



Vulnerabilidad al Cambio Climático: Un Análisis a Escala Territorial para los Sistemas Productivos de la Región del Duende en el Centro Occidente del Valle del Cauca, Colombia.

José Humberto Cárdenas Henao, Ing. Ambiental.

**Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2022.**

Vulnerabilidad al Cambio Climático: Un Análisis a Escala Territorial para los Sistemas Productivos de la Región del Duende en el Centro Occidente del Valle del Cauca, Colombia.

José Humberto Cárdenas Henao, Ing. Ambiental.

Director tesis:

Juan Carlos Granobles Torres, MSc.

Línea de investigación:

Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2022.

Agradecimientos:

A todas las personas, instituciones y organizaciones locales y regionales, que con solidaridad aportaron sus conocimientos e información para construir un acumulado de percepciones y análisis que enriquecieron el trabajo de investigación y, sobre todo, me ayudaron a fortalecer mis conocimientos sobre el tema investigación.

Al director de tesis, el M.sc, Juan Carlos Granobles Torres, por sus aportes técnicos y teóricos frente al tema de investigación y por sus orientaciones sobre la estructura del documento y el ánimo brindado en este proceso de aprendizaje conjunto.

A la Universidad de Manizales por acogerme durante este tiempo y por brindarme todo el soporte académico e institucional en mi proceso de formación como Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

A todos los profesores y profesoras, que compartieron con idoneidad y dedicación, sus conocimientos y su tiempo. A ellos, gracias también, por su amistad y solidaridad.

Dedicatoria:

Esta tesis se la dedico especialmente a mi querida madre, Inés Ofelia Henao, y a mi padre, Arnulfo de Jesús Cárdenas (QEPD). A ambos, les dedico este esfuerzo que honra la importancia que tienen para mí. Deseo que a través de mi formación como magister pueda recrear sus enseñanzas y sobre todo, pueda contribuir con un futuro posible y mejor para la familia.

A mi madre y padre que me enseñaron los valores de la responsabilidad con mi vida y el respeto por la vida de los demás. A mi madre que siempre me acoge en un abrazo fraterno y desinteresado, lleno de amor, y sobre todo, de calma. Gracias madre querida, por ser y estar aquí, hoy en mi vida. A mi padre, que aunque no está físicamente, pervive en mis pensamientos por siempre, y que me enseñó el valor del trabajo y a lograr todo con mi propio esfuerzo.

También la dedico a mi hijo Jaiver y al resto de mi familia, hermanos/as: María Lucidia, Luz Marina, Luz Mery, Luz Dora, Diana Marcela y Jorge Eliecer. A ellos gracias por el ánimo y por acogerme en la familia.

Resumen

El cambio climático es una manifestación del modelo de desarrollo acoplado a las actividades humanas que se basan en el consumo de combustible fósil. Este fenómeno termina afectando las mismas actividades productivas, entre ellas, la agricultura. La vulnerabilidad de los sistemas productivos al cambio climático depende de la intensidad de sus impactos y de la capacidad de adaptación, tanto a nivel interno de los sistemas, como a escala territorial. La presente investigación establece un análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos de la región del Duende, aplicando una metodología de tipo mixto, que integró las percepciones comunitarias y los análisis de datos arrojados por el Índice de Vulnerabilidad de la Función Productiva. La investigación logró determinar que la vulnerabilidad productiva territorial es de nivel MEDIO (0,54). Y, que en este sentido, los sistemas productivos más vulnerables son los cultivos tradicionales de pancogeres (0,60), cultivos de tierras altas y frías (0,58), y la ganadería de tierras altas y frías (0,54). Todos ellos en el nivel MEDIO de vulnerabilidad. Por su parte, los sistemas menos vulnerables son la caficultura tradicional (0,45) y la caficultura convencional (0,53); también, con niveles MEDIOS de vulnerabilidad. En estos niveles de vulnerabilidad, influyen la tendencia a la homogenización del territorio, la ausencia de políticas públicas locales y las deficiencias en el ordenamiento territorial de los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima el Darién; y también, la exposición y sensibilidad de los cultivos frente a los impactos y las capacidades técnicas y de ingresos de las familias de la región.

Palabras clave: cambio climático, territorio, sistemas de producción agrícola, adaptación, vulnerabilidad.

Abstract

Climate change is a manifestation of the development model coupled with human activities that are based on fossil fuel consumption. This phenomenon ends up affecting the same productive activities, including agriculture. The vulnerability of production systems to climate change depends on the intensity of its impacts and the capacity to adapt, both at the internal level of the systems and at a territorial scale. The present investigation establishes a vulnerability analysis of the productive systems of the Duende region, applying a mixed-type methodology, which integrated the community perceptions and the data analysis produced by the Productive Function Vulnerability Index. The investigation managed to determine that the territorial productive vulnerability is of MEDIUM level (0.54). And that in this sense, the most vulnerable production systems are traditional pancogeres crops (0.60), high and cold land crops (0.58), and high and cold land livestock (0.54). All of them in the MEDIUM level of vulnerability. On the other hand, the least vulnerable systems are traditional coffee farming (0.45) and conventional coffee farming (0.53). Also, with MEDIUM levels of vulnerability. These levels of vulnerability are influenced by the tendency towards the homogenization of the territory, the absence of local public policies and the deficiencies in the territorial ordering of the municipalities of Trujillo, Riofrío and Calima el Darién; and also, the exposure and sensitivity of these crops to the impacts and the technical and income capacities of families in the region.

Keywords: climate change, territory, agricultural production systems, adaptation, vulnerability.

Tabla de contenido

Introducción	13
Problema de Investigación	15
El Cambio Climático como Implicación de un Modelo de Desarrollo Extractivo	16
Los Efectos del Cambio Climático en la Agricultura	17
Descripción y Análisis del Problema en el Contexto Territorial de la Región del Duende	18
<i>Particularidades Ecosistémicas de la Región del Duende</i>	18
<i>Formas de Apropiación y Uso de los Recursos Naturales y Productivos en la Región del Duende</i> ...	19
<i>Manifestaciones del Cambio Climático en la Región del Duende</i>	20
Pregunta de Investigación.....	22
Supuesto de Investigación	22
Justificación	23
Objetivos de Investigación	25
<i>Objetivo General</i>	25
<i>Objetivos Específicos</i>	25
Antecedentes de Investigación	26
Marco Teórico.....	30
Cambio Climático	31
Impactos del Cambio Climático	32
Capacidad de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático.....	33
Territorio	35
Planificación Territorial	37
Vulnerabilidad al Cambio Climático	38
Metodología	41
Tipo de Investigación	41
Localización de la Zona de Estudio.....	41
Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo.....	42
Población y Muestra.....	43
Diseño Metodológico de la Investigación.....	43
<i>Fase I. Caracterización de los Sistemas Productivos</i>	43
<i>Fase II. Medición de Impactos y Afectaciones del Cambio Climático en los Sistemas Productivos</i> ...	44

<i>Fase III. Capacidad de Adaptación Productiva</i>	46
<i>Fase IV. Determinación y Análisis de la Vulnerabilidad de los Sistemas Productivos al Cambio Climático</i>	47
Acercamiento Teórico, Conceptual y Metodológico	49
<i>Selección y Diseño de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información</i>	49
<i>Aplicación de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información</i>	50
<i>Clasificación, Sistematización y Análisis de la Información</i>	52
Resultados	53
Características de los Sistemas Productivos de la Región del Duende	53
<i>Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Trujillo</i>	53
<i>Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Riofrío</i>	60
<i>Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Calima el Darién</i>	66
<i>Coberturas Predominantes de la Región del Duende Según el IDEAM</i>	72
Impactos del Cambio Climático en los Sistemas Productivos	73
<i>Por los Incrementos en las Temperaturas</i>	75
<i>Por las Variación en los Patrones de Precipitación</i>	78
<i>Análisis de Datos Climáticos y Escenarios Según el IDEAM</i>	81
Calificación y Determinación de los Niveles de Impacto en los Sistemas Productivos	86
Capacidades de Adaptación Productiva.....	90
<i>En el Nivel de los Sistemas Productivos</i>	91
<i>A Escala Territorial</i>	93
<i>Determinación de la Capacidad de Adaptación Productiva</i>	97
Vulnerabilidad Climática de los Sistemas Productivos de la Región del Duende.....	99
Discusión.....	104
Los Sistemas Productivos: Desde Diversas Formas de Comprensión Territorial	104
<i>Relación entre las Matrices Productivas y las Formas de Conocimiento de los Actores Territoriales</i>	104
<i>Territorialización de los Sistemas Productivos y su Relación con el Estado de los Sistemas Socioeconómicos y Ambientales</i>	105
<i>Homogeneidad y Heterogeneidad del Paisaje: Su Papel en la Vulnerabilidad Climática</i>	108
<i>Las Matrices Productivas y los Conflictos Socio Ambientales y de Uso de Suelos</i>	109
Cambio Climático y sus Impactos: Comprensiones Comunitarias en la Región del Duende.....	110

Impactos del Cambio Climático: Manifestaciones en los Sistemas Productivos de la Región del Duende	112
Adaptación al Cambio Climático: Capacidades en los Sistemas Productivos y el Territorio	115
Vulnerabilidad Productiva al Cambio Climático: Análisis de sus Implicaciones en la Producción de Alimentos	117
Conclusiones	123
Recomendaciones.....	126
A los Agricultores	126
A los Entes Territoriales y el Estado	126
A la Academia y Gremios	127
Referencias.....	129
Anexos	140
Anexo 1. Ficha de caracterización de los sistemas productivos.....	140
Anexo 2. Corredores de observación.....	143
Anexo 3. Diseño de las entrevistas realizadas	147
Anexo 4. Matriz del Índice Relativo de Afectación.....	149
Anexo 5. Calificación Capacidad Adaptativa Sistemas productivos	150
Anexo 6. Calificación Capacidad Adaptativa Territorial.....	150

Lista de Tablas y Cuadros

Tabla 1. <i>Dimensiones y variables del IRA</i>	45
Cuadro 1. <i>Caracterización de actores territoriales</i>	51
Cuadro 2. <i>Calificación de los impactos por sistema productivo</i>	86
Cuadro 3. <i>Capacidad adaptativa de los sistemas productivos</i>	97
Cuadro 4. <i>Determinación de los niveles de vulnerabilidad</i>	100

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. <i>Muestra estadística</i>	43
Ecuación 2. <i>Índice Relativo de Afectación</i>	44
Ecuación 3. <i>Capacidad de adaptación productiva</i>	46
Ecuación 4. <i>Índice de Vulnerabilidad de la Función Productiva.</i>	48
Ecuación 5. <i>Vulnerabilidad del sistema</i>	48

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Síntesis del abordaje del problema de investigación</i>	15
Figura 2. <i>Síntesis del marco teórico investigativo</i>	30
Figura 3. <i>Zona de estudio</i>	42
Figura 4. <i>Sistemas productivos del corredor Río Cáceres – Monteloro</i>	54
Figura 5. <i>Sistemas productivos en el corredor Río Medio Pañuelo - Cascada Luna de Marzo</i>	57
Figura 6. <i>Sistemas productivos del corredor Río Arauca - Alto del Oso - Cristales</i>	58
Figura 7. <i>Sistemas productivos del corredor La Cristalina - Morroplancho</i>	61
Figura 8. <i>Sistemas productivos en el corredor Río Riofrío - Robledal</i>	64
Figura 9. <i>Sistemas productivos en el corredor Río Tesorito - San Ignacio</i>	66
Figura 10. <i>Sistemas productivos del corredor Río Azul - La Camelia</i>	67
Figura 11. <i>Sistemas productivos del corredor Río Calima - Cristalina Alta</i>	69
Figura 12. <i>Sistemas productivos del corredor La Unión - Las Brumas</i>	71
Figura 13. <i>Coberturas predominantes en la región del Duende</i>	73
Figura 14. <i>Síntesis de impactos en los sistemas productivos</i>	74
Figura 15. <i>Comportamiento de la Temperatura media entre 1996 y 2019</i>	82
Figura 16. <i>Comportamiento de la Temperatura en los escenarios del IDEAM</i>	82
Figura 17. <i>Comportamiento de las lluvias entre 1996 y 2019</i>	83
Figura 18. <i>Comportamiento de la precipitación en los escenarios del IDEAM</i>	84
Figura 19. <i>Comportamiento del Índice Martonne entre 1996 y 2019</i>	85
Figura 20. <i>Impactos potenciales del territorio según el IDEAM (2010)</i>	87
Figura 21. <i>Exposición de infraestructura productiva. Corredor La Cristalina – Morroplancho</i> ..	88
Figura 22. <i>Exposición de viviendas. Corredor Río Medio Pañuelo - Cascada Luna de Marzo</i>	89
Figura 23. <i>Deslizamientos de suelo afectando cultivos y ganadería. Corredor Río Arauca - Alto del Oso - Río Cristales</i>	89
Figura 24. <i>Síntesis de la capacidad de adaptación productiva</i>	91
Figura 25. <i>Capacidad de adaptación del territorio según IDEAM (2010)</i>	98
Figura 26. <i>Nivel de vulnerabilidad para la región del Duende según IDEAM (2010)</i>	101
Figura 27. <i>Comprensiones del cambio climático en la región del Duende</i>	111

Introducción

Se reconoce que existe un cambio climático con origen en las actividades humanas ligadas al modelo de desarrollo acoplado al petróleo (Cepal, 2015. p 7). El comportamiento errático del clima tiene efectos negativos sobre la agricultura y es factor común en flagelos como el hambre, escases de agua fresca, desertificación, migraciones, etc. (Wallace-Wells, 2019). Actualmente, la generación de conocimiento ligado al cambio climático, ha estado muy limitado a la escala global, es altamente científico, de difícil comprensión para las comunidades y los tomadores de decisiones en el ámbito local. Según Lampis (2013), Lau (2011), Conde (2007), el conocimiento relacionado con el clima no es un asunto solamente científico, se debe priorizar el conocimiento local y las medidas de adaptación a sus efectos, los cuales se presentan de manera diferencial y dependen de la frecuencia, magnitud e intensidad de los eventos climáticos y de las características biofísicas y socioeconómicas de los territorios.

