas de éstas a competir, desplazarse geográficamente, adaptarse o simplemente desaparecer (IPCC, 2002; Walter *et al.*, 2002).

Investigaciones mundiales han registrado la influencia del cambio climático en el funcionamiento de los ecosistemas y los impactos sobre la biodiversidad, siendo posible que funciones como la polinización, la regulación del clima, el reciclaje de nutrientes y el control de plagas y enfermedades estén en riesgo debido al cambio climático. Estos cambios desequilibrados en los límites del rango térmico, pueden indicar que muchas especies están experimentando muerte regresiva debido a su intolerancia al aumento de las temperaturas, junto con la incapacidad de expandirse a hábitats climáticamente adecuados, lo que provocaría modificaciones en el comportamiento o fenología del calendario de las actividades estaciones (Walter *et al.*, 2002; Møller & Lehikoinen, 2008; Feeley, 2012; Bellard *et al.*, 2012). Los cambios térmicos están provocando modificaciones en el rango de la distribución geográfica de las formaciones vegetales, lo que a su vez afecta la composición de las comunidades ecológicas y, por lo tanto, los aportes clave de servicios para el bienestar humano (Herzong, 2010; Yáñez *et al.*, 2011).

Esto significa que los sistemas naturales son altamente vulnerables al cambio climático; por lo tanto, la acelerada transformación y la pérdida de hábitats provocan dinámicas negativas que afectan a todos los niveles de biodiversidad, desde el organismo hasta los niveles del bioma (Alvarado *et al.*, 2002; Yáñez *et al.*, 2011; Bellard *et al.*, 2012). En los niveles más básicos de biodiversidad, el cambio climático puede disminuir la diversidad genética de las poblaciones debido a la selección direccional y la migración rápida, que a su vez podrían afectar el funcionamiento y la resiliencia del ecosistema (Botkin *et al.*, 2007 citado en Bellard *et al.*, 2012); sin embargo, la mayoría de los estudios se centran en los impactos a niveles organizacionales más altos, y los efectos genéticos del cambio climático se han explorado solo para un número muy pequeño de especies.

Yáñez (2009) señala que cada especie vegetal se desarrolla en ámbitos geográficos determinados (latitudinal y altitudinalmente) y tiende a reubicarlas cuando algún cambio las afecta. Esto significa que es muy probable que algunas especies ya no se adapten al conjunto de condiciones ambientales en una región determinada, y en consecuencia, queden por fuera de su nicho climático, o por otra parte, pueden experimentar alteraciones fisiológicas que permiten la tolerancia a condiciones más cálidas o más secas, mediante modificaciones conductuales de su dieta, actividad y presupuesto energético (Bellard *et al.*, 2012).

Respuestas individuales de las especies frente al cambio climático puede producir una reorganización entre el mismo orden taxonómico, o de éstas con otra cadena trófica, siendo posible que los cambios en la variación climática o eventos extremos puedan modificar la estructura y composición de las comunidades biológicas (Parmesan *et al.*, 2000 citado en Lorente *et al.*, 2004) interrumpiendo ecosistemas y las interacciones tróficas entre estos, que pueden cambiar la abundancia relativa y los rangos geográficos de las especies, causando extinciones y creando comunidades nuevas que emergen como respuesta al cambio climático (Hughes, 2000; Buytaert *et al.*, 2011; Feeley, 2012; Bellard *et al.*, 2012; Blois *et al.*, 2013).

Para el IPCC (2014), el riesgo de extinción de las especies terrestres y dulceacuícolas aumentará en todos los escenarios RCP, previendo que para el siglo XXI, las magnitudes y tasas del cambio climático asociadas a escenarios de emisiones entre medias y altas (RCP 4,5, RCP 6,0 y RCP 8,5) supondrán un alto riesgo de cambio abrupto e irreversible a escala regional en la composición, estructura y función de los ecosistemas terrestres y acuáticos, incluidos los humedales.

Un incremento de apenas 1 °C puede causar cambios significativos en la composición y distribución de ciertas poblaciones vegetales que se consideran como sistemas únicos y que ya están en situación de riesgo (Lorente *et al.*, 2004; IPCC, 2014). Se prevé que la distribución de la vegetación se desplace a mayor altitud a un ritmo de 8 a 10 m por década (Grabherr *et al.*, 1994 citado en Lorente *et al.*, 2004).

Esto refleja las consecuencias del CC sobre los sistemas biológicos no sólo afectan a las variables asociadas a la configuración de los ecosistemas (Yáñez *et al.*, 2011), sino que pueden experimentar una reorientación en sus funciones como la productividad, la dinámica poblacional, la abundancia, la distribución de especies, entre otros (Hughes, 2000; Feeley, 2012).

Ante el inevitable CC y sus efectos sobre los sistemas biológicos y sociales, es fundamental la adopción de medidas que contrarresten las perturbaciones en las especies y los organismos vivos, siendo la adaptación una alternativa para minimizar estos impactos. Aunque muchas especies lograrán adaptarse, se estima que el CC reduzca la biodiversidad de muchos ecosistemas, sobre todo para ciertas especies que habitan en lugares con temperaturas máximas a los límites de tolerancia, con el riesgo de que se extingan (Hughes, 2000; Alvarado *et al.*, 2002) si el clima se calienta por encima de dichos límites y, en consecuencia, muchos hábitats ya fragmentados

desaparecerán, sino logran persistir, adaptarse o migrar (IPCC, 2002; Feeley, 2012). Una primera medida de adaptación al cambio climático futuro será la reducción a la vulnerabilidad y la exposición a la variabilidad climática actual (IPCC, 2014).

Desde esta perspectiva, las actividades para la adaptación deben considerarse en conjunto con las estrategias de mitigación, por consiguiente, las medidas de adaptación pueden impactar de manera adversa o beneficiosa sobre los ecosistemas y la biodiversidad en el corto o largo plazo. Así, por ejemplo, algunas actividades de adaptación pueden producir pérdida local de la biodiversidad de manera directa a través de la destrucción de hábitats o de manera indirecta con la introducción de nuevas especies que pueden tener como resultado malas adaptaciones a cambios climáticos futuros (IPCC, 2002).

A continuación, se presentan algunas investigaciones realizadas en países centro y sudamericanos que han trabajado los efectos del cambio climático sobre el modelo de clasificación de zonas de vida de Holdridge determinando estimaciones del impacto del cambio climático en diferentes periodos del siglo XXI, de acuerdo con los escenarios propuestos por el IPCC.

Alpizar *et al.* (1999) evaluó la vulnerabilidad de los bosques de Costa Rica ante el cambio climático para el periodo 1999-2030 bajo tres escenarios climáticos: optimista, moderado y pesimista. Los resultados indicaron que bajo los tres escenarios se presenta una significativa disminución de las zonas de vida bs-T, bh-T, bmh-T, bh-MB y bmh-M.

Por su parte, Mendoza *et al.* (2001) realizaron un estudio muy similar en Nicaragua dirigido al análisis de la sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge en función del cambio climático, con horizontes de tiempo de 2010-2100 y bajo tres escenarios climáticos correspondientes al pesimista, moderado y optimista. Al aplicar los diferentes escenarios en el mapa actual de zonas de vida de Nicaragua, se identificó que las zonas más vulnerables al cambio climático serán principalmente las zonas muy húmedas y húmedas subtropicales ubicadas en las altitudes que oscilan entre los 600 y 1.000 m s. n. m.

El estudio de Enquist C.A.F. (2002) evaluó los modelos espaciales generados a partir de un sistema de información geográfica (SIG), que fue utilizado para predecir los cambios en la distribución y la diversidad de los bosques tropicales en Costa Rica en respuesta al CC. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge. El estudio demostró que las zonas de vida de alta elevación son más sensibles a los cambios de temperatura, mientras que las zonas de vida de menor elevación, tienden a ser más sensibles a los cambios en la precipitación.

Locatelli & Imbach (2010) estimaron la configuración actual de los corredores biológicos de Costa Rica para facilitar la adaptación de áreas protegidas mediante migración bajo escenarios de CC. Los resultados indicaron que las áreas protegidas más expuestas y sensibles al CC se encuentran en las altas montañas y las zonas secas de Costa Rica, siendo éstos corredores estratégicos para la migración de especies.

Jiménez *et al.* (2010) evaluaron los impactos del CC en la distribución de zonas de vida en Costa Rica a partir de escenarios climáticos generados con un modelo regional, bajo los escenarios A2 y B1 del IPCC (2002). La investigación generó un mapa actual de zonas de vida de Holdridge para Costa Rica y se modeló el cambio de zonas para el clima promedio futuro (2011-2040). Las zonas de vida con mayor representación territorial fueron el bh-T, el bs-T y el bh-PM. En ambos escenarios, la mayoría de las zonas de vida sufrieron un cambio hacia otras de piso altitudinal más bajo y provincias de humedad más secas; el cambio más drástico se dio en el escenario A2 y las zonas de vida más afectadas fueron el pp-SA y el bs-PM.

Durán *et al.* (2014) establecieron la sensibilidad de zonas bioclimáticas de México frente al cambio climático. Se obtuvo que 29.61 % de la superficie de la República Mexicana se localice en zonas de transición, lo que las vuelve muy sensibles a las variaciones climáticas. Un incremento de 0.7 °C es capaz de producir cambios hasta en el 34.65 % de dichas superficies, provocando que se ubiquen en regiones latitudinales más cálidas y regiones de humedad más secas.

Por su parte, Serrano y Calderón (2016) determinaron los cambios ocurridos en las zonas de vida de Holdridge en la provincia del Guayas (Ecuador) mediante un análisis geoespacial entre los años 1978 y 2000. Los resultados indicaron que para el año 2000, las áreas de bh-MB y me-T desaparecieron, mientras que el bs-T se incrementó sobre una parte del bms-T. Así mismo, el bh-PM y el bh-T registraron un aumento mínimo de superficie. Los ecosistemas que se vieron mayormente afectados corresponden a las zonas de conservación y protección.

Para el caso de Colombia, la investigación de Gutiérrez (2001) efectuó la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales ante un posible cambio climático utilizando SIG. Los resultados indicaron que podría verse afectado el 23% del territorio nacional por desplazamiento, en especial, la zona de vida Nival (N) se vería afectada en un 92% desplazándose a un 65% a páramo pluvial Subalpino (pp-SA) y un 27% a tundra pluvial Alpina (tp-A); los pisos altitudinales Montano, Subalpino y Alpino podrían verse afectadas entre un 90 y 100 por ciento. Las zonas de vida bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM) y bosque húmedo Premontano (bh-PM) donde se ubican los cinturones cafetaleros de Colombia, podrían afectarse en un 50 y 60 por ciento con posibles desplazamientos altitudinales hacia elevaciones mayores. La cobertura Nival (N) podría verse afectada en un 77%.

Así mismo, Pabón (2012) realizó el estudio “Cambio climático en Colombia: Tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles para el siglo XXI”, con el propósito de realizar un análisis como aporte a la construcción del conocimiento necesario para la elaboración de medidas de adaptación orientadas a la reducción de los impactos negativos que pudiera tener el cambio climático. Los resultados indicaron que los escenarios del siglo XXI presentarían incrementos paulatinos de la temperatura del aire entre 3 a 4 grados hacia finales del siglo XXI, aunque en los valles del Magdalena y del Cauca, el calentamiento sería mayor que el resto de regiones. La precipitación hacia finales del siglo XXI registraría disminuciones hasta de un 30% en la parte interandina y

en la región Caribe, así como posibles aumentos del 30% en la región Pacífica y en sectores del sur de Bolívar y Sucre.

Alarcón y Pabón (2013) analizaron los cambios previstos en la distribución espacial de la vegetación sobre el territorio colombiano bajo dos escenarios de cambio climático (A2 y B2 del IPCC, 2000) en diferentes periodos del siglo XXI. Para los dos escenarios evaluados, las formaciones vegetales sufren cambios hacia los pisos altitudinales más bajos y provincias de humedad más secas. Las formaciones vegetales que serán más afectadas corresponden a las de Páramo, que según los escenarios climáticos explorados desaparecerían a mediados del siglo XXI.

Ángel (2015) evaluó y determinó la distribución geográfica de las zonas de vida de Holdridge ante un posible CC en el departamento del Huila, según los escenarios climáticos 2011-2100 presentados por el IDEAM. Los resultados obtenidos para los tres escenarios de CC muestran que se pierden siete zonas de vida: bosque húmedo Tropical trans fría-seca (bh-TΔfs), bosque muy húmedo Premontano (bmh-PM), bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), bosque húmedo Montano Bajo trans fría-seca (bh-MBΔfs), bosque húmedo Montano trans cálida-húmeda (bmh-MΔch), bosque pluvial Montano Bajo (bp-MB), páramo pluvial Subalpino (pp-SA) y Nival (N). Las áreas de cada una de estas zonas de vida serán ocupadas por bioclimas más secos.

Los anteriores estudios corroboran el alto grado de vulnerabilidad de los ecosistemas ante el CC, en particular, para las asociaciones vegetales que no logren adaptarse a los nuevos escenarios climáticos, bien sea por encontrarse en los límites de tolerancia de los fenómenos meteorológicos extremos, o por el aumento en la velocidad a la que se pierde la biodiversidad (IPCC, 2014). Los efectos que pueden causar las variaciones climáticas, podrían generar desplazamientos en la distribución geográfica de algunas formaciones vegetales, en cuyo caso, la forma más extrema e irreversible de disminución de la condición física, sería la extinción de muchas de ellas (Hughes, 2000; Enquist. C.A.F., 2002; Yáñez *et al.*, 2011; Buytaert *et al.*, 2011; Bellard *et al.*, 2012).

2.2.4 Sector agrícola y cambio climático

El aumento en la temperatura promedio, la elevación media mundial del nivel del mar, la disponibilidad del agua en regiones semiáridas, el deshielo de los glaciares, los deslizamientos de tierra asociados a eventos de precipitación extrema del ENOS e inundaciones continentales y costeras, son algunos de los efectos del CC que incidirían en la producción agropecuaria con posibles disminuciones en los rendimientos de los cultivos (Adams *et al.*, 1995; Tubiello *et al.*, 2000; Smit & Skinner, 2002; Magaña y Gay, 2002; Baethgen, 2004; Nelson *et al.*, 2009; Ordaz *et al.*, 2010; Lau *et al.*, 2011; IPCC, 2014; Magrín, 2015).

El clima es un factor determinante en el desarrollo agrícola, por consiguiente, se espera que este sector sea muy susceptible al CC (Adams *et al.*, 1995; Magaña y Gay, 2002; Alvarado *et al.*, 2002; Fischer *et al.*, 2005; Piqueras, 2007; Nelson *et al.*, 2009; Lau *et al.*, 2011; López, 2015; Magrín, 2015), afectando los requerimientos fisiológicos de los

cultivos, la reducción de la productividad asociada al estrés hídrico por sequías, degradación y desertificación de suelos, aumentos en la superficie de riegos, cambios en la fisiología de las plantas, mayores pérdidas por siniestros, reducción de las especies polinizadoras, modificación en la distribución y dinámicas de plagas y enfermedades (Tubiello *et al.*, 2000; Hughes, 2000; Alvarado *et al.*, 2002; Menzel *et al.*, 2006; Nelson *et al.*, 2009; Bustamante *et al.*, 2011; Lau *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2012; IPCC, 2014).

Un aumento en la temperatura media ocasionaría un incremento en la tasa de desarrollo fenológico de las plantas, acortando el periodo de desarrollo y crecimiento, traduciéndose en reducciones del rendimiento total (Tubiello *et al.*, 2000; Hughes, 2000). Para Alvarado *et al.* (2002), las plantas responden a las variaciones ambientales respecto a su capacidad bioquímica para asimilación de recursos, cambios en biomasa y cambios en la tasa de pérdida de tejido, lo que obliga a muchas de ellas a adaptarse y crear mecanismos de cambio estacional en morfología y fisiología para poder sobrevivir.

Aunque otros estudios realizados mencionan que si no se tuviera en cuenta los efectos de CO₂, la reducción en la producción de granos podría ser hasta de un 30 % bajo un escenario de mayor temperatura (Ordaz *et al.*, 2010), siendo probable que el aumento moderado de la temperatura y la fertilización de los suelos por CO₂ tenga efectos positivos en la producción de algunos cultivos en las regiones templadas y perjudique a las regiones semi-áridas y tropicales (Nelson *et al.*, 2009; Ocampo, 2011, López, 2015).

Según estimaciones del Banco Mundial, la productividad agrícola en Latinoamérica podría caer entre un 12 % y un 50 % para finales del siglo XXI (Magrín, 2015), aunque estas cifras podrían variar según la región, los cultivos, las tecnologías aplicadas, los eventos climáticos extremos y las modificaciones en los patrones de distribución de las lluvias y la temperatura, el acceso al mercado y las condiciones del suelo (Adams *et al.*, 1998; Mendelsohn, 2008; López, 2015). Se prevé que estos impactos afecten en especial la agricultura a pequeña escala de los países en vía de desarrollo, en particular en las regiones con alta inseguridad alimentaria y gran desigualdad social (CEPAL *et al.*, 2011; IPCC, 2014). Los países en desarrollo son más dependientes de la agricultura y los pequeños productores serán los más afectados dado su bajo acceso a tecnologías, insumos, información y recursos monetarios para tomar medidas de adaptación (Fischer *et al.*, 2005; Mendelsohn, 2008; Carvajal 2010; Lau *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2012; Birthal *et al.*, 2014 citado en López, 2015).

En Colombia, el sector de agricultura, ganadería, caza y silvicultura son los responsables de una onceava parte del Producto Interno Bruto (PIB) y es la fuente de empleo para más de cinco millones de personas que corresponde en promedio al 21% de la población total ocupada en el país, entre empleos directos e indirectos (Dinero, 2015). Estos impactos, a su vez, tendrían amplias repercusiones en la economía nacional, las tasas de pobreza rural y la seguridad alimentaria (Lau *et al.*, 2011).

Según el IDEAM, en el 2012 el país aportó 36 millones de toneladas de CO₂ equivalente, pasando de 245 Mton CO₂eq en 1990 a 281 Mton CO₂eq en el 2010, contribuyendo al 0.42% de las emisiones totales mundiales de GEI. En la lista de los departamentos que

más emiten GEI netas se encuentra Caquetá con 18.61 Mton de CO₂eq, seguido de Meta con 17.31 Mton, Antioquia con 12,95 Mton, Valle del Cauca con 12.10 Mton, Cundinamarca 11,17 Mton y Bogotá 10,58 Mton, aportando en conjunto el 83 % de las emisiones totales nacionales. Aunque el 0.42% parezca poco significativo, estas emisiones se han incrementado en un 15 % desde 1990 hasta 2012, principalmente por cinco sectores: forestal 36 %, agropecuario 26 %, transporte 11 %, industria manufacturera 11 %, Minas y energía 10 % (IDEAM *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta que el sector agropecuario representa grandes perspectivas por su gran capacidad para abastecer el mercado nacional y siendo responsable del 40 por ciento de las exportaciones colombianas (Ocampo, 2011), no deja de ser preocupante el incremento de las emisiones de CO₂ derivadas de las actividades agropecuarias, con posibles consecuencias en la producción y la economía del país.

Para hacerle frente a esta situación, la adaptación debe ser parte integral y transversal en la agenda climática de los gobiernos, que permita tomar decisiones informadas para lograr una adaptación planeada y efectiva (DNP-BID, 2014), así como articulada a las políticas de desarrollo que promuevan el ordenamiento ambiental y la planificación en el uso del suelo (Magrín, 2015).

Los sistemas de producción agrícola requieren el análisis y la comprensión de los riesgos para definir estrategias de adaptación dirigidas a una mejor planificación y mejores decisiones de la gestión del riesgo que permitan superar los impactos del CC (Tubiello *et al.*, 2000; McCarl *et al.*, 2001; Baethgen, 2004; Howden *et al.*, 2007; Carvajal, 2010; Ocampo, 2011; Lau *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2012; Giménez y Lanfranco, 2012; Quintero *et al.*, 2012; Garrido y Soto, 2012; Bouroncle *et al.*, 2014; López, 2015).

2.3 EL *Hevea brasiliensis*

2.3.1 Descripción botánica y condiciones agroecológicas

El caucho (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.), también llamado en otros países hule, jebe o siringa, es originario de la cuenca del río Amazonas y pertenece a la familia Euphorbiaceae. Aunque existe numerosas plantas productores de caucho y de látex, sólo la especie *Hevea brasiliensis* es la más cultivada a gran escala en millones de hectáreas para la producción industrial (Torres, 1999).

El *Hevea brasiliensis* es un árbol de tamaño mediano, de 10 a 20 m de altura, una profundidad efectiva mínima de 1.5 m en el suelo para el anclaje de sus raíces, con diámetro en los primeros 5 años de 30 cm promedio, con ramitas robustas y lisas que contienen mucho jugo lechoso, (MADR, 2011).

Se cultiva en climas de tipo bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque seco Tropical (bs-T), bosque húmedo Premontano (bh-PM) y bosque seco Premontano (bs-PM), siendo el bh-T el más adecuado para su desarrollo y producción (Azabache, 2012). El caucho en Colombia es cultivado entre los 0 y 1.300 m s. n. m; sin embargo, el rango más

apropiado comprende los 300 y 1.000 m s. n. m. (CORPOICA & PRONATTA, 2004).

La cantidad de agua lluvia recomendada para el óptimo desarrollo de este cultivo se encuentra entre los 2.000 a 3.000 mm/año y un rango de temperatura entre los 22° y 30 °C con un promedio ideal de 25 °C y una mínima de 20 °C (CONIF, 1997; Torres, 1999; Escobar, 2004; Fedecauchó, s.f; Eraso y Toro, s.f; MADR, 2011).

Si se presentan precipitaciones y temperaturas por encima o debajo de esos intervalos, esto traería limitaciones en el rayado y recolección del látex, proliferación de plagas y enfermedades, implicando pérdidas en la producción (Gasparotto *et al.*, 1990; Cruz *et al.*, 1993; CONIF, 1997; Torres, 1999; Escobar, 2004; MADR, 2011).

El caucho requiere una época seca bien definida de mínimo tres meses, donde los árboles se defolian y refolian; una humedad relativa entre 70 y 80 por ciento, aunque una humedad menor a 65 por ciento permite que se genere una “zona de escape al mal suramericano de las hojas”, presencia de vientos no muy fuertes y menores a 50 km/hora (Fernández, 2014).

En condiciones ideales, la textura del suelo debe ser suelto, bien aireado, franco o franco-arenoso, franco-limoso, franco-arcilloso, franco-areno-arcilloso (Rincón, 2012). La textura del suelo con 50% de arcilla y el 50% restante con arena y limos, es ideal para el cultivo. Un suelo con más del 50% de arcilla es limitante porque su drenaje interno es muy deficiente y conserva excesos de humedad, y por el contrario, un suelo con menos del 50% es demasiado suelto y no retiene la humedad suficiente para sostener las plantas de caucho (Vásquez *et al.*, 2010).

El aprovechamiento del cultivo se realiza mediante la extracción de látex que está contenido en el tallo del árbol y el rayado se inicia cuando el tronco alcanza una circunferencia superior a los 45 centímetros, a 1,20 metros de altura del suelo y la corteza adquiere un espesor de 6 milímetros (CORPOICA & PRONATTA, 2004).

El *Hevea brasiliensis* es una especie reforestadora y recuperadora de áreas altamente intervenidas, con suelos frágiles y degradados, productor de látex y protector de suelos que contribuye a mejorar la calidad ambiental de los ecosistemas, de las cuencas hidrográficas y aporta al restablecimiento del equilibrio agua - aire - suelo - seres vivos (Cadavid *et al.*, 2006).

Los suelos se constituyen como grandes depósitos de CO₂ que fijan el carbono atmosférico, desempeñando un papel importante en la mitigación del cambio climático (Robert, 2002). Se ha demostrado que las plantaciones de caucho capturan y almacenan cantidades significativas de carbono en el suelo que mejoran su productividad y servicio ambiental, convirtiéndose en un cultivo con alto potencial para mitigar el CO₂ de la atmósfera, que le permiten participar en mercados de carbono en la región y así fortalecer su competitividad y sostenibilidad (Moreno *et al.*, 2005; Durán *et al.*, 2011; González *et al.*, 2013; Orjuela *et al.*, 2014; López-Reyes *et al.*, 2016). El aumento de una (1) tonelada de carbono en el suelo pueden aumentar el rendimiento de los cultivos en

20 a 40 kilogramos por hectárea (Lal, 2004).

2.3.2 Producción de *Hevea brasiliensis* en Colombia

Los registros estadísticos del censo nacional cauchero del 2015 reportaron 53.222 hectáreas (ha) en 17 departamentos, ocupando el primer lugar el departamento del Meta con 19.034 ha, seguido de Santander con 8.820 ha, Vichada con 8.486 ha, Caquetá con 4.535 ha y Antioquia con 4.247 ha. Estos cinco departamentos registran el 81 % del total del área sembrada en Colombia.

Así mismo, el censo reportó que 3.178 hectáreas están en producción y 50.044 hectáreas se encuentran en crecimiento y sostenimiento. Los departamentos con mayor área en producción corresponden a Caquetá con 1.172 ha, Meta con 891 ha, Santander con 304 ha, Caldas con 267 ha y Antioquia con 171 ha. Los departamentos que tiene mayor área en etapa de sostenimiento son Meta, Vichada y Santander.

Del total del área sembrada en el país, 22.715 hectáreas son de pequeños productores, 19.132 hectáreas están representadas en medianos productores y 11.377 hectáreas están distribuidas entre los grandes productores (CCC, 2015).

Tabla No. 5. Producción de caucho natural en Colombia

Departamentos	Producción (t)				Rendimiento (t/ha)			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Meta	1.400	1.400	1.600	2.000	1,2	1,3	1,4	1,4
Santander	800	600	1.200	1.400	1,1	1,2	1,3	1,4
Caquetá	406	169	152	249	1,1	1,2	1,3	1,4
Antioquia	336	336	700	900	1,1	1,2	1,3	1,4
Vichada	0	0	0	100	0	0	0	1,4
Córdoba	100	100	150	300	1,1	1,2	1,3	1,4
Otros	445	445	1.050	1.300	1,1	1,2	1,2	1,4
Total	4.531	3.581	5.500	7.000	1,1	1,2	1,3	1,4

Fuente: MADR (2019) con base en cifras de la Confederación Cauchera Colombiana.

Así mismo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural indicó que desde el 2014 se ha presentado una disminución en la producción de materia prima de caucho natural en el país, atribuido a la caída del precio internacional que generó desestimulo en los productores y al cambio climático por exceso de lluvias en algunas zonas y sequías en otras, que genera disminución de la producción de látex y afectaciones por la presencia de plagas y enfermedades en las plantaciones (MADR, 2018).

Se estima que la cantidad de caucho natural consumido por la industria en Colombia está entre los 28.000 y 29.000 toneladas anuales de caucho seco; de las cuales cerca de un 5 por ciento se abastece de la producción nacional y el otro 95 % es importado de países como Guatemala, Malasia, Indonesia, Brasil, entre otros (CCC, 2015).

La actividad productiva del cultivo de caucho tiene una vida útil de 35 años, en promedio, el cual genera un importante aporte al empleo rural permanente y formal. La Confederación Cauchera Colombiana (CCC) estima que por cuatro hectáreas de caucho se generan un empleo directo y tres indirectos anualmente (MADR, 2018).

2.3.3 Producción de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá

El Caquetá tiene una tradición cauchera de más de cuarenta años, siendo el cuarto departamento con mayor área establecida en el país y el principal productor nacional de caucho natural en la presentación *Technically Specified Rubber* (TSR-20). El cultivo del caucho representa una de las cadenas productivas más promisorias para el departamento, como promotora del desarrollo regional agrícola y forestal.

El cultivo se adelanta en todos los municipios del Caquetá y se desarrolla bajo el sistema de economía campesina, beneficiando a más de 1.200 familias, con un promedio de 4,7 hectáreas por familia (ASOHECA, 2014).

De las 4.535 hectáreas de caucho sembradas en el departamento, el 38 % de las plantaciones se encuentran en edad de aprovechamiento y beneficio; y el 62 % están en periodo de crecimiento y desarrollo (ASOHECA, 2014).

En el departamento, el producto final obtenido del caucho natural es el coágulo de campo (80 % de la producción total) y la lámina (20 %). La comercialización en el Caquetá es liderada por ASOHECA, ofreciendo garantía de compra de toda la producción de coágulo de campo a los productores de los 16 municipios, para transformarlo en caucho técnicamente especificado (TSR-20, por sus siglas en inglés) y venderlo a la industria nacional.

Tabla No. 6. Producción de caucho seco (TSR-20) en el Caquetá.

Año	Producción en Tonelada (t)
2010	602
2011	651
2012	534
2013	543
2014	406
2015	169
2016	152
2017	249
2018	141

Fuente: Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá (ASOHECA), 2019.

2.4 LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA AMBIENTAL EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Desde mediados del siglo XX el planeta afronta una preocupante crisis ambiental. La acelerada transformación de los sistemas socioeconómicos y productivos está agudizando progresivamente las problemáticas ambientales y el riesgo de supervivencia de todas las especies.

Ángel (1996), en su libro “El Reto de la Vida” menciona que “no se puede desconocer la cultura como un proceso desconectado de la naturaleza, del hecho evolutivo. El problema ambiental surge de los posibles conflictos entre ecosistema y cultura” (p. 82).

Esto significa que la crisis ambiental no es un problema exclusivo de la civilización moderna. “Las diferentes culturas han enfrentado bien o mal sus relaciones con el medio, en donde el hombre no siempre ha sido exitoso en el proceso, por cuanto muchas de ellas no han logrado adaptarse o transformar bien las condiciones del entorno” (Ángel, 1996, p. 84).

Según Ángel (2002), con la emergencia del ser humano en la naturaleza, se iniciaron transformaciones del medio ecosistémico que no están en los genes humanos sino en el libre albedrío que caracteriza al ser humano (...), por consiguiente, si los problemas ambientales han emergido de las prácticas culturales, tendrá que ser en el entramado de la cultura, donde se construyan soluciones que necesariamente pasarán por la política, la economía, la ética, la estética, la ciencia y la tecnología (citado en Noguera, 2006, p. 6).

Otros autores como Dubos (1975) afirman que “la cultura es una forma adaptativa surgida en el proceso mismo de la evolución, en el sentido en que el hombre ha adquirido un método parabiológico nuevo para adaptarse a su ambiente, el cual difiere cualitativamente del resto de la creación animal” (citado en Ángel, 2013, p. 71).

Granada (2003) plantea que “el proceso adaptativo perfecto no existe. No es posible, física y socialmente mantener una interrelación sujeto-ambiente en la que ambos ganen sin interferencia y menoscabo de energía o formas de supervivencia inalteradas” (p. 136).

El mismo autor señala que la diferencia entre el hombre y las demás especies radica en su gran capacidad de adaptación, basado en la plasticidad biológica y cultural que le permite amoldar sus requerimientos a la oferta del ambiente o amoldar éste a la intensidad o valoración de sus necesidades, pero sobre todo de sus deseos (Granada, 2003, p. 137).

Lo anterior supone que la problemática ambiental del cambio climático implicará nuevas formas de adaptación, pues Ángel (2013) plantea que “(...) toda cultura, en el proceso mismo de formación, transforma el medio ecosistémico. (...) cuando una

cultura ha traspasado los límites, los impactos ambientales empiezan a presionar el sistema cultural para que cambie o desaparezca” (p. 119).

Dichos planteamientos coinciden en que las relaciones entre sociedad, cultura y desarrollo, no pueden concebirse separadamente de la naturaleza, por cuanto hacen parte de un gran sistema denominado “Ambiente”. Desde esta perspectiva, Fayad (2015) sostiene que:

Las relaciones existentes entre las dinámicas que suceden en los sistemas naturales, sociales, económicos y culturales, donde está situado el ser humano, implica ir más allá de una simple visión biocéntrica o antropocéntrica, procurando el desarrollo de una visión cosmocéntrica, que permite ubicar al ser humano en relación con las demás cosas, con la naturaleza, con sus ciclos y las situaciones que permiten relacionar como fuerza y como energía vital con los otros que componen la totalidad del cosmos (p. 124).

Otros autores hablan de un biocentrismo¹, donde según Lanza (2012), la conciencia y la vida son las claves para entender la verdadera naturaleza del universo. Por su parte, Ibarra (2009) habla de una ética ambiental biocéntrica, que considera al hombre como un miembro más de la comunidad biosfera y no como un ser superior a las otras especies. Ibarra establece y comparte el destino común de la especie humana con las otras especies y elementos de la Tierra, en tanto, que forma parte de la totalidad de ese sistema (p. 14).

El postulado de Caride (2000) afirma:

La relación sociedad/ambiente se detalla como un proceso dialéctico de construcción y reconstrucción permanente de la realidad en el que se debe cumplir, cuanto menos dos premisas: La primera hace alusión a que la vida del ser humano forma parte de un contexto ambiental en el que se produce una dinámica interactiva de elementos físicos y sociales. La segunda esta abordada a partir de la visión e interpretación realizada por cada sujeto individual de las situaciones ambientales, que no puede sustraerse de las prácticas sociales (la cultura, educación, la economía, etc.) en las que participa, ya que éstas condicionan su forma de conocer y de actuar (Citado en Higuera, 2004, p. 23).

Goffin (1996) afirma que “la educación debe permitir que los valores sean coherentes con las actitudes y que lleguen hasta los comportamientos y modificación de la cultura” (p. 6).

Las nuevas concepciones de la educación implican promover capacidades cognitivas, emocionales y actitudinales orientadas a la generación de valores para la construcción de una cultura centrada en el respeto por la naturaleza y en su relación con ella.

¹ El biocentrismo como dimensión epistemológica ubicada en la vida como centro, desde una compleja y sistémica relación del ser humano con la naturaleza y con los demás seres vivos que habitan en ella.

Es por ello que se necesita una nueva visión para abordar las problemáticas; y es aquí donde la educación ambiental juega un papel importante en preparar al ser humano a participar de manera más activa y consciente, en la búsqueda de alternativas que le permitan enfrentar las crisis ambientales, generando cambios en los comportamientos que influyan en la cultura, y hagan más efectiva los procesos de adaptación y sostenibilidad.

Con referencia a lo anterior, la expresión Educación Ambiental (EA) fue utilizada por primera vez en Estocolmo en el año de 1972, durante la realización de la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente (Zabala y García, 2008). De ahí en adelante, el abordaje de la educación ambiental ha impulsado un sin número de conceptos, teorías y filosofías, destinadas a emprender desafíos educacionales para la promoción de cambios estructurales que incentive la construcción de una sociedad crítica y participativa, donde el ciudadano sea capaz de formarse desde la perspectiva humanista y liberadora, comprometiéndose desde su praxis a profundizar en las problemáticas de su entorno, que por supuesto llevan implícito procesos de enseñanza y aprendizaje permanente y que darán las pautas para generar las transformaciones y los cambios necesarios que le permitan actuar responsablemente como individuo y como especie dentro de un ambiente complejo.

En Latinoamérica se resaltan experiencias exitosas en educación ambiental, por ejemplo, la Estrategia Veracruzana de Educación Ambiental (EVEA) que nació a partir de la formulación del Plan Estatal de Educación Ambiental en el Estado de Veracruz, México, siendo este un instrumento abierto e incluyente que organiza, articula, sistematiza y orienta las acciones en EA, para superar la crisis ambiental en la sociedad veracruzana. Al respecto, la EVEA (2004) definió la EA como:

Proceso formativo que contribuye a la construcción de la sustentabilidad por medio del desarrollo y la socialización de conocimientos, valores, sentimientos y habilidades instrumentales, que implica el desarrollo de tres etapas: i) sensibilización y problematización sobre el entorno ambiental; ii) análisis y conocimiento complejo de la realidad; y iii) ejecución de acciones individuales y colectivas en vías del desarrollo socialmente equitativo y ecológicamente sano (p. 21).

De acuerdo con lo antes señalado, la EVEA (2004) plantea:

La EA tiene como papel principal, desarrollar integralmente facultades físicas, intelectuales y morales de las personas, para que su integración social y ambiental sea más adecuada, en donde dicha integración, deberá darse en el marco de una amplia participación social que considere, por vía de la consulta y el diálogo, los diferentes puntos de vista de los actores involucrados (p. 21).

Bajo este contexto, Reyes (1989) argumenta que “Una de las estrategias de la EA radica en generar espacios comunes de reflexión, desde la cual se puedan modificar

actitudes, elevar la comprensión y enriquecer el comportamiento de la población en sus relaciones socioculturales con el medio (...)” (Citado en SEMARNAT, 2012, p. 18).

Del mismo modo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT, 2012) establece que “El proceso educativo busca generar espacios de negociación que permitan la comunicación y el entendimiento mutuo entre los diversos grupos y sectores municipales, teniendo como punto de partida el contexto, su cultura, sus intereses, sus prioridades, su futuro” (p. 77).

De igual forma, Puente, Rodríguez y López-Hernández (2012) comparten este planteamiento y agregan:

Las acciones de EA promoverán la modificación favorable y permanente de los comportamientos observables hacia el medio ambiente y los aprendizajes en EA incidirán en la cultura de los sujetos, porque llegarán a ser significativos, transformándose en actitudes y comportamientos a favor de mejorar las relaciones con los demás grupos sociales y con el medio ambiente (p. 32).

Viga de Alba, Castillo, Bobadilla y Cardoz (2008) conciben la Educación Ambiental como:

Un proceso de enseñanza-aprendizaje, integrador, continuo, dinámico y permanente, que integra una serie de experiencias, percepciones, conocimientos, habilidades, actitudes, valores y capacidades relacionadas con el acceso, manejo y conservación de los recursos naturales y del ambiente, vinculados con el desarrollo comunitario, reflejados en la calidad de vida y el bienestar individual, familiar, comunitario y ambiental, por cuanto, toda acción de educación ambiental deberá ser un proceso orientado hacia la construcción de una cultura ambiental autónoma en donde los elementos y las decisiones culturales sean propios, no ajenos (p. 207).

Desde esta perspectiva, el cambio climático y sus efectos abordados desde la educación ambiental permitirá al ser humano prepararse para afrontar los desafíos de los futuros escenarios climáticos, lo cual implica, siguiendo a González (2007), “La promoción de aprendizajes transformadores y no pasivos, mediados por el diálogo, la discusión y la reflexión colectiva entre los diferentes actores sociales, que permitan analizar las problemáticas ambientales locales asociadas al cambio climático” (Citado en Andrade, 2012, p. 59), para que de esta manera se puedan tomar decisiones consensuadas, que permitan la adaptación y la mitigación de sus impactos.

Es por ello que “La participación social es indispensable en los procesos de adaptación y mitigación, en el sentido en que los actores sociales serán los protagonistas de la acción comunitaria y serán quienes definen los problemas, para proponer sus formas de solución” (Soares *et al.*, 2014), por lo tanto, su actuación se fundamenta en el intercambio de ideas y opiniones, relaciones de colaboración y ayuda mutua de sus integrantes y en la resolución creativa de los conflictos.

Desde esta perspectiva, la preocupación por la problemática ambiental enfrenta el reto de explorar propuestas educativas orientadas a trabajar en el desarrollo de estrategias participativas e incluyentes que permitan la integración de esfuerzos y de corresponsabilidad, entre los gobiernos, la academia, las organizaciones civiles, el sector privado y las comunidades, para la adaptación al cambio climático.

Diversos estudios plantean la importancia de conocer y analizar las percepciones y actitudes de las comunidades para adaptarse al cambio climático, siendo fundamental el apoyo de los gobiernos y sus políticas para la gestión del riesgo en los diversos contextos y países.

Moser (2006) sostiene:

Los ciudadanos juegan un papel doble en las problemáticas ambientales. En primer lugar, como actores de la política del cambio climático, pueden movilizarse para alcanzar cambio en el gobierno, En segundo, lugar, los individuos son también consumidores de recursos, en tanto, pueden iniciar cambios de comportamiento favorables a la mitigación, así como a la adaptación (Citado en Oltra *et al.*, 2009, p. 4).

Esto significa la necesidad de comprender y analizar las distintas percepciones y discursos públicos sobre el cambio climático, desde un enfoque interdisciplinario y participativo, para que la sociedad asuma un papel más activo en la formulación de propuestas de mitigación y adaptación, de modo que puedan sugerir la reformulación políticas públicas y propuestas de educación ambiental para lograr importantes cambios culturales (Andrade 2010; Ortiz y Velasco, 2012; Puente *et al.*, 2012; Rocha 2012; Ortiz y Toledo 2012).

En relación con lo anterior, es conveniente valorar la experiencia, el conocimiento tradicional y la cosmovisión que tienen las comunidades frente al cambio climático, debido a que dicho conocimiento no es tenido en cuenta en el diseño de políticas y programas orientados a reducir la vulnerabilidad para enfrentar los cambios en el clima (ITDG, 2008 citado en Soares y García 2014), como también, para generar capacidades integrales de solución, derivadas de acciones diferenciadas de los distintos actores involucrados.

A continuación, se detallan algunos estudios que analizan la percepción social del cambio climático, como insumo para conocer las distintas metodologías de tipo participativo, que resultan relevantes para el diseño de estrategias educativas y culturales para la adaptación al mismo.

Oltra *et al.* (2009) analizaron las percepciones y actitudes de los individuos no expertos ante el cambio climático, desde distintas dimensiones como el riesgo percibido, las imágenes asociadas, conocimientos de las causas y posibilidades de acción personal. El método fue el análisis de grupos de discusión de ciudadanos no expertos. El estudio determinó que los participantes expresaron numerosos discursos que dificultan o niegan las posibilidades de acción individual frente al cambio climático. Como

conclusión, los autores sugieren la necesidad de un mayor compromiso del público en la consecución cambios comportamentales y estructurales que promuevan una mitigación del cambio climático y permitan la adaptación a sus posibles impactos.

Andrade (2012) detalla la percepción social del cambio climático en áreas rurales de los estados de Yucatán y Chiapas, considerados como zonas muy vulnerables a este fenómeno en México. La investigación apuntó a diseñar y desarrollar estrategias rurales participativas de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (EAS), a partir de los saberes locales y la percepción que tienen las comunidades respecto a los escenarios futuros del cambio climático. El estudio concluye en la necesidad de generar una nueva racionalidad ambiental a partir de la generación de acuerdos comunes, en donde las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático partan de una construcción social de tipo pedagógico, que incluyan diversos tipos de saberes, entre diferentes universos culturales que respondan a las problemáticas ambientales del siglo XXI.

Puente *et al.* (2012) establecen un modelo de educación ambiental para el desarrollo sustentable en comunidades rurales del Estado de Tabasco, México. El modelo estuvo dirigido a transformar los comportamientos de los productores hacia el medio ambiente, fomentando la agricultura orgánica, la ganadería ecológica, el conocimiento del medio, la revaloración de la biodiversidad y la organización social para disminuir las emisiones de GEI, el fomento de la conservación de especies y la reforestación para la captura de carbono.

Ortiz y Toledo (2012) presentan un estudio para analizar desde la perspectiva de la etnoecología, los conocimientos y saberes que las culturas tradicionales mantienen sobre indicadores climáticos, al tiempo que establecen recomendaciones de líneas investigativas que pueden correlacionar el conocimiento científico y tradicional para desarrollar estrategias integrales de adaptación y mitigación al cambio climático. Desde esta perspectiva, es indispensable que la ciencia convencional considere el aporte de la sabiduría tradicional en el desarrollo de estrategias y planes dirigidos a la reducción del riesgo del cambio climático, implementando propuestas de desarrollo local endógeno con plena participación de los actores locales.

La investigación de Minerva *et al.* (2013) presentan los resultados de las estrategias locales de adaptación al cambio climático dos comunidades rurales de México y El Salvador. La investigación utilizó el análisis cualitativo, aplicando técnicas participativas como los grupos focales y entrevistas semi-estructuradas, dirigidas a informantes clave. Se identificaron las estrategias locales que la comunidad implementa para la adaptación al cambio climático, organizadas desde lo individual, colectivo e institucional. También se establecieron las relaciones directas e indirectas entre las mismas, permitiendo así explorar la articulación de las respuestas a escala local. La investigación concluye que para ambas zonas se planean políticas a corto plazo, que no responden a las complejas realidades locales y, en consecuencia, poco contribuyen a la adaptación al cambio climático.

Por su parte, Soares y García (2014) indagaron los saberes y las percepciones del cambio climático que tienen las comunidades campesinas indígenas en la cuenca de Jovel, ubicada en Los Altos de Chiapas, México. El estudio exploró las posiciones de las comunidades en cuanto a los impactos de la variabilidad climática en sus sistemas productivos y calidad de vida, en especial, los fenómenos ligados a la periodicidad e intensidad de las heladas, lluvias y granizadas sobre sus cultivos. La técnica utilizada fue la entrevista semi-estructurada, teniendo en cuenta variables cualitativas como medios de vida, eventos extremos, medidas de adaptación, programas de gestión del riesgo y comportamientos sociales en el entorno local. Las autoras concluyen que las perspectivas de riesgo conocidas y los indicadores locales de predictibilidad climática son poco conocidas por estas comunidades, y en este sentido, lo que está en juego para los indígenas son sus propias creencias y cosmovisiones, que dan sentido y seguridad a sus vidas.

García *et al.* (2015) realizaron un estudio socioambiental para identificar vulnerabilidades, riesgos y efectos de tipo individual y comunitario en las poblaciones indígenas de Nacajuca, Tabasco, con el propósito de definir intervenciones educativas para la mitigación y adaptación de cambio climático. Se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas como entrevistas, encuestas, observación participante, talleres de Investigación - Acción - Participación (IAP) y análisis de los resultados bajo los marcos de vulnerabilidad y riesgo. A través de la participación social, se conoció la percepción de las causas y los efectos de cambio climático, como también, las principales problemáticas socioambientales, muchas de ellas asociadas a políticas públicas impulsadas por el Gobierno. El estudio concluye que las comunidades no tienen una percepción clara sobre los problemas ambientales que las afectan, siendo necesarias la planeación y el diseño de intervenciones educativas para el desarrollo de estrategias para la mitigación y adaptación.

López y García (2017) plantearon propuestas educativas orientadas a disminuir la vulnerabilidad de poblaciones indígenas de la etnia Chontal en Tabasco, México, ubicadas en zonas que se inundan de manera periódica, afectadas por el cambio climático. La intervención educativa y de formación socioambiental obedeció al desconocimiento de las comunidades acerca de la problemática del cambio climático, como también, a la falta de planes, programas y estrategias de acción-participación, para el desarrollo de acciones locales de mitigación y adaptación. Se utilizaron técnicas cuantitativas y cualitativas como entrevistas, talleres de IAP, análisis de datos y evaluación de necesidades. El programa de intervenciones de educación ambiental sobre cambio climático facilitó la comunicación social y la construcción del plan local de adaptación y mitigación, basados en los resultados y las condiciones analizadas por la comunidad, para su aplicación y efectividad.

Así mismo, Rodríguez y Crespo (2017) presentaron los resultados alcanzados con un grupo de mujeres del poblado Olcuatitán, del municipio de Nacajuca en Tabasco, respecto a las relaciones de género y su integración en la construcción de alternativas para la mitigación y adaptación al cambio climático. La estrategia aplicada fue el desarrollo de intervenciones educativas desde la perspectiva de género. Durante el

desarrollo del trabajo, las mujeres expresaron que, ante la falta de conocimientos de la problemática del cambio climático, desconocían cómo ellas podían aportar a la prevención y reducción de los riesgos y sus efectos, reconociendo, además, que desde las políticas públicas no existen mecanismos que promuevan la participación comunitaria para el establecimiento de medidas de mitigación y adaptación. La intervención educativa a través de técnicas como el diálogo y los talleres, permitió el debate, identificando de manera participativa las causas y efectos de los cambios en el ambiente, formulando acciones en conjunto e intercambiando experiencias.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

En este capítulo, se describe la naturaleza de la línea de investigación contemplada en el presente estudio, la perspectiva epistemológica de la cual partió la investigadora para abordar el objeto de estudio, el enfoque metodológico y las técnicas utilizadas en la exploración, recolección y análisis de datos.

3.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La Línea de Enfoques Educativos para la Construcción de una Cultura Ambiental cuenta con los diferentes Grupos de Investigación que en el campo de la educación participan en el proyecto doctoral, los cuales tienen desarrollos investigativos inherentes a la problemática relacionada con los enfoques educativos y su aporte e impacto en la consolidación de la Cultura Ambiental. En esta línea se concentrarán como insumo determinante investigaciones relacionadas con las problemáticas que subyacen en contextos escolares y no escolares en relación con los modelos, enfoques, prácticas y acciones formativas muy en consonancia con la problemática ambiental expresada en sus diferentes manifestaciones.

3.2. PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA

El enfoque propuesto para la presente investigación corresponde a un paradigma investigativo de tipo pragmático.

Según Hernández y Mendoza (2008):

El pragmatismo acepta la posibilidad de colocar múltiples enfoques en un sólo estudio y estar abierto a todas las posibilidades, por lo que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección, el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 546).

3.3. ENFOQUE METODOLÓGICO

Castro y Godino (2011) afirman que “La perspectiva pragmática adopta el uso de métodos mixtos, donde en un mismo estudio se pueden aplicar métodos cualitativos y cuantitativos con una planificación cuidadosa y reconociendo la contribución potencial de cada aproximación” (p. 101).

Hernández *et al.* (2010) sostienen:

Los métodos mixtos utilizan estrategias de muestreo que combinan muestras

probabilísticas (cuantitativas) y muestras no probabilísticas o propositivas (cualitativas), donde se combinan al menos un componente cuantitativo y uno cualitativo en un mismo estudio o proyecto de investigación, logrando una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno. (p. 580). También establecen que ambos métodos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas. Requiere de un manejo completo de los dos métodos y una mentalidad abierta y agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques (p. 561).

3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Área de estudio

El departamento del Caquetá se encuentra localizado al Sur del país, entre las coordenadas: 02°58'13" de Latitud Norte y 00°42'17" de Latitud Sur y entre los 71°18'39" de Longitud Oeste y los 76°19'35" de Longitud Oeste con relación al meridiano de Greenwich. Ocupa una superficie de 88.965 km² y representa el 7,8% del territorio nacional continental y el 23 % del área que Colombia aporta a la Gran cuenca Amazónica. Limita al norte con los departamentos del Huila y Meta, al Oriente con los departamentos del Guaviare y Vaupés, al sur con el río Caquetá que lo separa de los departamentos del Amazonas y Putumayo y al Occidente con los departamentos del Cauca y Huila (Figura No. 2).

Se divide políticamente en dieciséis municipios: Albania, Cartagena del Chaira, El Doncello, Florencia, Milán, Puerto Rico, San Vicente el Caguán, Solita, Belén de los Andaquíes, Curillo, El Paujil, La Montañita, Morelia, San José del Fragua, Solano y Valparaiso. De acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el departamento de Caquetá cuenta con 496.241 habitantes para el año 2018, donde el 94,65% corresponde a población mestiza, el 1,61% pertenece a población Indígena y el 3,74% a población afrocolombiana. Del total de la población, el 55% es urbano y 45% es rural. La estructura poblacional por sexo es 50% hombres y 50% mujeres. Su capital Florencia cuenta con 181.514 habitantes en el año 2018, según las proyecciones del DANE.

El Departamento tiene una zona de transición de la Cordillera Oriental como sistema montañoso de los Andes y la Amazonía, aunque la mayor parte del territorio caqueteño pertenece al sistema Amazónico, denominada Piedemonte Amazónico es donde se encuentran la mayor parte de los asentamientos humanos y, por lo tanto, la dinámica sociopolítica y económica se concentran en este sector, teniendo como eje de comunicación la vía denominada "Marginal de la Selva", que comunica a los departamentos del Meta, Caquetá y Putumayo con la República del Ecuador (Gobernación de Caquetá, 2018).

Posee el ecosistema de Piedemonte Amazónico, el cual es definido como una zona de transición Andino-Amazónica y corresponde al corredor de la divisoria de aguas de la Cordillera Oriental hasta donde comienza la gran llanura amazónica a unos 250 m s. n. m., con influencia en los departamentos del Caquetá, Cauca y Putumayo.

Según el IDEAM (2005), la precipitación promedio anual del departamento es de 3.707 mm, donde llueve 242 días del año, con una humedad relativa media anual de 83 %, la evapotranspiración potencial alcanza los 1.232 mm, la radiación solar es de 1.490 horas de luz anual, con un promedio de 4 horas diarias. La temperatura promedio anual es de 25,4 °C, con una máxima media anual de 30,7 °C y una mínima media anual de 21,4 °C, aunque se presentan valores extremos entre los 10 °C en la parte alta del sector montañoso y 28 °C en el lomerío y piedemonte.

El territorio presenta un periodo “ecológicamente frío” que corresponde a los meses de junio a agosto, y un periodo “ecológicamente cálido” que se presenta durante los meses de noviembre a marzo. Los demás meses presentan temperaturas dentro del intervalo medio anual para el departamento (IGAC, 2014).

La presencia de lluvias es constante durante todo el año, sin embargo, se produce una época de “verano ecológico” donde el volumen de lluvia mensual está por debajo del promedio y corresponde a los meses de noviembre a febrero. Igualmente ocurre una época de “invierno ecológico” donde el volumen de lluvias es superior al promedio mensual, correspondiente a los meses de abril a junio. En general, las precipitaciones son superiores a los 3.000 mm/año, aunque en algunas zonas alcanza valores cercanos a 4.500 mm anual, perteneciente a la zona del piedemonte amazónico, ubicado al noroccidente del departamento, con alturas de 2.100 m s. n. m. (IGAC, 2014).

El Caquetá presenta cinco unidades de paisaje: montaña, lomerío, piedemonte, valle y macizo (serranía del Chiribiquete). El paisaje de lomerío ocupa el primer lugar en extensión con el 67,9% del área total del territorio, extendiéndose desde la base del paisaje de montaña hasta los límites con los departamentos de Amazonas y Putumayo. En segundo lugar, está el paisaje de montaña con el 11,7 %, seguida por el macizo con el 10 %, el valle aluvial con el 9,7 % y el piedemonte ocupa una menor proporción con el 0,7 % del área total (IGAC, 2014).

El Departamento cuenta con tres grandes unidades de relieve: montaña, correspondiente a la parte alta y se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Oriental; la llanura amazónica, situada en el centro y oriente del departamento; y el piedemonte que comprende una pequeña franja situada entre los dos anteriores. La topografía es variada, plana y ondulada en la llanura, ondulada e inclinada en las zonas de montaña y piedemonte, generando diversidad de climas al presentar una altitud que varía entre 200 y 900 m s. n. m. en las planicies amazónicas y hasta 3.000 m s. n. m. en la vertiente oriental de la cordillera (IGAC, 2014).

La red hidrográfica está conformada exclusivamente por la cuenca del río Caquetá, perteneciente a la vertiente del Amazonas y los múltiples ríos que le aportan sus aguas,

entre los que se destacan los ríos Orteguzaza, Cagúan, Yarí, Apaporis, y otras corrientes menores (IGAC, 2010).

De acuerdo con el estudio general de suelos y zonificación de tierras del Caquetá, el IGAC (2014) ha establecido que el departamento presenta un amplio rango de pisos climáticos que van desde cálido en la parte amazónica y el piedemonte hasta el frío en la parte más alta de la cordillera, pasando por el piso térmico templado con regímenes de humedad Super-húmedo y Húmedo, predominando el clima cálido húmedo que cubre el 92.6% del área departamental.

Así mismo, el IGAC (2014) establece que los pisos altitudinales en el departamento del Caquetá, según el sistema de Holdridge, corresponden aproximadamente a las unidades Basal, Premontano, Montano Bajo y Montano, de la Región Latitudinal Tropical, los cuales equivalen respectivamente, a los pisos térmicos cálido, templado, frío y muy frío.

3.4.2 Proceso Metodológico

Para facilitar el desarrollo de la investigación, el estudio se organizó en ocho fases que corresponde a: Fase preliminar (F₁); Fase de identificación, selección y adquisición de registros y material cartográfico (F₂); Fase de elaboración de mapas de zonas de vida actual (F₃); Fase de elaboración de mapas de zonas de vida futura (F₄); Fase de cuantificación en km² y en porcentaje las zonas de vida de Holdridge en el Caquetá (F₅); Fase de elaboración de los mapas de usos actual y potencial del suelo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* para el periodo 1980-2010 y mapa de uso potencial del suelo para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, considerando los escenarios de emisión de cambio climático (F₆); Fase de elaboración del plan educativo local de adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* según los escenarios de cambio climático (F₇) y Fase de preparación, sustentación y entrega Tesis Doctoral (F₈).

En la Cuadro No. 1 se presenta de manera resumida, las etapas que hacen parte de cada fase, con sus respectivas técnicas y métodos.

Cuadro No. 1. Fases, etapas y técnicas de la investigación.

OBJ	FASE	ETAPA (E _{ij})	TECNICAS Y MÉTODOS
O1 O2 O3 O4	Fase Preliminar (F ₁)	Asesoría para el trabajo (E _{1.1})	Reunión de trabajo entre el Investigador, Director de tesis y especialista en meteorología.
		Selección de referencias bibliográficas y cartografía del área de estudio (E _{1.2})	Consulta y revisión bibliográfica.
		Selección de estaciones climatológicas (E _{2.1})	Definición de registros históricos de precipitación y temperatura para periodos igual o superior a 30 años.

OBJ	FASE	ETAPA (E _{ij})	TECNICAS Y MÉTODOS
O1 O2 O3 O4	Fase de identificación y selección y adquisición de registros y material Cartográfico (F ₂).	Validación de la información climatológica de registros históricos del periodo 1980-2010 (E _{2.4}).	Complemento datos faltantes de registros de precipitación y temperatura con regresión logarítmica y valor climático.
		Adquisición de pronósticos de precipitación y temperatura del periodo 2011-2100 (E _{2.5}).	Solicitud de proyecciones de los escenarios de cambio climático 2011-2100 para precipitación y temperatura.
		Búsqueda y adquisición de los usos actual y potencial del suelo (E _{2.6}).	Adquisición de registros e imágenes satelitales de usos actual y potencial del suelo, con especial referencia en el <i>Hevea brasiliensis</i> .
O1	Fase de elaboración del mapa de zonas de vida para el periodo 1980-2010 (F ₃).	Elaboración del mapa de precipitación del Caquetá, para el periodo 1980-2010 (E _{3.1}).	Elaboración de los mapas de isoyetas con datos de series históricas climatológicas 1980-2010.
		Elaboración del mapa de temperatura del Caquetá, para el periodo 1980-2010 (E _{3.2}).	Elaboración de los mapas de isotermas con datos de series históricas climatológicas 1980-2010.
		Elaboración del mapa de zonas de vida del Caquetá, para el periodo 1980-2010 (E _{3.3}).	Con el diagrama de Holdridge y la interpolación en ArcGIS de los mapas de isoyetas y isotermas se definieron las zonas de vida del Caquetá para el periodo 1980-2010.
O2	Fase de elaboración de los mapas de zonas de vida del Caquetá para el periodo 2011-2100 (F ₄).	Elaboración de los mapas de zonas de vida del Caquetá, teniendo en cuenta los escenarios de emisión de cambio climático para el periodo 2011-2100 (E _{4.1}).	Construcción de los mapas de isotermas, isoyetas y zonas de vida del Caquetá, a partir de las proyecciones del IDEAM, utilizando la misma metodología de la F ₃ para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.
O2	Fase de cuantificación de las zonas vida en km ² y en porcentaje (F ₅).	Cuantificación de la extensión y distribución de las zonas de vida para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 (E _{5.1}).	Se estableció el área en Km ² y el porcentaje de cada zona de vida de los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100. Luego se comparó y se cuantificó el número, la distribución del área en Km ² y el porcentaje de cada zona de vida para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, considerando los escenarios de emisión de cambio climático.

OBJ	FASE	ETAPA (E _{ij})	TECNICAS Y MÉTODOS
O3	Fase de elaboración de los mapas de uso actual del periodo 1980-2010 y del uso potencial del suelo de los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá (F ₆).	Elaboración del mapa de uso actual del suelo (UAS) del periodo 1980-2010, para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá (E _{6.1}).	Se adquirió la cartografía básica del Caquetá a escala 1:100.000 en formato digital. Luego se digitalizó las 924 Unidades Productoras de Plantaciones de Caucho (UPPC) a través del software Arcgis 10.5, determinando porcentaje de área, uso y cobertura actual del <i>Hevea brasiliensis</i> .
		Elaboración de los mapas de uso potencial del suelo de los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el departamento de Caquetá (E _{6.2}).	Se utilizó el mapa de zonificación para el estudio comercial de caucho generado por la UPRA en el 2017, escala 1:100.000. Se digitalizaron las 924 UPPC, determinando la capacidad y la aptitud climática de uso del suelo del <i>Hevea brasiliensis</i> para cada periodo evaluado en el departamento de Caquetá.
O4	Fase de elaboración del plan educativo de mitigación y adaptación para el manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> según los escenarios de cambio climático (F ₇).	Preparación y planificación del plan educativo (E _{7.1}), análisis y sistematización de resultados (E _{7.2}), propuesta de estrategias educativas de adaptación para el manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> (E _{7.3}).	Se construyó el Plan Educativo de Mitigación y Adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al Cambio Climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC), el cual una matriz conceptual con indicadores, productos, metas, responsables y tiempo.
O1 O2 O3 O4	Fase de preparación, sustentación y entrega de tesis doctoral (F ₈).	Presentación del informe final de Tesis Doctoral (E _{8.1}).	Documento digital e integración de los resultados obtenidos en las fases F1, F2, F3, F4, F5, F6 y F7.
		Sustentación verbal de la Tesis Doctoral (E _{8.2}).	Presentación de la tesis doctoral y sus resultados a través de diapositivas de PowerPoint ante los jurados.
		Entrega de la Tesis Doctoral (E _{8.3}).	Entrega del documento final en medio digital y físico

3.4.3 Descripción de las fases metodológicas

3.4.3.1 Fase Preliminar (F₁)

Correspondió a las asesorías adelantadas con el director de tesis y asesor del grupo de Investigación ECOSURC con énfasis en la disciplina de meteorología. Esta fase incluyó la revisión de la información bibliográfica disponible en documentos físicos y electrónicos, referente a las zonas de vida en el departamento de Caquetá, según el sistema de clasificación de Holdridge, y los escenarios de emisión de cambio climático

para el periodo 2011-2100, publicados por el IDEAM.

También se consultaron estudios e información secundaria de diferentes fuentes, obteniendo el estado del arte de lo que se ha realizado en el contexto regional, nacional e internacional. Para facilitar la búsqueda y la organización de la información, se establecieron cinco categorías de análisis: 1) Zonas de vida Holdridge y cambio climático. 2). Cambio climático y escenarios de emisión. 3) Biodiversidad y cambio climático. 4). Sector agrícola y cambio climático, con énfasis en *Hevea brasiliensis*. 5). Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

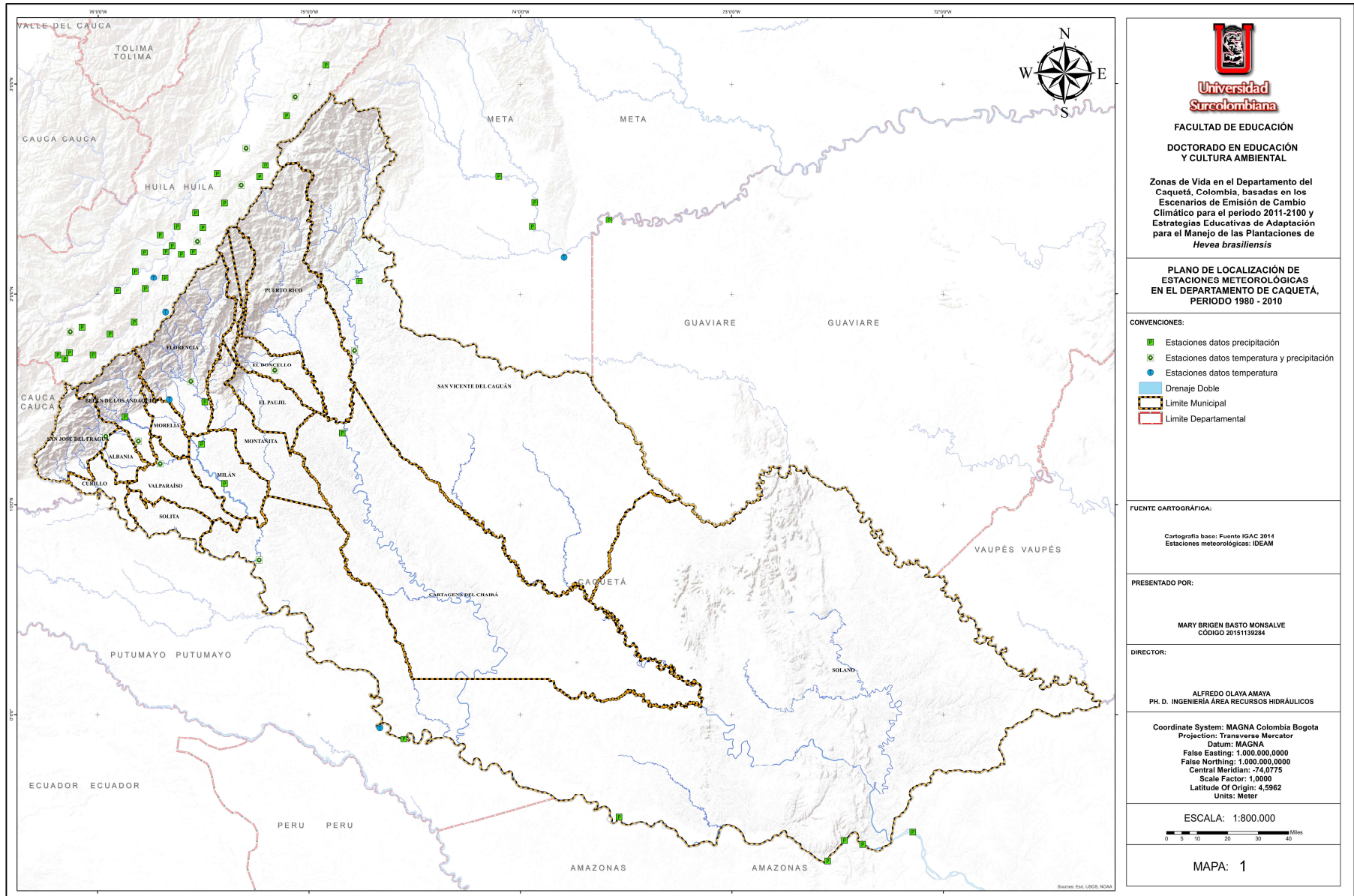
3.4.3.2 Fase de identificación, selección y adquisición de registros y material cartográfico (F2)

Del catálogo nacional de estaciones hidrometeorológicas que registra el IDEAM, se seleccionaron estaciones del Caquetá y de departamentos limítrofes para el período 1980-2010, tomando un tiempo de 30 años de referencia, recomendado por la OMM (1989), para la obtención de registros más confiables en el cálculo de las normales climatológicas.

Las estaciones seleccionadas fueron en su mayoría de tipo convencional, todas activas, recopilando información de las estaciones meteorológicas de tipo: Climatológica Ordinaria (CO), Climatológica Principal (CP), Pluviográfica (PG), Pluviométrica (PM), Sinóptica Principal (SP).

Para el periodo 1980-2010 se seleccionaron 57 estaciones con datos mensuales para la variable de precipitación en milímetros (mm) y 16 estaciones para la variable de temperatura en grados centígrados (°C). Ver Mapa No. 1 y Cuadros No. 2 y 3.

Mapa No. 1. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas en el periodo 1980-2010.



Fuente: Elaboración a partir de estaciones climatológicas suministradas por el IDEAM, 2018.

Cuadro No. 2. Estaciones climatológicas con datos de precipitación del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 1980-2010.

No.	CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	CATEG	NOMBRE SUBCUENCA	DEPTO	MPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1	21010100	PALESTINA	PM	GUARAPAS	HUILA	PALESTINA	1,724833	-76,133333	1,530
2	21010110	INSFOPAL	PM	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,844917	-76,074417	1,265
3	21010180	EL TABOR	PM	GUARAPAS	HUILA	PALESTINA	1,695278	-76,155222	1,700
4	21010210	MONTECRISTO	PM	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,713806	-76,188917	1,674
5	21015020	SEVILLA	CO	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,824833	-76,130278	1,320
6	21020040	EL VISO	PM	MAGDALENA	HUILA	ELÍAS	2,017139	-75,907222	1,017
7	21030050	GUADALUPE	PM	SUAZA	HUILA	GUADALUPE	2,02625	-75,775361	893
8	21030060	SAN ADOLFO	PM	SUAZA	HUILA	ACEVEDO	1,714278	-76,022083	1,345
9	21030080	ACEVEDO	PM	SUAZA	HUILA	ACEVEDO	1,813611	-75,942222	1,350
10	21030090	LA JAGUA	PM	SUAZA	HUILA	GARZÓN	2,202944	-75,677722	755
11	21030110	SAN ANTONIO DEL PE	PM	SUAZA	HUILA	GARZÓN	2,07775	-75,681944	1,190
12	21035040	EL LIBANO	CO	SUAZA	HUILA	SUAZA	1,868389	-75,827778	1,045
13	21040040	PTE BALSEADERO	PM	MAGDALENA	HUILA	AGRADO	2,232361	-75,648556	688
14	21040050	TARQUI	PM	MAGDALENA	HUILA	TARQUI	2,108833	-75,822806	830
15	21040060	TRES ESQUINAS	PM	MAGDALENA	HUILA	PITAL	2,199361	-75,779361	805
16	21045010	LA BETULIA	CO	MAGDALENA	HUILA	AGRADO	2,281583	-75,705083	780
17	21060040	LA PITA	PM	QDA SAN MIGUEL	HUILA	GARZÓN	2,202028	-75,548583	1,330
18	21060070	GIGANTE 2	PM	QDA GUANDINOSA	HUILA	GIGANTE	2,388917	-75,538083	850
19	21060080	GARZON	PM	QDA GARZON	HUILA	GARZÓN	2,190083	-75,605056	990
20	21060090	EL HOBO	PM	QDA DEL HOBO	HUILA	HOBO	2,574806	-75,435528	636
21	21060100	HDA LA CRISTALINA	PM	QDA GUANDINOSA	HUILA	GIGANTE	2,317167	-75,503583	1,460
22	21060110	RIOLORO	PM	LORO	HUILA	GIGANTE	2,3215	-75,624667	721
23	21065040	ZULUAGA	CO	LORO	HUILA	GARZÓN	2,2525	-75,529444	1,270
24	21100070	STA BARBARA FCA	PG	NEIVA	HUILA	ALGECIRAS	2,561722	-75,235139	1,750
25	21100080	NUEVO PARAISO	PM	NEIVA	HUILA	ALGECIRAS	2,615278	-75,206694	1,525
26	21100140	LA ARCADIA	PM	BLANCO	HUILA	ALGECIRAS	2,434606	-75,400889	1,380
27	21105030	ALGECIRAS	CO	NEIVA	HUILA	ALGECIRAS	2,521694	-75,32225	1,155
28	21105040	HDA POTOSI	CO	MAGDALENA	HUILA	CAMPOALEGRE	2,696806	-75,298889	680
29	21110400	STA HELENA	PG	CEIBAS	HUILA	NEIVA	2,851139	-75,108194	1,160
30	21115100	PALACIO-VEGALARGA	CO	FORTALECILLAS	HUILA	NEIVA	2,942639	-75,066389	1,100
31	21115140	LAURELES	CO	VILLAVIEJA	HUILA	BARAYA	3,094	-74,921111	2,100
32	32010010	LA MARIPOSA	PM	GUAYABERO	META	URIBE	2,562833	-74,103083	383
33	32030020	RAUDAL UNO	PM	GUAYABERO	META	LA MACARENA	2,3225	-73,943889	351
34	32035020	LA BALSORA	CO	GUAYABERO	META	LA MACARENA	2,438389	-73,932278	270
35	32040010	LA CATALINA	PM	GUAYABERO	GUAVIARE	SAN JOSÉ GUAVIARE	2,354667	-73,580944	262
36	42040010	YURUPARI	PM	VAUPES	VAUPÉS	MITÚ	0,870389	-71,040806	200
37	42060010	LOS CERROS	PM	VAUPES	VAUPÉS	MITÚ	0,905194	-70,776306	195
38	44010090	CONDAGUA	PM	CAQUETA	PUTUMAYO	MOCOA	1,2805	-76,584194	500
39	44030060	LARANDIA	PM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,489083	-75,49325	390
40	44030080	MILAN	PM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	MILÁN	1,28925	-75,508333	260
41	44035020	APTO G. ARTUNDUAGA	CO	HACHA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,589056	-75,559556	244
42	44040020	BELEN DE ANDAQUIES	PM	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUÍES	1,419528	-75,870722	300
43	44045010	SAN JOSE DE FRAGUA	CO	FRAGUA	CAQUETÁ	SAN JOSÉ FRAGUA	1,325139	-75,9615	320
44	44045020	VALPARAISO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	VALPARAISO	1,19525	-75,704472	270
45	44045030	LA MONO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUÍES	1,303361	-75,807722	300
46	44050010	SAN ANTONIO GETUCHÁ	PM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	MILÁN	1,099611	-75,400333	250
47	44055010	TRES ESQUINAS	SP	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	SOLANO	0,7375	-75,236111	219
48	44100010	CORDOBA	PM	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,114972	-74,551833	152
49	44120010	LOS ESTRECHOS	PM	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,486222	-73,534139	139
50	44130070	MONOCHOA	PM	CAQUETA	AMAZONAS	SANTANDER (Araracuara)	-0,697306	-72,547167	133
51	44130080	PTO LAS BRISAS	PM	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,597972	-72,4685	132
52	44135010	ARARACUARA	CP	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,616361	-72,381917	150
53	44150010	AGUAZUL	PM	CAQUETA	AMAZONAS	SANTANDER (Araracuara)	-0,559889	-72,144944	129
54	46015010	SAN VICENTE CAGUAN	CP	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	2,063	-74,762694	300
55	46015020	STA ROSA CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	1,735472	-74,785056	240
56	46035010	MAGUARE	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	EL DONCELLO	1,640222	-75,162667	270
57	46040010	CARTAGENA D CHAIRA	PM	GUAYAS	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRÁ	1,340917	-74,843556	300

Fuente de datos: IDEAM (2018).

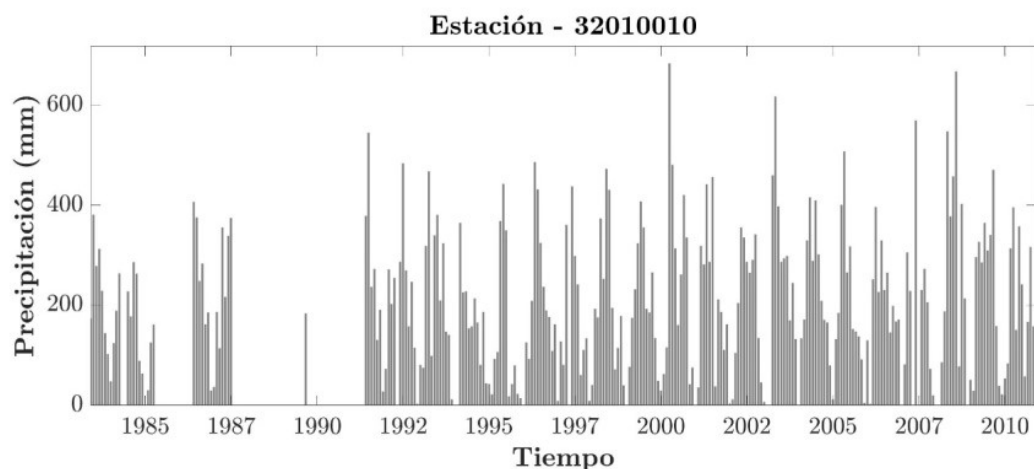
Cuadro No. 3. Estaciones climatológicas con datos de temperatura del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 1980-2010.

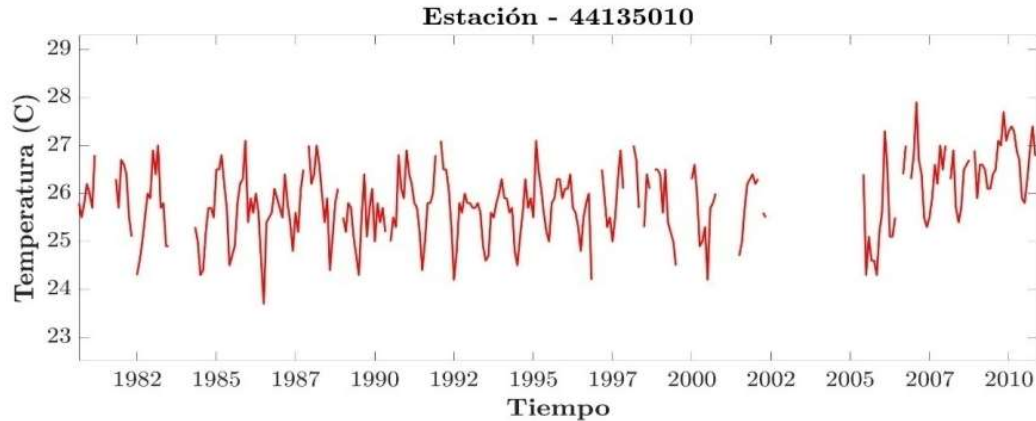
No	CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	CATEG	NOMBRE SUBCUENCA	DEPTO	MPIO	LATITUD	LONGITUD
1	21035020	RESINA	CO	SUAZA	HUILA	GUADALUPE	1,9138889	-75,679
2	21015020	SEVILLA	CO	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,824833	-76,130278
3	21025030	ALTAMIRA EL GRIFO	CO	SUAZA	HUILA	ALTAMIRA	2,079167	-75,736222
4	21065040	ZULUAGA	CO	LORO	HUILA	GARZÓN	2,2525	-75,529444
5	21105030	ALGECIRAS	CO	NEIVA	HUILA	ALGECIRAS	2,521694	-75,32225
6	21105040	POTOSI HDA	CO	MAGDALENA	HUILA	CAMPOALEGRE	2,696806	-75,298889
7	21115100	PALACIO-VEGALARGA	CO	FORTALECILLAS	HUILA	NEIVA	2,942639	-75,066389
8	32035010	LA MACARENA	CP	GUAYABERO	META	LA MACARENA	2,176111	-73,793333
9	44035020	APTO G. ARTUNDUAGA	CO	HACHA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,589056	-75,559556
10	44035030	MACAGUAL	AM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,499722	-75,661
11	44045010	SAN JOSE DE FRAGUA	CO	FRAGUA	CAQUETÁ	SAN JOSÉ FRAGUA	1,325139	-75,9615
12	44045020	VALPARAISO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	VALPARAISO	1,19525	-75,704472
13	44045030	LA MONO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUIÉS	1,303361	-75,807722
14	44055010	TRES ESQUINAS	SP	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	SOLANO	0,7375	-75,236111
15	44115020	LA TAGUA	AM	CAQUETA	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	-0,06075	-74,665222
16	46015020	STA ROSA CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	1,735472	-74,785056
17	46035010	MAGUARE	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	EL DONCELLO	1,640222	-75,162667

Fuente de datos: IDEAM (2018).