En estos términos, conocer la vulnerabilidad de los sistemas productivos que proveen alimentos para el bienestar humano, es trascendental. Según Hernández (2014), para el 2050, el 80% de los cultivos de alto valor comercial y de importancia para la soberanía alimentaria, sufrirán impactos severos, principalmente, los de agricultores de pequeña escala. Entre el 50% y el 90% de los productores de cereales, café, cacao y musáceas son pequeños productores (Lau, 2011). En la ganadería, aspectos como la calidad de alimentación, la extensión de enfermedades y la disponibilidad de agua se verán alterados (AEMET y OECC, 2018).

En la Región del Duende, la principal actividad económica es la producción agropecuaria. Algunas de las prácticas aplicadas en estos sistemas generan fuertes conflictos por el uso de las tierras, que se traducen en reducción de la productividad del suelo y por consiguiente, en bajos ingresos para las familias campesinas (Fedena & Cepf, 2018); a estas condiciones se le suma un cambio climático inminente. Actualmente, se desconoce qué tan vulnerables son estos sistemas a dicho fenómeno y las consecuencias que traerá para la soberanía alimentaria y la economía local.

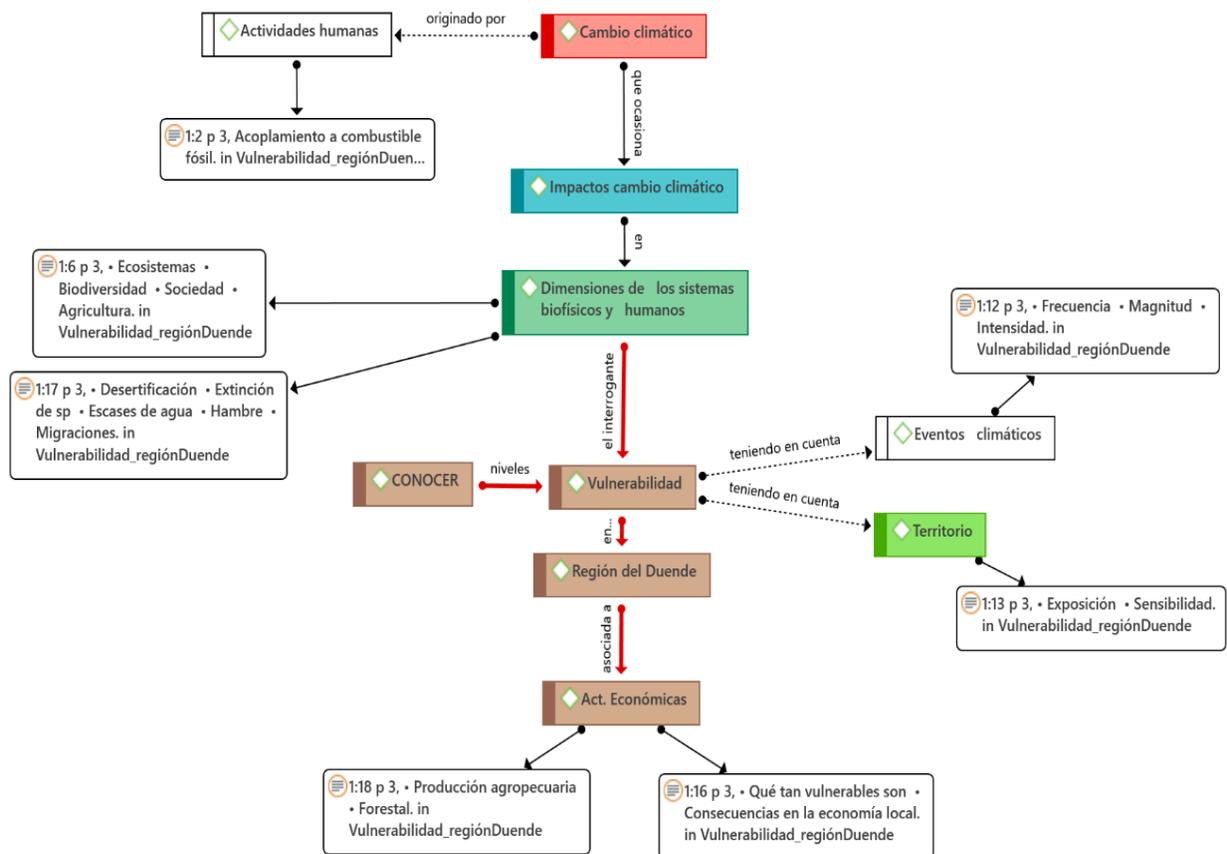
El presente estudio pretende analizar su vulnerabilidad al cambio climático para lo cual será necesario caracterizar los sistemas productivos de mayor importancia social y económica, identificar los impactos y las afectaciones y determinar las capacidades adaptativas. Producir este estudio a escala territorial permite reducir los niveles de incertidumbre en la información y servirá como soporte para la toma de decisiones que aporten a la reducción de la vulnerabilidad en la estructura funcional de los sistemas productivos de la región.

Problema de Investigación

El abordaje del problema de investigación reconoce la interrelación que existe entre el cambio climático como fenómeno global que se manifiesta en la intensificación de eventos extremos, y las particularidades de los territorios y de los sistemas productivos que tienen características que los hace más o menos vulnerables a sufrir los impactos y los daños. Estas relaciones se muestran en la Figura 1.

Figura 1.

Síntesis del abordaje del problema de investigación



Fuente: el autor (2022)

El Cambio Climático como Implicación de un Modelo de Desarrollo Extractivo

En el actual modelo de desarrollo, el petróleo y otras fuentes de energía fósil, son indispensables para mover las economías de los Estados y su crecimiento. Lo que se ha hecho es extraer grandes volúmenes de carbono almacenado en los yacimientos de petróleo y sumarlo al ciclo natural del carbono. Es un modelo de desarrollo que se acopla directamente a las emisiones atmosféricas que devienen en un cambio climático, que a la vez y según la Cepal, (2015), "está asociado a patrones productivos y de consumos basados en fuentes energéticas de origen fósil altamente contaminantes.

La consecuencia más grave de este tipo de desarrollo es: el cambio climático, que es ante todo una crisis de nuestra civilización y del conocimiento (Leff, 2006). En esta crisis, el orden político mundial debe replantear sus decisiones y dirigidas a la toma medidas políticas que puedan, por un lado, disminuir las emisiones atmosféricas y contemplar las implicaciones del crecimiento económico; y por otro lado, crear nuevos horizontes en un modelo de desarrollo más sustentable.

De manera reiterativa se ha mencionado que a nivel mundial la causa principal del cambio climático es el aumento de las emisiones atmosféricas. Éstas inducen al forzamiento radiactivo que deriva en un calentamiento de la atmósfera. Según Pinto (2013), el año 2010, junto con 1998 y 2005, fueron los más calurosos en los registros mundiales tomados desde 1850. Más recientemente y según los registros de La Organización Meteorológica Mundial, el 2015 es el más caluroso (Min. Ambiente, 2017., p 14).

En relación a las emisiones mundiales de Gases Efecto Invernadero (GEI), la Cepal (2015), afirma que para el 2011 se emitieron a la atmosfera 45,4 gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂ eq) en todo el mundo, con una tasa media de crecimiento anual del 1,5% en 1990-2011 (p 69). Según datos del IPCC (2013), exponen que el forzamiento radiactivo antropógeno total de 2011, en relación con 1750, aumentó más rápidamente desde 1970 que en decenios anteriores de la era preindustrial. La estimación total de 2011 es un 43% superior al

previsto para el año 2005 (IPCC, 2013). En el mismo sentido, la Cepal (2015., p 69), asigna a Latino América y el Caribe el 9% de esas emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del 0,6% entre 1990-2011. Colombia, por su parte, y según Min. Ambiente (2017), genera el 0.4% del total de los gases efecto invernadero emitidos a nivel a la atmosfera.

Los Efectos del Cambio Climático en la Agricultura

Los efectos se presentan de diversas formas, entre ellas, las implicaciones que tiene para la salud de los ecosistemas terrestres y por ende para su resiliencia, generando cambios en la estructura y distribución, poniendo en riesgo la estabilidad de la biodiversidad y el suministro de bienes y servicios para la población, la agricultura y otros sectores. Es probable que para el 2050, el 56% de los páramos ya no existan y se ponga en riesgo el aprovisionamiento de agua (Lau, 2011). Según AEMET y OECC (2018), de 105.000 especies silvestres estudiadas, un 6% de insectos, 8% de plantas y 4% de vertebrados perderán más de la mitad de su distribución geográfica determinada por el clima para un calentamiento de 1,5°C. Para un calentamiento de 2°C sería un 18% de insectos, 16% de plantas y 8% de vertebrados. También se alterará la tasa de crecimiento, la actividad fotosintética y la respiración de las plantas.

En términos de las consecuencias para la agricultura, Hernández (2014), afirma que para el 2050, más del 60% de la extensión actual de las áreas cultivadas y el 80% de los cultivos, sufrirán impactos severos, principalmente, los cultivos de alto valor comercial y de importancia para la seguridad y soberanía alimentaria mundial. Y adicionalmente, estos efectos se verán con mayor fuerza en los agricultores de escasos recursos y de pequeña escala. La ganadería también se verá perjudicada con un aumento de las temperaturas porque se reducirá la calidad de su alimentación, se ampliará la incidencia de enfermedades y disminuirá la disponibilidad de agua (AEMET y OECC, 2018).

Se espera que para Colombia, por ser un país en desarrollo, estos efectos en los sistemas ambientales y productivos (estrechamente relacionados), se exacerbén por diversas razones, entre ellas: recursos humanos y financieros limitados e instituciones débiles, ubicación geográfica,

(Paniagua, 2013), y precarización de los pequeños agricultores (Maçano, 2017). La debilidad institucional como factor de vulnerabilidad, se traduce en la deficiente capacidad para la aplicación de políticas que aborden los temas de mitigación de las emisiones, evaluar la vulnerabilidad e implementar medidas de adaptación.

En el mismo contexto colombiano, Lau (2011), menciona que para el 2050, el aumento promedio de temperatura y la precipitación, estarán por el orden de 2.5 °C y 2,5%, respectivamente, y solo una adaptación intensiva y acelerada limitaría los efectos como la degradación del suelo y pérdida de materia orgánica en las vertientes andinas, las pérdidas de nichos para los cultivos de café establecidos por debajo de 1500 m.s.n.m¹, los frutales, el cacao y el banano por debajo de los 500 m.s.n.m., y los cambios en la prevalencia de plagas y enfermedades que pondría en riesgo la economía de pequeños agricultores. Entre el 50% y el 90% de los productores de cereales, café, cacao y musáceas son pequeños agricultores con fincas de menos de 10 hectáreas. Los recursos filogenéticos de otros cultivos como frijol, yuca, tomate y frutales, también estarían en riesgo de perderse (Lau, 2011). En general, todos los cultivos pueden experimentar una perturbación de su ciclo fenológico generando la transformación de los rituales de siembra y cosecha, y por ende, la alteración de la producción de alimentos y de los circuitos de los mercados.

Descripción y Análisis del Problema en el Contexto Territorial de la Región del Duende

Particularidades Ecosistémicas de la Región del Duende

El Parque Natural Regional del Duende (PNR) se encuentra localizado en la cordillera occidental de los Andes colombianos, en el departamento de Valle del Cauca, en jurisdicción de los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima El Darién, en un rango altitudinal entre los 2.200 y los 3.900 m.s.n.m. Fue declarado como área protegida de carácter regional en el año 2005, por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), mediante acuerdo C.D. 029 y cubre una extensión de 14.521 hectáreas en ecosistemas de páramo prístino, bosque andino y sub-

¹ Metros sobre el nivel del mar

andino (Gamboa, 2006). Se encuentra insertado en la región Bio-geográfica del Chocó, dentro del Hotspot (punto caliente de Biodiversidad) de los Andes Tropicales, corredor Paraguas – Munchique y constituye el Área Clave para Biodiversidad (ACB) Páramo del Duende.

El área total de ecosistema de páramo es de 1.562,44 hectáreas. De ellas, 336,17 están en el Valle del Cauca en la jurisdicción de los municipios de Riofrío y Calima El Darién, y las restantes, 1.226,27 hectáreas en el Chocó en el municipio del Litoral del San Juan, cuya cabecera es Docordó (Gamboa, 2006). Es de aclarar que aunque es un ecosistema compartido entre Valle del Cauca y Chocó, solo la porción hacia el Valle del Cauca se encuentra declarada como área protegida. La Zona con Función Amortiguadora (ZFA) del PNR, cuenta con una extensión de 33.700 hectáreas. Esta es la zona de intervención humana y donde se concentra la población. Para efectos de la presente investigación se denominará la Región del Duende.

Formas de Apropiación y Uso de los Recursos Naturales y Productivos en la Región del Duende

La producción agropecuaria, que es la principal actividad en la zona, ha girado especialmente alrededor de la producción cafetera influenciada en buena medida por la colonización paisa de mediados del siglo XIX (Fedena & Cepf, 2018). Las técnicas productivas introducidas son las propias de la revolución verde, incluidas la aplicación de insumos de síntesis química y el monocultivo de café. A raíz de la crisis cafetera en la década de los noventa empezaron dos procesos importantes: por un lado, la tendencia a la concentración de tierras por parte de medianos y grandes propietarios con el interés de cambiar el café por ganadería extensiva; y por otro, un trabajo comunitario hacia la diversificación de cultivos (mora, pancogeres y frutales) y a la reconversión agroecológica (Fedena & Cepf, 2018), más en la línea de tener otras fuentes de ingresos y de producir alimentos.

La fuerte presión de la agricultura y sus prácticas, sobre los ecosistemas estratégicos en estos tres municipios, es acentuada por el conflicto de uso de la tierra debido a los escasos niveles de valoración de los recursos naturales; la carencia de formación en técnicas eficientes y sustentables de producción; y la deficiente gestión ambiental. Estas perturbaciones han

ocasionado diversos efectos potencialmente negativos, tales como: la fragmentación y reducción del hábitat para especies silvestres amenazadas; disminución de la oferta y calidad hídrica para abastecer acueductos debido a la alteración de sus condiciones físico químicas; y reducción de la productividad de la tierra, que por consiguiente, redundará en bajos ingresos para las familias campesinas y dificultades en su alimentación (Fedena, 2018).

La actual fragmentación de los ecosistemas de la zona, no es atribuible como consecuencia absoluta y directa del fenómeno del cambio climático, al menos, con los deficientes niveles de investigación. Sin embargo, sí podría ligarse de manera indirecta, teniendo en cuenta que la distribución de los ecosistemas está en gran medida determinada, entre otras, por el factor de la interrelación compleja entre el sistema climático y las variables biofísicas (Rodríguez, 2010). Y también, teniendo en cuenta que la presión de la agricultura tiende a intensificarse en la alta montaña debido a la pérdida de nichos productivos para los cultivos en tierras más bajas (Lau, 2011).

Manifestaciones del Cambio Climático en la Región del Duende.

El contexto anterior, determinado por las formas de apropiación y uso de la tierra y los recursos naturales; y adicionalmente, los efectos potenciales de un clima cambiante, hacen que la región se considere como vulnerable frente al cambio climático, en el sentido que representa una amenaza a largo plazo sobre la salud de los ecosistemas, en los patrones de distribución de la biodiversidad del PNR y para los sistemas productivos de las comunidades que habitan la ZFA.

En términos económico – productivos, el cambio climático cambiará las distribuciones o zonas aptas para los cultivos, lo que hace posible cultivar en zonas altas donde antes por límites bioclimáticos no lo era, teniendo repercusiones sobre el componente ecológico, afectando potencialmente a los bosques andinos y el páramo con altos niveles de endemismo (Gamboa, 2006). La migración de cultivos a las zonas de influencia del PNR requiere de construir en estrecha relación con la comunidad, las alternativas y nuevas formas de producción sostenible que promuevan y mejoren los procesos de reconversión agrícola y ganadera hacia sistemas que

sean eficientes en la producción de alimentos, a la vez que conservan la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y que reduzcan las implicaciones de procesos o fenómenos globales como el cambio climático.

Entre las manifestaciones actuales en la región se tiene una percepción de temperaturas altas y cambios en los patrones de distribución de las lluvias a lo largo de los años, esto es, alteración de la bimodalidad del clima en la región. En tiempo de invierno se presentan avenidas torrenciales en fuentes hídricas, deslizamientos de tierra en propiedades rurales que comprometen las estructuras funcionales de los predios, principalmente de las poblaciones más vulnerables de los municipios, y pérdida de taludes en las vías de acceso que causan taponamientos, restringiendo las dinámicas económicas de las comunidades rurales en su relación y comunicación con las cabeceras municipales, interrumpiendo los flujos de productos agropecuarios, transacciones económicas y el acceso a servicios.

En verano escasea el agua, se altera la disponibilidad y acceso para consumo humano, riego en cultivos y abrevaderos para el ganado. De igual manera, se presentan afectaciones en la infraestructura habitacional y productiva por ventarrones. Estas pérdidas económicas se intensifican también por la ampliación de las zonas de vida de plagas (arriera, broca, picudo) y enfermedades (hongos) que afectan y dañan las cosechas de café, mora, plátano y otros frutales.

Los aspectos que agravan esta situación son: un deficiente ordenamiento del territorio por parte de los municipios y deficiente gestión integral del riesgo (Fedena & Cepf, 2018). Por ejemplo, es escaso el control frente a los asentamientos humanos en las riveras de los ríos y quebradas y en zonas susceptibles de deslizamiento en masa (PMGRD-Trujillo, 2018). Asimismo, el desconocimiento y falta de apropiación por parte de la comunidad en relación a las variables climáticas, los impactos de cambio climático, su vulnerabilidad y su capacidad adaptativa al fenómeno, y una deficiente divulgación de información por parte de las entidades oficiales, que no permite la generación de capacidades técnicas e institucionales para una cultura ciudadana que contribuya a la gestión integral del riesgo (CLOPAD-Calima el Darién, 2011).

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas productivos de la Región del Duende, en el centro occidente del Valle del Cauca, Colombia?

Supuesto de Investigación

El cambio climático, representado en la variación en el tiempo de los patrones de precipitación y temperatura, que desencadenan fenómenos extremos asociados como sequías, lluvias y avenidas torrenciales, deslizamientos, vendavales, heladas y granizadas, que aumentan en frecuencia, magnitud e intensidad; sumado a las condiciones intrínsecas de sensibilidad y exposición del territorio, dadas por las formas deficientes y obsoletas de apropiación y uso de las tierras por parte de los actores territoriales productivos, el deterioro de los ecosistemas, la ausencia de políticas públicas de adaptación y la deficiente planificación del territorio por parte de los Entes Territoriales y comunidades; confluyen para que los sistemas productivos de alta importancia económica y social como la caficultura convencional y tradicional, la ganadería, los cultivos de pancoger y cultivos de tierras frías, tengan altos niveles de vulnerabilidad a dicho cambio, afectando la producción de alimentos, los ingresos de las familias campesinas, la economía local agrícola, y por ende, las condiciones de vida de las comunidades locales en la Región del Duende, en el centro occidente del Valle del Cauca.

Justificación

Actualmente, la generación y acceso al conocimiento sobre cambio climático, están limitados a la escala global, y con estudios de vulnerabilidad y medidas de adaptación a escalas nacionales, por sectores, con avances incipientes a escalas departamentales y macro regiones. Adicionalmente, el conocimiento disponible y confiable es altamente científico, de difícil comprensión para las comunidades y los tomadores de decisiones en los Entes Territoriales en lo local.

En este sentido, es importante asumir que el afrontamiento de un fenómeno complejo como el cambio climático, no es un asunto meramente científico, sino que ante todo, es una construcción transdisciplinar capaz de dialogar y transformar contextos, en concurrencia y complementariedad con actuaciones políticas, productivas y sociales que se basan en las comprensiones territoriales de los actores que cohabitan los territorios, y que en últimas, son los responsables, con sus capacidades, de adaptar los sistemas humanos y naturales a las condiciones de un clima cambiante.

Para esto se hace necesario bajar la escala, no solo del conocimiento frente al cambio climático, sino también, en la determinación de la vulnerabilidad y las medidas de adaptación que generen capacidades locales y reduzcan los efectos dramáticos ante eventos climáticos extremos, si estos aumentan en frecuencia, intensidad y/o duración. Bajar la escala de los estudios significa contemplar no solo información suficiente que explique el fenómeno del cambio climático, sino también, tener en cuenta las particularidades del territorio en las dimensiones sociales, económicas y ecosistémicas, pues la elasticidad del cambio climático y los subsiguientes efectos, son expresiones diferenciales que se exacerban o menguan con las particularidades de cada región, entre ellas, la Región del Duende.

Todo lo anterior, supone a nivel institucional y social un reto en función de aplicar las políticas públicas, que involucren la investigación, la aplicación de acciones a largo plazo y la planificación de procesos locales de adaptación al cambio climático, en estrecha colaboración con la comunidad y los tomadores de decisiones, alcanzando la reducción de la vulnerabilidad de los

sistemas ambientales y productivos que sustentan las economías agrícolas y la vida de las comunidades locales.

En este contexto, el estudio apunta a cubrir esas necesidades regionales y locales, relacionadas a la identificación de los impactos de cambio climático en los sistemas ambientales y productivos, determinar las capacidades locales de adaptación y el análisis de su vulnerabilidad, contribuyendo a bajar las escalas territoriales de la investigación (Región del Duende). El esfuerzo investigativo conducirá a generar una base de conocimiento con alto potencial de aplicación en las comunidades y los entes oficiales, porque involucró la participación de la comunidad, la sociedad civil organizada, la academia y promovió la vinculación del sector público y privado, a fin de aumentar las posibilidades de generación de conocimiento pertinente, pero también, de aumentar las posibilidad de aplicación regional de acuerdo a sus particularidades territoriales.

Esta investigación, además de aportar al conocimiento de la vulnerabilidad, tendrá utilidad para la planificación territorial por parte de los Entes oficiales de Riofrío, Trujillo y Calima el Darién, porque aporta elementos que pueden ser tenidos en cuenta en la incorporación de la dimensión de cambio climático en los instrumentos de ordenamiento de los territorios. La planificación territorial en estos municipios precisa reducir la vulnerabilidad de los sistemas ambientales y humanos que son la base del desarrollo sostenible de la Región del Duende.

En relación a la articulación con las políticas multilaterales, la investigación contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13: Acción por el clima. Este ODS, identifica que uno de los limitantes que no permite actuar de manera contundente frente a la mitigación y la adaptación al cambio climático, es la escala a la que se produce el conocimiento, que además de ser una escala global, no encuentra los canales y el lenguaje adecuado para llevar este conocimiento a las escalas locales. Las comunidades locales no comprenden ni siquiera las dinámicas de los actuales cambios del clima, los perciben, sufren sus impactos, pero poco saben de las causas de los mismos, mucho menos saben de las consecuencias futuras y cómo enfrentarlas. El acumulado de conocimiento generado por esta investigación ayuda a mejorar esa comprensión territorial y comunitaria del cambio climático.

Objetivos de Investigación

Objetivo General

Analizar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas productivos de la Región del Duende, en el centro occidente del Valle del Cauca, Colombia.

Objetivos Específicos

Caracterizar los sistemas productivos de mayor importancia económica y social para las comunidades locales que habitan la Región del Duende

Identificar los impactos y las afectaciones del cambio climático en los sistemas productivos caracterizados en la Región del Duende

Determinar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas productivos caracterizados en la Región del Duende

Antecedentes de Investigación

Los antecedentes investigativos fueron claves para establecer los niveles de conocimiento y metodologías de estudio en las diversas categorías del cambio climático: impactos, capacidad de adaptación y vulnerabilidad; y, a diversas escalas, tanto en América Latina, Colombia y las regiones.

En este sentido, Rueda & García (2002), describen la vulnerabilidad y las acciones de adaptación ante los impactos del cambio climático. Lo realizan a través de una revisión bibliográfica de trabajos sobre el tema a escala global para Norte América y América Latina y en particular México. Referente a la adaptación se plantea que es necesario un ordenamiento territorial en torno al agua para las actividades humanas y agrícolas y reordenar los usos del suelo; también, la aplicación de medidas no estructurales como la disponibilidad de información, conocimiento, predicción de los fenómenos y la prevención.

Conde & Saldaña (2007), se enfocan en describir los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe, aplicando una revisión bibliográfica que obtiene como resultado los niveles de exposición a los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación, pero también, que existen nuevos retos como la incorporación de estudios a menor escala, más integrales e interdisciplinarios.

Según Turrén, Benegas, Gutiérrez & Brenes (2019), se dedican a evaluar la vulnerabilidad ante la escases de agua y la sequía en La Paz, Baja California, Sur México, a través del uso del Marco de Capitales de la Comunidad (MCC) integrado por los sistemas humanos y ambientales, sumando en conjunto 42 indicadores, que se midieron a través del Índice de Vulnerabilidad Integral, calculando inicialmente el Índice de Vulnerabilidad Global y multiplicando por el Índice de Martonne (IM). El estudio concluye que la vulnerabilidad de esta localidad es del nivel "media" y que es imperante la articulación entre la sociedad y el Estado para implementar acciones conjuntas de adaptación.