Luego de identificar las estaciones meteorológicas, se procedió a recopilar los datos mensuales de las variables de precipitación y temperatura del periodo 1980-2010. Posteriormente, los datos recolectados fueron analizados con el fin de determinar la validación de la información climatológica de los registros históricos. Dicha validación se realizó a través de un análisis exploratorio, donde se encontraron algunos casos de discontinuidad temporal en los registros de precipitación y temperatura, como también valores atípicos; esto posiblemente por fallas en los instrumentos de medición o por factores operativos de carácter antrópico en las estaciones de monitoreo (Ver Figura No. 3).

Figura No. 3. Discontinuidad en series meteorológicas, parte superior serie mensual de precipitación registrada en la estación La Mariposa [32010010] y en la parte inferior serie mensual de temperatura en la estación Araracuara [44135010]





Para la homogenización y el complemento de datos faltantes se utilizaron modelos de regresión logarítmica, con el fin de identificar datos anómalos y calcular datos ausentes en las series seleccionadas. La homogenización consistió en aplicar a las series de precipitación y temperatura las pruebas de Tukey (Boxplot) y Grubbs, para la detección de datos atípicos en la información recopilada del IDEAM, debido a las fluctuaciones que pudieron presentar las estaciones de monitoreo, asociados a eventos de variabilidad climática como el fenómeno ENOS. La complementación se llevó a través de modelos de regresión lineal múltiple, Kriging y la utilización del valor climático (Promedio mensual multianual). En el Anexo 1 se describe en detalle los modelos estadísticos mencionados.

Para el período 2011-2100 se tomaron las estaciones que utilizó el IDEAM en la elaboración de la Tercera CNCC publicada en el 2015. Se escogieron 40 estaciones con datos mensuales de precipitación (mm) y 12 estaciones con datos de temperatura (°C). Ver Cuadros No. 4 y 5, Mapa No. 2.

Cuadro No. 4. Estaciones climatológicas con datos de temperatura del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 2011-2100.

No.	CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	CATEG	NOMBRE SUBCUENCA	DEPTO	MPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1	21035020	RESINA	CO	SUAZA	HUILA	GUADALUPE	1,91388889	-75,679	2,102
2	21015020	SEVILLA	CO	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,824833	-76,130278	1,320
3	21105040	POTOSI HDA	CO	MAGDALENA	HUILA	CAMPOALEGRE	2,696806	-75,298889	680
4	44035020	APTO G. ARTUNDUAGA	CO	HACHA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,589056	-75,559556	244
4	44035030	MACAGUAL	AM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,499722	-75,661	280
6	44045010	SAN JOSE DE FRAGUA	CO	FRAGUA	CAQUETÁ	SAN JOSÉ FRAGUA	1,325139	-75,9615	320
7	44045020	VALPARAISO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	VALPARAISO	1,19525	-75,704472	270
8	44045030	LA MONO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUÍES	1,303361	-75,807722	300
9	46015020	STA ROSA CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	1,735472	-74,785056	240
10	46035010	MAGUARE	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	EL DONCELLO	1,640222	-75,162667	270
11	46015010	SAN VICENTE DEL CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	2,063	-74,762694	300
12	46035020	PUERTO RICO	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	PUERTO RICO	1,91752777	-74,150666	285

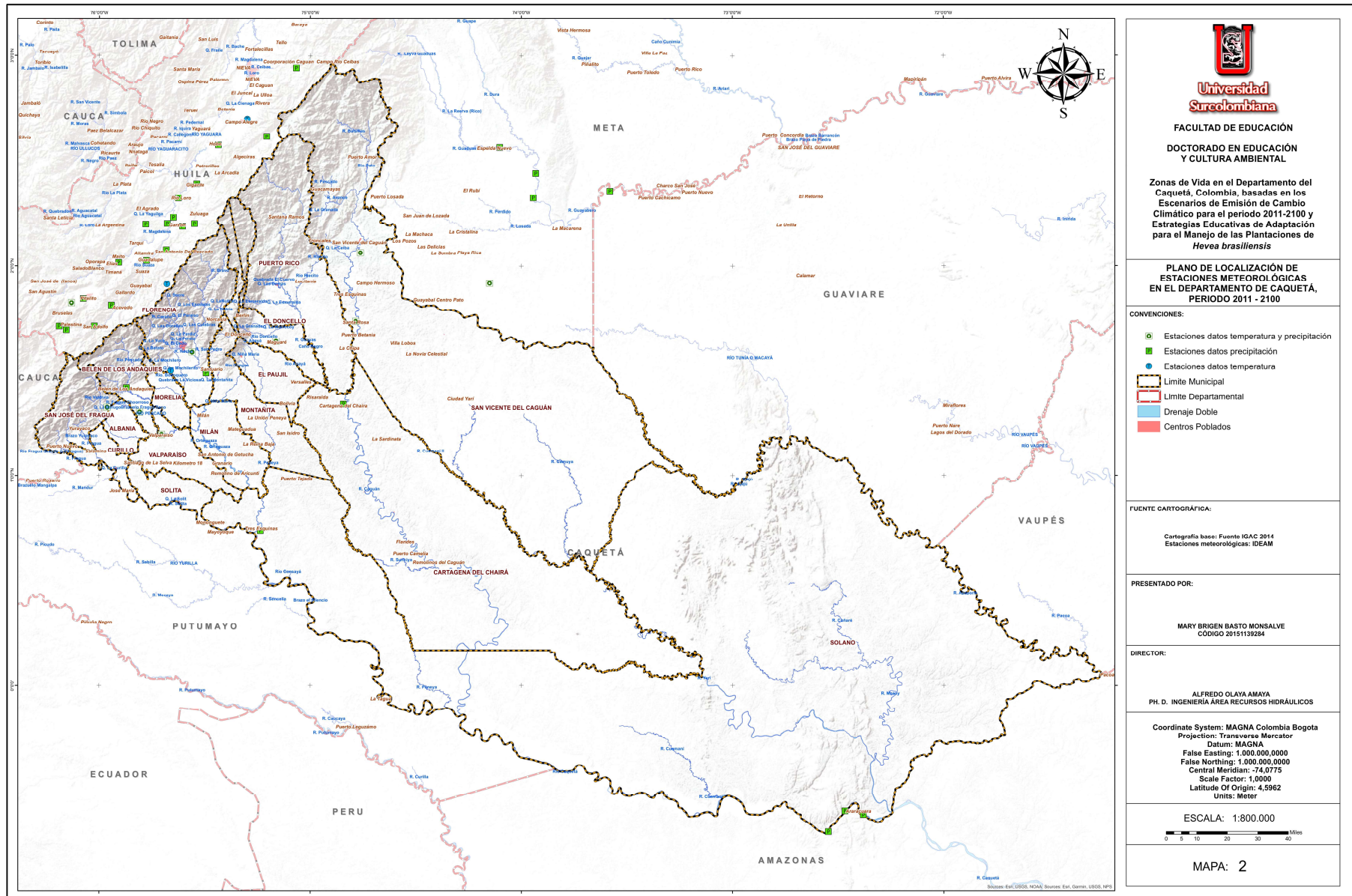
Fuente de datos: IDEAM, 2018.

Cuadro No. 5. Estaciones climatológicas con datos de precipitación del departamento de Caquetá y departamentos limítrofes, periodo 2011-2100.

No.	CÓDIGO ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	CATEG	NOMBRE SUBCUENCA	DEPTO	MPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1	21010110	INSFOPAL	PM	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,844917	-76,074417	1,265
2	21010180	EL TABOR	PM	GUARAPAS	HUILA	PALESTINA	1,695278	-76,155222	1,700
3	21010210	MONTECRISTO	PM	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,713806	-76,188917	1,674
4	21015020	SEVILLA	CO	GUARAPAS	HUILA	PITALITO	1,824833	-76,130278	1,320
5	21020040	EL VISO	PM	MAGDALENA	HUILA	ELÍAS	2,017139	-75,907222	1,017
6	21030050	GUADALUPE	PM	SUAZA	HUILA	GUADALUPE	2,02625	-75,775361	893
7	21030060	SAN ADOLFO	PM	SUAZA	HUILA	ACEVEDO	1,714278	-76,022083	1,345
8	21030080	ACEVEDO	PM	SUAZA	HUILA	ACEVEDO	1,813611	-75,942222	1,350
9	21030090	LA JAGUA	PM	SUAZA	HUILA	GARZÓN	2,202944	-75,677722	755
10	21030110	SAN ANTONIO DEL PE	PM	SUAZA	HUILA	GARZÓN	2,07775	-75,681944	1,190
11	21040040	PTE BALSEADERO	PM	MAGDALENA	HUILA	AGRADO	2,232361	-75,648556	688
12	21040060	TRES ESQUINAS	PM	MAGDALENA	HUILA	PITAL	2,199361	-75,779361	805
13	21060040	LA PITA	PM	QDA SAN MIGUEL	HUILA	GARZÓN	2,202028	-75,548583	1,330
14	21060070	GIGANTE 2	PM	QDA GUANDINOSA	HUILA	GIGANTE	2,388917	-75,538083	850
15	21060080	GARZON	PM	QDA GARZON	HUILA	GARZÓN	2,190083	-75,605056	990
16	21060090	EL HOBO	PM	QDA DEL HOBO	HUILA	HOBO	2,574806	-75,435528	636
17	21060110	RIOLORO	PM	LORO	HUILA	GIGANTE	2,3215	-75,624667	721
18	21100080	NUEVO PARAISO	PM	NEIVA	HUILA	ALGECIRAS	2,615278	-75,206694	1,525
19	21115100	PALACIO-VEGALARGA	CO	FORTALECILLAS	HUILA	NEIVA	2,942639	-75,066389	1,100
20	32010010	LA MARIPOSA	PM	GUAYABERO	META	URIBE	2,562833	-74,103083	383
21	32030020	RAUDAL UNO	PM	GUAYABERO	META	LA MACARENA	2,3225	-73,943889	351
22	32035020	LA BALSORA	CO	GUAYABERO	META	LA MACARENA	2,438389	-73,932278	270
23	32040010	LA CATALINA	PM	GUAYABERO	GUAVIARE	SAN JOSÉ GUAVIARE	2,354667	-73,580944	262
24	44010090	CONDAGUA	PM	CAQUETA	PUTUMAYO	MOCOA	1,2805	-76,584194	500
25	44030060	LARANDIA	PM	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,489083	-75,49325	390
26	44035020	APTO G. ARTUNDUAGA	CO	HACHA	CAQUETÁ	FLORENCIA	1,589056	-75,559556	244
27	44040020	BELÉN DE ANDAQUIÉS	PM	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUIÉS	1,419528	-75,870722	300
28	44045010	SAN JOSE DE FRAGUA	CO	FRAGUA	CAQUETÁ	SAN JOSÉ FRAGUA	1,325139	-75,9615	320
29	44045020	VALPARAISO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	VALPARAISO	1,19525	-75,704472	270
30	44045030	LA MONO	CO	PESCADO	CAQUETÁ	BELÉN ANDAQUIÉS	1,303361	-75,807722	300
31	44055010	TRES ESQUINAS	SP	ORTEGUAZA	CAQUETÁ	SOLANO	0,7375	-75,236111	219
32	44130070	MONOCHOA	PM	CAQUETA	AMAZONAS	SANTANDER (Araracuara)	-0,697306	-72,547167	133
33	44130080	PTO LAS BRISAS	PM	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,597972	-72,4685	132
34	44135010	ARARACUARA	CP	CAQUETA	CAQUETÁ	SOLANO	-0,616361	-72,381917	150
35	46015010	SAN VICENTE CAGUAN	CP	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	2,063	-74,762694	300
36	46015020	STA ROSA CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	1,735472	-74,785056	240
37	46035010	MAGUARE	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	EL DONCELLO	1,640222	-75,162667	270
38	46040010	CARTAGENA D CHAIRA	PM	GUAYAS	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRÁ	1,340917	-74,843556	300
39	46015010	SAN VICENTE DEL CAGUAN	CO	CAGUAN	CAQUETÁ	SAN VICENTE CAGUÁN	2,063	-74,762694	300
40	46035020	PUERTO RICO	CO	GUAYAS	CAQUETÁ	PUERTO RICO	1,917528	-74,150666	285

Fuente de datos: IDEAM, 2018.

Mapa No. 2. Distribución espacial de las estaciones meteorológicas empleadas en el periodo 2011-2100.



Fuente: Elaboración a partir de estaciones climatológicas suministradas por el IDEAM, 2018.

3.4.3.3 Fase de precipitación, temperatura y zonas de vida del departamento de Caquetá, periodo 1980-2010 (F₃).

Para la elaboración de los mapas de isoyetas y de isotermas se utilizaron métodos de interpolación presentes en ArcGis, entre ellos, el de Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés) y Kriging, donde se emplearon los datos de series históricas de las estaciones climatológicas suministradas por el IDEAM para el periodo 1980-2010.

En el caso de la precipitación, se elaboró el mapa de isoyetas a través de interpolación espacial realizado con IDW, en el cual se pudo modelar la distribución espacial de las tendencias anuales de las series de precipitación que fueron identificadas en las estaciones de monitoreo suministradas por el IDEAM (Ver Anexo 2). Estudios realizados por Díaz *et al.*, 2008; Rojas *et al.*, 2010; Vargas *et al.*, 2011; Ángel, 2015 y Alzate *et al.*, 2018 han indicado que el IDW tiene un mejor ajuste para la precipitación que para la temperatura.

Para la temperatura media, se elaboró el mapa de isotermas utilizando el método de interpolación geoestadístico Kriging basado en el Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés) y los datos de las series históricas de temperaturas del periodo 1980-2010 (Ver Anexo 3). Así mismo, la generación del mapa de isotermas se evaluó a partir de la biotemperatura media anual, determinada por los pisos altitudinales, de conformidad con el sistema de clasificación de Holdridge.

Para el tratamiento de la biotemperatura se empleó un clasificador en el programa ArcGIS 10.5, estableciendo intervalos entre 0 y 30 °C. Para llevar a cabo este procedimiento se usó la herramienta raster calculator, aplicando la fórmula (Max [Min [tmin ó tmax], 30] ,0]), que transforma las temperaturas < 0 °C y > 30 °C, en 0 y 30 °C respectivamente (Lugo *et al.*, 1999).

Luego de elaborar los mapas de isoyetas y de isotermas, se efectuó el cruce y la intersección de capas de estos mapas con el software SIG (ArcGIS 10.5), y con base en el diagrama de clasificación de Holdridge, se definieron las zonas de vida del Caquetá con el clima presente.

3.4.3.4 Fase de precipitación, temperatura y zonas de vida del departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 (F₄).

A partir de las proyecciones de las variables de precipitación y temperatura media realizadas por el IDEAM en su Tercera CNCC, se elaboraron mapas propios de isoyetas y de isotermas, utilizando la misma metodología de la F₃.

Con base en la información generada por el IDEAM para cada departamento, el presente estudio tomó las proyecciones del Caquetá para las variables de precipitación y temperatura (Anexos 4, 5, 6, 7, 8 y 9), considerando las respuestas de los promedios de los cuatro escenarios RCPs para la elaboración de los mapas de precipitación (isoyetas) y de temperaturas (isotermas) a través del método de

interpolación ArcGIS 10.5, y con base en el diagrama de Holdridge se generaron las zonas de vida del departamento de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. Posteriormente, se calcularon las áreas de cada zona de vida en cada uno de estos periodos, con lo cual se determinaron las diferencias de superficie y de distribución espacial de cada bioclima entre los mismos periodos.

3.4.3.5 Cuantificación de la extensión y distribución de las zonas de vida del Caquetá, para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 (F₅).

A partir del mapa de zonas de vida del Caquetá para el período 1980-2010, se identificaron las zonas de vida para cada municipio con su área en Km² y porcentaje.

Con los mapas de zonas de vida del departamento del Caquetá para los períodos de 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, se definieron los desplazamientos en la distribución de las mismas para cada municipio del Caquetá, teniendo como referente las zonas de vida halladas en el periodo 1980-2010.

Posteriormente se comparó y se analizó el número, la extensión y el porcentaje de área de cada zona de vida determinada para cada periodo evaluado. A partir de esta cuantificación se establecerán las semejanzas y diferencias respectivas de zonas de vida.

3.5.3.6 Fase de determinación del uso actual del periodo 1980-2010 y del uso potencial del suelo de los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá (F₆).

Para la elaboración del mapa de uso actual del suelo para el *Hevea brasiliensis* del periodo 1980-2010 se adquirió con el IGAC la cartografía básica del departamento de Caquetá a escala 1:100.000 en formato digital. Luego se realizó el procesamiento digital de las Unidades Productoras de Plantaciones de Caucho (UPPC) a través del software Arcgis 10.5, para la georreferenciación de las 924 UPPC y la determinación del porcentaje de área, uso y cobertura actual del *Hevea brasiliensis*.

Con respecto al mapa de uso potencial del mismo periodo, se tuvo en cuenta el mapa de zonificación para el estudio comercial de caucho a escala 1:100.000 publicado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) en el 2017. Posteriormente, se realizó la digitalización de las 924 UPPC empleando el software ArcGis 10.5, con el cual se determinó la capacidad y la aptitud climática de uso del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá.

Para la elaboración de los mapas de uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, se tuvo en cuenta la siguiente información:

- Mapas de precipitación y temperatura del Caquetá de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100
- Estudio de suelos y zonificación de tierras del Caquetá escala 1.100.000 y cartografía suministrada por el IGAC.
- Información digital georreferenciada de las plantaciones de *Hevea* en el Caquetá.

Con la información adquirida y la preparación de los datos, se realizó la interpolación en ArcGis 10.5 y el análisis multitemporal, con el cual se determinó la zonificación de las áreas aptas en términos de condiciones climáticas de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* en el Caquetá para cada periodo futuro.

3.5.3.7 Fase de estrategias educativas de adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* (F7).

Esta fase incluyó el desarrollo de tres etapas: Preparación y planificación del plan educativo, análisis y sistematización de resultados y propuesta de estrategias educativas de adaptación y mitigación para el manejo del *Hevea brasiliensis*.

Preparación y planificación del plan educativo (E7.1): Para el desarrollo de esta etapa se abordaron dos actividades previas que se describen a continuación.

- **Articulación con otros instrumentos de planificación (E7.1.1):** Se revisaron instrumentos de planificación y políticas formuladas para la cadena productiva del caucho en el departamento, como también documentos técnicos, lineamientos y planes que integran la gestión ambiental del sector, el cual fueron analizados para incorporarlos en el plan educativo de adaptación. Los documentos revisados fueron:
 - Política nacional de cambio climático
 - Plan nacional de adaptación al cambio climático
 - Estrategia de desarrollo bajo en carbono
 - Estrategia de protección financiera ante el riesgo de desastres
 - Plan de acción sectorial de mitigación de los GEI del sector agropecuario
 - Plan de desarrollo departamental
 - Plan departamental de gestión del riesgo de desastre
 - Acuerdo sectorial de competitividad de la cadena de caucho natural del Caquetá
- **Diseño de entrevistas (E7.1.2):** Se diseñó un instrumento de captura de información cualitativa, contemplando dos tipos de guías para entrevistas semiestructuradas: una dirigida a productores caucheros y otra orientada a investigadores, servidores públicos y representantes de los gremios, quienes son tomadores de decisiones en la cadena productiva del caucho (Ver

Anexos 10 y 11).

Las entrevistas fueron realizadas mediante la interacción directa con los actores sociales en sus municipios y en las oficinas para los tomadores de decisiones. La técnica consistió en una conversación continuada y grabada en audio con el consentimiento de los entrevistados. El formato de preguntas abiertas permitió conocer los diversos discursos en torno a las transformaciones que ha tenido el departamento en las últimas décadas bajo el contexto del cambio climático y los impactos generados en el *Hevea brasiliensis*.

La entrevista se dividió en tres momentos: i). Presentación; ii). Características y percepciones sobre el clima local y la influencia del clima en la vida cotidiana y productiva; y finalmente iii). Evaluación de las estrategias de adaptación para el manejo del caucho frente al cambio climático.

Las preguntas estuvieron centradas en cuatro aspectos que permitieron orientar el desarrollo del ejercicio cualitativo:

- A. Percepción del conocimiento inicial del cambio climático.
- B. Percepción de la contribución de los productores al cambio climático.
- C. Percepción de los impactos del cambio climático en la vida cotidiana y productiva.
- D. Percepción de la gestión para la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el aspecto a, indicador de conocimiento, los actores entrevistados expresaron su opinión y conocimiento acerca del cambio climático. En el aspecto b, indicador de reacción, los actores identificaron las causas del cambio climático y relacionan su contribución al mismo. En el aspecto c, indicador de actitud, los actores establecieron la manera cómo perciben los impactos del cambio climático y plantearon la influencia que tiene el mismo en su vida cotidiana y en las actividades productivas. En el aspecto d, indicador de gestión, los actores reconocieron la importancia y la viabilidad de las medidas de mitigación y adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* al cambio climático. Este aspecto ayudó a caracterizar y establecer las medidas y estrategias para la formulación del plan educativo de adaptación.

Análisis y sistematización de resultados (E7.2): En esta etapa se analizó la información obtenida, luego de la aplicación de las entrevistas. La información generada en las entrevistas se sistematizó en una matriz de análisis de datos, diseñada en formato Excel. La consolidación de la información permitió la identificación y la priorización de medidas encaminadas a mitigar el riesgo climático sobre el cultivo del *Hevea brasiliensis*, para luego precisar estrategias de adaptación

del cultivo frente a los efectos asociados al cambio climático.

La sistematización proporcionó criterios comunes con respecto a las estrategias de adaptación planteadas en la recolección de la información primaria. Luego de este proceso, se procedió a escoger información clave para la incorporación en el plan educativo.

Propuesta de estrategias educativas de adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* (E7.3): Para el desarrollo de esta etapa se llevaron a cabo tres actividades:

- **Recolección de información secundaria de experiencias adaptativas:** Se procedió a revisar la información secundaria de fuentes regionales, nacionales e internacionales referentes a estrategias educativas en el *Hevea brasiliensis* y que aportaron información para complementar los conocimientos generados en la etapa (E7.1).
- **Entrevistas:** Análisis de la información obtenida en el instrumento, para incorporar las medidas planteadas por los actores en el plan educativo.
- **Articulación con otras iniciativas de adaptación:** Se efectuó el análisis de las estrategias de adaptación priorizadas por esta investigación, y lo dispuesto en otros planes de adaptación, con el fin de que existiera articulación y coherencia entre los diferentes planes adaptativos del sector.
- **Construcción del Plan Educativo de Mitigación y Adaptación del *Hevea brasiliensis* al Cambio Climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC):** A partir del análisis y la sistematización de los resultados de la etapa (E7.3), al igual que la revisión de las experiencias y lo consultado en otros planes de adaptación, se elaboró el PEMAHECC en una matriz conceptual que incluyó los problemas identificados a partir de los resultados de la investigación, objetivos propuestos a partir de los problemas caracterizados, programas, proyectos, medidas estratégicas, responsables potenciales, cronograma y resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 1980-2010.

4.1.1. Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010.

De acuerdo con la información meteorológica suministrada por el IDEAM, respecto a las estaciones situadas en el área de estudio y departamentos limítrofes, se generó el mapa de isoyetas del periodo 1980-2010, evidenciándose una distribución espacial de la lluvia que se puede apreciar en el Mapa No. 3.

El análisis efectuado a partir de la elaboración del mapa de precipitación, permite determinar a modo general, que el comportamiento de las lluvias para el departamento es constante durante todo el año, sin embargo, se presentan dos períodos de lluvias predominantes; el primer es de precipitaciones abundantes entre los meses de abril y julio, y el segundo un poco menos lluvioso, entre los meses de octubre y noviembre; en ambos períodos la precipitación mensual varía entre 180 y 260 mm. Se evidencia una temporada de menos lluvias para los meses de agosto y septiembre. Así mismo, los datos analizados reflejaron una temporada seca entre los meses de diciembre a febrero, con un promedio mensual que oscila entre 110 y 135 mm (Ver Anexo 12).

Otras características presentadas en el comportamiento de la precipitación total anual en el Caquetá, reflejó lo siguiente:

- 1) Existencia de una variabilidad en la distribución de las lluvias, siendo más escasas al norte del departamento y predominantes en el sur.
- 2) Las menores lluvias se registran al norte del departamento, en los municipios de San Vicente del Caguán, Puerto Rico, El Doncello y parte de Florencia, con totales anuales entre los 1.500 y 2.000 mm. También se presenta una franja muy marcada en la región nororiental, correspondiente al municipio de San Vicente del Caguán en límites con el departamento del Meta que llega a los 1.600 mm/año.
- 3) Las precipitaciones más altas se reportan al sur, en los municipios de Morelia, Belén de Los Andaquíes, San José del Fragua, Albania y Curillo; en la zona suroccidental, en los municipios de Milán y Valparaiso; en la región suroriente, comprendida por los municipios de Solita, Solano y Cartagena del Chairá. En estas zonas, las lluvias superan los 2.500 mm, alcanzando valores cercanos a los 4.000 mm/año.
- 4) La zona de la Cordillera Oriental en límites con el departamento del Huila es más seca, con registros de precipitaciones en el intervalo de 1.000 y 1.500 mm/año.

Los resultados de la distribución temporal de las lluvias del periodo 1980-2010

reportado en el Atlas Climatológico de Colombia (IDEAM, 2014) evidencian, en general, que las precipitaciones para el Caquetá son superiores a los 3.000 mm anuales en la región suroriental, entre los municipios de Cartagena del Chairá y Solano, como también al suroccidente del departamento, entre Belén de los Andaquíes, Albania, San José, Valparaiso y Milán.

Esta tendencia es similar a lo señalado en el documento directrices de ordenamiento territorial de la Gobernación del Caquetá & TNC (2017), en cuanto a que los patrones de precipitación para el departamento, registra que la más baja se halla entre noviembre y febrero, y la más alta, entre abril y junio (p. 96). De acuerdo con la misma fuente, la distribución de las lluvias para el periodo 1980-2010 presentó aumentos hacia el suroriente y hacia el occidente, con precipitaciones que oscilan entre los 1.000 y 5.000 mm al año a lo largo del departamento.

4.1.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010.

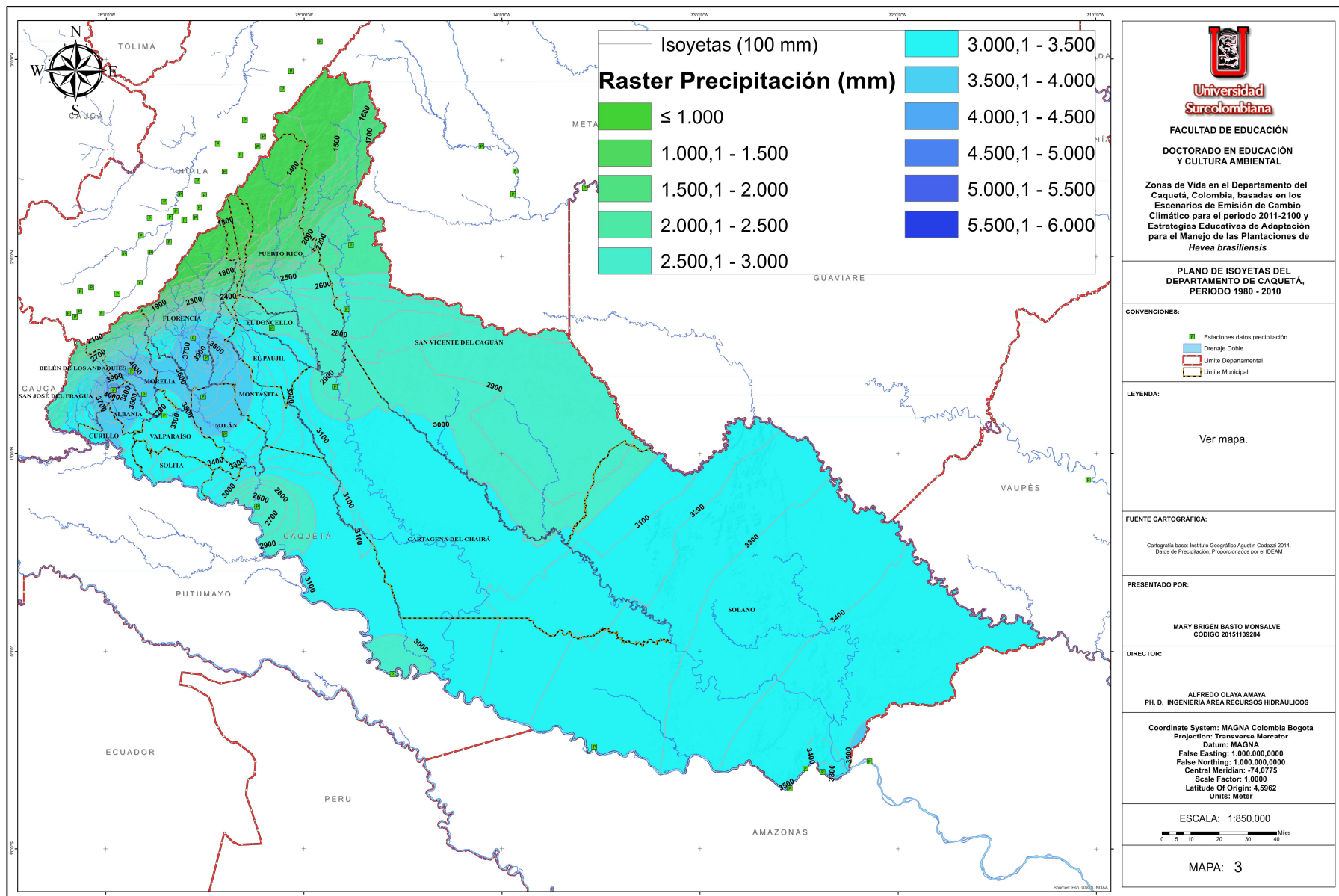
En términos generales, las temperaturas del Caquetá son cálidas, considerando que para el periodo 1980-2010 se presentaron temperaturas altas durante los meses de octubre y marzo, con mayor incidencia hacia los meses de diciembre y febrero con 25 °C, siendo más fresca en los meses de junio y agosto, oscilando entre 23 y 24°C.

En el Mapa No. 4 se puede apreciar la distribución espacial de la temperatura, con valores que van por debajo de los 6 °C en la zona de transición Andino-Amazónica, ubicada en la parte alta montañosa que corresponde al corredor de la divisoria de aguas de la Cordillera Oriental, hasta los 26 °C en el sector nororiental del departamento, municipio de Solano, área de influencia de la Serranía del Chiribiquete. Así mismo, este mapa muestra la temperatura por cada 100 metros de altitud, desde los 61 m s. n. m. (parte más baja), en el municipio de Solano en la frontera con el departamento del Amazonas, hasta los 3.645 m s. n. m. en la Cordillera de Los Picachos.

Estos resultados fueron validados con el Atlas Climatológico de Colombia (IDEAM, 2014), encontrándose correlación en las normales climatológicas evaluadas, donde la distribución de la temperatura media anual (°C) del Caquetá para el periodo 1980-2010 presenta valores promedios multianuales entre los 22 °C y 24 °C, con valores extremos menores a los 10 °C en la parte más alta de la Cordillera Oriental y 26 °C en el paisaje de lomerío y Piedemonte Amazónico (Ver Anexo 13).

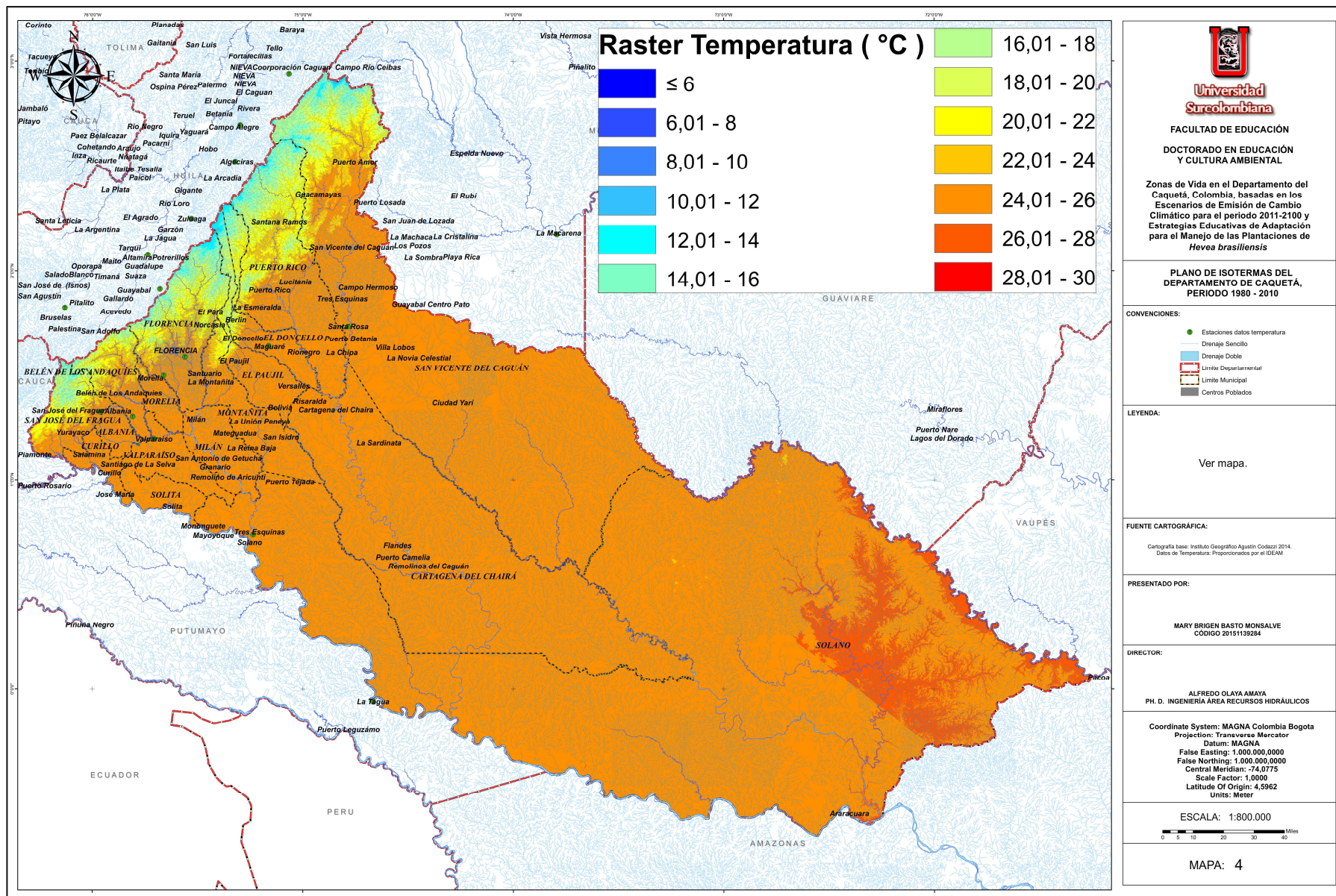
De igual forma, esta tendencia es compatible con lo reportado por la Gobernación del Caquetá & TNC (2017), en el documento directriz de ordenamiento territorial, donde estableció temperaturas superiores a 26 °C en la región de la llanura Amazónica, al oriente del departamento. En los paisajes de piedemonte y montaña, situados en la parte occidental del Caquetá, las temperaturas oscilaron entre 12 y 24 °C. El piedemonte fue la región que registró mayor variabilidad debido a los cambios de altura. Así mismo, este estudio registró temperaturas inferiores a 11 °C en la parte alta de la Cordillera Oriental en límites con el departamento del Huila.

Mapa No. 3. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá para el periodo 1980-2010.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación de las estaciones del IDEAM para el periodo 1980-2010 (Cuadro No. 2 y Anexo No. 2).

Mapa No. 4. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá para el período 1980-2010.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de temperatura de las estaciones del IDEAM para el periodo 1980-2010 (Cuadro No. 3 y Anexo No. 3).

4.1.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 1980-2010

Para la zona de estudio se definieron nueve zonas de vida. En el Mapa No. 5 se aprecia la distribución de las mismas en el territorio caqueteño, tomando información climática del periodo 1980-2010. En la Cuadro No. 6 se describe el área (ha) ocupada de las zonas de vida encontradas.

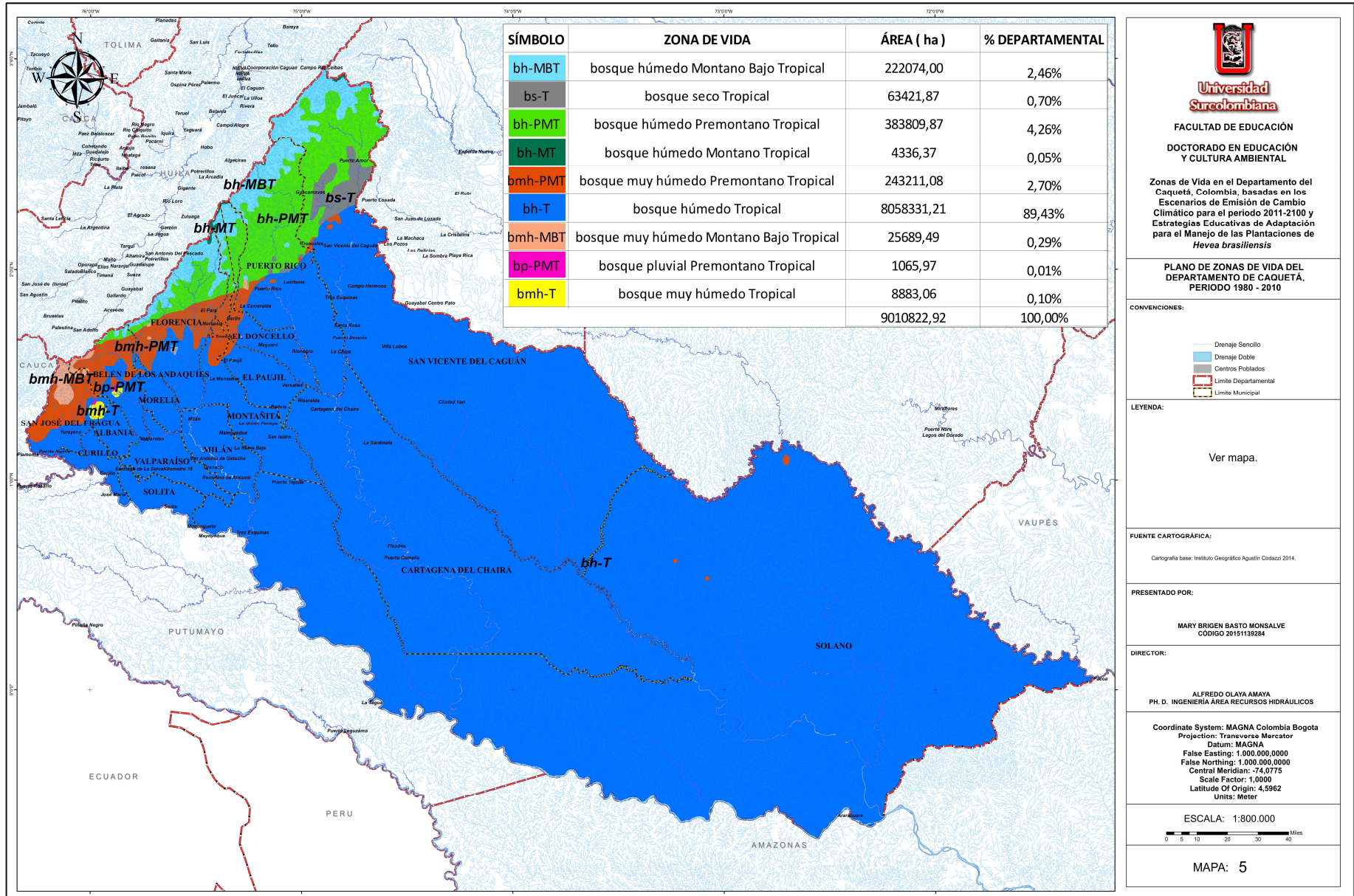
La zona de vida bosque húmedo Tropical domina en el departamento con el 89,43 %, seguido por el bosque húmedo Premontano Tropical con el 4,26 %, el bosque muy húmedo Premontano Tropical con 2,70 %, el bosque húmedo Montano Bajo Tropical con 2,46 %, el bosque seco Tropical constituye el 0,70 %, el bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical ocupa el 0,29 %, el bosque muy húmedo Tropical el 0,10 %, el bosque húmedo Montano Tropical el 0,05 % y finalmente el 0,01% del territorio corresponde a bosque pluvial Premontano Tropical (Ver Mapa No. 5).

Cuadro No. 6. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá, 1980-2010.

Símbolo	Zona de Vida	Área (ha)	% Departamental
bh-T	bosque húmedo Tropical	8.058.331	89,43
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	383.810	4,26
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	243.211	2,70
bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	222.074	2,46
bs-T	bosque seco Tropical	63.422	0,70
bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	25.689	0,29
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	8.883	0,10
bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	4.336	0,05
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	1.066	0,01
Total (ha)		9.010.822	100%

Fuente: Con base en los cálculos efectuados en el mapa No. 5.

Mapa No. 5. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el periodo 1980-2010.



Fuente: Mapa de zonas de vida de Caquetá elaborado en el 2019, a partir de los Mapas No. 3 y 4, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

El estudio de zona de vida de Colombia realizado por Espinal (1990) identificó siete zonas bioclimáticas para el Caquetá, mientras que en la presente investigación se encontraron nueve.

Cuadro No. 7. Distribución de las zonas de vida en el Caquetá para el año 1990.

Símbolo	Zona de Vida	Área (ha)	% Departamental
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	5.797.136	64,3
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	2.714.733	30,1
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	323.269	3,59
bp-MBT	bosque pluvial Montano Bajo Tropical	112.858	1,25
bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	45.819	0,51
bp-MT	bosque pluvial Montano Tropical	14.993	0,17
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	1.481	0,02
Total (ha)		9.010.289	100%

Fuente: Con base en cálculos efectuados sobre el mapa de zonas de vida de Espinal, 1990.

Las zonas de vida identificadas en el presente estudio y que no fueron reportadas por Espinal (1990) son las de bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT), bosque seco Tropical (bs-T) y bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT). Por el contrario, Espinal reporta las zonas de bosque pluvial Montano Bajo Tropical (bp-MBT) y bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT), las cuales no fueron encontradas en el presente estudio.

En el 2014, el IGAC publica el estudio general de suelos y zonificación de tierras, donde indica que de acuerdo con la clasificación de Holdridge, el departamento del Caquetá presenta cinco zonas de vida: bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT), bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) y bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT).

Comparando los datos obtenidos en esta investigación con los reportados por el IGAC (2014), se evidencian coincidencias en ambos estudios, excepto las zonas bh-PMT, bh-MBT, bs-T y bp-PMT, que no se encontraron en la distribución de zonas de vida del estudio realizado por el IGAC.

Así mismo, la Gobernación del Caquetá & TNC (2017) estableció la clasificación climática del Caquetá, bajo el sistema de Holdridge, y determinó ocho zonas de vida para el periodo presente: bosque húmedo Tropical (bh-T), bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT), bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT), bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT), bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT), bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT), bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT) y páramo pluvial Subalpino Tropical (pp-SAT). Estos datos muestran coincidencias con el presente estudio, al señalar que el bh-T es la zona dominante en el territorio caqueteño. Los bosques

Premontano y Montano también registraron coincidencias con el presente estudio, sobre todo, las zonas bh-PMT, bmh-PMT, bh-MBT y bmh-MBT. Para las otras zonas bmh-MT, bp-MT y pp-SAT, no se encontraron correspondencia con lo reportado en el presente estudio. La zona de vida pp-SAT reportada en este estudio es muy posible que no pertenezca a esta clasificación, teniendo en cuenta que la altura en metros del piso altitudinal Subalpino está por encima de los 4.000 m s. n. m., no obstante, la parte más alta del departamento de Caquetá asciende hasta los 3.645 m s. n. m. en la Cordillera de Los Picachos (IGAC, 2014). Adicional a esto, se encontró en el mismo estudio que los nombres de las zonas de vida no coinciden con la simbología descrita en la clasificación de Holdridge.

El total de zonas de vida identificadas en esta investigación para el departamento del Caquetá se muestra en la Cuadro No. 8, donde se registra la superficie que ocupa cada una de ellas en Km² y en porcentaje.

Cuadro No. 8. Distribución de las zonas de vida de Holdridge en el Caquetá, según superficie Km² y porcentaje.

Símbolo	Zona de Vida	Superficie (Km²)	% Departamental
bh-T	bosque húmedo Tropical	80.583	89,43
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	3.838	4,26
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	2.432	2,70
bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2.221	2,46
bs-T	bosque seco Tropical	634	0,70
bm-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	257	0,29
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	89	0,10
bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	43	0,05
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	11	0,01
Total (Km²)		90.108	100%

Fuente: Cuadro de zonas de vida del Caquetá elaborado en el 2019 a partir del Mapa No. 5.

4.1.3.1. Caracterización de las zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el período 1980-2010

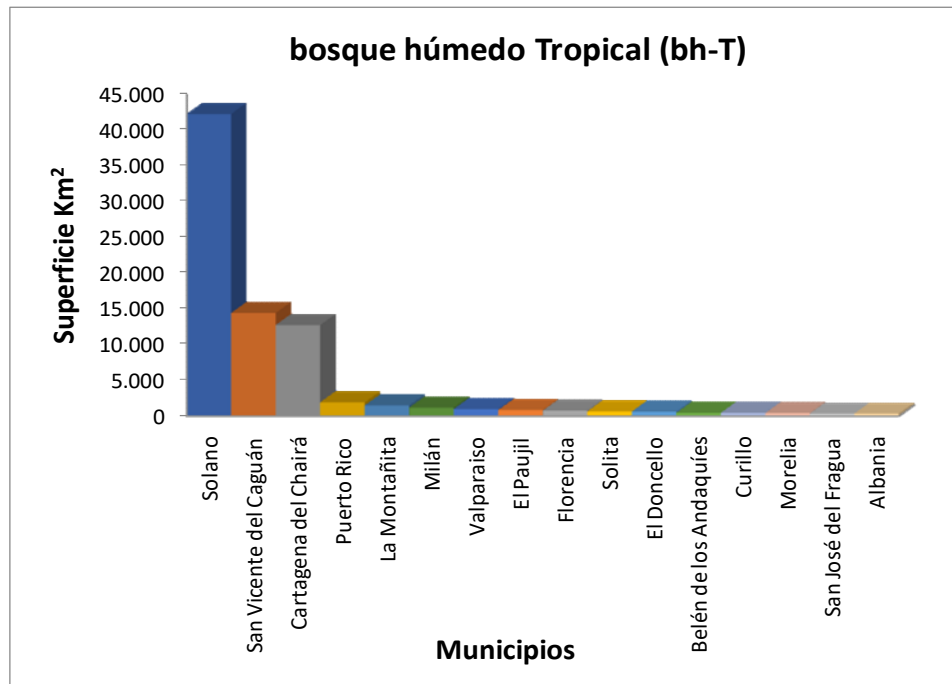
Bosque húmedo Tropical (bh-T)

El bh-T se caracteriza por presentar temperaturas iguales o superiores a 24 °C, alturas de 0 a 1.000 m s. n. m., y un promedio anual de precipitación de 2.000 a 4.000 mm (Holdridge, 1967).

El clima es cálido húmedo, presenta un “relieve variable predominando las áreas planas y onduladas, con algunas zonas pendientes que corresponden a las estribaciones de las serranías y a las gargantas de ríos interandinos” (Espinal, 1990, p. 65).

La zona de bh-T es la de mayor extensión; con 80.583 Km², cubre el 89,43 % del Caquetá y abarca total o parcialmente áreas de los 16 municipios del mismo departamento. La mayor superficie la ocupa el municipio de Solano con 42.300 Km², seguido de San Vicente del Caguán con 14.459 Km² y Cartagena del Chairá con 12.770 Km². En la Figura No. 4 se aprecia la distribución de la zona de vida por municipio.

Figura No. 4. Distribución del bosque húmedo Tropical por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



De acuerdo con el IGAC (2014):

Corresponde a esta zona de vida las áreas de lomerío, piedemonte y llanura amazónica, caracterizada por bosques altamente intervenidos entre el sistema montañoso y de piedemonte. Se presente una composición florística muy heterogénea y diversa, con alta presencia de palmas y de plantas con hojas megáfilas y macrófilas.

La riqueza florística que domina en esta zona se destaca por “especies como *Dacryodes cf. roraimensis*, *Sloanea aff. macroana*, *Pouteria sp.*, *Virola calophylloidea*, *Eschweilera coriácea*, *Iriartea deltoida*, *Mauritia flexuosa*, entre otros, propias de la zona de lomerío conformadas por un dosel superior con un promedio de altura de 27 metros” (IGAC, 2014, p. 123).

Especies como “*Roupala obtusata*, *Albizia marginata*, *Cybianthus reticulatus*, *Montrichardia arborescens*, *Polygonum acuminatum*, entre otras, están presentes en bosques ubicados en las llanuras aluviales que son propias de zonas inundables y cauces abandonados” (IGAC, 2014, p. 124).

En los paisajes de montaña y piedemonte predominan especies vegetales como "*Cecropia sp.*, *Trema sp.*, *Apeiba sp.*, y algunas herbáceas como *Ludwgia sp.*, *Polygonum sp.*, *Rotala sp.* Otras especies que se destacan en esta zona, son *Mimosa pigra*, *Sesbania sp.*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Erythrina glauca*" (IGAC, 2014, p. 127).

Por su parte, Espinal (1990) menciona:

Los terrenos de esta zona de vida son aptos para ganadería, cultivos de banano, arroz, plátano, yuca, maíz, cacao, palma africana, frutales. Así mismo, debe procurarse localizar los cultivos en los mejores suelos y conservar los bosques nativos. En éstas áreas se recomiendan efectuar planes de reforestación con árboles que favorezcan rendimientos económicos. (p. 39)

Bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT)

Esta zona de vida presenta alturas de 1.000 a 2.000 m s. n. m., la temperatura promedio oscila entre 18 y 24 °C y la precipitación anual entre 1.000 a 2.000 mm (Holdridge, 1967).

En esta asociación se ubica la llamada "zona cafetera de Colombia, localizada en las montañas andinas, donde la suavidad del clima ha favorecido una elevada población humana en ciudades y campos para cultivos de café, plátano, maíz, frijol, yuca, arracacha, caña de azúcar, hortalizas, frutales, entre otros" (Espinal, 1990, p. 62).

La zona bh-PMT ocupa una menor extensión en el Caquetá con 383.810 Km² equivalente al 4,26% del territorio departamental, distribuida hacia el norte en los municipios de San Vicente del Caguán con un área de 1.579 Km², seguido de Puerto Rico con 1.422 Km², El Doncello con 188 Km², El Paujil con 86 Km² y hacia el centro y sur del departamento en los municipios de Florencia con 515 Km² y Belén de los Andaquíes con 48 Km² (Ver Figura No. 5).

El área que cubre esta zona de vida en el departamento se caracteriza por estar ubicada donde se cultiva café especial de origen "exótico" que incluye los municipios de San Vicente del Caguán, El Doncello, Puerto Rico, El Paujil y Florencia.

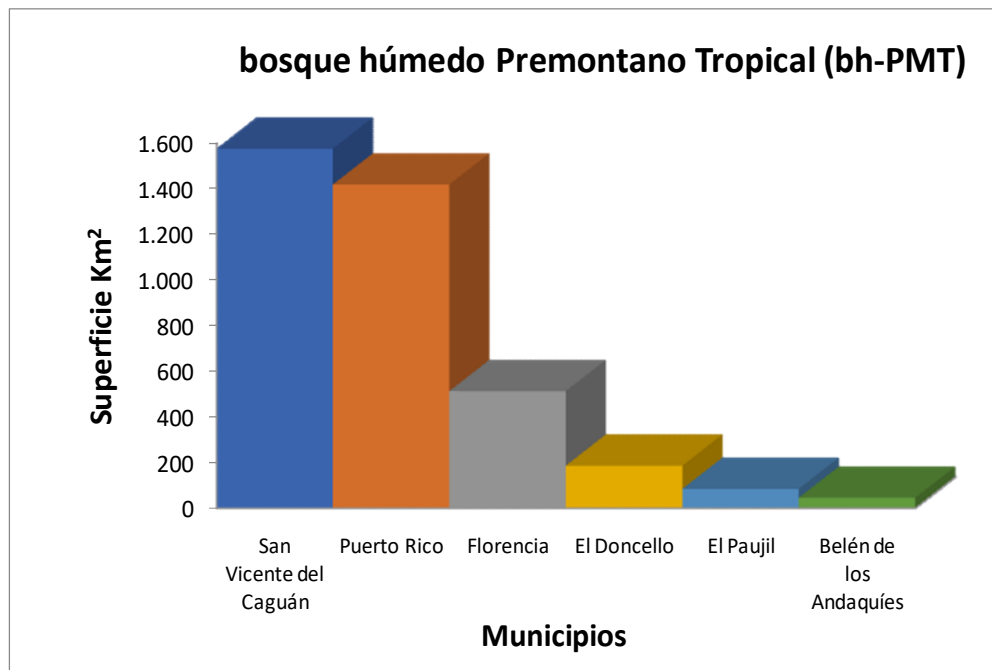
Estas áreas eran "selvas que fueron deforestados durante el proceso de colonización y poblamiento del norte del piedemonte caqueteño, para dar paso al establecimiento de pasturas y cultivos anuales y perennes" (Melo, 2014, p. 34).

De acuerdo con el Plan de Desarrollo del Caquetá (PDD) 2012-2015, el cultivo del café es el tercer renglón agropecuario del departamento. Cifras de la Secretaria de Agricultura de la Gobernación del Caquetá registra que este cultivo supera las 4.300 hectáreas, distribuidas en 2.171 fincas de 2.066 productores del grano. Se cultiva en

8 de los 16 municipios, beneficiando a cerca de 9.000 personas y generando más de 4.000 empleos permanentes, constituyéndose en una de las principales industrias del departamento.

Algunas de las especies vegetales más representativas de esta zona de vida en el departamento son “*Cupania cinerea*, *Cordia alliodora*, *Inga densiflora*, *Jacaranda caucana*, *Draco sangregao*, *Nectandra sp.*, *Ochroma pyramidale*, *Aegiphila grandis*, *Heliocarpus americanus*, entre otras” (IGAC, 2014, p. 129).

Figura No. 5. Distribución del bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT)

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, esta zona presenta un clima medio muy húmedo y se caracteriza por tener un promedio anual de temperaturas entre 18 y 24 °C y lluvias anuales excesivas entre 2.000 a 4.000 mm (Holdridge, 1967).

La zona de vida bmh-PMT cubre el 2,7 % del territorio caqueteño con un área de 243.211 Km². La superficie de esta zona abarca en su mayoría paisaje de montaña, localizada en la zona centro y sur del departamento en los municipios de Florencia con 720 Km², Morelia con 13 Km², Belén de Los Andaquíes con 504 Km² y San José del Fragua con 582 Km².

También cubre una importante área ubicada en la región noroeste del departamento, entre los municipios de La Montañita con 176 Km², El Paujil con 139 Km², El Doncello con 116 Km², Puerto Rico con 125 Km² y una pequeña superficie de 39 Km² en San Vicente del Caguán y 18 Km² en Solano (Ver Figura No. 6).

La zona de bmh-PMT, igual que la de bh-PMT, está dedicada en su mayoría a cultivos de café, plátano, caña panelera y otros productos de pan coger para abastecer el mercado local y el autoconsumo (PDD 2012-2015).

Esta zona también cubre parcialmente el PNN Serranía de los Churumbelos, el Parque Municipal Natural (PMN) Andakí y el PNN Alto Fragua Indi Wasi.

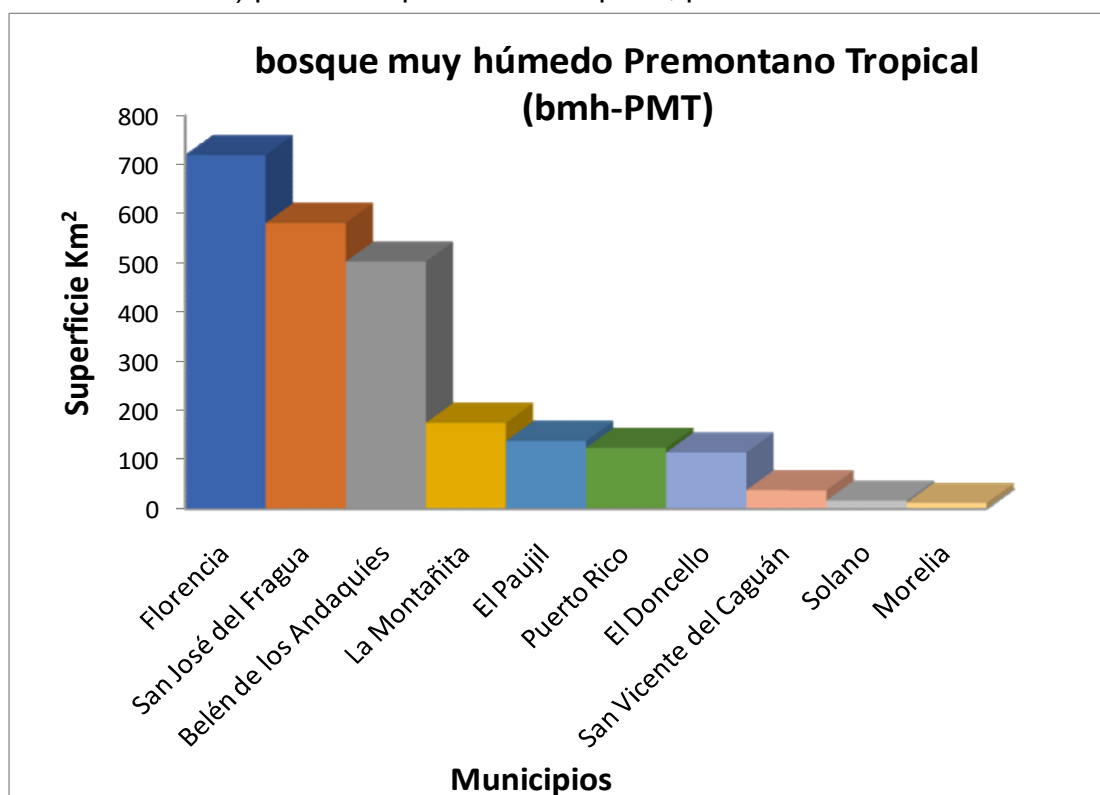
Espinal (1990) sugiere:

La franja altitudinal Premontano, donde predominan los cultivos de café, es necesario conservar los bosques que aún existan en esta zona, fomentando procesos de reforestación, aislamiento y restauración de los mismos, evitando prácticas inadecuadas en el manejo de los suelos que podría generar efectos erosivos y degradación del suelo. (p. 67)

Por su parte, Ángel (2015) menciona:

El bmh-PMT se origina por las lluvias debidas a efectos orográficos (lluvia de sombra) que se presentan en la vertiente de las cordilleras, como es el caso del departamento de Caquetá, en donde la zona de transición de la Cordillera Oriental confluye en el sistema montañoso que une los Andes con el paisaje Amazónico. (p. 62)

Figura No. 6. Distribución del bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)

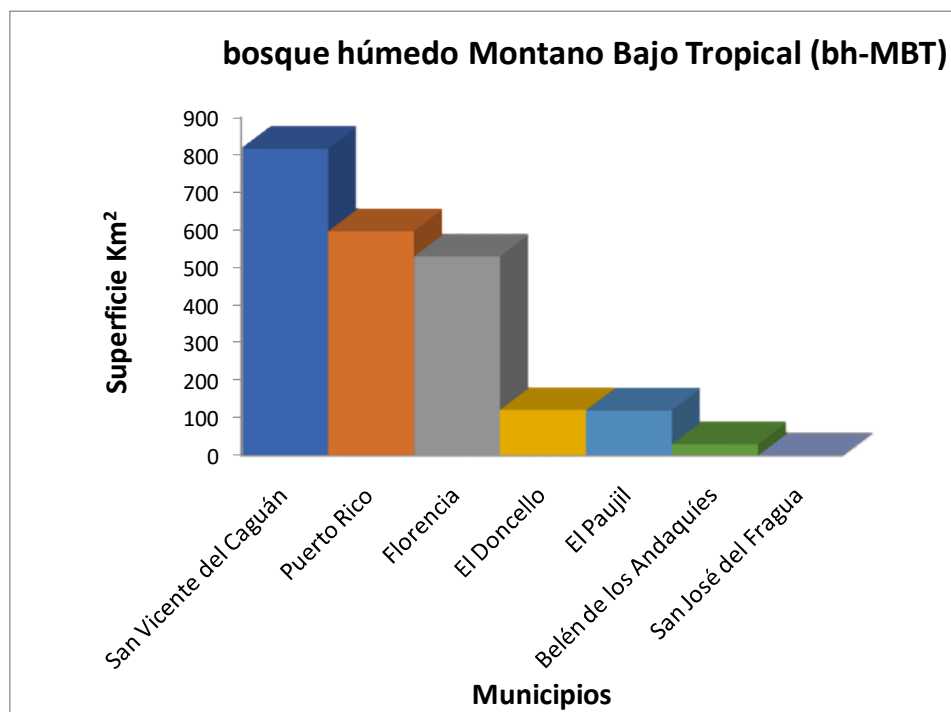
La zona de bh-MBT corresponde a un distrito más frío y más húmedo, donde los límites climáticos de esta franja altitudinal están determinados por temperaturas media anual entre 12 y 18 °C, un promedio de lluvias anuales entre 1.000 y 2.000 mm y un intervalo de elevación que oscila entre 2.000 y 2.600 m s. n. m. (Holdridge, 1967).

El área que ocupa esta unidad bioclimática en el departamento es de 222.074 Km², cubriendo el 2,46 % del territorio. Esta zona se localiza hacia el norte en los municipios de San Vicente del Caguán con un área de 817 Km², seguido de Puerto Rico con 598 Km², El Doncello con 123 Km², El Paujil con 121 Km² y hacia el centro y sur del departamento en los municipios de Florencia con 531 Km² y Belén de Los Andaquíes con 31 Km² (Ver Figura No. 7).

La superficie que abarca esta zona biogeográfica comprende vestigios de bosque nativo que se ubican en las estribaciones de la Cordillera Oriental, en el paisaje de montaña, en límites con el departamento del Huila (IGAC, 2014).

Espinal (1990) plantea que “la reforestación debe intensificarse en estas áreas, como mecanismo de protección y conservación de cuencas hidrográficas y en áreas no aptas para la agricultura” (p. 82).

Figura No. 7. Distribución del bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



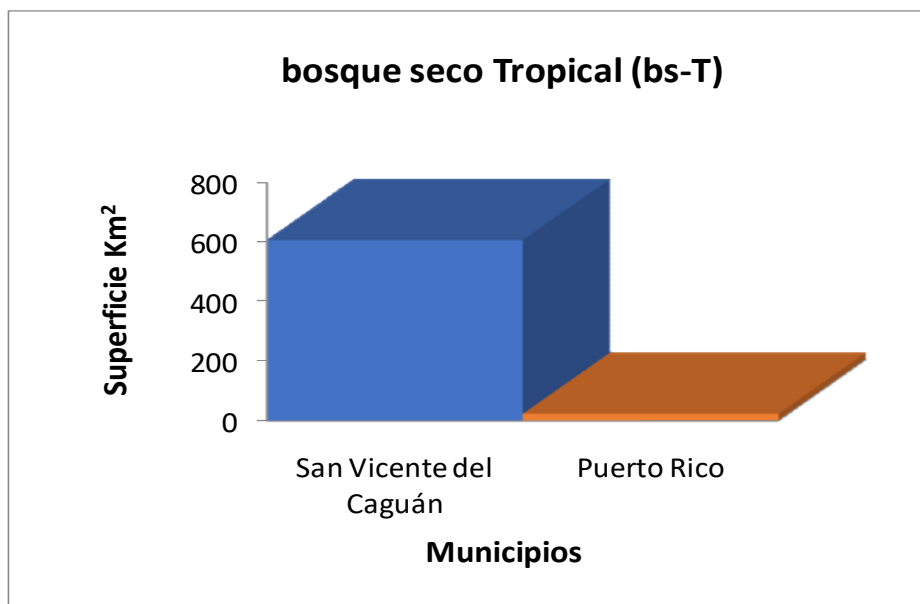
Bosque seco Tropical (bs-T)

La zona de bs-T corresponde a un clima cálido seco y está localizada entre los 0 y 1.000 m s. n. m., con temperaturas anuales que superan los 24 °C y precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales (Holdridge, 1967).

Esta unidad abarca una superficie muy reducida del 0,70 % del área departamental y se ubica sobre todo en el municipio de San Vicente del Caguán con 609 Km² y en menor medida en el municipio de Puerto Rico con 25 Km² (Ver Figura No. 8). El municipio de San Vicente del Caguán abarca gran parte del centro poblado de Guacamayas y áreas aledañas como Quimbaya, las Perlas y Puerto Amor, entre otros.

Corresponde a esta zona, tierras dedicadas en el departamento a la ganadería extensiva en el paisaje de piedemonte aluvial.

Figura No. 8. Distribución del bosque seco Tropical (bs-T) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT)

La zona de bmh-MBT corresponde a un clima frío muy húmedo, localizada entre los 2.000 y 3.000 m s. n. m., con precipitaciones abundantes que fluctúan entre los 2.000 y 4.000 mm anuales y un promedio de temperatura entre los 12 y 18 °C (Holdridge, 1967).

La superficie que cubre esta zona es muy limitada, pues es sólo de 25.689 Km², lo cual representa el 0,29 % del territorio departamental (Ver Figura No. 9).

Su mayor área comprende la parte alta de los municipios de San José del Fragua con 200 Km² y Belén de Los Andaquíes con 40 Km². En menor proporción también cubre los municipios de Florencia con 7 Km² y Puerto Rico con 11 Km².

El área de esta zona de vida en el departamento de Caquetá corresponde en su mayoría al Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi, que se encuentra en un 75 % en el municipio de San José del Fragua y un 25 % en Belén de los Andaquíes (PNN, s.f).

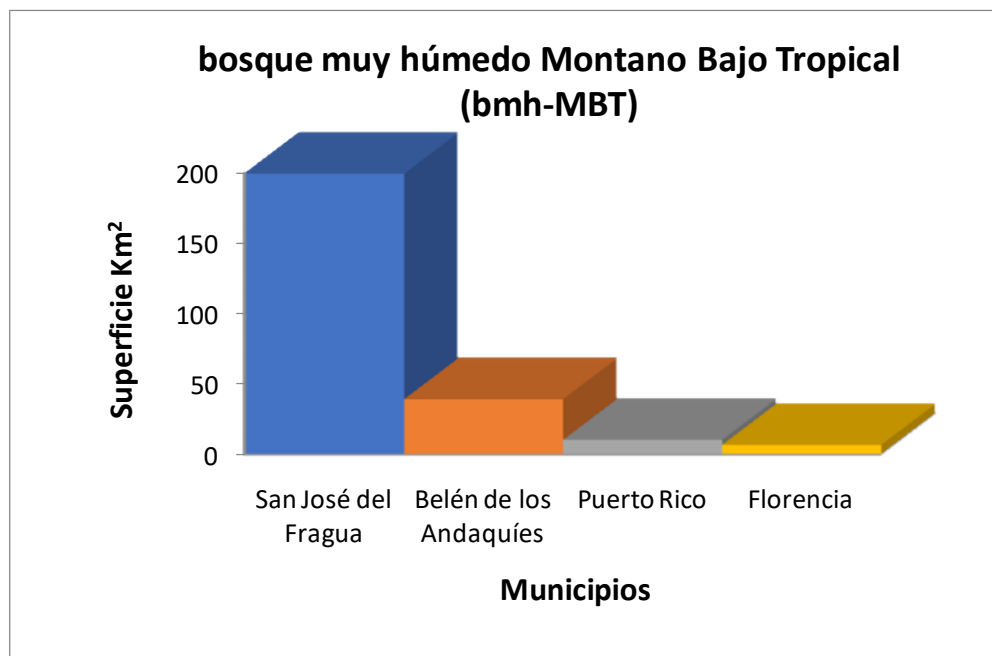
La zona ocupada por el PNN Alto Fragua Indi Wasi se ubica en la Cordillera Oriental, cuyas áreas están habitadas por bosque denso alto de tierra firme, con presencia de bosques fragmentados con pastos y cultivos, como también con vegetación secundaria o en transición (PNN, 2013).

Así mismo, dentro de la zona bmh-MBT también hace presencia el PNN Serranía de los Churumbelos, PNN Cueva de los Guácharos, que están unidos física y funcionalmente con el PNN Alto Fragua Indi Wasi.

De acuerdo con Espinal (1990):

Las abundantes lluvias que se presentan en el año sobre esta zona de vida de clima frío desempeñan un papel importante en el régimen hidrológico que alimentan numerosos ríos que abastecen con agua para el consumo humano o la energía hidroeléctrica que se produce en Colombia. (p. 87)

Figura No. 9. Distribución del bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) por municipios en el Caquetá, periodo 1980-2010.



Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T)

El clima de esta zona de vida es cálido muy húmedo, con temperaturas anuales superiores a 24 °C y las precipitaciones son excesivas durante el año, en el intervalo entre los 4.000 y 8.000 mm (Holdridge, 1967).

El bmh-T comprende una mínima superficie del territorio caquetense. Ocupa 8.883 Km², que representan el 0,10 % del área total del departamento.

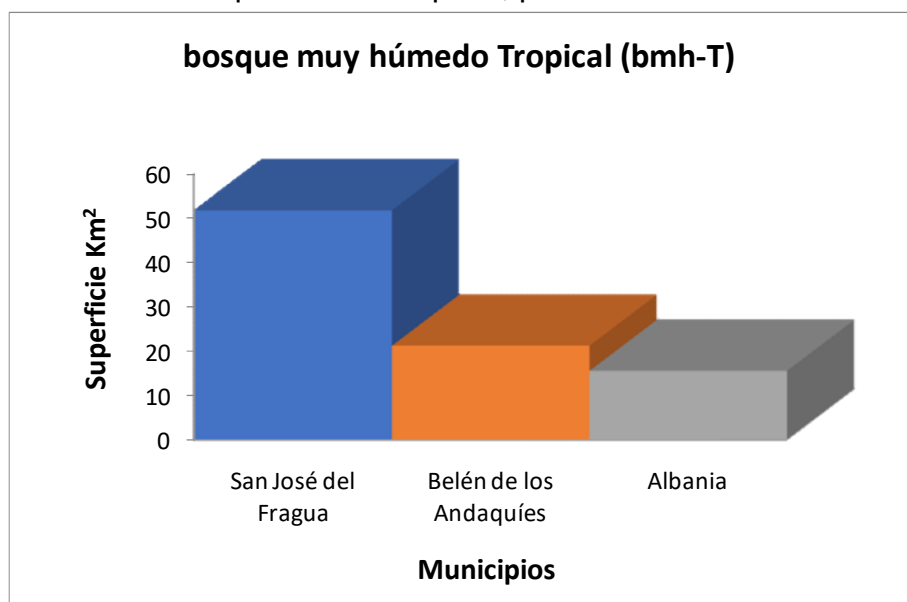
Esta zona de vida en el Caquetá abarcó como límites climáticos una temperatura entre los 24 y 26 °C y un promedio anual de lluvias de 4.100 mm. Esta unidad bioclimática se localizó en los municipios de San José del Fragua y Albania, que representan 52 Km² y 16 Km², respectivamente. También alcanzó un área muy mínima Belén de Los Andaquíes con 21 Km² (Ver Figura No. 10).

Espinal (1990) señala:

La alta humedad y la temperatura de esta zona de vida favorecen la diversidad biológica, sin embargo, es necesario conservar las tierras que comprenden esta zona, por el hecho de estar propensa a graves inundaciones a causa de la profunda alteración del caudal de los ríos por las excesivas lluvias. (p. 43)

Esta zona presenta “alta heterogeneidad de especies vegetales, representadas en familias dominantes de árboles como Moraceae, Annonaceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Meliaceae, Arecaceae, Euforbiaceae, entre otras” (IGAC, 2014, p. 122).

Figura No. 10. Distribución del bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.

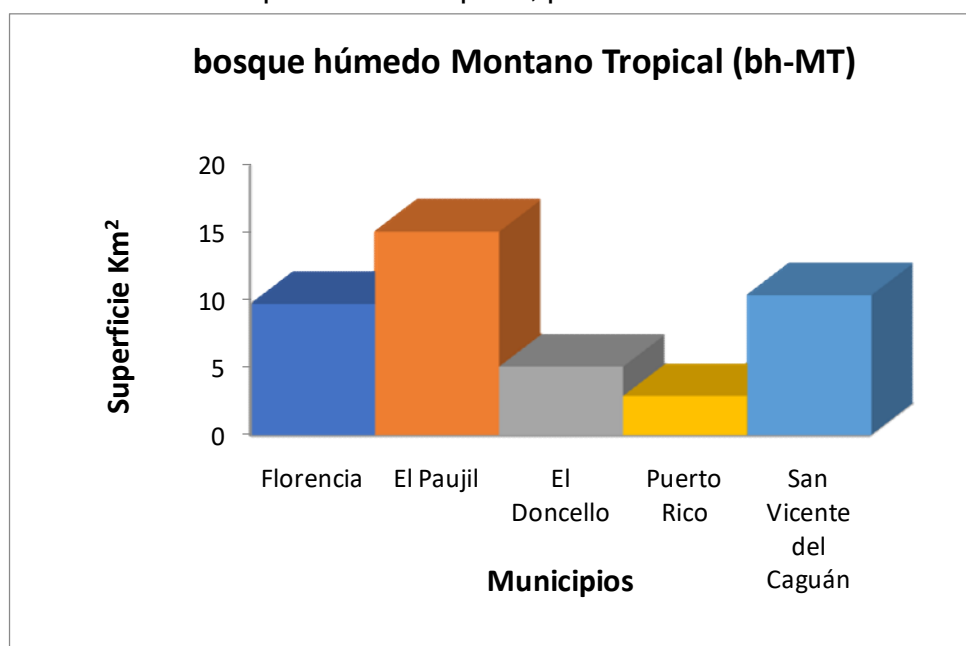


Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)

Esta zona que se caracteriza por un clima muy frío húmedo, cuyos límites climáticos están representados por una temperatura media entre 6 a 12 °C y una precipitación media anual entre 500 a 1.000 mm (Holdridge, 1967).

El 0,17 % del área departamental está cubierta por el bh-MT y comprende áreas de las partes más altas de la Cordillera Oriental, en zona de “subpáramo” húmedo, cuyo territorio se localiza en el Cerro de Miraflores en límites con el departamento del Huila, cubriendo un pequeño sector de los municipios de Florencia con 10 Km², El Paujil con 15 Km², El Doncello con 5 Km² y Puerto Rico con 3 Km². Esta zona también abarca 10 Km² del Parque Nacional Natural Cordillera de Los Picachos en San Vicente del Caguán (Ver Figura No. 11).

Figura No. 11. Distribución del bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.

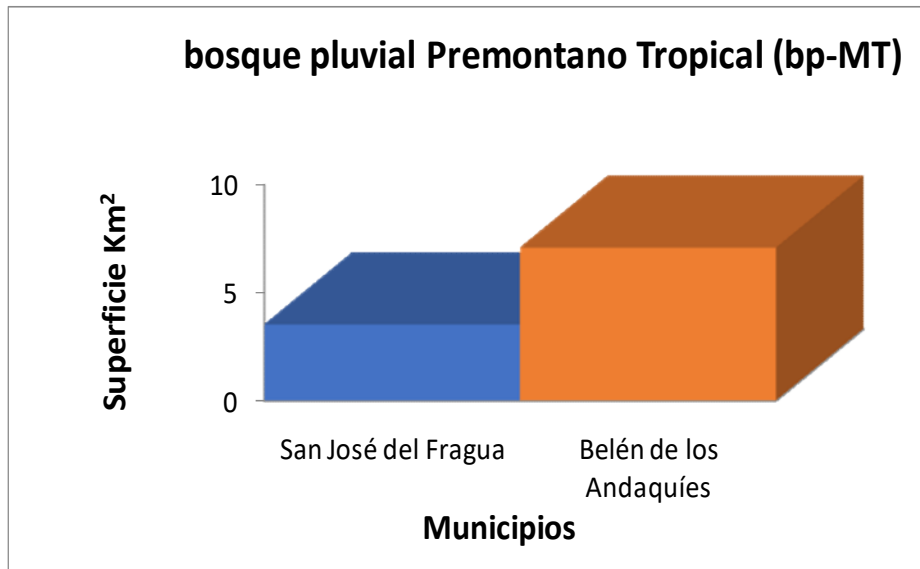


Bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT)

Esta zona de vida presenta temperaturas promedio entre 18 y 24 °C promedio anual y lluvias en el intervalo de 1.000 a 2.000 por año (Holdridge, 1967).

El bp-PMT cubre tan solo el 0,02% de la superficie del departamento con 1.481 Km². Abarca los municipios de Belén de los Andaquíes y San José del Fragua (Ver Figura No. 12).