En la dirección de los elementos esenciales para la vida de las comunidades, Ojeda, Sifuentes, Íñiguez y Montero (2010), proponen cuantificar el impacto diferencial en las demandas hídricas de los cultivos y las posibles acciones de adaptación en el Distrito de Riego de Sinaloa, México. Mediante investigación cuantitativa demostraron que el incremento de la temperatura ambiental, provocará reducción de las demandas hídricas acumuladas por acortamiento del ciclo fenológico de los cultivos. Frente a las acciones de adaptación proponen restringir el periodo de siembra a los periodos fríos para que generen mayor duración del ciclo de cultivo y usar variedades de ciclo largo resistentes al estrés térmico e hídrico.

Henríquez & Watlers (2011), Evalúan la vulnerabilidad climática y líneas de adaptación en comunidades indígenas y afrodescendientes del municipio de las Perlas, Nicaragua. En éste aplicaron una metodología mixta y la revisión de fuentes de información secundaria. El estudio determinó que, en general, las comunidades presentan mediana vulnerabilidad debido a: escasa diversificación técnica, inadecuada ubicación de los asentamientos, bajos ingresos, carencia de servicios públicos, debilidad institucional y escaso conocimiento.

Alruiz & Alban (2017), analizan la percepción comunitaria de la vulnerabilidad ante el cambio climático y resiliencia de la localidad de San José de Galipán, Venezuela, realizando una descripción biofísica y socioeconómica mediante los Índices de Resiliencia Comunitaria (ICR) e Índice de Vulnerabilidad Comunitaria (IVC). Al final, determinaron que la comunidad presenta una baja resiliencia (IRC= 2,55) y una vulnerabilidad media (IVC=3,45) ante las amenazas del cambio climático.

La participación de la comunidad, involucra asumir de manera diferencial los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación en las diversas regiones del país. En relación a la vulnerabilidad, Lampis (2013), analiza los diversos enfoques para medir la vulnerabilidad: Riesgo-Amenaza (RA), Construcción social del riesgo (CSR) y enfoque integrado de riesgo, determinando sus principales características, las limitaciones y resultados frente a la emisión de políticas públicas.

A fin de establecer un debate sobre los métodos más adecuados para medir la vulnerabilidad climática en la agricultura, Ramírez, Valencia & Paniagua (2015), realizan una

revisión de los Enfoques estructural y Ricardiano o espacial. En general, asumen que ambos método son aplicables de acuerdo al contexto y a la disponibilidad de datos. El enfoque estructural es más particular a un cultivo y permite el conocimiento fenológico, variables económicas y las capacidades del agricultor. El Ricardiano se usa en espacios más grandes (200 Km²) y permite visualizar sitios de mayor o menor vulnerabilidad mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), y explica los efectos de cambio climático en la reducción de los ingresos netos de los agricultores y el valor de la tierra.

Altieri & Nicholls (2008), describen las respuestas adaptativas en los sistemas productivos agroecológicos, concluyendo que muchos agricultores minimizan las pérdidas en las cosechas con el uso de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, colecta de plantas silvestres y otras técnicas. Más adelante, Nicholls & Altieri (2019), reafirman dichos hallazgos. Según la investigación “Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático”, donde analizan el enfoque agroecológico y las prácticas tradicionales y agroecológicas, concluyen que el enfoque de agroecosistema y la biodiversidad funcional, construyen sistemas productivos que por su estructura, composición y función, se recuperan mejor y más rápido de los eventos extremos del cambio climático.

A nivel de Colombia, el IDEAM (2010), y a partir de los resultados del cruce del índice de sensibilidad ambiental (ISA), el índice relativo de afectación (IRA) y el ensamble multimodelo de lluvias (2011 a 2040 y 2071 a 2100), determinó que gran parte de las regiones del país, sectores y elementos de los ecosistemas naturales, son altamente vulnerables al cambio climático y que su capacidad de respuesta se ve limitada por aspectos particulares del territorio, como su estructura ecológica - ambiental, social y económica, pero adicionalmente, por aspectos políticos e institucionales, como la debilidad de los sistemas de ordenamiento de los territorios.

Los efectos de cambio climático son múltiples y se manifiestan en las diversas dimensiones de la sociedad colombiana. En este sentido DNP & Cepal (2014), buscan mejorar la comprensión sobre las consecuencias en el nivel económico y territorial que trae el cambio climático. En el estudio estimaron la relación entre el clima actual y el desempeño sectorial, concluyendo que el impacto agregado del cambio climático en la economía del país sería

negativo, pero particularmente, la silvicultura podría ser uno de los sectores beneficiados, mientras que la ganadería, la agricultura, la pesca, y el transporte, tendrían pérdidas agregadas en su producción, que amenazaría la seguridad y soberanía alimentaria del país, con clara desventaja en los agricultores con menos ingresos.

En el sentido de la vulnerabilidad por regiones, Pinto (2013), en la investigación sobre Cambio climático y vulnerabilidad: prospectivas para la Región nororiental de Colombia – Santanderes, lograron determinar mediante enfoque mixto: empírico-analítico, y hermenéutico, que son altamente vulnerables ante inundación, deslizamientos, sequías y afectación a la vivienda; que son poco vulnerables a la disminución de glaciares e incremento del nivel del mar; y que presentan vulnerabilidad media y alta en los aspectos de pérdida de especies de flora y fauna, pérdida de empleo, seguridad alimentaria y afectación a centros educativos.

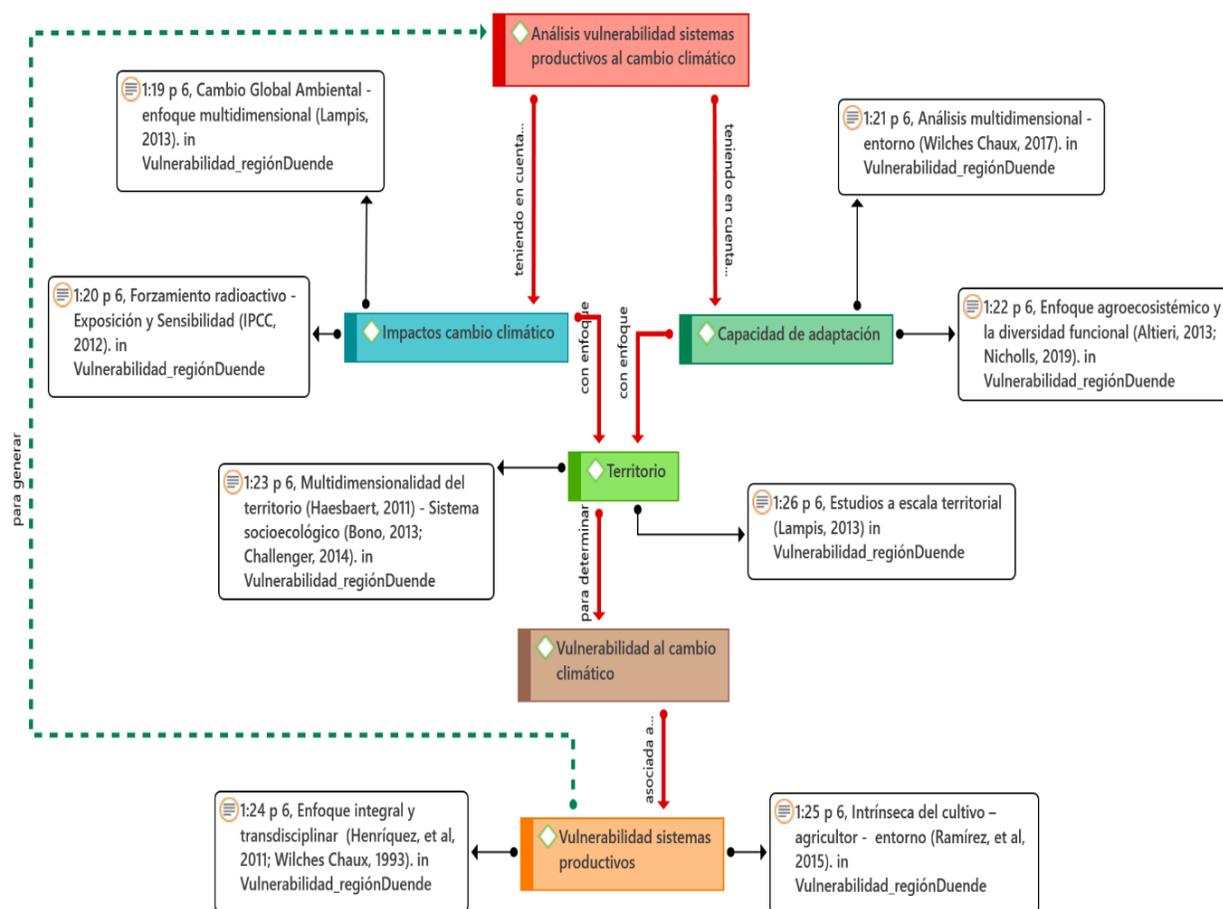
Desde la participación comunitaria, Hidalgo & Gonzales (2016), proponen caracterizar los niveles de vulnerabilidad climática en el sector productivo de leche en Cumbal-Nariño, aplicando enfoques de investigación de tipo mixta, para determinar la exposición, la sensibilidad de medios de vida y la capacidad adaptativa. Al final concluyen que la comunidad debe apropiarse del significado y la comprensión de los datos hidrometeorológicos para planear actividades y mecanismos de trabajo en campo que beneficie su producción.

Marco Teórico

El constructo teórico tiene en cuenta las categorías principales de la investigación, que son la base para analizar los resultados y llegar a las conclusiones. En la Figura 2., se ilustran en las categorías, los autores, las teorías principales y sus enfoques de análisis.

Figura 2.

Síntesis del marco teórico investigativo



Fuente: el autor (2022)

Cambio Climático

“Por cambio climático se entiende una alteración del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que cambia la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMUNCC, 1992., p. 3).

La CMUNCC reconoce que la actividad humana es la variable de mayor peso como generadora de un cambio en el clima planetario. Todas aquellas actividades, acopladas a fuentes de energía fósil altamente contaminante (Cepal, 2015).

Otras aproximaciones teóricas se dan desde el IPCC, afirmando que el cambio climático es:

“Una variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos” (IPCC, 2013., p 188).

En la teoría del IPCC, no son distinguibles las causas y su enfoque está en una alteración de las variables determinantes del clima las cuales deben comprobarse científicamente a escalas temporales amplias. Mientras que, la CMNUCC separa las causas naturales y las humanas, y le otorga, si se quiere, un señalamiento a las actividades humanas como detonadoras del cambio climático

Para Wilches-Chaux (1993, 2017), el cambio climático es un fenómeno socio-natural, que se caracteriza por la interacción y reacción de los sistemas de la Tierra frente a estímulos como la concentración de gases de efecto invernadero que se emiten por las actividades humanas. Más allá de la definición estricta, hay que reconocer que el cambio climático tiene precursores que lo desencadenan. En este sentido, AEMET y OECC (2018), afirma que el forzamiento radiactivo como proceso físico genera cambios en el clima del planeta, y lo definen como la alteración en la diferencia entre la cantidad de calor que entra en la atmósfera y la que sale de ella. Un

forzamiento positivo tiende a calentar el planeta, mientras que uno negativo tiende a enfriarlo. Ambos procesos, generan alteraciones con intensidades diversas, dependiendo de las particularidades de las regiones, de su resiliencia y la capacidad de adaptación (AEMET y OECC, 2018).

Las teorías en la investigación sobre el cambio climático han estado dominadas por las ciencias naturales, principalmente la física y la climatología, modelando escenarios, centrándose en la comprensión del Cambio Global Ambiental (CGA) (Lampis, 2013). Otros autores como Blanco (2013) reconocen que el cambio climático es un fenómeno social desde sus orígenes, los impactos y las formas de adaptarse. De otra parte, algunas teorías, consideran que la clave está en la integración de las comprensiones de las ciencias naturales y sociales, lo que implica que el enfoque de abordaje del cambio climático sea interdisciplinario (Estupiñán, 2021), e incluso transdisciplinar (Wilches-Chaux, 1993), incorporado variables que evalúan además de las estructuras ecológicas y ambientales, aspectos económicos, sociales y productivos (Lampis, 2013).

Impactos del Cambio Climático

Los impactos del cambio climático pueden considerarse como adversos y beneficiosos. No obstante, prevalecen los impactos negativos. En esta prevalencia, se afirma:

“Por efectos adversos del cambio climático se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos” (CMNUCC (1992., p. 3).

En los ámbitos globales, Wallace-Wells (2019) y Smith & Smith (2007), mencionan que el cambio climático será un factor común en flagelos como el hambre, escases de agua, desertificación, desastres naturales, en los cambios de distribución de los ecosistemas,

extinciones masivas de las especies y las migraciones humanas. Actualmente, es considerado la principal amenaza para la vida sobre la tierra, estando ad portas de la sexta extinción masiva, que incluye, por supuesto, a la vida humana.

En el estudio de los impactos del cambio climático es importante considerar los niveles de exposición y la sensibilidad de los sistemas. “La exposición se refiere al grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis, puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos” (Monterroso, 2012, p 882 - 883). “La sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos. La medida determina el grado en el que un sistema se puede ver afectado por un estrés, son las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por un determinado fenómeno” (Monterroso, 2012, p 883).