Figura No. 12. Distribución del bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT) por municipios en el Caquetá, período 1980-2010.



En la Cuadro No. 9 se muestra la superficie en Km² que abarcan las nueve zonas de vida identificadas en el periodo 1980-2010, en cada uno de los 16 municipios del Caquetá.

Cuadro No. 9. Distribución de la superficie en Km² de las zonas de vida por municipios del Caquetá.

Municipios	bh-MBT	bh-MT	bh-PMT	bh-T	bmh-MBT	bmh-PMT	bmh-T	bp-PMT	bs-T	Total
Albania	-	-	-	397,31	-	-	15,67	-	-	412,98
Belén de los Andaquíes	31,10	-	47,65	491,35	39,52	503,81	21,32	7,11	-	1141,85
Cartagena del Chairá	-	-	-	12770,08	-	-	-	-	-	12770,08
Curillo	-	-	-	488,72	-	-	-	-	-	488,72
El Doncello	122,61	5,13	188,28	674,23	-	115,62	-	-	-	1105,87
El Paujil	121,22	15,11	86,41	889,40	-	139,07	-	-	-	1251,20
Florencia	530,58	9,76	515,42	804,26	7,11	720,25	-	-	-	2587,37
La Montañita	-	-	-	1527,85	-	175,89	-	-	-	1703,74
Milán	-	-	-	1230,77	-	-	-	-	-	1230,77
Morelia	-	-	-	461,64	-	13,37	-	-	-	475,01
Puerto Rico	597,62	2,96	1421,64	1962,84	10,66	125,01	-	-	24,87	4145,60
San José del Fragua	0,81	-	-	401,42	199,61	582,32	51,84	3,55	-	1239,56
San Vicente del Caguán	816,81	10,41	1578,70	14458,61	-	39,02	-	-	609,35	17512,89
Solano	-	-	-	42299,77	-	17,77	-	-	-	42317,53
Solita	-	-	-	694,75	-	-	-	-	-	694,75
Valparaiso	-	-	-	1030,31	-	-	-	-	-	1030,31
Total	2220,74	43,36	3838,10	80583,31	256,89	2432,11	88,83	10,66	634,22	90108,23

4.2. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 2011-2040

4.2.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2011-2040

Los resultados de la distribución pluviométrica para el periodo 2011-2040 en relación con los años 1980-2010, refleja que las precipitaciones aumentarán en un 30 % en la región noroccidental del departamento, muy cercano a la zona del Piedemonte Amazónico, en especial, en San Vicente del Caguán, Puerto Rico, El Paujil, El Doncello y norte de Florencia. Se presenta una franja comprendida entre los municipios de Florencia, El Doncello, El Paujil y Puerto Rico, que registran incrementos hasta en un 35 %, alcanzando los 3.500 y 4.500 mm anuales.

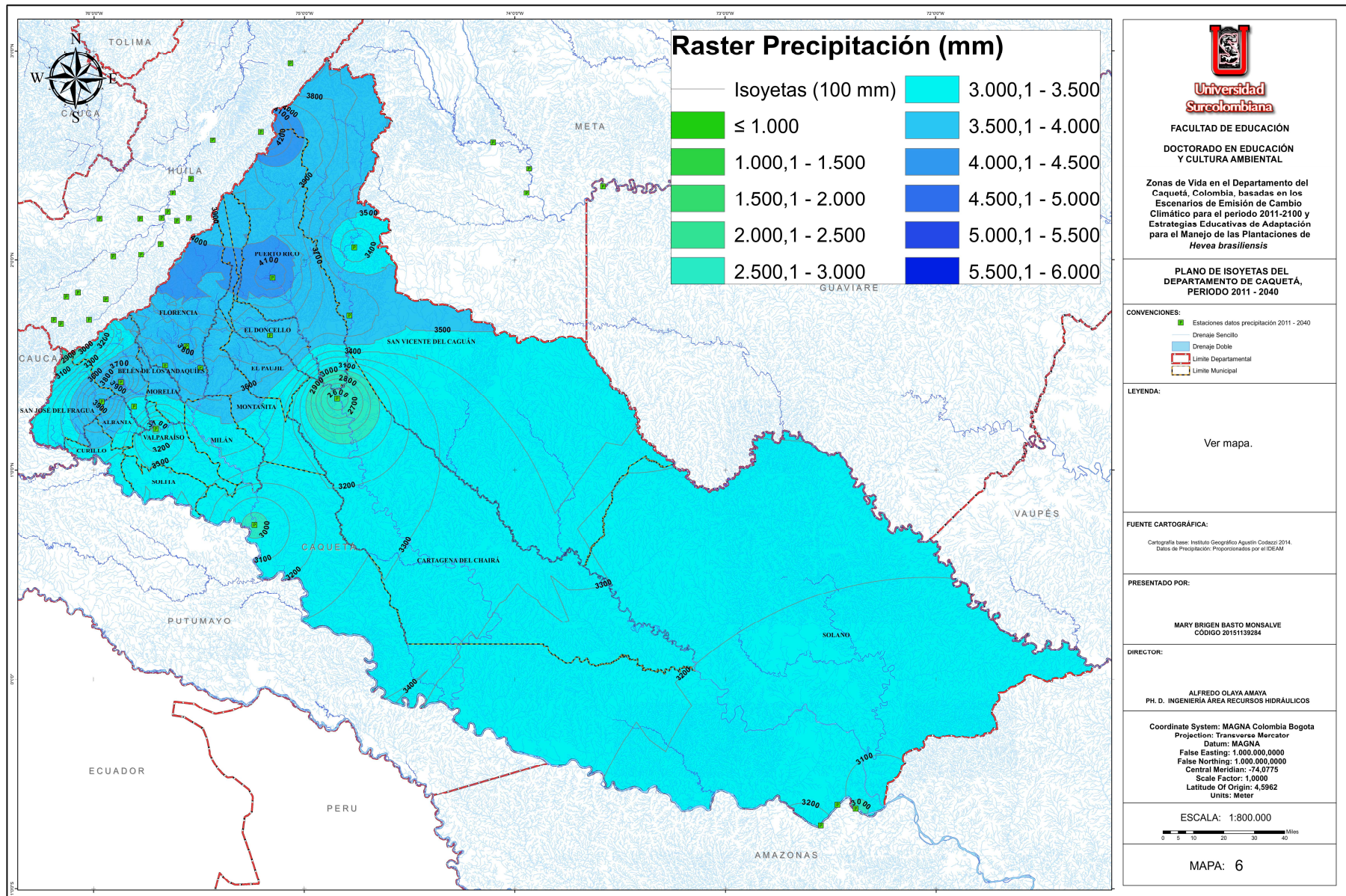
Para la región suroriente, entre los municipios de Solano y Cartagena del Chairá, las precipitaciones se mantienen, en comparación con el periodo 1980-2010, al igual, que para el suroccidente del departamento entre los municipios de Valparaiso y Milán (Mapa No. 6). Se resalta en este periodo la delimitación de una zona que presentan lluvias menores, entre los 2.500 y 3.000 mm, ubicada al norte de Cartagena del Chaira².

4.2.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2011-2040

Con respecto a la temperatura, el periodo 2011-2040 registra aumentos en la zona de transición Andino-Amazónica, en la parte alta de la Cordillera Oriental y la llanura Amazónica hacia el municipio de Solano, con temperaturas que oscilan entre los 20 °C y 28 °C. Para este periodo la temperatura inicia su ascenso a los 28,1 y 30 °C en el sector suroriental, curso medio del Río Caquetá cuando gira en dirección sureste en límites con el departamento del Amazonas. En este periodo se evidencia un aumento de temperatura de 2,14 °C en casi todo el territorio caqueteño, en relación con la época 1980-2010 (Mapa No. 7).

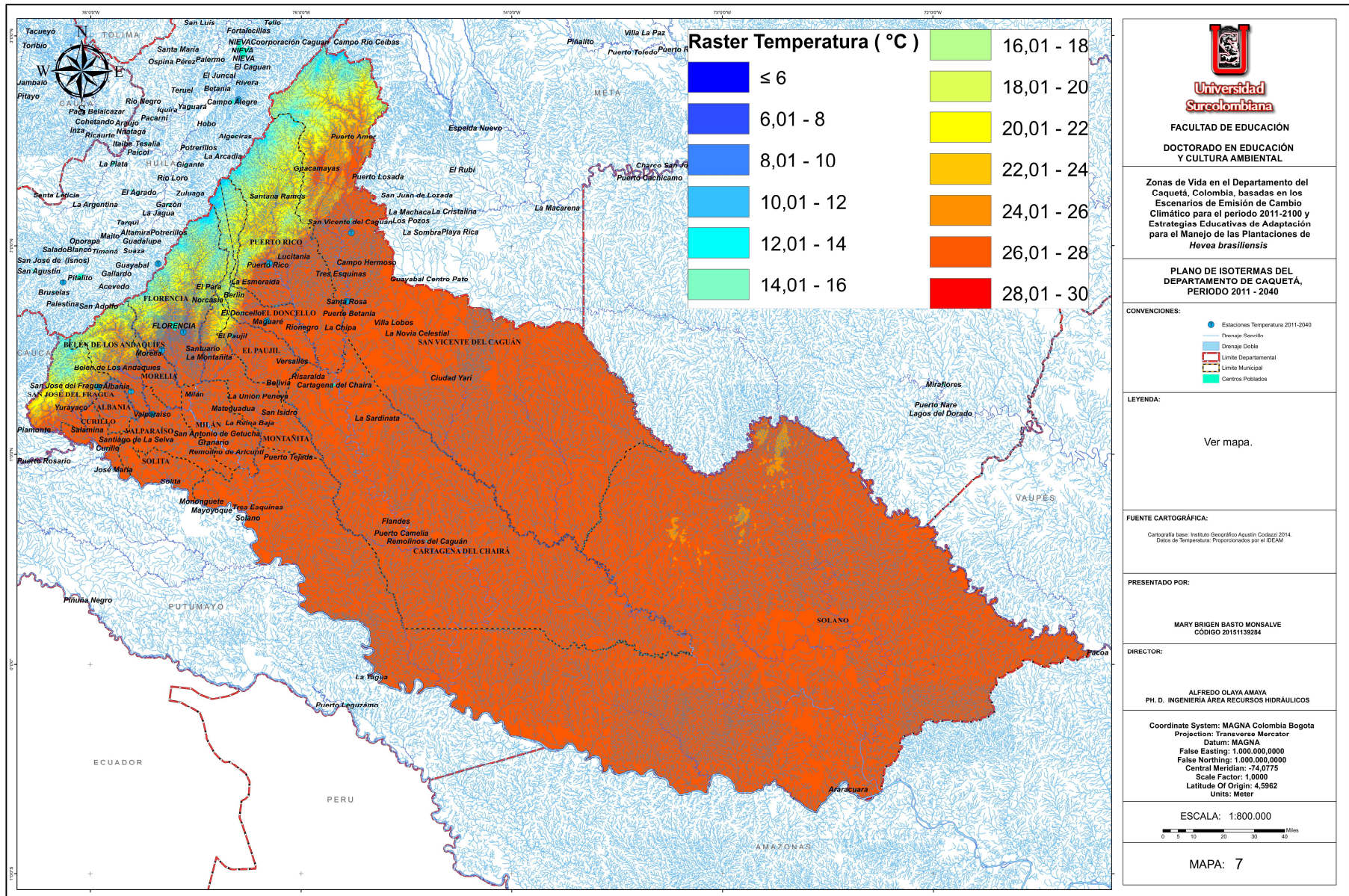
² Esa zona está influenciada por la estación Cartagena del Chairá No. 46040010, que se ubica cerca de la confluencia de los ríos Caguán y Guayas, donde se origina la isoyeta 2.600 mm, a partir de la cual se generan otros círculos más o menos concéntricamente hasta la isoyeta 3.000 mm. En dicha estación la precipitación total anual media proyectada para el periodo 2011-2040 es de 2.531 mm. Según Villatoro *et al.* (2008), cuando se utiliza el método de interpolación espacial realizado con Distancia Inversa Ponderada (IDW) a veces se presentan isoyetas de forma conocida como tipo "ojo de buey" alrededor de los puntos muestreados, debido a que este algoritmo tiende a producir estos patrones cuando las distancias o los puntos de muestreo están más lejanos al rango de la correlación espacial.

Mapa No. 6. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2011-2040.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 5 y Anexo No. 4).

Mapa No. 7. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2011-2040.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de temperatura proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 4 y Anexo No. 7).

4.2.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el periodo 2011-2040

Las zonas de vida identificadas en el periodo 2011-2040 son el bosque húmedo Tropical que cubre un área de 81.757 Km², correspondiente al 90,73 % del territorio caqueteño, seguido del bosque muy húmedo Premontano Tropical con 5,24 %, el bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical con el 1,62 %, el bosque pluvial Premontano Tropical con 1,12%, el bosque pluvial Montano Bajo Tropical con el 0,75 %, el bosque muy húmedo Tropical con 0,48 % y el bosque pluvial Montano Tropical con el 0,05 % (Ver Mapa No. 8).

Así mismo, en la Cuadro No. 10 se muestra el área (Km²) ocupada por cada zona de vida en el periodo 2011-2040.

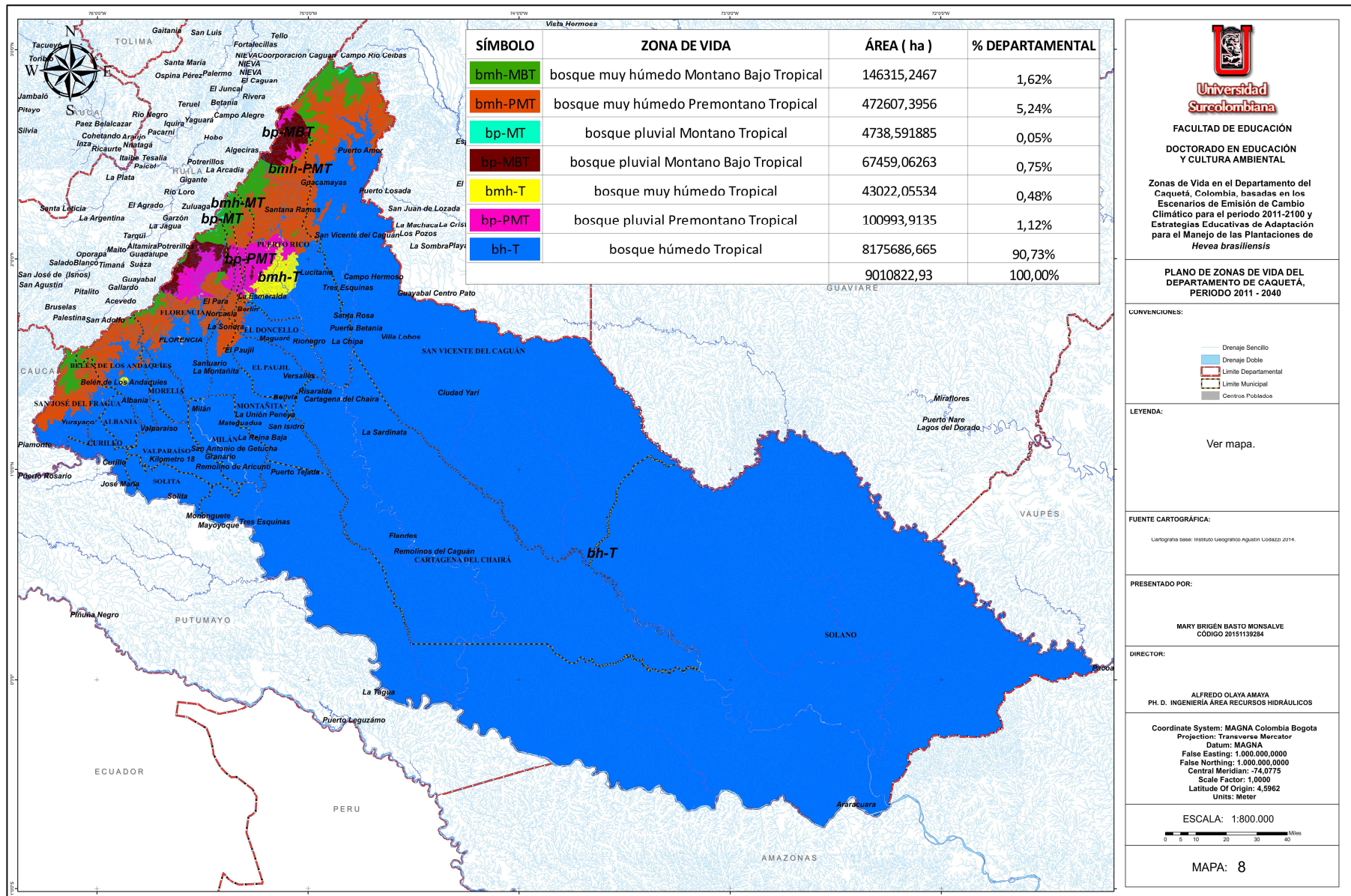
Cuadro No. 10. Zonas de vida según su distribución en Km² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2011-2040.

Símbolo	Zona de Vida	1980-2010		2011-2040	
		Área Km ²	%	Área Km ²	%
bh-T	bosque húmedo Tropical	80.583	89,43	81.757	90,73
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	3.838	4,26	0	0,0
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	2.432	2,70	4.726	5,24
bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2.221	2,46	0	0,0
bs-T	bosque seco Tropical	634	0,70	0	0,0
bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	257	0,29	1.463	1,62
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	89	0,10	430	0,48
bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	43	0,05	0	0,0
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	11	0,01	1.010	1,12
bp-MBT	bosque pluvial Montano Bajo Tropical	0	0,0	675	0,75
bp-MT	bosque pluvial Montano Tropical	0	0,0	47	0,05
Σ Total de la superficie del departamento de Caquetá		90.108	100	90.108	100

Fuente: Con base en los cálculos efectuados en los Mapas No. 5 y 8.

Considerando los resultados obtenidos, en la tabla No. 16 se establece que para este periodo desaparecerían las zonas de vida bs-T, bh-PMT, bh-MBT y bh-MT, en comparación con el período 1980-2010.

Mapa 8. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el período 2011-2040.



Fuente: Mapa de zonas de vida de Caquetá elaborado en 2019, a partir de los Mapas No. 6 y 7, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

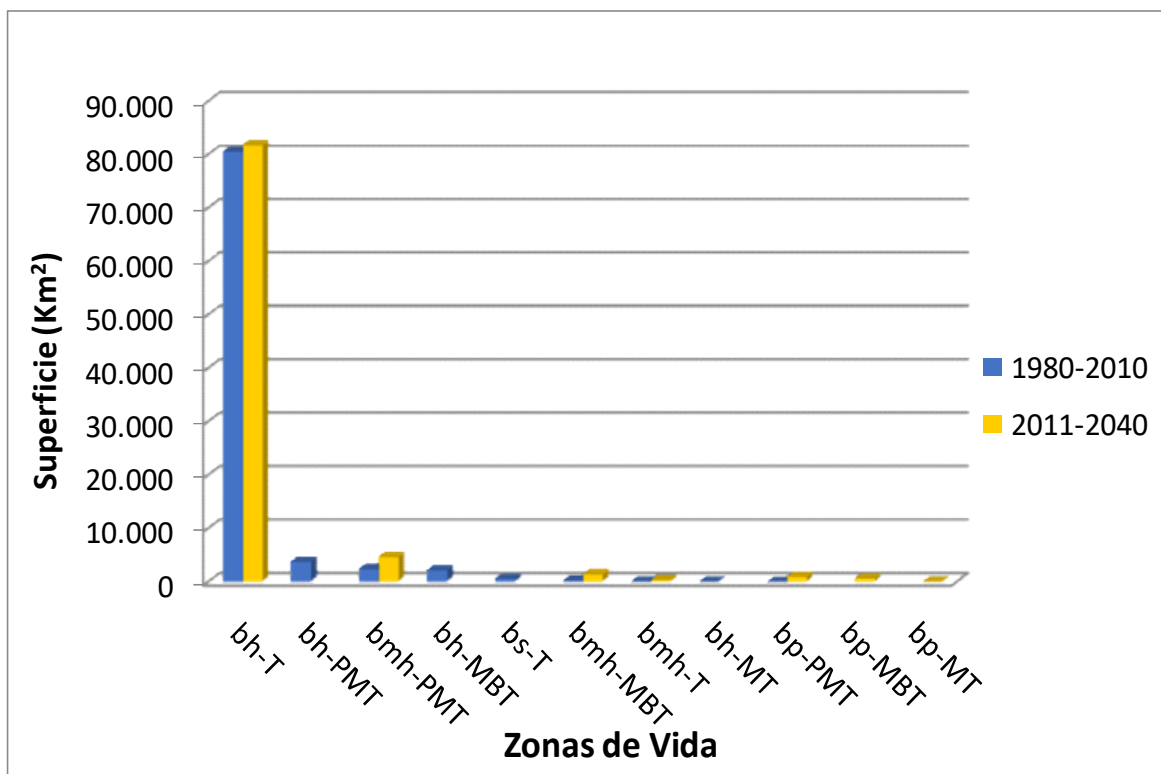
De igual forma, las zonas de vida que aumentan en superficie para el periodo 2011-2040, en comparación con los años 1980-2010, corresponde a:

- Bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT). Aumenta de superficie pasando de 11 Km² a 1.010 Km², lo cual significa un incremento de esta zona que abarca el norte de los municipios de Puerto Rico, El Doncello, El Paujil y Florencia.
- Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T). Pasa de una superficie de 89 Km² a 430 Km². Esta unidad bioclimática se localiza en el periodo 1980-2010 en los municipios de San José del Fragua en límites con Albania y para este periodo, solo se concentra en el municipio de Puerto Rico, alcanzando su centro poblado y alrededores.
- Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT). Amplía su área de 257 Km² a 1.463 Km². Esta zona en el periodo 1980-2010 comprende la parte alta de los municipios de San José del Fragua y Belén de los Andaquíes, con una menor proporción en los municipios de Florencia y Puerto Rico. Para el periodo 2011-2040 continúa extendiéndose hacia la vertiente montañosa, cubriendo otras áreas en la cima de la Cordillera Oriental en límites con el PNR Cerro de Miraflores. También abarca los municipios de El Paujil, El Doncello y el extremo norte de San Vicente del Caguán que incluye una parte del PNN Los Picachos. Esta área también se prolonga hacia los PNN Indi Wasi y Cueva de los Guácharos en límites con el departamento del Huila.
- Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT). Con una superficie de 2.432 Km² asciende a 4.726 Km² para el periodo 2011-2040. Esta zona continúa ampliándose del piedemonte hacia las montañas en límites con el PNN Cordillera de Los Picachos, al norte de San Vicente de Caguán.

De otro lado, se puede observar que en este periodo surgen dos nuevas zonas de vida: bosque pluvial Montano Bajo Tropical (bp-MBT) con 675 Km² y bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT) con 47 Km². Esta última zona cubre las cimas del PNR Cerro de Miraflores en límites con el departamento del Huila y el PNN Cordillera de Los Picachos. Esto indica que dichas zonas podrían tener un desplazamiento, reemplazando las unidades bioclimáticas de bh-MBT y bh-MT que se proyectan como desaparecidas.

En términos generales, la zona de vida con menores cambios es el bh-T, que en el mapa de distribución del periodo 1980-2010 ocupa el 89,43 % de la superficie total del departamento y pasaría a cubrir el 90,73 %. Esta unidad se extiende desde el piedemonte, en una franja marcada por la región noroccidental del departamento, extendiéndose hacia la gran llanura Amazónica de los municipios de Milán, Valparaiso, Solita, Curillo, Cartagena del Chairá, los llanos del Yarí en San Vicente del Caguán, y cubriendo ampliamente la espesa selva tropical en Solano. De esta manera, no se observan cambios significativos en su distribución para este periodo (Ver Figura No. 13).

Figura No. 13. Distribución de la superficie (Km²) de las zonas de vida periodo 2011-2040 vs. 1980-2010.



Los resultados de las zonas de vida de este periodo coinciden con los encontrados en los estudios realizados en Costa Rica por Enquist (2002), Locatelli & Imbach (2010) y Jiménez *et al.* (2010), como también, los realizados en Colombia por Gutiérrez (2001), Alarcón & Pabón (2013) y Ángel (2015), quienes señalaron que las zonas de mayor altitud serían más sensibles a los cambios climáticos y podrían verse afectadas.

Con respecto a las zonas que aumentan su superficie en este periodo, pueden relacionarse con el incremento de las precipitaciones que se proyectan para este periodo, en particular, la región noroccidental del departamento. En relación con lo anterior, los estudios de Enquist (2002) y Jiménez *et al.* (2010) indicaron que las zonas de vida en el piso basal de la región altitudinal Tropical son más susceptibles a cambios cuando los patrones de precipitación aumentan o disminuyen, mientras que las zonas de vida de mayor elevación son más sensibles al incremento de la temperatura.

4.3. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 2041-2070

4.3.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2041-2070

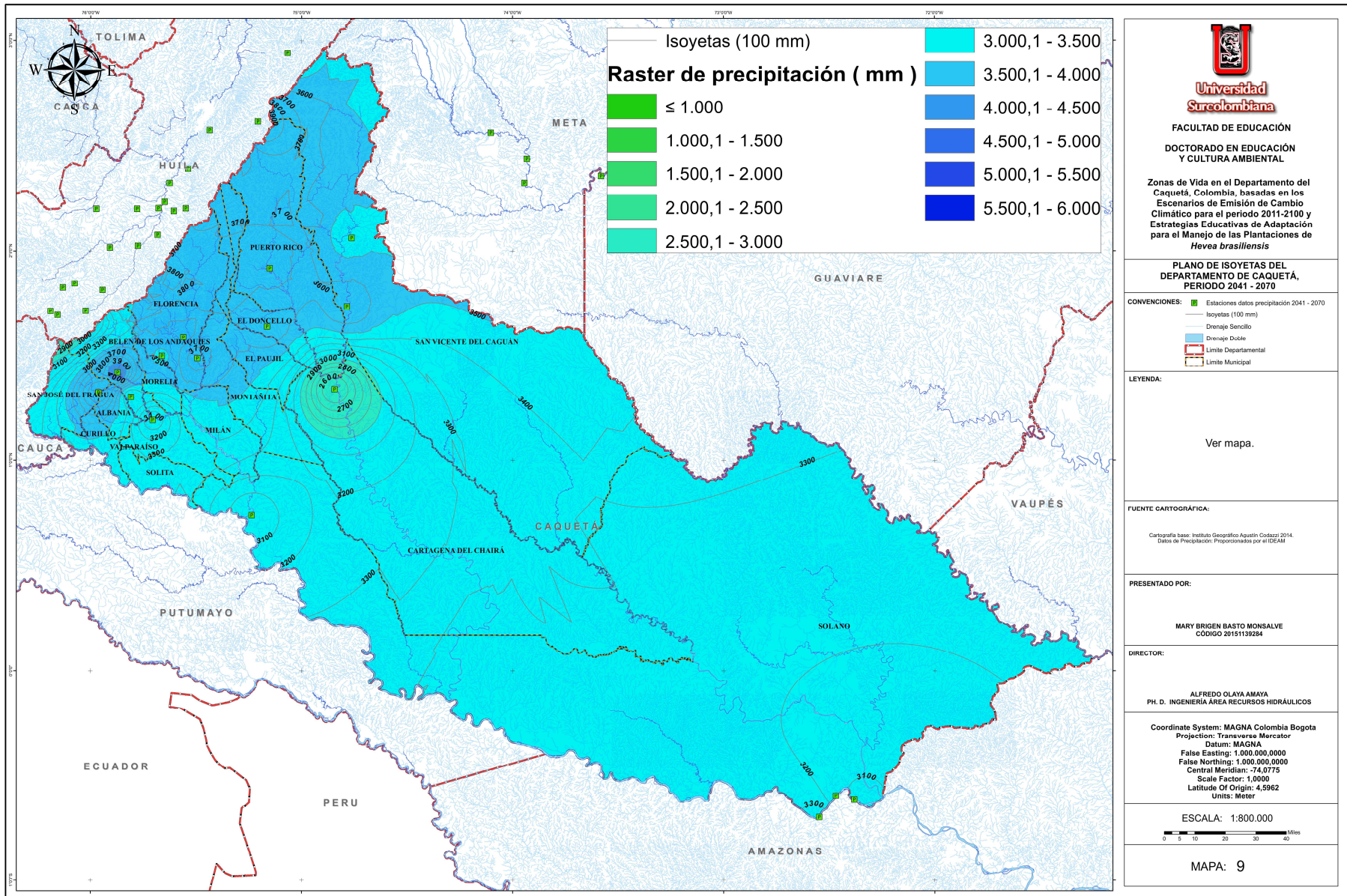
Para este escenario, los resultados generados en el Mapa No. 9 en contraste con lo observado en el periodo 1980-2010, evidencia una continua tendencia de aumentos de precipitación en el noroccidente del departamento, sobretodo en el Piedemonte Amazónico y en la zona de la Cordillera Oriental en límites con el departamento del Huila. Para estas zonas, las lluvias superan los 3.000 mm, alcanzando valores de 4.000 mm/año. Los incrementos de precipitación podrán elevarse hasta en un 30 % adicional, en relación al valor reflejado en el periodo 1980-2010.

En cuanto al sureste del departamento donde se encuentra la llanura Amazónica, entre los municipios de Cartagena del Chairá y Solano, como al suroeste del mismo, entre los municipios de Valparaiso, Milán y Solita, el panorama refleja que las lluvias mantienen las mismas tendencias, en comparación con el periodo 1980-2010. La zona demarcada con lluvias entre los 2.500 y 3.000 mm, localizada al norte del municipio de Cartagena del Chairá, continúa extendiéndose en relación con el periodo 1980-2010.

4.3.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2041-2070

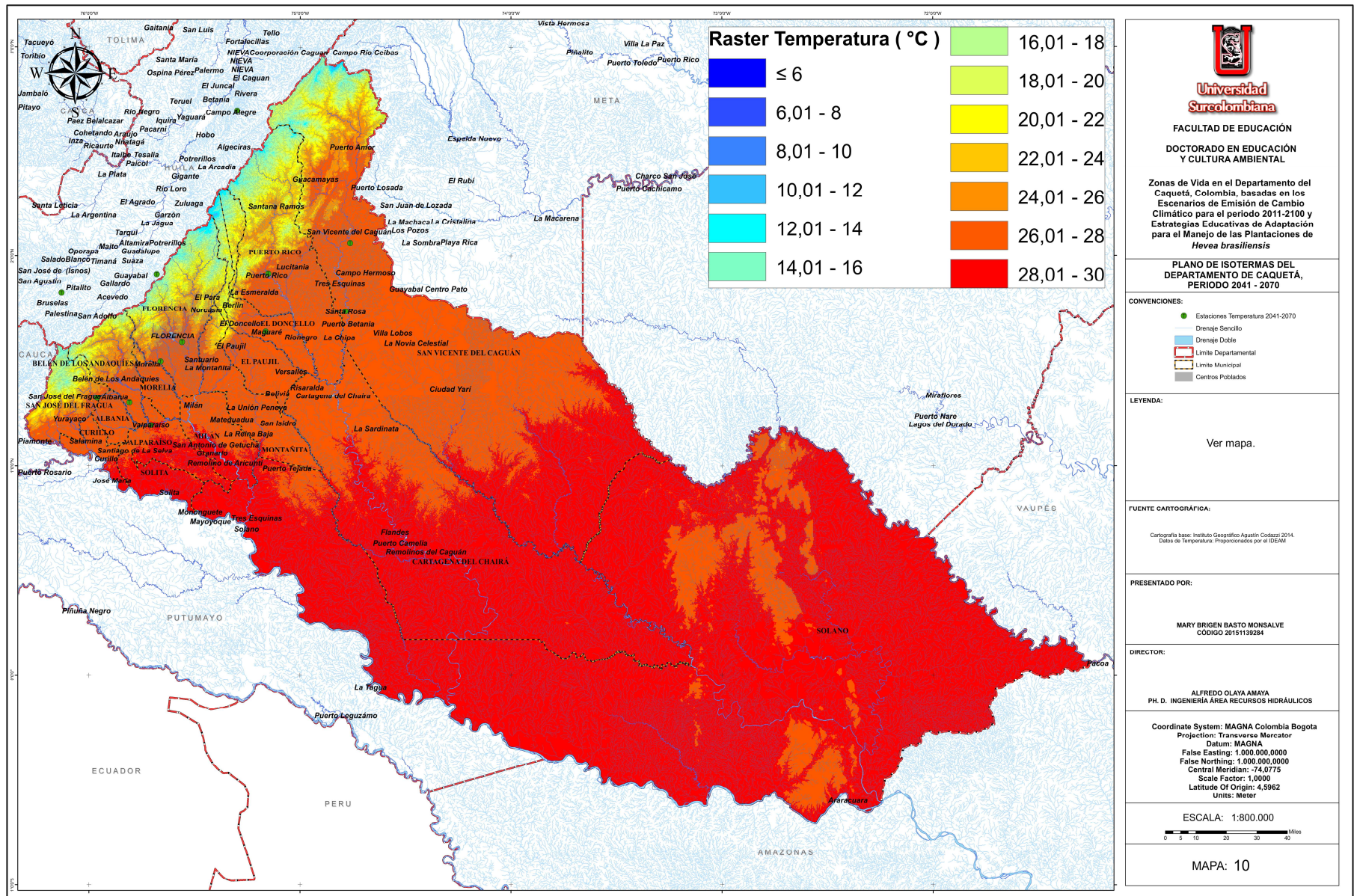
En cuanto al comportamiento térmico del departamento para este periodo, se evidencia una tendencia muy pronunciada del aumento de la temperatura en el intervalo de 28 a 30 °C, que asciende desde el sector suroriental hacia el noroccidente del territorio caqueteño. Los registros más altos para el periodo 2041-2070 se presentan en los municipios de Solano y Cartagena del Chairá, con un incremento de 2 °C, en comparación con los años 1980-2010. En general, para la parte alta de la Cordillera Oriental también se presentan aumentos hasta de 2 °C para los municipios que hacen parte del Piedemonte Amazónico. Es muy probable que para este periodo se presente un aumento de 1 °C en la mayor parte del territorio caqueteño (Ver Mapa No. 10).

Mapa No. 9. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2041-2070.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 5 y Anexo No. 5).

Mapa No. 10. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2041-2070.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 4 y Anexo No. 8).

4.3.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el periodo 2041-2070

En el Mapa No. 11 se muestran las zonas de vida encontradas en el periodo 2041-2070, siendo el bosque húmedo Tropical (bh-T) la zona más extensa, cubriendo un área de 82.952 Km², que representa el 92,06 % de la superficie departamental. La zona de vida bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) ocupa el segundo lugar en extensión con 5.280 Km², seguido del bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MT) con 1.759 Km². Las zonas de vida más pequeñas corresponden al bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT) y bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT), con superficies menores a los 82 Km².

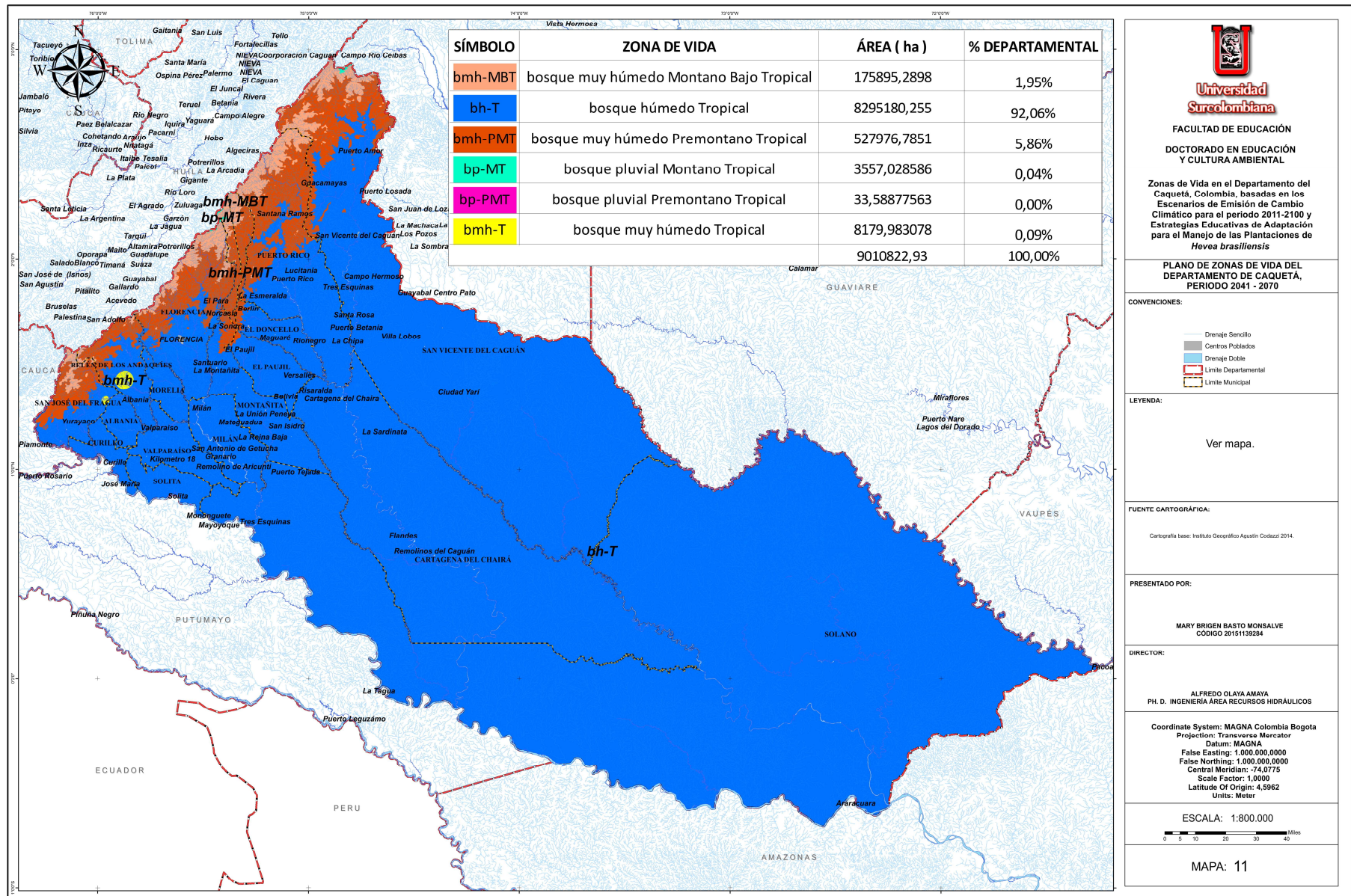
Los resultados de este escenario muestran que la zona de vida bmh-T estaría aumentando en su distribución, pasando de 2.432 Km² a 5.280 Km², duplicándose en área y el bmh-MBT aumentaría del 0,29% al 1,95%, es decir, que de 257 Km² se ampliaría a 1.759 Km². Esta última zona incrementa su superficie, abarcando gran parte del paisaje de montaña hacia el filo de la Cordillera Oriental en límites con el departamento del Huila, cubriendo el Cerro Miraflores, el PNN Los Picachos y hacia el suroccidente con el departamento del Cauca y el PNN Indi Wasi. Estos comparativos se realizan teniendo como referencia el periodo 1980-2010 (Ver Cuadro No. 11).

Cuadro No. 11. Zonas de vida según su distribución en Km² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2041-2070.

Símbolo	Zona de Vida	1980-2010		2041-2070	
		Área Km ²	%	Área Km ²	%
bh-T	bosque húmedo Tropical	80.583	89,43	82.952	92,06
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	3.838	4,26	0	0,0
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	2.432	2,70	5.280	5,86
bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2.221	2,46	0	0,0
bs-T	bosque seco Tropical	634	0,70	0	0,0
bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	257	0,29	1.759	1,95
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	89	0,10	82	0,09
bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	43	0,05	0	0,0
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	11	0,01	0,3	0,00
bp-MBT	bosque pluvial Montano Bajo Tropical	0	0,0	0	0,0
bp-MT	bosque pluvial Montano Tropical	0	0,0	36	0,04
Σ Total de la superficie del departamento de Caquetá		90.108	100	90.108	100

Fuente: Con base en los cálculos efectuados en los Mapas No. 5 y 11.

Mapa No. 11. Zonas de vida Holdridge en el departamento del Caquetá para el período 2041-2070.

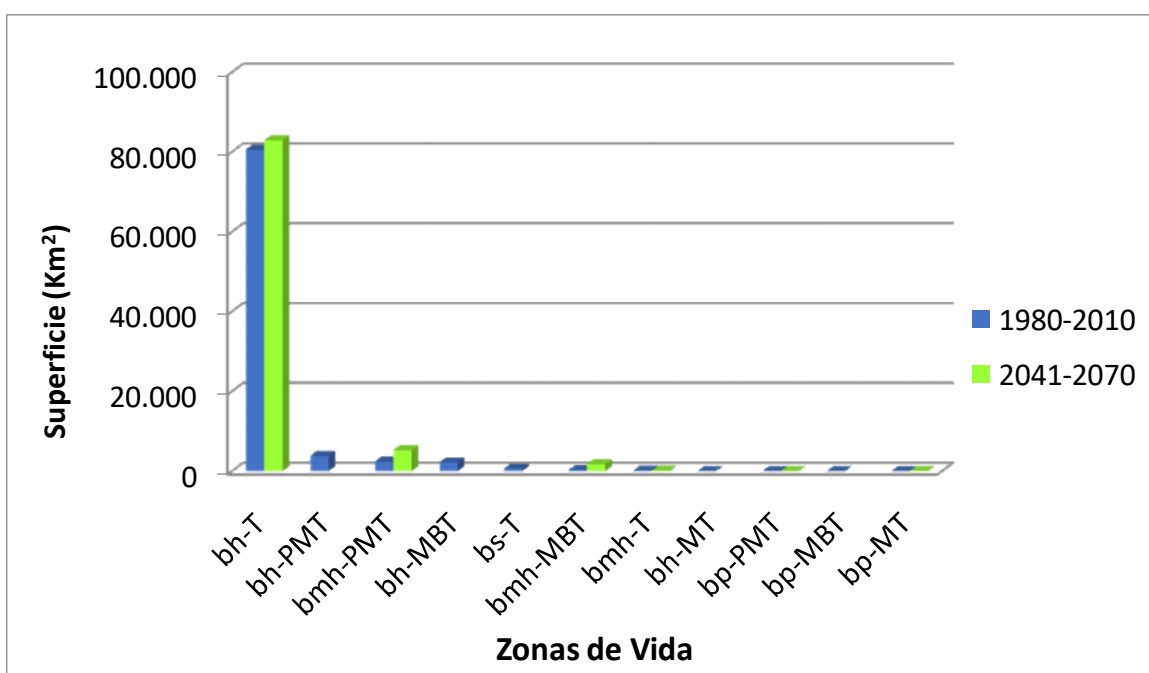


Fuente: Mapa de zonas de vida de Caquetá elaborado en 2019, a partir de los Mapas No. 9 y 10, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

Para el caso del bmh-PMT, se observa que sigue en ascenso hacia el norte del Caquetá, extendiéndose hacia el sector del Piedemonte Amazónico, donde se ubica la mayoría de los centros poblados del departamento.

Las zonas que presentan menos impactos por cambios en su extensión son el bh-T que pasa de 89,43 % a 92.06 % para este periodo con referencia al periodo 1980-2010. El bmh-T no presenta cambios significativos, debido a que disminuye de 89 Km² a 82 Km². El bp-MT con 47 Km² en el periodo 2011-240 disminuye a 36 Km² y el bp-PMT para este escenario se reduce casi en su totalidad, pasando de 11 Km² a 0,3 Km² (Ver Figura No. 14 y Cuadro No. 11).

Figura No. 14. Distribución de la superficie (Km²) de las zonas de vida periodo 2041-2070 vs. 1980-2010.



4.4. PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ZONAS DE VIDA DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ, PERIODO 2071-2100

4.4.1 Isoyetas del departamento de Caquetá para el periodo 2071-2100

Para los últimos 30 años de este siglo, los resultados generados por la presente investigación sugieren que el comportamiento del clima, en particular, la variable de precipitación mantendría su tendencia de aumento hasta en un 30% al valor de periodo 1980-2010, sobre todo, en la región noroccidental del departamento, lo que implicaría afectaciones para los territorios conexos a la cordillera Oriental y poblaciones ubicadas sobre el piedemonte Amazónico. El sector suroriental y suroccidental comprendido por los paisajes de lomerío y la llanura Amazónica podría tener disminuciones en las lluvias cercanas al 10% (Ver Mapa No. 12).

Estos resultados están muy relacionados con lo reflejado en la tercera CNCC, con lo cual el IDEAM (2015) señaló que para el periodo 2071-2100 se esperan aumentos aislados de la precipitación media anual sobre el piedemonte Amazónico y la Cordillera Oriental entre un 20 y 30 %, respecto al valor del periodo 1980-2010, contrario al suroriente y suroccidente del Caquetá que podrían presentar posibles disminuciones del 10 al 20%. El estudio de Hurtado y Mesa (2015) también indicó que para finales del siglo XXI se muestran evidencias de aumentos de precipitación en la mayor parte de la Amazonía colombiana.

Adicional a esto, el IDEAM (2015) señaló que el aumento de las temperaturas y el cambio en los regímenes pluviales para final de siglo, podría generar impactos negativos en el departamento como una mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos de sequías, lluvias torrenciales, inundaciones, degradación del suelo y deslizamientos, entre otros; que estaría directamente relacionados con los cambios en el uso del suelo.

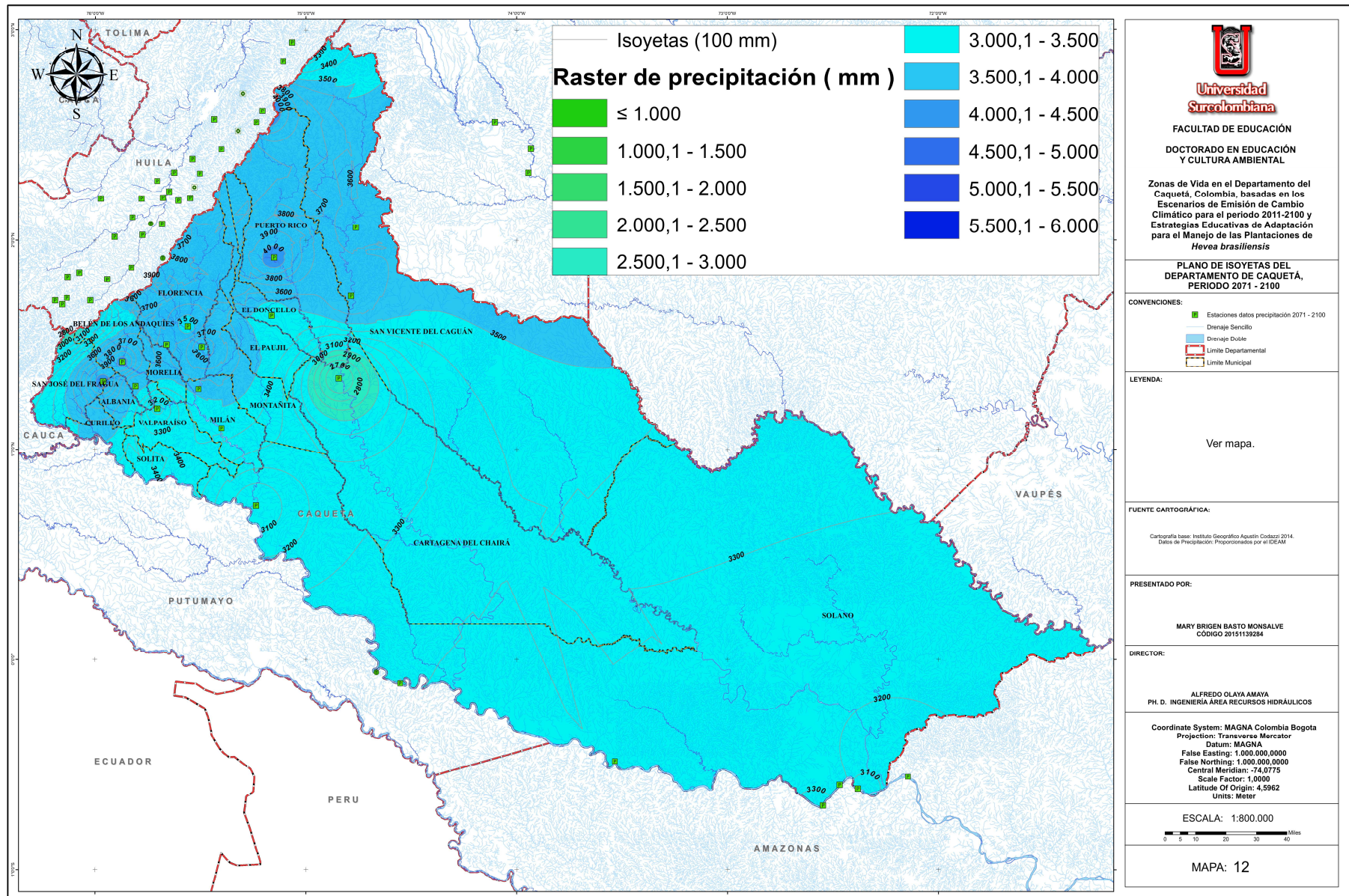
4.4.2 Isotermas del departamento de Caquetá para el periodo 2071-2100

Para el caso de la temperatura media, los resultados indican que continuará la tendencia de aumento en la mayor parte del Caquetá y bajo este contexto, se considera que el departamento presentaría una alta vulnerabilidad que podría afectar las poblaciones humanas ubicadas entre el piedemonte y la llanura Amazónica, como también, los ecosistemas y la biodiversidad presente en los mismos, entre ellos, los PNN Los Picachos, Serranía del Chiribiquete e Indi Wasi, entre otros.

El escenario térmico para el periodo 2071-2100, se observa fuertemente marcado por el incremento pronunciado de la temperatura en el rango de 28 a 30 °C, cubriendo la mayor parte del paisaje de lomerío y la llanura Amazónica, hasta el piedemonte caqueteño. Los sectores despejados de esta tendencia térmica, corresponde a los tepuyes de la Serranía del Chiribiquete en el municipio de Solano.

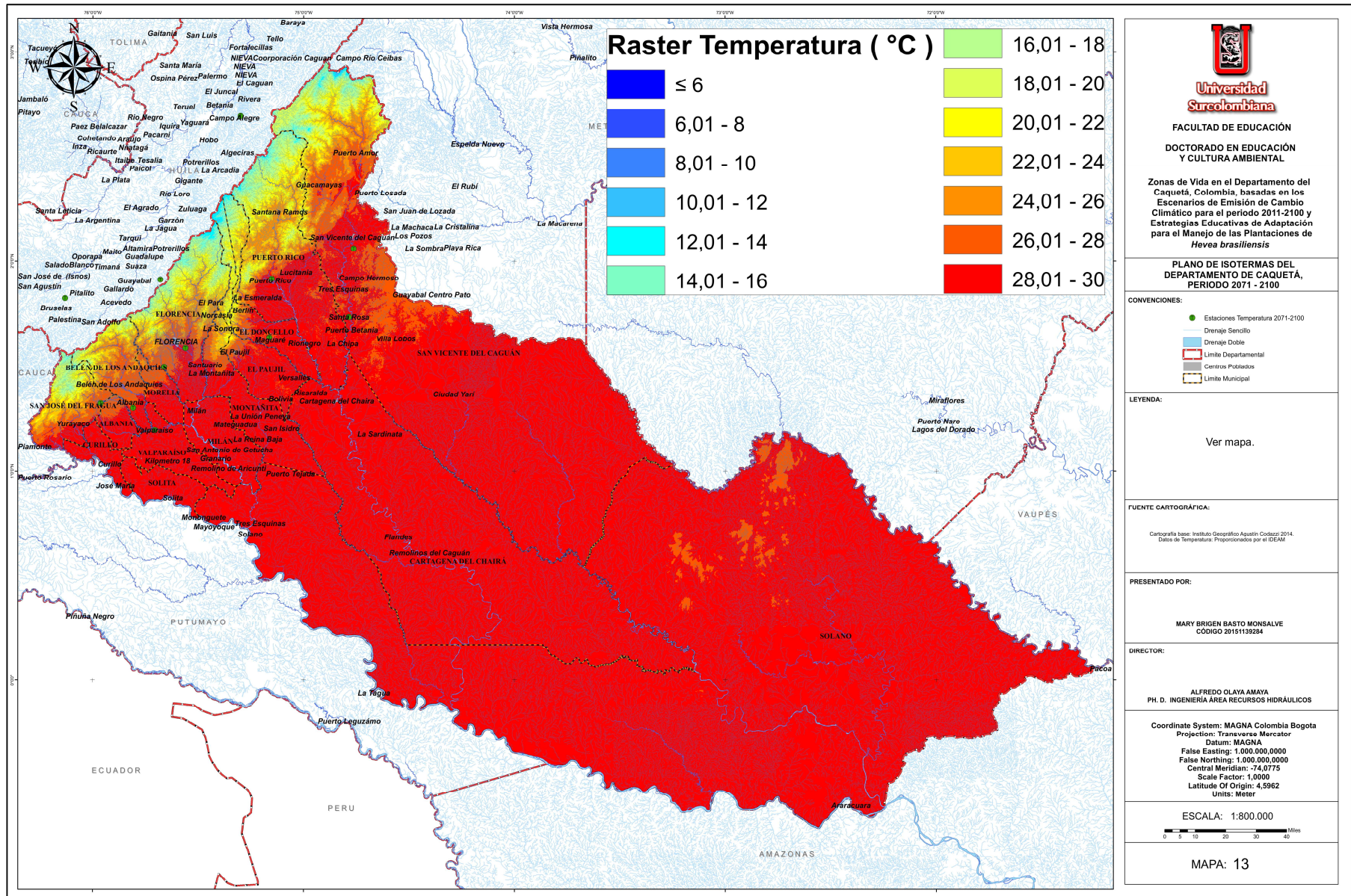
Para fin de siglo la temperatura del departamento podría ascender 2,0 °C en promedio, respecto a la temperatura del periodo actual 1980-2010, según los escenarios proyectados (Ver Mapa No. 13).

Mapa No. 12. Distribución espacial de las isoyetas en el departamento de Caquetá, período 2071-2100.



Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 5 y Anexo No. 6).

Mapa No. 13. Distribución espacial de las isotermas en el departamento de Caquetá, período 2071-2100.

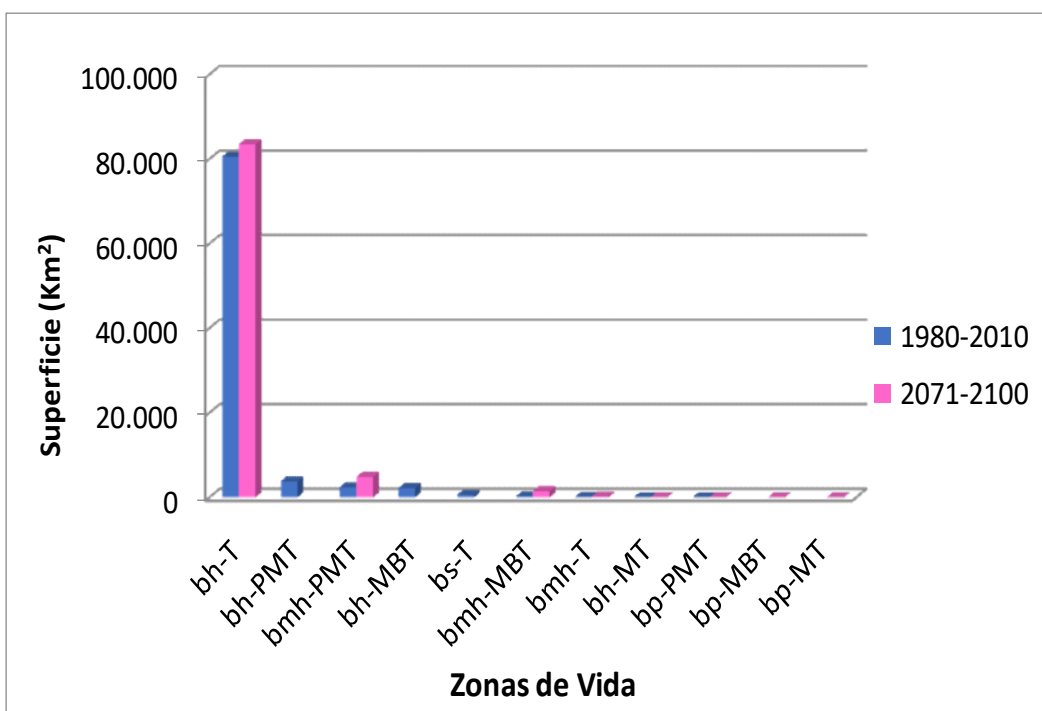


Fuente: Mapa elaborado a partir de datos de precipitación proyectados por el IDEAM (2015) para el periodo 2011-2100 (Cuadro No. 4 y Anexo No. 9).

4.4.3 Zonas de vida Holdridge en el Caquetá para el periodo 2071-2100

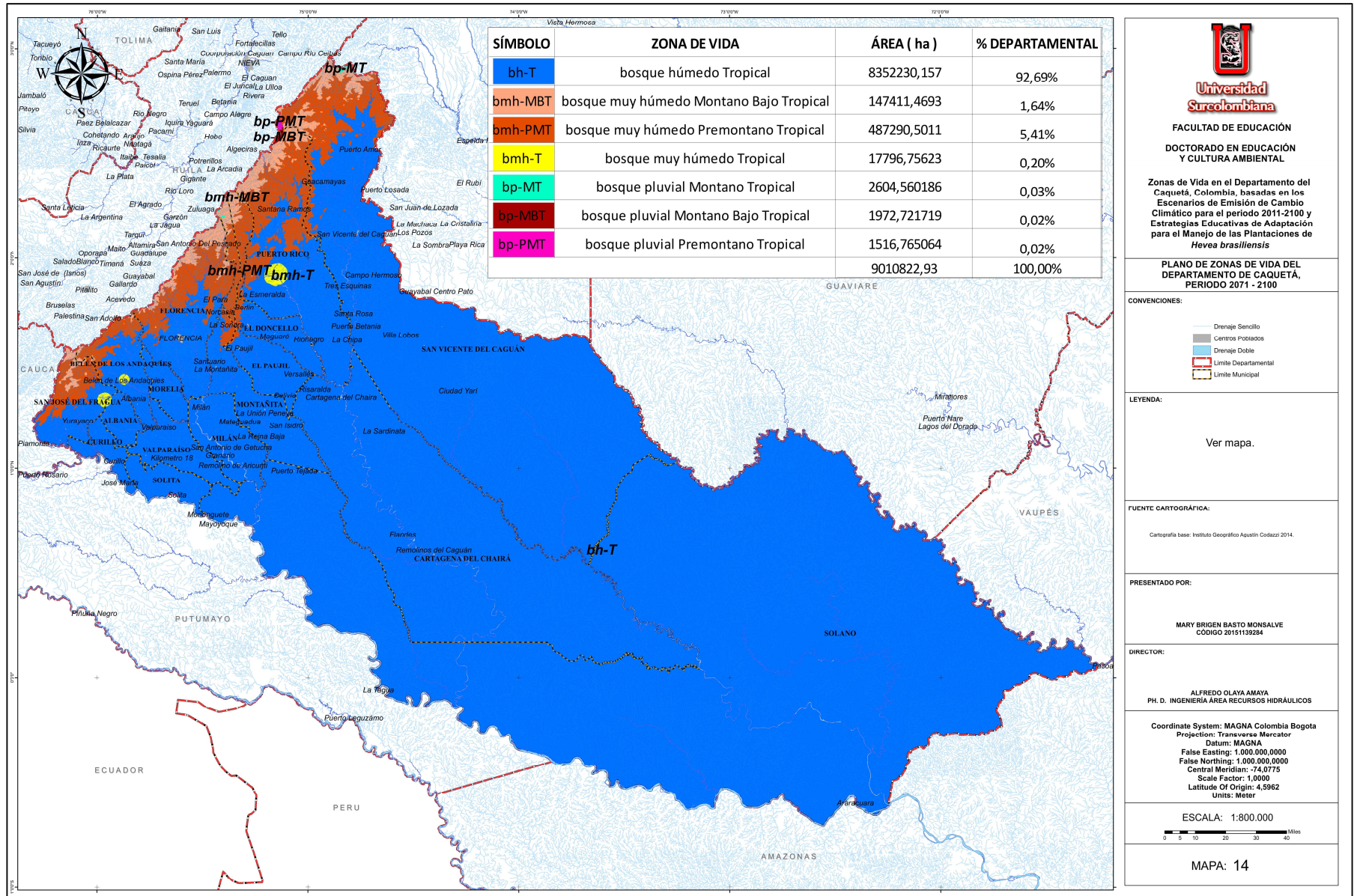
Respecto a las zonas de vida que se originan para final de siglo, los resultados del Mapa No. 14 establecen que el bosque húmedo Tropical (bh-T) sigue ocupando la mayor superficie con 83.522 Km², que representa el 92,69 % de la superficie total del territorio caqueteño. Se mantiene el bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) con 4.873 Km², seguido del bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT) con 1.474 Km². El bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT), bosque pluvial Montano Bajo Tropical (bp-MBT) y bosque pluvial Premontano Tropical (bp-PMT) registraron las menores áreas por debajo de 26 Km² (Ver Figura No. 15).

Figura No. 15. Distribución de la superficie (Km²) de las zonas de vida periodo 2071-2100 vs. 1980-2010.



Respecto a la distribución de las zonas de vida del periodo 2071-2100, en comparación con las zonas del periodo 1980-2010, los resultados indican que en el futuro se proyectan áreas con condiciones bioclimáticas más húmedas, debido a que la zona de vida bmh-PMT aumentaría de 2.432 Km² a 4.873 Km². La misma tendencia sigue el bmh-T que de 89 Km² en el periodo 1980-2010 asciende a 178 Km² en el periodo 2071-2100 y el bmh-MBT que incrementa su superficie a 1.474 Km², en relación con los 257 Km² que registró en el mapa de distribución 1980-2010 (Ver Cuadro No. 12).

Mapa No. 14. Zonas de vida Holdridge en el departamento de Caquetá para el período 2071-2100.



Fuente: Mapa de zonas de vida de Caquetá elaborado en 2019, a partir de los Mapas No. 12 y 13, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

Aunque en menor proporción, las zonas de vida pluviales también tienden a incrementarse en el periodo, si se tiene en cuenta que bp-PMT registró 11 Km² en el periodo 1980-2010 y subió a 15 Km² en el periodo 2071-2100. Las zonas bp-MBT y bp-MT también siguen esta tendencia con el 0,02 % y 0,03 % de aumento, respectivamente, para el periodo 2071-2100.

La zona de vida bh-T sigue ampliando su superficie pasando de 89,43 % en el periodo 1980-2010 a 92,69 % en el periodo 2071-2100.

Cuadro No. 12. Zonas de vida según su distribución en Km² y porcentaje para los periodos 1980-2010 y 2071-2100.

Símbolo	Zona de Vida	1980-2010		2071-2100	
		Área Km ²	%	Área Km ²	%
bh-T	bosque húmedo Tropical	80.583	89,43	83.522	92,69
bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	3.838	4,26	0	0,0
bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	2.432	2,70	4.873	5,41
bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2.221	2,46	0	0,0
bs-T	bosque seco Tropical	634	0,70	0	0,0
bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	257	0,29	1.474	1,64
bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	89	0,10	178	0,20
bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	43	0,05	0	0,0
bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	11	0,01	15	0,02
bp-MBT	bosque pluvial Montano Bajo Tropical	0	0,0	20	0,02
bp-MT	bosque pluvial Montano Tropical	0	0,0	26	0,03
Σ Total de la superficie del departamento de Caquetá		90.108	100	90.108	100

Fuente: Con base en los cálculos efectuados en los Mapas No. 5 y 14.

4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE VIDA DEL CAQUETÁ, PARA LOS PERIODOS 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100

En el Cuadro No. 13 establece las zonas de vida del Caquetá, cuantifica y presenta las variaciones en la extensión de las mismas, para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, en comparación con las zonas de vida identificadas en el periodo 1980-2010.

En el periodo 1980-2010 se evidencia que existen zonas de vida que se encuentran en las provincias de humedad Sub-húmedo (bs-T), Húmedo (bh-T, bh-PMT, bh-MBT y bh-MT), Per-húmedo (bmh-T, bmh-PMT y bmh-MBT) y Super-húmedo (bp-PMT, bp-MBT y (bp-MT), sin embargo, para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, estas zonas de vida desaparecen. En cuanto a la zona bh-T, de la provincia Húmedo, incrementa progresivamente su área, desde el primero hasta el último periodo, de 80.583 Km² hasta 83.522 Km², lo cual representa un incremento del 3,26 %, cuya ganancia se debe a que el área del bs-T y una parte del bh-PMT

pasan a la zona de bh-T. Las zonas de la provincia Per-húmedo, en conjunto, aumentaron su área en un 4,16 %, si se compara el periodo 1980-2010 con el 2071-2100. Por su parte, las zonas de vida, de la provincia Súper-húmedo, en conjunto, incrementaron su superficie en un 0,06 % en el periodo 2070-2100, comparado con la época 1980-2010. Estos resultados indican que las zonas de vida en el Caquetá se proyectan con provincias de humedad más Húmeda en los escenarios futuros, si se tiene en cuenta que al sumar las áreas de las zonas de vida del periodo 2071-2100, ubicadas en las provincias de humedad Per-húmedo (bmh-T, bmh-PMT y bmh-MBT) y Súper-húmedo (bp-PMT, bp-MBT y bp-MT), registran mayor ganancia con el 4,2 %, comparada con la sumatoria de las áreas de las zonas de vida de la provincia Húmedo (bh-T, bh-PMT, bh-MBT y bh-MT) que sube tan solo al 3,2 % para final de siglo (Ver Cuadro No. 13).

Cuadro No. 13. Zonas de vida del Caquetá, según provincias de humedad, distribución en Km² y porcentaje para los diferentes escenarios del siglo XXI.

Provincias de Humedad	Símbolo	Zona de Vida	1980-2010		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
			Área Km ²	%	Área Km ²	%	Área Km ²	%	Área Km ²	%
Sub-húmedo	bs-T	bosque seco Tropical	634	0,70	0	0	0	0	0	0
Húmedo	bh-T	bosque húmedo Tropical	80.583	89,43	81.757	90,73	82.952	92,06	83.522	92,69
	bh-PMT	bosque húmedo Premontano Tropical	3.838	4,26	0	0	0	0	0	0
	bh-MBT	bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2.221	2,46	0	0	0	0	0	0
	bh-MT	bosque húmedo Montano Tropical	43	0,05	0	0	0	0	0	0
Per-húmedo	bmh-T	bosque muy húmedo Tropical	89	0,10	430	0,48	82	0,09	178	0,20
	bmh-PMT	bosque muy húmedo Premontano Tropical	2.432	2,70	4.726	5,24	5.280	5,86	4.873	5,41
	bmh-MBT	bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	257	0,29	1.463	1,62	1.759	1,95	1.474	1,64
Súper-húmedo	bp-PMT	bosque pluvial Premontano Tropical	11	0,01	1.010	1,12	0,3	0,00	15	0,02
	bp-MBT	bosque pluvial Montano Bajo Tropical	0	0	675	0,75	0	0	20	0,02
	bp-MT	bosque pluvial Montano Tropical	0	0	47	0,05	36	0,04	26	0,03
Σ Total de la superficie de Caquetá			90.108	100	90.108	100	90.108	100	90.108	100

Fuente: Con base en los cálculos efectuados en los Mapas No. 5, 8, 11 y 14.

4.6 DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DEL PERIODO 1980-2010 Y DEL USO POTENCIAL DEL SUELO DE LOS PERIODOS 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 Y 2071-2100, PARA EL *Hevea brasiliensis* EN EL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ

Para la determinación de esta fase se llevaron a cabo dos etapas: 1) Elaboración y discusión de los usos actual y potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el periodo 1980-2010; y 2) Elaboración y discusión del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. A continuación, se explica cada etapa.

4.6.1 Determinación del uso actual del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el periodo 1980-2010

El mapa No. 15 de uso actual del suelo del *Hevea brasiliensis* para el periodo 1980-2010, evidencia la distribución de las 924 Unidades Productoras de Plantaciones de Caucho (UPPC) existentes en el departamento de Caquetá, según el censo cauchero del 2015 realizado por la Confederación Cauchera Colombiana (CCC).

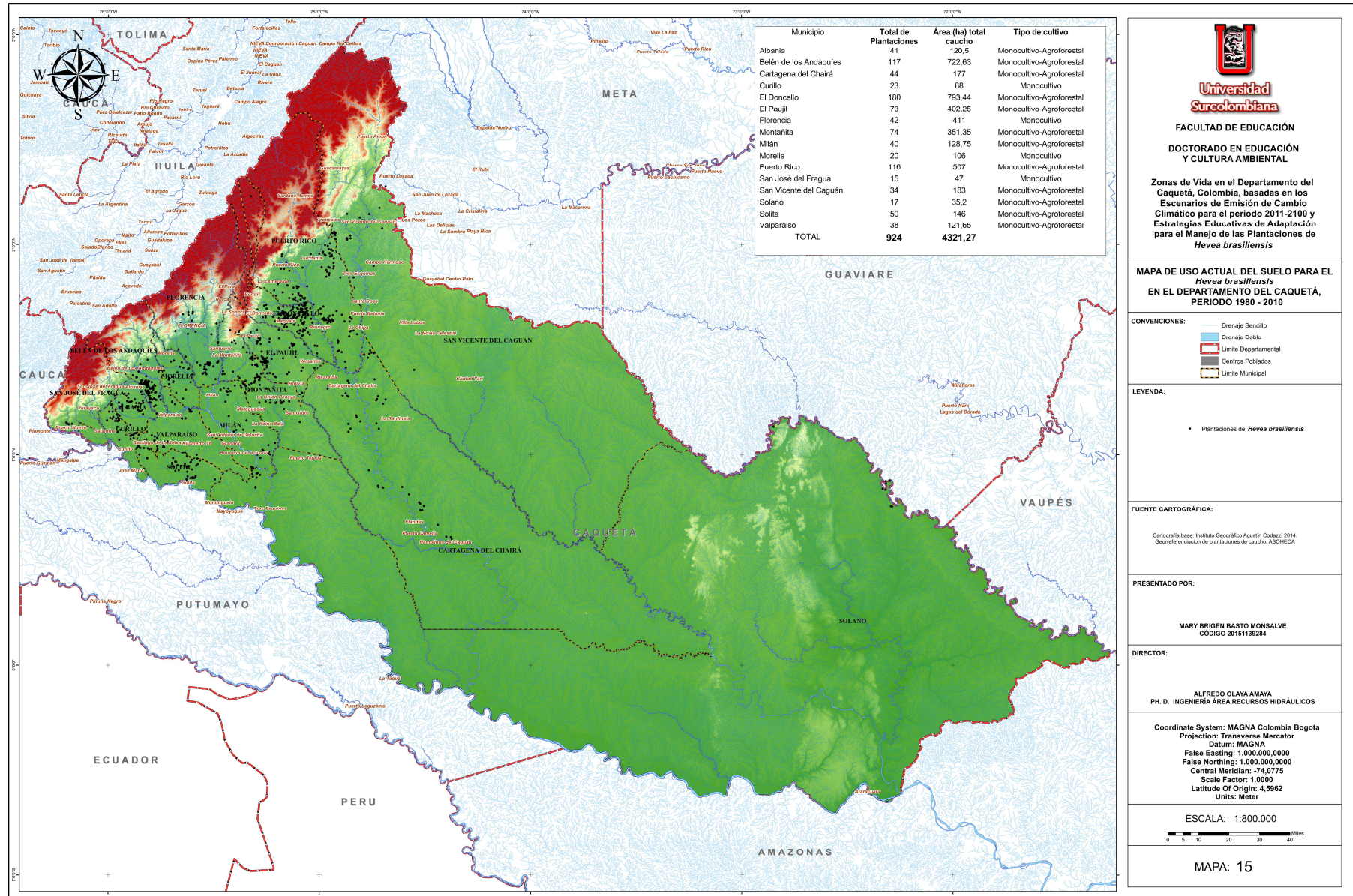
La georeferenciación de las 924 UPPC fue incorporada en el mapa físico del departamento de Caquetá a escala 1:800.000, según cartografía elaborada por el IGAC (2014) y disponible en su geoportal, el cual es de libre acceso para su descarga. En la Cuadro No. 14 se aprecia la distribución de las UPPC, el tipo de cultivo y el área (ha) por municipio. Las UPPC se ubican en su mayoría en el paisaje de lomerío.

Cuadro No. 14. Distribución de UPPC en el departamento de Caquetá.

Municipio	Total de UPPC	Área (ha) total caucho
Albania	41	120,5
Belén de los Andaquíes	117	722,63
Cartagena del Chairá	44	177
Curillo	23	68
El Doncello	180	793,44
El Paujil	73	402,25
Florencia	42	411
Montañita	74	351,35
Milán	40	128,75
Morelia	20	106
Puerto Rico	116	507
San José del Fragua	15	47
San Vicente Caguán	34	183
Solano	17	35,2
Solita	50	146
Valparaiso	38	121,65
TOTAL	924	4321,27

Fuente: Información generada a partir del censo cauchero del 2015 y suministrada por la Confederación Cauchera Colombiana (CCC).

Mapa No. 15. Uso actual del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 1980-2010.



Fuente: Elaboración propia a partir del censo cauchero del 2015 y suministrada por la Confederación Cauchera Colombiana (CCC).

4.6.2 Determinación del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el periodo 1980-2010

La elaboración del mapa de uso potencial del suelo tuvo como base el mapa de zonificación de aptitud en Colombia para el cultivo comercial del *Hevea brasiliensis* a escala 1:100.000 de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) del año 2017. A través de esta publicación, la UPRA delimitó las áreas con aptitud para el *Hevea brasiliensis*, mediante la definición de un análisis multicriterio que empleó variables de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico, en función de identificar los sitios más adecuados para establecer y desarrollar el cultivo de caucho en Colombia. Esta zonificación además de contemplar las áreas más competitivas para el desarrollo del cultivo (alta, media y baja), también estableció las zonas marginales que corresponden a las áreas no aptas y de exclusión legal que, para ambos casos, se excluyen del fomento productivo (Ver Tabla No. 7).

De acuerdo con la UPRA (2015), las áreas no aptas presentan restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad, y las de exclusión legal, son las áreas en las cuales no se permite el desarrollo productivo del caucho, porque corresponden a la categoría de áreas protegidas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegida (SINAP).

Tabla No. 7. Categorías para la zonificación de aptitud del cultivo de caucho.

Categoría de aptitud	Definición
Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
No apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que, en la actualidad, imposibilitan el desarrollo de la actividad.
Exclusión legal	Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo productivo.

Fuente: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), 2015.

El ejercicio de zonificación de aptitud liderada por la UPRA, representa un instrumento metodológico que permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de la actividad agrícola en Colombia, por cuanto orienta el proceso de planificación del uso eficiente del suelo rural, mediante el análisis y la evaluación de criterio ambientalmente sostenibles, económicamente competitivos y socialmente apropiados (UPRA, 2015).

En relación con lo anterior, la presente investigación obtuvo el metadato del mapa de aptitud en formato digital shapefile SHP de libre acceso en la plataforma tecnológica del Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), al cual se le incorporó la información digital georreferenciada de las 924 Unidades Productoras de Plantaciones de Caucho (UPPC) suministrada por ASOHECA, según el censo cauchero del 2015, con el fin de determinar el total de las áreas con aptitud alta, media, baja y no apta en el departamento del Caquetá.

De los criterios utilizados por la UPRA (2017) para la zonificación de aptitud del cultivo de caucho, las de mayor peso corresponden a las variables de precipitación y temperatura, lo cual facilitó construir información sobre el uso potencial del caucho, dado que se tiene datos de los parámetros de precipitación y temperatura con los respectivos mapas de isoyetas y de isotermas, así como los mapas de las zonas de vida generados por esta investigación para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100. Para otras variables (de menor peso) utilizadas por la UPRA en la zonificación de aptitud del caucho no existe información para los periodos futuros.

En el Cuadro No. 15 se aprecian los criterios de evaluación definidos para la presente investigación, con base en la aptitud climática del *Hevea brasiliensis* en Colombia, teniendo en cuenta los intervalos de precipitación y temperatura establecidos por la UPRA (2017); Sterling y Rodríguez, 2012; Eraso y Toro (s.f); Escobar, 2004; Torres, 1999; CONIF, 1997. Además, a partir de tales intervalos se identificaron las zonas de vida (Holdridge, 1982) para cada categoría de aptitud. De esta manera, se elaboraron los mapas de uso potencial del *Hevea brasiliensis* (con base en la aptitud climática) para los periodos 1980-2010, 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.

Así mismo, las características climáticas del *Hevea brasiliensis* definidos en la Cuadro No. 15 establece que en las mejores áreas aptas de caucho (aptitud alta) predomina la zona de vida bosque húmedo Tropical (bh-T).

Cuadro No. 15. Criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* para Colombia.