Según Altieri, *et al.*, (2008), los pequeños agricultores y sus medios de sustento que eventualmente se basan en cultivos como café, pastos y transitorios, serán los más afectados por cuenta de la expansión de las zonas de distribución de las plagas y enfermedades y el incremento de sus resistencias, lo que puede llevar a retroalimentaciones positivas para una mayor contaminación ambiental por aplicaciones excesivas de agrotóxicos. A esto se le suma la pérdida de fertilidad de suelos por un aire más cálido o por lluvias torrenciales que erosiona las primeras capas de suelo, y la deficiencia en los sistemas humanos territoriales encargados de las políticas públicas, porque generalmente, en territorios pobres de países en desarrollo, la institucionalidad local es muy débil para enfrentar los retos que supone el cambio climático (Paniagua, 2013).

Capacidad de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático

Según el IPCC, citado por Hernández (2014), se comprende la capacidad de adaptación como el grado de ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras que puedan moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima.

Frente al enfoque práctico de la adaptación de los sistemas productivos, la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), se enmarca en, “el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático” (Martínez, Viguera, Donatti, Harvey & Alpízar, 2017, pag 8). Y en ese mismo enfoque, Nicholls & Altieri (2019), sugieren que la agroecología realiza aportes estructurales a la adaptación de la agricultura al cambio climático, en cuanto al enfoque agroecosistémico y biodiversidad funcional como características socio-ecológicas; que de acuerdo a Castillo, *et al.* (2015), tienen la capacidad de autoregularse, organizarse y cambiar de estado constantemente de bajo perturbaciones o estímulos; por ejemplo, por el cambio climático. Para Henríquez, *et al.*, (2011), la diversificación de los sistemas agrícola es determinante para reducir los daños. Así también, Martínez, Viguera, Donatti, Harvey & Alpízar (2017), coinciden en que basarse en la naturaleza para realizar adaptación proporciona beneficios en términos de la subsistencia segura de las familias.

Acorde con Rathe (2017), “las partes de un sistema socioecológico responden a los cambios en otros componentes, a veces desencadenan retroalimentaciones que pueden implicar cambios en todo el sistema o pueden tener un efecto estabilizador” (p, 68). En este sentido, es predecible que promover la adaptación al cambio climático en los sistemas productivos hacia sistemas más sostenibles de producción, desencadene que otros procesos sociales, económicos, ambientales y culturales, en la Región del Duende, sufran cambios y deban transformarse también buscando mejores adaptaciones, reajustándose para ser menos vulnerables.

La capacidad de adaptación como proceso que se evalúa de manera transdisciplinar, integrador del conocimiento popular y científico, ayuda desde el conocimiento socio histórico y ambiental de las transformaciones, al diseño de las medidas de adaptación (López, *et al*, 2016). Las capacidades de adaptación no necesariamente desembocan en medidas de adaptación. La primera tiene un enfoque de potencialidad y la segunda un enfoque práctico.

Conde, *et al*, (2007), afirman que la capacidad de adaptación no es solo un asunto de infraestructura y técnico, debe estar entrelazada con la generación de capacidades y competencias

para el uso de esos recursos, incluso el financiero. Además, requiere de esquemas estructurales de ordenamiento territorial en función del agua y del uso apropiado del suelo; y no estructurales que permitan la predicción y prevención de los desastres asociados a los eventos climáticos extremos (Rueda, *et al*, 2002; Alruiz & Alban, 2017). Para Posada (2007), es clave el ingenio, la creatividad y la planificación de un desarrollo sostenible. En general, evaluar la capacidad de adaptación incluye investigación comunitaria y científica, y sus percepciones frente a la vulnerabilidad y como afecta los medios de vida, sus recursos económicos, ambientales, sociales y políticos, esenciales (Alruiz, *et al*, 2017).

Según Nicholls & Altieri (2019), también se deben analizar las estrategias que generan cambio de actitud en el ser humano, como las potencialidades de generación de conocimientos y saberes tradicionales, la cohesión social, las redes de integración entre campesinos y la independencia de tecnologías modernas.

Territorio

Según Haesbaert (2013), el territorio está configurado por multiterritorialidades, en este sentido, los procesos de desterritorialización entran en dialéctica con la construcción de nuevos territorios que son producto de territorialidades que parten de intereses de los actores que comparten el territorio y expresan sus diversas relaciones de poder en los espacios de gobernanza teniendo como resultado un territorio con características funcionales, económicas, políticas y simbólicas desde la apropiación cultural o la dominación.

Para Mançano (2017), los territorios comprenden los espacios de gobernanza como representación material, como son el Estado, los Entes municipales y las propiedades privadas o colectivas capitalista, no capitalistas o familiares, y las relaciones de poder como forma del territorio inmaterial o espacio relacional para la construcción de conocimientos, saberes, interpretaciones, en general, las formas de comprender el territorio que abarca paradigmas y teorías. Para el autor, la producción material no se desarrolla sin la producción inmaterial. Afirma también, que la soberanía alimentaria es una forma de construir territorios desde la

multiterritorialidad, disputando territorios y conflictuando con la agroindustria para no ser subalternizada a través de procesos económico territoriales que dominan o eliminan los intereses que no le son afines.

Según Wilches Chaux (2017), el territorio resulta de la emergencia de las interacciones entre las dinámicas de los ecosistemas y las dinámicas humanas, las cuales suceden en un mismo espacio físico, es decir, se entiende como un sistema socioecológico. Del concepto de territorio, se deriva la subcategoría “escala territorial”, que se basa en bajar la dimensión de un problema o estudio, de lo filosófico o ideológico- conceptual o de áreas geográficas muy grandes, a áreas de menor extensión para ser analizado y evaluado teniendo en cuenta a las determinantes tangible o intangibles específicas de ese lugar, en este caso, los resultados pueden ser disímiles a los obtenidos en unidades más grandes (Juárez, 2013). Lampis (2013), reafirma esta postura, cuando menciona que existe la necesidad de bajar la escala de los estudios de cambio climático a fin de obtener resultados más precisos.

Desde el punto de vista de Salas, *et al.*, (2012), se entiende la Región del Duende como un gran sistema socioecológico que está constituido por un conjunto de elementos interrelacionados: personas, familias, organizaciones y sistemas productivos, como representación de los sistemas sociales; y elementos naturales, especies animales y vegetales, agua, suelos y sus relaciones, como elementos de los sistemas ecológicos. En este sentido, las actividades productivas y económicas que se desarrollan en la Región son un componente del conjunto total del sistema socioecológico. Los sistemas productivos son un tipo de sistemas socioecológicos con componentes que proceden de la naturaleza: las semillas, el agua, el suelo y los flujos de materiales y energía; otros proceden del ser humano como los flujos inmateriales de conocimiento e información (Salas, *et al.*, (2011).

El enfoque de sistemas socioecológicos, permita entender las relaciones que se establecen en los sistemas productivos por parte de los seres humanos con la tierra y el territorio, y como llegan éstas a configurar, junto con otras relaciones de tipo cultural, ambiental, políticos y comunitario, las representaciones propias de un territorio (Coronado 2009). Para el caso de la presente investigación, es analizar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas

productivos contemplando sus características internas, la interacción con los sistemas ambientales, los impactos diferenciales y las determinantes propias de la Región del Duende. En esta configuración compleja son necesarios los análisis desde puntos de vista holísticos, integrando los diversos componentes y desentrañando sus interrelaciones no lineales sino recíprocas que las hace inseparables y funcionar como un todo (Challenger, 2014).

Planificación Territorial

Para llevar a cabo procesos adaptativos al cambio climático, existe una dimensión de trascendental importancia, es la planificación territorial. En este sentido, la planificación es una pieza central para la prevención y gestión de los desastres, entre ellos el empobrecimiento y la migración de familias hacia las ciudades, pero a la vez, es la más ausente de las políticas públicas nacionales.

Desde el enfoque multidimensional de la adaptación y la cosmovisión andina e indígena, Wilches-Chaux (1993, 2017) considera que los territorios *per se* están ordenados y que las desordenadas son las actividades humanas que no tiene en cuenta los ciclo naturales, lo que configuran retroalimentaciones positivas al riesgo de alterarse mutuamente.

El ordenamiento del territorio, según Conde, *et al*, (2007), requiere de esquemas estructurales en función del agua y del uso apropiado del suelo, que promuevan la capacidad de adaptación comunitaria. Sin embargo, la planificación territorial debe ser una construcción retroalimentativa entre las instituciones con competencia en este ámbito y las comunidades locales que poseen el conocimiento popular de los territorios. Acorde a esto, Brunetta, *et al* (2019), plantea que la planificación territorial debe enfocarse en fortalecer los sistemas humanos y ambientales para alcanzar la resiliencia, la cual se basa en la interacción proactiva de los sistemas sociopolíticos y comunitarios que promuevan mejores políticas públicas y procesos adaptativos.

Lo anterior implica también, una mirada integral de la comprensión de la planificación territorial como una construcción social que sobre pasa el ámbito de las ciencias naturales y exactas, que toman en cuenta la importancia que tienen la comunidad como sujetos de investigaciones que producen y apropian conocimientos y que toman decisiones en la complejidad, relacionando los impactos y las afectaciones del cambio climático sobre los sistemas productivos con las condiciones de vida, los ingresos, el alimento y las instituciones de la comunidad (Brunetta, *et al.*, 2019; Sarmiento-Erazo, 2018)

Estas teorías demuestran que la planificación de los territorios como instrumentos de política pública, son determinantes para asegurar las condiciones básicas y los medios de sustento de las comunidades que los habitan. Es un proceso de reconfiguración de los territorios incorporando las dimensiones de cambio climático y la gestión de riesgo, que prevengan y mejoren la respuestas de los sistemas humanos y ambientales a perturbaciones que pueden alterar el aprovisionamiento de agua para consumo humano y los alimentos, las economías locales y los ingresos. Como lo resalta Sarmiento-Erazo (2018), la planificación territorial y los sistemas de gestión del riesgo deben replantear su enfoque que continúa siendo reactivo y volverse más preventivo. Según Wilches-Chaux (1993, 2017), la planificación con enfoques preventivos debe ocuparse de ordenar las actividades en zonas donde no alteren ciclos naturales y la vez, estos no pongan en riesgo a las actividades humanas, incluyendo los sistemas productivos. En lo anterior es clave reconocer las aptitudes del territorio para localizar las actividades o redistribuirlas en áreas que puedan soportar estos usos, anticipándose a los daños y creando territorios más resilientes (Altieri & Nicholls, 2013).

Vulnerabilidad al Cambio Climático

El IPCC (2007), entiende la vulnerabilidad al cambio climático como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en el que intervienen, la variabilidad del clima, los fenómenos extremos y las condiciones socioeconómicas. La vulnerabilidad depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que está expuesto un sistema, a su sensibilidad a los efecto negativos o positivos y, a

su capacidad de adaptación (Conde & Saldaña, 2007; López & Manzano, 2016; Hernández, 2014).

Desde el enfoque integral y transdisciplinar, la vulnerabilidad tiene en cuenta los diversos aspectos del contexto comunitario, sectores, grupos y elementos del entorno, (Henríquez & Watlers, 2011; Turrén, Benegas, Gutiérrez & Brenes, 2019). Esto tiene relación con la teoría de vulnerabilidad global expuesta por Wilches-Chaux (1993), en la que asume la vulnerabilidad como sistema dinámico con interacción de factores internos y externos que convergen en una comunidad particular y para su evaluación es necesario establecer las relaciones entre las vulnerabilidades en las dimensiones física, económica, social, política e institucional, técnica, ideológica - cultura, educativa y ecológica, que afectan las comunidades, sus territorios y en general, el contexto.

La vulnerabilidad global busca explicar por qué en las actuales condiciones de transformación de los territorios, es natural que los fenómenos climáticos se conviertan en desastres, planteando un análisis entre cambio climático y territorios vulnerables; esto último determinado por: los niveles de exposición de las comunidades con relación a la ocupación sin planificación y el uso inadecuado del territorio mediante modelos de desarrollo con tecnologías extractivas y obsoletas; por las capacidades de respuesta y dotación de las comunidades; y la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o amenaza (Wilches-Chaux, 1993; Henríquez, *et al*, 2011; Turrén, *et al*, 2019). Adicionalmente, estos autores plantean que, en la vulnerabilidad, es determinante tener en cuenta la sensibilidad de los recursos naturales, los sistemas de creencias, los niveles de conocimiento, la apatía de los pobladores y los niveles organizativos; además, la infraestructura pública y productiva y, la articulación comunidad – Estado.

Desde las perspectivas ambiental y social – antropológica, Rueda & García (2002), estiman que existen aspectos determinantes a tener en cuenta ligados al componente biofísico como son el cambio de uso de suelo y la desertificación, de igual manera otros ligados a las formas de apropiación y uso de la comunidad: el uso ineficiente del agua, el conocimiento deficiente y uso de tecnología inadecuadas. Para López & Manzano (2016), el análisis del

contexto, en este caso, el histórico, es crucial para conocer el origen de su vulnerabilidad, la ocurrencia de los fenómenos climáticos, los impactos a través del tiempo y como responden las comunidades ante estos eventos. Conde & Saldaña (2007) y Lampis (2013), reafirman estas teorías, pero incorporan la necesidad de hacerlo a escalas regionales e incluso locales involucrando investigaciones interdisciplinarias que contemplen factores no climáticos que también aportan a la vulnerabilidad e incluso pesan más en los ejercicios de ponderación.