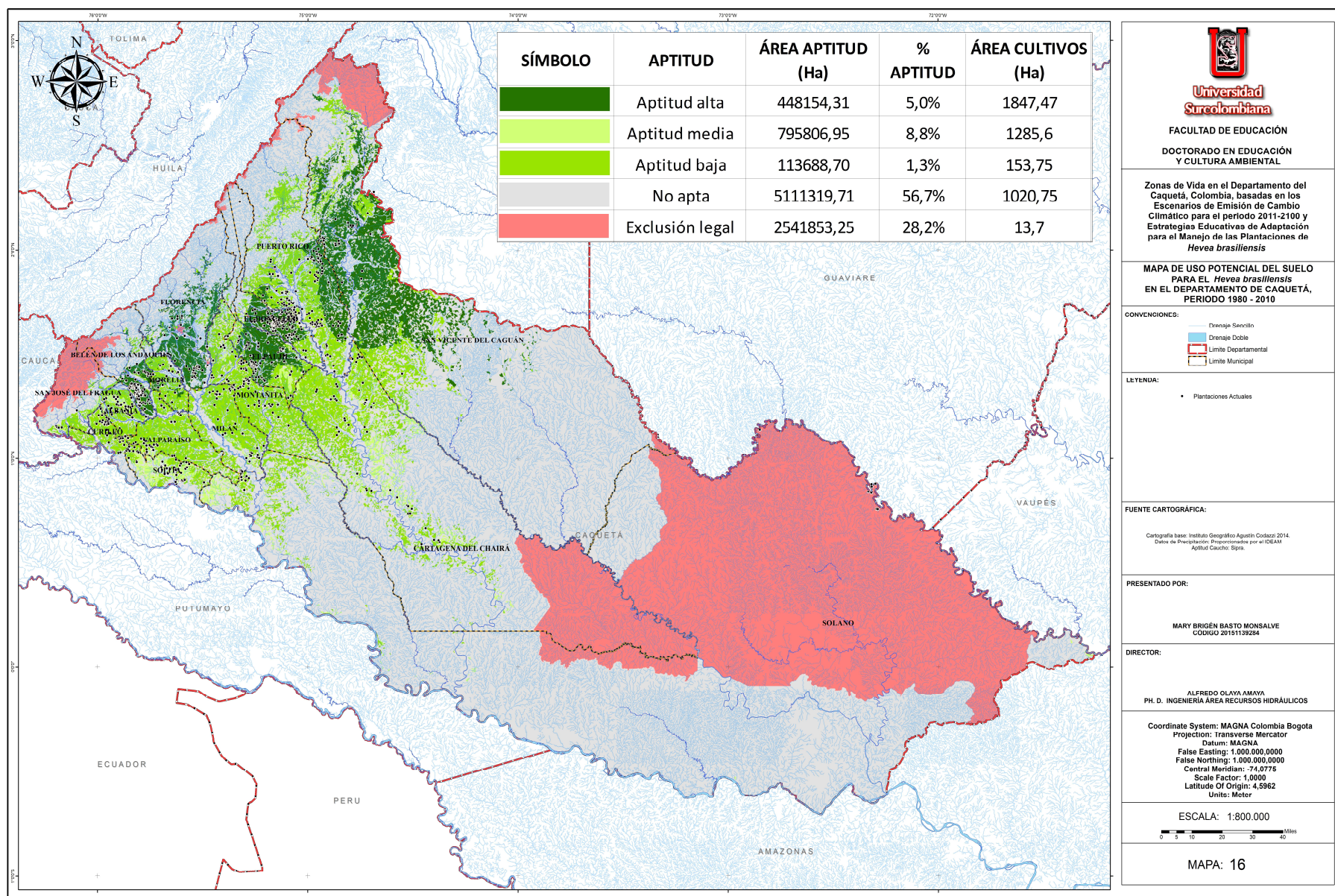
Categoría Aptitud	Temperatura (T) °C	Precipitación (P) mm/año	Zona de Vida Holdridge
Alta	$24 \leq T \leq 28$	$2.500 \leq P \leq 3.000$	bh-T (1)
Media	$20 \leq T < 24$	$1.500 \leq P \leq 2.000$	bh-PMT (2)
		$2.000 < P < 2.500$	bh-PMT Δ Cálida-Húmeda, bh-T Δ Fría y bmh-PMT Δ Cálida-Seca
		$3.000 < P \leq 4.000$	bmh-PMT (3)
Baja	$T > 28$	$1.000 < P \leq 1.500$	bs-T (4)
No Apta	$T < 20$	$0 \leq P \leq 1.000$	bs-PMT Δ Cálida-Húmeda, bs-PMT (5), me-PMT (6), md-PMT (7), d-PMT (8) y las zonas de vida de los pisos altitudinales Montano Bajo, Montano, Subalpino, Alpino y Nival de la región latitudinal Tropical
		$P > 4.000$	bp-MBT y bp-PMT (9)
Exclusión Legal	Áreas protegidas		
<p>(1) Sin incluir las áreas con $2.500 \text{ mm/año} > P > 3.000$, ni $T > 28 \text{ °C}$ (2) Sin incluir las áreas con $P < 1.500 \text{ mm/año}$, ni $T < 20 \text{ °C}$ (3) Sin incluir las áreas con $P < 3.000 \text{ mm/año}$, ni $T < 20 \text{ °C}$ (4) Sin incluir las áreas con $P > 1.500 \text{ mm/año}$, ni $T < 28 \text{ °C}$ (5, 6, 7, 8 y 9) Sin incluir las áreas con $T > 20 \text{ °C}$</p>			

Fuente: Elaborado a partir de datos de la UPRA, 2017; Sterling y Rodríguez, 2012; Eraso y Toro (s.f); Escobar, 2004; Torres, 1999; CONIF, 1997; Holdridge, 1982.

El mapa de uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* del periodo 1980-2010 indicó que el departamento del Caquetá presenta 1.357.650 ha aptas para el desarrollo productivo de este cultivo, lo que equivale al 5 % del territorio departamental (UPRA, 2017).

Del total de las áreas aptas, la aptitud media cubre la mayor parte con el 8,8 %, seguido de la aptitud alta con el 5 % y la aptitud baja 1,3 %. Con respecto al área no apta, los resultados mostraron que el 56,7 % de la superficie del territorio caqueteño imposibilitan el desarrollo del cultivo. El porcentaje restante, es decir, el 28,2 % de la superficie del departamento corresponde a exclusión legal (Ver Mapa No. 15 y el Cuadro No. 16).

Mapa No. 16. Uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 1980-2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la UPR, 2017; Sterling y Rodríguez, 2012; Eraso y Toro (s.f); Escobar, 2004; Torres, 1999; CONIF, 1997.

Respecto a las 4.321,27 hectáreas de caucho existentes en el departamento, 1.847,47 hectáreas se encuentran en aptitud alta, 1.285,6 (ha) en aptitud media, 153,75 (ha) en aptitud baja y 1.020,75 (ha) en no apta. Así mismo, se identificó que 13,7 (ha) abarcan zonas de exclusión legal, correspondiente a ocho UPPC, de las cuales seis se localizan en el municipio de Solano, una en San Vicente del Caguán y otra en Albania (Ver Cuadro No. 16).

Cuadro No. 16. Categorías de aptitud del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 1980-2010.

Categorías	Uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el Caquetá		Uso actual del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el Caquetá	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Alta	448.154,31	5	1.847,47	42,7
Media	795.806,95	8,8	1.285,6	29,8
Baja	113.688,69	1,3	153,75	3,6
No apta	5.111.319,71	56,7	1.020,75	23,6
Exclusión legal	2.541.853,26	28,2	13,7	0,3
Total	9.010.822,93	100	4.321,27	100

Fuente: Elaboración a partir de los criterios de evaluación de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* en Colombia, UPRA (2017); Confederación Cauchera Colombiana, (2015) y Mapa No. 16.

Los municipios que mostraron la mejor aptitud para el desarrollo del cultivo son en su orden, los municipios de El Doncello con 700,89 ha, Belén de los Andaquíes (576,53 ha), El Paujil (339,75 ha), Puerto Rico (435 ha), La Montañita (339,75 ha), San Vicente del Caguán (167 ha). Estos resultados se asocian en relación a que los municipios con mejores áreas aptas de caucho, corresponden también a los municipios que presentan las mayores áreas sembradas en el departamento (Ver Cuadro No. 17).

Cuadro No. 17. Áreas aptas por municipios en el departamento de Caquetá para el cultivo del *Hevea brasiliensis*, periodo 1980-2010.

Municipios	Áreas Aptas (ha)				No Apta	Exclusión Legal
	Alta	Media	Baja	Total Apto		
Albania	0,0	68	39	107	12,5	1
Belén de los Andaquíes	565,53	11	0,00	576,53	146,1	0,0
Cartagena del Chairá	0,0	87	13,5	100,5	76,5	0,0
Curillo	0,0	55	0,0	55	13	0,0
El Doncello	630,19	70,7	0,0	700,89	92,55	0,0
El Paujil	305,75	34	0,0	339,75	62,5	0,0
Florencia	78	13	0,0	91	320	0,0
Montañita	4	251,75	10	269,75	81,6	0,0
Milán	0,0	87,25	13,5	100,75	28	0,0
Morelia	31	48	0,0	79	27	0,0
Puerto Rico	107	328	0,00	435	72,5	0,0
San José del Fragua	0,0	25	11	36	11	0,0
San Vicente del Caguán	122	45	0,0	167	15	1
Solano	0,0	12,5	0,0	12,5	11	11,7
Solita	0,0	69	36	105	41	0,0
Valparaiso	0,0	80,4	30,75	111,15	10,5	0,0
Total	1847,5	1285,6	153,8	3286,8	1020,8	13,7

Los resultados obtenidos en el mapa de uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el periodo 1980-2010 establece que posiblemente las condiciones climáticas del departamento representan un factor preponderante que limita el desarrollo de la actividad, si se tiene en cuenta que el 56,7 % de la superficie del territorio caqueteño no es apto para la producción heveícola.

4.6.3 Determinación del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100

En esta etapa se realizó la modelación del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* del periodo 2011-2100, teniendo en cuenta la base climática generada por el IDEAM, a partir de las proyecciones de la tercera CNCC para las variables de precipitación y temperatura media de los periodos 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100.

En la modelación espacial del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis*, se interpolaron los mapas de isoyetas y de isotermas de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, empleando los criterios de evaluación de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* para Colombia, según Cuadro No. 15.

Aunque los requerimientos climáticos de los cultivos pueden variar según la etapa de crecimiento o desarrollo, sobre todo, en lo referente a los parámetros de precipitación y temperatura (Cortés y Alarcón, 2016), es importante mencionar que, para el desarrollo de esta etapa de la investigación, no se tuvo en cuenta esta consideración y se tomaron los rangos de precipitación (mm) y temperatura (°C)

media anual establecidos en el Cuadro No. 15. Después de generados los mapas, se analizó la pérdida y/o ganancia de las áreas del *Hevea brasiliensis* de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, en comparación con las áreas identificadas en el periodo 1980-2010.

Para efectos del análisis de la pérdida y/o ganancia de las áreas del *Hevea brasiliensis*, se empleó la escala de clasificación propuesta por Cortés y Alarcón (2016), el cual simplifica el aumento o la disminución que presentaron las áreas de caucho en los periodos evaluados (Ver Tabla No. 8).

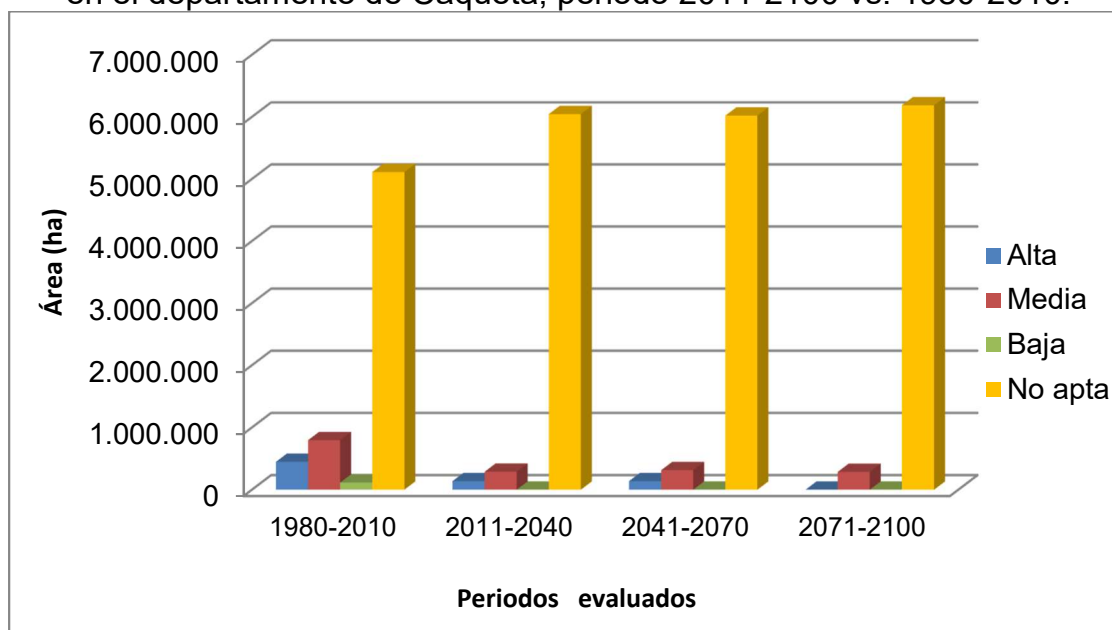
Tabla No. 8. Escala para la clasificación de pérdida y/o ganancia de las áreas del *Hevea brasiliensis*.

Criterio	Área (ha)	Color
Ganancia	Cualquier porcentaje	
Pérdida leve	≤ 33,33 % del área	
Pérdida media	33,34 a 66,66 del área	
Pérdida fuerte	> 66,66 % del área	

Fuente: Cortés y Alarcón (2016)

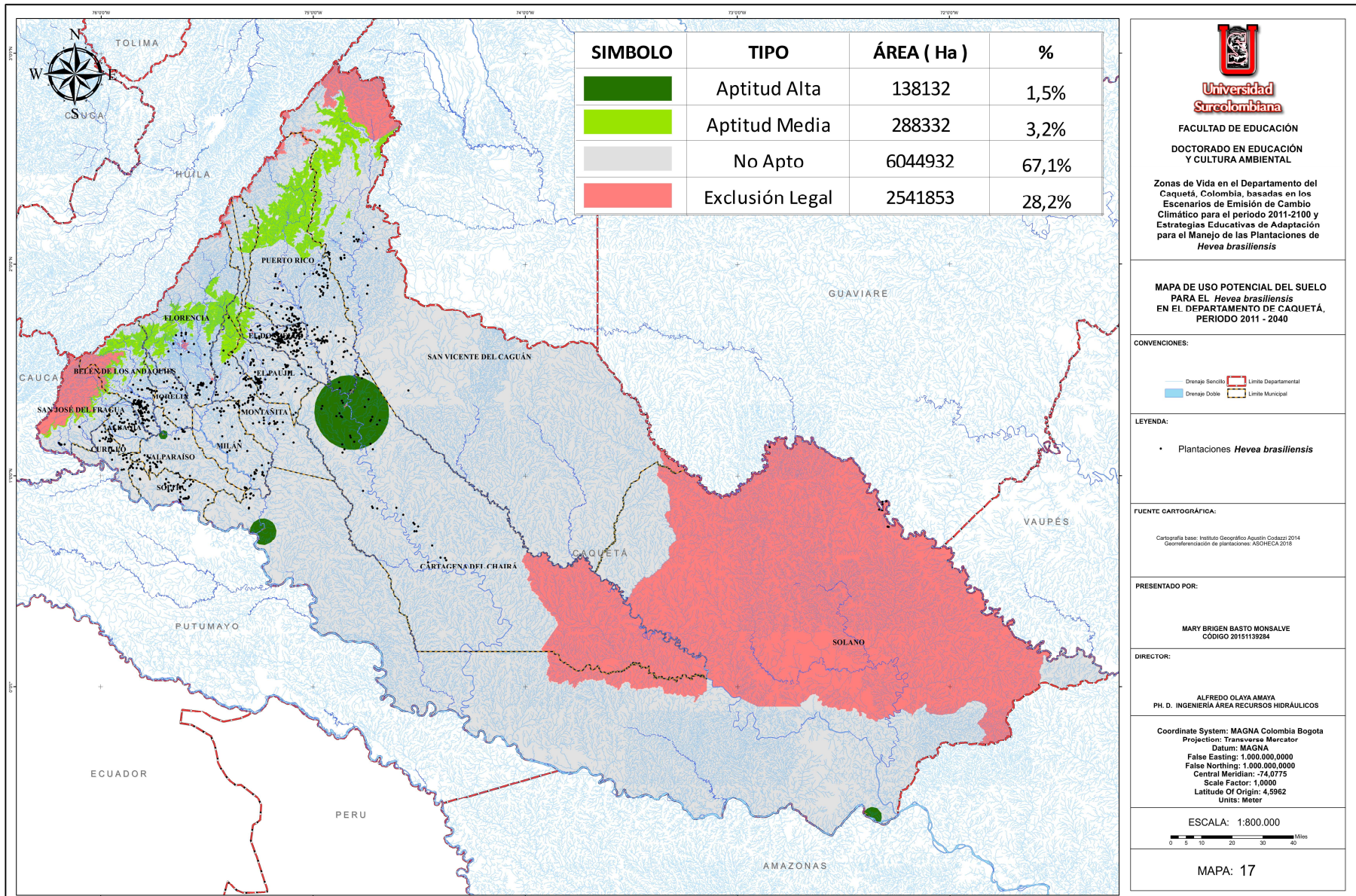
En la Figura No. 16 y los Mapas No. 17, 18 y 19, se presentan los resultados del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* de los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, comparados con el uso potencial del suelo del periodo 1980-2010.

Figura No. 16. Uso potencial del suelo en áreas (ha) para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 vs. 1980-2010.



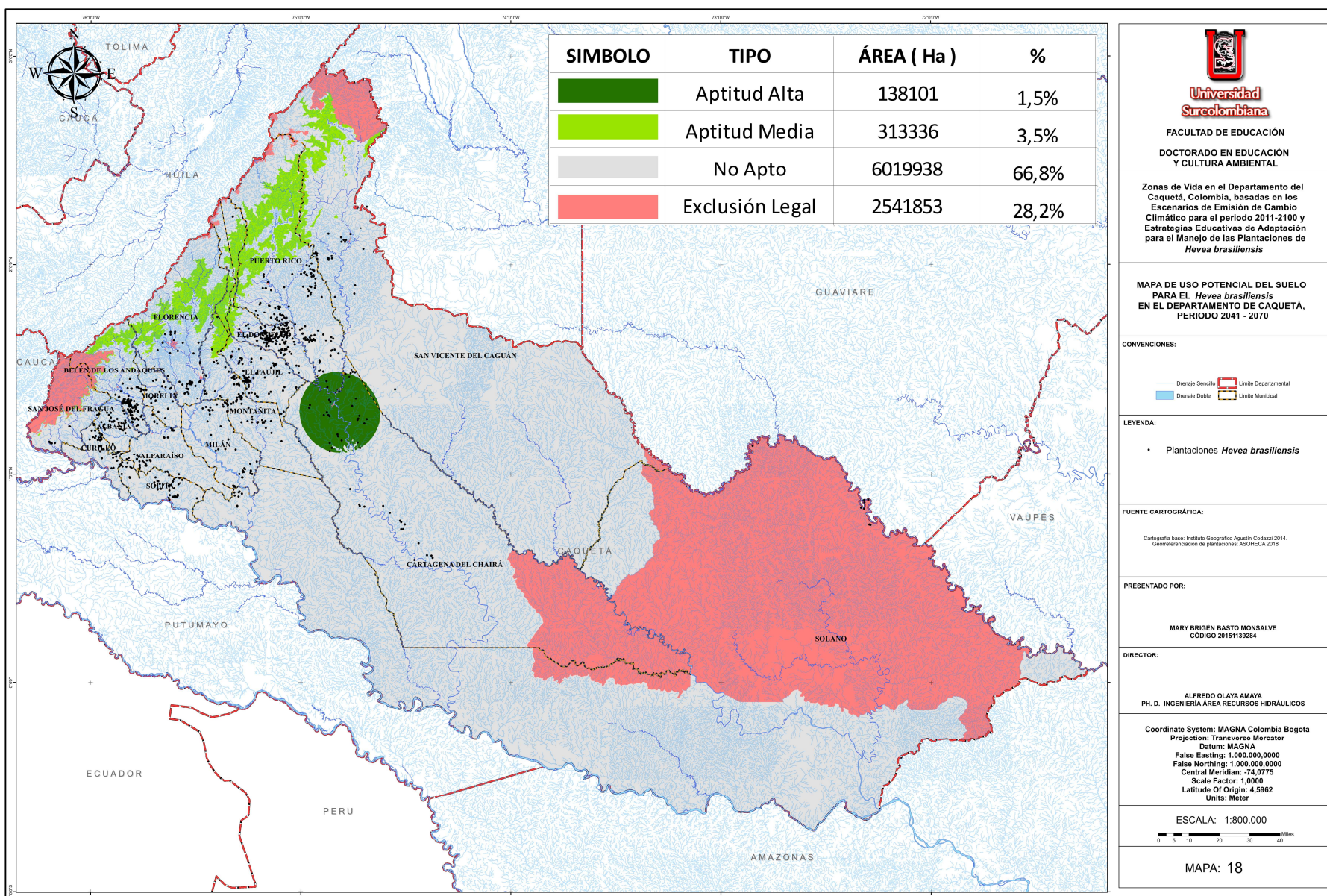
Fuente: Elaboración a partir de criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* en Colombia y mapas de isoyetas y de isotermas de los periodos 1980-2010; 2011-2040; 2041-2070 y 2071-2100.

Mapa No. 17. Uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2040.



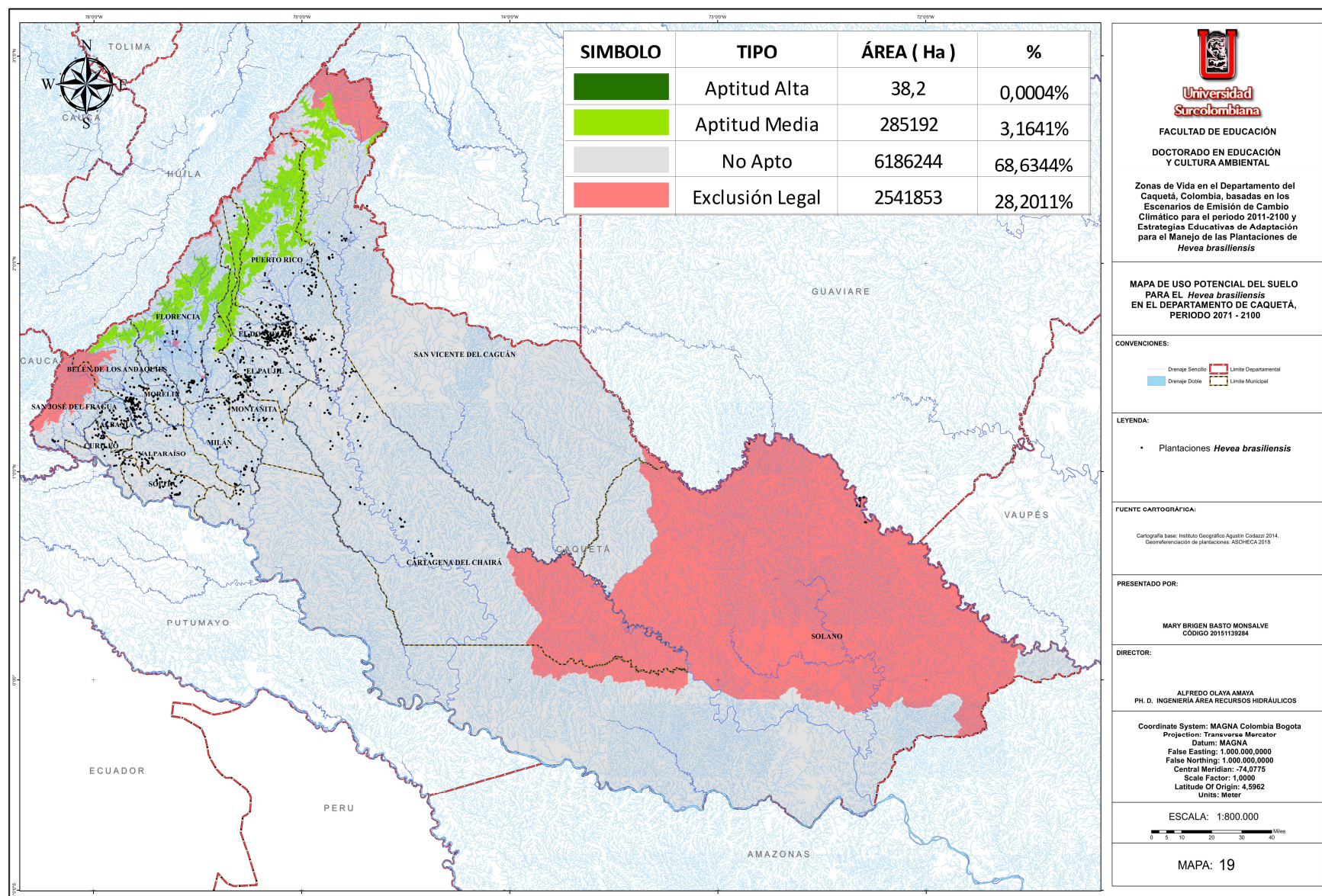
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* para Colombia y mapas No. 6 y 7, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

Mapa No. 18. Uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 2041-2070.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* para Colombia y mapas No. 9 y 10, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

Mapa No. 19. Uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 2071-2100.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* para Colombia y mapas No. 12 y 13, de isoyetas e isotermas, respectivamente.

La modelación del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* muestra que para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, a diferencia del periodo 1980-2010, el área de aptitud alta disminuye en un 31 %. La distribución espacial del periodo 2071-2100 presenta una reducción muy fuerte de la aptitud alta, en relación con el periodo 1980-2010 (Ver Cuadro No. 18).

Cuadro No. 18. Uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en el departamento de Caquetá, periodo 2011-2100 vs. 1980-2010.

Categoría de aptitud	1980 - 2010		2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
	Área (ha)	% Dptal.	Área (ha)	% Dptal.	Área (ha)	% Dptal.	Área (ha)	% Dptal.
Alta	448.154	5	138.132	1,5	138.101	1,5	38	0,0004
Media	795.807	8,8	288.332	3,2	313.336	3,5	285.192	3,16
Baja	113.689	1,3	0	0	0	0	0	0
No apta	5.111.320	56,7	6.044.932	67,1	6.019.938	66,8	6.186.244	68,63
Exclusión Legal	2.541.853	28,2	2.541.853	28,2	2.541.853	28,2	2.541.853	28,2

Fuente: Elaboración a partir de criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* en Colombia, mapas de isoyetas y de isotermas de los periodos 1980-2010; 2011-2040; 2041-2070; 2071-2100 y Cortés y Alarcón (2016).

Ganancia	Cualquier %	Pérdida leve	≤ 33,33 %	Pérdida media	33,34 y 66,66 %	Pérdida fuerte	> 66,66 %
----------	-------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------

En cuanto a la aptitud media, los resultados revelan que, para todos los escenarios futuros, el área apta presenta una pérdida moderada, donde se reduce cerca de la mitad, en relación con el periodo 1980-2010.

Para todos los escenarios futuros el área de aptitud baja es la menos favorable para el *Hevea brasiliensis*, llegando incluso a cero. Lo anterior es debido a que no se encontraron coincidencias en los intervalos de precipitación y temperatura, de acuerdo con los criterios de aptitud climática del *Hevea brasiliensis* en Colombia. El resultado final es la desaparición de esta área para todos los periodos futuros.

Finalmente, en la categoría no apta se evidencia ganancia del área en todos los escenarios, incluso en el periodo 1980-2010 es la categoría que mayor área ocupa. Se proyecta un aumento de las áreas no aptas para los periodos futuros entre un 15 y 17 por ciento, en comparación con el periodo 1980-2010.

Lo anterior es preocupante, debido a que la reducción de las áreas aptas del *Hevea brasiliensis* en el Caquetá estaría influenciada por la variabilidad climática, por lo tanto, si se presentan aumentos significativos en la precipitación y la temperatura del departamento, sobre todo en el paisaje del Piedemonte Amazónico donde se ubican cerca del 80 % de las plantaciones de caucho; por ende, es probable que los cambios en los patrones climáticos incidan en este cultivo, con posibles alteraciones en su ciclo fenológico, tasas fotosintéticas, proliferación de plagas y enfermedades, reduciendo así el periodo de desarrollo y

crecimiento, que a su vez afectaría el rendimiento del mismo. Esta afirmación para el Caquetá es concordante con lo que expresan varios autores para el sector agrícola (Tubiello *et al.*, 2000; Hughes, 2000; McCarl *et al.*, 2001; Smit & Skinner, 2002; Piquera, 2007; Nelson *et al.*, 2009; Ordaz *et al.*, 2010; Ocampo, 2011).

Así mismo, Escobar (2004) plantea que los excesos de lluvias superior a los 4.000 mm anuales en el Piedemonte Amazónico provocarían limitaciones en el rayado y recolección de látex en el cultivo de caucho, generando pérdidas en la producción.

Adicional a esto, el *Hevea brasiliensis* es susceptible al ataque del hongo *Microcyclus ulei*, agente causal del mal suramericano de la hoja y principal problema fitosanitario del caucho en América (Gasparotto *et al.*, 1990; Gasparotto *et al.*, 1997 en Sterling y Rodríguez, 2012; Escobar, 2004; Sterling *et al.*, 2012). Al respecto, García *et al.* (2006) señala que el desarrollo de las enfermedades requiere de temperaturas superiores a 25 °C y humedad relativa por encima del 85 % con precipitaciones superiores a los 3.800 mm/año, lo que permitiría la defoliación de los árboles y la presencia de fuentes de inóculo primario (citado en Sterling *et al.*, 2012, p. 80).

En relación con lo anterior, estos factores serían adversos para el cultivo del *Hevea brasiliensis*, considerando que la cantidad de agua lluvia recomendada para el óptimo desarrollo de este cultivo es mayor a los 1.500 mm hasta los 3.000 mm/año y un rango de temperatura mayor a los 20 °C hasta los 28 °C, con un promedio ideal de 25 °C (CONIF, 1997; Torres, 1999; Escobar, 2004; FedECAUCHO, s.f; Eraso y Toro, s.f; MADR, 2011; UPRA, 2017).

Si se presentan precipitaciones y temperaturas por encima o debajo de esos rangos, esto traería limitaciones en el rayado y recolección del látex, aumento de plagas y enfermedades, implicando pérdidas en la producción del *Hevea brasiliensis* (Gasparotto *et al.*, 1990; Cruz *et al.*, 1993; CONIF, 1996; Torres, 1999; Escobar, 2004).

Los resultados sugieren que, para todos los escenarios futuros, las proyecciones de las condiciones climáticas desfavorecen de manera significativa el desarrollo de *Hevea brasiliensis* en el departamento del Caquetá. Este panorama es similar a lo reportado por el IDEAM en su tercera CNCC, donde estimó que, para finales de siglo, el sector agrícola en el Caquetá sería altamente vulnerable, por disminuciones de precipitación, particularmente al suroriente, sobre los municipios de Solano y hacia el occidente en los municipios de Florencia, Morelia, Albania y Valparaiso. Así mismo, esta institución también reportó que el Piedemonte Amazónico sería sensible a estos efectos, por aumentos en la precipitación hasta en un 20 % adicional al periodo actual.

Esto es preocupante si se tiene en cuenta que el caucho es un producto promisorio dentro de la apuesta exportadora agropecuaria del país, ubicándose como un renglón importante en las políticas de fomento del gobierno colombiano para cubrir la demanda nacional e internacional de la industria automotriz y cuya

producción es insuficiente para cubrir el mercado local. El país importa alrededor de dieciséis mil toneladas promedio año en la presentación de caucho seco y látex centrifugado, correspondiente al 80 % del consumo interno (MADR, 2015).

Además, este cultivo es una fuente de ingresos económicos para más de 900 familias en el Caquetá, quienes aprovechan el látex del árbol para producir caucho seco con destino la industria nacional.

En relación con lo anterior, el estudio de los impactos económicos de cambio climático para Colombia realizado por el DNP-BID (2014), evaluaron los costos económicos asociados a eventos climáticos extremos para los sectores productivos de agricultura³, ganadería, forestal, pesca y transporte, estimando que para el periodo 2011-2100 es muy probable que el país registre pérdidas anuales de 0,49 por ciento en su Producto Interno Bruto (PIB), que al sumar las pérdidas y sin descontar el valor presente, esta cifra equivaldría entre USD 3 y 4 millones por año.

Además, según Lau *et al.* (2011), las proyecciones para el 2050 indican que alrededor de un 80 % de los cultivos perennes y transitorios de alto valor comercial en Colombia, sufrirán el mayor impacto, por lo tanto, el cambio climático tendría efectos de amplio alcance en la agroindustria, las cadenas de abastecimiento, la seguridad alimentaria y nutricional del país.

Por ello se espera que el departamento se prepare en la adopción de medidas de mitigación y adaptación para reducir los impactos negativos del cambio climático en el sector agrícola, en concordancia con la expuesto por Bouroncle *et al.* (2014), al indicar que la ganancia de áreas aptas para ciertos cultivos supone un desafío de adaptación al cambio climático.

En el cuadro No. 19 se presenta los municipios que dominan en área óptima para los periodos futuros 2011-2100 versus el periodo presente 1980-2010, donde los resultados indican que Cartagena del Chairá presenta la mayor área con 102,5 ha, seguido de Puerto Rico con 5,5 ha, San Vicente del Caguán con 5 ha y La Montañita con 29 ha.

³ El análisis se realizó para cinco sectores de la economía que en conjunto suman el 4,3% del PIB total, correspondiente a ganadería (carne y leche), agricultura (maíz tecnificado, papa y arroz), forestal (troncos de madera y plantaciones comerciales), pesca (peces y pescados de aguas marítimas y dulces) y transporte (carretero).

Cuadro No. 19. Distribución del uso potencial del suelo para el *Hevea brasiliensis* en (ha), por municipios del Caquetá en el periodo 2011-2100 vs. 1980-2010.

Municipio	1980 - 2010				2011 - 2040			2041 - 2070			2071 - 2100		
	Alta	Media	Baja	No apta	Alta	Media	No apta	Alta	Media	No apta	Alta	Media	No apta
Albania	0	68	39	12,5	0	0	119,5	0	0	119,5	0	0	119,5
Belén de los Andaquíes	565,5	11	0	146,1	0	0	722,6	0	0	722,6	0	0	722,6
Cartagena del Chairá	0	87	13,5	76,5	102,5	0	74,5	105,5	0	71,5	0	0	177
Curillo		55	0	13	0	0	68	0	0	68	0	0	68
El Doncello	630,2	70,7	0	92,6	0	0	793,4	0	0	793,4	0	0	793,4
El Paujil	305,8	34	0	62,5	0	0	402,3	0	0	402,3	0	0	402,3
Florencia	78	13	0	320	0	0	411	0	0	411	0	0	411
Montañita	4	251,8	10	81,6	0	29	318,4	0	25	322,4	0	5	342,4
Milán	0	87,3	13,5	28	0	0	128,8	0	0	128,8	0	0	128,8
Morelia	31	48	0	27	0	0	106	0	0	106	0	0	106
Puerto Rico	107	328	0	72,5	5,5	0	502	5,5	0	502	0	0	507,5
San José del Fragua	0	25	11	11	0	0	47	0	0	47	0	0	47
San Vicente del Caguán	122	45	0	15	3	0	179	0	0	182	0	0	182
Solano	0	12,5	0	11	0	0	23,5	6	0	17,5	0	0	23,5
Solita	0	69	36	41	0	0	146	0	0	146	0	0	146
Valparaiso	0	80,4	30,75	10,5	0	0	121,7	0	0	121,7	0	0	121,7
Total	1843,5	1285,7	153,75	1020,8	111	29	4163,7	117	25	4161,7	0	5	4298,7

Fuente: Elaboración a partir de los mapas No. 16, 17, 18 y 19.

4.7 ESTRATEGIAS EDUCATIVAS DE ADAPTACIÓN PARA EL MANEJO DEL *Hevea brasiliensis* AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las estrategias adaptativas son elementos constitutivos de la cultura de una sociedad, de modo que han contribuido históricamente a de-construir riesgos (García, 2006). Las causas y consecuencias del cambio climático empiezan con los individuos, quienes pueden o no percibir los efectos de sus conductas para tomar medidas al respecto (Urbina, 2006). De esta manera, los estudios de percepción pueden ser de mucha utilidad, para explicar los elementos que caracterizan el comportamiento y las decisiones de los actores, lo que podría favorecer la adopción de medidas de adaptación (Gallardo & Hardy, 2016).

De este modo, diversos autores coinciden en que la participación y el empoderamiento comunitario es fundamental en la adaptación, el cual no solo depende de la toma de conciencia, de la voluntad o de la iniciativa de los actores implicados, sino del entorno y las posibilidades que éste brinda para disponer de los recursos (Alegre, 2007; Puente *et al.*, 2012; Forero *et al.*, 2014; García *et al.*, 2015; Mussetta y Barrientos, 2015; Gallardo & Hardy, 2016). Por ello, las capacidades de adaptación serán eficaces en la medida en que sean respaldadas por estrategias complementarias, políticas nacionales y ayudas financieras (Carvajal, 2010).

No obstante, la adaptación es un proceso local, específico del lugar y del contexto (IPCC, 2014), por cuanto no todas las adaptaciones son igualmente "beneficiosas" para todos los actores sociales, ni para todos los contextos (Mussetta y Barrientos, 2015). Es imprescindible tener en cuenta que la adaptación aborda incertidumbres asociadas con futuras condiciones climáticas, socioeconómicas y con la diversidad de contextos específicos (IPCC, 2014).

En este sentido, determinar acciones de respuesta local al cambio climático implica desarrollar estrategias de co-gestión que, en primer lugar, incluya la participación de los actores claves, y al mismo tiempo involucre el trabajo interdisciplinario; estudios de variabilidad climática; proyección de la vulnerabilidad; evaluación de estudios de percepciones cuantitativos y cualitativos; incorporación de las medidas a las políticas públicas, programas institucionales y planes territoriales (Conde, 2006).

Es así como desde la Política Nacional de Cambio Climático, el gobierno de Colombia le apuesta a la gestión del cambio climático, con el propósito de influir en las decisiones públicas y privadas más relevantes que definen el desarrollo del país, de manera que estas decisiones se puedan integrar a la toma de acciones de adaptación y mitigación (PNCC, 2017, p. 8).

Para ello, la política propone una serie de estrategias territoriales generales y sectoriales, de alto impacto para la adaptación y la mitigación, entre ellas: i) El desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima, ii) Manejo y conservación de ecosistemas y servicios ambientales, que permitan mejorar la resiliencia al clima y

la capacidad de mitigación de los GEI en el país. Para esto, se han definido cuatro líneas instrumentales que deben ser incorporadas a la gestión del cambio climático a través de: fortalecimiento de sistema de información, ciencia y tecnología; educación, formación y sensibilización a públicos; planificación de la gestión del cambio climático y financiación e instrumentos económicos (PNCC, 2017, p. 29).

En esa dirección se ha priorizado el cuarto objetivo de la presente investigación, el cual propone un Plan Educativo de Mitigación y Adaptación para el Manejo del *Hevea brasiliensis* al Cambio Climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC). Para la formulación de este plan, se abordaron elementos de análisis (información secundaria, instrumentos de planificación, entrevistas) que orientarán las acciones y las directrices para reducir la vulnerabilidad del cultivo al cambio climático, con el cual los actores que hacen parte de la cadena productiva del caucho natural y su industria, puedan tomar decisiones respecto a la adopción de planes, programas y proyectos para la sostenibilidad de la producción y el desarrollo del cultivo en el siglo XXI.

Bajo esta perspectiva, el cuarto objetivo incluyó el desarrollo de entrevistas semi-estructuradas que fueron aplicadas a productores caucheros ubicados en los municipios del sur, centro y norte del departamento, y tomadores de decisiones que contribuyeron a la definición de las estrategias educativas de adaptación. En relación con el número de personas entrevistadas, se realizaron 24 entrevistas, de las cuales seis corresponden a tomadores de decisiones y dieciocho a productores caucheros de diferentes municipios del Caquetá. Los productores entrevistados tienen edades entre los 30 y 70 años. Respecto al nivel educativo de los productores, cuatro de ellos (22,22 %) alcanzaron la secundaria, 6 (33,33 %) tienen estudios técnicos y 8 (44,44 %) son profesionales. Estos productores tienen más de 20 años de experiencia en la actividad productiva del caucho, llevan más de 30 años viviendo en el departamento, la mayoría son nacidos en el Caquetá. Las entrevistas fueron realizadas por la autora de esta tesis, entre los meses de noviembre y diciembre de 2018, durante 21 días.

Entre los tomadores de decisiones fueron entrevistados el Director Ejecutivo de ASOHECA, el delegado de la Secretaría de Agricultura del Caquetá, delegados de la Mesa Sectorial de Caucho del Caquetá por la Universidad de la Amazonia y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Investigador asociado del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y funcionaria delegada de AGROSAVIA, antiguo CORPOICA.

Para analizar e interpretar los resultados generados en las entrevistas, se optó por realizar el siguiente procedimiento:

- (i) Escuchar el audio de todas las entrevistas realizadas;
- (ii) Redactar las respuestas de las entrevistas de acuerdo con la unidad de análisis.
- (iii) Estructurar la discusión conceptual relevante.

- (iv) Analizar la información e interpretar las respuestas para la obtención de resultados.
- (v) Validar los resultados encontrados en la investigación con la percepción planteada por los actores y, finalmente,
- (vi) Identificar estrategias de adaptación y mitigación.

A continuación, se presenta la síntesis de las respuestas generadas por los productores y tomadores de decisiones, que fueron agrupadas en cuatro ejes de análisis (conocimiento, causas, impactos y gestión del cambio climático).

4.7.1 Análisis de las entrevistas realizadas a los productores caucheros

A) Percepción del conocimiento del cambio climático

Para el indicador de conocimiento, al preguntarle a los entrevistados **¿cuáles son las principales características del clima en su municipio?**, los productores coinciden en que el clima es cálido muy húmedo, con lluvias frecuentes que sobrepasan los siete meses en el año, con presencia de aguaceros súbitos de corta duración, pero intensos. La temperatura es más alta que antes y se presenta una radiación solar más fuerte, con olas de calor intensas que luego son opacadas por fuertes lluvias, de corta duración, localizadas en área relativamente pequeñas, tal como lo expresa el siguiente productor:

“Es un clima muy húmedo, con precipitaciones altas, intensas, permanentes durante el año, con una temperatura elevada y una radiación solar muy fuerte. Los días presentan horas de intenso calor que elevan la temperatura, desatando aguaceros repentinos, que conllevan a tener un clima muy inestable en el municipio. Las lluvias caen por sectores, por veredas, incluso por barrios dentro del mismo centro urbano. Ya no existe en el municipio esos periodos marcados de invierno y de verano de hace 10 años. Esta situación se reflejó en el 2017 y 2018, donde se esperaba un intenso y extenso verano, pero la situación fue contraria, porque se presentaron 10 meses seguidos de lluvias que opacaron el verano” (P. E. Pineda, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 4, anexo 14).

Frente a la pregunta **¿qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?**, los entrevistados señalan que se han presentado cambios en el clima, se percibe aumentos de temperatura en los últimos 10 años, el calor es más intenso, los rayos solares son más fuertes durante el día, se presentan meses de invierno y de verano muy inusuales que no ocurría en el pasado. Ahora se evidencia una marcada variabilidad climática, donde los tiempos de lluvia y de verano no están definidos, debido a que existen días muy calurosos y las lluvias tienen una intensidad que varía rápidamente sobre un área determinada. Antes el clima estaba más definido, existían épocas muy secas que iniciaban en diciembre y finalizaban en febrero. Luego se generaba una temporada de lluvias intensas entre los meses de mayo, junio y julio. Ahora no es posible determinar los meses de verano o de invierno, porque la temperatura ha aumentado y la distribución de la precipitación es constante en todo el año.

“Desde hace 10 años el clima ha cambiado mucho en el municipio, se ha alterado el comportamiento de las lluvias y la temperatura es más alta, se percibe más humedad en el ambiente, los rayos solares son más intensos durante determinadas horas y luego se generan precipitaciones súbitas que caen en corto tiempo. Ya no se evidencia meses definidos por lluvias o verano, porque ahora llueve en cualquier época del año y el sol calienta tan fuerte que genera olas de calor agobiantes. Es común encontrar días que llueve unas horas, se generan olas de calor que suben la temperatura por encima de las 30 °C, y luego vuelve a llover. Se genera mucha inestabilidad en el clima, una elevada humedad relativa y cambios bruscos en las variables de precipitación y temperatura, que ocasionan eventos climáticos extremos muy frecuentes” (H. Góngora, entrevista personal, municipio de Belén de los Andaquies, 03 de diciembre de 2018, entrevista 11, anexo 14).

“Se han presentado cambios en los últimos años con características observables en la precipitación y la temperatura. Se percibe más calor en el ambiente, las temperaturas son muy elevadas, las lluvias son más frecuentes. Esto se evidencia en el campo, porque anteriormente los animales no buscaban tanto refugio en las horas del mediodía, ahora el ganado en los potreros empieza a desesperarse con las altas temperaturas y esto no ocurría antes. También se escucha por parte del personal que se contrata para el jornal, algunas opiniones acerca de altas temperaturas y la intensidad de los rayos solares. Estas condiciones climáticas a veces no permiten cumplir con las labores agropecuarias que se contrata para limpiar y mantener los sistemas productivos” (D. Gómez, entrevista personal, municipio de Morelia, 11 de diciembre de 2018, entrevista 21, anexo 14).

“Con referencia al comportamiento de las lluvias y la sequía en la región, puedo asegurar que los periodos en donde se concentraba el invierno y la época seca han desaparecido. Hace 10 años se presentaba unos meses en donde se concentraban las lluvias que correspondía a mayo, junio y julio. La época seca se daba entre los meses de diciembre, enero y febrero. En la actualidad ya no se presenta esos periodos tan definidos, debido a que las lluvias se distribuyen durante todo el año y se ha reducido considerablemente las horas luz en el municipio. Ya no se diferencia en la región cuándo es el verano o el invierno. En octubre del 2018 se presentó un fuerte muy verano que no es usual en la región, antecedido por un periodo de casi siete meses seguidos de lluvias. Ahora en diciembre los días están acompañados de lluvias, cuando esto no se presentaba hace 10 años” (D. Gómez, entrevista personal, municipio de Morelia, 11 de diciembre de 2018, entrevista 21, anexo 14).

En relación con la pregunta **¿cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué entiende por él?** El 90 % de los productores expresan que son alteraciones en el comportamiento del clima, sobre todo en las variables de precipitación y temperaturas a lo largo del tiempo en una región, afectando los sistemas humanos, productivos y ecológicos. También coinciden en puntualizar que desde hace una década se han presentado cambios en la distribución de las lluvias y de la temperatura, acompañados de olas de calor, lluvias torrenciales, inundaciones, vendavales, entre otros. El otro 10 % de los entrevistados opina que el cambio climático está relacionado con sequías, inundaciones, fuertes lluvias y calentamiento global, respondiendo más a los efectos del cambio climático que al concepto que tienen del mismo. En general, el nivel de

comprensión es bueno, aunque se evidencia confusión entre el concepto y las consecuencias del cambio climático.

Respecto a la pregunta **¿por qué ocurre el cambio climático?**, el 43 % de los actores precisan que el cambio climático sucede por la actividad humana. El 57 % asimila esta pregunta con los factores que lo originan, pero no señalan de forma directa la acción antrópica como responsable del cambio climático.

Al preguntar **¿cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?**, la mayoría de los entrevistados señalan como principales causas del cambio climático la deforestación, la ganadería, los combustibles fósiles, los agroquímicos, los residuos químicos. Otras causas atribuibles están relacionadas con los cultivos ilícitos, la falta de educación ambiental, las malas prácticas del suelo, la urbanización, el desarrollo industrial, la falta de compromiso del gobierno para hacer cumplir la normatividad ambiental.

“Dentro de las causas que generan el cambio climático está la deforestación, la ganadería, la utilización de químicos para la nutrición de suelo y la aplicación de venenos para controlar plagas y enfermedades. Estos productos generan efectos negativos en el ambiente, en el aire, en el agua, en los suelos, contribuyendo al cambio climático. En San Vicente, desde hace muchos años se utiliza la práctica desmedida de tumar y quemar bosque primario para el establecimiento de la ganadería, afectando la biodiversidad y dejando suelos sin protección, expuestos a procesos erosivos y de deterioro” (A. Perdomo, entrevista personal, municipio de San Vicente del Caguán, 23 de noviembre de 2018, entrevista 2, anexo 14).

“Los factores que inciden en el cambio climático es la deforestación, la potrerización, las prácticas agrícolas y ganaderas que no han tenido en cuenta algunas condiciones para el desarrollo productivo sostenible. Los cultivos ilícitos han incidido de manera negativa, observándose que se traslada la coca de la zona de altillanura amazónica a la zona de cordillera, en donde se cambia el paquete tecnológico de este cultivo ilegal con nuevas variedades que son resistentes a las bajas temperaturas, a los pisos altitudinales por encima de los 500, 800 y 1.200 m s. n. m., tolerantes a la baja radiación solar, encontrando así condiciones ambientales y climáticas adecuadas para el desarrollo y rendimiento de este cultivo ilegal” (P. E. Pineda, entrevista personal, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 4, anexo 14).

B) Percepción de la contribución de los productores al cambio climático

En cuanto a la pregunta **¿considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?** Sobre su propia influencia en los cambios climáticos, los entrevistados admiten que sí contribuyen, porque sus actividades cotidianas incrementan los gases de efecto invernadero. La mayoría expresa que han realizado malas prácticas y cambios en el uso del suelo que no son acordes a la vocación de los suelos amazónicos. También reconocen la dependencia de los combustibles fósiles y sus derivados, la utilización de agroquímicos, plaguicidas, contaminación de fuentes hídricas, entre otros.

Al consultarles a los entrevistados **¿qué sucesos han ocurrido en su municipio asociados al cambio climático?**, el 85 % de ellos señala que los hechos más frecuentes están asociados con olas de calor, lluvias torrenciales, vendavales, inundaciones y crecientes súbitas de los ríos y quebradas, disminución en el caudal de las fuentes hídricas, problemas de erosión y deslizamiento de tierras por suelos desprotegidos y compactados por la ganadería. El 15 % expresó el aumento de incendios en áreas boscosas que no pudieron ser controlados, afectando el ambiente. Algunos fueron promovidos por la acción humana y otros se generaron por las altas temperaturas.

Frente a la pregunta **¿cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?**

Sobre esta posibilidad, el 100 % de los encuestados tiene interés por el tema y expresaron que sí es posible reducir los riesgos asociados al cambio climático; no obstante, el nivel de incertidumbre y preocupación fue notorio por la crisis ambiental. Los productores señalan la necesidad de adoptar prácticas en la lucha contra el cambio climático, adoptando medidas relacionadas con el desarrollo de sistemas de producción sostenible; educación, formación y sensibilización ambiental; reforestación de fuentes hídricas; conservación y protección de bosques; reducción de agroquímicos y evitar los incendios forestales.

C) Percepción de los impactos del cambio climático en la vida cotidiana y productiva

Al indagar acerca de **¿qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?**, el 100 % de los entrevistados afirman que los cambios climáticos influyen en su vida cotidiana, sobre todo en la producción agropecuaria. Los efectos están asociados con una mayor incidencia en las plagas y enfermedades, afectando la salud de las personas, generando bajo rendimiento laboral, incumplimiento en las labores asignadas, debido a que la mano de obra no puede ser aprovechada durante el día, por las lluvias prolongadas, las altas temperaturas o los rayos solares. También expresan alteración en el calendario de las siembras y de la fertilización, se pierde la aplicación de enmiendas y nutrientes en los suelos. Todo esto implica crisis y pérdidas económicas para los productores.

En relación con la percepción de los impactos del cambio climático, se les preguntó a los actores **¿Cuáles han sido los impactos en el *Hevea brasiliensis* por el cambio climático?**

El 100 % de los productores expresó que los cambios climáticos han tenido un impacto negativo en la producción. Los cambios climáticos han afectado el estado foliar del árbol, generando un ambiente propicio para la proliferación de plagas y el surgimiento de nuevos patógenos que han afectado las hojas y el panel de sangría. El caucho es un árbol caducifolio que necesita renovar sus hojas en los meses de verano y cuando inicia el periodo seco las hojas caen. Entre el 2017 y

2018 se presentaron varios periodos de verano que afectaron la caída de las hojas en distintos momentos, impactando en la producción de látex. Las lluvias constantes disminuyen la posibilidad de la sangría, repercutiendo en los ingresos mensuales de los productores. Cuando llueve mucho, no hay posibilidad de rayar porque se pierde el látex con la lluvia. Además, el aumento de los patógenos en los árboles obliga al productor a realizar más controles, más inversión en las plantaciones, contratando mano de obra para limpiezas, mantenimiento y aplicación de fungicidas que permitan bajar la incidencia de las enfermedades.

Otras afectaciones que identificaron los encuestados están relacionadas con la alteración en los procesos de floración y fructificación, lo que ha venido generando la disminución en la producción de semilla.

En cuanto a las plagas y enfermedades, los productores han identificado incrementos en la incidencia de enfermedades fungosas como la antracnosis y la raya negra, causadas por los hongos *Colletotrichum Sp.* y *Phytophthora Sp.*, respectivamente. También ataques severos del insecto chinche de encaje (*Leptopharsa heveae*). Estas enfermedades están afectando las hojas, el panel de sangría y los frutos, provocando la disminución en la producción de látex.

“Los aumentos de precipitación generan propagación de plagas y de enfermedades. Se presentan cambios drásticos en el clima como lluvias repentinas e intensas y luego olas de calor en el mismo día, entonces, se genera un ambiente propicio para la proliferación de plagas o el surgimiento de patógenos que afecta las hojas y el panel de sangría en el árbol. El período de defoliación y refoliación en el caucho se ha visto afectado por las variaciones de las épocas de verano y de invierno...” (L. Oyola, municipio de Cartagena del Chairá, 25 de noviembre de 2018, entrevista 6, anexo 14).

“El caucho es un árbol caducifolio, es decir, que cada año debe cambiar su follaje y las variaciones del clima han contribuido a que las plantaciones realicen el cambio de las hojas en diferentes épocas del año. Antes, la defoliación se presentada a finales del año, en los meses de noviembre, diciembre y enero. Ahora se presenta este proceso en distintos meses, como consecuencia del intenso verano en diferentes épocas, es decir, ya no se evidencia el verano marcado de hace cinco años y eso altera la producción del látex, porque se reduce el rendimiento de las plantaciones, debido a que el árbol queda sin hojas, susceptible a plagas y enfermedades que pueden ocasionar la muerte del árbol o la disminución de la producción” (R. García, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 1, anexo 14).

“La costra negra está atacando severamente la plantación, más que el *Microcyclus ulei*, porque la enfermedad se diseminada con mayor facilidad al encontrar condiciones de alta humedad y lluvias en los cultivos. En el tema de plagas, se ha visto la proliferación del chinche de encaje que se alimenta del follaje del árbol y ataca de manera agresiva, conllevando una reducción en la producción del látex. En el Caquetá no se conocía el chinche de encaje, porque la enfermedad frecuente era el mal suramericano de la hoja. Esta nueva plaga está atacando el follaje del árbol porque ha encontrado condiciones ambientales para reproducirse...” (R. García, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 1, anexo 14).

(...) Las dos defoliaciones del 2018 generaron una disminución del más del 60 % de látex que normalmente se produce en el municipio. El Doncello tiene la capacidad de producir 50 toneladas de coágulo húmedo en el mes, pero esa producción se bajó a 21 toneladas este año, incluso se tienen registros de algunos meses en el 2018 que registra entre 15 a 18 toneladas mensuales. Otros aspectos que han impactado negativamente es la fenología del cultivo, si se tiene en cuenta que el municipio de El Doncello es pionero en la producción del 80 y 90 % de la semilla que necesita el país, donde en los años anteriores se recogía la semilla en los meses de julio y agosto. Los últimos años ya no se presenta la floración, ni fructificación en los cultivos. Esta situación ha impactado negativamente, debido a que se reduce el material vegetal para la propagación y el fomento. También se ha evidenciado que en los periodos intensos de lluvia y de verano, se ha proliferado el ataque de plagas y enfermedades como el gusano cachón y el chinche de encaje. Cuando el árbol está refoliando aparecen estas plagas que atacan los folíolos, perjudicando el desarrollo de la estructura foliar, de modo que genera retrasos en la producción. En cuanto a patógenos, se ha incrementado el ataque del *Microcyclus ulei*, el *Colletotrichum*, la *Phytophthora palmivora*, conocidos como los agentes causales del mal suramericano de la hoja, la antracnosis y la raya negra, el cual ataca las partes aéreas del árbol y el corte de sangría” (P. E. Pineda, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 4, anexo 14).

D) Percepción de la gestión para la mitigación y la adaptación del *Hevea brasiliensis* al cambio climático

Respecto a la viabilidad de las medidas de mitigación y adaptación, las respuestas apuntan a reducir la complejidad del fenómeno a través de programas y proyectos de investigación relacionados con la ampliación de clones y base genética más tolerante a las variaciones climáticas. Otras medidas señaladas como prioritarias están asociadas con la agroforestería, la fertilización orgánica, instalación de sistemas de riego, ampliación de las distancias de siembra, adopción de nuevas técnicas de recolección de látex, cambiar frecuencias y horarios de sangría, programas de pago por servicios ambientales, cambios en las prácticas nutricionales del cultivo, programas de educación ambiental, recarga de acuíferos con agua de lluvia, recuperación de fuentes hídricas con reforestación, estimulación hormonal en el árbol para optimizar la producción y así compensar la reducción de la frecuencia de sangrías.

“Se necesita ampliar densidades de siembra en el caucho, para reducir la humedad dentro del cultivo y evitar el ataque de enfermedades como el mal suramericano, raya negra, antracnosis, entre otros. Se requiere innovar en técnicas, como sembrar en agroforestería, fertilización adecuada a las necesidades del cultivo mediante análisis de suelo, cambiar técnicas y horarios de rayado para aprovechar la producción, investigación en clones resistentes a variaciones climáticas y la posibilidad de incluir las plantaciones en programa de pago por servicios ambientales, considerando que el caucho es una especie productora, recuperador de suelo y contribuye a fijar dióxido de carbono al suelo para contrarrestar el impacto de los gases de efecto invernadero. Es necesario que exista un blindaje jurídico en el cultivo, formulando una política que reconozca las bondades ambientales del caucho y sea priorizado en programas de pagos por servicios ambientales o incentivos económicos, con el propósito de

contrarrestar la crisis económica en el precio y en la producción, cuando las plantaciones no se puedan rayar por los cambios del clima, debido a que muchas plantaciones son abandonadas y taladas cuando no son productivas”. (L. Oyola, municipio de Cartagena del Chairá, 25 de noviembre de 2018, entrevista 6, anexo 14).

“Identificar áreas aptas para el fomento del cultivo, según la vocación del suelo; determinar las áreas que cumplen las condiciones agroecológicas para el establecimiento de plantaciones en el futuro, de manera que las plantaciones sean rentables y sostenibles para los productores. También se requiere transferencia de tecnología y asistencia técnica para identificar los factores de riesgo en el cultivo y adoptar prácticas de manejo para aclimatar al árbol a las nuevas condiciones ambientales y productivas” (C. Rojas, municipio de Albania, 09 de diciembre de 2018, entrevista 19, anexo 14).

“Establecimiento del caucho en agroforestería; implementaciones de cerca vivas en los cultivos y en los potreros; establecimiento de corredores biológicos con caucho; cambios en las prácticas nutricionales del cultivo, porque antes la fertilización se hacía en corona o en media luna enterrada, y ahora se hace al voleo. Los productores nos acostumbramos a enterrar el fertilizante y éste se perdía en ausencia de lluvias. Cuando existe humedad en la tierra, el agua diluye el fertilizante en el suelo y genera mayor absorción en el árbol. Cambiar los métodos de aplicación del fertilizante es una buena opción, porque antes se hacía una vez al año, ahora se aplica la misma cantidad en tres aplicaciones anuales, aprovechando la humedad del suelo para que se diluye mejor el nutriente en la superficie. Las aplicaciones se están realizando cuando inicia el verano, mitad de año y cuando inicia el invierno. Es decir, la primera se hace en abril, la segunda entre mayo y octubre y la otra se aplica a finales de noviembre o primeros días de diciembre” (R. García, municipio de El Doncello, 24 de noviembre de 2018, entrevista 1, anexo 14).

En el cuadro No. 20 se presenta los resultados de las informaciones encontradas en las entrevistas realizadas a los productores, según la interpretación de la presente investigadora respecto al nivel de percepción de los indicadores evaluados.

Cuadro No. 20. Resultados de percepción de las entrevistas a los productores.

Eje	Indicador	Criterio de los entrevistados	Nivel de percepción
A. Percepción inicial del cambio climático.	Indicador de conocimiento Los productores expresan su opinión y conocimiento acerca del cambio climático.	Los productores mostraron receptividad durante el ejercicio, para ellos el cambio climático es un tema prioritario en sus actividades cotidianas y productivas. Se evidenció que el 90 % de los productores tiene percepciones no muy claras del cambio climático, no obstante, algunos lo confunden con el calentamiento global y el efecto invernadero. En cuanto a las condiciones del clima, existe una percepción generalizada en que las variables meteorológicas, sobre todo, la precipitación y la temperatura están cambiando en el	Medio. No existe una clara distinción entre la comprensión conceptual del cambio climático, sus causas y efectos.

		<p>departamento. Todos los productores coincidieron en que las características climáticas de su municipio son muy similares a las de otros municipios del piedemonte Amazónico, con un clima muy húmedo, lluvias frecuentes y abundantes todo el año, con mayor intensidad en intervalos cortos de tiempo. La sensación térmica del aire es más alta, la radiación solar es más directa, produciendo olas de calor intensas, que luego son opacadas por precipitaciones súbitas y sectorizadas.</p> <p>De manera general, se percibió que los productores identifican la presencia de eventos climáticos extremos como efectos del cambio climático, sin embargo, no poseen conocimientos claros acerca de la conceptualización del cambio climático, de acuerdo con los factores que lo originan y sus efectos. No establecen diferenciación entre cambio climático, calentamiento global y efecto invernadero.</p>	
<p>B. Percepción de las causas o la contribución de los productores al cambio climático.</p>	<p>Indicador de la contribución: Los productores establecen los factores que provocan el cambio climático, sus causas y contribuciones.</p>	<p>Respecto a las posibles causas que están contribuyendo a la inestabilidad climática, los productores reconocen que la deforestación es el principal factor con mayor impacto negativo en la variabilidad climática actual. La tumba y la quema de bosques ha sido una práctica cultural muy arraigada en sus municipios para el establecimiento de pasturas.</p>	<p>Medio. Existen nociones sobre las causas que contribuyen al cambio climático.</p>
<p>C. Percepción de los impactos del cambio climático en la vida cotidiana y productiva.</p>	<p>Indicador de impactos: Los productores opinan de la influencia que tiene el cambio climático en su vida cotidiana y actividades productivas</p>	<p>Con respecto a la influencia de los impactos del cambio climático en su vida cotidiana y productiva, se percibió consenso entre los productores de sentirse afectados por el aumento de las lluvias y la temperatura, con pérdidas económicas en la producción. Algunos son escépticos frente a la posibilidad de que sus producciones mejoren, incluso sostienen que, a pesar de la reducción drástica de la producción, no identifican una solución pronta, sino aguantar y resistir la crisis para no abandonar los cultivos a la suerte.</p> <p>También perciben que el aumento de eventos climáticos extremos en sus municipios ha impactado negativamente la producción de sus cultivos.</p>	<p>Alto. Claridad en los impactos y en los riesgos asociados al contexto, relacionados con futuras condiciones climáticas y socioeconómicas.</p>

<p>D. Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.</p>	<p>Indicador de gestión: Los productores plantean su opinión acerca de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.</p>	<p>Referente a las medidas de mitigación y adaptación, el 80 % de los productores mencionó la necesidad de adoptar cambios en el manejo productivo de sus cultivos para responder a las nuevas condiciones climáticas. El tema más relevante entre las prioridades de medidas de adaptación es el desarrollo genético de variedades resistentes al nuevo clima.</p> <p>Otras medidas mencionadas están relacionadas con reforestar, desarrollar prácticas de conservación, manejo de suelos y diversificación de los cultivos a través de la agroforestería, agricultura orgánica, sistemas de riego y almacenamiento de agua de lluvia, cambiar frecuencias de sangría y estimular el árbol, educación ambiental, cambiar distancias de siembra, innovar con tecnología en la recolección del látex, servicios ambientales, transferencia de tecnología y asistencia técnica para identificar los factores de riesgo en el cultivo.</p> <p>El análisis de las entrevistas establece que los productores ya están aplicando algunas de las acciones y estrategias sugeridas en las entrevistas, sin embargo, no son identificadas por ellos como medidas de adaptación ante el cambio climático. Algunas de las estrategias aplicadas están dirigidas hacia la reforestación productiva, como por ejemplo, el caucho en agroforestería, ampliación de las distancias y las densidades de siembra, establecimiento de corredores biológicos con caucho y cambios en las prácticas nutricionales del cultivo.</p>	<p>Alto. Se plantean diversas opciones con la posibilidad de aplicarlas en el corto, mediano y largo plazo.</p>
--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.7.2 Análisis de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones

A) Percepción del conocimiento del cambio climático

Con respecto a las preguntas **¿qué cambios en el clima ha observado en los últimos años en el departamento y cómo era el clima antes?**, la percepción del 100 % de los entrevistados identifica cambios en el clima, con referencia a las variables de precipitación y temperatura. Los cambios están relacionados con aumento en la temperatura, temporadas de calor, mayor intensidad de los rayos solares. Las lluvias son más abundantes, frecuentes y prolongadas, con presencia de días más nubados, mayor humedad en el ambiente y reducción de las horas de luz.

Así mismo, los entrevistados expresaron que hace 10 años existían épocas más acentuadas de precipitación y de verano en el departamento, donde la temporada de intensas lluvias se generaba hacia mitad de año, con picos de precipitación entre los meses de mayo, junio y julio. La temporada seca iniciaba en diciembre y finalizaba en febrero, siendo los demás meses de transición.

“(…) Las lluvias son más abundantes, frecuentes y prolongadas, con presencia de días más nubados y reducción de las horas de luz. Las temperaturas también han aumentado, el ambiente es más caluroso y la humedad más alta. Desde hace 8 o 10 años el comportamiento de las lluvias no es mismo y se siente más calor que antes, de modo que se eleva la temperatura por algunas horas en el día. El periodo seco ya no se está viviendo en el departamento, porque las lluvias son constantes todo el año con promedios entre 3.500 y 4.000 mm anuales. La temperatura antes era más fresca con registro de 24 y 25 °C en promedio y ahora se presentan registros entre los 26 a 30 °C en el piedemonte Amazónico donde se ubicada la mayoría de los asentamientos urbanos. Es posible que la temperatura sea mayor en la llanura amazónica” (D. Garzón, Secretaría de Agricultura Departamental, 04 de diciembre de 2018, entrevista 13, anexo 15).

“Hace 10 años existía unas épocas más definidas de invierno y verano, donde las fuertes lluvias iniciaban en mayo, junio y julio. Los periodos secos se daban a final de año, en los meses de noviembre hasta febrero. Ahora esta tendencia ha cambiado y se presentan lluvias más prolongadas, intensas y abundantes desde febrero hasta octubre. Los meses secos ya no están tan definidos, porque la constante climática en el departamento desde hace años se caracteriza por lluvias permanentes, con pocas horas de sol, pero intensas. Durante el día se presentan lluvias y horas de luz muy cortas, pero intensas, de manera que aumentan la humedad del aire y elevan la temperatura. El clima durante el día y durante el año es cada vez más incierto, la distribución de las lluvias es permanente, las temperaturas más elevadas y ahora no es tan claro los periodos de invierno y verano en el departamento” (R. Gutiérrez, ASOHECA, 04 de diciembre de 2018, entrevista 12, anexo 15).

Con relación a la pregunta **¿qué se entiende por cambio climático?** Los entrevistados expresan que es un fenómeno que siempre ha existido en la historia de la humanidad, pero ahora se ha incrementado por la influencia antrópica. Se necesita generar mayor investigación en el tema, para conocer los impactos y los riesgos futuros, en especial, en el sector agropecuario.

“Es un fenómeno que se necesita conocer más a fondo para comprender el comportamiento de las variables que integran el clima, y así establecer desde la academia unas propuestas que den solución al manejo de los sistemas productivos, que son tan sensibles a las variaciones climáticas. Las respuestas deberán estar orientadas hacia modelos productivos que permitan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas en el departamento (D. Garzón, Secretaría de Agricultura Departamental, 04 de diciembre de 2018, entrevista 13, anexo 15).

B) Percepción de la contribución de la población al cambio climático

Frente a la pregunta **¿Cuáles son los factores que contribuyen al cambio climático y qué causas provoca el mismo?** Entre los factores que contribuyen, los entrevistados mencionaron la deforestación, los agroquímicos, los combustibles fósiles, cambio en el uso del suelo para el establecimiento de la ganadería. La mayoría de los directivos opinaron que la influencia humana es la principal causa que contribuye al cambio climático en la época actual, originando modificaciones en el sistema climático. En relación con la respuesta, se percibe que algunos tomadores de decisiones presentan confusión respecto a los factores que influyen y las causas que provocan el cambio climático, porque algunos relacionaron las causas y los factores cómo lo mismo.

C) Percepción de los impactos del cambio climático en las actividades productivas

¿Considera que el cambio climático genera riesgos para el departamento?

Todos coinciden en que sí genera riesgos, porque la variabilidad climática actual y los eventos climáticos extremos están impactando negativamente en el desarrollo y rendimiento de los sistemas productivos, pérdida y deterioro de hábitat de muchas especies endémicas, mayor riesgo de incendios en cultivos y áreas forestales, saturación hídrica de los suelos, afectación de los recursos naturales, en especial, la disminución del caudal de fuentes hídricas.

¿Qué consecuencias puede traer el cambio climático para sector agrícola en el departamento?

Los entrevistados relacionan como principales consecuencias el incremento de plagas, propagación de nuevas enfermedades, disminuciones en la producción y el rendimiento, alteración en el ciclo vegetativo de los cultivos, pérdidas de las cosechas y afectación en la comercialización por daños en las vías.

“Los sistemas productivos ya no responden satisfactoriamente al nuevo comportamiento del clima, se afectan las siembras, la productividad y el desarrollo de los cultivos, por el aumento de la temperatura y las lluvias. En consecuencia, se generan condiciones favorables para la aparición de nuevas plagas y enfermedades que afecta el desarrollo y las cosechas. Esto representa pérdidas económicas, migración a las ciudades, desempleo y mayor pobreza. Además, los productores no están preparados para afrontar estas nuevas condiciones climáticas, por lo tanto, los impactos son nefastos para el sector agrícola que carece de tecnología y de medidas preventivas para su mitigación y adaptación” (D. Castro, Universidad de la Amazonia, 05 de diciembre de 2018, entrevista 16, anexo 15).

Con respecto a la pregunta **¿cuáles han sido los impactos en el *Hevea brasiliensis* por el cambio climático?**, los tomadores de decisiones expresan la alteración en los ciclos de defoliación y re-foliación en el árbol, las lluvias reducen

el proceso de sangría y recolección del látex, cambios en el ciclo de fructificación y producción de semilla, ataques de patógenos e insectos en las hojas y el panel de sangría como el *Microcyclus ulei*, *Colletotrichum Sp.* y *Phytophthora Sp.*, chinche de encaje y gusano cachón. Lo anterior ha generado disminución en la producción y rendimiento del látex.

“(…) Las nuevas condiciones climáticas de la región han generado mayor humedad, favoreciendo el desarrollo de nuevas fitopatologías como la antracnosis y ataques más severos del *Microcyclus ulei*. Desde hace dos años se observa en las plantaciones la disminución de la dehiscencia del fruto, afectando la salida de la semilla y, en consecuencia, se ha reducido la producción de material de propagación en el departamento. Este aspecto se evidenció en las parcelas de observación que tiene Agrosavia en el municipio de Belén, donde fue muy notoria la presencia de zonas necróticas en el fruto, con manchas de color pardo que invadían su interior y no permitían la eclosión para la producción de semilla. Estos síntomas son muy característicos del *Colletotrichum gloeosporioides*, hongo causante de la antracnosis, lo que generó una alerta en campo, concluyendo que en las parcelas había presencia de esta enfermedad. La antracnosis en el departamento ha surgido con mayor afectación y de manera más agresiva que el mismo *Microcyclus ulei*. (…). En cuanto a plagas se identificó ataques de chinche de encaje en las hojas, favorecidas por los cambios bruscos de la temperatura, los aumentos en la lluvia y la alta humedad relativa” (Y. Vargas, Agrosavia, 05 de diciembre de 2018, entrevista 15, anexo 15).

“(…) El caucho tiene más de 60 años en el Caquetá y el patógeno es un organismo biológico que ha evolucionado, y es más agresivo, tiene más virulencia, más patogenicidad. El hospedero es el mismo material genético de hace 60 años, que se enfrenta a distintos problemas biológicos todos los años. (…). La base genética es la misma y cada día es más susceptible a las condiciones ambientales que favorecen al enemigo y desfavorecen al cultivo. El resultado en la actualidad es que los problemas fitosanitarios afectan el rendimiento del cultivo en términos de productividad. Hace 10 años el rendimiento del caucho era de 1,2 T/Ha/Año y ahora está por debajo de 1 Tonelada. Las plantaciones en el Caquetá tienen una densidad foliar por debajo del 50 %, como consecuencia del incremento de enfermedades fungosas que son favorecidas por la lluvia y la alta humedad relativa. Enfermedades como el mal suramericano induce la defoliación del árbol, disminuye la actividad fotosintética y genera la caída de las hojas durante todo el año, afectando la producción y en algunos casos puede causar la muerte del árbol (…).” (A. Sterling, Sinchi, 11 de diciembre de 2018, entrevista 23, anexo 15).

“Es posible que las nuevas condiciones puedan favorecer o afectar el sector cauchero, debido a que el departamento no tiene las mejores condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo. El Caquetá es una zona que está por encima de los 1.500 mm anuales de lluvias y en algunas zonas alcanza los 4.000 mm, como es el caso de Curillo y otros municipios al sur del departamento. Además, la humedad relativa es superior al 80 %, las temperaturas están por encima de los 25°C, los vientos en algunas épocas superan los 60 Km/hora y esto es fatal para el caucho, entonces, en la actualidad no existen condiciones óptimas para el desarrollo del caucho en la región, sin embargo, se han realizado esfuerzos para sostener los cultivos y se han buscado tecnologías en campo, para que la especie sea resistente a las condiciones climáticas que imperan en la región (…). Las labores de sangría y

beneficio se han disminuido considerablemente por efecto de la alta pluviosidad. Ha sido muy difícil que los productores cumplan con las 100 sangrías al año, es decir, una sangría cada tres días porque las lluvias no permiten realizar esta labor, entonces, la producción ha bajado y con ello se ha visto afectada la economía de las familias caucheras (...)" (I. Dussán, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 05 de diciembre de 2018, entrevista 17, anexo 15).

D) Percepción de la gestión para medidas de mitigación y adaptación del *Hevea brasiliensis* al cambio climático

Como posibilidades de intervención, los tomadores de decisiones plantean a continuación sus comentarios respecto a la gestión de las medidas de mitigación y adaptación.

¿Qué procesos investigativos adelanta su institución respecto a temas relacionadas con el cambio climático en el *Hevea brasiliensis*?

Los entrevistados señalan que sus instituciones acompañan técnicamente la investigación que lidera el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, para encontrar material genético que se adapte a las condiciones del clima actual y que sea más resistente al ataque de plagas y enfermedades, en especial, al *Microcyclus ulei*.

"El SINCHI está realizando hace 10 años una investigación en mejoramiento genético, con el fin de ampliar la base genética en el departamento, y así identificar clones que sean más resistentes a las plagas y enfermedades de alta incidencia en el Caquetá, como el mal suramericano. En el marco de esa búsqueda de material genético resistente, se está llevando a cabo un monitoreo a nivel microclimático en las variables como precipitación, temperatura, humedad relativa, actividad fotosintética, vientos, entre otras. Se están evaluando las variables más preponderantes en las condiciones climáticas y de mayor influencia en los problemas fitosanitarios. Las parcelas de monitoreo ocupan más de 40 hectáreas y se encuentran ubicadas en los municipios de San Vicente del Caguán, Paujil, Florencia y Belén de los Andaquíes. En estas parcelas se tiene ubicadas estaciones meteorológicas a las cuales se les hace un seguimiento permanente, para correlacionar la influencia de las variables climáticas seleccionadas en la incidencia del estado fitosanitario del árbol" (A. Sterling, Sinchi, 11 de diciembre de 2018, entrevista 23, anexo 15).

"Desde el 2016 Agrosavia viene realizando la evaluación del comportamiento fisiológico del caucho en parcelas de observación en el municipio de Belén de los Andaquíes, con el propósito de estudiar más en detalle el funcionamiento del *Hevea brasiliensis* y sus procesos metabólicos, que incluye el análisis del comportamiento climático, factores nutricionales, estado fitosanitario y desarrollo productivo. La otra investigación del orden nacional es la creación de un sistema de apoyo geográfico para el seguimiento y gestión técnica agroecológica en plantaciones de caucho en núcleos productivos del país, a través de una plataforma tecnológica denominada SIG WEB Caucho. Esta última investigación busca determinar las áreas óptimas para el establecimiento del cultivo, establecer la zonificación agroecológica y generar un banco de datos como insumo del sistema de información geográfico para la toma de

decisiones de fomento del cultivo, estableciendo condiciones óptimas para su desarrollo. Se espera tener resultados de la investigación SIG WEB Caucho en 2 años” (Y. Vargas, Agrosavia, 05 de diciembre de 2018, entrevista 15, anexo 15).

¿Desde el rol de su institución, se ha propuesto algo en los planes de acción anual para la adaptación al cambio climático?

Los tomadores de decisiones expresan que existe compromiso en sus instituciones para apoyar acciones investigativas y eventos académicos dirigidos a la adaptación del *Hevea brasiliensis*. En los planes de acción se han definido foros, seminarios, congresos, procesos de capacitación, transferencia de tecnologías y prácticas de campo, que permiten generar conocimiento sobre el cambio climático y la manera de actuar en lo productivo y fitosanitario. Todos los entrevistados hacen parte de la mesa sectorial de caucho natural y del nodo regional de cambio climático Amazonia. Los actores señalan que desde estas instancias se han proyectado iniciativas relacionadas con la vulnerabilidad y la adaptación del *H. brasiliensis* al cambio climático.

¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el *Hevea brasiliensis*?