Según Ramírez, Valencia & Paniagua (2015), la vulnerabilidad agrícola es el resultado de la influencia del clima en los aspectos sociales, económicos y productivos de los agricultores donde intervienen también las características del sector y las respuestas biofísicas de los cultivos y de los territorios. Cuando son pequeños productores de países en desarrollo son más vulnerables a los impactos del cambio climático debido a su exposición geográfica, bajos ingresos, mayor dependencia en la agricultura para su sobrevivencia y su limitada capacidad de buscar otras alternativas de vida (Altieri & Nicholls, 2013). De igual manera, sistemas productivos más homogéneos, menos estratificados, menos diversos, son menos funcionales, representan estados no deseados dentro del enfoque de resiliencia socio-ecológica propuesto por Altieri & Nicholls (2013). “La resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los shocks (eventos extremos) y la capacidad de recuperación del sistema” (Lin 2011, citado por Altieri & Nicholls, 2013, p 9). A menor resiliencia, la vulnerabilidad al cambio climático aumenta.

Los sistemas ambientales son el soporte de los sistemas económico - productivos, por este motivo es necesario no subestimar la estructura, composición y función de los ecosistemas, su resiliencia y la forma como se reorganizan y ajustan para adaptarse al cambio climático. En los análisis de vulnerabilidad, se debe involucrar la correlación con las características biofísicas de los servicios ecosistémicos, los impactos sobre los sistemas naturales, recursos hídricos, suelos y biodiversidad (Cárdenas & Tobón, 2016). Según Rueda & García (2002), es importante que en la evaluación de la vulnerabilidad, el componente biofísico y sus características tengan igual peso que los elementos del componente socioeconómico.

Metodología

Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo mixta, con un alcance analítico, en función de determinar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas productivos de la Región del Duende. Se empleó el método cualitativo para obtener las percepciones de la comunidad, con instrumentos como fichas de caracterización en corredores de observación en el territorio y entrevistas semiestructuradas. Estas percepciones fueron complementadas y cotejadas con datos procesados mediante el método cuantitativo, usando índices para medir impactos de cambio climático, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad climática de los sistemas productivos.

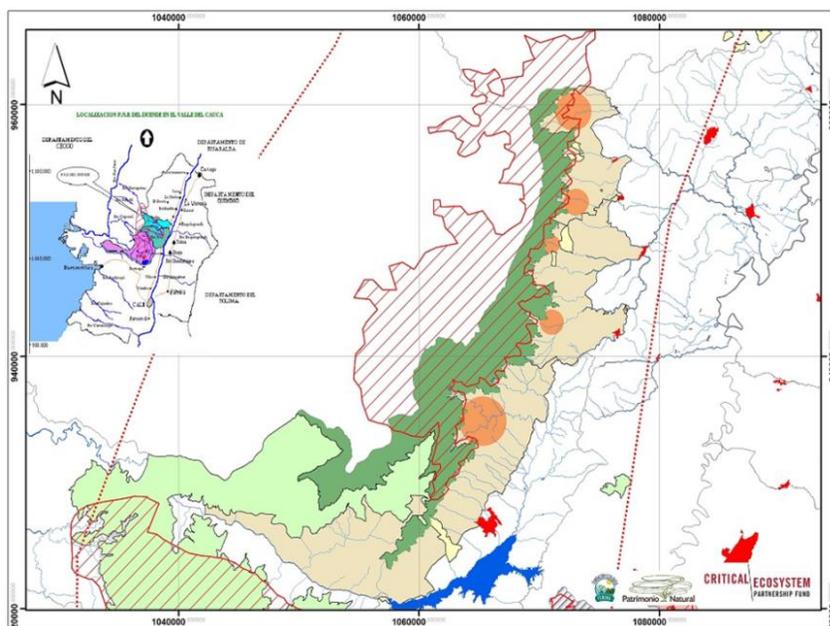
Localización de la Zona de Estudio

El área de estudio es la Zona con Función Amortiguadora (ZFA) del Parque Natural Regional Páramo del Duende (PNR), con una extensión de 33.700 hectáreas (ver Figura 3), donde se encuentran asentadas comunidades campesinas con sus sistemas productivos.

Se localiza en el departamento de Valle del Cauca, en la cordillera occidental de los Andes colombianos, en jurisdicción de los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima El Darién (Gamboa, 2006). Tiene un clima que fluctúa entre los 9 y 17 °C y abarca una franja altitudinal entre los 1600 y 2400 m.s.n.m, con pisos térmicos medio y frío, niveles de precipitación de 2000 a 2300 mm/año, con topografía ondulada, fuertemente ondulada y escarpada, dominada por las zonas de vida de ecosistemas de bosque subandino y andino.

Figura 3.

Zona de estudio



Fuente: Fedena & Cepf (2018).

Nota: La ZFA es la franja del mapa de color rosado claro, que para efectos de este estudio se le ha denominado: la Región del Duende. El PNR es la zona verde intenso y limita por el occidente con el departamento del Chocó.

Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo

La unidad de análisis es la vulnerabilidad de la agricultura al cambio climático y la unidad de trabajo son los sistemas productivos de la Región del Duende: Cultivos zona cafetera - cañicultura tradicional y convencional, Ganadería de tierras altas-frías y tierras medias, Cultivos tradicionales de pancoger y Cultivos de tierras altas y frías - mora y otros.

Población y Muestra

Según Gamboa (2006), el número total de familias en la zona con función amortiguadora es de 1173. La muestra de las familias a la que se aplicará la entrevista se calculó teniendo la siguiente ecuación:

Ecuación 1.

Muestra estadística

$$n = \frac{P * Q * Z^2 * N}{(N - 1) * E^2 + P * Q * Z^2}$$
$$n = \frac{0,95 * 0,05 * 1,96^2 * 1173}{(1173 - 1) * 0,06^2 + 0,95 * 0,05 * 1,96^2} = 48,63$$

n=49 entrevistas

Diseño Metodológico de la Investigación

Fase I. Caracterización de los Sistemas Productivos

Esta fase se abordó mediante el método de la observación, usando los patrones de interpretación del paisaje (Forman 1995, Turner, *et al*, 2001, citados por Armenteras & Vargas, 2016; Vila, *et al*, 2006), que permiten establecer las matrices productivas y analizar las formas de apropiación y usos del territorio a escala de paisaje, las cuales se pueden relacionar con el comportamiento del fenómeno del cambio climático observable (Ruiz, 2007). Para esto, se realizaron recorridos de campo y el diligenciamiento de una ficha de caracterización de las principales matrices



FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA
REGIÓN DEL DUENDE

Fecha: 03 / 07 / 2021.

DD / MM / AAAA

Municipio: <u>Tripillo</u>	Corredor de observación: <u>Aravaca - Alto del Oso - Cristales</u>
----------------------------	--

1. ESTRUCTURA (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a. Nombres de las matrices de uso de suelo / extensión aproximada (extensión en hectáreas – mapa coberturas):

a) <u>Caficultura convencional</u> / _____	d) <u>Regeneración natural</u> / _____
b) <u>Ganadería extensiva</u> / _____	e) <u>Bosque secundario continuo</u> / _____
c) <u>Caficultura Tradicional</u> / _____	f) _____ / _____

b. Distribución de las matrices

¿Donde se localizan las matrices, su relación e interacción con centros poblados, usos del agua, climas, cultura, etc?:
La matriz de caficultura convencional prospera principalmente en la parte baja del corredor tanto en la derivación Aravaca como Cristales. La caficultura tradicional se localiza en la parte media alta de la derivación Aravaca y de manera intercalada con caficultura convencional en la derivación Cristales. La Ganadería extensiva se localiza en la parte baja de la derivación Aravaca y parte alta de la derivación Cristales. (Tanto en) En ambas derivaciones existen pequeñas unidades ganaderas enclavadas en la caficultura. La Regeneración natural se localiza en la parte alta de ambas derivaciones. Son parcelas donde antes se usaban para producción agropecuaria. Los bosques secundarios están presentes en ambas derivaciones, muy cercanos al límite inferior del área protegida.

c. Heterogeneidad espacial (Forman, 1995; Vila, et al, 2006). En las partes altas de los corredores se aprecian cultivos como la mora, pero muy marginales, aunque los cultivos de pancecer que se asocian principalmente a la caficultura tradicional. La distribución de las matrices la impone el límite climático y el acceso a vías para sacar cosechas.

El uso de la tierras lo impone la topografía.*

Diversidad de formas en las matrices

Alta (más de 5) Media (entre 3 y 5) Baja (entre 1 y 2)

Formas predominantes en las matrices

Curvilíneas (Fragmentos bosque) Rectilíneas (Caficultura convencional)

Irregulares (Corredor biológicos)

d. Análisis temporal de las matrices (uso de imágenes satelitales y mapas)

Contracción: Las áreas de rastrojo tienden a contraerse debido a las necesidades de más tierra cultivable.

Ampliación: La ganadería y la caficultura convencional, a expensas de los áreas de bosque y regeneración

Desaparición: La agricultura tradicional

Determinantes y dinámicas de su modificación: La colonización del café de áreas más altas, la disminución de la producción de cultivos de pancecer y cultivos de tierras frías como la mora. La recuperación de las tierras por parte de sus dueños que en el pasado las dejaron abandonadas.

2. COMPOSICIÓN (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a) Especies que componen las matrices:

Café, plátano, cítricos, forestales, pastos naturales, brachiaria y estrella, maíz, yuca, bananos y frutas nativos, Guadua, Yacimo blanco, Guano

b) Forma de apropiación y uso de la tierra

Comunidades presentes: (Amirunas (Vallecaucanas y pasas) Andino-polis es un pueblo que su cultura esta muy marcada por representaciones de la cultura pasca.

Por su extensión:

Latifundio (_____) Minifundio (En todas la matrices predominan las pequeñas áreas.)

Por la propiedad:

Familias (En su mayoría residentes) Transnacionales (_____)
 Empresas (_____) Colectivos (_____)

Determinantes/dinámicas: No existe influencia de grandes terratenientes ganaderos y de empresas transnacionales. La mayor parte de las familias residen en las mismas fincas o en el corregimiento de Andinoapolis. En la derivación Arauca las familias se relacionan comercialmente con las dinámicas económicas del Corregimiento de Andinoapolis. En esta derivación no hay poblado en la vereda. En Cristales la relación es más con el Corregimiento de Venecia. En Cristales hay un pequeño comercio con los suelos, las sistemas de aprovisionamiento son de Venecia

Parches de bosque Corredores biológicos Bosques continuos Árboles dispersos
 Ganadería - Caficultura Ganadería - Caficultura Ganadería

* En la ganadería se ve con mayor fuerza la transición. En la caficultura las veredas circundantes son más conectadas con los bosques. Ocurrencia disturbios -nuevos patrones (Armenteras & Vargas, 2016). En la mayoría de los casos los parches se conectan con corredores biológicos que actúan como bosques riparios en frente de ríos. En los cauces principales: Río Arauca y Cristales

Ampliación de frontera agropecuaria/forestal (Recolonización frontera agrícola) Obras civiles (_____)

Minería (_____) Quemas (_____) Inundaciones (_____)

Deslizamientos (_____) Fallas geológicas (_____)

Incendios forestales (_____) Vientos fuertes (_____)

** Los bosques Riparios son más frondosos y continuos y se extienden de manera dendrítica cuando se mezclan con otros agropecuarios. En algunos casos estos corredores se conectan con bosques naturales continuos.

Observación
 sobre todo en la derivación Cristales son evidentes los deslizamientos de suelos agrícolas y ganaderos debido a las fuertes pendientes, a la inestabilidad de los suelos y las fuertes lluvias en algunos periodos del año. La reconstrucción de la frontera agropecuaria también es más evidente en Cristales, principalmente para ganadería

3. FUNCIÓN (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a. Usos:

¿Qué tipo prácticas predominan en las matrices de uso del suelo?

Agricultura convencional (Caficultura - Ganadería) Producción orgánica (_____)

Producción agroecológica ((Reconversión) Sist. Agroforestales (RNSC. Bella Vista y El Silencio)

Sist. Silvopastoriles (Pastos - forestales RNSC.) Monocultivo (Caficultura convencional)

Policultivos (_____)

Uso de insumos:

Fertilizantes químicos para el manejo del café; tanto en la caficultura tradicional como convencional
Aplicación de herbicidas, Glifosato para control de plagas arvenses.

Comentarios: La producción agroecológica en reconversión, los sistemas agroforestales y silvopastoriles se encuentran localizados en la parte alta del Corredor, derivación Arauca, asociados principalmente a RNSC Bella Vista y El Silencio. y a pequeños predios de caficultura tradicional de familias campesinas residentes.

b. Sistemas ambientales asociados a las matrices de uso

Ríos (Cristales - Arauca) Quebradas (Tributarias) Embalses (_____)

Humedales (_____) Lagunas (_____)

Comentarios: Tanto el Río Arauca, como el Río Cristales, drenan sus aguas al Río Riofrio

c. Impactos sobre sistemas ambientales

Agua (Contaminación por herbicidas y fertilizantes) Suelo (Prácticas culturales) Bosques (Efecto borde.)

Biodiversidad (_____) Sistemas humanos (_____)

Clima (_____)

Descripción de la magnitud e importancia del impacto:

Los impactos son propios de tierras agropecuarias que al usar sistemas de labranza, pastoreo, manejo de cultivos y aprovisionamiento de bienes como madera, alteran los sistemas ambientales. ~~Además~~ de la reconversión y los deslramientos, estos impactos ~~son~~ son de ~~gran~~ alta magnitud y pierden si de una amplia cobertura muy afectada.