Las estrategias de adaptación apuntan hacia los sistemas agroforestales, técnicas de mínimo laboreo, evaluación y monitoreo del estado nutricional de las plantaciones, instrumentos jurídicos y económicos como incentivos por servicios ambientales, mejoramiento genético, fertilización orgánica, ampliación distancias de siembra, capacitación y transferencia de tecnología.

“Manejar los cultivos en sistema agroforestal, evaluar y monitorear el estado nutricional de las plantaciones para fortalecer el estado fenológico de los árboles y puedan ser más resistentes a las nuevas condiciones climáticas y ambientales. Direccional políticas públicas para incorporar las plantaciones de caucho en programas de pago por servicios ambientales, de tal manera que los productores pueden recibir otros subsidios por conservación y fomento. Lo anterior, teniendo en cuenta que el *Hevea brasiliensis* además de ser una especie productora es reforestadora y recuperadora de suelos degradados. Si se reconocen estos instrumentos económicos en el caucho, sería una gran contribución para el ambiente y la economía de los productores, porque permite aliviar los altos costos que se asumen en el periodo improductivo del cultivo, se incentiva el fomento, la conservación de las plantaciones, se recuperan los suelos y se mitigan los GEI al fijar CO₂ al suelo” (R. Gutiérrez, ASOHECA, 04 de diciembre de 2018, entrevista 12, anexo 15).

En el cuadro No. 21 se presenta los resultados de las informaciones encontradas en las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones, según la interpretación de la presente investigadora respecto al nivel de percepción de los indicadores evaluados.

Cuadro No. 21. Resultados de percepción de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones.

Eje	Indicador	Criterio de los entrevistados	Nivel de percepción
A. Percepción inicial del cambio climático.	Indicador conocimiento Los tomadores de decisiones expresan su opinión y conocimiento acerca del cambio climático.	La mayoría de los tomadores de decisiones consideran que el clima está cambiando. Existe buen nivel de comprensión respecto a los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático.	Alto. Existe comprensión acerca del concepto del cambio climático y sus factores asociados.
B. Percepción de las causas o la contribución de la población al cambio climático.	Indicador reacción: Los tomadores de decisiones establecen los factores que provocan el cambio climático, sus causas y contribuciones	Los tomadores de decisiones reconocen que el Caquetá es uno de los departamentos mayor emisor de GEI, siendo la deforestación la principal fuente de emisión. Cambios en el uso del suelo para el establecimiento de pasturas han contribuido en la emisión de gases contaminantes que influyen en la vulnerabilidad climática. Señalan que la tasa de deforestación más alta del país está en Caquetá.	Alto. Claridad en los factores generadores, causas y riesgos asociados.
C. Percepción de los impactos del cambio climático en las actividades productivas.	Indicador actitud: Los tomadores de decisiones establecen los impactos del cambio climático en las actividades productivas	Los entrevistados relacionan como impactos relevantes las pérdidas en la producción y bajos rendimientos en el sector agrícola, en especial para el <i>Hevea brasiliensis</i> . La variabilidad climática está generando afectación en el caucho, incidiendo en el desarrollo y la producción. Los tomadores de decisiones determinaron de manera clara las implicaciones fisiológicas y socioeconómicas que se están presentando en el cultivo del <i>Hevea brasiliensis</i> frente al cambio climático.	Alto. Claridad en los impactos y los riesgos asociados al contexto, relacionados con futuras condiciones climáticas y socio-económicas.
D. Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.	Indicador de gestión: Los tomadores de decisiones plantean su opinión acerca de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.	Se plantean medidas de manejo y de reducción del riesgo en los cultivos, en el corto, mediano y largo plazo. Algunas responden a la modificación de las prácticas cotidianas en los cultivos y otras están siendo realizadas como respuesta a las acciones sugeridas por los productores y por los mismos tomadores de decisiones, entre las que se encuentran mejorar genética del material vegetal, agroforestería, ampliación de áreas de siembra,	Medio. Se evidenció que los tomadores de decisiones fueron reiterativos en presentar acciones muy instrumentales para el manejo del riesgo del <i>Hevea</i>

		<p>cambios en los horarios y la frecuencia de sangría. También señalan que se requieren políticas públicas para proteger la producción no solo ante la crisis del riesgo climático, sino de otros problemas asociados con variables socioeconómicas (precio, mano de obra calificada, tecnificación de los cultivos, entre otras).</p> <p>La percepción de la investigadora respecto al indicador de gestión en los tomadores de decisiones es que, ante la incertidumbre de los escenarios climáticos locales y la falta de elementos de análisis para evaluar la efectividad de las posibles estrategias de adaptación, no se tiene definido ningún derrotero o plan de acción por parte de las instancias del sector cauchero, donde se establezcan las directrices para afrontar la vulnerabilidad climática y la gestión del riesgo en el cultivo. Esto contrasta con el hecho de la poca visibilidad del problema en la agenda pública del sector y el limitado liderazgo que han ejercido los directivos gremiales e institucionales en la planificación y la gestión de recursos técnicos y financieros para abordar los impactos en el futuro inmediato.</p>	<p><i>brasiliensis</i> a la variabilidad climática actual, más allá de situarlas en un marco de discusión política y técnico-científica con los productores, para abordar planes y agendas locales que incluya también el análisis de las estrategias de adaptación acorde con el conocimiento local de los productores, analizando otras variables de tipo socioeconómico o cultural.</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Consideraciones generales del análisis de las entrevistas

El análisis de las medidas de adaptación presentadas por los actores entrevistados revela que existe convergencia entre las señaladas por los productores y los tomadores de decisiones, aunque se presentan divergencias en la percepción del cambio climático respecto a sus factores generadores, causas y riesgos asociados. Esto significa que la percepción del cambio climático para los productores de caucho refleja preocupación, por cuanto el nivel de incertidumbre de los escenarios climáticos es alto. Los productores asocian la disminución de la producción al cambio climático, al considerar que el *Hevea brasiliensis* es una especie dependiente de las condiciones meteorológicas y susceptible a efectos adversos en el rendimiento productivo. Esto significa que el nivel de percepción ante los riesgos es alto, si se tiene en cuenta que reconocen su vulnerabilidad del cultivo frente a la variabilidad climática, por consiguiente, están en la mejor disposición para adoptar prácticas responsables que les permita reducir el riesgo y aumentar capacidades adaptativas. De esta manera, el análisis del riesgo y las medidas de adaptación señaladas por los productores, se configura desde una

perspectiva de subjetividad y racionalidad, construido a partir de su interdependencia con la naturaleza, sus saberes tradicionales y la información científica que reciben del mundo exterior, que proporciona una visión más integral para la adopción de medidas de mitigación.

Con relación a las medidas expresadas por los tomadores de decisiones, los resultados muestran que existe una alta preocupación hacia la planificación de la gestión del riesgo climático, sin embargo, sus planteamientos no tuvieron en cuenta la importancia de considerar el conocimiento local de las comunidades para incidir en la construcción de acuerdos comunes y así generar la discusión para la toma de decisiones y la gestión de políticas y programas que estén orientados a la mitigación y la adaptación del *Hevea brasiliensis* al cambio climático.

Desde este punto de vista, diversos autores como Puente *et al.* (2012), Andrade (2012), Rocha (2012), Ortiz & Toledo (2012), Minerva *et al.* (2013), Soares & García (2014), Rodríguez *et al.* (2015), López & García (2017), Rodríguez & Crespo (2017), entre otros, sostienen que, si las estrategias se basan en las propias iniciativas locales de las comunidades, se tendrá mayor posibilidad de éxito en la implementación. Por lo tanto, si se integra el conocimiento experto con el conocimiento local, y se tiene en cuenta la experiencia y la participación plena de los actores locales, será posible la aplicación de las políticas públicas y la efectividad de las estrategias de adaptación al cambio climático.

La definición de una estructura única para adaptarse al cambio climático no existe. No es posible identificar las mejores prácticas o fijar qué políticas funcionan mejor que otras en un contexto determinando, siendo poco probable que se puedan encontrar recomendaciones genéricas que sean válidas en todos los contextos y para todos los países (López, 2015). Esto se da principalmente por las interacciones complejas que representa el cambio climático y sus múltiples incertidumbres asociadas, siendo indispensable la configuración de este fenómeno desde una perspectiva pragmática, que requiere la implementación de acciones inmediatas y acuerdos eficaces para aumentar la capacidad de resiliencia de las comunidades y de los sistemas productivos ante los efectos adversos del clima. Esto significa entonces, la imperiosa necesidad de trabajar desde ahora en medidas concretas de mitigación y adaptación desde diferentes formas y posibilidades.

Frente a estas consideraciones, los resultados encontrados en el análisis de las entrevistas pueden relacionarse con el paradigma investigativo de tipo pragmático, que rechaza de facto la posibilidad de concebir estrategias de mitigación y adaptación desde un enfoque exclusivamente científico o desde el peculiar saber popular, sino que más bien se trata de analizar todos los elementos presentes en un problema y tener en cuenta al conjunto de actores que hacen parte de la estrategia para desarrollar formas de interacción que lleven a una decisión colectiva (Urbina, 2006, p. 71). Es por ello, que desde el pragmatismo de Peirce podría afirmarse que no hay verdades absolutas esperando ser descubiertas, ni

fundamentos absolutos. Es más bien de carácter falible, pluralista, donde confluye la racionalidad y la subjetividad (Barrena, 2014, p. 14). Por consiguiente, la concepción del pragmatismo desde Peirce se basa en que todo conocimiento parte de la experiencia y tiene en la práctica su confirmación última (Barrena, 2014). Por lo tanto, el pragmatismo es una manera común de enfrentarse a los problemas, examinando las posibles consecuencias de forma creativa, y uniendo de esa manera la teoría a la acción (Barrena, 2014, p. 9). En esta dirección se enmarca el PEMAHECC, como insumo para avanzar hacia el análisis de la vulnerabilidad del *Hevea brasiliensis*, mediante el consenso, la discusión y la reflexión colectiva de las medidas de mitigación y adaptación para superar los impactos del cambio climático en los próximos decenios, como soporte para la toma de decisiones políticas, económicas, sociales, productivas y culturales que necesita el cultivo para un futuro alternativo.

De otro lado, en el ejercicio de revisión y análisis de los instrumentos de política pública para la mitigación y la adaptación del cambio climático en Colombia, se evidenció que aún no existe una articulación entre estos instrumentos con los actores institucionales, por cuanto no se reconocen muy bien estas políticas por parte de algunas entidades territoriales y representantes de gremios, en tanto, su aplicación y efectividad en el contexto local es casi nulo o inexistente. Esto significa que los actores rurales no conocen estas iniciativas institucionales, y menos aún, dichas políticas han sido incorporadas a planes o programas en el sector agropecuario del departamento. Ante la falta de articulación entre las políticas nacionales de adaptación y los programas instituciones territoriales, se evidencia la ausencia de planes de acción en las apuestas productivas del Caquetá, de modo que se percibe que el departamento no tiene definido un rumbo para el desarrollo de capacidades locales de adaptación del sector agrícola al cambio climático, sin embargo, se identificó duplicidad de acciones entre instituciones nacionales que integran la cadena productiva del caucho, con respecto a procesos investigativos en el *Hevea brasiliensis* relacionados con la zonificación agroecológica para la determinación actual de áreas óptimas para el desarrollo del cultivo en el país. Esto es preocupante, porque no sólo se afecta el manejo de los fondos públicos, sino el desgaste institucional con la intervención de programas en una misma línea investigativa, el cual no permite avanzar hacia otras iniciativas que requieren los productores en el corto plazo para el manejo de sus plantaciones ante los impactos del cambio climático.

4.7.3 Plan educativo de mitigación y adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* al cambio climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC)

El PEMAHECC se presenta como una propuesta para orientar las acciones que permitan reducir la vulnerabilidad del *Hevea brasiliensis* a la variabilidad climática actual y futura, y plantear medidas de adaptación para aumentar su capacidad de resiliencia al cambio climático, desde una perspectiva planificada y participativa con los actores que hacen parte de la cadena productiva.

El plan se elabora de conformidad con las necesidades de mitigación y adaptación planteadas por los actores claves entrevistados, la revisión de documentos nacionales e internacionales relacionados con respuestas de adaptación del sector agropecuario y los instrumentos de planificación y políticas públicas adoptados en el contexto nacional y regional, como la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la Estrategia Nacional para la Reducción de las Emisiones por la Deforestación y Degradación Forestal (ENREDD+), la Estrategia de Protección Financiera ante el Riesgo de Desastres (EPFRD), la Ley de Cambio Climático 1931/2018, Plan de Acción Sectorial de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero del Sector Agropecuario (PAS-AGRO), Plan de Desarrollo Departamental, Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastre (PDGRD) y el Acuerdo de Competitividad de la Cadena de Caucho del departamento de Caquetá.

Todas estas iniciativas establecen un marco de referencia para la mitigación de los GEI y la adopción de medidas de adaptación que contribuyen a reducir la vulnerabilidad climática y la gestión del riesgo de muchos sectores, y en particular para el sector agrícola. La apuesta de los mencionados instrumentos de política pública incluye no solo la adopción de medidas de mitigación y adaptación, sino la posibilidad de que el sector agrícola pueda mejorar la eficiencia productiva y competitiva, tal como se plantea en el PAS-AGRO y en el acuerdo de competitividad de la cadena de caucho natural del departamento de Caquetá.

Desde este enfoque, la propuesta del PEMAHECC integra un conjunto de problemas, objetivos, proyectos y medidas estratégicas de corto, mediano y largo plazo, para el abordaje de la gestión y la implementación de medidas de mitigación y adaptación para manejo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* en el departamento del Caquetá, ayudando a reducir la vulnerabilidad del sector a los efectos adversos del cambio climático en los escenarios futuro (Ver Cuadro No. 22).

Tales medidas se plantearon a partir de los siguientes cinco problemas, cuya descripción se presenta en el cuadro No. 22:

Cuadro No. 22. Plan Educativo de Mitigación y Adaptación para el Manejo del *Hevea brasiliensis* al Cambio Climático en el departamento de Caquetá (PEMAHECC).

Problema	Objetivo	Programa	Proyecto / Plan	Medida estratégica	Responsables potenciales	Cronograma			Resultado esperado
						Corto Plazo (2019-2020)	Mediano Plazo (2021-2025)	Largo Plazo (2026-2036)	
El Caquetá se vería afectado por la variabilidad climática para el periodo 2011-2100, con posibles aumentos de la precipitación y la temperatura media por el cambio climático; en consecuencia, el departamento podría estar expuesto a una mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos que impactaría el rendimiento agrícola, afectando cadenas productivas altamente promisorias para la economía nacional y el departamento de Caquetá, como el cultivo de <i>Hevea brasiliensis</i> .	Aumentar la disponibilidad de información técnico-científica dirigida al monitoreo y evaluación del riesgo agroclimático en el sector cauchero.	Sistema de información interinstitucional de monitoreo, alerta y evaluación del riesgo agroclimático en el sector cauchero.	Sistema de información interinstitucional de monitoreo, alerta y evaluación del riesgo agroclimático en el sector cauchero.	Instalación de una red de estaciones meteorológicas en distintas zonas caucheras del Caquetá dirigidas a la recolección de datos climáticos.	IDEAM ASOHECA Secretaría de Agricultura del Caquetá				Establecido el sistema de información interinstitucional de monitoreo, alerta y evaluación del riesgo agroclimáticos en el departamento de Caquetá para el sector cauchero.
				Creación y operación de una plataforma de información agrometeorológica dirigida al monitoreo de las plantaciones caucheras en distintas zonas productivas del Caquetá.	Secretaría de Agricultura del Caquetá ASOHECA, AGROSAVIA				
				Creación del programa web de información agroclimática en el caucho.	Secretaría de Agricultura del Caquetá MADR ASOHECA, AGROSAVIA, Confederación Cauchera Colombiana (CCC)				
				Creación del programa radial de información climática y de alertas tempranas en el sector cauchero.	Secretaría de Agricultura del Caquetá, ASOHECA, CCC				

Continuación cuadro No. 22

Problema	Objetivo	Programa	Proyecto / Plan	Medida estratégica	Responsables Potenciales	Cronograma			Resultado esperado
						Corto Plazo (2019-2020)	Mediano Plazo (2021-2025)	Largo Plazo (2026-2036)	
El Caquetá es el departamento con mayores emisiones netas de GEI en Colombia, cuyos gases provocan el calentamiento atmosférico global, alteraciones en el sistema climático y una mayor frecuencia de eventos meteorológicos extremos, que en conjunto, contribuyen a generar cambios en la distribución de las lluvias y la temperatura. En la última década, el departamento se ha visto afectado por el aumento de eventos climáticos que han impactado de manera negativa en la producción agrícola, en cuyo caso, se han presentado disminuciones en los rendimientos de algunos cultivos, como por ejemplo en el <i>Hevea brasiliensis</i> . Las características climáticas que requiere este cultivo para su óptimo	Aumentar capacidades tecnológicas e investigativas para la gestión del riesgo climático, la mitigación de emisiones de GEI y la adaptación del sector cauchero al cambio climático.	Investigación y tecnología para la mitigación y adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.	Creación del Centro de Investigación Regional de Caucho Natural (CIRCA) como apoyo al sistema de información científico y tecnológico para la gestión del riesgo climático y la mitigación de emisiones de GEI en el sector cauchero.	Estimación de las emisiones de GEI bajo el sistema de agricultura orgánica en plantaciones de caucho.	SINCHI, SENA, AGROSAVIA, Universidad de la Amazonia (UDLA), Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), ASOHECA, CCC, MADR				Creado y puesto en operación el sistema de información científico y tecnológico en el departamento de Caquetá, para la gestión del riesgo climático y la mitigación de emisiones de GEI en el sector cauchero.
				Evaluación del potencial de reducción de CO ₂ en el cultivo de <i>Hevea brasiliensis</i> .	AGROSAVIA, UDLA, UNAD, SENA, SINCHI, ASOHECA, CCC, MADR				
				Evaluación de la viabilidad económica del <i>Hevea brasiliensis</i> como especie potencial para el secuestro de carbono neto en el suelo.	SINCHI, SENA, AGROSAVIA, UDLA, UNAD, ASOHECA, CCC, MADR				
				Evaluación de la huella de carbono en los procesos de producción, beneficio y transformación de la cadena productiva de caucho natural.	SINCHI, SENA, AGROSAVIA, UDLA, UNAD, ASOHECA, CCC, MADR				
				Evaluación de la incidencia de la variabilidad climática en el comportamiento de plagas y enfermedades en el cultivo de caucho.	SINCHI, SENA, AGROSAVIA, UDLA, UNAD, ASOHECA, Confederación Cauchera Colombiana, MADR				
				Elaboración del estudio de la zonificación de aptitud agronómica y socioeconómica del <i>Hevea brasiliensis</i> para los escenarios futuro.	SINCHI, SENA, AGROSAVIA, UDLA, UNAD, ASOHECA, CCC, MADR				

<p>desarrollo abarcan la zona de vida bosque húmedo Tropical (bh-T), cuyos límites climáticos se ubican en la provincia de humedad Húmedo. En consecuencia, los escenarios de cambio climático del periodo 2011-2100 indican cambios en el número, tipo y distribución de las zonas de vida en el Caquetá, que se proyectan con provincias de humedad más Húmeda en los escenarios futuro, por consiguiente, esto podría afectar el ciclo productivo de muchos cultivos, en particular, el de <i>Hevea brasiliensis</i>.</p>				Certificación de la huella de carbono ISO TS 14067:2018 y PAS 2050 de los cultivos y de la transformación agroindustrial del Caucho Técnicamente Especificado (TSR-20) en el Departamento del Caquetá.	ASOHECA, Comités Caucheros Municipales (CCM)					
				<p>Plan de inversiones para el desarrollo de capacidades tecnológicas e investigativas para la adaptación del sector cauchero al cambio climático.</p>	Creación del comité técnico y científico de cambio climático en el sector cauchero.	ASOHECA, SAD SINCHI, SENA AGROSAVIA, UDLA, UNAD				<p>Formulado y aprobado el plan de capacidades tecnológicas e investigativas por parte de la Mesa sectorial de caucho natural del Caquetá, para la adaptación del sector cauchero al cambio climático.</p>
					Ampliación de la base genética del <i>Hevea brasiliensis</i> adaptado a las condiciones de estrés climático y saturación hídrica del suelo.	Gobernación del Caquetá, SINCHI, ASOHECA, UDLA, UNAD				
					Elaboración del análisis de costos del cambio climático y mapeo de vulnerabilidad en el sector cauchero.	SAD, CCC, ASOHECA				
					Evaluación de los impactos económicos y sociales del sector caucho frente al cambio climático.	SAD, CCC, ASOHECA				
Evaluación de otros usos de las fincas caucheras para migrar hacia nuevas actividades agrícolas, forestales y/o ecoturísticas.	SAD, ASOHECA, CCM									

Continuación cuadro No. 22

Problema	Objetivo	Programa	Proyecto / Plan	Medida estratégica	Responsables potenciales	Cronograma			Resultado esperado
						Corto Plazo (2019-2020)	Mediano Plazo (2021-2025)	Largo Plazo (2026-2036)	
<p>El sector agrícola en el Caquetá sería vulnerable a posibles cambios en el clima, por efecto de la variación de la precipitación y la temperatura en los escenarios futuros, siendo probable que el departamento esté expuesto a factores de riesgos que incidirían en la productividad y el rendimiento de muchos cultivos. Como resultado de la modelación del uso potencial del suelo para el <i>Hevea brasiliensis</i> en el periodo 2011-2100, se encontraron reducciones de su área óptima, como consecuencia del posible impacto del cambio climático en este cultivo.</p>	<p>Aumentar las capacidades productivas y competitivas a través de la adopción de prácticas y tecnologías que mitiguen las emisiones de GEI y sean tolerantes a la variabilidad climática para reducir la vulnerabilidad del sector cauchero al cambio climático.</p>	<p>Fortalecimiento de capacidades técnico-productivas para la mitigación y adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.</p>	<p>Extensión agrícola y transferencia de tecnologías para la reducción de emisiones de GEI en el sector cauchero.</p>	<p>Fomento de la siembra del caucho en sistemas agroforestales.</p>	SAD, ASOHECA, Comités Caucheros Municipales				<p>Implementadas las tecnologías y prácticas de agricultura sostenible en los predios de los productores, para reducir las emisiones de GEI y mejoran la eficiencia productiva y competitiva en el sector cauchero.</p>
				<p>Desarrollo de labranza de conservación en las plantaciones de caucho.</p>	SAD, ASOHECA, Comités Caucheros Municipales				
				<p>Desarrollo de siembra de barreras vivas en las plantaciones de caucho.</p>	SAD, ASOHECA, Comités Caucheros Municipales				
				<p>Promoción de la fertilización orgánica en las plantaciones de caucho.</p>	SAD, ASOHECA, Comités Caucheros Municipales				
				<p>Reducción en el consumo de combustibles fósiles y el uso de fertilizantes nitrogenados en los procesos de producción, beneficio y transformación.</p>	SAD, ASOHECA, Comités Caucheros Municipales				

			Establecimiento de sistemas de riego complementario en los cultivos de caucho.	Comités Caucheros Municipales					
			Adecuación de calendarios de siembra para el fomento del cultivo acorde con la variabilidad climática zonal.	Comités Caucheros Municipales					
			Adecuación de distancias y densidades de siembra para el establecimiento del cultivo en modelos agroforestales.	Comités Caucheros Municipales					
		Plan departamental de adaptación para el manejo del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático vinculado al plan anual operativo ASOHECA y al acuerdo de competitividad de la cadena de caucho natural del Caquetá.	Cambio de frecuencias y horarios de sangría en el árbol para beneficio del látex.	Comités Caucheros Municipales					Aplicadas prácticas y tecnologías en los cultivos de los productores caucheros que favorecen la adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.
			Establecimiento de sistemas de almacenamiento y captación de agua de lluvia.	Comités Caucheros Municipales					
			Implementación de prácticas de estimulación hormonal en el cultivo de caucho.	Comités Caucheros Municipales					
			Definición del ordenamiento de las plantaciones de caucho en el departamento, de acuerdo con los estudios de zonificación de áreas aptas y escenarios climáticos futuro.	ASOHECA					
			Aplicación de abonos verdes en las plantaciones de caucho.	Comités Caucheros Municipales					
			Establecimiento de sistemas de drenaje en las plantaciones de caucho.	Comités Caucheros Municipales					

Continuación cuadro No. 22

Problema	Objetivo	Programa	Proyecto / Plan	Medida estratégica	Responsables Potenciales	Cronograma			Resultado esperado	
						Corto Plazo (2019-2020)	Mediano Plazo (2021-2025)	Largo Plazo (2026-2036)		
El caucho es uno de los cultivos forestales de mayor importancia en el departamento de Caquetá, por consiguiente, si se presentan cambios a futuro en el sistema climático es posible que se generen impactos en la producción del látex y por ende en los rendimientos del mismo, sin embargo, los actores que hacen parte de la cadena productiva desconocen la vulnerabilidad que puede tener este cultivo ante el riesgo climático, por lo tanto, existe la necesidad de que los tomadores de decisiones, entre ellos, el Gobernador y los Alcaldes de los 16 municipios respalden programas, proyectos y acciones dirigidos a reducir las emisiones de GEI, para que el departamento avance en la definición de estrategias de adaptación y la planificación del desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.	Aumentar capacidades jurídicas, institucionales, fiscales y de protección de la inversión productiva y competitividad del sector cauchero ante la vulnerabilidad climática.	Políticas y mecanismos económicos para la mitigación y adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.	Proyecto de ordenanza departamental aprobado para la implementación del estatuto jurídico, institucional y fiscal de incentivos y subsidios de mitigación de GEI en el sector cauchero.	Presentación de la propuesta de Ordenanza y Acuerdos Municipales para la conservación de plantaciones caucheras en la reducción de emisiones de CO ₂ .	Gobernación del Caquetá, 16 Alcaldías y ASOHECA				Aprobado el estatuto jurídico, institucional y fiscal de incentivos y subsidios por parte de la mesa sectorial de caucho, alcaldes y gobernador del departamento de Caquetá, para beneficiar la mitigación y la adaptación del sector cauchero al cambio climático.	
				Presentación de la propuesta de certificación de huella de carbono neutral en plantaciones de caucho.	ASOHECA y los 16 Comités Caucheros Municipales					
				Presentación de la propuesta para pago de servicios ambientales por captura de CO ₂ en las plantaciones de caucho.	Gobernación del Caquetá, 16 Alcaldías y ASOHECA					
				Gestión de cobertura de seguros agrícolas para el sector cauchero ante Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)	MADR, Banco Agrario					
				Creación de un fondo de compensación de carbono neutro con inversión público-privada.	MADR, Gobernación del Caquetá, 16 alcaldías municipales, ASOHECA					
			Programa de cobertura de incentivos financieros y apoyos económicos para el sector cauchero.	Creación de fondos comunitarios de adaptación en el sector cauchero ante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos.	MADR, Banco Agrario, ASOHECA					Aprobado el programa de incentivos financieros y apoyos económicos para el sector cauchero por parte de la cadena productiva del caucho natural y su industria.
				Creación de una línea de refinanciamiento crediticio para cobertura de cultivos afectados por fenómenos climáticos extremos, entre ellos, el <i>Hevea brasiliensis</i> .	MADR, Banco Agrario, 16 Comités Caucheros Municipales					

Continuación cuadro No. 22

Problema	Objetivo	Programa	Proyecto / Plan	Medida estratégica	Responsables potenciales	Cronograma			Resultado esperado
						Corto Plazo (2019-2020)	Mediano Plazo (2021-2025)	Largo Plazo (2026-2036)	
Los actores de la cadena productiva del caucho, estudiantes y profesionales del sector desconocen los efectos y los riesgos del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático, y las repercusiones en su productividad y competitividad, con posibles consecuencias en la economía de las más de 1.000 familias que dependen de este cultivo.	Generar conocimiento técnico y científico del cambio climático, sus impactos y riesgos asociados, a través de procesos de educación, sensibilización y transformación cultural para la mitigación y adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.	Educación, sensibilización y transformación cultural para la mitigación y adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.	Propuesta curricular de diplomado en buenas prácticas de agricultura sostenible para la reducción de emisiones de GEI en el sector cauchero, formulada y aprobada por la mesa sectorial de caucho natural del Caquetá.	Diplomado en buenas prácticas de agricultura sostenible para la reducción de emisiones de GEI en el sector cauchero.	Secretaría técnica de la mesa sectorial de caucho natural del Caquetá				Fortalecidos los conocimientos de los productores de los 17 comités caucheros en buenas prácticas de agricultura sostenible para la reducción de emisiones de GEI en el sector heveícola.
			Propuesta curricular de diplomado en cambio climático y adaptación del sector agrícola, con énfasis en el sector cauchero, formulada y aprobada por la UDLA y la UNAD.	Diplomado en cambio climático, factores e impactos asociados y opciones de adaptación en el sector agrícola con énfasis en el sector cauchero.	Universidad de la Amazonia (UDLA) y Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)			Fortalecidos los conocimientos de los estudiantes de la UDLA, UNAD, profesionales y técnicos en la temática de cambio climático, aspectos de vulnerabilidad y adaptación en el sector agrícola, con énfasis en el cultivo de <i>Hevea brasiliensis</i> .	

		<p>Propuesta curricular del curso lectivo de adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático, formulado y aprobado por las Facultades de Ciencias Agropecuarias y de Ingeniería para los programas de Ingeniería Agroecológica, Ingeniería Ambiental y Agronomía.</p>	<p>Curso electivo de adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático en carreras de pregrado de la UDLA y la UNAD.</p>	<p>Comité académico de las facultades de Ciencias Agropecuarias y de Ingeniería de la UDLA y UNAD</p>			<p>Fortalecidos los conocimientos de los estudiantes de pregrado de los programas de Ingeniería Agroecológica, Ingeniería Ambiental y Agronomía, de la UDLA y la UNAD en adaptación del <i>Hevea brasiliensis</i> al cambio climático.</p>
		<p>Propuesta curricular de inclusión de las estrategias de adaptación al cambio climático en el plan de estudios de la formación titulada "aprovechamiento y beneficio del cultivo de caucho natural" impartida por el SENA.</p>	<p>Creación de la asignatura estrategias de adaptación al cambio climático en la formación titulada que imparte el SENA en aprovechamiento y beneficio del cultivo de caucho natural.</p>	<p>Comité Académico del SENA</p>			<p>Creada y aprobada la asignatura estrategias de adaptación al cambio climático en la formación titulada en la formación titulada que imparte el SENA en el departamento de Caquetá.</p>
		<p>Escuela de Campo Ambiental (ECA) en buenas prácticas de agricultura sostenible para la adaptación al cambio climático, con énfasis en el cultivo del <i>Hevea brasiliensis</i>.</p>	<p>Asistencia técnica y transferencia de tecnología en buenas prácticas de agricultura sostenible para la adaptación al cambio climático, con énfasis en el cultivo del <i>Hevea brasiliensis</i>.</p>	<p>ASOHECA</p>			<p>Fortalecidos los conocimientos y la transferencia de tecnología en buenas prácticas de agricultura sostenible para la adaptación al cambio climático, con énfasis en el cultivo del <i>Hevea brasiliensis</i>.</p>

5. CONCLUSIONES

En cuanto al comportamiento del clima en el periodo presente y en los escenarios futuros

Respecto al comportamiento del clima en los periodos futuros para las variables de precipitación y temperatura media en el departamento del Caquetá, el análisis de los datos muestra que ambas variables presentan tendencias de cambio para el siglo XXI. Los resultados señalaron que para el periodo 2071-2100 se espera un posible aumento en las lluvias hasta en un 30 % adicional al valor del periodo 1980-2010 en la región noroccidental del departamento y disminuciones leves cercanas al 10 % para el sector suroriental, entre los paisajes de lomerío y la llanura Amazónica. Para finales de siglo la temperatura podría ascender en 2,0 °C en promedio, de acuerdo con los escenarios proyectados. Al comparar estos resultados con los proyectados en la tercera CNCC publicada en el 2015 por el IDEAM para Colombia, se establece coincidencias, apuntando a que en la región noroccidental del departamento de Caquetá se podrán presentar aumentos en las lluvias entre el 20 y 30 %, mientras que el suroriente y suroccidente del mismo departamento presentará disminuciones entre el 20 y 10 %.

En cuanto a la distribución de las zonas de vida en el periodo presente y en los escenarios futuros

El departamento del Caquetá presentó, según el sistema de clasificación de Holdridge, nueve zonas de vida para el periodo 1980-2010, que van desde el piso altitudinal basal Tropical hasta el piso Montano. Para el periodo 1980-2010 y los escenarios futuros, la zona de vida de bh-T ocupó el mayor porcentaje de superficie, pasando de 89,43 % a 92,69 % para finales del siglo XXI.

Como resultado de la comparación de las zonas de vida del periodo 1980-2010 y debido a los cambios en las condiciones de la precipitación y la temperatura para los escenarios futuros, se establece que para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, la distribución de las zonas de vida Holdridge sería el siguiente:

1) En el periodo 2011-2040 aparecen las zonas de vida bosque pluvial Montano Bajo Tropical (bp-MBT) y el bosque pluvial Montano Tropical (bp-MT). Esto indica que dichas zonas podrían tener un desplazamiento, producto de las unidades bioclimáticas bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT) y bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT) que se proyectan como desaparecidas. La zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) desaparece en este periodo y se desplaza al bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT). Las zonas de vida bh-T y bmh-PMT amplían su área en 1,3 % y 2,5 % respectivamente.

2) En el periodo 2041-2070 la zona de bh-T aumenta el área en 2,63 % y la de bmh-PMT también se incrementa, en un 3,2 %, extendiéndose hacia el norte del departamento. El bp-MT presenta una reducción mínima y el bp-MBT desaparece.

3) En el periodo 2071-2100, las zonas de vida se proyectan como áreas con condiciones bioclimáticas más húmedas, donde el bmh-T, bmh-PMT, bmh-MBT, bp-PMT aumentarían su superficie en 0,1 %, 2,71 %, 1,35 %, 0,01 %, respectivamente. El bp-MBT reaparecería en este periodo.

Lo anterior significa que las tendencias de cambio de las zonas de vida estarán más propensas hacia provincias de humedad más Húmeda en los escenarios futuros, por estar más expuestas y sensibles al aumento de las precipitaciones, de acuerdo con los escenarios climáticos generados por la presente investigación. Dichos cambios posiblemente afecten el desarrollo, el rendimiento y la productividad de muchos cultivos en el Caquetá, en particular, el de *Hevea brasiliensis*. Al respecto, puede ser apropiado mencionar que los actores entrevistados señalaron que las precipitaciones han aumentado en el departamento de Caquetá en la última década (2009-2018), lo cual coincide con el aumento de las lluvias proyectadas por el IDEAM en la tercera comunicación nacional de cambio climático para el mismo decenio.

Los resultados también indicaron que las zonas de vida de los pisos altitudinales Premontano, Montano Bajo y Montano de la región latitudinal Tropical, ubicadas por encima de los 1.000 m s. n. m., serían las zonas más sensibles y expuestas al cambio climático en el departamento, siendo preocupante estos datos en razón a que es muy posible que impacten de manera negativa sobre la biodiversidad que habita en los ecosistemas de la zona de transición Andino-Amazónica, lo que podría obligar a muchas especies a desplazarse, adaptarse o inclusive a desaparecer. Las proyecciones generadas en el presente estudio comparados con los obtenidos en otras investigaciones realizadas en Latinoamérica, muestran coincidencias en que los bioclimas más afectados se ubican en los pisos altitudinales de mayor elevación.

Así mismo, es importante priorizar líneas investigativas que permitan analizar más en detalle el grado de susceptibilidad al que estarían expuestas dichas zonas de vida, y que en el corto plazo se generen medidas preventivas que estén dirigidas al seguimiento y monitoreo de los posibles cambios en la estructura y la composición de aquellas especies claves que habitan en esos bioclimas, con el fin de estudiar su dinámica poblacional y así establecer programas de manejo en procura de la conservación de las especies de flora y fauna que se encuentran en estos ecosistemas.

Cada especie nativa, por ejemplo el *Hevea brasiliensis*, tiene sus propios intervalos de precipitación y temperatura con los cuales se desarrolla mejor; por lo tanto, el sistema de clasificación de Holdridge facilita el análisis de la influencia del cambio climático sobre esta especie, debido a que agrupa datos de precipitación, temperatura y evapotranspiración en unidades homogéneas. Este mismo enfoque

podría utilizarse para otros cultivos, integrándolo a sistemas de información geográfica (SIG) para establecer zonificaciones más precisas y detalladas, constituyéndose como una base ecológica para estudiar los diferentes usos actuales y potenciales del suelo y el ordenamiento territorial de áreas productivas.

En cuanto al uso actual y potencial del suelo de las plantaciones de *Hevea brasiliensis* en el Caquetá para el periodo presente y los escenarios futuros

Respecto a la zonificación de aptitud del *Hevea brasiliensis* en el periodo 1980-2010, se concluye que el 56,7 % de la superficie total del Caquetá presenta áreas no aptas para el desarrollo de este cultivo y el 28,2 % se encuentran en la categoría de exclusión legal; sin embargo, de las 4.321,27 hectáreas de caucho existentes en el departamento, 3.133,07 hectáreas son aptas para el cultivo. El bh-T predomina en las áreas aptas con el 99,13 %. Los municipios con mayores áreas aptas, según el uso potencial del suelo para el periodo 1980-2010, corresponde a los municipios de El Doncello, Belén de Los Andaquíes, El Paujil, Puerto Rico y San Vicente del Caguán. Estos municipios coinciden en presentar las mayores áreas sembradas en el departamento.

Las proyecciones de uso potencial del suelo, según la modelación de aptitud climática para los escenarios futuros muestran una tendencia de aumento del área no apta para el *Hevea brasiliensis* en los periodos 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100. Lo anterior significa que, por condiciones climáticas, sobre todo, por los cambios en las variables de precipitación y temperatura, el departamento presentaría dificultades para el fomento y desarrollo de este cultivo. Para el periodo 2011-2040 el área no apta aumenta a 67 %, en comparación con el periodo actual que registró 56,7 %. En el periodo 2041-2070 el aumento se mantiene y para el 2071-2100, el estudio indicó que el 69 % de la superficie total del departamento no sería apta para el *Hevea brasiliensis*. El municipio que domina en área óptima para los periodos futuros corresponde a Cartagena del Chairá con 102,5 hectáreas. Los otros municipios del Caquetá pierden sus áreas aptas casi en su totalidad, donde la tendencia evaluada mostró que el 95 % de las hectáreas de *Hevea brasiliensis* sembradas, pasarán a la categoría de no apta. Se requiere iniciar acciones dirigidas a preparar a los productores para reducir la vulnerabilidad del cultivo, mediante estrategias de mitigación y adaptación que permitan la sostenibilidad y la eficiencia del cultivo en los próximos decenios.

En cuanto a estrategias educativas de adaptación para el manejo del *Hevea brasiliensis* en el Caquetá frente al cambio climático

Las estrategias que se presentan en el plan educativo están dirigidas a los productores y a otros actores que integran la cadena productiva del caucho en el departamento de Caquetá, para que desde ahora pongan en práctica acciones frente a los posibles escenarios del clima y las vulnerabilidades asociadas en el *Hevea brasiliensis*, de manera que los motive a trabajar en la reducción de las emisiones de GEI en el cultivo y en las medidas de adaptación al cambio climático. Las posibilidades de adaptación propuestas en el plan educativo no solamente

están orientadas al caucho, se espera que tengan aplicabilidad en otros cultivos que pueden ser afectados por las nuevas condiciones del clima.

Así mismo, los escenarios climáticos proyectados en la presente investigación son fuente de información para que los productores y tomadores de decisiones de la cadena productiva del caucho se preparen y puedan establecer cambios en el modelo productivo del *Hevea brasiliensis* dirigidos a reducir impactos ya inevitables y avanzar en el desarrollo de diversas prácticas, que van desde la diversificación de cultivos, sistemas de almacenamiento y riego, manejo y conservación de suelo, ampliación de la base genética, adecuación de calendarios de siembra, ordenamiento de las plantaciones de caucho, diversificación de otras actividades productivas en las fincas, pago por servicios ambientales, entre otras.

Es importante que los gobiernos y los tomadores de decisiones tengan en cuenta las necesidades de adaptación y los saberes locales que están incorporando los productores en sus prácticas cotidianas para el manejo del caucho, lo que implica el desarrollo de ejercicios más participativos para el establecimiento de acuerdos comunes, que incluya el universo de los distintos saberes tradicionales y los patrones culturales que han aplicado los productores para enfrentar el clima cambiante, el cual se constituye en un elemento taxativo para una efectiva apropiación de las estrategias de adaptación.

La formulación de planes de adaptación requiere incluir el conocimiento multidisciplinario para generar respuestas adaptativas más integrales que permita enfrentar la amenaza climática. Es indispensable que las medidas planteadas sean incluidas en instrumentos de planificación territorial, para incidir en políticas públicas locales en el corto, mediano y largo plazo. Existe la necesidad de fortalecer el conocimiento de los productores sobre el clima y sus factores asociados, para así dar cumplimiento al compromiso que tiene Colombia con la CMNNCC en su artículo 6, referente al acceso que debe tener el público a la información sobre el clima y sus efectos, como también, a generar procesos de formación, sensibilización y cambio cultural, para integrar temas de cambio climático a la educación, con el fin de contribuir a la implementación de medidas de mitigación y adaptación⁴.

Aunque el ejercicio de percepción indaga opiniones y reflexiones acerca del comportamiento del clima en el departamento, y los impactos del cambio climático en la actividad productiva, sobre todo, en el *Hevea brasiliensis*, sería importante profundizar si los efectos adversos del clima que presenta el territorio caqueteño se relacionan debido a la presencia de eventos climáticos extremos como el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), la zona de convergencia intertropical (ZCIT) o por otros forzantes de la variabilidad climática. Por consiguiente, se recomienda que en el futuro el departamento de Caquetá cuente con más estaciones meteorológicas para un mayor detalle de estudios del clima, con el cual se puedan abordar evaluaciones de fina escala para establecer los

⁴ Política Nacional de Cambio Climático (PNCC). Líneas estratégicas, p. 86.

factores forzantes del clima regional y su influencia sobre los ecosistemas naturales, los recursos hídricos y los sistemas de producción agrícola, entre otros.

En concordancia con lo anterior y considerando que la dinámica del clima es compleja y multifactorial, los resultados generados en la presente investigación se trabajaron con base en las proyecciones entregadas por el IDEAM, en el marco de la tercera comunicación nacional de cambio climático, pero en el futuro podría suceder que se presenten otras dinámicas para que el clima evolucione de otra manera y se puedan presentar otros escenarios climáticos que favorezcan el desarrollo del *Hevea brasiliensis* en el Caquetá, o por el contrario, se reafirme la información generada en el presente estudio.

Por otro lado, la metodología podría ser considerada como un referente para que pueda ser aplicada en otras regiones de Colombia o de otros países tropicales con características similares, haciendo las respectivas adaptaciones al contexto, de manera que se pueda generar información para tomar decisiones en materia de mitigación y adaptación.

Con base en todo lo anterior, el aporte al conocimiento científico generado por la presente investigación se fundamenta en el análisis de los escenarios de cambio climático en el departamento de Caquetá para el siglo XXI y sus posibles consecuencias en la distribución de las zonas de vida, cambios en el uso del suelo y afectación en la productividad agrícola, especialmente, en las plantaciones de *Hevea brasiliensis*; de modo que, con la información presentada se apoye la toma de decisiones y la planificación de políticas públicas, para que la región desarrolle medidas de mitigación y adaptación al riesgo climático, no solamente respecto al cultivo del caucho, sino también en otros cultivos y otros sectores como los de agua potable, áreas protegidas, salud, prevención y atención de desastres naturales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R. M., Hurd, B. H., Lenhart, S., & Leary, N. (1998). *Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review*. *Climate Research*, 11 (1), 19-30.
- Adams, R. M., Fleming, R. A., Chang, C. C., McCarl, B. A., & Rosenzweig, C. (1995). *A reassessment of the economic effects of global climate change on US agriculture*. *Climatic Change*, 30 (2), 147-167.
- Aguirre, N., Ojeda, T., & Eguiguren, P. (2010). El cambio climático y la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. *Artículos de investigación Acuicultura*, 1 (17), 17-22.
- Alarcón, J. C. y Pabón, J. D. (2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16, 171-185.
- Alegre, S. I. (2007). La importancia de la participación ciudadana a través de la educación ambiental para la mitigación del cambio climático a nivel local. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 3 (7), 11 p.
- Ángel Maya, A. (1996). *El reto de la vida*. 1ra Ed. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional. 137 p.
- Ángel Maya, A. (2002). *El retorno de Ícaro. Muerte y vida de la filosofía. Una propuesta ambiental*. Bogotá: PNUD, PNUMA, IDEA ASOCARS. 375 p.
- Ángel Maya, A. (2013). *El Reto de la vida. Una introducción al estudio del medio ambiente*. 2da Ed. 137 p.
- Ángel, O. (2015). *Impactos del cambio climático sobre la distribución geográfica de las zonas de vida de Holdridge en el departamento del Huila, Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad Surcolombiana, Huila, Colombia.
- Alpízar, E. (2007). Vulnerabilidad de bosques ante cambio climático puede simularse con sistema de zonas de vida. *Revista Ambientico*. No. 165, Costa Rica, 28-30.
- Alpízar, *et al.* (1999). *Vulnerabilidad de los bosques de Costa Rica ante el cambio climático para el periodo de predicción 1999 - 2030*. San José, Costa Rica 1999- Ministerio del Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional. 48 p.

- Alvarado M. A., Foroughbakhch, R., Jurado, E., & Rocha, A. (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*, 5 (4), 493-500.
- Alvarado, J. W., Rabanal, H. y Meléndez, R. (s.f). Evaluar y caracterizar el clima para la microzonificación ecológica y económica de la cuenca alta y media del río Sisa (Informe de consultoría). 80 p.
- Alzate Velásquez, D. F., Araujo Carrillo, G. A., Rojas Barbosa, E. O., Gómez Latorre, D. A., & Martínez Maldonado, F. E. (2018). *Interpolacion Regnie* para lluvia y temperatura en las regiones Andina, Caribe y Pacífica de Colombia. *Colombia forestal*, 21 (1), 102-118.
- Amón, I. (2010). Guía Metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia.
- Andrade Frich, B. (2012). Semiótica ambiental y cambio climático en el sureste mexicano: Elementos para diseñar estrategias rurales participativas de educación ambiental para la sustentabilidad. En Ortiz, B. y Velasco, C. (Editores), *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. Universidad Iberoamericana Puebla, 58-79.
- ASOHECA (2014). Informe anual de fomento de la cadena de caucho natural en el departamento del Caquetá. 35 p.
- Azabache, L. M. (2012). Proyecto de factibilidad para la producción de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en el municipio de Puerto Carreño Vichada. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 101 p.
- Baethgen, W. E., Meinke, H., & Gimene, A. (2004). *Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach. In: insights and tools for adaptation: learning from climate variability*. NOAA-OGP, Washington, ENV/ EPOC/GF/SD/RD. Organisation for Economic Cooperation and Development. Paris.10 p.
- Barrena, S. (2014). El pragmatismo. *Factótum*, Vol. 12, 1-18.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). *Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters*, 15, 365-377.
- Blois, J. L., Zarnetske, P. L., Fitzpatrick, M. C., & Finnegan, S. (2013). *Climate change and the past, present, and future of biotic interactions. Science*. 341 (6145), 499-504.

- Bonatti, M. (2007). Cambios climáticos, percepciones humanas y desarrollo rural. (Tesis de Maestría), Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Bouroncle *et al.* (2014). La agricultura de Costa Rica y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación? Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. CGIAR. 8 p.
- Buytaert, W., Camacho, F., & Tobón, C. (2011). *Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions, Global Ecology and Biogeography*, 20 (1), 19-33.
- Cadavid, S., Hernández, C. A., Hoyos, R., Medina, M., y Restrepo, L. F. (2006). Estudios preliminares en la estandarización de un protocolo para la obtención de callos embriogénicos en dos clones de caucho (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) de diferentes orígenes geográficos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 8 (1), 32-47.
- Campos-Aranda, D. F. (2015). Estimación simultánea de datos hidrológicos anuales faltantes en múltiples sitios. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 16 (2), 295-306.
- Castro, W. F., & Godino, J. D. (2011). Métodos mixtos de investigación en las contribuciones a los simposios de la SEIEM (1997-2010) en M. Marín et al. (Eds), *Investigación en Educación Matemática XV*. Ciudad Real: SEIEM. 99-116.
- Carvajal E., Y. (2010), "Efectos de la variabilidad climática y el cambio climático en la agricultura. Estrategias de mitigación y adaptación para el sector", en *Revista Memorias*, 8 (14), 85-102.
- CEPAL *et al.* (2011). *Agricultura y cambio climático: Instituciones, políticas e innovaciones. Memorias del seminario internacional No. 65*. Santiago de Chile. 120 p.
- Chandola, V., Arindam, B., & Vipin, K. (2007). *Outlier detection: A survey. Technical Report Department of Computer Science and Engineering*. 83 p.
- Chávez y Mendoza, (2000). Análisis de la sensibilidad de las Zonas de Vida de Holdridge en Nicaragua en función del cambio climático. Trabajo de grado Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 81 p.
- Conde, A. N. (2006). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: descripción de un estudio de caso y los retos en las investigaciones actuales. En Urbina, J. y Martínez, J. (Editores). *Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional

de Ecología (INE) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1° Edición. México, D.F. 288 p.

Confederación Cauchera Colombiana (2015). Informe de resultados. Censo de Plantaciones de Caucho Natural (*Hevea brasiliensis*). Bogotá, Colombia. 30 p.

CONIF (1997). Proyecto apoyo técnico y económico al fomento del caucho a nivel nacional “zonificación de áreas aptas para el cultivo del caucho”. Bogotá, Colombia. 78 p.

Corpoica & Pronatta (2004). El Cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell.) con enfoque agroforestal. Primera edición. Caquetá, Colombia. 34 p.

Cortés, Y., & Alarcón, J. C. (2016). Impactos del cambio climático sobre las áreas óptimas de nueve cultivos en Cundinamarca, Colombia. Revista Temas Agrarios, 2 (2), 51-64.

Cruz M., Gómez A., Obando, M., Martínez R. y Muñoz. C. (1993). El hule (*Hevea brasiliensis*). Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Nicaragua, Managua. 30 p.

Díaz Padilla, G., Sánchez Cohen, I., Quiroz, R., Garatuza Payán, J., Watts Thorp, C., & Cruz Medina, I. R. (2008). Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del Golfo de México. Agricultura técnica en México, 34 (3), 279-287.

DNP-BID, (2014). Impactos económicos del cambio climático en Colombia - Síntesis. Bogotá, Colombia. 10 p.

Durán, A. A., Flores, H. E., de la Mora, C., Ruiz, J. A., Ramírez, G., y Rubio, E. A. (2014). Sensibilidad de zonas bioclimáticas de México frente al cambio climático. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5 (10), 2021-2033.

Durán, E. H., Duque, L. y Suárez, J. C. (2011) Estimación de carbono en sistemas agroforestales de *Hevea brasiliensis* en la Amazonia colombiana. Revista Ingenierías & Amazonia, 4 (1), 10 p.

Derguy, M. R., Drozd, A. A., Arturi, M. F., Martinuzzi, S., Toledo, L., & Frangi, J. L. (2016). Aplicación del modelo de clasificación ecológica de Holdridge para la República Argentina a partir del análisis espacial de datos. En Sione, W. F.; Viva Mayer, F. M.; Antes, M. E. y Serafini, M. C. XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Simposio llevado a cabo en Puerto Iguazú, Argentina.

- Enquist, C.A.F. (2002). *Predicted regional impacts of climate change on the geographical distribution and diversity of tropical forests in Costa Rica*. *Journal of Biogeography*, 29 (4), 519-534.
- Eraso, H. y Toro, C. (s.f). Manual técnico del cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*). 37 p.
- EVEA, (2004). Estrategia veracruzana de educación ambiental (EVEA). SEMARNAT. SESC. UV. SDERE. Xalapa, Veracruz, México. 87 p.
- Escobar, C. J. (2004). El cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis Muell.*) con enfoque agroforestal. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Cartilla divulgativa. 34 p.
- Espinal, L. S. (1990). Zonas de vida de Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 115 p.
- Fayad, J. (2015). Ciclos de vida como principio activo hacia una escolarización intercultural. *Revista Colombiana de Educación*. Universidad Nacional de Colombia, (69), 121-133.
- Feeley, K. J. (2012). *Distributional migrations, expansions, and contractions of tropical plant species as revealed in dated herbarium records*. *Global Change Biology*, 18 (4), 1335-1341.
- FEDECAUCHO (s.f). Módulos técnicos. Caucho Natural. Bogotá, Colombia. 48 p.
- Fernández R., J. P. (2014). Parámetros productivos del caucho (*Hevea brasiliensis*) y su relación espacial con las propiedades físicas y químicas del suelo. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F. N., & Van Velhuizen, H. (2005). *Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360 (1463), 2067-2083.
- Forero, M. L., Hernández, Y. & Zafra, C. (2014). Percepción latinoamericana de cambio climático: Metodologías, herramientas y estrategias de adaptación en comunidades locales. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17 (1), 73-85.
- Gallardo-Milanés, O. & Hardy-Casado, V. Las comunidades rurales ante el cambio climático. Estudio en Monte Alto, Holguín-Cuba. *Ciencia en su PC*, (1), 1-14.
- García, V. (2006). Estrategias adaptativas y amenazas climáticas, en Urbina, J. y Martínez, J. (Editores). Más allá del cambio climático: Las dimensiones

psicosociales del cambio ambiental global. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F. 288 p.

García, J., Rodríguez, A. R., y López, E. S. (2015). Aspectos socioambientales para la adaptación y mitigación al cambio climático en comunidades de Nacajuca. *Horizonte Sanitario*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 14 (3), 87-95.

Garrido, O. y Soto, O. (2012). Impactos potenciales de los cambios climáticos. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 16 (62), 11 p.

Gasparotto, L., Alves Ferreira, A., Lima, M.I.P.M., Resende, J. C., Figueredo dos Santos, A. (1990) *Enfermidades da seringueira no Brasil*. Manaus: EMBRAPA-CPAA, Circular técnica, 3. 169 p.

Giménez, A. y Lanfranco, B. (2009). Vulnerabilidad al cambio climático en los sistemas de producción agrícola en América Latina y el Caribe: desarrollo de respuestas y estrategias. Informe final, octubre 2009. Banco Mundial. Recuperado de: http://www.inia.org.uy/online/files/contenidos/linnk_09062009025450.pdf.

Gobernación de Caquetá (2018). Historia del Caquetá: Reseña Histórica. Recuperado de <http://www.caqueta.gov.co/departamento/historia-del-caqueta>.

Gobernación de Caquetá & The Nature Conservancy (2017). Directrices de Ordenamiento Territorial para el departamento de Caquetá y sus entidades territoriales. Documento Técnico de Soporte. 167 p.

Goffin, L. (1996). Formación de actitudes y valores en educación ambiental. Memorias del segundo encuentro internacional para la formación de dinamizadores en educación ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

González et al. (2013). Viabilidad económica y ambiental de policultivos de hule, café y cacao. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 (1), 49-61.

Granada E., Henry (2003) La cultura como estrategia de adaptación en la interacción sujeto social ambiente. *Investigación & Desarrollo*, 11 (1), 134-161.

Gutiérrez, H. J. (2002). Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando SIG. *Meteorología colombiana* No. 6. Bogotá, Colombia. 55-63.

- Hansen, L. J., Biringer, J. L., & Hoffman, J. R. (2003). *Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. WWF, Washington. 13 p.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2008, noviembre). El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto. En: J. L. Álvarez Gayou (Presidente), 6º Congreso de Investigación en Sexología. Congreso efectuado por el Instituto Mexicano de Sexología, A. C. y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Hernández S, R., Fernández, C., y Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación (5ta. Ed.)* México: McGraw Hill / Interamericana Editores. 50-75, 585-589.
- Herzong, S. K. (2010). Efectos del cambio climático en la biodiversidad en los andes tropicales: el estado del conocimiento científico. Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas. Sao José dos Campos, Brasil: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático Global (IAI). 32 p.
- Higuera, C. L. (2004). Especialización en Educación y Gestión Ambiental. Materiales de Formación 2. Ciclo II – Fundamentación Guía Didáctica. Universidad de la Amazonia. 21 p.
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. Tropical Science Center edition. San José, Costa Rica. 206 p.
- Holdridge, L. R. (1982). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Segunda Edición. San José, Costa Rica. 216 p.
- Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104 (50), 19691-19696.
- Hughes, L. (2000). *Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?* *Trends in Ecology & Evolution*, 15 (2), 56-61.
- Hurtado, A. F., Mesa, O. (2015). Cambio climático y variabilidad espacio - temporal de la precipitación en Colombia. *Revista EIA*, 12 (24), 131-150.
- Ibarra R. (2009). Ética del Medioambiente. Elementos: Ciencia y cultura. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Autónoma de Puebla México, 16 (73), 11-17.
- IDEAM *et al.* (2001). Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá, Colombia. 307 p.

- IDEAM (2005). Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. 219 p.
- IDEAM *et al.* (2010). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá, Colombia. 440 p.
- IDEAM *et al.* (2016). Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero en Colombia. Tercera comunicación nacional de cambio climático. Bogotá, Colombia. 73 p.
- IDEAM *et al.* (2015). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100. Nivel Nacional, Departamental. Herramientas científicas para la toma de decisiones. Bogotá, Colombia. 60 p.
- IGAC (1977). Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá, Colombia, 13 (11), 238 p.
- IGAC (2010). Caquetá: Características geográficas. Bogotá, Colombia. 376 p.
- IGAC (2014). Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Caquetá escala 1.100.000. Bogotá, Colombia. 410 p.
- Imbach, P. A., Locatelli, B., Molina, L. G., Ciais, P., & Leadley, P. W. (2013). *Climate change and plant dispersal along corridors in fragmented landscapes of Mesoamerica. Ecology and evolution*, 3 (9), 2917-2932.
- IPCC (2002). Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. OMM - PNUMA. 93 p.
- IPCC (2007). Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del IPCC. OMM - PNUMA. Ginebra, Suiza, 104 p.
- IPCC (2013). Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. OMM - PNUMA. Ginebra, Suiza, 222 p.
- IPCC (2014). Cambio climático. Mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Contribución del grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. OMM - PNUMA. Ginebra, Suiza, 104 p.

- IPCC (2014). Cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. OMM - PNUMA. Ginebra, Suiza, 40 p.
- Jiménez Méndez, M. (2009). Resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres de Costa Rica al cambio climático. (Tesis de maestría), Escuela de Posgrados del Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Turrialba, Costa Rica.
- Jiménez, M., Chain A., y Locatelli, B. (2010). Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica. Recursos Naturales y Ambiente, (59-60), 32-40.
- Lal, R. (2004). *Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security*. *Science*, 304 (5677), 1623-1627.
- Lanza, R. (2012). Biocentrismo. La vida y la conciencia como claves para comprender la naturaleza del universo. Editorial Sirio. 323 p.
- Lau, C., Jarvis, A., y Ramírez, J. (2011). Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. CIAT políticas en síntesis No. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.
- Locatelli, B. & Imbach, P. (2010). Migración de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático: el rol de los corredores biológicos en Costa Rica. Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. 44 p.
- López, A. J. (2015) Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina en estudios del cambio climático en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. 33-38.
- López-Reyes, L. Y., Domínguez, M., Martínez, P., Zavala, J., Gómez, A., & Posada, S. (2016). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de hule de diferentes edades. *Revista Madera bosques*, 22 (3), 49-60.
- López, E. S. y García, J. (2017). Cambio climático: Intervención educativa y formación socioambiental en comunidades rurales. En: Rodríguez, A. R. y López, E. S. (Eds.). Cambio climático: Intervención educativa para comunidades rurales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México, 19-45.
- Lorente *et al.* (2004). Los efectos biológicos del cambio climático. *Ecosistemas* No. 13. Alcalá de Henares. 103-110.

- Lugo, A. E., Baron, J. S., Frost, T. P., Cundy, T. W., & Dittberner, P. (1999). *Ecosystem processes and functioning. Ecological stewardship: a common reference for ecosystem management*. 2. Elsevier Science, New York. 30 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, (2011). Manual Ambiental para el Cultivo del Caucho. Bogotá, Colombia. 109 p.
- MADR *et al.* (2014). Acuerdo Sectorial de Competitividad de la Cadena Caucho del departamento del Caquetá. Florencia, Caquetá. 69 p.
- MADR (2016). Plan de acción sectorial de mitigación de gases de efecto invernadero sector agropecuario. Bogotá, Colombia. 29 p.
- MADS (2017). Política Nacional de Cambio Climático. Bogotá, Colombia. 290 p.
- MADR (2018). Cadena de caucho natural. Indicadores e instrumentos [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de:<https://sioc.minagricultura.gov.co/Caucho/Documento20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-202018%20Febrero%20Caucho.pdf>
- Magaña Rueda, V., & Gay García, C. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta Ecológica*, (65), 7-23.
- Magrín, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Unión Europea. 80 p.
- Martínez, J. y Fernández, A. (2004). Cambio climático: Una visión desde México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). 1° Ed. México. 523 p.
- McCarl, B. A., Adams, R. M., & Hurd, B. H. (2001). *Global climate change and its impact on agriculture*. Texas A&M University, Texas, USA. 19 p.
- Melo, F. A. (2014). Colonización y poblamiento del piedemonte Amazónico en el Caquetá. El Doncello 1918-1972. (Tesis maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Mendelsohn, R. (2008). El impacto del cambio climático en la agricultura en los países en desarrollo. *Diario de Recursos Naturales de Investigación de Políticas*, 5-19.
- Mendoza, F., Chévez, M., y González, B. (2001). Sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge en Nicaragua en función del cambio climático. *Revista Forestal Centroamericana*, (33), 17-22.

- Menzel et al. (2006). *European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global change biology*, 12 (10), 1969-1976.
- Minerva, C., Herrador, D., Manuel, C., y McCall, M. K. (2013). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y el Salvador. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (61), 329-349.
- Møller, A. P., Rubolini, D., & Lehikoinen, E. (2008). *Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (42), 16195-16200.
- Moreno, J. A., Salcedo, J. D., Nieves, H. E., & Buitrago, C. E. (2005). Modelo alométrico general para la estimación del secuestro de carbono por plantaciones de caucho *Hevea brasiliensis* Mull Arg. *Revista Colombia Forestal*, 9 (18), 5-21.
- Moros, A. M. (2010). Caracterización de señales de precipitación mediante la transformada de Fourier y Transformada Wavelet. (Tesis Maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). *Ecology of tropical dry forest. Annual review of ecology and systematics*, 17 (1), 67-88.
- Mussetta, P., & Barrientos, M. J. (2015). Vulnerabilidad de productores rurales de Mendoza ante el Cambio Ambiental Global: clima, agua, economía y sociedad. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 47 (2), 145-170.
- Nelson *et al.* (2009). Cambio climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). Washington, 30 p.
- Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de ingeniería* N° 33. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 115-123.
- Oltra, C., Solá, R., Sala, R., Prados, A., y Gamero, N. (2009). Cambio climático: percepciones y discursos públicos. *Prismasocial* No. 2. Centro de Investigación Sociotécnica-CIEMAT. Barcelona, España. 23 p.
- OMM (1989). Cálculo de las normales estándar mensuales y anuales de 30 años: preparado por una reunión de expertos, Washington, D.C., EE.UU. WCDP N°. 10, OMM, Ginebra.
- OMM (2018). Boletín de la OMM sobre los GEI. Informe N° 13, 8 p.

- Ordaz, J. L., Mora, J., Acosta, A., Serna Hidalgo, B., y Ramírez, D. (2010). El salvador efectos del cambio climático sobre la agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). México. 70 p.
- Orjuela, J. A., Andrade, H. J., Vargas, Y. (2014). *Potential of carbon storage of rubber (Hevea brasiliensis Müll. Arg.) Plantations in monoculture and agroforestry systems in the colombian amazon. Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (17), 231-240.
- Ortiz, B. y Velasco, C. (2012). La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. 1ra. Ed. Universidad Iberoamericana Puebla. Puebla, México. 235 p.
- Ortiz, B. y Toledo, V. (2012). Etnoecología, cambio climático y sabiduría tradicional. En: Ortiz, B. y Velasco, C. (Editores), La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. Universidad Iberoamericana Puebla, 204-215.
- Parmesan, C., Root, T. L., & Willig, M. R. (2000). Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. *Bulletin of the American Meteorological Society*, (81), 443-450.
- PNN (s.f). Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi. Obtenida el 01 de octubre de 2018, recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionalesparque-nacional-natural-alto-fragua-indi-wasi/>.
- PNN (2013). Mapa de coberturas de la tierra 2010-2012, Escala 1:100.000. Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi.
- Pabón, J. D. (2012). Cambio climático en Colombia: tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles para el siglo XXI. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36 (139), 261-278.
- Piqueras, M. (2007). Sector agrario. Urgen medidas de adaptación al cambio climático. *Ecologista*, (54), 30-32.
- Plan de Desarrollo Departamental - PDD (2012-2015). Gobernación de Caquetá. 560 p.
- Puente, E., Rodríguez, A. R., López-Hernández, E. (2012). Modelo de educación ambiental para el desarrollo sustentable de comunidades rurales del trópico húmedo Horizonte Sanitario. *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa*, México, 11 (2), 29-37.

- Quintero, M., Carvajal, Y., y Aldunce, P. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. *Revista Luna Azul*, (34), 257-271.
- Ramírez, J., Salazar, M., Jarvis, A., & Navarro, C. E. (2012). *A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: perspectives towards 2050*. *Climatic Change*, 115 (4), 611-628.
- Rincón, O. (2012). Adopción de medidas para el manejo fitosanitario del cultivo del caucho natural. Convenio No. 00095 de 2012 SENA-SAC. 46 p.
- Robert, M. (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra (No. 96). *Food & Agriculture Org.*, 1-96.
- Rocha Camargo, Y. D. (2012). Biodiversidad y cambios climáticos según el conocimiento científico tradicional. En: Ortiz, B. y Velasco, C. (Editores). *La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México*. Universidad Iberoamericana Puebla, 40-55.
- Rodríguez, A. R. y López, E. S. (2017). Cambio climático: Intervención educativa para comunidades rurales. Primera Edición. Serie Participación Social - Libros Universitarios. Tabasco, México. 215 p.
- Rodríguez, A. R. y Crespo, Y. G. (2017). Género, cambio climático y participación comunitaria, En: Rodríguez, A. R. y López, E. S. (Editores), *Cambio climático: Intervención educativa para comunidades rurales*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. 61-86.
- Rojas, E., Arce, B., Peña, A., Boshell, F., & Ayarza, M. (2010). Cuantificación e interpolación de tendencias locales de temperatura y precipitación en zonas alto andinas de Cundinamarca y Boyacá (Colombia). *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11 (2), 173-182.
- SEMARNAT (2012). Recomendaciones para elaborar programas municipales de educación ambiental. México D.F. 79 p.
- Serrano, P. y Calderón, M. F. (Julio de 2016). Análisis geoespacial del cambio de las zonas de vida de Holdridge en la provincia del Guayas. En M. M. Larrondo Petrie, H. Alvarez. 14ª Conferencia Internacional LACCEI para Ingeniería, Educación y Tecnología: "Innovaciones en Ingeniería para la Sostenibilidad Global". Conferencia llevada a cabo en San José, Costa Rica.
- Shuggart, H. (1998). *Terrestrial Ecosystems in changing environments*. *United Kingdom, Cambridge University Press*. 537 p.

- Smith, B. (1992). *Modeling the potential response of vegetation to global climate change. Advances in Ecological Research.* (22), 93-116.
- Smit, B. & Skinner, M. (2002). *Mitigation and adaptation strategies for global change Global in: Adaptation options in agriculture to climate change: a typology*, 7 (1), 85-114.
- Soares, D. y García, A. (2014). Percepciones campesinas indígenas acerca del cambio climático en la cuenca de Jovel, Chiapas - México. *Cuadernos de Antropología Social*, (39), 63-89.
- Soares, D., Munguía, M. T., Millán, G., Villareal, J., Salazar, H., y Méndez, G. (2014). Vulnerabilidad y adaptación en Yucatán: Un acercamiento desde lo local y con enfoque de equidad de género. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Torres, C. H. (1999). Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia. PLANTE-Uniamazonia. Florencia, Caquetá, 179 p.
- Tubiello, F. N., Donatelli, M., Rosenzweig, C., & Stockle, C. O. (2000). *Effects of climate change and elevated CO2 on cropping systems: model predictions at two Italian locations. European Journal of Agronomy*, (13), 179-189.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA (2015). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales Escala 1.100.000, Memoria Técnica. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 255 p.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA (2017). Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho. Escala 1.100.000. Colombia.
- Sterling, C. A., y Rodríguez, L. C (2012). Ampliación de la base genética de caucho natural con proyección para la Amazonia colombiana: fase de evaluación en periodo improductivo a gran escala. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). 147 p.
- Sterling *et al.* (2012). Evaluación fitosanitaria con énfasis en la resistencia a *Microcyclus ulei* de diez clones de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en Campo Clonal a Gran Escala CCGE. Ampliación de la base genética de caucho natural con proyección para la Amazonia colombiana: fase de evaluación en período improductivo a gran escala. Capítulo 3, 79-121.
- Urbina, J. (2006). Dimensiones psicológicas del cambio ambiental global. En Urbina, J. y Martínez, J. (Editores). Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1° Edición. México. 288 p.

- Useros, J. L. (2013). El cambio climático: Sus causas y efectos medioambientales. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid, 50, 71-98.
- Valencia *et al.* (2006). Elaboración de los mapas acústicos y de concentraciones de monóxido de carbono para los municipios de la jurisdicción del área metropolitana del Valle de Aburrá. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 104 p.
- Viga de Alba, D., Castillo, M., Bobadilla, F., Cardoz, I., (2008). Estrategias para la educación ambiental con una comunidad costera de Yucatán, México. En: Reyes, F. y Bravo, M. T. (Editores), Educación ambiental para la sustentabilidad en México, Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. UNICACH, UNAM, ANEA. México. 254 p.
- Vargas, A., Santos, A., Cárdenas, E., & Obregón, N. (2011). Análisis de la distribución e interpolación espacial de las lluvias en Bogotá, Colombia. Dyna, 78 (167), 151-159.
- Vásquez, C. A., y Arroyave, I. C. (2014). Manual del Cultivo de Caucho bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Gobernación de Antioquia - Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Medellín, Colombia. 104 p.
- Villatoro, M., Henríquez Henríquez, C. R., & Sancho, F. (2008). Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de pH, Ca, CICE y P del suelo. Agronomía Costarricense, 32 (1), 95-105.
- Walther *et al.* (2002). Ecological responses to recent climate change. Nature, 416 (6879), 389 p.
- Yáñez, P. (2009). La zona transicional páramo bosque nublado: un elemento paisajístico móvil en el espacio tiempo. Revista semestral de Ciencias de La Granja, 9 (1), 16-22.
- Yáñez, P., Núñez, M., Carrera, F., y Martínez, C. (2011). Posibles efectos del cambio climático global en zonas silvestres protegidas de la zona andina de Ecuador. Revista de Ciencias de la Vida, 14 (2), 24-44.
- Zabala, G. I. y García, M. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista de Investigación, (63), 201-218.

ANEXOS

ANEXO 1. Homogenización de series meteorológicas

Recopilación y procesamiento de la información meteorológica

A las estaciones de monitoreo se les realizó la recopilación de la información meteorológica a una resolución mensual.

Con la información recolectada de cada una de las variables analizadas (precipitación y temperatura), se realizó un análisis exploratorio de su estado en relación con el periodo de registro y la cantidad de datos faltantes. En general se evidenciaron discontinuidades temporales en la mayoría de las estaciones para ambas variables.

La información meteorológica en la mayoría de los casos presentó discontinuidad temporal en sus registros, como también fluctuaciones; éstas posiblemente se presentaron por fallas en los instrumentos de medición o por factores operativos de carácter antrópico en las estaciones de monitoreo. En este sentido, con el objetivo de verificar si la información es fehaciente, se realizó un análisis exploratorio preliminar de la información.

En primera instancia, se identificaron posibles datos anómalos que pudiese contener la información adquirida por parte del IDEAM. Sin embargo, debido a las grandes fluctuaciones que sufren las series hidroclimatológicas asociada a los eventos de variabilidad climática como el ENSO, la identificación de datos anómalos no es una tarea fácil, debido a que la definición de calidad puede no ser muy clara en muchos casos, siendo a veces el dato erróneo muy similar al dato corriente. En consecuencia, la selección de la metodología para su identificación es primordial tal como lo describe Chandola *et al.* (2007), evidenciando que el desafío clave para la detección de valores atípicos consiste en utilizar la técnica más adecuada en función de sus características, con el fin que del algoritmo se obtengan óptimos resultados en términos de precisión.

En concordancia con lo anterior, a las series de precipitación y temperatura de las estaciones seleccionadas se les aplicó la prueba de Tukey (Boxplot), así como también la prueba de Grubbs para la identificación de datos anómalos. La descripción de dichos procesos se presenta a continuación en los literales a. y b. respectivamente.

a) Diagramas de Caja y Bigotes o Box Plot (Moros, 2010)

Este diagrama, también conocido como box - whister, caja y punto o caja con patillas fue desarrollado por Tuckey en 1977, el cual ofrece una representación creada a partir de siete números, con el objeto de que los datos del conjunto analizado no pierdan su distribución espacial.

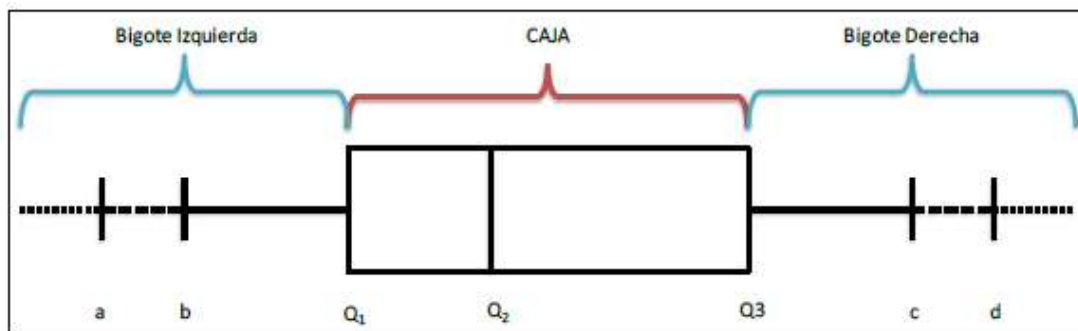
Esta herramienta de análisis exploratorio permite estudiar la simetría de los datos y detectar los valores atípicos en la información que se está analizando. El diagrama de cajas y bigotes divide los datos en cuatro áreas de igual frecuencia, con los siguientes intervalos:

- $-\infty, Q_1$
- Q_1, Q_2
- Q_2, Q_3
- $Q_3, +\infty$

El diagrama de caja y bigotes consta de una caja central y dos segmentos horizontales (bigotes) que parten del centro de cada lado de la caja como se puede visualizar en la Figura No. 17. La caja central encierra el 50% de los datos. La línea vertical al interior de la caja representa la mediana o 50 percentil. Si esta línea está en el centro de la caja, no hay asimetría en los datos. Los lados verticales de la caja están situados en los cuartiles inferior (25 percentil) y superior (75 percentil) de los datos. Partiendo del centro de cada lado vertical de la caja se dibujan los bigotes, uno hacia la izquierda y el otro hacia la derecha, teniendo en cuenta lo siguiente:

- El bigote de la izquierda tiene un extremo en el primer cuartil (Q_1) y el otro extremo en el correspondiente valor de “b” en la Figura No. 17.
- El bigote de la derecha tiene un extremo en el tercer cuartil (Q_3) y el extremo superior correspondiente al valor de “c” en la Figura No. 17.

Diagrama de Caja y Bigotes



Fuente: Moros, 2010

$$b = Q_1 - 1,5 * (R.I)$$

$$c = Q_3 + 1,5 * (R.I)$$

Donde el valor R.I: Rango Intercuartílico, está definido por la siguiente expresión:

$$R.I = (75percentil) - (25percentil)$$

A los datos que se encuentran a la izquierda y derecha del bigote se les denomina valores atípicos moderados siempre cuando se halle entre [a, b] y [c, d]. Donde “a” y “d” se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$a = Q1 - 3,0 * (R.I)$$

$$d = Q3 + 3,0 * (R.I)$$

Los datos ubicados a la izquierda del valor “a” y a la derecha después del valor “d” se le llaman valores atípicos extremos.

b) Prueba de Grubbs (Amón, 2010)

Este método fue planteado por Frank E. Grubbs desde el año 1969 y también es conocido como el método ESD (Extreme Studentized Deviate). La prueba de Grubbs se utiliza para detectar valores atípicos en un conjunto de datos univariante y se basa en el supuesto de normalidad. Es especialmente fácil de seguir y sirve para detectar un valor atípico a la vez. El procedimiento es el siguiente:

- Ordenar los datos ascendentemente $X_1 < X_2 < X_3 < \dots < X_n$
- Decidir si X_1 o X_n es un valor sospechoso
- Calcular el promedio \bar{X} y la desviación estándar S del conjunto de datos.
- Se calcula T si se considera sospechoso el primer valor o el último valor.

$$\text{Si } X_1 \text{ es sospechoso } T = \frac{\bar{X} - X_1}{S}$$

$$\text{Si } X_n \text{ es sospechoso } T = \frac{X_n - \bar{X}}{S}$$

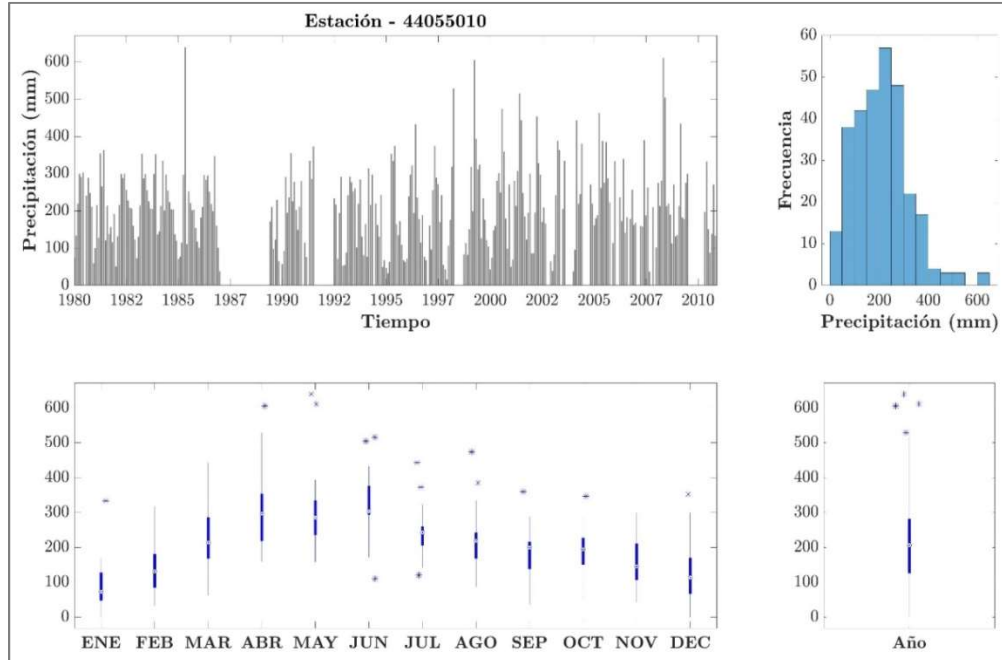
- Escoger el nivel de confianza para la prueba y calcular T y compararlo con el valor correspondiente de acuerdo con una tabla de valores críticos. Si el valor de T es mayor que el valor crítico, se dice que el dato es un valor extremo.

c) Consistencia de la información

Los análisis de consistencia realizados a las series de temperatura y precipitación exhibieron en la mayoría de los casos presencia de datos extremos fuera de los rangos de fluctuación normales de las variables. Esta característica puede ser apreciada mediante los diagramas de boxplot. La Figura No. 18 presenta el diagrama correspondiente para precipitación en la estación Tres Esquinas; en ésta se demarca con asterisco de color azul los valores que superan el percentil 75 (considerados como datos anómalos de acuerdo con la prueba de Tukey).

Como se mencionó antes, los rangos de precipitación y variabilidad se hacen mucho más amplios, superando la elongación del rango intercuartílico en la mayoría de los meses. Los datos detectados como anómalos por ambas pruebas, fueron removidos de las series para ser utilizados en los análisis posteriores.

Diagrama de caja de bigotes de precipitación para la estación Tres Esquinas [44055010]



Complementación de datos faltantes

Adicional a los datos anómalos; en las variables ambientales también se presentan discontinuidades temporales en sus registros; debido a que en el presente estudio se requiere contar con series continuas para aplicar las metodologías propuestas posteriormente; por esta razón se efectuó la complementación de información.

La complementación se llevó a cabo mediante las metodologías de regresiones lineales múltiples y Kriging para temperatura y precipitación, respectivamente. Así mismo, se utilizó valor climático (Promedio mensual multianual) para el complemento de los datos. A continuación, se describen las metodologías mencionadas previamente.

a) Regresiones lineales múltiples (Campos-Aranda, 2015)

Considerando que existen p variables independientes o regresores la regresión lineal múltiple establece el modelo siguiente (Ryan, 1998 citado en Campos-Aranda, 2015):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Aceptando que se tiene n observaciones Y, X_1, X_2, \dots, X_p , la expresión anterior en notación matricial será

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Cuyas matrices son:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & Y_1 \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & Y_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & Y_n \end{bmatrix} \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

En la matriz X, $X_{i,j}$ representa a la i-ésima observación o dato en la j-ésima variable independiente. El método de mínimos cuadrados de los residuos establece que la suma de los errores (ε_i) elevados al cuadrado debe ser minimizada, esto es:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \beta_0 - \beta_1 X_{i1} - \beta_2 X_{i2} - \dots - \beta_p X_{ip})^2$$

La diferencia del lado derecho de la ecuación anterior con respecto a $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$, por separado e igualada a cero, produce p ecuaciones con p parámetros desconocidos, las cuales se conocen como ecuaciones normales, su notación matricial es:

$$X^T \cdot X \cdot \beta = X^T \cdot Y$$

Y cuya solución es:

$$\beta = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y$$

En la ecuación anterior, X^T es la matriz transpuesta C y $(X^T \cdot X)^{-1}$ es la matriz inversa de $X^T \cdot X$.

b) Kriging (Giraldo, 2011 en Valencia et al., 2006)

La interpolación Kriging es una técnica de estimación local que ofrece el mejor estimador lineal insesgado. La limitación a la clase de estimadores lineales es bastante natural ya que esto significa que solamente se requiere el conocimiento del momento de segundo orden de la función aleatoria (La covarianza o el variograma). La herramienta de la cual se apoya para la estimación de la correlación de variable a estimar es el semivariograma el cual se describe a continuación:

- **Semivariograma**

El semivariograma, conocido también como variograma, es la herramienta central de la geoestadística. Dada una variable regionalizada $Z(x)$ que cumpla la hipótesis intrínseca entonces existe la función semivarianza y se define como:

$$\gamma(h) = \frac{\sum (Z(x+h) - Z(x))^2}{2n}$$

Donde:

$Z(x)$ Variable en la posición x
 $Z(x+h)$ Variable separada una distancia h de x
n y h Número de parejas que se encuentran separadas por dicha distancia.

El semivariograma es una función que relaciona la semivarianza con el vector h conocido como "lag", el cual denota la separación en distancia y dirección de cualquier par de valores.

$$Z(x) \text{ y } Z(x+h).$$

En el presente estudio se evaluaron tres semivariogramas acotados como lo fue el modelo esférico, exponencial y gaussiano, los cuales se describen a continuación.

- **Modelo Esférico**

Tiene un crecimiento rápido cerca al origen, pero los incrementos marginales van decreciendo para distancias grandes, hasta que para distancias superiores al rango los incrementos son nulos. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C_o + C_1 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right) & h \leq a \\ \gamma(h) &= C_o + C_1 & h > a \end{aligned}$$

En donde C_1 representa la meseta, "a" el rango y "h" la distancia

- **Modelo Exponencial**

Este modelo se aplica cuando la dependencia espacial tiene un crecimiento exponencial respecto a la distancia entre las observaciones. El valor del rango es igual a la distancia para la cual el semivariograma toma un valor igual al 95% de la meseta. Este modelo es ampliamente usado. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\gamma(h) = C_o + C_1 \left(1 - e^{\left(\frac{-h^2}{a} \right)} \right)$$

- **Modelo Gaussiano**

Al igual que en el modelo exponencial, la dependencia espacial se desvanece solo en una distancia que tiende a infinito. El principal distintivo de este modelo es su forma parabólica cerca al origen. Su expresión matemática es:

$$\gamma(h) = C_o + C_1 \left(1 - e^{\left(\frac{-h^2}{a^2} \right)} \right)$$

La selección del mejor ajuste para cada uno de los semivariogramas se realizó mediante el coeficiente de determinación, el cual se expresa a continuación.

- **Coefficiente de determinación (R^2)**

El coeficiente de determinación realiza una estimación de la calidad de predicción que puede presentar un modelo para replicar de la mejor forma los resultados producto de una simulación, y la proporción de variación generada, producto de los resultados que puede explicarse por el modelo (Teegaverapu & Elshorbagy, 2005).

$$r_{xy} = \left[\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \right]^2 = \left[\frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y} \right]^2$$

Donde:

- σ_{xy} Covarianza de valor observado y simulado.
- σ_x Desviación estándar del valor observado.
- σ_y Desviación estándar del valor simulado.

- **Kriging**

Sea $Z(x)$ una función aleatoria, la cual está definida en un soporte puntual y es estacionaria de segundo orden: El estimador lineal Z_k considerado es una combinación lineal de n valores de datos:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$$

Los n coeficientes de λ_i son calculados de manera que el estimador sea insesgado y que la varianza de la estimación sea mínima, entonces, se dice que el estimador es óptimo. Para que el valor esperado del error sea igual a cero, se debe imponer la siguiente condición:

$$E \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \right) = m$$

Eso implica que:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i E(Z(x_i)) = m$$

La esperanza de la estimación (Kriging) es igual a la Esperanza del estimador, la siguiente condición garantiza que la varianza de la estimación:

$$m \sum_{i=1}^n \lambda_i = m \Rightarrow \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

Por lo tanto, se debe minimizar la siguiente función:

$$F = \sigma_e^2 - 2\mu \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1 \right)$$

La primera parte de la ecuación representa la varianza de la estimación, μ como multiplicador de Lagrange y el último término garantiza el NO sesgo de la estimación. Resolviendo el sistema de ecuaciones, la varianza del error de la estimación se puede calcular de una manera más simple si se sustituye el valor de μ , obteniendo de esta manera:

$$\sigma_k^2 = \sum_{j=1}^n \lambda_j C_{1j} + \mu$$

De forma matricial se puede obtener el sistema Kriging sustituye las varianzas por las semivarianzas:

$$\begin{bmatrix} 0 & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1n} & 1 \\ \gamma_{21} & 0 & \dots & \gamma_{2n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \dots & 0 & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{k1} \\ \gamma_{k2} \\ \dots \\ \gamma_{kn} \\ 1 \end{bmatrix}$$

La matriz de covarianza por los pesos cada pareja de puntos, nos da el vector de semivarianza.

Finalmente, la varianza de la estimación de acuerdo a la forma matricial se obtiene así:

$$\sigma_k^2 = \sigma^2 - \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0} - \mu$$

ANEXO 2. Datos de precipitación total en mm para el período 1980-2010.

Año	ESTACIONES																		
	21010100	21010110	21010180	21010210	21015020	21020040	21030050	21030060	21030080	21030090	21030110	21035040	21040040	21040050	21040060	21045010	21060040	21060070	21060080
1980	1948,8	1213,0	2007,8	1912,5	1165,3	1150,5	834,0	1796,0	2096,2	986,0	1241,3	1279,5	898,0	1282,4	1385,1	1166,8	1569,0	1241,0	897,0
1981	2184,8	1347,0	1972,3	2084,0	1282,2	1102,0	930,0	2031,7	1273,0	904,0	977,0	1642,5	1017,0	1228,0	1356,0	962,4	1307,0	923,0	814,0
1982	2076,4	1347,0	1972,4	2436,0	1382,8	1342,0	1563,0	1440,0	2008,0	1306,0	1473,0	1539,1	1233,0	1159,1	1517,0	1475,5	1712,0	1275,0	1265,0
1983	1946,4	1518,0	1915,0	2525,1	1437,9	1049,0	1592,5	1289,1	1745,0	833,0	1447,5	1678,7	1155,0	1357,0	1204,0	1026,3	1458,0	1315,0	1139,0
1984	1528,5	1445,0	1526,0	2333,3	1347,4	1692,0	1315,0	1236,0	1930,0	1247,3	1681,0	1474,5	1403,8	1325,0	1573,0	1389,7	1985,0	1412,7	1219,2
1985	1511,3	1198,3	1886,0	2423,0	1239,9	616,0	999,0	1386,0	1174,0	887,2	1277,0	989,5	954,0	665,7	1000,0	1183,3	1693,0	1262,0	853,2
1986	2172,2	1114,0	1625,4	1856,0	1142,1	1190,0	1190,0	2029,0	1549,0	986,0	1655,0	1400,2	1004,0	938,9	1494,4	942,5	1676,4	1324,7	1148,0
1987	1240,4	1166,0	1766,3	1932,0	1271,2	848,6	1071,0	1773,0	1269,0	971,0	1426,0	1115,8	1017,0	675,1	1182,0	743,5	1573,0	1073,0	960,0
1988	1088,0	1176,0	1768,9	2091,0	1080,8	955,0	1130,5	1699,0	1804,0	792,0	1480,1	1269,0	968,0	791,0	1347,0	1105,8	1676,1	1156,0	781,0
1989	1068,0	1427,0	1824,2	2072,6	1325,7	1090,0	1225,0	2500,0	1622,0	1079,9	1828,0	1134,2	1159,0	842,5	1593,0	1325,3	1435,8	1191,0	1105,0
1990	1785,3	1391,6	1994,8	2074,0	1223,8	934,0	929,0	2087,0	1407,0	1106,0	1484,0	1069,6	993,4	973,8	1244,0	1081,7	1363,0	902,0	1214,0
1991	1966,0	1127,0	1655,7	1881,6	1096,2	905,0	857,0	2125,8	837,0	834,5	1178,0	1104,5	1085,4	574,1	979,0	1066,7	1182,0	1116,0	937,0
1992	1931,0	1042,0	1813,3	1554,0	1024,6	992,0	763,0	2227,0	884,0	650,0	805,0	1003,6	841,3	548,3	829,0	795,3	1183,0	910,0	847,0
1993	2085,0	1490,6	1853,0	1827,0	1345,5	1284,0	1252,0	2623,0	1340,0	1221,0	1915,0	1290,4	1002,0	1199,8	1628,0	1244,0	1443,1	1056,0	1236,0
1994	2369,0	1417,0	2022,4	1743,0	1344,7	1334,0	1271,0	2617,5	1687,0	1087,0	1463,0	1527,2	1256,0	1031,6	1209,0	1192,6	2248,5	1015,0	1330,0
1995	1816,0	1174,0	1807,0	1538,0	1213,0	1051,0	973,0	1745,6	1331,0	957,0	1595,0	1073,7	933,0	1009,9	1053,0	1006,2	1486,0	1151,0	987,0
1996	2362,0	1134,0	1989,9	2018,3	1149,3	1067,0	1117,2	2186,0	1502,0	951,0	1396,2	1254,2	860,2	1121,4	1166,0	1085,7	1767,7	1092,0	1084,0
1997	1802,0	994,0	1902,2	1659,0	1007,6	927,0	758,0	2068,1	1636,0	715,0	1001,0	1140,6	773,0	642,1	792,0	833,4	1195,7	861,0	828,0
1998	2180,0	1034,0	2392,8	2070,0	1202,0	1176,0	1003,0	2135,5	1237,0	972,0	1469,0	1023,9	831,0	910,5	1032,0	921,9	1483,0	1025,0	1171,3
1999	2182,2	1472,8	2148,3	1865,1	1416,9	1641,0	1719,2	2359,2	1672,7	1433,6	1770,6	1267,3	1319,0	1366,4	1390,0	1321,4	1729,6	948,7	1444,1
2000	2258,0	1428,0	2062,3	2216,0	1310,6	1703,0	1282,0	2112,0	2158,0	1068,0	1473,0	1382,6	827,0	1259,8	1222,0	1147,0	1245,0	1087,0	1253,0
2001	1958,0	1282,0	1735,9	2114,1	1160,6	1395,0	822,0	2064,0	1736,0	806,0	1182,0	1039,1	617,0	1003,9	926,0	796,5	906,0	759,0	1038,0
2002	1719,0	1433,0	2034,2	2000,0	1324,9	1266,0	1080,0	2079,5	1600,0	813,0	1525,0	1347,6	875,0	1000,2	1019,0	959,6	980,0	985,0	980,0
2003	1454,0	1039,1	1816,6	1868,0	1030,4	1165,0	995,7	1556,4	1514,0	777,0	1009,0	705,0	659,0	789,8	889,0	879,4	983,0	1036,0	843,0
2004	1768,0	1369,9	2189,4	2125,0	1244,2	1437,0	1057,0	2013,2	1974,0	988,1	1359,0	1112,8	881,0	857,5	631,3	1094,0	1342,0	945,0	1116,0
2005	1985,0	1573,6	1818,3	2025,9	1243,9	1500,0	1504,4	2230,9	2219,8	960,0	1519,3	1450,4	920,9	949,4	927,0	1236,1	1411,0	1265,0	1140,0
2006	1700,0	1302,1	1524,4	1847,8	1316,6	1076,0	1663,5	1927,5	1570,0	1410,0	1832,0	1050,7	1196,0	1121,1	1328,0	1364,6	1650,0	1434,0	1463,0
2007	1739,0	1479,7	1974,1	2322,0	1404,3	995,0	1232,0	2205,4	1766,0	1058,0	1424,0	1028,0	821,0	1021,8	895,5	973,8	1476,0	1009,0	1117,0
2008	1731,1	1337,5	2124,0	2637,0	1190,4	1391,0	1276,0	1931,3	1621,0	1238,0	1919,0	1194,2	1038,0	1116,6	1056,0	1346,5	1519,0	1156,0	1571,0
2009	1846,7	1279,4	1745,0	2346,0	1039,5	1147,0	1248,0	1998,5	1488,0	957,5	1718,0	1088,9	943,0	884,4	590,0	1100,4	1529,0	988,0	1249,7
2010	2338,0	1181,4	1924,0	1883,0	1165,7	1235,0	1215,0	2108,7	1648,0	834,0	1523,0	1419,2	747,0	1096,7	839,0	1030,4	1421,0	1229,0	1028,0

Continuación del ANEXO 2.

Año	ESTACIONES																		
	21060090	21060100	21060110	21065040	21100070	21100080	21100140	21105030	21105040	21110400	21115100	21115140	32010010	32030020	32035020	32040010	42040010	42060010	44010090
1980	1074,0	1613,3	1232,7	1381,1	1422,6	1241,0	1311,5	1185,1	1093,6	1234,4	1469,0	1578,8	2324,3	2408,2	2328,1	2404,6	3034,6	2420,4	2662,8
1981	1514,0	1311,1	973,4	1229,0	1677,2	1229,0	1625,9	1051,0	1489,9	1803,7	1530,5	1477,6	3221,4	2781,6	2634,7	2722,3	3682,1	3121,1	2992,3
1982	1324,0	1589,0	1421,0	1664,2	1578,3	1245,0	1949,1	1108,4	1492,4	1822,3	1934,3	1513,9	2648,0	3108,1	2994,3	2499,5	3216,0	3029,2	3370,1
1983	1272,0	1600,0	1183,0	1387,6	1747,0	1280,0	1873,0	1011,3	1493,3	1370,8	1540,9	1288,9	2659,7	2896,4	2854,3	2677,9	2991,6	2721,4	3930,0
1984	1551,3	2020,6	1372,1	1582,5	1469,1	1600,4	2085,0	1085,9	1574,6	1956,7	1784,2	1571,9	2227,3	3457,9	2558,6	3013,0	3146,5	3064,9	3717,5
1985	1139,0	1223,0	1233,0	1376,0	1088,7	1023,0	2336,0	1140,8	1032,7	1337,8	1322,9	1249,3	2906,1	2254,3	2282,6	2842,5	3996,7	3519,1	2639,7
1986	1397,1	1830,0	1145,1	1465,9	1391,0	1313,0	1412,0	1029,0	1470,8	1605,2	1392,4	1331,8	2615,6	2680,1	3063,6	2981,5	3723,1	2644,5	3516,1
1987	1294,0	1556,0	1095,0	1227,6	1464,3	1127,0	1310,7	911,2	1255,6	1485,7	1157,5	1578,5	2798,5	1773,8	2779,9	2548,9	3927,7	3020,4	3332,0
1988	1402,5	2151,4	1102,0	1494,5	1496,8	1275,4	1601,1	1051,0	1449,1	1554,1	1669,3	1168,7	2588,3	3308,8	2794,3	3268,3	3564,5	3477,9	3043,1
1989	1208,0	2150,5	1227,3	1349,7	1358,8	1254,0	1968,1	1168,9	1110,7	1474,0	1486,3	1252,0	2849,2	3188,2	3142,1	3240,1	4186,8	2875,2	3237,2
1990	1014,0	1760,3	1156,0	1263,8	1368,6	1044,0	1378,0	988,6	1244,6	1351,6	1467,3	1022,3	3065,3	3686,7	2905,4	3021,6	4379,0	3466,0	3448,9
1991	1081,0	1652,0	1102,0	1130,7	1238,2	1040,0	1243,0	987,5	1078,4	1178,4	1274,7	973,5	2681,7	2964,1	2966,9	2724,2	3949,0	3468,1	3120,6
1992	983,0	1332,0	772,0	963,7	888,7	1032,0	1062,0	843,3	930,3	1084,8	1208,6	948,8	2581,3	3232,6	2173,6	2474,3	4433,6	3181,0	2358,2
1993	1202,0	1468,9	1249,0	1103,9	1470,5	1312,0	1778,0	1204,0	1172,7	1394,6	1521,8	1259,1	2597,0	3227,0	3102,6	3168,0	4399,0	3322,5	3599,3
1994	1653,8	1810,0	952,0	1637,8	1328,9	1314,4	1576,5	1015,0	1494,7	1433,4	1444,9	1024,8	2029,0	3001,4	1394,9	2631,4	4186,0	4645,4	3551,0
1995	1234,5	1444,0	749,0	1202,0	1308,5	1059,0	2260,4	1012,1	1290,2	1408,1	1227,6	1101,4	1911,5	1996,2	2660,3	2549,1	3782,0	3779,0	2879,0
1996	1267,0	1954,7	1123,0	1433,0	1477,7	1411,0	2099,0	1312,8	1209,2	1753,8	1544,9	1459,9	2548,0	3397,0	2626,2	2609,0	4134,2	3854,2	3193,0
1997	1186,0	1295,2	848,0	1092,7	1249,0	1136,0	1426,0	1082,1	1107,9	1547,9	1275,9	999,9	2327,7	2851,0	2696,9	2713,0	3850,0	3481,1	3644,0
1998	1194,8	1270,0	866,0	1274,2	1313,0	1116,0	1484,0	1173,4	1099,3	1371,9	1430,0	1311,1	2542,0	3075,0	3001,3	2561,0	4170,0	3057,0	3538,0
1999	1512,3	1542,5	1091,0	1623,7	1676,1	1704,9	1997,0	1200,6	1597,2	2067,5	2000,3	1691,8	2506,5	2926,0	2824,0	2271,0	3441,0	3563,0	3371,0
2000	1307,0	1385,0	967,2	1370,2	1655,4	1274,0	1705,0	1083,6	1186,4	1579,4	1525,6	1532,8	2986,0	2890,5	2438,9	3388,0	4017,0	3249,3	3385,5
2001	833,0	1008,0	897,0	944,4	1319,2	1075,0	1359,0	913,9	956,1	1399,9	1145,8	978,8	2736,1	3286,0	3378,4	2805,0	2908,7	3234,0	3161,0
2002	1122,0	1360,0	703,0	926,9	1526,6	1068,0	516,2	948,6	1056,8	1088,9	1245,0	1069,1	2384,0	2662,0	2985,0	2810,0	3063,6	2684,0	2948,7
2003	1210,0	1364,0	760,0	1242,4	1254,8	1206,1	1590,0	1050,2	1402,3	1377,0	1509,2	1255,7	3292,4	3919,4	3089,0	2252,9	4491,5	3356,0	3030,0
2004	995,3	1260,0	701,0	1144,5	1727,8	1289,0	1739,0	1060,8	1171,6	1771,2	1640,5	1306,3	2679,0	3432,7	3172,2	3079,4	3521,7	3177,0	3752,0
2005	1400,2	1503,0	977,0	1261,1	1494,7	1334,0	1788,0	1010,4	1569,4	1973,0	1554,4	1156,3	2359,0	3469,0	2808,1	2067,0	4212,0	3362,0	3971,0
2006	1485,7	1764,0	1202,0	1610,2	1554,3	1181,0	1692,1	1076,8	1512,4	1838,2	1840,5	1283,6	2520,0	2725,6	2621,3	2582,6	3843,9	3428,1	3654,0
2007	1164,0	1341,0	960,0	1381,4	1436,7	1315,0	1820,0	1052,7	1203,4	1707,1	1614,9	1213,2	2702,4	2995,0	2698,0	2527,0	3360,0	3249,0	3598,0
2008	1472,0	1513,0	1196,2	1481,7	1949,1	1526,5	2376,0	1231,4	1709,0	2069,2	2052,4	1637,5	2741,8	2989,2	2898,6	2481,5	3671,0	3220,0	2988,0
2009	1196,6	1478,0	752,0	1321,2	1327,1	1072,0	1659,6	1061,0	1570,3	1712,3	1896,4	1102,1	2697,0	2809,0	2537,5	2447,7	4111,1	3461,0	3403,0
2010	1495,5	1616,0	892,0	1417,4	1820,6	1501,0	1983,9	1343,4	1336,8	1717,8	1597,6	1319,4	2507,0	3058,0	2432,7	2426,0	3786,0	2948,0	2651,0

Continuación del ANEXO 2.

Año	ESTACIONES																		
	44030060	44030080	44035020	44040020	44045010	44045020	44045030	44050010	44055010	44100010	44120010	44130070	44130080	44135010	44150010	46015010	46015020	46035010	46040010
1980	4129,0	3836,6	3771,9	3562,6	4127,4	3739,7	3688,6	3647,0	2681,4	2408,0	2461,9	2761,6	2842,5	1980,5	3035,1	2356,1	2837,0	3251,3	2994,6
1981	4577,3	4672,8	3545,0	3636,2	4102,1	2998,7	3061,9	4615,1	2367,2	2757,2	3113,6	3223,6	3210,4	3152,7	3312,4	2366,8	2380,0	2600,2	3269,6
1982	4312,6	4181,1	3727,9	3755,8	4854,8	3815,0	3512,9	4063,1	2472,9	2847,2	2647,2	3128,3	2966,2	3002,2	3374,7	2117,7	2712,7	2823,3	3571,6
1983	4426,1	4507,7	4740,7	3545,2	4427,5	3419,2	3592,4	3983,6	2905,0	2610,1	3123,3	3498,0	3671,5	3069,9	3044,9	2151,8	2686,1	3025,5	3141,1
1984	3765,7	3363,0	3453,3	3795,4	4102,4	2875,8	3280,5	3417,1	2474,5	2938,1	3367,2	3724,6	3116,6	2959,0	3707,9	1837,7	2439,5	2456,5	2837,1
1985	3135,7	4343,4	3145,1	4024,7	3640,3	3456,2	3360,0	3590,9	2601,1	2762,2	2976,2	3466,0	2571,2	3455,6	3963,0	2461,7	2237,5	2619,8	2539,4
1986	3772,4	2956,5	4329,3	3676,3	4010,2	3873,0	3619,4	3266,9	2649,9	3335,6	4030,0	3739,2	2618,0	2503,3	3348,7	3074,6	3202,8	4013,3	3436,0
1987	3668,5	3664,0	3977,7	4695,2	4122,6	2710,7	3843,7	3298,0	2560,2	3395,0	3464,0	3797,8	3425,5	3497,7	3737,3	2889,4	2516,9	2889,3	2925,9
1988	3803,1	3531,7	3145,5	4076,3	4680,9	2536,2	3405,4	3209,4	3095,9	2494,0	2989,0	3237,0	3030,0	2710,9	3093,3	2798,7	2622,2	3092,9	2475,0
1989	4402,0	3769,0	4110,2	4156,3	4096,0	1856,8	3383,7	3399,0	2369,5	2814,7	2292,0	3681,3	3565,5	3512,5	4281,0	2618,3	2733,9	3290,4	2742,0
1990	4088,0	3688,0	3345,4	4849,7	4715,0	2886,1	3563,3	3457,4	2575,6	3433,0	2433,0	3790,0	3408,1	3250,5	3632,0	2438,9	2747,0	2498,0	3264,0
1991	3560,8	2772,1	3125,0	4397,6	4042,2	3197,9	3545,0	3373,4	2499,0	3065,0	2422,0	3455,0	3265,3	3405,4	3492,0	2212,0	2863,0	2599,6	2731,0
1992	4192,0	3537,8	3412,3	3946,6	3755,9	2880,7	3035,2	4023,1	3154,0	2918,0	2810,2	3308,2	3367,7	3278,3	3457,0	2070,8	2530,0	2148,2	2621,0
1993	4060,0	4002,0	4232,3	5083,6	4874,8	2159,8	3607,2	3519,3	2284,9	3165,3	3963,0	3708,0	3469,8	4074,4	3700,0	2060,2	2679,2	3040,7	2502,0
1994	4402,0	3305,0	3640,3	4318,8	4298,1	2306,5	3657,1	3040,0	2286,9	3189,0	3753,0	3854,0	3858,0	3614,2	4063,9	2029,1	2582,4	3389,8	2846,7
1995	3759,0	3102,0	3496,0	4089,0	3642,5	2807,8	3261,6	3172,8	1918,9	2764,0	3100,0	3062,0	3150,0	2916,1	3526,0	2000,6	2683,2	3074,4	2645,5
1996	3557,0	4075,1	3331,5	4271,5	3671,0	2405,9	3437,9	5042,0	2422,0	2694,7	3828,0	3484,0	3564,0	3466,7	4065,2	1716,6	2864,5	2872,4	2244,1
1997	3475,0	3218,0	3771,5	3935,5	3614,9	2660,9	3163,0	4083,0	1978,1	2855,0	2859,4	3458,0	2853,9	3240,2	3708,0	2518,3	2663,4	2910,8	2447,0
1998	4530,0	4594,0	3809,2	4713,6	4122,6	3672,4	3969,7	4074,0	2795,0	3035,4	3025,0	3757,0	3947,0	3494,9	3979,0	2376,7	2649,3	3341,1	3041,0
1999	4622,9	5302,0	4090,4	4723,4	4425,2	3482,3	3584,8	4032,2	3069,5	3293,0	3251,8	3663,0	3564,2	3521,4	3589,0	2162,8	3142,6	3122,3	2872,0
2000	4222,0	3593,0	3970,0	4452,7	4517,6	4123,5	4093,2	3811,7	2466,6	2905,0	3384,2	3682,0	3719,0	3392,6	3744,0	2826,5	2855,1	3243,7	2772,9
2001	3956,0	5034,0	4399,9	4209,0	4324,6	3614,1	3592,3	3996,0	2690,3	3042,9	3406,2	3520,0	3824,0	3243,3	3780,0	2766,0	2931,5	2951,0	2872,7
2002	4029,0	4015,0	3961,3	4842,6	4280,3	3517,1	3645,8	3310,7	2433,3	2885,3	2621,8	3267,7	3458,0	3520,1	4127,0	2600,0	2785,5	3117,8	3211,7
2003	3936,0	3459,0	3698,7	4336,0	3892,0	3555,8	3337,2	3544,6	2568,5	3129,3	3216,8	3556,9	3647,1	3550,3	3430,8	3031,4	2761,9	2893,3	2974,4
2004	4397,2	3291,0	4284,5	3580,6	3784,7	3332,4	3500,6	3089,0	2834,3	3667,0	3409,9	3832,2	4415,0	3422,6	3205,2	3267,0	2873,4	3126,2	2820,9
2005	4308,0	3037,2	3451,0	3865,0	4803,0	3445,2	3975,7	2369,1	2858,1	3315,0	3181,4	3000,9	3157,0	3086,0	3852,0	2828,7	2930,6	3463,1	2091,9
2006	3343,2	3556,0	2895,5	3246,5	3445,8	3321,1	3954,3	3347,5	2190,8	2777,0	3621,1	3197,0	3440,0	3283,5	3839,0	2485,5	2743,8	2574,4	2255,0
2007	3762,0	3052,0	3699,2	3434,3	4781,3	3280,4	3662,9	3272,0	2532,4	2708,0	3955,8	4109,0	3941,0	3248,6	3440,0	2862,8	2628,4	2813,5	3678,1
2008	4434,4	5159,0	3588,1	3759,8	3486,8	3272,5	3452,5	1945,8	2734,1	3037,8	4013,0	2954,0	3568,0	2801,6	3405,1	2536,5	2787,6	3155,8	3014,0
2009	3406,0	3438,0	3231,3	3831,3	4276,3	2913,9	3317,6	2857,2	2547,3	3003,9	3894,0	4138,2	4393,0	3617,2	4051,0	2490,5	2727,0	3143,0	2807,3
2010	3971,0	3240,4	4109,9	3838,5	3783,9	3021,1	3284,0	2659,8	2235,0	2664,4	3403,3	3718,0	3710,0	3100,6	3580,2	2366,3	2587,7	3134,1	3325,2

Fuente de datos: IDEAM, 2018.

ANEXO 3. Datos de temperatura media en °C para el período 1980-2010.

Año	ESTACIONES																
	21015020	21025030	21035020	21065040	21105030	21105040	21115100	32035010	44035020	44035030	44045010	44045020	44045030	44055010	44115020	46015020	46035010
1980	20,2	20,8	15,9	19,8	23,2	25,5	22,4	25,6	25,5	25,0	25,1	25,9	25,1	25,7	26,0	25,6	25,3
1981	20,6	20,8	15,9	19,8	23,2	25,5	22,2	25,6	25,3	25,0	25,0	25,6	24,9	25,7	26,0	25,6	25,3
1982	20,6	20,8	15,9	19,8	23,2	25,5	22,2	25,6	25,3	25,0	25,0	25,6	24,9	25,7	26,0	25,6	25,3
1983	20,8	20,8	16,3	20,0	23,2	25,5	23,4	25,6	25,4	25,0	25,0	26,3	25,1	25,7	26,0	25,6	25,5
1984	19,7	20,8	15,6	20,3	23,2	25,5	22,4	25,6	24,9	24,8	24,6	25,4	25,3	25,7	26,0	25,6	24,6
1985	20,0	20,8	15,4	20,5	23,2	25,5	22,3	25,6	25,0	24,9	24,8	25,9	25,3	25,7	26,0	25,6	25,2
1986	20,4	20,8	15,6	20,6	23,2	25,5	22,4	25,4	25,1	24,7	24,7	25,4	25,2	25,7	26,0	25,6	24,9
1987	20,7	20,8	16,2	20,6	23,2	25,5	22,7	25,6	25,6	25,1	25,1	26,5	25,5	25,7	26,0	25,6	25,5
1988	20,5	20,8	15,7	20,0	22,9	25,5	22,4	25,7	25,3	25,0	24,9	26,0	25,5	25,7	26,0	25,6	25,5
1989	20,1	20,8	15,5	20,1	22,6	25,5	22,1	25,3	25,8	24,6	24,9	26,0	25,0	25,7	26,0	25,0	25,2
1990	20,6	20,8	15,9	20,2	23,0	25,6	22,5	25,2	25,4	24,7	24,9	25,8	25,2	25,6	26,0	25,2	25,5
1991	20,6	20,8	16,1	20,4	23,2	25,5	22,5	25,6	25,7	25,0	25,1	25,8	25,5	25,7	26,0	25,3	25,5
1992	20,5	20,8	16,1	20,4	23,7	26,2	23,0	25,6	25,8	25,1	25,2	25,8	25,7	25,7	26,0	25,7	26,0
1993	20,1	20,8	16,1	20,5	23,1	25,5	21,8	25,6	25,6	24,8	25,0	25,6	25,4	25,6	26,0	25,6	25,5
1994	20,2	20,8	16,0	20,3	23,0	25,5	21,4	25,3	25,7	24,8	25,2	25,6	25,3	25,7	26,0	25,5	25,6
1995	20,7	20,8	16,1	20,4	23,5	25,8	21,9	25,9	26,1	25,2	25,5	25,9	25,6	26,0	26,0	25,9	25,8
1996	20,0	20,8	15,8	20,4	22,9	25,2	21,3	25,6	25,3	25,0	25,0	25,3	25,3	25,5	25,4	25,5	25,4
1997	20,5	20,8	16,0	20,3	23,6	25,5	21,7	25,6	26,0	25,2	25,1	26,2	25,7	25,9	26,0	25,9	26,1
1998	20,5	21,3	16,2	20,3	23,7	25,5	22,2	25,6	26,1	25,2	25,1	26,3	25,7	26,1	26,4	26,0	26,0
1999	19,7	20,2	15,5	19,9	23,5	24,9	22,4	25,6	25,6	25,0	25,0	25,4	25,1	25,3	25,8	25,4	25,5
2000	20,1	20,3	15,5	20,1	22,8	25,1	21,9	25,4	26,1	24,9	25,1	25,6	25,2	25,5	26,3	25,6	25,5
2001	20,1	20,8	15,6	20,4	23,3	25,8	22,9	25,6	26,5	24,8	25,1	25,7	25,1	25,5	26,0	25,6	25,4
2002	20,3	21,0	15,9	20,3	23,4	25,5	23,0	26,3	26,7	25,1	25,4	26,6	25,2	25,7	26,1	25,9	25,7
2003	20,6	20,9	16,0	20,3	23,3	25,9	22,9	25,6	26,6	25,1	25,5	27,1	25,2	25,7	25,8	26,0	25,5
2004	20,9	20,8	16,2	20,5	23,1	25,6	22,9	26,1	26,5	25,2	25,4	27,3	25,2	26,1	25,9	25,6	25,5
2005	20,4	20,9	16,2	20,5	23,3	25,4	23,0	25,6	26,5	25,4	25,6	26,9	25,3	25,7	26,2	25,6	25,7
2006	20,4	20,7	16,2	20,3	23,2	25,4	23,0	25,6	26,1	25,0	25,2	26,4	25,1	25,7	25,9	25,9	25,5
2007	20,5	20,9	16,8	20,3	23,2	25,6	22,9	25,6	26,6	25,0	25,2	26,3	25,6	25,7	26,2	25,6	25,6
2008	20,5	20,8	15,9	20,1	22,7	25,1	22,3	25,5	26,2	25,0	25,1	26,2	25,6	25,6	25,8	25,9	25,4
2009	20,7	20,8	15,9	20,6	23,5	25,5	22,4	25,7	26,2	25,4	25,5	26,5	25,9	25,5	26,1	25,6	25,8
2010	20,7	20,8	15,9	20,3	23,2	25,5	23,0	25,9	26,1	25,5	25,6	26,0	25,8	26,1	26,5	25,6	25,8

Fuente de datos: IDEAM, 2018.

ANEXO 4. Datos de precipitación total en mm para el período 2011-2040.

Año	ESTACIONES																			
	2101502	2102004	2103005	2103006	2103008	2103009	2103011	2104004	2105006	2106004	2106007	2106008	2106009	2106011	2110008	2111510	4404503	2101011	2101018	2101021
2011	2012,2	4525,7	5257,8	2727,1	3405,0	4961,3	4701,1	3402,1	3676,1	3510,9	3940,1	4302,2	2617,5	2756,7	3746,5	4635,7	3476,9	4088,9	1569,8	1457,7
2012	2301,2	5283,3	3786,1	3293,2	5031,6	3759,5	4505,7	6679,1	3564,0	3245,0	5294,3	4860,1	3332,2	5579,9	4378,0	4206,9	3303,2	4799,4	1773,4	2620,4
2013	2400,6	5497,4	4734,3	3556,7	4133,7	5071,6	3809,9	4155,4	2675,1	3491,1	4125,5	4887,5	2754,1	4544,3	4863,5	3421,8	3329,7	4021,5	2866,2	1459,3
2014	2160,2	4769,5	3988,5	2365,4	3832,9	6034,1	3265,9	4498,6	3677,4	3777,1	4757,2	5085,0	2073,4	4294,6	4914,6	2790,4	3043,6	3879,5	1987,0	2770,6
2015	2219,0	5378,2	4659,0	2703,4	4078,8	5173,7	2917,7	4347,3	3753,3	3633,7	4640,2	4194,4	2573,4	3421,3	4012,3	3891,9	3667,3	4201,4	1754,2	1627,3
2016	2045,5	3224,8	3781,9	2475,6	4411,7	5067,0	4019,8	4210,6	3540,8	3793,5	3231,3	5030,6	2165,9	2892,7	3169,6	3157,1	3110,2	4070,0	2471,2	1824,8
2017	2500,2	4819,1	5430,5	2797,4	5264,1	4921,7	3930,8	5966,3	3724,4	3632,8	4773,6	5861,5	2510,8	3693,2	3435,3	3352,7	3608,1	4066,1	2444,6	1760,5
2018	2539,8	4705,6	4636,4	2695,3	3784,5	3516,7	1934,9	4392,4	3779,9	2794,1	4322,7	5214,8	2757,4	3593,1	4796,0	2627,6	3650,6	4286,0	2813,7	1835,2
2019	2090,0	4018,3	4818,4	2545,8	4282,6	4207,7	3867,5	4433,7	3888,6	3586,1	3320,6	5044,4	2468,1	3116,4	4724,2	3263,5	3734,1	3224,2	1635,6	1915,8
2020	2411,0	5498,6	5568,2	2899,1	4010,7	4273,6	2961,9	5218,9	3892,3	3542,7	3837,6	6039,3	2713,1	4321,7	4140,6	2405,4	2718,2	2460,6	1811,7	1974,7
2021	2310,4	3152,8	5345,2	2646,2	5097,1	5208,8	4063,8	3442,5	3807,5	3723,4	4236,0	5084,1	2314,0	3977,9	4121,1	3717,1	3269,1	3657,9	2669,8	1708,6
2022	2332,9	4460,1	5380,2	2785,4	3511,7	5449,0	2696,7	4891,3	3097,8	2877,8	4080,8	4949,3	2671,2	2826,0	4726,1	3924,9	3575,4	3990,5	1781,9	1914,5
2023	2407,5	4662,4	3880,1	2827,5	3361,9	4606,3	4086,7	5094,8	3854,7	3519,0	3621,9	4049,7	2443,4	3295,3	4869,3	3481,9	3127,8	2358,5	2019,7	2089,5
2024	2521,7	2303,5	4580,9	2803,0	3897,4	4173,5	3211,2	5132,3	3075,1	3047,4	3391,5	4495,5	2729,6	4438,7	4990,0	3536,6	3615,5	3729,0	1737,6	1991,6
2025	2202,7	4594,4	3296,7	2260,5	3061,8	5925,6	3211,8	4722,4	3736,1	2662,9	5006,0	5122,7	2726,8	4387,9	5007,9	3756,2	3449,0	5007,6	1797,0	1873,4
2026	2202,6	4116,5	4090,9	2735,3	4015,7	5202,5	4109,1	5299,0	2918,4	3697,5	3797,0	4346,5	2300,0	3470,3	5826,6	3333,9	3428,1	3871,0	3233,8	1758,4
2027	2022,9	4699,9	5550,7	2507,7	3451,3	6873,7	3009,7	5290,2	3802,8	2931,0	3323,6	4411,8	2719,9	4027,6	4020,5	4453,9	3568,8	4092,5	2600,7	1659,0
2028	2404,9	4146,8	4272,6	2718,0	4203,7	4735,7	2258,3	4477,1	3748,8	2719,2	3936,8	3886,2	2423,1	3715,1	4198,8	3131,9	3544,7	4071,7	2943,9	2054,7
2029	2198,3	3970,2	3911,1	2810,7	4528,5	4437,4	3118,9	5258,2	3812,0	2133,1	4806,8	2757,3	2366,3	2277,3	5101,8	3924,7	3623,4	2555,3	1833,4	1965,9
2030	2241,3	4931,6	5708,6	2865,9	3713,2	4927,4	3271,4	4431,8	3785,7	3614,7	4800,6	6183,6	2768,5	4461,8	4313,7	3583,9	3605,5	4203,5	2071,8	2056,7
2031	2437,0	4823,0	5429,5	2309,6	4177,5	5554,7	4878,4	4121,5	2930,8	3402,3	5487,6	5938,0	2307,1	3406,4	5532,1	3834,3	3528,4	4928,4	1622,5	1785,5
2032	2545,0	4525,6	3770,1	2814,6	3579,8	4737,8	3903,1	4199,0	3741,6	2575,8	3476,7	4525,0	2705,7	3847,5	5700,3	4244,1	3352,3	4107,3	2571,6	2169,4
2033	2437,7	5705,6	4753,4	2890,5	4146,6	5200,0	3284,0	5278,3	3387,7	3654,4	3861,8	3658,3	2459,5	3534,8	3946,8	3710,6	3370,3	2597,9	1787,2	1822,1
2034	2474,3	4730,3	4021,4	1723,1	3925,5	5217,1	3244,0	4949,7	3713,5	3031,9	3860,6	4318,8	2360,3	3528,1	3846,4	3703,3	3409,1	4058,6	3678,0	1786,1
2035	1948,5	4872,1	4128,9	2681,3	5031,9	4713,4	2329,8	4503,1	3539,1	2592,6	3967,6	4147,0	2791,1	3265,1	2331,5	3481,6	3723,8	3396,9	2754,3	1847,5
2036	2341,2	3908,8	4054,5	1964,6	5780,9	5300,5	3923,4	4812,4	3468,9	3199,3	4023,4	3861,0	2459,3	3344,1	5010,6	2837,5	3621,5	3137,2	1349,1	1977,2
2037	1872,6	3160,0	3997,6	2765,5	5659,7	4419,8	2782,2	3961,1	3636,7	3736,1	3807,3	4536,8	2697,5	3486,6	4831,7	3694,6	3286,4	4805,7	2107,6	2634,7
2038	1973,8	5398,6	3929,6	2591,2	3540,3	5856,7	3914,5	4287,8	3130,7	3586,0	4095,8	4293,2	2057,5	4188,9	5581,3	4301,9	3631,2	4223,5	2720,1	1810,8
2039	1906,3	3490,1	4593,9	2886,9	5597,3	4306,7	2196,8	4517,7	3836,5	2908,9	4146,0	5431,3	2532,3	2745,7	3377,8	3731,7	3348,8	3332,5	1960,6	2186,2
2040	2316,5	4931,2	4747,7	1253,4	6013,3	5735,3	2310,8	4411,7	3592,3	2848,0	4745,7	4260,3	2145,4	2592,4	4860,9	3836,4	2429,3	3159,8	2789,7	1714,8

Continuación del ANEXO 4.

Año	ESTACIONES																				
	2104006	3201001	3203002	3203502	3204001	4401009	4403006	4403502	4403503	4404002	4404501	4404502	4405501	4413007	4413008	4413501	4601501	4601502	4603501	4603502	4604001
2011	3575,3	3137,1	4236,3	2319,6	3414,9	2733,3	3795,6	4760,2	4142,9	4374,4	3676,6	2631,3	3056,8	3355,4	2526,3	2986,2	3501,6	2393,0	3836,5	4183,9	2617,5
2012	3714,5	2645,0	3750,3	3476,5	3651,2	2351,5	3111,6	4021,7	4197,5	3716,5	4015,7	3531,2	2879,0	3377,0	3408,0	3029,0	3152,9	3525,0	4154,7	4774,6	3332,2
2013	3540,1	2765,8	4284,6	3466,9	4043,6	2991,1	4184,9	3096,1	3534,9	3886,2	4074,3	2731,4	3204,8	3502,0	3538,2	2895,2	3063,4	3776,2	4534,2	4385,3	2754,1
2014	2964,9	4156,5	4435,8	2768,3	3072,1	2747,7	3699,1	3800,7	4628,5	3469,3	3894,0	2978,6	3224,5	2881,1	3081,7	2903,9	3632,5	3464,1	3695,7	5006,8	2073,4
2015	2633,6	2909,6	4240,6	3313,8	2975,9	2907,0	4224,5	3808,8	3603,4	4465,5	3387,6	3298,9	3423,3	3247,3	2956,1	3102,9	3664,0	4068,5	4712,6	4192,1	2573,4
2016	3036,9	3465,1	4477,8	3790,7	2887,4	3465,2	4097,6	4276,5	3379,4	4186,7	3768,0	3331,8	2996,5	2862,5	3329,2	2944,9	3353,0	4075,4	3787,9	3860,8	2165,9
2017	2571,0	3190,0	4120,1	4388,4	2627,5	3330,7	3258,1	3788,8	3501,6	4129,3	3831,5	3042,7	3202,7	3233,2	3065,2	2747,5	3437,2	3443,9	3532,4	4961,5	2510,8
2018	2652,5	3325,6	3275,3	3777,7	2713,3	2576,6	3053,1	3344,2	3849,3	4002,0	3864,1	2340,0	2459,7	3303,0	3010,7	3083,6	3725,4	4074,2	3831,0	4189,9	2757,4
2019	2708,0	3199,4	3569,7	3424,3	4130,8	2961,5	3864,6	2454,9	3875,5	4030,4	4396,4	3352,6	3281,5	3273,1	3549,6	3074,8	3261,0	3589,7	3643,7	3902,8	2468,1
2020	3116,2	3933,4	4414,8	4265,7	2932,1	3125,6	3783,1	3924,3	3656,1	4416,7	4029,3	3016,3	2588,8	3401,5	2835,2	2698,6	3609,1	3987,2	3257,1	4536,2	2713,1
2021	3089,5	3276,3	4467,2	3518,7	2933,7	2886,0	2949,4	3503,6	3494,8	4070,7	4308,1	2744,9	3039,5	3099,2	3301,5	3107,0	3428,1	3826,8	3702,8	4973,9	2314,0
2022	2255,1	3402,3	3368,2	3703,2	2524,8	2671,0	3767,3	3401,8	3577,5	4337,6	4289,7	3221,9	2590,9	3449,0	2831,5	3182,0	3654,5	3816,3	4623,2	4045,1	2671,2
2023	3162,3	2894,5	3444,1	3699,2	3146,0	3942,9	3456,2	3367,9	2696,0	3658,0	4057,7	2592,5	2886,1	3378,1	3189,3	2579,3	3304,3	4053,7	3602,4	4528,4	2443,4
2024	3063,5	3455,2	3656,7	3819,9	2640,1	3464,8	4111,3	3651,5	3253,3	3664,1	4377,8	2779,5	3056,9	3535,0	3450,4	3176,5	3653,1	3378,9	3066,8	3643,4	2729,6
2025	2800,4	3338,6	4407,2	3184,2	2890,7	3048,8	3604,2	3641,8	2886,4	4382,6	4341,3	2898,2	2566,8	3468,7	3605,0	3138,0	2798,3	3970,2	3762,0	3057,2	2726,8
2026	3443,2	3412,8	3714,2	2944,7	4052,9	2087,6	3758,8	3318,6	3115,7	3921,4	4155,5	2932,6	2828,0	2865,1	3376,7	2636,5	3471,3	3089,3	4291,2	3518,7	2300,0
2027	3161,0	3407,5	4004,4	3698,3	2661,3	3158,2	4080,2	3691,3	3397,5	4348,8	3213,7	3210,0	3086,5	3345,6	3244,3	2960,4	3446,2	3595,6	4569,1	3920,2	2719,9
2028	3306,8	3121,7	4071,4	3280,2	2179,1	3004,2	3819,3	2738,5	3880,2	4238,5	3854,4	3093,1	2774,9	3420,3	3322,8	2845,4	3628,5	4127,1	3591,6	4252,1	2423,1
2029	2606,3	2967,4	3620,8	3356,0	2729,3	3098,6	3391,7	3143,5	3470,5	3091,6	3552,3	3159,4	2572,1	3574,9	2496,8	2857,4	2499,2	4017,6	4370,7	4146,6	2366,3
2030	2993,8	3204,0	4529,0	3290,9	3097,3	3147,6	3069,8	2205,7	3710,5	3787,6	3926,9	3055,6	2996,1	2521,5	3510,9	2990,2	3091,0	4081,4	3796,1	2966,6	2768,5
2031	3353,3	3079,2	3830,5	3299,1	2611,8	3238,6	3661,1	3310,9	3397,8	3899,7	3778,9	2994,0	2863,7	3282,8	3119,4	2519,2	3576,4	2860,8	4237,8	4690,2	2307,1
2032	3115,8	2211,2	4125,9	3294,4	3348,9	2677,7	3036,1	3832,2	3521,5	3789,9	3824,4	2546,1	3373,5	3710,2	3059,4	3288,3	3425,0	3835,0	3748,0	4200,7	2705,7
2033	3172,1	3051,6	4233,9	3617,2	3237,8	3184,4	3795,5	3751,4	3860,7	3983,3	4446,3	2912,9	3442,1	3051,6	3340,2	2892,5	3715,1	3779,3	3186,6	3315,1	2459,5
2034	2424,8	2684,5	4559,8	2320,4	2375,9	2699,3	3536,1	3331,6	2873,1	3814,1	4044,9	3253,5	2601,8	3584,2	2561,6	3170,3	3718,2	3125,0	3073,0	4408,7	2360,3
2035	2870,8	3542,5	4148,2	3634,9	2433,2	3221,6	3382,7	3911,4	3411,0	4546,8	3703,3	3163,7	2089,6	3283,2	3195,2	3283,9	3329,3	4216,8	3733,6	4040,1	2791,1
2036	2897,2	3042,0	3928,5	3772,8	3092,2	2937,4	3472,3	4315,6	3988,0	4427,4	4364,8	2490,2	3284,0	2504,0	3346,2	2975,9	3238,0	4029,3	3733,4	4205,5	2459,3
2037	3085,2	3027,5	3394,3	3393,0	3566,3	3417,7	3814,5	4085,4	2416,7	3433,7	4336,8	2498,1	3024,2	3672,3	3054,2	3218,5	3375,3	3315,8	4278,8	4971,9	2697,5
2038	3622,7	4264,9	3762,7	4558,0	4060,5	2357,4	4123,4	2996,6	3342,7	4410,5	3609,1	3268,4	3355,2	3267,5	3310,6	2193,8	2556,1	3155,9	3686,8	3486,2	2057,5
2039	3106,5	2913,7	3874,5	3151,6	2977,6	2973,5	4013,5	3048,3	3756,7	4577,8	4467,6	2957,0	3131,0	3716,1	3385,1	3053,0	3054,4	4175,8	3726,2	4267,7	2532,3
2040	3912,9	3055,3	3520,2	2818,1	3799,3	2470,2	3977,6	3665,0	3740,3	4096,6	4160,9	3045,8	3294,1	3715,9	2580,3	3059,9	2740,5	3462,3	3881,9	3924,7	2145,4

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM et al. (2015).

ANEXO 5. Datos de precipitación total en mm para el período 2041-2070.

Año	ESTACIONES																			
	2101502	2102004	2103005	2103006	2103008	2103009	2103011	2104004	2105006	2106004	2106007	2106008	2106009	2106011	2110008	2111510	4404503	2101011	2101018	2101021
2041	2054,3	3345,5	3831,0	2462,8	3108,9	4218,5	3096,7	3669,5	3822,4	3695,0	3604,8	4235,9	2607,1	3537,7	4020,6	3684,0	3291,9	3222,6	1819,9	2065,1
2042	2386,1	4965,0	3998,2	2667,6	4657,2	5297,7	2158,2	4340,7	3709,9	2226,4	4013,9	5385,3	2651,1	3591,6	4837,4	3160,4	3735,4	5114,7	1974,2	1777,3
2043	2061,2	3817,6	4638,4	2108,7	4169,3	4486,5	4102,2	4465,4	3927,2	2608,5	2646,9	4316,9	2594,4	2647,1	4989,9	4399,3	3669,0	4266,7	1957,6	1977,7
2044	2182,7	6576,6	5404,4	2675,5	4787,8	5997,1	2203,6	4280,6	3856,7	3557,1	3874,9	5266,6	2623,9	3917,8	4078,1	2756,7	2958,0	4148,8	2890,9	1605,2
2045	2264,0	4188,9	3308,9	2584,3	3008,0	6069,8	2254,5	4629,6	3742,5	2723,4	4812,6	4442,6	2415,7	3503,1	2423,7	3888,9	3634,6	2697,1	1941,5	1665,6
2046	2354,8	5698,6	3963,1	2751,0	2533,4	5200,8	2465,3	5312,9	3924,6	2124,2	4625,9	4291,5	2608,7	3613,9	4074,7	2359,5	3491,1	3258,3	2664,0	1807,0
2047	2371,2	4991,1	4002,2	2911,2	3252,3	4499,5	2433,0	5337,4	3222,1	2852,0	3142,7	4464,3	2414,9	3567,3	3409,3	3064,9	3496,5	3292,4	2058,6	1987,2
2048	2229,3	4755,6	5557,9	2587,5	4125,8	4546,4	1890,9	4304,3	3846,1	3091,6	3756,5	4536,0	2468,8	2955,8	3133,0	3600,1	3371,0	4117,1	1439,2	1687,2
2049	2071,9	5434,3	4524,0	2339,1	1814,4	5368,3	3123,7	3571,3	3602,1	3456,7	3843,2	6038,9	2709,9	2009,2	5006,3	3824,6	2477,5	2579,2	3024,1	2931,1
2050	1948,2	4014,1	4808,4	2765,2	3777,5	4908,5	2182,3	5473,4	3811,7	3822,4	3910,4	4495,3	2419,0	3562,7	4175,3	3868,1	3692,4	2458,8	2211,2	2011,2
2051	2330,7	4857,4	3810,9	3730,5	3317,3	6235,6	2368,4	4036,8	3791,2	2938,0	2960,9	3549,8	2064,1	3552,6	4219,6	4015,1	2478,5	4184,3	1716,2	2067,5
2052	1995,4	4846,4	4473,8	2496,5	5178,4	6095,1	4141,5	4386,9	3912,3	2897,3	3771,2	4557,1	1806,2	5277,4	4111,4	3657,3	3410,2	4207,8	2128,0	2082,3
2053	2349,5	4063,4	4700,5	2817,6	4682,6	6006,5	2967,9	4728,2	2971,6	3777,9	3720,3	5113,8	2334,2	3939,8	4290,1	3231,7	3631,9	2699,7	2949,0	1557,6
2054	1968,1	4893,7	5087,0	2755,4	4544,0	5483,6	3098,1	3517,8	3894,0	2118,4	3306,4	4502,9	2471,0	3481,7	3325,0	3159,8	3076,8	2865,3	2820,7	1840,8
2055	2265,9	4061,8	3705,8	2491,6	5289,3	5133,7	4050,2	4134,1	3905,4	3516,1	3686,3	4371,8	2727,0	2628,0	3795,5	3724,9	3037,2	3387,6	2118,3	2108,3
2056	2609,3	5079,1	3987,2	2916,3	2692,3	5156,5	2353,1	4685,7	3969,1	2890,8	4051,5	4098,5	2711,7	3711,5	3639,6	3146,2	3808,3	4255,2	2605,0	1633,2
2057	1905,6	4862,5	3780,3	2600,9	2994,3	5108,5	4012,8	5404,6	3840,3	3479,3	3775,9	4351,3	2642,1	3463,8	3970,1	2774,0	2631,0	3270,2	2685,1	1682,0
2058	2507,0	4831,0	4650,5	2823,3	4142,4	4634,4	3279,2	4113,0	3970,6	2957,3	2923,5	3961,7	2774,6	3501,4	3713,5	3185,3	3011,3	4232,7	2378,2	2112,9
2059	2365,8	4092,3	4672,4	2727,8	3557,6	5248,7	3169,5	3598,9	3839,6	2829,7	3156,1	3095,8	2605,9	3069,4	4842,3	3585,9	3394,4	3405,5	2001,5	2019,0
2060	2322,8	3331,9	3442,5	2494,0	3864,3	5296,1	2274,0	4106,1	3883,1	3022,2	4865,4	3499,7	2772,1	2747,0	4292,4	3259,0	3142,9	4263,0	1846,7	2031,3
2061	2563,4	4870,2	3990,2	2947,2	4358,9	4538,6	3331,2	4600,3	3846,8	2744,0	3969,5	3080,0	2117,3	2870,2	4130,7	4070,6	3338,6	3063,0	2170,8	2788,0
2062	2412,5	4414,2	4111,9	2549,7	3074,2	4575,4	2340,4	4132,4	4002,8	2915,7	4174,1	4648,4	2345,4	3300,4	4046,4	2411,5	3473,8	2674,3	2025,6	1742,0
2063	2476,5	5028,5	2574,8	2741,4	3514,5	3901,5	3371,4	3792,8	2941,0	2742,2	4142,5	2991,0	2476,2	2750,0	4564,8	2965,3	3801,0	3514,2	1861,5	2031,0
2064	2388,9	4943,1	3222,1	2783,2	2899,9	5320,9	3102,7	3497,0	3961,9	3662,8	4020,0	4505,3	2669,5	3669,2	3346,0	2718,7	3046,2	3246,2	2468,3	2128,1
2065	2371,0	4872,6	3799,0	1913,4	3677,6	6054,1	4014,0	4486,2	3776,6	2892,7	3962,9	4319,2	2598,1	3497,3	4349,7	3987,3	2790,8	3064,5	2715,7	2013,1
2066	2169,8	4052,7	4625,3	2588,5	3645,3	3889,7	2300,3	4701,5	2999,5	3865,9	3487,6	4456,1	2412,4	4084,0	4985,5	3473,1	3416,7	4228,4	2828,5	2131,3
2067	2029,2	4337,7	5846,4	2808,5	4830,6	5292,8	2448,4	4042,5	2227,3	1887,9	4836,8	3088,6	2625,7	2536,6	4139,6	2898,9	3688,4	3341,6	1772,5	2040,8
2068	2351,0	4070,8	4904,7	2540,7	4192,2	5322,7	2285,0	3752,6	4009,9	3022,6	4235,9	5275,1	2798,2	3558,0	4105,0	4007,4	3496,1	3326,1	1957,6	2137,0
2069	2203,0	3382,9	4860,1	2785,3	4673,1	3745,3	2477,6	4351,7	2241,5	2981,2	4011,1	4281,8	2388,7	3282,1	4150,9	3731,7	3438,0	3166,5	1962,9	1602,7
2070	1969,4	5114,9	4911,3	2974,2	4786,4	6262,8	2325,9	4413,5	3851,5	2957,7	3988,5	4608,8	2267,3	2138,9	2469,4	2813,6	3360,9	3750,3	2033,2	1912,4

Continuación del ANEXO 5.

Año	ESTACIONES																				
	2104006	3201001	3203002	3203502	3204001	4401009	4403006	4403502	4403503	4404002	4404501	4404502	4405501	4413007	4413008	4413501	4601501	4601502	4603501	4603502	4604001
2041	3059,3	3446,8	3433,9	3268,8	3157,5	2652,5	3980,7	3509,2	3803,0	4443,3	4054,0	3287,1	3135,0	3692,0	2987,7	3286,7	3520,3	3620,5	3107,5	3358,0	2607,1
2042	3063,3	2439,6	4325,9	3221,9	3290,2	3466,7	4228,0	3901,4	3473,0	4508,0	4158,3	3264,5	2439,7	3736,1	3272,0	3172,9	3509,8	3622,6	3349,0	4059,0	2651,1
2043	3862,9	3328,8	3955,7	3411,5	3342,2	3509,0	3689,0	2902,9	2533,5	4459,1	3946,1	2244,5	2466,2	3660,7	2334,8	3241,2	3474,4	3877,9	4111,3	3469,1	2594,4
2044	3167,7	3304,4	2789,4	3742,4	2796,8	3346,6	3436,1	3786,2	3839,9	4446,3	3417,4	2604,8	3182,1	3011,2	3285,9	2430,1	3728,2	3804,7	3457,6	3337,0	2623,9
2045	3222,1	2828,8	4564,0	3550,1	2899,0	2823,8	4132,3	3647,2	3533,4	4435,6	4209,2	3155,5	3375,7	3464,1	2773,5	2625,0	3251,8	3653,8	3799,3	4111,6	2415,7
2046	3035,4	3541,2	3354,7	3419,9	3288,8	3487,6	3718,0	3527,6	3812,3	3963,1	4056,8	3051,4	3324,3	3680,4	3331,3	3263,4	3438,9	3585,8	3501,3	4197,2	2608,7
2047	2518,7	2971,5	4463,8	3340,7	3383,4	3597,3	4039,5	3265,7	3220,4	4553,7	4126,6	2923,8	2883,5	3478,1	3343,9	3055,0	3702,2	4179,2	3551,0	3958,1	2414,9
2048	3056,7	2961,7	4128,4	3685,7	3189,3	2555,3	3497,1	3366,9	3385,3	4271,9	4351,1	2624,2	1677,9	3114,6	3620,9	3017,0	3712,9	2907,0	3557,0	3743,1	2468,8
2049	3049,6	3020,6	4302,3	3174,2	3131,3	3216,4	4092,1	2463,5	2713,0	3837,5	4150,3	2069,1	3339,7	3628,1	2767,9	2429,5	3612,6	3992,7	4144,3	4096,0	2709,9
2050	3357,4	3062,1	4531,1	2755,0	2838,0	2900,8	3700,5	3295,2	3518,9	4401,7	3655,0	3315,7	2263,7	3610,6	3282,8	2980,8	3565,3	3261,5	3383,2	3480,3	2419,0
2051	3258,0	2976,9	4060,6	3730,9	4043,9	2776,8	2875,7	3502,1	3060,0	3834,2	3579,6	2993,6	3060,2	3298,0	3040,6	2784,6	3237,5	3717,4	4660,8	3487,1	2064,1
2052	2623,3	2185,2	4455,3	4090,4	2856,3	2614,0	4100,0	3265,7	3093,4	4389,6	3455,0	3141,4	3350,1	3696,9	2988,6	3315,3	3330,9	2492,9	3645,9	3824,9	1806,2
2053	3184,9	3387,5	3776,2	3419,3	3170,6	2854,1	4012,2	3255,4	3346,9	3752,4	4160,0	3269,3	3281,6	3703,0	3082,0	2774,5	3163,3	3919,5	3933,8	4100,9	2334,2
2054	2661,4	2974,6	2923,0	3874,1	3155,6	3590,9	2568,5	3213,5	3647,1	4168,5	3977,8	3328,1	2891,1	3434,2	3296,4	2813,1	3850,2	3797,2	3820,5	4085,4	2471,0
2055	3125,3	3101,1	4519,0	3495,2	2473,6	3281,4	3905,5	3375,6	2947,1	4225,7	4225,5	3306,1	3331,8	3096,5	2577,3	3161,2	3370,6	3790,1	3407,7	3658,6	2727,0
2056	3353,8	3635,9	3858,1	3309,0	2705,7	2656,2	4392,3	3886,9	3745,2	4678,8	4489,9	3433,0	2419,1	3310,6	3509,1	2554,8	3258,8	3766,3	2425,6	3816,3	2711,7
2057	2563,6	2704,8	4107,4	3611,9	2678,3	2850,3	4219,8	3612,5	3897,1	3870,4	4399,3	2910,6	2687,6	2786,7	2953,3	2803,4	3420,3	3950,4	3426,1	3477,2	2642,1
2058	3101,8	2997,1	4339,7	3845,4	3292,0	2847,8	3490,8	3729,4	3440,3	4095,5	4134,9	3058,5	3127,0	3474,9	2935,4	3317,9	3639,5	4134,6	3547,6	3893,4	2774,6
2059	3263,7	3077,6	3978,9	3516,6	3882,8	3119,7	3718,6	3570,2	3854,2	3931,8	3328,9	2571,0	3370,6	3211,6	2945,6	3268,5	3469,5	3778,6	4680,0	3149,6	2605,9
2060	3259,6	3069,7	4499,0	3055,4	2309,1	2336,1	3642,5	3770,7	3820,9	4135,4	4339,4	3263,1	2800,2	2905,9	3363,5	3069,8	3714,7	3868,0	3388,1	3772,4	2772,1
2061	2703,9	3568,1	4217,4	3615,8	2798,7	2703,3	3821,1	3728,1	3471,5	4021,0	4422,9	2740,0	3020,6	3575,8	3595,7	2743,3	3851,7	4095,8	3139,9	3816,9	2117,3
2062	3183,0	3473,9	3469,8	3676,3	2530,0	3229,7	3346,5	2942,6	3538,4	3934,3	4396,2	3124,1	3447,8	2877,9	3064,6	2947,2	3563,7	4150,6	3506,1	3152,4	2345,4
2063	3260,1	3650,4	4472,5	3398,1	3345,9	3514,4	4350,7	4146,8	3407,7	4117,6	4020,3	3439,4	3607,5	3135,4	3502,7	3333,4	3573,9	3127,6	3990,3	4373,1	2476,2
2064	3227,3	2967,4	4671,5	3543,4	3180,1	2885,3	3741,1	4095,6	3471,1	3963,9	4142,8	3344,9	2530,4	2953,0	3616,1	3346,6	3118,8	4176,8	3409,5	4223,2	2669,5
2065	1864,2	3244,4	4115,5	3831,6	3796,1	3295,1	3731,1	3068,6	3031,2	4546,9	3789,4	3164,3	3511,5	3007,7	3598,1	3092,0	3616,9	3771,6	4410,9	3771,4	2598,1
2066	2739,6	3063,5	4607,7	3366,5	2986,1	3031,5	3521,0	3466,9	3383,4	4073,2	4073,7	2680,7	3191,6	3727,9	2963,5	2858,9	3150,7	2856,1	3348,2	3399,8	2412,4
2067	3250,3	3283,5	4481,3	3685,2	2618,5	3282,1	2758,5	3798,5	3911,9	4394,0	4140,5	3211,0	3461,4	3347,7	3612,3	3319,8	2831,4	3549,4	3879,3	3946,9	2625,7
2068	2466,9	3586,0	4386,9	3042,1	2890,0	3047,5	4181,4	3751,4	3850,3	3722,7	4182,8	2474,5	3365,4	3447,3	3079,0	2827,4	3536,9	4063,7	3791,2	4298,6	2798,2
2069	3159,9	3315,9	4408,1	3485,6	2807,7	3150,0	3842,3	3099,6	3908,0	4012,4	3972,3	3062,5	3130,3	3698,7	3242,0	3063,7	3219,8	4165,4	3897,5	4349,9	2388,7
2070	3259,8	3115,9	4572,2	3579,9	3310,0	3590,6	4276,3	2935,1	3574,4	4127,4	3349,9	3380,1	3220,2	3374,2	3290,9	3206,6	3230,4	2402,8	3914,8	2911,1	2267,3

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM *et al.* (2015).

ANEXO 6. Datos de precipitación total en mm para el período 2071-2100.

Año	ESTACIONES																			
	2101502	2102004	2103005	2103006	2103008	2103009	2103011	2104004	2105006	2106004	2106007	2106008	2106009	2106011	2110008	2111510	4404503	2101011	2101018	2101021
2071	2276,8	4062,2	4062,0	2880,5	4331,9	4859,8	1477,6	2937,3	3239,8	2787,1	3359,3	4789,3	2616,9	3292,2	4009,3	3352,1	3396,4	3485,5	2667,5	1807,2
2072	2503,8	4133,1	5798,9	2477,3	5825,8	6142,3	3244,6	4177,8	3677,1	2655,3	4011,6	4397,7	2762,7	3669,9	5059,9	3112,8	3625,5	4219,1	2116,8	1881,8
2073	2285,8	4791,9	4740,9	2905,7	4071,1	5248,2	2305,7	4553,9	3771,0	2134,9	3112,3	3624,3	2813,0	3576,8	3933,0	3653,9	3526,4	2783,1	2734,7	1866,5
2074	2334,8	3355,0	4529,9	2883,3	4072,0	4438,4	2358,3	4096,4	3728,8	2845,6	3628,6	4470,3	2605,1	4549,8	5031,6	3095,8	3512,6	3505,1	2911,3	1689,8
2075	2589,0	4884,6	4991,1	2774,5	2936,9	5324,1	2316,5	4601,5	3724,8	3007,4	2677,6	4620,3	2405,6	3472,3	5020,2	2867,1	3465,0	4303,6	2783,1	1621,9
2076	2409,7	5549,9	5706,7	2526,0	4137,6	6224,4	2307,0	4434,5	3749,9	2691,6	3992,2	4357,3	2384,3	3667,3	3071,8	3605,4	3717,5	3406,9	1967,7	1687,0
2077	2063,2	5784,6	4731,6	2643,6	5757,6	5880,9	3202,2	3886,5	3151,9	2869,5	2665,1	3928,4	2511,2	2711,5	3019,8	3541,5	3652,8	4321,2	2891,7	1805,2
2078	2262,2	5125,6	3938,2	2637,2	4628,3	5549,7	3328,4	4620,0	2807,7	2968,8	3182,0	5477,6	2781,2	2712,7	4351,7	3173,1	2948,8	3229,6	2256,2	1935,5
2079	2591,5	4181,6	4282,4	2801,3	4034,4	6302,7	2290,9	4681,8	2312,6	2840,5	4069,0	4620,8	2232,4	2693,8	4092,9	3613,4	3733,4	3935,1	1798,5	1211,9
2080	2050,5	5221,5	4773,0	3032,0	5558,6	6196,1	2394,0	3380,3	3271,1	3028,9	3447,2	4480,2	2540,6	3615,9	3611,7	3016,8	3824,2	2966,9	2072,4	2207,6
2081	2672,2	5956,7	4881,6	2885,3	4770,4	6456,5	3248,7	3435,2	3057,4	1465,5	3172,6	4767,5	2831,7	2882,3	4355,4	2306,9	3621,1	4356,0	1574,1	2211,2
2082	2389,5	5124,0	4918,5	2697,2	4901,0	5377,9	2410,4	3900,4	3147,3	2887,5	3111,9	4089,0	2700,9	3626,1	4028,0	3044,7	3575,0	2790,2	2020,6	1934,4
2083	2608,9	4984,5	4117,9	2185,7	5724,4	4640,9	2541,0	4696,0	3909,4	2914,3	3915,8	4656,7	2860,7	3762,2	4186,7	2371,5	3479,5	2477,0	1852,2	2141,5
2084	2614,0	4045,4	4971,4	2769,6	5085,8	5473,1	1459,9	4337,6	4091,0	2055,8	3888,1	4642,7	2830,0	2799,2	3510,9	2790,6	3784,8	3342,1	2022,2	1971,7
2085	2506,4	4947,5	2720,6	3055,9	5402,1	4956,8	2337,0	4597,2	3233,1	2939,5	3995,1	4122,6	2260,2	2461,8	4273,5	3631,6	3762,2	3437,5	2023,5	1740,0
2086	2500,2	5163,7	3193,1	2768,8	4256,8	6533,5	2277,3	3143,1	2923,3	2724,4	3225,5	2926,8	2744,4	2935,4	4351,7	2573,0	3732,9	3395,9	1918,4	1972,2
2087	2229,6	4863,4	4143,6	2531,7	4632,1	5676,7	2011,8	4608,7	2897,7	2729,7	4172,4	5395,5	2685,7	3249,0	5030,2	3981,1	3145,8	4219,3	1830,5	1882,6
2088	2242,5	4935,3	3975,4	2754,7	4648,5	6310,1	2327,5	4637,8	3114,2	2737,9	3939,9	4628,0	2673,5	3720,5	4236,2	3612,9	3695,6	4220,3	2938,5	1843,2
2089	2533,5	5894,7	4050,6	2783,5	4282,9	5457,8	3318,0	6399,6	3106,5	2803,3	4092,0	4951,6	2766,1	4600,6	4255,5	2929,6	3119,6	4388,7	3036,7	1830,7
2090	2563,0	4938,3	3898,5	2171,3	3432,9	6303,0	2272,9	4630,0	3958,7	3022,4	3197,0	5427,6	2703,9	3663,7	4177,7	3059,9	3057,3	5146,8	2224,4	1736,5
2091	2415,4	5138,5	4922,6	2698,1	3488,1	5642,2	1796,0	3722,8	3882,0	2836,9	4088,0	4660,1	2480,9	2106,0	4186,2	2700,8	3351,3	4011,7	2080,0	1823,8
2092	2330,4	5073,7	5030,3	2566,1	4584,3	5120,8	2536,4	4645,0	3957,0	3027,1	3352,1	4712,1	2640,5	2739,0	4321,4	2823,7	3261,5	3475,5	2129,6	1820,2
2093	2589,1	5094,1	4865,8	2504,5	3845,6	6398,1	2470,3	5379,7	2955,5	2787,4	3260,8	4583,5	2827,9	2217,8	4392,8	3155,4	3588,2	4136,9	1408,2	2031,0
2094	2361,1	5162,4	5073,2	2605,5	4559,4	5273,5	2515,4	4587,8	3756,4	2151,7	4176,8	3414,6	2322,3	2916,2	4243,8	2454,9	3613,8	2867,3	2089,2	1806,6
2095	2112,1	5066,8	3340,3	2870,2	2183,6	4206,7	2308,0	3933,2	3009,3	2188,7	3056,6	4211,4	2874,8	2794,3	4369,7	2469,3	3818,3	3399,5	1926,3	1859,2
2096	2252,0	4339,4	3292,2	2851,5	2942,0	4829,9	3241,5	4598,3	3986,5	3014,3	2598,3	5457,5	2562,2	3241,5	3957,3	2661,9	3229,3	3387,3	2671,2	2139,8
2097	2197,2	4927,8	3311,8	2661,6	4028,4	4651,9	2453,2	5488,6	3038,7	2746,3	3682,5	3636,9	2424,7	3632,6	3393,8	3098,2	3020,0	3729,3	1896,6	1821,2
2098	2155,0	4397,3	4047,4	2983,3	2995,5	4017,8	3227,0	3713,7	3818,5	2706,5	4006,1	5437,0	2862,5	3194,7	5002,8	2381,3	3461,9	3428,8	1897,4	1815,4
2099	2519,0	4433,4	3518,9	2606,7	5514,2	4729,0	2450,7	3913,9	2486,0	2984,7	2794,7	4589,1	2087,0	2943,5	4345,9	3202,0	3846,8	3589,8	1810,7	2263,9
2100	2046,4	4190,5	4858,2	2456,5	4380,5	6837,8	2899,5	5276,1	2745,8	2540,6	4259,6	6458,2	2310,0	4353,0	4719,1	3757,5	3300,5	5665,1	3381,5	1644,2

Continuación del ANEXO 6.