La ganadería y la agricultura por estar en frentes pendientes predisponen a los suelos a sufrir deslramientos

COMENTARIOS ADICIONALES	
-	Las vías de acceso en la derivación caravaca son de regular estado, muy pendiente y sufren daños en tiempos de invierno. En la derivación Cristales la vía está en buen estado hasta el poblado que se localiza en la parte baja de la derivación. De ahí hasta la parte alta de la derivación el acceso es por caminos de herradura en muy mal estado y con mucha dificultad para transitar.
-	En ambas carreteras derivaciones hay energía eléctrica. El aprovisionamiento de agua se hace de fuente propias que nacen en sus mismas fincas o en las fincas vecinas.
-	Las viviendas familiares son muy dispersas en las partes altas de ambas derivaciones.

Anexo 2), para cada municipio, los cuales se identificaron teniendo en cuenta que se encontrarán localizados en la ZFA, los criterios de población, mayor intervención productiva, cobertura geográfica y afluentes principales. Adicionalmente, se cotejaron las observaciones en campo con el mapa de coberturas del IDEAM (2018).

Para establecer la vulnerabilidad se seleccionaron los sistemas productivos de origen campesino y dedicados a la producción de alimentos, bien sea, en sistemas agrícolas o pecuarios. Estos son: la caficultura tradicional, caficultura convencional, ganadería de tierras altas y frías, ganadería de tierras medias, cultivos tradicionales de pancoger (plátano, transitorios, frutales) y cultivos de tierras altas y frías.

Fase II. Medición de Impactos y Afectaciones del Cambio Climático en los Sistemas Productivos

Esta fase se llevó a cabo empleando los métodos de indagación directa, facilitando el intercambio de información y el acceso a las percepciones comunitarias, mediante técnicas como entrevistas semi-estructuradas a familias residentes, agricultores, institucionalidad pública y privada (*ver Anexo 3*). Adicionalmente, se diligenció la matriz del Índice Relativo de Afectación como lo recomienda el IDEAM (2010), acorde a la siguiente ecuación:

Ecuación 2.

Índice Relativo de Afectación

$$IRA = \left(\sum_{i=1}^n Cal_i * W_i \right) / \sum_{i=1}^n W_i$$

Donde:

Cal_i: es la calificación otorgada para cada elemento, cobertura o ecosistema, según la variable (componente productivo o ambiental)

n: es el número de variables utilizadas.

W_i: es el peso o ponderación dado a cada variable (dentro del componente productivo o ambiental).

En esta matriz se establecieron variables que miden la sensibilidad y la exposición productiva y ambiental de los sistemas productivos predominantes, como se muestra en la

Tabla 1:

Tabla 1.

Dimensiones y variables del IRA

Dimensiones	Variables
Sensibilidad productiva y ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de la fertilidad del suelo• Alteración de siembras y cosechas• Incidencia de plagas y enfermedades• Disminución suministro de agua para riego• Disminución suministro de agua para consumo• Pérdida microclimas• Alteración biodiversidad (polinizadores y controles biológicos)• Alteración ecosistemas estratégicos- Páramo, bosques andinos y riparios
Exposición productiva y ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Incremento temperatura• Variación lluvias• Daños por heladas y granizadas• Sequías• Daños por vendavales• Deslizamientos y avalanchas

Fuente: el autor (2022)

A las variables se les estableció una ponderación y calificación en la escala entre 0 y 1. Las variables fueron seleccionadas teniendo en cuenta la función productiva que cumplen y la implicación para la estabilidad de cada uno de los sistemas productivos (ver *Anexo 4*). Para el análisis de los resultados de la matriz, se establecieron los siguientes rangos de calificación de los impactos:

Escala	0,0 a 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00
Nivel	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta

La información producto de las percepciones de la comunidad, sirvió para soportar la calificación otorgada en la matriz para cada variable y sistemas productivo.

Fase III. Capacidad de Adaptación Productiva

Para estimar la Capacidad de adaptación productiva (CA_{Pd}), se tomaron en cuenta las Capacidades adaptativas de los sistemas productivos (CA_{Sp}), que corresponde al 70% del total de la CA_{Pd} , con variables calificadas en un rango entre 0 y 1, las cuales están relacionadas con las características particulares de los cultivos, el manejo agronómico, los arreglos productivos, el conocimiento y acceso a tecnología, el mercado, y algunas condiciones socioeconómicas de los agricultores (ver *Anexo 5. Calificación Capacidad Adaptativa Sistemas productivos*). Por otro lado, se tuvo en cuenta la Capacidad adaptativa territorial (CA_{Ter}), que corresponde al 30% del total de la CA_{Pd} . Sus variables se calificaron en un rango entre 0 y 1., y se relacionan con las características territoriales como los niveles de conocimiento frente al cambio climático, el acceso a servicios públicos básicos, la disponibilidad y la calidad de la infraestructura productiva, una institucionalidad fuerte y con presencia a nivel territorial, las políticas públicas y sus niveles de articulación, y la conservación de los sistemas ambientales estratégicos regionales (ver *Anexo 6*).

Para obtener las calificaciones, se sumaron los puntajes de cada variable, se dividió por el número de variables involucradas y se multiplicó por el valor de la ponderación (CA_{Sp} : 70%; CA_{Ter} : 30%). Los resultados de las entrevistas fueron claves para poder calificar de manera más adecuada las variables. Al final, la capacidad de adaptación productiva se obtuvo con la Ecuación 3.

Ecuación 3.

Capacidad de adaptación productiva

$$CA_{Pd} = CA_{Sp} + CA_{Ter}$$

Y se analizó teniendo en cuenta los siguientes niveles:

Escala	0,0 a 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00
Nivel	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Fase IV. Determinación y Análisis de la Vulnerabilidad de los Sistemas Productivos al Cambio Climático

La vulnerabilidad se determinó aplicando el Índice de Vulnerabilidad de la Función Productiva (IVFP). Al final, este Índice se correlacionó con el Índice de Martonne (IM), que toma en cuenta variables climáticas como la temperatura y la precipitación, como lo sugiere Turrén, *et al* (2019). El IVFP se alimentó con las percepciones de las comunidades locales, la institucionalidad pública y privada, recolectadas en instrumentos como entrevistas sobre los impactos y la capacidad de adaptación en las dimensiones socioeconómica, política e institucional y técnica, como lo recomienda el IDEAM (2010) y Monterroso (2012). Según Monterroso (2012), la capacidad adaptativa tiene una relación negativa frente a la vulnerabilidad. Mientras, la exposición y la sensibilidad tienen una relación positiva. En el caso del IVFP la exposición y la sensibilidad están correlacionadas en el IRA modificado para el presente estudio.

Índice de Vulnerabilidad de la Función Productiva (IVFP). Este índice se estructuró para medir la vulnerabilidad de los sistemas productivos, reconociendo la relevancia de la

correlación con los sistemas ambientales en la funcionalidad de los mismos. Este sentido, es importante destacar que la relación entre los sistemas productivos y ambientales no es en una única dirección, sino que se retroalimentan mutuamente; es decir, los sistemas ambientales son indispensables para que los sistemas productivos funcionen respecto a los requerimientos de suelos fértiles, agua para riego, clima adecuado, polinización, control biológico; sino también, los sistemas productivos con arreglos dentro del enfoque agroecosistémico pueden ayudar a conservar mejor la estructura, composición y función de los sistemas ambientales como el suelo, el agua, los bosques y la biodiversidad; o por el contrario, los sistemas productivos homogéneos y con prácticas deficientes, pueden deteriorar las condiciones ambientales presentes en el área, lo que supone, a la vez, una mayor vulnerabilidad del sistema productivo a sufrir daños por los impactos del cambio climático. Estos principios teóricos orientan la forma de medir, aplicar e interpretar el índice.

El IVFP se centra en ayudar al conocimiento del comportamiento funcional de los sistemas productivos frente al cambio climático. Su centro teórico está en resolver preguntas como: ¿Los sistemas productivos pueden verse alterados en su funcionalidad por cambios en el comportamiento de las variables climáticas (temperatura, precipitación)? ¿Qué pasa con la producción si se afectan los sistemas ambientales esenciales? ¿Qué pasa si se producen los cambios de clima y se combinan con una baja capacidad de respuesta de las sociedades productivas responsables de adaptarse?

El IVFP se expresa en la Ecuación 4.

Ecuación 4.

Índice de Vulnerabilidad de la Función Productiva

$$IV_{FP} = V_{S_i} + V_{S_j} + V_{S_k} + \dots + V_{S_n};$$

Donde;

V_{S_i} : Vulnerabilidad del sistema i; por ejemplo, la caficultura tradicional

V_{S_j} : Vulnerabilidad del sistema j; caficultura convencional

V_{S_k} : Vulnerabilidad del sistema k; ganadería

V_{S_n} : Vulnerabilidad del sistema n; cultivos pancoger

La V_s , se obtiene de la Ecuación 5, como sugiere el IDEAM (2010), correlacionada con el IM.

Ecuación 5.

Vulnerabilidad del sistema (V_s)

$$V_{Si} = I_{Si} - (I_{Si} * CAP_{di}) * IM.$$

Esta misma expresión para los demás sistemas productivos.

Donde;

I_{Si} : son los impactos en el sistema i ., que se calculan con la matriz IRA modificado, propuesto por el IDEAM (2010).

CAP_{di} : Capacidad de Adaptación productiva en el sistema i .

IM: Promedio del Índice de Martonne entre el periodo 1996 y 2019.

El Índice de Martonne (IM), se clasifica según los siguientes intervalos:

Clasificación del IM	Intervalo
Desiertos (hiperárido)	0 a 5
Semidesierto (árido)	5 a 10
Semiárido de tipo mediterráneo	10 a 20
Subhúmeda	20 a 30
Húmedo	30 a 60
Perhúmedo	>60

Fuente:
UNAM (2013), citado
por Fernández (2015)

La vulnerabilidad se analizó teniendo en cuenta los siguientes niveles:

Escala	0,0 a 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00
Nivel	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Acercamiento Teórico, Conceptual y Metodológico

Se realizó un proceso de revisión y análisis de información secundaria disponible en bases de datos científicas, principalmente, artículos científicos, sobre los temas de cambio climático, impactos, capacidades adaptativas y vulnerabilidad, para construir el marco teórico como sustento del análisis de la vulnerabilidad productiva. De igual manera, se consultó información de Entes oficiales del nivel nacional como el IDEAM y regional como CVC, sobre datos de las

variables climatológicas, que sirvieron para cotejar las percepciones comunitarias sobre el comportamiento de la temperatura y la precipitación. También, se consultó información disponible sobre impactos locales, riesgos y capacidades adaptativas.

Selección y Diseño de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Los instrumentos de toma de información se diseñaron de acuerdo a la naturaleza de la información, las posibilidades de manejo de la misma por parte de la comunidad o institución y a las características particulares de cada segmento de la población. Para esto se agruparon por tipos de actores de acuerdo a sus características, ámbitos y competencias territoriales, los intereses particulares, y con ello, se procedió al diseño al diseño, estructura, contenido y lenguaje.

Observación. Según Hernández (2014), la observación es adentrarse en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones. Se realizaron los recorridos de campo por los 9 corredores establecidos para aplicar las técnicas de observación y de interpretación del paisaje y análisis de las matrices de usos de los suelo, identificando cambios en las características y lista de atributos en aspectos biofísicos, ambientales y productivos (Guerrero, 2017., p. 63). La información se registró en una ficha de caracterización, en el diario de campo y se tomaron los registros fotográficos pertinentes para ilustrar la metodología y los resultados.

Se consultaron imágenes satelitales para cotejar con las observaciones en campo, y así, poder determinar transformaciones paisajísticas que puedan ayudar a establecer un marco de referencia de las modificaciones territoriales debido al uso y apropiación de la tierra, por ejemplo, cambios en las coberturas boscosas y productivas, asentamientos humanos, zonas degradadas y de riesgo, que en general den cuenta de fortalezas o debilidades en las estructuras ecológicas y productivas de los territorios. Este análisis se puede correlacionar con una mayor o menor vulnerabilidad territorial

Entrevista. Se diseñó una entrevista semi-estructurada para actores territoriales como familias campesinas, asociaciones de campesinos y ONGs locales, líderes comunitarios y de las organizaciones, expertos locales y Entes territoriales, para indagar sobre impactos y capacidades de adaptación al cambio climático (ver *Anexo 3*), con la libertad de profundizar en algunos aspectos en los que se requiera precisar la información (Hernández, 2014). La entrevista estuvo acompañada de charlas informales para recolección de información adicional que se registró en el diario de campo.

Aplicación de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Se identificaron los actores clave y sus características de acuerdo a los requerimientos de información en el proceso investigativo (ver *Cuadro 1*). Estas características determinaron el tipo de pregunta para cada actor, a fin de tener objetividad y pertinencia en el proceso de indagación, garantizar la calidad de la información que brindaron de acuerdo a sus competencias y conocimientos, y también, en la facilidad para el ordenamiento y el análisis de la información.

Cuadro 1.