Año	ESTACIONES																				
	2104006	3201001	3203002	3203502	3204001	4401009	4403006	4403502	4403503	4404002	4404501	4404502	4405501	4413007	4413008	4413501	4601501	4601502	4603501	4603502	4604001
2071	2810,2	3352,1	3505,0	3885,7	2819,5	3101,6	4277,6	3685,3	3489,9	3775,5	3386,5	3075,7	3272,4	3698,5	3590,7	3058,8	3317,1	3699,5	3536,1	3980,7	2616,9
2072	3263,8	3238,5	4579,6	2241,8	3111,1	2991,7	3393,0	3475,3	3522,1	3524,3	3842,5	2593,0	3344,3	3430,2	3319,1	2841,3	3838,4	3793,1	3331,5	4251,4	2762,7
2073	3305,9	3658,8	4702,2	3299,2	2972,2	3323,7	4292,6	3496,9	3965,1	4288,2	4155,5	3383,5	3171,2	3299,0	3233,2	3290,5	3518,6	3594,8	3708,9	4343,8	2813,0
2074	2984,0	3166,6	4560,3	3610,7	3212,7	2534,8	3681,3	3699,8	2878,4	3973,6	3861,8	3304,6	2983,6	3604,9	3291,9	2685,8	3023,5	3794,7	3059,5	4171,6	2605,1
2075	3260,0	2473,5	4097,2	3629,1	3242,1	3232,0	4051,8	3631,4	3664,2	4302,8	4124,4	2568,6	2922,5	3343,2	3259,8	3317,8	3798,0	3818,1	3501,7	3961,7	2405,6
2076	3029,7	2725,4	4028,9	3592,6	2988,8	2907,6	3659,9	2871,1	3313,8	3976,4	3941,2	2302,5	3490,7	3430,0	3575,2	3294,0	3232,4	3371,7	3767,0	4138,8	2384,3
2077	3289,9	3580,4	4072,0	3827,1	3278,9	3313,9	4194,6	2748,2	3402,5	3364,9	3572,5	2040,7	2431,5	3361,9	2835,5	2944,5	3342,2	3239,5	3967,7	3794,5	2511,2
2078	3171,0	3627,1	4244,5	3326,7	3180,8	3693,6	4096,4	3608,3	3590,3	3568,6	4363,9	2989,6	3276,0	3132,9	3019,6	2754,3	3859,1	3929,6	3721,3	3914,8	2781,2
2079	3184,2	4478,3	4484,8	4499,9	3281,3	2580,8	3763,2	3492,4	3532,5	3974,6	4468,0	2804,4	3473,4	3390,4	3564,0	2302,1	3087,5	4010,5	3896,6	4324,4	2232,4
2080	2077,4	3667,4	4095,2	3992,4	2994,1	2811,3	4254,8	4088,0	3734,9	3638,9	4551,0	3313,7	2740,8	3787,0	3636,7	3135,1	3865,3	3941,2	3794,3	3591,9	2540,6
2081	2784,0	3564,8	4584,2	3719,9	2628,6	3491,6	4059,1	3627,3	3763,1	4342,9	4181,9	3185,1	2450,7	3716,0	3004,5	2993,8	3671,8	3221,5	3301,6	4254,3	2831,7
2082	3255,0	3599,6	4602,4	3852,4	3292,5	2927,3	3860,5	3647,3	3538,1	3959,5	4510,1	3399,0	3337,3	3474,2	2849,7	3298,6	3909,0	3640,6	3761,8	4343,1	2700,9
2083	3398,4	3321,2	4161,6	3225,4	3028,7	3108,5	4177,2	2898,4	3419,7	3672,7	4082,6	3043,1	3269,7	3521,7	3612,3	3313,8	3882,5	3285,3	2162,3	3994,5	2860,7
2084	3258,6	3761,1	4126,7	4048,3	2863,2	2725,3	4335,3	3951,0	4014,8	4629,8	4334,0	3041,1	3029,4	3058,9	3383,9	2753,9	3428,3	3767,8	3403,1	3945,2	2830,0
2085	3223,6	3652,9	4553,9	3750,3	2563,6	3380,0	3474,2	3640,4	3933,8	3859,3	3452,2	3252,3	3036,0	3089,7	3632,1	3316,4	3335,0	4089,7	3798,0	4337,7	2260,2
2086	2945,0	3069,4	4308,9	3687,8	2954,0	3761,6	4037,7	3677,1	3499,7	4319,0	3590,8	3141,5	2644,5	3473,7	3201,1	3331,1	3987,4	3494,8	3516,7	4404,3	2744,4
2087	2425,9	4359,7	3681,0	4335,5	3693,3	2890,2	4169,9	2553,3	3858,8	4476,0	3634,6	3287,3	3247,1	3568,5	3228,9	2818,8	3144,8	3570,1	2607,1	4052,5	2685,7
2088	2723,0	3439,6	4093,3	3614,8	2074,7	3248,3	3509,5	3532,6	3660,8	3070,1	4399,5	2623,3	3079,1	3151,7	3339,2	3266,1	3657,2	2942,7	3900,6	4276,0	2673,5
2089	2777,1	3213,3	3905,7	3569,3	3312,2	3143,3	3144,4	3369,9	3333,2	4128,6	4368,4	3291,3	3318,6	2708,6	2988,2	3170,6	3828,9	3144,6	3890,9	4013,0	2766,1
2090	3374,2	3657,4	2589,8	3596,5	2872,1	2779,5	4273,8	3647,0	3349,2	3728,9	4403,2	3186,7	2636,5	3507,3	3495,0	3220,7	3369,0	3313,3	3221,0	3140,3	2703,9
2091	3312,6	3278,9	4699,5	3698,2	3295,7	3286,6	4098,3	3315,5	3636,0	3886,2	4422,4	2829,7	2181,4	3421,3	3135,1	3053,3	3899,3	4121,1	3560,9	4338,2	2480,9
2092	3362,2	3402,4	4588,3	3937,2	3026,0	3088,4	3460,4	2337,9	3314,7	4111,4	4456,7	3376,5	3229,7	3322,5	2989,4	3058,7	3455,4	4316,7	3794,5	3062,9	2640,5
2093	2794,8	3239,8	3901,0	4052,8	3142,2	3373,7	2775,4	3961,0	3705,8	3961,8	4446,4	3158,4	2509,6	3221,8	3282,4	2717,5	3971,8	4010,7	4020,0	3943,5	2827,9
2094	3269,3	3205,7	3890,6	4050,0	3329,0	2985,4	4041,9	3932,6	3695,3	4648,7	3722,5	2794,9	3517,2	3644,7	3078,4	3069,6	3206,7	4289,2	3180,1	4125,2	2322,3
2095	2529,8	2743,5	3490,8	3891,4	3064,4	3803,9	4348,6	3822,8	3230,1	4465,0	4524,3	3431,4	2582,8	3231,4	3333,1	3062,4	3088,2	4120,4	3335,5	4115,5	2874,8
2096	2709,4	3520,9	4178,0	3107,1	2673,1	3526,2	4030,2	3218,5	3213,7	4049,2	4399,9	3341,2	3130,1	3500,5	3191,1	3115,3	3410,7	3606,6	3497,7	4354,2	2562,2
2097	3308,5	3056,0	4351,0	3628,3	3265,0	3609,1	3599,5	3771,1	3577,7	3712,8	3652,8	2955,1	3488,3	2973,5	3189,4	3276,4	3607,7	4119,2	2740,2	4149,5	2424,7
2098	3414,3	3435,4	4359,2	3615,9	3394,9	3462,1	4419,5	3337,8	3606,6	4434,2	3771,9	3472,1	3512,8	3782,3	3102,4	2505,8	3841,1	3962,1	3988,6	4443,6	2862,5
2099	3106,0	3581,9	4632,4	3391,6	2507,5	3797,1	3784,5	3541,2	4109,5	4725,3	3784,7	3467,3	2568,1	3728,7	3580,6	2935,8	3982,4	2830,5	2581,5	4051,8	2087,0
2100	2992,8	3430,2	3818,9	3132,5	3799,1	3148,6	3485,7	3578,4	3548,7	4206,9	3522,6	2959,4	2966,0	2435,0	2903,8	2423,0	3311,1	3389,7	2647,7	3864,0	2310,0

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM *et al.* (2015).

ANEXO 7. Datos de temperatura media en °C para el período 2011-2040.

Año	ESTACIONES											
	21015020	2110504	4403502	4404503	2103502	4403503	4404501	4404502	4601501	4601502	4603501	4603502
2011	20,7	26,0	26,2	25,7	16,2	25,5	25,6	26,5	26,2	26,1	26,0	26,4
2012	20,8	26,1	26,3	25,8	16,3	25,6	25,6	26,6	26,3	26,2	26,1	26,5
2013	20,9	26,1	26,4	25,9	16,3	25,7	25,7	26,7	26,4	26,2	26,2	26,5
2014	20,9	26,1	26,5	26,0	16,4	25,8	25,8	26,7	26,4	26,3	26,2	26,6
2015	20,9	26,1	26,3	25,8	16,2	25,6	25,7	26,6	26,3	26,2	26,1	26,4
2016	20,9	26,2	26,4	26,0	16,3	25,7	25,8	26,7	26,5	26,3	26,2	26,5
2017	20,9	26,3	26,5	26,1	16,4	25,8	25,9	26,8	26,5	26,4	26,3	26,6
2018	20,8	26,2	26,4	25,9	16,3	25,7	25,7	26,7	26,4	26,2	26,1	26,5
2019	20,9	26,2	26,5	26,0	16,4	25,8	25,8	26,7	26,4	26,3	26,2	26,5
2020	21,0	26,2	26,5	26,0	16,4	25,8	25,9	26,8	26,5	26,4	26,2	26,6
2021	21,0	26,3	26,5	26,1	16,4	25,9	25,9	26,9	26,6	26,4	26,3	26,7
2022	21,1	26,4	26,7	26,2	16,5	26,0	26,0	27,0	26,6	26,5	26,4	26,8
2023	21,1	26,4	26,6	26,2	16,5	26,0	26,0	27,0	26,6	26,5	26,4	26,8
2024	21,1	26,4	26,6	26,2	16,5	26,0	26,0	27,0	26,7	26,5	26,4	26,8
2025	21,1	26,5	26,8	26,3	16,5	26,1	26,1	27,1	26,7	26,6	26,5	26,9
2026	21,1	26,5	26,7	26,2	16,5	26,1	26,1	27,0	26,6	26,5	26,5	26,8
2027	21,2	26,6	26,7	26,3	16,6	26,1	26,2	27,1	26,7	26,6	26,5	26,9
2028	21,2	26,5	26,7	26,2	16,5	26,0	26,1	27,0	26,7	26,5	26,4	26,8
2029	21,2	26,6	26,8	26,3	16,6	26,1	26,2	27,1	26,8	26,6	26,6	26,9
2030	21,2	26,5	26,9	26,4	16,6	26,2	26,2	27,1	26,7	26,7	26,6	26,9
2031	21,2	26,6	26,9	26,4	16,6	26,2	26,2	27,1	26,8	26,8	26,6	26,9
2032	21,3	26,7	26,9	26,5	16,7	26,3	26,3	27,2	26,9	26,7	26,7	27,0
2033	21,2	26,7	26,9	26,4	16,6	26,2	26,2	27,2	26,8	26,7	26,6	27,0
2034	21,3	26,7	27,0	26,5	16,7	26,3	26,3	27,3	27,0	26,8	26,7	27,1
2035	21,3	26,7	27,0	26,5	16,7	26,3	26,3	27,2	26,9	26,8	26,7	27,1
2036	21,3	26,7	27,0	26,5	16,7	26,3	26,3	27,3	26,9	26,9	26,8	27,2
2037	21,4	26,9	27,1	26,6	16,8	26,4	26,4	27,4	27,1	27,0	26,9	27,2
2038	21,4	27,0	27,1	26,7	16,8	26,5	26,5	27,5	27,1	27,0	26,9	27,3
2039	21,4	26,9	27,1	26,7	16,8	26,5	26,5	27,4	27,1	27,0	26,9	27,2
2040	21,5	26,9	27,2	26,7	16,8	26,5	26,5	27,4	27,0	26,9	26,9	27,3

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM *et al.* (2015).

ANEXO 8. Datos de temperatura media en °C para el período 2041-2070.

Año	ESTACIONES											
	21015020	2110504	4403502	4404503	2103502	4403503	4404501	4404502	4601501	4601502	4603501	4603502
2041	21,5	27,0	29,5	26,8	16,9	26,6	26,6	27,5	27,1	27,0	27,0	27,4
2042	21,5	26,9	29,4	26,8	16,8	26,5	26,6	27,5	27,1	27,0	26,9	27,3
2043	21,5	27,1	29,5	26,8	16,9	26,6	26,6	27,6	27,1	27,1	27,0	27,4
2044	21,6	27,2	29,6	26,9	16,9	26,7	26,7	27,7	27,3	27,2	27,1	27,5
2045	21,5	27,0	29,5	26,7	16,8	26,6	26,6	27,5	27,1	27,0	27,0	27,3
2046	21,6	27,1	29,6	26,8	16,9	26,6	26,6	27,6	27,2	27,1	27,1	27,4
2047	21,6	27,2	29,6	26,9	16,9	26,7	26,7	27,7	27,2	27,2	27,2	27,5
2048	21,7	27,2	29,7	27,0	17,0	26,8	26,8	27,8	27,3	27,2	27,2	27,6
2049	21,7	27,3	29,8	27,0	17,0	26,8	26,8	27,8	27,4	27,3	27,2	27,6
2050	21,7	27,3	29,8	27,0	17,0	26,8	26,8	27,8	27,4	27,3	27,2	27,6
2051	21,7	27,2	29,8	27,0	17,0	26,8	26,8	27,8	27,3	27,3	27,2	27,6
2052	21,8	27,4	29,8	27,1	17,1	26,9	26,9	27,9	27,4	27,4	27,3	27,7
2053	21,7	27,4	29,8	27,1	17,1	26,9	26,9	27,8	27,4	27,3	27,3	27,7
2054	21,8	27,4	29,9	27,2	17,1	26,9	27,0	28,0	27,5	27,5	27,4	27,8
2055	21,8	27,5	30,0	27,2	17,1	27,0	27,0	28,0	27,5	27,5	27,5	27,8
2056	21,8	27,4	29,8	27,1	17,1	26,9	27,0	27,9	27,5	27,4	27,3	27,8
2057	21,8	27,4	29,9	27,1	17,1	26,9	26,9	27,9	27,5	27,4	27,3	27,7
2058	21,8	27,4	30,0	27,2	17,1	27,0	27,0	28,0	27,5	27,4	27,4	27,8
2059	21,8	27,4	30,0	27,2	17,2	27,0	27,0	28,0	27,5	27,5	27,5	27,8
2060	22,0	27,6	30,1	27,3	17,2	27,1	27,2	28,1	27,7	27,6	27,6	28,0
2061	22,0	27,6	30,1	27,3	17,2	27,1	27,2	28,1	27,6	27,6	27,5	27,9
2062	21,9	27,6	30,2	27,4	17,2	27,2	27,2	28,2	27,7	27,6	27,6	28,0
2063	21,9	27,6	30,1	27,3	17,2	27,2	27,2	28,1	27,6	27,6	27,6	27,9
2064	21,9	27,6	30,1	27,3	17,2	27,1	27,1	28,1	27,7	27,5	27,5	27,9
2065	22,0	27,7	30,1	27,4	17,3	27,1	27,2	28,2	27,7	27,6	27,6	28,0
2066	22,1	27,8	30,3	27,5	17,3	27,3	27,3	28,3	27,8	27,7	27,7	28,1
2067	22,1	27,8	30,3	27,5	17,4	27,4	27,4	28,3	27,8	27,9	27,8	28,1
2068	22,1	27,7	30,3	27,5	17,3	27,3	27,3	28,3	27,8	27,7	27,7	28,1
2069	22,1	27,8	30,3	27,5	17,3	27,4	27,4	28,3	27,8	27,8	27,8	28,1
2070	22,1	27,8	30,3	27,5	17,4	27,3	27,4	28,3	27,8	27,7	27,8	28,1

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM *et al.* (2015).

ANEXO 9. Datos de temperatura media en °C para el período 2071-2100.

Año	ESTACIONES											
	21015020	2110504	4403502	4404503	2103502	4403503	4404501	4404502	4601501	4601502	4603501	4603502
2071	22,2	28,0	28,2	27,7	17,4	27,5	27,5	28,5	28,0	28,0	27,9	28,3
2072	22,1	27,8	28,0	27,6	17,3	27,4	27,3	28,4	27,8	27,7	27,8	28,2
2073	22,1	27,9	28,1	27,6	17,4	27,4	27,4	28,4	27,9	27,9	27,8	28,3
2074	22,1	27,9	28,0	27,5	17,4	27,3	27,4	28,4	28,0	27,8	27,8	28,2
2075	22,2	27,9	28,2	27,7	17,5	27,5	27,5	28,5	28,0	28,0	27,9	28,4
2076	22,1	27,9	28,1	27,6	17,4	27,4	27,5	28,4	28,0	27,9	27,9	28,3
2077	22,3	28,0	28,3	27,8	17,5	27,6	27,6	28,6	28,1	28,0	28,0	28,5
2078	22,2	28,1	28,3	27,8	17,5	27,6	27,6	28,6	28,1	28,0	28,0	28,4
2079	22,3	28,1	28,2	27,8	17,5	27,6	27,6	28,6	28,1	28,1	28,0	28,4
2080	22,2	28,0	28,1	27,7	17,4	27,5	27,5	28,5	28,0	28,0	27,9	28,3
2081	22,3	28,2	28,3	27,8	17,6	27,6	27,7	28,6	28,2	28,1	28,1	28,5
2082	22,4	28,3	28,4	27,9	17,7	27,7	27,8	28,8	28,2	28,2	28,2	28,6
2083	22,3	28,1	28,3	27,9	17,6	27,7	27,7	28,7	28,1	28,1	28,1	28,5
2084	22,4	28,2	28,4	27,9	17,6	27,7	27,8	28,8	28,3	28,2	28,2	28,6
2085	22,4	28,2	28,4	27,9	17,6	27,7	27,7	28,7	28,2	28,2	28,2	28,6
2086	22,4	28,2	28,4	27,9	17,6	27,7	27,7	28,7	28,3	28,2	28,2	28,6
2087	22,4	28,3	28,5	28,0	17,6	27,8	27,8	28,8	28,3	28,3	28,3	28,6
2088	22,5	28,3	28,5	28,0	17,7	27,8	27,9	28,8	28,3	28,3	28,3	28,7
2089	22,4	28,3	28,5	28,0	17,7	27,8	27,8	28,8	28,3	28,3	28,3	28,6
2090	22,5	28,4	28,6	28,1	17,7	27,9	27,9	28,9	28,4	28,4	28,4	28,7
2091	22,6	28,4	28,6	28,1	17,7	27,9	28,0	28,9	28,4	28,4	28,3	28,7
2092	22,5	28,3	28,5	28,0	17,7	27,8	27,9	28,8	28,3	28,3	28,2	28,6
2093	22,4	28,3	28,5	28,0	17,7	27,8	27,8	28,8	28,3	28,3	28,3	28,6
2094	22,5	28,4	28,6	28,1	17,7	27,9	27,9	28,9	28,4	28,4	28,3	28,7
2095	22,6	28,5	28,7	28,2	17,8	28,0	28,0	29,0	28,5	28,5	28,4	28,8
2096	22,6	28,6	28,7	28,3	17,8	28,1	28,1	29,1	28,5	28,5	28,5	28,9
2097	22,6	28,5	28,7	28,3	17,8	28,1	28,1	29,1	28,4	28,4	28,5	28,9
2098	22,7	28,6	28,8	28,3	17,8	28,1	28,1	29,1	28,5	28,5	28,5	28,9
2099	22,6	28,6	28,7	28,2	17,8	28,1	28,1	29,0	28,5	28,5	28,5	28,9
2100	22,7	28,6	28,8	28,3	17,8	28,2	28,2	29,1	28,6	28,6	28,6	29,0

Fuente: Datos obtenidos de la Tercera CNCC IDEAM *et al.* (2015).

ANEXO 10. Guion de entrevista a los productores caucheros

UNIDAD DE ANÁLISIS: Informantes claves de los comités municipales caucheros.

MÉTODO DE MEDICIÓN: Entrevista semiestructurada.

TIEMPO DE LA ENTREVISTA: 30 minutos.

Eje A	Indicador conocimiento	Preguntas
Percepción del conocimiento inicial del cambio climático.	No. de actores entrevistados que expresan su opinión y conocimiento acerca del cambio climático.	¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?
		¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?
		¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?
		¿Por qué ocurre el cambio climático?
		¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?

Eje B	Indicador causas	Preguntas
Percepción de las causas o la contribución de los productores al cambio climático.	No. de actores entrevistados que establecen los factores que provocan el cambio climático, sus causas y contribuciones.	¿Considera que sus actividades cotidianas han contribuido al cambio climático?
		¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio, asociados al cambio climático?
		¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?

Eje C	Indicador impacto	Preguntas
Percepción de los impactos del cambio climático en la vida cotidiana y productiva.	No. de actores opinan de la influencia que tiene el cambio climático en su vida cotidiana y actividades productivas.	¿Qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?
		¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?

Eje D	Indicador gestión	Preguntas
Percepción de la gestión para la mitigación y adaptación al cambio climático.	No. de actores entrevistados plantean su opinión acerca de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.	¿Qué medidas de adaptación y mitigación se pueden realizar para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i> ?

ANEXO 11. Guion de entrevista a los tomadores de decisiones

UNIDAD DE ANÁLISIS: Tomadores de decisiones, entre ellos, directivos de gremios, funcionarios de entidades, universidades y centros de investigación.

MÉTODO DE MEDICIÓN: Entrevista semiestructurada.

TIEMPO DE LA ENTREVISTA: 30 minutos.

Eje A	Indicador conocimiento	Preguntas
Percepción del conocimiento inicial del cambio climático.	No. de directivos y tomadores de decisiones expresan su opinión y conocimiento acerca del cambio climático.	¿Qué cambios en el clima ha observado en el departamento en los últimos años?
		¿Cómo era el clima antes en el departamento?
		¿Qué se entiende por el cambio climático?

Eje B	Indicador causas	Preguntas
Percepción de las causas o la contribución de la población al cambio climático.	No. de directivos y tomadores de decisiones establecen los factores que provocan el cambio climático, sus causas y contribuciones.	¿Cuáles son los factores o las acciones que contribuyen al cambio climático?
		¿Qué causas provoca el cambio climático?

Eje C	Indicador impacto	Preguntas
Percepción de los impactos del cambio climático en las actividades productivas.	No. de directivos y tomadores de decisiones establecen los impactos del cambio climático en las actividades productivas.	¿Considera que el cambio climático genera riesgos para el departamento?
		¿Qué consecuencias puede traer el cambio climático para sector agrícola en el departamento?
		¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?

Eje D	indicador gestión	Preguntas
Percepción de la gestión para la mitigación y adaptación al cambio climático.	No. de directivos y tomadores de decisiones plantean su opinión acerca de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.	¿Qué procesos investigativos adelanta su institución respecto a temas relacionadas con el CC en el <i>Hevea brasiliensis</i> ?
		¿Desde el rol de su institución, se ha propuesto algo en los planes de acción anual para la adaptación al CC?
		¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el CC en el <i>Hevea brasiliensis</i> ?

ANEXO 12. Datos de precipitación promedio mensual multianual en mm para el período 1980-2010.

No.	NOMBRE ESTACIÓN	CODIGO ESTACIÓN	PROMEDIO MULTIANUALES 1980-2010												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1	PALESTINA	21010100	87,7	122,3	158,7	182,8	205,5	219,7	202,6	161,6	134,8	133,6	133,7	119,6	1862,6
2	INSFOPAL	21010110	56,7	94,8	110,1	136,3	142,1	140,8	129,0	102,7	83,4	103,6	107,1	81,5	1288,2
3	EL TABOR	21010180	95,8	102,9	159,4	206,2	235,3	222,0	191,4	176,9	144,4	124,4	119,4	118,6	1896,5
4	MONTECRISTO	21010210	117,2	116,6	162,8	195,0	216,9	222,9	184,4	171,7	123,4	149,8	141,0	115,1	1916,7
5	SEVILLA	21015020	60,9	78,9	103,3	125,8	125,8	126,1	117,8	87,6	74,3	89,3	88,6	74,6	1152,9
6	EL VISO	21020040	73,6	99,2	114,3	136,8	119,2	83,3	71,0	52,2	63,1	93,5	123,0	84,5	1113,6
7	GUADALUPE	21030050	78,0	106,0	122,1	109,8	119,9	97,4	84,8	61,1	68,6	106,1	126,5	77,5	1157,9
8	SAN ADOLFO	21030060	82,4	104,0	148,0	199,5	226,7	263,7	234,8	212,4	169,2	135,4	114,4	96,2	1986,5
9	ACEVEDO	21030080	68,2	91,1	136,7	153,3	185,2	196,9	173,9	140,0	138,7	115,7	102,9	87,6	1590,3
10	LA JAGUA	21030090	71,4	84,1	117,6	111,2	100,3	74,3	54,8	33,7	47,5	110,1	116,1	73,3	994,5
11	SAN ANTONIO DEL PE	21030110	90,1	116,2	150,3	145,9	141,6	122,1	111,2	79,9	90,8	151,6	160,3	93,1	1453,1
12	EL LIBANO	21035040	49,6	84,7	115,5	133,7	141,7	137,8	109,0	93,2	99,8	113,7	88,2	62,0	1228,9
13	PTE BALSEADERO	21040040	74,4	91,8	103,0	103,5	100,5	68,6	47,6	29,5	45,5	114,8	120,7	75,3	975,1
14	TARQUI	21040050	71,3	106,9	111,4	105,9	92,5	62,9	56,5	34,6	40,7	99,1	121,9	88,0	991,7
15	TRES ESQUINAS	21040060	101,7	116,4	136,4	122,9	100,6	69,0	50,9	28,9	45,6	120,1	147,0	99,1	1138,6
16	LA BETULIA	21045010	96,7	112,9	120,7	104,8	93,9	56,9	40,4	28,1	45,5	132,2	144,1	114,0	1090,3
17	LA PITA	21060040	89,4	113,4	150,4	174,9	166,0	133,7	105,0	64,0	77,2	147,4	139,2	111,3	1471,9
18	GIGANTE 2	21060070	83,7	100,3	128,2	120,9	97,6	66,3	54,6	39,1	42,8	137,2	128,5	102,2	1101,4
19	GARZON	21060080	83,1	82,5	111,1	124,3	113,1	100,1	74,6	45,5	55,0	114,2	113,9	81,4	1098,7
20	EL HOBO	21060090	98,9	126,5	168,6	125,6	103,6	33,6	29,5	20,9	35,3	167,7	184,5	159,6	1254,4
21	HDA LA CRISTALINA	21060100	106,8	114,8	162,7	181,8	164,9	116,7	114,0	74,2	95,7	157,4	153,0	111,8	1553,8
22	RIOLORO	21060110	82,3	93,8	118,4	111,9	95,9	55,0	40,9	25,0	43,8	131,0	128,5	102,5	1029,0
23	ZULUAGA	21065040	89,6	100,9	126,0	151,0	139,5	117,7	95,5	66,8	76,7	125,1	124,5	108,7	1322,1
24	STA BARBARA FCA	21100070	86,4	96,0	128,0	165,7	158,4	124,1	101,1	76,1	87,4	169,1	147,6	114,2	1454,2
25	NUEVO PARAISO	21100080	74,1	95,7	124,1	136,4	129,9	102,8	83,7	62,9	79,3	129,9	132,6	93,8	1245,1
26	LA ARCADIA	21100140	144,4	120,3	168,5	180,6	175,5	118,3	81,5	62,6	85,9	202,7	193,7	143,4	1677,6
27	ALGECIRAS	21105030	81,8	77,4	118,0	108,7	101,1	71,8	54,2	46,1	51,0	126,9	136,3	103,9	1077,3
28	HDA POTOSI	21105040	98,9	120,1	153,9	144,4	112,9	50,2	43,2	26,2	49,9	170,2	192,7	139,4	1302,0
29	STA HELENA	21110400	131,3	132,3	181,5	174,5	119,7	62,2	51,4	39,8	52,6	208,2	235,2	174,9	1563,6
30	PALACIO-VEGALARGA	21115100	115,9	119,1	163,9	180,7	133,2	67,4	48,9	44,2	62,3	211,1	213,8	165,5	1526,0
31	LAURELES	21115140	70,5	77,1	122,9	134,0	151,5	120,3	80,5	63,3	74,9	139,3	148,7	96,3	1279,3
32	LA MARIPOSA	32010010	45,4	104,6	205,2	315,5	339,1	356,8	333,8	246,8	232,0	216,7	146,6	77,8	2620,4
33	RAUDAL UNO	32030020	47,3	115,2	218,4	341,0	366,1	422,3	384,5	265,1	266,3	250,1	209,5	96,5	2982,3
34	LA BALSORA	32035020	40,8	102,0	206,6	329,1	345,1	375,2	328,3	240,2	267,4	253,6	172,2	76,4	2736,9
35	LA CATALINA	32040010	45,5	120,8	211,7	330,3	338,0	346,7	317,1	228,8	227,3	231,2	194,1	111,4	2702,8
36	YURUPARI	42040010	169,5	217,9	287,3	424,8	428,0	445,1	418,0	348,4	278,8	282,8	259,9	219,4	3780,0
37	LOS CERROS	42060010	173,4	201,7	252,2	350,1	371,7	397,1	357,5	254,5	216,7	262,7	228,7	194,3	3260,6
38	CONDAGUA	44010090	178,5	201,8	235,8	337,8	377,5	388,1	383,1	275,1	244,8	230,3	224,0	203,4	3280,2
39	LARANDIA	44030060	135,7	220,6	368,2	499,6	493,9	459,3	439,0	300,5	315,0	324,5	277,6	166,2	4000,1
40	MILAN	44030080	133,7	233,0	386,2	463,6	458,3	446,2	410,1	267,9	263,4	303,7	256,8	160,9	3783,8
41	APTO G. ARTUNDUAGA	44035020	103,2	185,8	296,7	435,7	512,6	497,1	434,9	291,8	312,2	279,8	241,2	134,5	3725,5
42	BELEN DE ANDAQUIES	44040020	160,2	257,8	356,7	462,9	498,8	495,8	408,6	298,9	299,1	317,7	300,1	228,9	4085,5
43	SAN JOSE DE FRAGUA	44045010	186,0	266,6	359,3	497,9	520,0	441,9	359,2	304,5	299,7	363,6	331,2	221,8	4151,7
44	VALPARAISO	44045020	124,4	200,2	292,2	378,1	371,3	389,8	344,5	237,3	221,7	228,0	221,3	124,9	3133,5
45	LA MONO	44045030	145,4	213,5	323,8	418,6	442,9	396,6	343,7	263,9	244,7	306,1	267,8	161,6	3528,7
46	SAN ANTONIO GETUCHÁ	44050010	121,6	194,9	304,5	410,7	453,0	401,4	413,2	265,6	262,8	307,8	227,5	137,3	3500,3
47	TRES ESQUINAS	44055010	87,1	136,7	229,1	338,8	287,9	352,1	237,2	204,3	191,7	204,9	164,4	122,3	2556,5
48	CORDOBA	44100010	114,8	177,7	231,8	358,6	323,0	380,1	290,3	257,6	236,7	254,0	211,5	128,6	2964,8
49	LOS ESTRECHOS	44120010	139,8	160,9	270,5	333,3	399,5	382,6	324,9	272,3	272,9	235,1	243,7	190,9	3226,4
50	MONOCHOA	44130070	149,1	187,6	288,3	394,4	425,5	383,5	368,8	297,1	286,5	271,5	243,5	213,0	3508,8
51	PTO LAS BRISAS	44130080	147,2	177,4	276,4	390,8	408,5	399,6	350,5	265,8	290,7	279,3	236,1	221,3	3443,6
52	ARARACUARA	44135010	139,8	193,1	258,5	379,3	388,7	352,4	310,7	271,6	253,6	253,7	232,5	203,8	3237,8
53	AGUAZUL	44150010	185,0	235,5	311,5	389,5	411,9	400,2	343,4	313,5	271,8	256,1	266,1	246,5	3631,1
54	SAN VICENTE CAGUAN	46015010	47,5	118,0	220,9	329,4	320,7	347,5	274,2	193,0	192,9	219,0	135,0	63,8	2461,9
55	STA ROSA CAGUAN	46015020	62,2	133,3	273,8	330,5	336,4	359,2	286,1	225,2	220,3	256,3	159,4	79,3	2722,1
56	MAGUARE	46035010	77,4	131,4	294,9	414,9	367,2	361,8	306,4	214,4	233,0	289,9	209,8	88,6	2989,5
57	CARTAGENA D CHAIRA	46040010	82,0	122,8	265,1	363,6	340,4	400,8	338,2	248,9	204,5	203,8	205,2	94,7	2870,0

Fuente de datos: IDEAM, 2018.

ANEXO 13. Datos de temperatura media mensual multianual en °C para el período 1980-2010.

No.	NOMBRE ESTACIÓN	CODIGO ESTACIÓN	PROMEDIO MULTIANUALES 1980-2010												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1	RESINA	21015020	20,96	21	20,8	20,6	20,5	19,8	19,3	19,5	20,1	20,5	20,6	20,8	20,4
2	SEVILLA	21025030	20,98	21,2	20,6	20,6	20,5	19,9	19,4	19,5	20,1	20,5	20,6	20,8	20,4
3	ALTAMIRA EL GRIFO	21035020	16,24	16,1	16,2	16,2	16,1	15,6	14,9	15,2	15,8	16,1	16,2	16,4	15,9
4	ZULUAGA	21065040	20,35	20,5	20,4	20,5	20,4	20	19,7	19,9	20,2	20,4	20,4	20,4	20,3
5	ALGECIRAS	21105030	23,16	23,4	23,2	23,1	23,2	23,1	23,1	23,4	23,6	23,4	22,9	22,9	23,2
6	POTOSI HDA	21105040	25,6	25,6	25,3	25,1	25,2	25,3	25,6	26,2	26,3	25,8	25	25	25,5
7	PALACIO-VEGALARGA	21115100	22,51	22,7	22,4	22,3	22,3	22,4	22,3	22,8	23	22,5	22	22	22,4
8	LA MACARENA	32035010	26,67	26,9	26,4	25,6	25,2	24,5	24,4	25	25,3	25,5	25,9	26,2	25,6
9	APTO G. ARTUNDUAGA	44035020	26,97	26,7	26,1	25,7	25,5	24,8	24,5	25,2	25,7	26	26,1	26,5	25,8
10	MACAGUAL	44035030	25,97	25,7	25,3	25	24,8	24,1	23,8	24,3	24,9	25,3	25,4	25,7	25,0
11	SAN JOSE DE FRAGUA	44045010	25,95	25,6	25,2	25	24,8	24,3	24	24,6	25,3	25,4	25,4	25,7	25,1
12	VALPARAISO	44045020	26,93	26,7	26,3	25,8	25,6	25,2	25,1	25,5	26	26,3	26,4	26,6	26,0
13	LA MONO	44045030	26,18	25,9	25,5	25,1	25	24,5	24,2	24,9	25,4	25,6	25,7	25,9	25,3
14	TRES ESQUINAS	44055010	26,85	26,4	25,8	25,4	25,3	24,8	24,6	24,9	25,6	25,8	26,3	26,5	25,7
15	LA TAGUA	44115020	27,03	26,8	26,2	25,8	25,3	25	24,9	25,6	26	26,4	26,4	26,7	26,0
16	STA ROSA CAGUAN	46015020	26,63	26,6	26,1	25,5	25,2	24,7	24,4	24,9	25,5	25,8	26	26,3	25,6
17	MAGUARE	46035010	26,76	26,6	25,8	25,4	25,1	24,4	24,2	24,9	25,4	25,6	25,8	26,3	25,5

Fuente de datos: IDEAM, 2018.

**ANEXO 14. Entrevista actores de la cadena productiva del caucho en el Caquetá
Matriz de entrevistas realizadas a los productores caucheros.**

Entrevistados ▶	Robert García González Municipio El Doncello	Aldemar Perdomo González Municipio de San Vicente	José Arcenio Rojas Rivera Municipio de San Vicente
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 001 23/11/2018	Entrevista No. 002 23/11/2018	Entrevista No. 003 23/11/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	En los últimos cinco años es difícil definir el clima en el municipio, se presentan temperaturas de 27 °C en las primeras horas de mañana y siguen subiendo con mayor intensidad hacia el mediodía. Las lluvias son más intensas con aguaceros torrenciales que se dan en algunas horas del día, sin embargo, estas características se presentan de manera constante en el año. Existen días con abundantes lluvias, luego hace sol, vuelve y llueve, con un clima muy húmedo y cálido.	Presencia de temperaturas altas, precipitaciones abundantes durante todo el año y una humedad alta en el día. Los rayos solares son más fuertes, generando más calor en la actualidad, percibiéndose unas temperaturas más altas. En épocas pasadas se presentaban mayores lluvias en los meses de abril, mayo, junio y julio. En agosto, septiembre iniciaba el periodo de transición a época de verano, pero ahora esos periodos de verano y de invierno marcado han desaparecido.	Las condiciones del clima se caracterizan por un periodo de fuerte verano de enero hasta marzo. Así mismo, un periodo fuerte de nueve meses de lluvias, iniciando en abril y terminando en noviembre, donde los meses más intensos de precipitación se registran en mayo, junio y julio. También una alta humedad que coincide con el periodo de lluvias.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	Si, se han presentado cambios, porque antes existían periodos definidos de verano y de invierno, pero ahora esto ha cambiado, porque llueve todo el año, en cualquier momento, incluso en los meses que se conocía como verano intenso, que eran los meses de diciembre, enero, febrero. Antes se conocían estos meses como el verano seco, ahora no se saben cómo será el comportamiento de estas variables climáticas.	Se han presentado cambios de las condiciones climáticas en los últimos años. Las lluvias son sectorizadas, con aguaceros torrenciales que generan afectación en los suelos, debido a que el agua no puede ser absorbida rápidamente, lo que genera arrastre del suelo desprotegido, observándose más problemas de erosión y deslizamiento de laderas. En la actualidad es difícil definir el tiempo de verano y de invierno en el municipio, como se observaba en épocas pasadas, el clima está loco porque en los meses que normalmente era invierno ahora es verano y viceversa, evidenciándose cambios en el clima. La temperatura ahora es más elevada, los rayos solares más intensos, incluso ya no lo resisten las plantas, observándose en los viveros que las plantas ya no resisten los rayos solares y las plantas se queman como si la candela estuviera cerca. Hace 20 años se podía sembrar a cielo abierto y las plantas no se afectaban por los rayos solares, ahora hay que protegerlas con polisombra para aclimatarlas a las nuevas temperaturas.	El periodo de invierno y de verano en los últimos años ha cambiado. El verano y las lluvias son más intensas, la temperatura más elevada, donde el calor se agudiza después de las once de la mañana hasta las tres de la tarde. El comité de caucheros de San Vicente produce material vegetal de caucho y la variabilidad climática está afectando las labores en el vivero. En los últimos años no se ha podido tener un trabajo permanente de trasplante durante el día, precisamente por las condiciones del clima, donde se registra durante el día lluvias muy fuertes y olas de calor que suben fuertemente la temperatura. Hace cuatro o cinco años se podía sembrar durante todo el día, pero ahora, esta actividad se realiza solo en algunas horas, cuando las lluvias y el calor lo permiten. Se han presentado lluvias torrenciales, intensas, saturando la capacidad de almacenamiento en los suelos. También se evidencia que las lluvias ahora no solo se concentran en los meses de mayo, junio y julio, sino que son permanentes

			durante todo el año, incluso se presentan lluvias por igual en los meses donde hace cuatro o cinco años, se conocía como la época seca en el departamento. En la actualidad, la precipitación se distribuye por igual en los ocho meses, con lluvias también en los meses de verano. Este año se presentó en el municipio un intenso invierno, incluso más fuerte que el año pasado.
¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?	Alteración del ecosistema por la acción humana.	Lo relaciono con los cambios en los periodos de transición de lluvia o verano y también en la manera en que se manifiestan las variables de precipitación y temperatura, debido a que ahora son más fuertes, más dinámicas, más inestables. En San Vicente se presentan lluvias sectorizadas, con presencia de aguaceros torrenciales de una hora y a dos kilómetros no ha llovido nada y esos se observa frecuentemente. Antes las lluvias eran por igual en todo el municipio o en la vereda, pero ahora llueve por sectores y la intensidad es diferente.	Las condiciones climáticas están variando en circunstancias extremas, es decir, la temperatura cada día se eleva más y las lluvias son más intensas y permanentes durante el año.
¿Por qué ocurre el cambio climático?	Por alteraciones en la atmósfera que causa contaminación y acumulación de gases que contribuyen a calentar el planeta y modifica el clima en las regiones.	Por el desarrollo industrial en el mundo, por la deforestación, la contaminación y la falta de conocimiento acerca del daño a los ecosistemas, que no solo afecta a la biodiversidad, sino también a la especie humana.	Por las actividades humanas que producen gases de efecto invernadero que alteran la atmósfera y el ciclo climático.
¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?	La deforestación, la ganadería, el desarrollo urbano, los proyectos de explotación petrolera, la cultura cocalera, la falta de educación ambiental, las malas prácticas del suelo, la falta de compromiso del gobierno para hacer cumplir la normatividad ambiental.	Dentro de las causas que generan el cambio climático está la deforestación, la ganadería, la utilización de químicos para la nutrición de suelo y la aplicación de venenos para controlar plagas y enfermedades. Estos productos generan efectos negativos en el ambiente, en el aire, en el agua, en los suelos, contribuyendo al cambio climático. En San Vicente desde hace muchos años, se utiliza la práctica desmedida de tumbar y quemar bosque primario para el establecimiento de la ganadería, afectando la biodiversidad y dejando suelos sin protección, expuestos a procesos erosivos y de deterioro.	La deforestación, la dependencia de los derivados del petróleo, las malas prácticas en los cultivos como las quemas, la utilización de agroquímicos y la falta de conocimiento acerca de las prácticas que contribuyen a alterar el ciclo climático.

<p>¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?</p>	<p>Sí. En algún momento de la vida se ha cometido abusos al ambiente por la falta de conciencia y de cultura ambiental. No nos han preparado lo suficiente en las escuelas, ni en el día a día para adquirir conciencia ciudadana frente al consumo de los recursos naturales. Antes se creía que los recursos como el agua, el suelo, los bosques eran inagotables, por eso se tumbaban bosques y se quemaban para establecer sistemas productivos, no se hacía buen uso de agua, se contaminaba fuentes hídricas arrojando las basura, no reciclamos y todo a generado crisis ambiental que se evidencia ahora con el cambio climático.</p>	<p>Sí. En las fincas utilizamos técnicas y productos como fertilizantes químicos, venenos, derivados del petróleo que afecta el ambiente y contribuyen al cambio climático. Hace algunos años no había mucha conciencia acerca del daño a los ecosistemas y a los recursos naturales y se realizaban prácticas desmedidas de tumba y quema de bosque para el establecimiento de sistemas productivos.</p>	<p>Sí, porque somos dependientes de los derivados del petróleo y todavía falta mucho conciencia acerca de las actividades que podemos realizar para reducir el impacto negativo hacia los recursos naturales.</p>
<p>¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?</p>	<p>Algo fundamental es que, con 15 días de verano, las fincas ubicadas en la parte baja de la cordillera, se quedan sin agua y antes no sucedía eso. Los pozos de vertimiento para almacenar el agua que se utilizaba en la alimentación, ahora se están secando en menos de 15 días y esto no sucedía años atrás. Cualquier verano seca los caños, las quebradas y se afectan los sistemas productivos, el ganado, el agua para consumo. El verano de ahora está acompañado de vientos que seca los pastos y auspicia incendios en bosques, cultivos y pastos. Antes los pastos soportaban 3 meses de verano, pero hoy día no resisten más de 15 días. Estos sucesos han sido recurrentes los últimos tres años.</p>	<p>Las fuertes lluvias han generado desbordamiento de ríos, inundaciones en algunos barrios, los vendavales han afectado viviendas, cultivos y las altas temperaturas inciden en los sistemas productivos agrícolas y pecuarios, en especial, la ganadería y los cultivos de caucho, cacao, entre otros. Las olas de calor han perjudicado al ganado y las plantas, evidenciándose en ellos un estrés calórico que afecta el rendimiento productivo.</p>	<p>Inundaciones, lluvias torrenciales, vendavales, incendios. El año pasado se registraron más incendios que afectaron bosques, cultivos y sistemas productivos. Aunque muchos incendios son provocados, no se puede desconocer que las elevadas temperaturas también contribuyen a la generación de incendios. Las quemas dejan los suelos desprotegidos y liberan gases contaminantes a la atmósfera que afecta el clima.</p>
<p>¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?</p>	<p>En lo personal, las variaciones climáticas han impactado en mi salud, los cambios bruscos de precipitación y temperatura han contribuido para que en la región y en el departamento se dé la proliferación de plagas y enfermedades como el</p>	<p>Estos cambios climáticos afectan fuertemente en lo productivo, debido a que los cultivos están expuestos a unas condiciones extremas de altas temperaturas y fuertes lluvias que impactan los procesos nutricionales y productivos. Si las plantas no cuentan con las condiciones óptimas</p>	<p>Los cambios en el clima ha traído consecuencias para todos, afectando los recursos naturales, la biodiversidad, los sistemas productivos y la salud humana. Los periodos de transición de fuerte invierno a verano están asociados con aumento de plagas y enfermedades en los cultivos y</p>

	<p>chikungunya, el dengue, la fiebre amarilla, el sika entre otros. También las lluvias han causado desbordamiento de ríos, inundaciones, vendavales con afectación en viviendas, sistemas productivos, entre otros. Las olas de calor son insostenibles, causando sofocación, estrés, choque térmico en algunas personas. En el cultivo de caucho se ha disminuido la producción en comparación con cuatro o cinco años atrás. Antes el comité de El Doncello producía 30 toneladas de coágulo, ahora no se llega ni a 15 Ton. Esta situación viene desde el 2011, repercutiendo de manera negativa, porque el comité sostiene su área administrativa de la comercialización del coágulo. No se ha logrado alcanzar las producciones de hace 5 años, porque las plantaciones no han respondido. Pienso que las variaciones en el clima han afectado el metabolismo del árbol y por ende la producción.</p>	<p>adecuadas en cuanto a precipitación y temperatura, se genera disminución en el desarrollo y en la productividad, con pérdidas en los cultivos. En el cultivo del caucho, cuando hace verano, el árbol se defolia y la producción se reduce, afectando los ingresos familiares.</p>	<p>perjuicios en la salud de las personas. La variabilidad climática también afecta los cultivos de caucho en cuanto al estado fitosanitario del árbol y la productividad. En San Vicente no es descabellado pensar en instalar riego en los cultivos, porque el verano es muy intenso y eso está perjudicando el desarrollo y la producción de látex en el caucho.</p>
<p>¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?</p>	<p>El caucho es un árbol caducifolio, es decir que cada año debe cambiar su follaje y las variaciones del clima han contribuido a que las plantaciones realicen el cambio de las hojas en diferentes épocas del año. Antes la defoliación se presentada a finales del año, en los meses de noviembre, diciembre y enero. Ahora se presente este proceso en distintos meses, como consecuencia del intenso verano en diferentes épocas, es decir que ya no se evidencia el verano marcado de hace cinco años y eso altera la producción del látex, porque se reduce el rendimiento de las plantaciones, debido a que el árbol queda sin hojas, susceptible a plagas y enfermedades que pueden ocasionar la muerte del árbol o la disminución de la producción. La costra</p>	<p>Los impactos son negativos, debido a que en época de intenso verano la producción de látex disminuye afectando los ingresos de los productores. El caucho es un cultivo exigente en agua, debido a que se requiere gran cantidad de este líquido para la producción de látex. En el aspecto fitosanitario se ha observado un aumento de plagas y enfermedades por las variaciones climáticas, en especial, la enfermedad del mal suramericano de las hojas causada por el hongo <i>Microcyclus ulei</i> que defolia el árbol, al igual que la Antracnosis y la Mancha aureolada. La excesiva lluvia y la alta humedad que se presentó este año, intensificaron el desarrollo de hongos que producen estas enfermedades y afecta la producción de látex. En cuanto a plagas, el chinche de encaje y el gusano cachón fueron las plagas que más se evidenciaron en los cultivos,</p>	<p>Los impactos son más negativos que positivos. La variabilidad en el clima está afectando el rayado de los árboles y se está evidenciando un aumento de plagas y enfermedades, producto del aumento de las lluvias y elevación de la temperatura. Durante el invierno prolongado, el ataque de la <i>Phytophthora palmivora</i> es más agresivo, provocando una rápida defoliación en el árbol. Esta situación se evidenció este año en los cultivos, pues las lluvias intensas favorecieron el aumento de patógenos en los cultivos que provocaron la caída prematura de las hojas. Adicional a esto, el fuerte invierno no permite la labor de rayado, es mucho el látex que se pierde porque se termina el rayado y se presentan en ese momento los aguaceros torrenciales que afecta la labor de recolección. El gremio en San Vicente está considerando la</p>

	<p>negra está atacando severamente la plantación, más que el <i>Microcyclus ulei</i>, porque la enfermedad se diseminada con mayor facilidad al encontrar condiciones de alta humedad y lluvias en los cultivos. En el tema de plagas, se ha visto la proliferación del chinche de encaje que se alimenta del follaje del árbol y ataca de manera agresiva, conllevando una reducción en la producción del látex. El en Caquetá no se conocía el chinche de encaje, porque la enfermedad frecuente era el mal suramericano de la hoja. Esta nueva plaga está atacando el follaje del árbol porque ha encontrado condiciones ambientales para reproducirse. El comité de El Doncello le lleva una hoja de vida a cada productor desde enero del 2018, para sistematizar el cultivo, el desarrollo y rendimiento del mismo, lleva la producción por árbol y lo que debería producir en condiciones adecuadas. Esto permite evaluar el comportamiento del árbol y determinar porcentaje de producción. En la bitácora de cada productor está marcado el rendimiento y los meses en que disminuye o aumenta por efectos de las lluvias o el verano.</p>	<p>producto de las variaciones climáticas de intenso calor y aumento de lluvias. Este año no hubo cosecha de semilla, afectando las actividades en vivero, debido a que no se realizaron labores de germinación. Adicional a esto, el fuerte invierno del 2018 perjudicó la germinación de las semillas, debido a que la alta humedad, no favoreció la floración.</p>	<p>posibilidad de establecer riego en las plantaciones de caucho para garantizarle al árbol unas condiciones adecuadas durante el intenso verano. También es indispensable un trabajo con las entidades científicas y académicas para generar nuevos estudios e investigaciones en material genético que se adapten a las condiciones climáticas de la región. Adelantar procesos de extensión rural, transferencia de tecnología en prácticas de manejo del cultivo frente al cambio climático, en especial, prácticas de riego.</p>
<p>¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?</p>	<p>Sí, se puede hacer mucho. Pienso que todo está en cambiar la cultura de manejo de los cultivos, adaptarnos a las nuevas condiciones y buscar opciones tecnológicas y de manejo para que el cultivo siga su desarrollo y producción.</p>	<p>Si. Es importante realizar prácticas productivas que ayuden a contrarrestar esos efectos del clima, entre ellas, en el municipio se está estableciendo el caucho en agroforestería, es decir, se está asociando con otras especies que ayudan a generar condiciones favorables en el suelo, las plantaciones de caucho además de ser productora es una especie recuperadora y protectora de suelos, el caucho en agroforestería genera menor riesgo de ataque a plagas y enfermedades y se produce mayores ingresos económicos.</p>	<p>Si se puede hacer algo para reducir este fenómeno, iniciando por tomar conciencia acerca del problema y cambiar hábitos culturales que pueden mejorar los impactos negativos hacia el clima. Es importante planear y prevenir para contribuir a reducir el impacto negativo que estamos generando hacia los recursos naturales.</p>

<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Establecimiento del caucho en agroforestería; implementación de cercas vivas en los cultivos y en los potreros; establecimiento de corredores biológicos con caucho; cambios en las prácticas nutricionales del cultivo, porque antes la fertilización se hacía en corona o media luna enterrado y ahora se hace al voleo. Los productores nos acostumbramos a enterrar el fertilizante y éste se perdía en ausencia de lluvias. Cuando existe humedad en la tierra, el agua diluye el fertilizante en el suelo y genera mayor absorción en el árbol. Cambiar los métodos de aplicación del fertilizante es una buena opción, porque antes se hacía una vez al año, ahora se aplica la misma cantidad en tres aplicaciones anuales, aprovechando la humedad del suelo para que se diluye mejor el nutriente en la superficie. Las aplicaciones se están realizando cuando inicia el verano, mitad de año y cuando inicia el invierno. Es decir, la primera se hace en abril, la segunda entre mayo - octubre y la otra se aplica a finales de noviembre o primeros días de diciembre.</p>	<p>Establecer plantaciones de <i>Hevea brasiliensis</i> en agroforestería, generar nuevas investigaciones para el estudio de clones que sean más tolerantes a las variaciones climáticas y trabajar articuladamente con la institucionalidad para el desarrollo de programas de adaptación del caucho al cambio climático.</p>	<p>Algunas acciones o medidas en el cultivo están relacionadas con los procesos de nutrición en los cultivos. Se requiere pasar de fertilización química a una nutrición orgánica, establecimiento del caucho en agroforestería, instalación de sistemas de riego en los cultivos adaptado a las condiciones del suelo en la región, porque no hay que esperar que los suelos se sequen para empezar a regar. Se requiere establecer reservorios de agua en las fincas para satisfacer las necesidades de riego, conocer el tipo de riego y adaptar los cultivos a las nuevas condiciones climáticas.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Entrevistados ▶	Pablo Emilio Pineda González Municipio El Doncello	Omar Albeiro González Municipio de San Vicente	Leonel Oyola Sabí Municipio de Cartagena del Chairá
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 004 24/11/2018	Entrevista No. 005 24/11/2018	Entrevista No. 006 25/11/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	Es un clima muy húmedo, con precipitaciones altas, intensas, permanentes durante el año, con una temperatura elevada y una radiación solar muy fuerte. Los días presentan horas de intenso calor que elevan la temperatura, desatando aguaceros repentinos, que conllevan a tener un clima muy inestable en el municipio de El Doncello. Las lluvias caen por sectores, por veredas, incluso por barrios dentro del mismo centro urbano. Ya no existe en el municipio esos periodos marcados de invierno y de verano de hace 10 años. Esta situación se reflejó en el 2017 y 2018, donde se esperaba un intenso y extenso verano, pero la situación fue contraria, porque se presentaron 10 meses de lluvias seguidas que opacaron el verano.	Las características del clima, son similares a las de otros municipios del piedemonte Amazónico, con una humedad alta, temperaturas elevadas y lluvias predominantes. El municipio presenta un verano y un invierno marcado en el año, con abundantes lluvias en los meses de mayo, junio y julio. En noviembre inicia el verano y se extiende hasta marzo. De ahí en adelante empiezan las lluvias intensas, aunque estas características ya no se perciben tan marcadas.	Es un clima con una humedad muy alta con valores promedio entre los 70-80 %, una temperatura entre los 30-35 °C, la precipitación anual está por encima de los 3.500 mm, el cual se caracteriza por lluvias constantes e intensas durante el año. Se percibe más calor y humedad en el ambiente.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	La variación del clima en los últimos 10 años ha sido muy fuerte, se ha perdido el periodo marcado de verano y de invierno en el municipio, se han dado cambios que giran en torno a las variables de precipitación y temperatura. Se evidencia fuertes inviernos que sobrepasan los 7 y 8 meses de lluvias intensas. También se presentan periodos secos con un aumento en los niveles de radiación solar, se perciben horas más soleadas que se hacen más fuertes después de las 9 mañana hasta la 3 o 4 de la tarde. El clima actual presenta horas de intenso calor, fuerte radiación solar que luego están acompañados de aguaceros súbitos de corta duración, pero intensos. Luego sale de nuevo el sol y calienta con mayor intensidad. El comportamiento de estas variables climáticas es inexplicable, porque en cualquier momento el clima se manifiesta con fuertes y cortos aguaceros de 2 o 3 horas que pueden inundar una zona.	Los periodos que se conocían como invierno y verano en el municipio han cambiado, ahora no es tan marcado esos meses de lluvias, ni de verano seco. Los últimos años se han presentado lluvias constantes en el periodo que se conocía como verano y viceversa. Las lluvias han aumentado, son más fuertes, torrenciales y llueve por sectores, incluso por veredas dentro del mismo municipio. Se siente en el ambiente una temperatura más alta, el calor es sofocante y los rayos penetran más fuerte en la piel. Se observa mucha variabilidad climática en el municipio, la mayoría de los días llueve y luego sale el sol muy fuerte que eleva la temperatura por horas, sobre todo llegando el medio día, donde estos cambios climáticos están acompañados de una humedad muy alta en el ambiente.	Las precipitaciones han sido mayores, han aumentado y esto se observa en los caudales del río Caguán cuando llueve intensamente. Los aguaceros son más frecuentes e inesperados, incluso en los meses de verano que por lo general es a final de año, iniciando en noviembre y finalizando en febrero. También se siente en el ambiente una temperatura más elevada, un aire caliente más denso, los rayos solares son más intensos y esto se percibe en la piel. Pienso que las condiciones del clima han cambiado y ahora no se aprecia esa época de verano y de invierno tan marcada de hace algunos años, donde se tenía un periodo fuerte de invierno y otro de verano seco. Antes había un verano en agosto y otro más largo entre los meses de diciembre y marzo. Ahora las lluvias son constantes todo el año, la humedad es más alta y el calor es más intenso. Se presentan olas de calor, luego de fuertes aguaceros.

<p>¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?</p>	<p>Son variaciones fuertes del clima, con una imprecisión en la medición del clima, en especial para las variables de precipitación y temperatura. Aunque se presentan lluvias frecuentes e intensas en el municipio, con dos o tres semanas de verano, el agua de las fuentes hídricas disminuye de manera drástica. Se evidencia un cambio en la retención del agua de los ríos del municipio, secándose rápidamente las quebradas y los caños cuando se presenta un verano intenso en corto tiempo.</p>	<p>Lo relaciono con sequías, inundaciones, fuertes lluvias, calentamiento de la atmósfera.</p>	<p>Con los cambios en el clima, donde las temperaturas, la precipitación y la humedad relativa varían de manera inusual y se presentan aumentos o disminuciones en épocas que no son normales en una región. Estos cambios están acompañados de eventos como olas de calor, lluvias torrenciales, inundaciones, vendavales, etc.</p>
<p>¿Por qué ocurre el cambio climático?</p>	<p>Por la deforestación, la ganadería, los cultivos de coca y el manejo inadecuado del suelo Amazónico no acorde con su vocación.</p>	<p>Por la utilización de los combustibles del petróleo, las quemas, la deforestación y otras malas prácticas en el campo y en las ciudades, en donde se liberan gases tóxicos al ambiente que contribuyen a cambiar los patrones climáticos.</p>	<p>Por la acción del hombre de destruir el ambiente.</p>
<p>¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?</p>	<p>Los factores que inciden en el cambio climático son la deforestación, la potrerización, las prácticas agrícolas y ganaderas que no han tenido en cuenta algunas condiciones para el desarrollo productivo sostenible. Los cultivos ilícitos han incidido de manera negativa, observándose que se traslada la coca de la zona de altillanura amazónica a la zona de cordillera, en donde se cambia el paquete tecnológico de este cultivo ilegal con nuevas variedades que son resistentes a las bajas temperaturas, a los pisos altitudinales por encima de los 500, 800 y 1.200 m s. n. m., tolerantes a la baja radiación solar, encontrando así condiciones ambientales y climáticas adecuadas para el desarrollo y rendimiento de este cultivo ilegal.</p>	<p>La deforestación, los incendios, la ganadería, los combustibles derivados del petróleo, los residuos sólidos y los cambios drásticos en el uso del suelo, como pasar de un bosque a una ganadería o monocultivo.</p>	<p>Por la deforestación, por el aumento de la población humana que consume más energía, más combustibles, construcción de ciudades, contaminación del aire, aumento de basuras, ampliación de la frontera agrícola a través de tumba y quema de bosques para el establecimiento de sistemas productivos, donde se altera el ciclo natural de muchos ecosistemas. Esto influye directamente en el ecosistema aumentando el calor y la intensidad de los rayos ultra violeta.</p>
<p>¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?</p>	<p>Sí, porque utilizamos energía, combustibles, productos y derivados que contaminan y causan gases de efecto invernadero.</p>	<p>Sí, porque utilizamos energía eléctrica, vehículos de transporte, se tumba bosque para establecer cultivos y ganadería, no se realizan campañas de prevención y existe dependencia de los combustibles fósiles que liberan gases contaminantes al medio y que contribuyen a los cambios bruscos de temperatura, precipitación y humedad.</p>	<p>Es muy probable, porque utilizamos energías y combustibles fósiles, el cual genera gases tóxicos a la atmósfera, somos dependientes de la tecnología, de alimentos y desechos que contaminan, hacemos malas prácticas en las fincas talando y quemando para establecer cultivos o ganadería, utilizamos venenos y aerosoles que suben a la atmósfera y alteran el ciclo climático.</p>

<p>¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?</p>	<p>Olas de calor frecuente, aguaceros torrenciales, vendavales, desbordamiento de ríos y quebradas, secamiento de caños, afectación en sistemas productivos agrícolas y pecuarios.</p>	<p>Lluvias torrenciales, vendavales, inundaciones, desbordamientos de ríos que afectan viviendas, sistemas productivos, vías y desprendimiento del suelo.</p>	<p>Incendios que sobrepasaron áreas de bosques y no pudieron ser controlados, afectando el ambiente. Algunos fueron promovidos por la acción humana y otros se generaron por las altas temperaturas inusuales. Otro suceso es la disminución del caudal del río Caguán y unas quebradas representativas del municipio que se utilizan como medio de transporte fluvial.</p>
<p>¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?</p>	<p>Las variaciones del clima están afectando las producciones agrícolas y pecuarias, con impactos negativos en la estructura de los suelos.</p>	<p>La variabilidad del clima afecta la salud de las personas, los animales, el estado fitosanitario de los cultivos, porque se generan condiciones favorables para que algunas plagas y enfermedades se propaguen en un ambiente que presenta una alta humedad y temperaturas elevadas. Los aguaceros fuertes afectan el rayado del árbol, disminuyendo la producción de látex.</p>	<p>Los cambios bruscos de precipitación y temperatura me han generado problemas de salud y afectación para transportarme a los centros poblados, porque las lluvias inundan los caminos e impide el paso. También disminución en el caudal de los ríos, situación que impide el normal tránsito fluvial, donde a veces no se puede utilizar el río como medio de transporte, porque no está condiciones para ello. Esto ha traído retraso en algunas actividades labores, teniendo que dar espera mientras mejoran las condiciones del clima para transportarme por río o por carretera. También se ha presentado afectación en el cultivo del caucho por las intensas lluvias y el aumento de la temperatura.</p>
<p>¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?</p>	<p>El cambio climático ha sido nefasto para el cultivo del caucho. Los productores esperábamos que, entre los meses de enero, febrero y marzo del 2018 se presentara un periodo de verano para inducir la defoliación del árbol de caucho y a la nueva refoliación. Esto no fue así, porque en febrero iniciaron las lluvias y terminaron a finales de octubre. Esto ocasionó una disminución de la producción y hubo dos defoliaciones en el año que afectaron drásticamente la producción de látex en las plantaciones de El Doncello. Las dos defoliaciones del 2018 generaron una disminución del más del 60% de látex que normalmente se produce en el municipio. El Doncello tiene la</p>	<p>El impacto del cambio climático ha sido más negativo que positivo, porque el aumento de las lluvias no permite rayar el árbol y se disminuyen el promedio de sangría en el mes. La presencia del verano afecta la defoliación, entonces, si se presentan muchos veranos marcados en el año, el árbol se defolia constantemente, incidiendo en la producción del látex. Además, las lluvias constantes favorecen el desarrollo de patógenos y plagas que atacan el árbol, porque las condiciones favorables la aparición de hongos en las hojas y panel de sangría. La defoliación en</p>	<p>Los aumentos de precipitación generan propagación de plagas y de enfermedades. Si se presentan cambios drásticos en el clima como lluvias repentinas e intensas y luego olas de calor en el mismo día, entonces, se genera un ambiente propicio para la proliferación de plagas o el surgimiento de patógenos que afecta las hojas y el panel de sangría en el árbol. El período de defoliación y refoliación en el caucho se ha visto afectado por las variaciones de las épocas de verano y de invierno. Las lluvias constantes disminuyen la posibilidad de la sangría, repercutiendo en los ingresos mensuales. Cuando llueve mucho, no ha posibilidad de rayar porque se pierde el látex con la lluvia.</p>

	<p>capacidad de producir 50 toneladas de coágulo húmedo en el mes, pero esa producción se ha bajado a 21 toneladas este año, incluso se tienen registros de algunos meses en el 2018 que registra entre 15 a 18 toneladas mensuales. Otros aspectos que han impactado negativamente es la fenología del cultivo, si se tiene en cuenta que el municipio de El Doncello es pionero en la producción del 80 al 90 % de la semilla que necesita el país, donde años anteriores se recogía la semilla en los meses de julio y agosto. Los últimos años ya no se presenta la floración en los cultivos, ni la fructificación del cultivo. Esta situación ha impactado negativamente, porque afecta el desarrollo productivo del cultivo para el municipio y para el país en general, debido a que se reduce el material vegetal para propagación y fomento. Otro aspecto es la afectación directa que tienen las plantaciones para retener su estructura foliar, porque obliga al árbol a tener varias defoliaciones en el año, cuando en condiciones normales debería tener solo una, y en consecuencia, se altera sus condiciones de desarrollo y le resta capacidad productiva. También se ha evidenciado que en los periodos intensos de lluvia y de verano inestable, se ha proliferado el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo como el gusano cachón y el chinche de encaje, el cual se ha incrementado en los últimos años. Cuando el árbol está refoliando aparecen estas plagas que atacan los folíolos, perjudicando el desarrollo de la estructura foliar, de modo que genera retrasos en la producción. En cuanto a patógenos, se ha incrementado el ataque del <i>Microcyclus ulei</i>, el <i>Colletotrichum Sp.</i>, la <i>Phytophthora palmivora</i>, conocidos como los agentes causales del mal suramericano de la hoja, la antracnosis y la raya negra, el cual ataca las partes aéreas del árbol y el corte de sangría.</p>	<p>el caucho es más común a final de año cuando inicia el verano, aunque las variaciones del clima han generado que se presente defoliación en otros meses que no es normal. Entre las enfermedades más severas que han perjudicado el árbol de caucho en el municipio, asociadas a la alta humedad y al exceso de lluvias, está la <i>Phytophthora Sp.</i>, la antracnosis, la mancha aureolada.</p>	
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

<p>¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?</p>	<p>Se puede reducir los efectos de la huella de carbono sobre el ambiente, se requiere compromiso y voluntad para lograr cambios en los hábitos de consumo y de estilos de vida. Algunos ejemplos es la producción orgánica, la nutrición de los cultivos a base de fertilizantes orgánicos, programa de reforestación en fuentes hídricas, protección de bosques, ganadería sostenible.</p>	<p>Se puede hacer mucho en estos momentos, es adquirir conciencia acerca del daño que representa el cambio climático y tomar medidas rápidas como no seguir talando, conservar los ríos, reforestar, no quemar el suelo, no seguir ampliando la frontera agrícola, actualizarse con información científica que publiquen las instituciones gubernamentales y apoyar la ciencia y la tecnología que resulte para reducir el impacto negativo del cambio climático.</p>	<p>Si se puede reducir el cambio climático a través de la reforestación, generar procesos de capacitación, charlas y cursos para dar a conocer la problemática y adquirir mayor conciencia frente al daño y comprometer a las comunidades en planes y programas para el buen manejo de los ecosistemas y los suelos.</p>
<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Ampliación de la base genética para determinar variedades más resistentes a plagas y enfermedades por efecto de la variabilidad climática. La agroforestería en el caucho, la reingeniería en los sistemas de establecimiento, ampliando las distancias de siembra para permitir mayor ventilación al interior de los cultivos, reforzar las buenas prácticas agrícolas para el manejo integral de plagas y enfermedades. En cuanto a medidas para mejorar la producción, es necesario adaptarse a las nuevas condiciones del clima y establecer nuevos horarios de sangría cuando el clima lo permita, sin dejar de rayar. Gestión con los gobiernos el reconocimiento de las plantaciones de caucho como áreas estratégicas de conservación y captura de carbono.</p>	<p>Seguir fomentando el caucho en agroforestería, realizar procesos de educación ambiental a las comunidades para informarse de los impactos del fenómeno y adquirir conciencia y compromiso frente a la reducción del cambio climático. Es necesario que las instituciones generen nuevas investigaciones en el caucho para determinar las condiciones climáticas que afectarán el cultivo en los próximos años. Continuar explorando clones amazónicos resistentes a las variaciones climáticas, declarar los cultivos de caucho como áreas de protección y conservación para la captura de dióxido de carbono, incluyendo dichas áreas en programas de pago por servicios ambientales.</p>	<p>Ampliar densidades de siembra en el caucho para reducir la humedad dentro del cultivo y reducir el ataque de enfermedades como el mal suramericano, raya negra, antracnosis, entre otros. Se necesita innovar en técnicas para el manejo del cultivo como sembrar en agroforestería, fertilización adecuada a las necesidades del cultivo mediante análisis de suelo, cambiar técnicas y horarios de rayado para aprovechar la producción, investigación en clones resistentes a variaciones climáticas y la posibilidad de incluir las plantaciones en programa de pago por servicios ambientales, considerando que el caucho es una especie productora, recuperador de suelo y contribuye a fijar dióxido de carbono al suelo para contrarrestar el impacto de los gases de efecto invernadero. Es necesario que exista un blindaje jurídico en el cultivo, formulando una política que reconozca las bondades ambientales del caucho y sea priorizado en programa de pagos por servicios ambientales o incentivos económicos, con el propósito de contrarrestar la crisis económica en el precio y en la producción, cuando las plantaciones no se puedan rayar por los cambios del clima, porque muchas son abandonadas y taladas cuando no son productivas.</p>

Entrevistados ▶	Pedro Fidelio Oyola Municipio Cartagena del Chairá	Hernando Sabogal Municipio Cartagena del Chairá	Cristian Díaz Andrade Municipio de Puerto Rico
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 007 25/11/2018	Entrevista No. 008 25/11/2018	Entrevista No. 009 29/11/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	Cambios drásticos en la temperatura, veranos intensos. Se registran temperaturas por encima de los 30 °C que desatan olas de calor muy fuerte en el ambiente.	El clima es muy húmedo, precipitaciones altas y frecuentes, la temperatura es mayor a 25 °C.	Es un clima muy húmedo, con abundantes lluvias durante el año, con presencia de un periodo de verano marcado por olas de calor sobre el medio día.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	Hace 10 años existía un invierno fijo que se daba entre los meses de marzo a septiembre. En la época actual el invierno no es tan acentuado en esos meses, sino que se distribuye en todo el año, con lluvias abundantes y severas que se registran en cortas horas. La temperatura presenta aumentos por encima de los 30 °C y antes se percibía un clima más fresco con temperaturas promedio de 23 y 25 °C.	Se ha disminuido el verano intenso de hace años y las han aumentado. Hace 20 o 10 años el verano era muy seco entre noviembre y febrero. El periodo de lluvias iniciaba en marzo y finalizaba en julio. Estos periodos ya no son tan marcados y el clima está alterado. Se presentan lluvias todo el año y el verano seco ya no es tan marcado. A pesar de que llueve mucho, se siente una temperatura más alta cuando calienta el sol.	He observado que la temperatura es más alta, las lluvias más abundantes y ahora no existe la diferencia entre los meses de invierno y verano como hace algunos años. Se evidencia que las lluvias son más frecuentes, incluso en los meses que se conocía como época de verano en el Caquetá. El clima es muy cambiante, ahora llueve con más intensidad por algunas horas y la precipitación es localizada. Antes las lluvias eran frecuentes en los meses de mayo, junio, julio y agosto, ahora se presentan fuertes aguaceros y aumento de la humedad en todo el año. En cuanto a la temperatura, el sol es más caliente, se percibe más radiación, el calor es más denso y arde más en la piel.
¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?	Cambios en el comportamiento de las variables de temperatura, precipitación y los vientos a través de los años, afectando los sistemas productivos y humanos.	Con los cambios que se han presentado en las lluvias y la temperatura en el planeta. Aumento de las lluvias y de la temperatura, que genera tormentas, inundaciones, y vendavales.	Entiendo que son variaciones en el clima de una zona, modificación del comportamiento de la temperatura, la precipitación, la humedad, la radicación solar.
¿Por qué ocurre el cambio climático?	Por los cambios en las variables que hacen parte del clima que afecta a los cultivos, animales y los humanos. Estos cambios han sido generados por la acción humana en su afán de buscar el desarrollo y para sobrevivir, muchas veces de manera inconsciente por falta de conocimiento respecto a los efectos que puede generar esas acciones en el equilibrio del planeta.	Por los procesos industriales como el petróleo, la tala y quema de árboles, la contaminación de las basuras.	Por la modificación del clima, la temperatura, la precipitación, los rayos solares, la humedad se altera y ocurren eventos inusuales en las regiones, donde algunos sectores se presentan cambios en la intensidad de las lluvias y aumentos en la temperatura.

¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?	La actividad humano que le hace daño a los recursos naturales.	Los hidrocarburos y la deforestación.	La deforestación, la ganadería, los cambios en el uso del suelo.
¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?	Si. Las malas prácticas al suelo, la extensión de la ganadería extensiva, la deforestación, la contaminación, son acciones que directa o indirectamente al contribuido a deteriorar el medio ambiente y con esto el cambio climático.	Hace años se deforestaba porque no éramos conscientes del año a la naturaleza, pero ahora en mi finca se cuidan los bosques.	Sí, porque seguimos utilizando combustibles para las actividades cotidianas como el transporte, la elaboración de comidas, la utilización de tecnología, el establecimiento de sistemas productivos que utiliza el suelo, el agua, fertilizantes y combustibles.
¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?	Inundaciones por fuertes y abundantes lluvias que han generado avalanchas y crecientes súbitas. Olas de calor intensas y vendavales acompañados de tormentas eléctricas.	Inundaciones, incendios, tormentas, vendavales.	Las lluvias torrenciales han causado desbordamiento de los ríos, saturación en los suelos que no alcanza a infiltrar rápidamente el agua en la capa superficial, generando inundaciones y problemas de erosión y deslizamientos de tierra. Esto también se debe a que los suelos están sin capa vegetal que ayude a la absorción del agua, debido a que son suelos muy compactados por la ganadería.
¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?	Afectación en las jornadas laborales, porque las altas temperaturas y los intensos rayos solares no permiten que se trabaje en un clima adecuado para la salud de las personas. Esto ha generado reducción de la jornada laboral y cambios en los horarios de trabajo. Ahora se labora de 6 am a 10 am. Después de las 11 am hasta las 2:00 pm es imposible laboral porque el clima es muy caluroso, los rayos solares son muy intensos y la temperatura no lo permite. Con el cambio climático se ha tenido que modificar el horario laboral, bien sea madrugando más o trabajando más tarde, sacrificando horas de descanso.	Se ha disminuido el caudal de las quebradas y el ganado se afecta. Además, el aumento de la temperatura y de las lluvias también ha traído más plagas y enfermedades.	Los derrumbes y las inundaciones afectan la salida al casco urbano, pérdida de cultivos, de animales y esto causa crisis económicas. Los cambios bruscos del clima han generado problemas en la salud humana, en los animales y las plantas. El ambiente caluroso, húmedo y con temperaturas elevadas hace que los bovinos consuman menos alimentos y las plantas se atrofian reduciendo el normal desarrollo, disminuyendo la productividad de los sistemas productivos.
¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?	Se ha presentado mucho hielo en el caucho, es decir, los árboles quedan sin cobertura foliar, por lo tanto, se afecta la producción de látex. La raya negra está atacando de manera más agresiva los	Con los cambios en el clima el caucho ha sido afectado con el aumento de hongos, la caída de las hojas. Los árboles mantienen defoliados todo el año y eso ha disminuido la producción.	Los cambios climáticos si han impactado negativamente el cultivo, sobre todo el estado foliar del árbol. El caucho es un árbol caducifolio que necesita renovar sus hojas en los meses de verano y cuando inicia el periodo seco las hojas caen. Este año se

	<p>cultivos, principalmente, porque encuentra condiciones climáticas favorables para su desarrollo y disseminación. Las variaciones climáticas han contribuido a que la enfermedad avance y afecte las plantaciones, en especial, el panel de sangría. Las lluvias constantes no permiten realizar las labores de sangría, reduciendo la producción. Cuando llueve no se puede rayar, ni recolectar el látex, generando pérdidas para el productor. Las prácticas de control fitosanitario se han perdido, debido a que las lluvias arruinan el trabajo de control químico con fungicidas.</p>		<p>presentaron varios periodos de verano, por lo tanto afectó la caída de las hojas en distintos momentos del año, impactando en la producción del árbol. También las intensas lluvias y la humedad elevada contribuyen a generar hongos y patógenos que atacan las hojas e influye en el desarrollo y producción del látex. Este año las variaciones climáticas afectó la refoliación, la propagación de hongos que afectan el panel de sangría, por ende, la producción de látex, reduciendo los ingresos económicos.</p>
<p>¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?</p>	<p>Si. Se debe reforestar las áreas degradadas y las quebradas para evitar que el agua se pierda y que la naturaleza haga su equilibrio por sí sola.</p>	<p>Se debe reforestar, evitar los hidrocarburos, las quemas y reducir las basuras.</p>	<p>Sí. Se puede reducir a través de la reforestación, la conservación de bosques y el manejo adecuado de los suelos.</p>
<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el Hevea brasiliensis?</p>	<p>Las medidas que los productores estamos adoptando en las plantaciones es cambiar horarios y frecuencias de rayado, se requiere asistencia técnica y transferencia de tecnología para adoptar nuevas prácticas fitosanitarias y de manejo del suelo para las nuevas condiciones climáticas.</p>	<p>Investigar en nuevos clones que sean más resistentes a plagas y las enfermedades, y que también se adapten a las nuevas condiciones del clima. Investigar en nuevos sistemas de rayado, se necesita asistencia técnica para que nos orienten en el manejo de las plantaciones y las buenas prácticas del suelo.</p>	<p>Adaptamos a las nuevas condiciones clima, por ejemplo cambiar las horas de rayado, si la lluvia no permite en la mañana, entonces hacerlo en la tarde, pero no dejar de rayar.</p>

Entrevistados ▶	Alvaro García Siscué Municipio Puerto Rico	Hebert Góngora Ocampo Municipio Belén de los Andaquíes	Verenice Sánchez Castillo Municipio de Albania
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 010 29/11/2018	Entrevista No. 011 03/12/2018	Entrevista No. 014 05/12/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	El clima es cálido muy húmedo con presencia de una época de verano y de invierno durante el año. El periodo seco inicia finales de noviembre y termina en febrero. En marzo empieza las lluvias hasta septiembre. Existe un periodo intenso de lluvias y de humedad, correspondiente a los meses de mayo, junio y julio. En el mes de octubre del presente año hizo un verano inesperado de 15 días, esta ola de calor afectó cultivos y sistemas productivo, en especial el cultivo del caucho.	Hace 10 o 20 años existían unos periodos marcados de invierno y verano. Antes se sabía que en el mes de octubre iniciaba la época seca y hacia los meses de marzo y abril se generaban las lluvias en el municipio. Por supuesto que se generaban algunas lluvias durante la época seca, sin embargo, los días de verano eran más acentuados y se establecía claramente un periodo donde se reducían las lluvias. En el pasado, el clima estaba más definido en cuanto al comportamiento que tenían las variables de precipitación y la temperatura en el año.	El clima es muy húmedo, inestable, la precipitación es permanente durante todo el año y el volumen cae con mayor intensidad en intervalos corto tiempo. La sensación térmica del aire es más alta, la radiación solar es más directa, produciendo olas de calor intensas que luego son opacadas por fuertes aguaceros que caen sectorizados.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	Se han presentado cambios, se percibe aumentos de temperatura en los últimos años, el calor es más intenso, los rayos solares son más fuertes durante el día, con presencia de épocas de verano y de precipitaciones en meses inusuales que no se presentaban años atrás. Ahora se evidencia mucha variabilidad climática, los tiempos de lluvia y de verano no están definidos, no son muy claros, existen días muy calorosos y las lluvias son más intensas por hora y por zonas.	Desde hace 10 años el clima ha cambiado mucho en el municipio, se ha alterado el comportamiento de las lluvias y la temperatura es más alta, se percibe más humedad en el ambiente, los rayos solares son más intensos durante determinadas horas y luego se generan precipitaciones súbitas que caen en corto tiempo. Ya no se evidencia meses definidos por lluvias o verano, porque ahora llueve en cualquier época del año y el sol calienta tan fuerte que genera olas de calor agobiantes. Es común encontrar días que llueve unas horas, se generan olas de calor que suben la temperatura por encima de las 30°C, y luego vuelve a llover. Se genera mucha inestabilidad en el clima, una elevada humedad relativa y cambios bruscos en las variables de precipitación y temperatura que ocasionan eventos climáticos extremos muy frecuentes.	Antes el clima era más fresco y más definido, existían meses de mayor precipitación y de verano. Aunque el clima en la zona siempre ha sido muy húmedo, se podía distinguir hace 10 años unos periodos más pronunciados de lluvias y de épocas secas, entonces la población se preparaba para afrontar la situación. Ahora el clima es muy diferente porque llueve todo el año y la temperatura es más elevada. Se percibe más humedad en el ambiente, más calor, lluvias intensas que son acompañadas de sol al mismo tiempo. Hace 10 o 15 años, la época seca iniciaba en noviembre y terminaba en marzo, pero ahora todos los días llueve. En la mañana hace sol y en la tarde llueve, cuando antes no ocurría eso y menos en el mes de diciembre, pues si llovía era muy esporádico.
¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?	Son alteraciones del comportamiento del clima, variaciones en las lluvias y en la temperatura, aumentos en las mismas, afectación a los sistemas humanos, productivos y ecológicos.	Es un cambio estadístico en las variables meteorológicas, por consiguiente, no se debe confundir cambio climático con calentamiento global, aunque tengan alguna relación, no es lo mismo. Al calentarse la superficie y aumentar la temperatura, se incrementa la	Lluvias más torrenciales, tormentas eléctricas, calores más intensos.

		<p>evapotranspiración y el vapor de agua se condensa más en la atmósfera, siendo probable que este efecto genere alguna reacción en el ambiente si se encuentra con corrientes de aire frío, lo que desata precipitaciones súbitas y torrenciales. Es importante considerar que los cambios climáticos siempre han existido a través de la historia, pero ahora es más acentuada la alteración en el comportamiento de las variables de precipitación y temperatura en determinada zona, conocidos como eventos climáticos extremos, para hacer referencia a al comportamiento inusual de las lluvias y la temperatura, según los registros históricos.</p>	
<p>¿Por qué ocurre el cambio climático?</p>	<p>Por la acción del hombre, las malas prácticas del suelo, la deforestación, las quemas y el establecimiento de la ganadería.</p>	<p>Por la acción antrópica que realizamos hacia los ecosistemas, los bosques, los mares, los ríos, la biodiversidad.</p>	<p>Por la acción del ser humano y su inconsciencia frente al equilibrio que necesita el planeta y no afectar los ecosistemas que lo sostienen.</p>
<p>¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?</p>	<p>La tumba y quema de los bosques, la explotación del petróleo, los gases contaminantes de los vehículos, los fertilizantes de los cultivos y las basuras, generan gases tóxicos que deterioran la capa atmosférica y provocan estos cambios climáticos.</p>	<p>La deforestación, uso de energías y combustibles fósiles, el mal uso del agua, el uso indiscriminado de herbicidas, insecticidas y sobre todo fertilizantes a base de nitrógeno como la urea, es decir, la utilización de nitrosos que liberan gases causantes del efecto invernadero, que repercute en un calentamiento global porque contribuye a la alteración en el comportamiento de las variables climáticas.</p>	<p>Los Incendios, la quema de bosques, la ganadería, la urbanización, los combustibles fósiles, el desarrollo industrial y el capitalismo.</p>
<p>¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?</p>	<p>Sí, porque utilizamos fertilizantes, vehículos, producimos desechos que generan gases contaminantes al aire. Además, se hacen malas prácticas al suelo y no tenemos cultura de prevención, solo agotamos los recursos del suelo, el agua, los bosques y no protegemos la biodiversidad.</p>	<p>Sí, porque hacemos malas prácticas en las fincas y dependemos de productos que son contaminantes al ambiente.</p>	<p>Si. El capitalismo y el consumismo ha generado dependencia de los derivados del petróleo, agroquímicos, sistemas agrícolas y pecuarios convencionales, la tecnología que depende de la energía eléctrica, entre otros.</p>
<p>¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?</p>	<p>Lluvias torrenciales, intensas, olas de calor que afecta a los seres humanos, animales y sistemas productivos. Las lluvias que se presentaron este año fueron inesperadas, se presentó mucha humedad, perjudicando la producción del caucho.</p>	<p>Avenidas torrenciales y crecientes súbitas en los ríos por el aumento en las precipitaciones que inunda áreas urbanas y zona rural del municipio con afectación en los sistemas productivos agrícola y pecuarios, como también, sectores residenciales.</p>	<p>Tormentas eléctricas, lluvias torrenciales, olas de calor intensas, inundaciones y desbordamiento de ríos y quebradas.</p>

<p>¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?</p>	<p>La variabilidad climática altera el ciclo de desarrollo de los cultivos, genera estrés calórico en los animales, afectando la salud de los humanos y de los animales porque aumentan las plagas y las enfermedades.</p>	<p>Las lluvias y el calor producen afectación en la salud, con síntomas como dolor de cabeza, gripes, dolores articulares, estrés y angustia por el sofocante calor. También los cambios en el clima han propiciado la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos y en los sistemas pecuarios que trascienden en pérdidas económicas.</p>	<p>Pérdidas económicas en los sistemas productivos porque el pago de la mano de obra no es aprovechado durante el día, debido a que las intensas lluvias no permiten que el personal pueda realizar las labores en campo. Además, las condiciones del clima también afectan las producciones agropecuarias, generan más riesgos a la salud de los trabajadores, bajo rendimiento laboral e incumplimiento de las labores asignadas. Los fertilizantes de los cultivos se ven afectados porque las lluvias lo arrastran y no permiten su fijación al suelo. Igual pasa con los minerales y la alimentación del ganado que se pierde por las condiciones climáticas, sobre todo por las lluvias. Todo esto genera pérdidas económicas, afectación en la salud de los trabajadores, de los animales y problemas fitosanitarios en los cultivos. El exceso de calor influye en el bienestar del animal, porque el calor corporal estresa al ganado, entonces se dedica a reservar su energía para nivelarse de su estrés calórico, dejando de comer y rumiar, el cual afecta la producción de leche.</p>
<p>¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?</p>	<p>He observado que los cambios en el clima han generado problemas fitosanitarios más agresivos en el caucho. Este año se presentó una severa defoliación de las hojas en el cultivo por el exceso de humedad. En agosto, septiembre hubo foliación, pero la hoja cayó como consecuencia de las intensas lluvias y la fuerte humedad que se presentó este año como evento inusual. La humedad es muy perjudicial para la región porque favorece el desarrollo de patógenos en el cultivo que afecta el panel de sangría y las hojas. Estos patógenos causan la defoliación, afectan el desarrollo del árbol y genera impactos negativos en la producción de látex. Las lluvias interrumpen el rayado del árbol y se pierde la producción porque no se alcanza a recolectar el látex.</p>	<p>La alta humedad en el ambiente favorece la aparición de patógenos causantes de enfermedades que afectan el follaje del caucho y reducen su capacidad fotosintética para el normal desarrollo de la planta, que repercute en pérdidas de productividad. En el municipio las plantaciones han sido severamente atacadas por el <i>Colletotrichum</i>, agente causal de la antracnosis que defolia las plantaciones y esto por supuesto, disminuya la producción de látex. En la actualidad, la antracnosis está teniendo más influencia en el cultivo que incluso el <i>Microcyclus ulei</i>. Cuando los árboles están en el periodo de defoliación y refoliación están produciendo nuevas hojas, situación que aprovecha el <i>Colletotrichum</i> para atacar la lámina foliar y ocasionar la caída prematura de las hojas. Las variaciones climáticas de calor y</p>	<p>La variabilidad climática está afectando el caucho porque se disminuyen las labores de sangría como consecuencia de las frecuentes e intensas lluvias. Los fuertes veranos causan defoliación en el árbol e influyen directamente en la producción de látex. La alta humedad como consecuencia del aumento de las lluvias y de la temperatura ha incidido para que los patógenos tengan condiciones más propicias para su propagación y ataquen severamente el árbol. Se evidencia mayores ataques de antracnosis, <i>Microcyclus ulei</i>, siendo muy complejo para el productor su control, debido a que no existe una herramienta tecnológica integral para manejar estas enfermedades.</p>

		<p>lluvias permanentes durante el día favorecen la aparición de este patógeno y el desarrollo de la enfermedad. Aunque en el municipio y en el departamento existen registros por el ataque de antracnosis, es importante aclarar que esta enfermedad no era de tanta incidencia en los cultivos, sin embargo, es muy probable que los cambios bruscos de temperatura, precipitación y alta humedad estén contribuyendo a agudizar esta enfermedad en la región. Ahora hay que tener más cuidado con el <i>Colletotrichum</i> que con el <i>Microcyclus ulei</i> porque este patógeno está siendo más agresivo en la defoliación de los árboles. Con respecto a la defoliación en el caucho es pertinente mencionar que años atrás este proceso se presentaba una vez al año en los meses de noviembre, diciembre y enero, donde el árbol botaba naturalmente las hojas, pero en la actualidad, el árbol mantiene en el proceso de defoliado-refoliación todo el año, reduciendo la producción de látex.</p>	
<p>¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?</p>	<p>Si se puede reducir los efectos nocivos que se está generando al ambiente, tomando conciencia y cambiando las malas prácticas. Es primordial generar educación y realizar campañas para que la gente conozca la problemática y se comprometa en la prevención.</p>	<p>Se debe reducir la deforestación, no talar ni quemar, fomentar la reforestación y proteger los bosques para la regulación del clima. También se necesita reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, de herbicidas e insecticidas. En las ciudades hay que realizar ahorro de energía, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles.</p>	<p>Si soy optimista en que la humanidad puede ayudar a reducir el cambio climático, desde la perspectiva de reconciliación con el ambiente, con la naturaleza y de reconsiderar su función en el equilibrio del planeta. Se necesita una mayor comprensión en el mundo para que la humanidad adquiera raciocinio y pase de una visión antropocéntrica a una perspectiva cosmocéntrica, en donde el humano conciba una relación más igual con los demás seres vivos, con los procesos de la naturaleza y con el ambiente en general.</p>
<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el Hevea?</p>	<p>Se necesitan campañas ambientales en los productivos, fomentar el caucho en sistemas agroforestales, investigación en clones que sean resistentes a los cambios climáticos, educación ambiental en los productores para que ellos conozcan los efectos que generan las quemadas, la deforestación y el establecimiento de la ganadería intensiva.</p>	<p>Utilizar la estimulación en el árbol para reducir costos productivos y optimizar la mano de obra. Otra acción es alargar las frecuencias de sangría para mantener la producción. Fomentar la agroforestería.</p>	<p>Cambios en los horarios de rayado, cambio en las distancias de siembra para permitirse al caucho mejores condiciones climáticas para su desarrollo.</p>

Entrevistados ▶	Duberney Casanova Municipio Florencia	Carlos Arturo Rojas Barrera Municipio de Albania	Ariel Acosta García Municipio de Curillo
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 018 06/12/2018	Entrevista No. 019 09/12/2018	Entrevista No. 020 09/12/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	El clima es muy húmedo, lluvias frecuentes y abundantes todo el año. Se percibe en el ambiente una temperatura más alta, un clima muy inestable porque se presentan días con sol y lluvias al mismo tiempo. Estas condiciones son permanentes y los cambios bruscos del clima generan más calor y humedad. En el municipio ya no se presenta el verano y el invierno marcado de hace 10 años, ahora llueve todo el año y la humedad es más alta.	El verano es intermitente, los rayos solares son agudos y las horas luz en el día han disminuido. Las lluvias son prolongadas durante todo el año, se presencia una alternancia frecuente en el clima entre lluvia y calor. La humedad es más alta y el calor es más intenso.	Llueve más que antes, la temperatura está más elevada y el verano es más intenso, el sol calienta más. Todo esto está afectando a la naturaleza, al ecosistema, los pastos, el ganado, el agua de los ríos y las quebradas. Se percibe un clima más caliente a pesar del aumento de las lluvias. Ya no existe un mes definido para las siembras, se realiza en cualquier época del año, excepto en enero, porque sigue siendo caliente, aunque se presentan lluvias frecuentes. En febrero siguen las lluvias progresivamente hasta final de año.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	Antes se tenía definido meses de verano y de invierno, se podía establecer el tiempo de labores culturales en los cultivos, como días de limpieza, mantenimiento y fertilización. Ahora esos meses han cambiado porque llueve todos los días y no es muy claro las proyecciones de verano en el municipio.	Se han presentado cambios en el clima. Antes el calor era más suave, el verano estaba más definido por los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Este periodo era caluroso en el municipio y denominaba como la época seca. Las lluvias también estaban más delimitaban en el año y se producían en mayo, junio y julio. Ahora no se puede determinar cuándo inicia el verano o el invierno en el municipio, porque las lluvias caen en todo el año. Desde hace diez años el clima ha cambiado en el municipio, principalmente, porque las lluvias y las temperaturas han aumentado y la distribución de la precipitación es constante en todo el año.	Cambios en la distribución de las lluvias y el verano, porque hace 10 o 15 años se presentaba invierno muy fuerte en los meses de mayo, junio y julio. El tiempo seco en el municipio se daba finalizando el año, entre los meses de diciembre, enero y febrero. Esa estacionalidad ya no se presenta, ahora llueve todo el año con intermitencias de sol. Hace 30 años el clima era distinto a como se presenta ahora, los periodos marcados de lluvias y de verano se perdieron hace muchos años.
¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?	Lo relaciono con inundaciones, lluvias intensas y frecuentes que generan desbordamientos en los ríos y las quebradas.	El cambio climático lo relaciono con deshielos, calores intensos, desastres naturales por eventos climáticos como inundaciones, deslizamientos, lluvias torrenciales y pérdidas de fuentes de agua natural.	Cambio y afectación del clima de una región.

¿Por qué ocurre el cambio climático?	Por la acción humana que no es consciente del daño y que realiza actividades perjudiciales en el ambiente, en su afán por producir y sobrevivir.	Por la acción antrópica, la destrucción que hace el hombre a la naturaleza, a los ecosistemas y a la biodiversidad.	Por las malas prácticas que realizan los seres humanos a la naturaleza.
¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?	Con la deforestación, tumba y quema de bosques para el establecimiento de la ganadería.	La deforestación y la ganadería	La deforestación, las pasturas, las industrias y fábricas con la emisión de humo y gases a la atmósfera.
¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?	Sí, porque utilizamos malas prácticas agrícolas y pecuarias, no conservamos las fuentes hídricas, aplicamos agroquímicos al suelo y plaguicidas para los cultivos. Falta más compromiso para cambiar las malas prácticas y costumbres.	Si. Las malas prácticas en los suelos y la ganadería extensiva que se fomentó años atrás, son actividades que han contribuido con el daño ambiental y los cambios del clima.	Si. El municipio es agropecuario, por lo tanto, los que tenemos fincas contribuimos a la deforestación para el establecimiento de pastos y ganado. Ahora hay más conciencia de la necesidad de reforestar y de proteger los bosques. Se requiere cambiar las malas prácticas agropecuarias para dejarle algo a las nuevas generaciones y que no se vean afectadas por el clima.
¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?		El desbordamiento de los ríos y la disminución del caudal de ríos y quebradas.	Desviación del cauce del río Caquetá, se está alejando más del casco urbano, sus riberas se están ampliando, por lo tanto, se observa menos agua. Ahora se evidencia más los vendavales, las lluvias torrenciales.
¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?	Las lluvias y la elevada temperatura perjudican el desarrollo de las actividades productivas, porque se generan pérdidas económicas, afecta la salud de los animales y ocasiona la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos, en las actividades humanas y en los sistemas pecuarios. Además se altera el calendario de las siembras, de la fertilización y se pierde las enmiendas y la nutrición que se aplica a los suelos.	Afectaciones en el bienestar animal, la elevada temperatura y los rayos solares queman los cultivos, afectando la producción.	Los cambios bruscos de temperatura y precipitación han afectado cultivos, porque de un momento a otro caen lluvias muy fuertes y luego calienta, generando daños en los cultivos y afectando la cosecha. También afecta al ganado, porque lo estresa y hace bajar la producción.
¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?	El comportamiento del clima está afectando las plantaciones, debido a que la defoliación ya no se presenta como dice la literatura o como se daba en el pasado, donde ocurría una vez en el año, sino que se manejan otros términos de defoliación.	Aumento de plagas y enfermedades, reducción en la producción y afectación en el desarrollo de las plantaciones.	Las lluvias han aumentado el ataque de raya negra en el tronco, afectando la producción. Esto genera más gastos económicos al productor, porque se aumenta el manejo fitosanitario del cultivo, con la contratación de mano de obra y la compra de fungicidas y

	<p>Ahora este proceso se presenta en otros meses del año y sucede dos y tres veces. Esta situación genera consecuencias en el cultivo, afectando la sangría y la producción de látex. Las fuertes y constantes precipitaciones que se han venido presentados en Florencia en los últimos años, impiden que se realicen las ocho o nueve sangrías en el mes. Este panorama es preocupante para los productores, porque se reduce la producción y se afecta la economía de los caucheros. Respecto a la afectación fitosanitaria del árbol, se observa ataques de raya negra por la alta humedad. A pesar de que realizan los controles en campo para reducir el ataque de hongos y plagas, los esfuerzos son en vano porque la alta humedad no se puede controlar, el cual se ha incrementado la incidencia de enfermedades fungosas como la raya negra.</p>		<p>herbicidas. Se ha presentado mayor defoliación en las plantaciones, reduciendo también la producción de látex. Desde hace 2 años se observa ataques de una plaga que se llama chinche de encaje. Esta plaga fue identificada por un grupo de investigadores que visitaron mi finca y evidenciaron en la plantación los brotes de los insectos en las hojas del árbol. Para esa fecha los investigadores manifestaron que esa plaga no estaba reportada en el Caquetá, siendo muy probable que los cambios en el clima hayan favorecido la distribución de esta plaga en el departamento.</p>
<p>¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?</p>	<p>Si. Es necesario cambiar prácticas culturales y no seguir deforestando, ni establecimiento la ganadería extensiva que contribuye a generar gases que afecta la atmósfera.</p>	<p>Se puede reforestar y recuperar áreas degradadas para proteger la biodiversidad.</p>	<p>Generando conciencia frente al daño y mejorando las prácticas al ambiente para no seguir afectando los ecosistemas. No seguir deforestando, ni quemando los bosques. Conservar las áreas boscosas, los humedales y las riberas de los ríos para producir más oxígeno.</p>
<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Establecimiento del caucho en sistemas agroforestales, cambiar frecuencias de sangría y estimular el árbol para acelerar su coagulación y evitar pérdidas por las lluvias. Cambiar distancias de siembra, estableciendo el caucho en surcos dobles y callejones amplios de 13 o 14 metros para mejorar la aireación al interior de las plantaciones.</p>	<p>Identificar áreas aptas para el fomento del cultivo, según la vocación del suelo; determinar las áreas que cumplen las condiciones agroecológicas para el establecimiento de plantaciones en el futuro, de manera que las plantaciones sean rentables y sostenibles para los productores. También se requiere transferencia de tecnología y asistencia técnica para identificar los factores de riesgo en el cultivo y adoptar prácticas de manejo para aclimatar al árbol a las nuevas condiciones ambientales y productivas.</p>	<p>Se necesita innovar con tecnología en el cultivo para reducir la humedad, resistencia a plagas y enfermedades, capacitación y formación para conocer nuevas prácticas de manejo en el cultivo. Sembrar árboles nativos de caucho para que sean más resistentes a plagas y enfermedades.</p>

Entrevistados ▶	Diego Hernán Gómez Sánchez Municipio de Morelia	Antonio Valencia Villegas Municipio de Florencia	Duván Plazas Osorio Municipio de Valparaiso
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 021 11/12/2018	Entrevista No. 022 11/12/2018	Entrevista No. 024 14/12/2018
¿Cuáles son las principales características del clima en su municipio?	El clima en el municipio de Morelia es muy cambiante, se pasa de unas temperaturas muy altas y calientes a pronunciados aguaceros. Las lluvias son torrenciales y constantes. Esta dinámica es cada día más frecuente, donde lluvia y hace sol al mismo tiempo.	El clima ha sido estable, con época de lluvias y de verano marcado en el transcurso del año. Las lluvias en el 2018 fueron abundantes durante ocho meses y tres meses en donde se presentó unos periodos menos lluviosos, con presencia de horas luz.	Lluvias prolongadas en el año con ocho y nueve meses precipitación, pero son más intensas en el periodo de abril a julio. A partir de agosto continúan las lluvias intermitentes con verano, en donde llueve y calienta el sol al mismo tiempo. Se siente en el ambiente una temperatura más alta y los rayos solares más intensos.
¿Qué cambios en el clima ha observado en los últimos años?	Se han presentado cambios en los últimos años con características observables en la precipitación y la temperatura. Se percibe más calor en el ambiente, las temperaturas son muy elevadas, las lluvias son más frecuentes. Esto se evidencia en el campo, porque anteriormente los animales no buscaban tanto refugio en las horas del mediodía, ahora el ganado en los potreros empieza a desesperarse con las altas temperaturas y esto no ocurría antes. También se escucha por parte del personal que se contrata para el jornal, algunas opiniones acerca de altas temperaturas y la intensidad de los rayos solares. Estas condiciones climáticas a veces no permiten cumplir con las labores agropecuarias que se contrata para limpiar y mantener los sistemas productivos. Con referencia al comportamiento de las lluvias y la sequía en la región, puedo asegurar que los periodos en donde se concentraba el invierno y la época seca han desaparecido. Hace 10 años se presentaba unos meses en donde se concentraban las lluvias que correspondía a mayo, junio y julio. La época seca se daba entre los meses de diciembre, enero y febrero. En la actualidad ya no se presenta esos	El clima antes era más fresco, más húmedo. Ahora se perciben olas de calor con lluvias frecuentes, se siente en el ambiente una temperatura más elevada y los rayos solares son más pronunciados. Antes llovía más, pero no de manera frecuente como se presenta ahora, sino en intensidad, donde las lluvias se concentraban tres o cuatro meses en el año, iniciando abril y finalizando en julio. Ahora la distribución de las lluvias es todo el año, incluso en el periodo de diciembre, enero y febrero, conocido como la temporada seca hace 10 años. También el sol era menos agresivo, menos intenso. Los rayos solares son muy fuertes, calienta por horas y percibo que las horas luz se han reducido en los últimos años.	Antes era más fresco el clima porque existía más vegetación que regulaba la temperatura. El establecimiento de la ganadería propició la tala de bosques, de modo que aumentó el calor y la temperatura.

	periodos tan definidos, debido a que las lluvias se distribuyen durante todo el año y se ha reducido considerablemente las horas luz en el municipio. Ya no se diferencia en la región cuándo es el verano o el invierno. En octubre del 2018 se presentó un fuerte muy verano que no es usual en la región, antecedido por un periodo de casi siete meses seguidos de lluvias. Ahora en diciembre los días están acompañados de lluvias, cuando esto no se presentaba hace 10 años.		
¿Cuándo piensa en cambio climático, con qué lo relaciona o qué se entiende por él?	Lo relaciono con periodos de tiempos más largos de lluvias y de verano, acompañados por temperaturas más altas, vientos fuertes, precipitaciones torrenciales con rayos y descargas eléctricas. Básicamente es el cambio en el comportamiento de las lluvias y de la temperatura a lo largo del tiempo en una región. Si se compara el clima de hace 20 0 30 años con el actual, se evidencia que es muy distinto.	Es la alteración en el clima, porque el verano y el invierno ya no llega en la época en se esperaba. Se presentan cambios en la distribución de las lluvias y en la temporada seca, como se percibe actualmente en esta región. Estos cambios afectan los ecosistemas porque se disminuye el caudal de los ríos, los suelos se quiebran, se erosionan.	Cambios en el medio ambiente, cambios bruscos y notorios en el clima, en especial, en las precipitaciones y la temperatura.
¿Por qué ocurre el cambio climático?	Por la afectación del ciclo ambiental, del ciclo hidrológico, de la atmósfera, produciéndose el calentamiento global que altera el equilibrio ecosistémico.	Por las malas prácticas que realiza el ser humano a la naturaleza, a los ecosistemas y los recursos naturales.	Por la acción del hombre con la tumba y quema de los bosques para el establecimiento de pastos y cultivos.
¿Cuáles son los factores o las acciones que lo provocan?	La deforestación, la ampliación de la ganadería que acaba con áreas de bosques protegidos, que tradicionalmente se tumba y quema para establecer pastos. También la falta de conocimiento de la gente que compra fincas y llega a talar los bosques que protegen las riberas de los ríos.	La capa de ozono que produce el efecto de invernadero, el calentamiento global, las pruebas atómicas que liberan gases tóxicos a la atmósfera, la explotación petrolera, la deforestación, la ganadería extensiva.	La tala indiscriminada y la ganadería.
¿Considera que sus actividades cotidianas contribuyen al cambio climático?	Dependemos de prácticas agropecuarias que afectan al ambiente y somos consumidos de productos que contribuyen al cambio climático.	No estoy causando ninguna afectación al clima, por el contrario, estoy dedicado a la siembra de árboles.	Si, a través del establecimiento de la ganadería.
¿Qué sucesos han ocurrido en su municipio asociado al cambio climático?	Los aguaceros son muy torrenciales y están acompañados de muchas descargas eléctricas. En la zona donde se ubica la vereda Agua Azul y la vereda Sinaí, se presenta mucha descarga eléctrica y anteriormente no	Inundaciones en las vegas de los ríos, disminución de follaje para alimentar al ganado y deterioro en las vías terciarias por el invierno.	Disminución del cauce de las quebradas y los ríos, aguaceros torrenciales que generan inundaciones y crecidas súbitas de los ríos y quebradas.

	<p>era así. Se daban descargas esporádicas, pero ahora son más continuas. Hace unos días se presentó una descarga eléctrica que mató 12 reses en una finca vecina y recientemente en mi finca cayó un rayo que afectó todo el sistema eléctrico de la casa. Los vientos muy fuertes también han ocasionado la caída de árboles alrededor de las casas, siendo frecuente que los ventarrones tumben los árboles que se dejan para la protección y conservación de los suelos y como barreras rompe vientos. También los fuertes aguaceros generan un lavado en los suelos que afecta la nutrición de los mismos y causa erosión.</p>		
<p>¿Cómo le afecta o qué consecuencias trae el cambio climático en su vida cotidiana y productiva?</p>	<p>Afectación en la salud de las personas, de los animales y de los cultivos. Se reduce la producción, se disminuyen los ingresos económicos, se genera pérdida de fertilizantes y alimentos del ganado, los cultivos están más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades por la alternancia de lluvias y calor al mismo tiempo.</p>	<p>Los efectos son en la salud, en el bienestar, en la calidad de vida. En las actividades productivas hay pérdidas económicas, reducción en la producción, daño a los cultivos, muerte en los animales. Todo esto genera afectación en la economía de las familias.</p>	<p>Afectación en la producción agropecuaria, se reducen las cosechas, los animales bajan la producción de leche. Los cambios bruscos del clima generan enfermedades y plagas en los cultivos y en los animales. La salud de los humanos también se afecta porque surgen plagas que causan enfermedades infecciosas y la propagación de nuevos virus como el zika, chikungunya, dengue, entre otras.</p>
<p>¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?</p>	<p>El cambio climático está afectando el cultivo, porque las plantaciones en la mayoría de los meses del año permanecen defoliado. Esto afecta la producción, el rendimiento del látex y el bolsillo de los productores. Esto lo vea asociado a los cambios bruscos de la temperatura y al aumento de las lluvias. Es normal que el árbol de caucho pierda sus hojas y brote rápidamente con mayor durabilidad. Esto ha cambiado, porque desde hace dos años el caucho permanece defoliado todo el año y la refoliación es más débil.</p>	<p>Los impactos han sido negativos, porque si llueve mucho no se puede rayar las plantaciones. El agua que escurre lava el tronco y el látex no se puede diluir. Se disminuye los días de rayado en el conjunto del año. Un clima muy húmedo contribuye a generar brotes más severos de patógenos que provocan la caída de las hojas y la defoliación permanente en el año. Esta situación altera el rendimiento del árbol y caen los índices de productividad en el año. El aumento de patógenos en los árboles obliga al productor a realizar más controles, más inversión en las plantaciones, contratando mano de obra para limpieza, mantenimiento y aplicación de fungicidas para bajar la incidencia de las enfermedades. Ahora en las plantaciones se evidencia ataques más severos de raya negra en el tronco, causado por la <i>Phytophthora palmivora</i>. En el caso contrario, cuando se presenta el fuerte verano, la falta de humedad en el suelo disminuye la producción</p>	<p>Las lluvias constantes no permiten el rayado de los árboles, por lo que afecta la producción. Las hojas se caen con más frecuencia, afectando también la producción.</p>

		de látex, porque un componente importante del látex es el agua. Si se presenta un verano fuerte y prolongado, el árbol se defolia y se reduce la producción. Este año se han presentado cuatro defoliaciones en los cultivos, cuando normalmente es una.	
¿Cree que se puede hacer algo para reducir el cambio climático?	Se pueden adoptar medidas como reforestar, proteger las rondas de los ríos y quebradas, enriquecimiento de bosques con especies nativas, no talar, no quemar y generar acciones de sensibilización en las personas para no generar más daño a los ecosistemas.	Sí. Se debe tomar conciencia para hacer mejor uso de los recursos naturales y realizar actividades de reconciliación con el ambiente y la biodiversidad como reforestar, cuidar los ríos, reducir las basuras, entre otros.	Si. Todos tenemos que contribuir para conservar los bosques, evitar las quemadas, reforestar, cuidar los ríos, los suelos, la biodiversidad.
¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?	Asistencia y acompañamiento técnico en los cultivos para la orientación en el manejo de la defoliación, realizando algún modelo de intervención en las plantaciones que permitan acondicionar los árboles para evitar la caída de las hojas y la resistencia de las mismas a través de planes de nutrición y prácticas culturales. La humedad en el cultivo se puede reducir en la medida en que exista una dinámica económica, porque cuando se tiene recursos de la venta del látex, se pueden realizar prácticas culturales y mantenimiento para reducir arvenses y controlar plagas y enfermedades. Trabajar en la recarga de acuíferos con agua de lluvia y recuperación de fuentes hídricas con reforestación.	Para reducir la sequía y la baja productividad del látex se requiere establecer sistemas de riego. El establecimiento de sistemas de riego sería una inversión adicional y una tecnología nueva para el Caquetá, en razón a que el ciclo de lluvias de la Amazonia había sido muy estable, entonces, el agua en los suelos del Caquetá no era una limitante. Además, es importante tener claro que no existen registros de cuánto látex se deja de producir por ausencia de la humedad en el suelo, siendo indispensable incluir esta medición en la asistencia técnica, para cuantificar las pérdidas económicas y adoptar estrategias para reducir la afectación financiera. Es probable que durante la temporada de verano cuando los árboles inician la defoliación, la producción se puede disminuir en una 4a parte aproximadamente. Ese análisis costo/beneficio se debe realizar en el Caquetá, porque si la producción baja considerablemente por la ausencia de humedad en el suelo, es preferible invertir en un sistema de riego que me garantice producción permanente durante todo el año. Pensar en un sistema de riego implica establecer reservorios de agua o jagüeyes para captar el agua lluvia y aprovecharla en tiempo de verano. En cuanto a las medidas para afrontar las lluvias y no afectar el rayado, se puede adaptar una sombrilla en los árboles que permiten realizar el rayado en época de lluvia. La sombrilla genera una protección en el panel de sangría cuando se hace la herida, evitando la pérdida del látex por el lavado del tronco. Otra medida es no seguir sembrando caucho en terrenos planos, ni en vegas, porque el sistema de riego necesita terrenos más pendientes para su efectividad.	Reducir los abonos químicos, herbicidas y fungicidas; utilizar abonos orgánicos y brindar capacitación y transferencia de nuevas tecnologías para el manejo del cultivo, de acuerdo con los factores climáticos que lo afectan.

ANEXO 15. Matriz de entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones

Entrevistados ▶	José Ricardo Gutiérrez ASOHECA	José Darío Garzón Secretaria de Agricultura Caquetá	Yeraldine Vargas AGROSAVIA
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 012 04/12/2018	Entrevista No. 013 04/12/2018	Entrevista No. 015 05/12/2018
<p>¿Qué cambios en el clima ha observado en el departamento en los últimos años?</p>	<p>Aumento en la temperatura, inviernos y periodos secos muy fuertes, intensos y prolongados.</p>	<p>La periodicidad del clima ha cambiado con referencia a las variables de precipitación y temperatura. Las horas de brillo solar han estado normalmente entre 6 y 7 horas promedio en el departamento, aunque un poco más en la zona norte y menos en el sur. Las lluvias son más abundantes, frecuentes y prolongadas, con presencia de días más nubados y reducción de las horas de luz. Las temperaturas también han aumentado, el ambiente es más caluroso y la humedad más alta.</p> <p>Desde hace 8 o 10 años el comportamiento de las lluvias no es mismo y se siente más calor que antes, de modo que se eleva la temperatura por algunas horas en el día. El periodo seco ya no se está viviendo en el departamento, porque las lluvias son constantes todo el año con promedios entre 3.500 a 4.000 mm anuales. La temperatura antes era más fresca con registro de 24 y 25°C en promedio y ahora se presentan registros entre los 26 a 30°C en el piedemonte Amazónico donde se ubicada la mayoría de los asentamientos urbanos. Es posible que la temperatura sea mayor en la llanura amazónica.</p>	<p>Cambios en la temperatura, precipitación, humedad. Se observa alteración de la frecuencia e intensidad de las lluvias, aumento de la temperatura, olas de calor, aguaceros torrenciales que se generan en corto tiempo, siendo muy frecuente las lluvias fuertes y rayos solares intensos.</p>
<p>¿Cómo era el clima antes en el departamento?</p>	<p>Hace 10 años existía unas épocas más definidas de invierno y verano, donde las fuertes lluvias iniciaban en mayo, junio y julio. Los periodos secos se daban a final de año, en los meses de noviembre hasta febrero. Ahora esta tendencia ha cambiado y se presentan lluvias más prolongadas, intensas y abundantes desde febrero hasta octubre. Los meses secos ya no están tan definidos, porque la constante climática en el departamento desde hace años se caracteriza por lluvias permanentes, con</p>	<p>Antes se presentaba dos temporadas en el año que estaban definidas por unos meses secos y otros de invierno. En el departamento la época seca no era muy uniforme, debido a que la zona norte tenía unos veranos más intensos por estar más cerca a la Orinoquía, en comparación con el centro y sur del departamento. La época muy seca se ubicaba entre los meses de diciembre, enero y febrero de todos los años, pero también se presentaban un verano más leve entre los meses de agosto y septiembre, que estaban acompañados de vientos fuertes. El periodo de invierno iniciaba en abril y se intensificaba en los</p>	<p>El Caquetá presentaba dos temporadas muy marcadas de verano seco y de invierno. La primera iniciaba en noviembre, se incrementaba el calor entre diciembre - enero, finalizando en febrero. La temporada de lluvias se presentaba entre mayo, junio y julio. El mes de agosto eran los vientos, luego seguían lluvias esporádicas entre septiembre y octubre para dar paso al verano de fin de año. Este escenario climático se presentaba hace 10 o 15 años. Ahora el clima es diferente, porque llueve casi todo el año, incluso en los meses de</p>

	pocas horas de sol, pero intensas. Durante el día se presentan lluvias y horas de luz muy cortas, pero intensas, de manera que aumentan la humedad del aire y elevan la temperatura. El clima durante el día y durante el año es cada vez más incierto, la distribución de las lluvias es permanente, las temperaturas más elevadas y ahora no es tan claro los periodos de invierno y verano en el departamento.	meses de mayo, junio y julio.	diciembre, enero y febrero.
¿Qué se entiende por el cambio climático?	El cambio climático es un fenómeno que existe y que la acción humana a contribuido a su desarrollo. Se caracteriza por el cambio o las variaciones que ha tenido el clima en los últimos años, donde la distribución de las lluvias se ha alterado en muchas zonas y la temperatura cada día se eleva, causando un descontrol en la atmósfera y en el ambiente.	El cambio climático históricamente es un fenómeno que ha sido casi cíclico en la humanidad, por cambios en la geología y en el ambiente en general, sin embargo, la alteración tan pronunciada que presenta las variables de precipitación y temperatura están siendo actualmente relacionadas con el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Este proceso hace que se genere un calentamiento en la superficie e influye directamente en el comportamiento del clima.	El cambio climático ha generado fenómenos meteorológicos extremos en el departamento como olas de calor, aguaceros torrenciales que provocan inundaciones, vendavales, entre otros. También ha contribuido en la alteración de las condiciones del clima, en especial, las variables de precipitación y temperatura. El comportamiento de estas variables ha cambiado en el transcurso del tiempo por factores relacionados con el calentamiento global y aumento en el efecto invernadero.
¿Cuáles son los factores o las acciones que contribuyen al cambio climático?	El aumento de los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y otros compuestos por el uso de fertilizantes, combustibles fósiles, insecticidas, basuras y otras actividades industriales que liberan gases tóxicos para el ambiente.	El modelo de civilización que vivimos basados en el consumismo y en la dependencia de los derivados del petróleo, contribuye a generar más contaminación y producción de gases tóxicos que causan el efecto invernadero. También la liberación de metano en la ganadería y la emisión de óxido nitroso por el uso de los fertilizantes, representan causas que generan el cambio climático. La deforestación para la ampliación de la frontera agropecuaria.	En el departamento del Caquetá está relacionado más que nada con la deforestación para el establecimiento de pasturas y cultivos.
¿Qué causas provoca el cambio climático?	La deforestación, las quemas, los incendios, la ampliación de la frontera agrícola.	El cambio climático actual está siendo generado por la acción del hombre con los procesos industriales y malas prácticas han ambiente.	El incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera genera el efecto invernadero y el calentamiento global, contribuyendo a la modificación del clima. Estos gases son liberados por la deforestación, la ganadería, el uso de combustible fósil, las energías convencionales, entre otros.

<p>¿Considera que el cambio climático genera riesgos en el departamento?</p>	<p>Las variaciones climáticas representan un riesgo en el departamento porque en los periodos de fuerte verano las cuencas hídricas han perdido su caudal, el agua ha disminuido en muchos ríos y quebradas que están afectando los sistemas productivos, ecológicos y humanos en el departamento.</p>	<p>Si genera riesgos, porque las lluvias torrenciales hacen aumentar los riesgos por inundación y desbordamiento de ríos que afecta los sistemas productivos y las poblaciones humanas. Los veranos cortos pero intensos generan otros riesgos asociados con la afectación de estrés calórico en los bovinos, disminución en el cauce de ríos y quebradas que perjudica los acueductos, la navegabilidad fluvial y la captura de agua para el desarrollo óptimo de los sistemas productivos.</p>	<p>Si. Los cambios se han dado en la reducción del caudal de muchos ríos y quebradas. Las lluvias torrenciales y súbitas generan inundaciones en las ciudades y los cultivos. Estas inundaciones han sido más recurrentes los últimos años. Las olas de calor y la elevada temperatura, al igual que las lluvias intensas han generado problemas en la salud humana, animal y fitosanitaria. El aumento de las plagas y las enfermedades están afectando los cultivos y reduciendo la producción.</p>
<p>¿Qué consecuencias puede traer el cambio climático para el sector agrícola en el departamento?</p>	<p>En el sector agrícola la incertidumbre es muy grande porque los cambios bruscos en el clima, sobre todo en la distribución de las variables de precipitación y temperatura están afectando los cultivos por falta o exceso de agua, se altera el ciclo de siembra, se presentan pérdidas económicas por los bajos rendimientos en las cosechas, por la pérdida de fertilizantes en el suelo, debido a que el verano o las lluvias evitan que los nutrientes se fijen de manera eficaz en el suelo. También las fuertes lluvias y los suelos carentes de vegetación generan deslizamiento de tierra e inundaciones que no permite el tránsito en las vías, situación que perjudica a los productores, porque no puede comercializar sus cosechas o a veces se dañan por la tardanza para llegar a los centros urbanos.</p>	<p>Teniendo en cuenta que la época de verano se perdió en el departamento, debido a que a partir de enero inician las lluvias y se extienden hasta mediados del mes de diciembre, se ha visto con preocupación que esta variabilidad climática afectó el periodo de fructificación de muchos cultivos. Prácticamente el verano técnico de hace 10 años se redujo, al igual que el brillo solar, el cual ha venido afectando significativamente la producción de los cultivos. Las apuestas productivas como el caucho, el cacao y la piscicultura han resultado afectadas porque requieren sol para producir y se aumentaron las enfermedades por la alta humedad.</p>	<p>El sector agrario presenta una mayor vulnerabilidad ante el cambio climático porque es muy dependiente de variables meteorológicas como la precipitación y la temperatura. La elevación de la temperatura, el aumento de las lluvias y la radiación solar generan un efecto negativo en la producción y el rendimiento de los cultivos. El incremento de las temperaturas eleva la evapotranspiración e influye en la fotosíntesis de las plantas, por cuanto se afecta la producción. El aumento de las temperaturas y los cambios de las pautas de precipitación favorecen el desarrollo de fitopatologías en los cultivos que afectan la producción y el rendimiento.</p>
<p>¿Cuáles han sido los impactos en el <i>Hevea brasiliensis</i> por el cambio climático?</p>	<p>Las variaciones climáticas han ocasionado pérdidas en la producción de látex, debido a que las lluvias intensas y prolongadas no permiten el rayado del árbol y la alta humedad en el ambiente propicia el</p>	<p>La reducción de brillo solar y el aumento de las lluvias han generado disminución en la productividad. Las variaciones climáticas también alteraron el ciclo de fructificación y la producción de semilla.</p>	<p>Aumento en la defoliación del árbol ocasionando afectación en la producción. Las nuevas condiciones climáticas de la región han generado mayor humedad, favoreciendo el desarrollo de nuevas fitopatologías como la</p>

	<p>aumento de patógenos que atacan las plantaciones y reducen la productividad. Durante el 2018 las lluvias fueron muy intensas y permanentes en el departamento, de modo que interrumpieron las labores de rayado y el rendimiento productivo disminuyó. La alteración en el clima en el 2018 también afectó los procesos de defoliación y refoliación en el árbol. Este año se presentaron varias defoliaciones, cuando la tendencia es una defoliación, motivo por el cual afectó significativamente la producción este año.</p>	<p>El aumento de la humedad en los cultivos densos de caucho ha generado el ataque de patógenos de alta incidencia económica como el <i>Microcyclus ulei</i> y el <i>Colletotrichum</i>. Las nuevas condiciones climáticas se convierten en ambientes favorables para la incidencia de estos hongos que ataca el follaje del árbol, el tronco y los frutos del caucho.</p>	<p>antracnosis y ataques más severos del <i>Microcyclus ulei</i>. Desde hace dos años se observa en las plantaciones la disminución de la dehiscencia del fruto, afectando la salida de la semilla, y en consecuencia, se ha reducido la producción de material de propagación en el departamento. Este aspecto se evidenció en las parcelas de observación que tiene AGROSAVIA en el municipio de Belén, donde fue muy notoria la presencia de zonas necróticas en el fruto, observándose manchas de color pardo que invadían el interior del fruto y no permitían su eclosión para la producción de semilla.</p> <p>Estos síntomas son muy característicos del <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>, hongo causante de la antracnosis, lo que generó una alerta en campo, concluyendo que en las parcelas había presencia de esta enfermedad. La antracnosis en el departamento ha surgido con mayor afectación y de manera más agresiva en los cultivos que el mismo <i>Microcyclus ulei</i>. Las condiciones de alta humedad relativa y las elevadas temperaturas que se registran en el Caquetá en los últimos años, han favorecido la diseminación de esta enfermedad en el departamento. Otro síntoma característico que se evidenció en las plantaciones y que permitió determinar la presencia de esta enfermedad en el árbol fue la marchitez y la caída prematura de las hojas. Se observan lesiones en las hojas con manchas de color marrón que terminan marchitando las ramas y produciendo la caída de las hojas. En cuanto a plagas se identificó ataques de chiche de encaje en las hojas, favorecidas por los cambios bruscos de la temperatura, los aumentos en la lluvia y la alta humedad relativa.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>¿Qué procesos investigativos adelanta su institución respecto a temas relacionados con el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Existe un convenio con el SINCHI y la Universidad de la Amazonia para investigar en campo un clon que se adapte a las condiciones del clima actual y que sea más resistente al ataque de plagas y enfermedades, en especial, al <i>Microcyclus ulei</i>.</p>	<p>La Secretaria de Agricultura lidera los acuerdos de las cadenas productivas en el departamento y los planes de acción están siendo orientados para afrontar la competitividad y la productivas frente al impacto del cambio climático, por cuanto existe un compromiso de los gremios, la academia y los productores para desarrollar acciones tendientes a reducir los factores que están contribuyendo a este fenómeno, adoptando medidas para la adaptación al mismo. En cuanto a investigación, el departamento si avanza en estudios relacionados con el <i>Hevea brasiliensis</i>, debido a que con los ingresos de regalías, la Gobernación le aprobó al SINCHI una investigación para explorar clones propios de la región, adaptados a las condiciones climáticas que los hagan más resistentes a plagas y enfermedades.</p>	<p>Desde el 2016 Agrosavia viene realizando la evaluación del comportamiento fisiológico del caucho en parcelas de observación en el municipio de Belén de los Andaquíes, con el propósito de estudiar más en detalle el funcionamiento del <i>Hevea brasiliensis</i> y sus procesos metabólicos, que incluye el análisis del comportamiento climático en el cultivo, factores nutricionales, estado fitosanitario, desarrollo productivo, entre otros. Este estudio hace parte de las medidas y estrategias que se ha trazado la institución para investigar el impacto del cambio climático en el sector agrícola, en especial, en el <i>Hevea brasiliensis</i>, y sus interacciones con el medio ambiente, relacionado con factores climáticos, nutricionales.</p>
<p>¿Desde el rol de su institución, se ha propuesto algo en los planes de acción anual para la adaptación al cambio climático?</p>	<p>Desde hace dos años se han trazado acciones que están dirigidas a procesos de capacitación, transferencia de tecnologías y prácticas relacionadas con la adaptación a las condiciones del clima y a generar conocimiento en el cambio climático para saber actuar frente a este fenómeno en lo productivo y fitosanitario.</p>	<p>La gobernación de Caquetá y en especial, la Secretaria de Agricultura departamental han avanzado en el cumplimiento de la normatividad fijada por el Ministerio de Ambiente, en cuanto al establecimiento y liderazgo de la gobernación para conformar el nodo regional de cambio climático Amazonia. También se avanza en la construcción del plan territorial de adaptación al cambio climático para identificar y definir medidas de mitigación de los gases efecto invernadero en el departamento. Otros instrumentos que se están construyendo es el plan de seguridad alimentaria, el plan de gestión del riesgo departamental, el ordenamiento productivo y social de la propiedad rural y los planes de ordenamiento territorial. Estos mecanismos son la ruta de acción para fortalecer al departamento en la prevención y el manejo del cambio climático.</p>	<p>Si. En el plan anual de la institución se tiene contemplado el desarrollo de investigaciones que permitan conocer los impactos del <i>Hevea brasiliensis</i> frente al cambio climático. Las parcelas de monitoreo en el municipio de Belén de los Andaquíes es una de ella y la otra investigación del orden nacional es la creación de un sistema de apoyo geográfico para el seguimiento y gestión técnica agroecológica en plantaciones de caucho en núcleos productivos del país, a través de una plataforma tecnológica denominada SIG WEB Caucho. Esta última investigación busca determinar las áreas óptimas para el establecimiento del cultivo, establecer la zonificación agroecológica y generar un banco de datos como insumo del sistema de información geográfico para la toma de decisiones de fomento del cultivo, estableciendo condiciones óptimas para su desarrollo. Se espera tener resultados de la investigación SIG WEB Caucho en 2 años.</p>

<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Manejar los cultivos en sistema agroforestal, evaluar y monitorear el estado nutricional de las plantaciones para fortalecer el estado fenológico de los árboles y puedan ser más resistentes a las nuevas condiciones climáticas y ambientales. Direccionar políticas públicas para incorporar las plantaciones de caucho en programas de pago por servicios ambientales, de tal manera que los productores pueden recibir otros subsidios por conservación y fomento. Lo anterior, teniendo en cuenta que el <i>Hevea brasiliensis</i> además de ser una especie productora es reforestadora y recuperadora de suelos degradados. Si se reconocen estos instrumentos económicos en el caucho, sería una gran contribución para el ambiente y la economía de los productores, porque permite aliviar los altos costos que se asumen en el periodo improductivo del cultivo, se incentiva el fomento, la conservación de las plantaciones, se recuperan los suelos y se mitigan los GEI al fijar CO₂ al suelo.</p>	<p>Establecimiento de plantaciones de caucho en sistemas agroforestales; el cambio de los clones y la exploración de una base genética propia del departamento, para que el árbol sea más resistente a las variaciones climáticas, y por ende, al ataque de las plagas y enfermedades.</p>	<p>Continuar los procesos de investigación para determinar las condiciones climáticas y ecológicas del cultivo que permitan tomar decisiones para su fomento y desarrollo en la región. Generar procesos de transferencia de tecnología para dar a conocer resultados a los productores y establecer medidas de manejo fitosanitario que reduzca el ataque de plagas y enfermedades. Continuar impulsando el caucho en agroforestería para reducir la proliferación de plagas y enfermedades. Modificación de áreas de siembra de acuerdo a los requerimientos del cultivo en cuanto a humedad, temperatura y precipitación.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Entrevistados ▶	Diego Francisco Castro Rojas Universidad de la Amazonia Mesa Sectorial de Caucho	Ismael Dussán Guaca UNAD	Armando Sterling Cuéllar SINCHI
Núcleos de las preguntas ▼	Entrevista No. 016 05/12/2018	Entrevista No. 017 05/12/2018	Entrevista No. 023 11/12/2018
<p>¿Qué cambios en el clima ha observado en el departamento en los últimos años?</p>	<p>Aumentos en las precipitaciones, temporadas de calor, mayor intensidad de los rayos solares, incrementos en las temperaturas.</p> <p>En el 2018 la temporada de lluvias se alargó más de lo esperado, con presencia de fuertes precipitaciones y pocas horas de luz que aumentaron la humedad relativa en el ambiente. El periodo de lluvias se prolongó por más de 6 meses, en comparación con el 2017. Esto significa que en los 10 últimos años el clima ha variado bruscamente, debido a que se evidencia una inestabilidad climática en el departamento, con días que se caracterizan por la presencia de lluvias repentinas, olas de calor que elevan la temperatura, nubosidad y alta humedad relativa.</p>	<p>Incrementos paulatinos en la temperatura, sobre todo en algunas épocas del año. La temperatura en el departamento fluctúa entre los 22 y 32°C, sin embargo, se ha sentido que en algunas épocas del año esta variable ha superado estos valores, registrando valores por encima de los 34°C en algunas horas del día, más que todo en las horas del mediodía. El comportamiento de esta variable tiene un impacto sobre la región, en particular para las personas, los ecosistemas, la biodiversidad. Esto podría generar que, en el futuro, algunas plantas nativas que son muy sensibles a estos cambios climáticos puedan experimentar impactos negativos y no logren adaptarse satisfactoriamente.</p> <p>Fisiológicamente una planta después de los 30 °C no hace fotosíntesis, sino que se dedica a respirar, siendo muy difícil que pueda cumplir sus funciones fisiológicas bajo esas condiciones. Esto significa que en el futuro muchas especies de plantas y animales serán muy afectadas porque no están preparadas para adaptarse a las nuevas condiciones del clima. Otros cambios en el clima es que en algunas zonas del departamento se han concentrado las lluvias que antes eran bien distribuidas en el año. En el Caquetá las pluviosidades se daban entre marzo y agosto en condiciones normales, bajo un régimen monomodal. También se tenía una época seca de septiembre, octubre y noviembre de bajas lluvias, sin embargo, existía una época más seca e intensa desde noviembre hasta enero.</p> <p>En la actualidad esta época seca ha aumentado y este periodo es más largo, donde ya no cae la misma pluviosidad que se presentaba en años anteriores, debido a que las lluvias han estado concentradas en los meses de marzo a julio. Esto tiene algunas implicaciones en el calendario agrícola del departamento porque obliga a cambiar fechas de siembras y a tomar otras decisiones en la zona. Así mismo, las altas temperaturas de la región están ocasionando incendios en bosques nativos y conservados.</p> <p>En cuanto otros indicadores de clima, aunque no se tiene registros, se percibe en el ambiente que la radiación solar es más intensa, al igual que la velocidad de los vientos.</p>	<p>Incrementos en las temperaturas, mayor precipitación en algunas zonas del Caquetá y menores lluvias en otras. De acuerdo con el estudio del IDEAM, según la 3a CNCC, la Amazonía no está proyectada para tener déficit hídrico, pero sí variaciones en las temperaturas.</p> <p>La percepción del cambio climático en la región Amazónica, y en especial, en el departamento de Caquetá podría estar relacionado con el efecto invernadero. Este efecto es muy visible en regiones como ésta, donde es común la presión esporádica de precipitaciones que están acompañadas de temperaturas elevadas. Estos cambios son más evidentes cada día, donde se han alterado los registros de precipitación, encontrando meses que usualmente eran secos, ahora se presentan lluvias atípicas. Este comportamiento de lluvias irregulares se ha venido presentando en los meses de diciembre, enero y febrero, meses en los cuales eran considerados como secos hace algunos años. En la actualidad se presentan lluvias todo el año y temperaturas elevadas que afectan el sector agropecuario.</p>

<p>¿Cómo era el clima antes en el departamento?</p>	<p>Existían épocas acentuadas y diferenciadas de mayor precipitación en el año, con temporadas secas donde se reducía considerablemente las lluvias en el departamento. Estos eventos se presentaban en los meses de noviembre a marzo cuando iniciaba una estación seca. En abril iniciaban lluvias y se intensificaban en mayo, junio y julio. Entre agosto, septiembre y octubre se daba una transición fresca en el clima, acompañada por vientos que daban paso al inicio de verano. Este panorama se daba hace 10 o 15 años atrás.</p>		<p>El clima del Caquetá estaba más definido por temporadas lluviosas y secas. Los meses de mayo, junio y julio eran los meses de mayor precipitación en el departamento. Luego se agosto y septiembre se presentaban vientos con menos lluvias para dar paso a la temporada seca que iniciaba en diciembre y finalizaba en febrero o marzo. Las lluvias se concentraban básicamente en tres meses en el año y la temperatura era más estable.</p>
<p>¿Qué se entiende por el cambio climático?</p>	<p>Es un fenómeno que se necesita conocer más a fondo para comprender el comportamiento de las variables que integran el clima, y así establecer desde la academia unas propuestas que den solución al manejo de los sistemas productivos, que son tan sensibles a las variaciones climáticas. Las respuestas deberán estar orientadas hacia modelos productivos que permitan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas en el departamento.</p>	<p>Es un proceso irreversible que debemos prepararnos para afrontar los impactos que viene ocurriendo y que serán más intensos y perjudiciales en el futuro. Ahora se presentan muchas alertas por el aumento de la temperatura y de las lluvias, ocasionando olas de calor sofocantes en las ciudades, incluso en el campo, acompañadas de lluvias torrenciales inesperadas que causan inundaciones y desbordamientos de ríos y quebradas. Adicional a esto, se necesita formar a las personas para que conozcan las causas y las consecuencias, de tal manera que puedan prepararse para afrontar los impactos climáticos adversos para la supervivencia.</p>	<p>Es un fenómeno natural que ocurre en el planeta, pero la acción humana está contribuyendo para que el cambio climático se acelere de manera negativa en los sistemas sociales, productivos y ecológicos. Para el caso de la Amazonia que geopolíticamente es muy importante, representa una preocupación mundial porque resguarda un alto porcentaje de biodiversidad, sino que en términos hídricos y de carbono genera un balance muy importante para esta región y para el mundo. El cambio climático es una preocupación regional e institucional que debe estar incluido como tema de análisis y de prioridad en todos los planes institucionales, en el plan de ordenamiento territorial, y por supuesto en el plan estratégico del SINCHI.</p>

<p>¿Cuáles son los factores o las acciones que contribuyen al cambio climático?</p>	<p>Con la acción humana que realiza actividades perjudiciales en el ambiente. En el Caquetá, los factores que contribuyen al cambio climático están relacionados con la deforestación, ampliación de la frontera agrícola para potrerizar zonas boscosas, cambio en el uso del suelo para el establecimiento de sistemas productivos que no son compatibles con la oferta ambiental del departamento.</p>	<p>El cambio se está dando por efectos antrópico, donde el humano causa deforestación y acaba con los sumideros de carbono. El departamento de Caquetá es una de las zonas que más está contribuyendo a generar emisiones de gases de efecto invernadero producto de la deforestación y la ganadería. El impacto es nefasto porque se devuelve a la atmósfera todo el CO2 que se libera en la deforestación, influyendo para que se alteren las condiciones climáticas. Además, la ganadería en el Caquetá cada año está aumentando su área productiva, debido a que muchos productores de otra parte del país están comprando fincas en el departamento para tumbiar bosque y establecer pastos. Esto sucede porque en otros departamentos la situación es tan crítica que no existen condiciones ambientales para establecer este modelo productivo. Otro aspecto que influye es que las tierras en el Caquetá son muy baratas, lo que permite acceder a ella con facilidad.</p>	<p>Con la acción antrópica que se realiza al ambiente y a los ecosistemas. Las actividades humanas han contribuido a que el cambio climático se acelere o se intensifique.</p>
<p>¿Qué causas provoca el cambio climático?</p>	<p>En el Caquetá se genera principalmente por la deforestación para el establecimiento de pasturas para la ganadería extensiva.</p>	<p>La intervención humana ha realizado impactos negativos al ecosistema con el establecimiento de sistemas y modelos productivos que no son acorde a la oferta ambiental del departamento ni a la vocación de los suelos. Estas actividades corresponden a la deforestación y la ganadería básicamente.</p>	<p>La deforestación. Caquetá es el departamento más deforestado del país. La deforestación implica pérdida de carbono, liberación de CO2 y de otros gases de efecto invernadero que incrementan el efecto negativo hacia la atmósfera, generando la alteración de las variables climáticas. La deforestación se ha dado en el departamento para el establecimiento de pasturas para la ganadería extensiva.</p>
<p>¿Considera que el cambio climático genera riesgos en el departamento?</p>	<p>Si genera riesgos, porque la alteración de las variables climáticas deteriora el hábitat de muchos ecosistemas en el departamento, genera pérdidas de especies, surgimiento de nuevas enfermedades y afectación en la salud de las personas, los animales y las plantas.</p>	<p>Si genera riesgos, inclusive ya se están sintiendo en el departamento por el aumento de la temperatura. La ganadería y la deforestación generan un calentamiento mayor del suelo y del agua. Esto ha causado la disminución del cauce de muchos ríos y quebradas que son importantes para el ciclo ecológico de muchas especies y para los sistemas productivos y sociales en el departamento. También hay evidencia de desplazamiento de la fauna que, al secarse las fuentes de agua, muchas especies deben migrar a otras zonas para sobrevivir. Otras evidencias que generan riesgos en el departamento es la presencia de fuertes vientos que tumban árboles y afectan los techos de las viviendas. Con las altas temperaturas el ganado sufre mucho para mantenerse en condiciones adecuadas, afectándose la producción de leche. El futuro no es nada alentador, sobre todo para las especies nativas de flora y fauna que están sufriendo los cambios bruscos en clima, donde seguramente muchas no podrán adaptarse a esas nuevas condiciones, y en consecuencia desaparecerán. En el largo plazo, las actividades humanas también serán afectadas, porque será muy difícil producir bajo las nuevas condiciones climáticas. Se</p>	<p>Si. Los impactos graves se dan en los sistemas productivos y la biodiversidad que son altamente sensibles a los cambios del clima y los fenómenos climáticos extremos.</p>

		tendrán que plantear estrategias para convivir con el futuro panorama climático en la región.	
¿Qué consecuencias puede traer el cambio climático para sector agrícola en el departamento?	Los sistemas productivos ya no responden satisfactoriamente al nuevo comportamiento del clima, se afectan las siembras, la productividad y el desarrollo de los cultivos, por el aumento de la temperatura y las lluvias. En consecuencia, se generan condiciones favorables para la aparición de nuevas plagas y enfermedades que afecta el desarrollo y las cosechas. Esto representa pérdidas económicas, migración a las ciudades, desempleo y mayor pobreza. Además, los productores no están preparados para afrontar estas nuevas condiciones climáticas, por lo tanto, los impactos son nefastos para el sector agrícola que carece de tecnología y de medidas preventivas para su mitigación y adaptación.	Se prevé que para los próximos años no se va a realizar fomento del cultivo de caucho en el departamento de Caquetá, y menos en la zona sur, por condiciones agroecológicas. Esta discusión se ha dado en la mesa sectorial del caucho, debido a que las actuales condiciones climáticas no han favorecido el desarrollo de las plantaciones, por el contrario, se han afectado severamente y con ello, la economía de los productores caucheros. La perspectiva es que se pueda ampliar la base genética a partir de cauchos nativos, clones caqueteños que sean más resistentes a los cambios climáticos y menos vulnerables a plagas y enfermedades. Las nuevas condiciones climáticas están afectando los sistemas productivos con la disminución de la producción, incidencia de nuevas plagas y enfermedades, reducción en el rendimiento de los cultivos, entre otras.	Riesgos fitosanitarios en los cultivos. Los cambios en el régimen pluviométrico y los aumentos de la temperatura intensifican los problemas fitosanitarios y pone en riesgo muchas de las apuestas productivas del departamento.
¿Cuáles han sido los impactos en el Hevea brasiliensis por el cambio climático?	Las variaciones climáticas han alterado el ciclo de la defoliación y refoliación en el árbol, debido a que se están presentando varias defoliaciones en el año y esto afecta la producción de látex. Las lluvias frecuentes e intensas interrumpen el proceso de rayado y recolección del látex. Así mismo, el aumento de las lluvias y la reducción de horas sol en el departamento, han generado ambientes propicios para que el árbol sea más susceptible a enfermedades fungosas que afectan no solo su desarrollo, sino que inciden en la productividad.	Es posible que las nuevas condiciones puedan favorecer o afectar el sector cauchero, debido a que el departamento no tiene las mejores condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo. El Caquetá es una zona que está por encima de los 1.500 mm anuales de lluvias y en algunas zonas alcanza los 4.000 mm, como es el caso de Curillo y otros municipios al sur del departamento. Además, la humedad relativa es superior al 80%, las temperaturas están por encima de los 25°C, los vientos en algunas épocas superan los 60 Km/hora y esto es fatal para el caucho, entonces, en la actualidad no existen condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo en la región, sin embargo, se han realizado esfuerzos para sostener los cultivos y se han buscado tecnologías en campo para que la especie sea resistente a las condiciones climáticas que imperan en la región. Aun así, pienso que, si se presentan variaciones ligeras de precipitación y temperatura en el futuro, es probable que le favorezca al	La alteración en las variables climáticas está afectando el cultivo del caucho, especialmente, en términos fitosanitarios, porque ha generado mayor susceptibilidad en las plantaciones. Enfermedades de las cuales no se tenían registros históricos en el Caquetá están apareciendo, y las que están presentes se intensifican, precisamente por las nuevas condiciones climáticas que favorecen la presencia de plagas y enfermedades. El aumento de las precipitaciones genera una alta humedad que incrementa la incidencia de enfermedades fungosas en el árbol. Las enfermedades dependen de tres elementos que son el hospedero, el patógeno y el ambiente. El caucho tiene más de 60 años

		<p>cultivo para que encuentre mejores condiciones ambientales para su desarrollo. Entre los impactos negativos que le está afectando al caucho en estos momentos por las variaciones climáticas está el periodo seco, que se ha incrementado en zonas como en San Vicente del Caguán, donde el verano se ha incrementado y esto es perjudicial para el cultivo, teniendo en cuenta que el <i>Hevea</i> requiere bastante agua para su desarrollo. El suelo del Caquetá es incapaz de retener humedad por largo tiempo, debido a que las propiedades físicas del suelo no lo permiten, ya que se caracterizan por ser suelos franco arenosos que no retienen agua con facilidad. Otros impactos en el cultivo es la reducción de la producción, debido a que el rayado se ha dificultado mucho por las lluvias del 2018.</p> <p>Las labores de sangría y beneficio se han disminuido considerablemente por efecto de la alta pluviosidad. Ha sido muy difícil que los productores cumplan con las 100 sangrías al año, es decir, una sangría cada tres días porque las lluvias no permiten realizar esta labor, entonces, la producción ha bajado y con ello se ha visto afectada la economía de las familias caucheras.</p> <p>También se han presentado problemas fitosanitarios serios con el surgimiento de enfermedades y plagas nuevas, que antes no se evidenciaban en el Caquetá. Aunque el mal suramericano es la enfermedad de mayor incidencia en el caucho, también se han presentado ataques de antracnosis por la alta pluviosidad, aumento de la temperatura y de la humedad relativa. Aunque la antracnosis se ha detectado en los últimos dos años, el mal suramericano sigue haciendo su daño en las plantaciones, pero es muy probable que la antracnosis sea de más influencia que el mal suramericano. Antes no se consideraba a la antracnosis como un problema sanitario en las plantaciones de caucho, y ahora ha venido presentando altos niveles de incidencia y de severidad en el cultivo, que ataca todas las partes del árbol y puede generar muerte descendente. También produce defoliación, ataca todo el año, en especial, en la época de invierno y de transición a verano, por lo tanto, también afecta la producción de látex.</p> <p>En cuanto a las plagas, se ha evidenciado la aparición del chiche de encaje en las plantaciones, el cual produce necrosamiento y caída prematura de las hojas. Las condiciones climáticas de alta humedad y pluviosidad han favorecido su aparición, como también, los cambios de vegetación por la deforestación, el cual se ha hospedado en el caucho, haciendo de las plantaciones un nicho.</p>	<p>en el Caquetá y el patógeno es un organismo biológico que ha evolucionado, y es más agresivo, tiene más virulencia, más patogenicidad. El hospedero es el mismo material genético de hace 60 años, que se enfrenta a distintos problemas biológicos todos los años. Los agentes biológicos evolucionan y son más agresivos. La base genética es la misma y cada día es más susceptible a las condiciones ambientales que favorecen al enemigo y desfavorecen al cultivo. El resultado en la actualidad es que los problemas fitosanitarios afectan el rendimiento del cultivo en términos de productividad. Hace 10 años el rendimiento del caucho era de 1.2 T/Ha/año y ahora está por debajo de 1 Tonelada. Las plantaciones en el Caquetá tienen una densidad foliar por debajo del 50%, como consecuencia del incremento de enfermedades fungosas que son favorecidas por la lluvia y la alta humedad relativa. Enfermedades como el mal suramericano induce la defoliación del árbol, disminuye la actividad fotosintética y genera la caída de las hojas durante todo el año, afectando la producción y en algunos casos puede causar la muerte del árbol. Otras enfermedades que prevalecen en el cultivo por las condiciones climáticas son la antracnosis y la raya negra, el cual preocupan en la actualidad, porque la presencia de ellas está generando muchos limitantes para el desarrollo del árbol y la productividad. Con respecto al ataque de plagas, se evidencia el gusano cachón, el chinche del encaje y los ácaros. Las dos últimas corresponden a plagas nuevas en el Caquetá.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>¿Qué procesos investigativos adelanta su institución respecto a temas relacionadas con el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Se está realizando una investigación en convenio con el SINCHI para determinar clones que sean más resistentes a las condiciones climáticas de la región y reducir la vulnerabilidad al <i>Microcyclus ulei</i>.</p>	<p>La UNAD está apoyando una investigación que se tiene en convenio con el SINCHI, donde se explora en campo unos clones que puedan cumplir con condiciones climáticas para que se adapten a la región en el corto plazo. Como parte de la investigación, uno de los aspectos que se están valorando es la oferta ambiental de la zona, a través de parcelas de investigación en diferentes zonas del Caquetá, algunas en San Vicente del Caguán, Paujil, Florencia y Belén de los Andaquíes, con el cual se está tratando de investigar la interacción genotipo versus medio ambiente. Se busca analizar cómo se comportan los diferentes materiales genéticos, bajo diferentes condiciones agroecológicas.</p> <p>Parte de los hallazgos es que en el Caquetá se han encontrado dos zonas muy diferenciadas en cuanto a condiciones climáticas. Una corresponde a la zona norte que abarca San Vicente, Puerto Rico, un sector de Cartagena del Chairá y una parte de Solano que tienen condiciones climáticas más de Orinoquía, es decir, que corresponde a una zona de transición entre Orinoquía y Amazonía.</p> <p>La otra zona se caracteriza por abarcar el tradicional bosque húmedo tropical y el bosque muy húmedo tropical. La investigación busca diferenciar cuál puede ser la adaptabilidad de ese material genético en las dos zonas en donde se está evaluando, tratando de hacer una zonificación de condiciones óptimas del caucho.</p> <p>Con base en los resultados parciales de esta investigación se ha tomado la decisión de no realizar fomento en la zona sur del departamento en los próximos años, debido a que las condiciones agroecológicas no favorecen al caucho, de manera que, si se siguen incrementando las lluvias en el sur del Caquetá, esta zona dejará de ser interesante para el fomento del cultivo, no obstante, se espera encontrar material vegetal que se adapten a esas condiciones. Es muy probable que en el futuro los nuevos cultivos de caucho se direccionen para el norte del departamento y bajo sistemas agroforestales.</p>	<p>El SINCHI está realizando hace 10 años la investigación en mejoramiento genético, con el fin de ampliar la base genética en el departamento e identificar clones que sean más resistentes a las plagas y enfermedades de alta incidencia en el Caquetá, como el mal suramericano. En el marco de esa búsqueda de material genético resistente, se está llevando a cabo un monitoreo a nivel microclimático en las variables como precipitación, temperatura, humedad relativa, actividad fotosintética, vientos, entre otras. Se están evaluando las variables más preponderantes en las condiciones climáticas y de mayor influencia en los problemas fitosanitarios. Las parcelas de monitoreo ocupan más de 40 hectáreas y se encuentran ubicadas en los municipios de San Vicente del Caguán, Paujil, Florencia y Belén de los Andaquíes. En estas parcelas se tiene ubicadas estaciones meteorológicas a las cuales se les hace un seguimiento permanente, para correlacionar la influencia de las variables climáticas seleccionadas en la incidencia del estado fitosanitario del árbol.</p>
<p>¿Desde el rol de su institución, se ha propuesto algo en los planes de acción anual para la adaptación al cambio</p>	<p>La temática del cambio climático se está abordando con mucha responsabilidad en la Universidad y en los planes de estudio, a través de cátedras, foros, simposios, congresos y seminarios que están dirigidos a evaluar y analizar el contexto amazónico para plantear procesos sostenibles que propendan hacia la conservación y</p>	<p>Desde la UNAD se han atendido requerimientos desde la mesa sectorial del caucho para participar en ella y ser una institución consultora y asesora de tecnologías que se ajusten al manejo del cultivo en la región. Adicional a esto, la UNAD participa en investigaciones que se realizan en convenio con otras instituciones para buscar alternativas que mejoren las prácticas de manejo, la permanencia y la sostenibilidad del cultivo en campo. También desde el programa de agronomía y la escuela de ciencias agrícolas, pecuaria y del medio ambiente se están adoptando estrategias como la agroforestería en el caucho como medida de mitigación al cambio</p>	<p>El SINCHI forma parte del comité directivo del sub-nodo departamental y nodo regional de cambio climático, donde se han proyectado iniciativas relacionadas con vulnerabilidad y adaptación al CC. Referente al aporte en los planes de adaptación, el SINCHI está profundizando en la agenda nacional de caucho con investigaciones de mejoramiento genético de la especie <i>Hevea brasiliensis</i>, para</p>

<p>climático?</p>	<p>la reducción del daño a los ecosistemas. En este sentido, los procesos de educación continuada, de discusión academia y de divulgación de conocimientos a las comunidades, se consideran muy importantes para la fundamentación científica y el planteamiento de soluciones a las problemáticas ambientales, entre ellas, el cambio climático y los factores que están contribuyendo a su crisis en el departamento.</p>	<p>climático. Para ello, el programa de agronomía está desarrollando una investigación en cacao nativos del Caquetá, en especial con el copoazú, donde se está tratando de ampliar la cadena completa de estos materiales, con el propósito de recomendarlos a los productores caucheros para que los puedan incluir en el componente agroforestal.</p>	<p>evaluar su relación con el ambiente y con las condiciones climatológicas, que le permitan una mayor resistencia a plagas y enfermedades en el departamento de Caquetá, conforme a la variabilidad climática actual.</p>
<p>¿Qué medidas o estrategias de adaptación y mitigación propone su institución para enfrentar el cambio climático en el <i>Hevea brasiliensis</i>?</p>	<p>Técnicas de mínimo laboreo, el aprovechamiento de tierras para cultivar en áreas reducidas utilizando los sistemas agroforestales, realizar la protección del suelo con coberturas para no dejarlos descubiertos y evitar la pérdida de agua en época de verano, la fertilización orgánica, mejorar la genética del material vegetal para que sea más resistente a las variaciones climáticas y se adapte al cambio climático.</p>	<p>Como estrategia de mitigación al cambio climático, el sector cauchero dio directrices para seguir fomentando el <i>Hevea</i> en sistemas agroforestales, también se están modificando distancia de siembra para reducir la humedad en los cultivos, utilización de barrera rompevientos, conservar los relictos de vegetación que rondan las fuentes hídricas, promover la reforestación dentro de las fincas. En el departamento se conformó el Nodo Regional de Cambio Climático Amazonia (NORCCA), donde la UNAD hace parte, al igual que otras instituciones públicas y privadas como gremios, entes gubernamentales, instituciones académicas e investigativas, en el cual se está generando la discusión para direccionar políticas que están dirigidas a la adaptación y mitigación del cambio climático en el departamento. Esta instancia regional es un importante canal de comunicación para conocer los esfuerzos que realizan todas las instituciones que proponen acciones para mitigar el cambio climático en el departamento, de manera que se vienen articulando planes, programas y estrategias para trabajar hacia esta dirección, entre ellas, la necesidad de continuar el desarrollo de investigaciones que permitan prever el comportamiento de las variables climáticas en el departamento y sus posibles impactos en los sistemas productivos, sociales y económicos. La realidad es que en el Caquetá no se cuenta con información especializada respecto al impacto que podría generarse por el cambio climático, siendo necesario afianzar en estudios e investigaciones para tomar de decisiones en cuanto a medidas de adaptación y mitigación. Se necesitan incentivos para los productores que quieran mantener sus bosques para la protección y conservación. Será necesario que en el futuro próximo se reactiven programas institucionales como familias guardabosques, donde se le reconozcan a las familias rurales un incentivo por cuidar y conservar los</p>	<p>Las medidas que deben adoptar los productores es un plan de manejo integral que incluye la ampliación de áreas con nuevo material genético. En el mediano y largo plazo los productores deben incorporar nuevos materiales de siembra en sus plantaciones, producto de la investigación que está realizando el SINCHI. El Instituto espera que en 5 años se estén dando las primeras liberaciones de esos materiales genéticos en campo. Por consiguiente, una de las primeras medidas o estrategias de adaptación es definir el material de siembra, es decir, el material genético que se va a sembrar en los próximos decenios en el Caquetá, con el fin de generarle confianza a los productores en su propagación, esperando pueda responder o adaptarse a las condiciones del clima que se presenten en ese momento en el dpto. Otra medida es el modelo de siembra, pasando del modelo tradicional de monocultivo a sistemas agroforestales. La otra oferta tecnológica en que el Instituto ha avanzado es la agroforestería. Este modelo de siembra genera una serie de beneficios ecosistémicos y económicos, que no se obtiene en el monocultivo, por cuanto los</p>

		<p>bosques, los cultivos forestales, entre ellos, el <i>Hevea brasiliensis</i>, teniendo en cuenta que esta especie además de ser productora, también protege y recupera el suelo, además de realizar la importante función de capturar y fijar el CO₂ en el suelo, para contrarrestar el cambio climático.</p>	<p>genera una mejor rentabilidad a los productores caucheros. La tercera medida que se recomienda es el manejo técnico del cultivo. Esta medida se refiere a una serie de prácticas con enfoque agroecológico, donde el productor disminuye el uso de agroquímicos, herbicidas, quemas y todo ese paquete de revolución verde por alternativas agroecológicas.</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------