Caracterización de actores territoriales

Tipo de actores	Competencia/interés	Tipo de información	Técnica/instrumento	Criterios
Comunidad local				
Familias campesinas	Conservar la oferta de servicios ecosistémicos para garantizar los procesos de producción de alimentos y su permanencia en el territorio	- Impactos sobre los sistemas productivos y ambientales - Prácticas de adaptación - Transformaciones territoriales	- Entrevistas	- Residencia mínima de 10 años - Agricultores (as) - Propietarios de predios
Asociaciones campesinas	Gestión de los recursos productivos y ambientales para sus procesos organizativos, producción y comercialización	- Impactos sobre los sistemas productivos y ambientales - Prácticas de adaptación - Transformaciones territoriales	- Entrevistas	- Presencia en el territorio - Antigüedad de 2 años - Dedicación a la agricultura
ONGs locales y Fundaciones Ecológicas	Gestión ambiental e incidencia en los procesos de conservación	- Impactos sobre los sistemas ambientales - Capacidades institucionales - Acceso a conocimientos	- Entrevista	- Presencia en el territorio - Antigüedad de 2 años - Dedicación a la parte ambiental
Juntas administradoras de acueductos comunitarios	Gestión de la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos	- Impactos sobre los sistemas ambientales - Capacidades institucionales - Prácticas de Adaptación	- Entrevista	- Presencia en la zona de trabajo - Antigüedad de 2 años - Dedicación a la gestión comunitaria del agua
Institucionalidad pública local/autoridad ambiental				

Tipo de actores	Competencia/interés	Tipo de información	Técnica/instrumento	Criterios
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC - Simap	Fortalecer la gestión ambiental en la Región del Duende y la planificación territorial en los tres municipios	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades institucionales - Fortalezas y debilidades de la planificación territorial - Impactos ambientales - Acceso a conocimientos 	- Entrevista	- Autoridad ambiental
Oficinas de planeación (Riofrio, Trujillo y Calima)	Fortalecer los instrumentos de planificación del territorio y los planes de gestión del riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades institucionales - Fortalezas y debilidades de la planificación territorial (incorporación de la dimensión de cambio climático) - Impactos ambientales 	- Entrevista	- Ente territorial
Oficinas o secretarías de agricultura y medio ambiente	Fortalecer los procesos productivos de agricultores y la conservación del medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades institucionales - Impactos en sistemas ambientales y productivos - Acceso a conocimientos 	- Entrevista	- Ente territorial
Oficinas de gestión del riesgo	Disminución los riesgos de las poblaciones a sufrir daños por desastres naturales asociados	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de gestión del riesgo - Capacidades institucionales - Accesos a conocimientos 	- Entrevista	- Ente territorial
Comités y sistemas locales				
Sistemas municipales de áreas protegidas – SIMAPs	Fortalecer la gestión de las áreas protegidas públicas y privadas mediante la articulación institucional y comunitaria	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades institucionales - Impactos en sistemas ambientales y productivos - Fortalezas y debilidades de la planificación territorial - Conservación y manejo de áreas protegidas - Acceso a conocimientos 	- Entrevista	- Espacios de articulación de áreas protegidas
Academia e instituciones educativas				
Universidad Central del Valle del Cauca UCEVA	Gestión del conocimiento en las áreas ambientales y agropecuarias en la región	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidades institucionales - Impactos en sistemas ambientales y productivos - Fortalezas y debilidades de la planificación territorial 	- Entrevista	- Incidencia a nivel regional y en el área de cambio climático
Instituciones educativas	Formación de sus estudiantes en temáticas de conservación ambiental, fortalecer sus proyectos ambientales escolares (PRAES).	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso y apropiación de conocimientos 	- Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> - Incidencia en el área protegida - Presencia en la zona con función amortiguadora - Trabajo con previo con estas instituciones
Gremios cafetero y ganadero				
Agricultores cafeteros y ganaderos	Gestión del sector cafetero local para mejorar su adaptación al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Impactos en sistemas ambientales y productivos - Capacidad institucional - Mecanismo privados de adaptación 	- Entrevista	- Presencia en la zona con función amortiguadora

Fuente: el autor (2022)

Clasificación, Sistematización y Análisis de la Información

Con la ayuda del software Atlas.ti.9 y siguiendo las sugerencias de Toledo (2016), se establecieron las categorías investigativas y las emergentes y los códigos de la información, lo que permitió obtener subconjuntos más pequeños de información consistente, que facilitó las etapas posteriores de exploración y evaluación de la información recolectada (digitación, observación), filtros de acuerdo a los códigos, citas, reclasificación, sistematización y análisis

(Toledo, 2016). Se realizó la triangulación de la información obtenida en campo mediante la correlación con el conocimiento del investigador y la información bibliográfica disponible sobre las categorías de investigación. Adicionalmente, se usaron hojas de cálculo de Excel, gráficas, esquemas o diagramas y relatos cortos, que muestran la información de una manera ordenada y recogiendo aspectos analíticos, cuantitativos y cualitativos, que mejoraron la comprensión de los resultados de la investigación por parte del público receptor.

Resultados

En el proceso investigativo se realizaron 9 recorridos en los corredores de observación seleccionados, donde se aplicaron las fichas de caracterización del territorio y los sistemas productivos. También, se realizaron de 64 entrevistas a pobladores, ONG's locales, Institucionalidad local, Autoridad Ambiental, Gremio Cafetero, Asociaciones de Campesinos e Instituciones Educativas, en las que se indagó sobre impactos de cambio climático y capacidades de adaptación.

Características de los Sistemas Productivos de la Región del Duende

La configuración territorial de la Región del Duende, es producto de la territorialización de los sistemas productivos por parte de las familias campesinas dedicadas a la caficultura tradicional, caficultura convencional, pancoger, ganadería de pequeña y mediana escala, y de las plantaciones forestales de la multinacional papelera Smurfit Kappa Colombia. Estos sistemas productivos tienen una estrecha relación con la racionalidad social, económica, política y ecológica de los actores, que han recreado en este territorio, su cultura, conocimientos y su forma de entender y comprender el entorno, construyendo paisajes con matrices productivas, algunas más diversas, tradicionales y más relacionadas con la conservación de los sistemas ambientales; otras más simples y homogéneas, acordes a una agricultura convencional.

Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Trujillo

Corredor de Observación Río Cáceres – Monteloro. Las matrices predominantes en este corredor son la ganadería extensiva, la caficultura convencional, la caficultura tradicional, los bosques secundarios y bosques densos continuos (ver *Figura 4*). La mora, aunque no alcanza

a formar una matriz de uso, es un cultivo de importancia económica para algunas familias. La ganadería extensiva se localiza en la parte baja y media del corredor (1600 a 2300 m.s.n.m), aunque en la parte baja su presencia no es continua pues existen algunas unidades de caficultura convencional y tradicional que forman enclaves en esta matriz. La ganadería extensiva también hace presencia en las partes altas (2300 a 2900 m.s.n.m) aunque en unidades más pequeñas.

Figura 4.

Sistemas productivos del corredor Río Cáceres – Monteloro



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de pastos limpios, arbolados y enmalezados, bosque denso y fragmentado, mosaico de cultivos, pastos y áreas naturales y vegetación secundaria.

La caficultura convencional y tradicional prosperan en la parte baja del corredor (1600 a 1800 m.s.n.m), en una interacción social y económica constante con las dinámicas del

corregimiento de la Sonora. La mora prospera en la parte alta de corredor (2300 a 2600 m.s.n.m) compartiendo territorio con unidades de pequeña ganadería y con grandes áreas de sucesión vegetal y la matriz de bosque secundario continuo que se conecta con los bosques andinos del PNR.

El corredor presenta un paisaje heterogéneo que se ve representado en formas rectangulares propias de la ganadería extensiva y la caficultura convencional, y formas irregulares y curvilíneas de las áreas en caficultura tradicional, la mora y los bosques fragmentarios, riparios y continuos. Pese a la diversidad de usos, su tendencia es a que los aprovechamientos ganaderos se expandan mientras que la mora y la caficultura tradicional se contraigan o desaparezcan en el futuro. Según relatos de algunos pobladores, la mora está dejando de ser un renglón económico para las familias debido a las plagas y las enfermedades que hacen inviable el cultivo que es reemplazado progresivamente por pastos.

El corredor es habitado por familias campesinas de origen vallecaucano, caucano y paisas, con un fuerte arraigo por la tierra y la economía campesina. Esto hace que predominen las pequeñas y medianas unidades agrícolas o ganaderas muy propias de este tipo de dinámicas económicas y territoriales. Sin embargo, las dinámicas territoriales llevan a que algunas áreas que en el pasado fueron abandonadas debido al conflicto armado o por condiciones económicas adversas, en la actualidad estén siendo recolonizadas por las familias poseedoras originales, que buscan recuperar la productividad de sus tierras ocasionando algunos disturbios de menor intensidad y cobertura, que no ponen en riesgo la integridad y estabilidad del territorio y del PNR.

El río Cáceres es el afluente principal y representa una gran riqueza hídrica que tributa sus aguas al río Riofrío. Los impactos ambientales más significativos producto de los aprovechamientos agropecuarios se dan principalmente por la presencia de la ganadería extensiva en altas pendientes que llevan a la degradación progresiva del suelo y también por la aplicación generalizada de fertilizantes y glifosato, que alteran las condiciones fisicoquímicas del suelo y de las aguas.

Las dinámicas económicas en el corredor, dependen en su mayoría de los flujos comerciales que se establecen con Trujillo como cabecera municipal y con el corregimiento de la Sonora donde las familias pueden aprovisionarse de alimentos básicos.

Corredor de Observación Río Medio Pañuelo – Cascada Luna de Marzo. En este corredor las matrices de uso predominantes son la caficultura convencional asociada con plátano e invernaderos, la ganadería extensiva a libre exposición, la caficultura tradicional y el bosque secundario en el límite superior de la Zona con Función Amortiguadora.

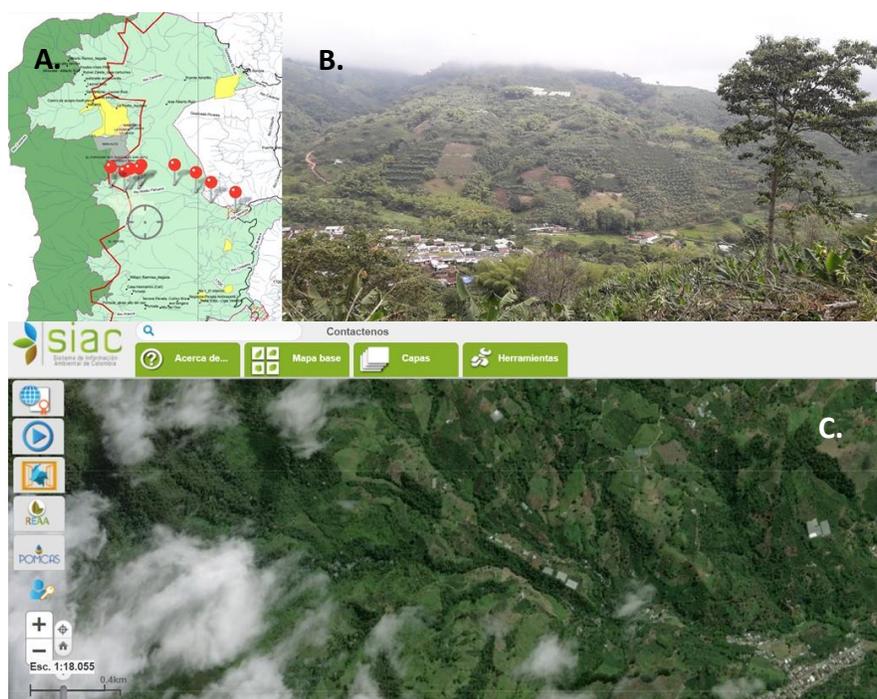
En las matrices agropecuarias, el bosque pierde predominancia y adopta formas dendríticas a medida que se aleja del cauce del río Medio Pañuelo, reduciéndose a pequeños fragmentos, corredores estrechos y discontinuos y, a árboles muy dispersos al interior de las matrices predominantes. Se observa mayor presencia y menos afectaciones al bosque en las matrices de caficultura tradicional y convencional (ver Figura 5).

El corredor es un paisaje rural agrícola con diversidad de formas, principalmente irregulares y en menor medida rectilíneas que indican heterogeneidad espacial (Forman, 1995 citados por Vila, *et al*, 2006). Sin embargo, las huellas de la transformación indican que existe una clara tendencia hacia la homogenización del paisaje y el territorio hacia los usos de ganadería extensiva y caficultura convencional.

El corredor está poblado por familias de origen paisa y vallecaucano, que tienen formas de apropiación y uso de la tierra a través de la agricultura minifundista, lo que determina en cierta forma la diversidad de arreglos y las prácticas de manejo de los cultivos, de labranza y uso de insumos. El centro poblado más importante en este corredor, es el corregimiento de Venecia, que se encuentra enclavado en una matriz de caficultura convencional y ganadera. En las demás áreas del corredor, las viviendas están muy dispersas, lo que lleva a que dependan de los servicios de aprovisionamiento, flujos comerciales y sociales del corregimiento de Venecia.

Figura 5.

Sistemas productivos en el corredor Río Medio Pañuelo - Cascada Luna de Marzo



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de pastos limpios y arbolados, áreas naturales y cultivos arbustivos permanentes de café y plátano.

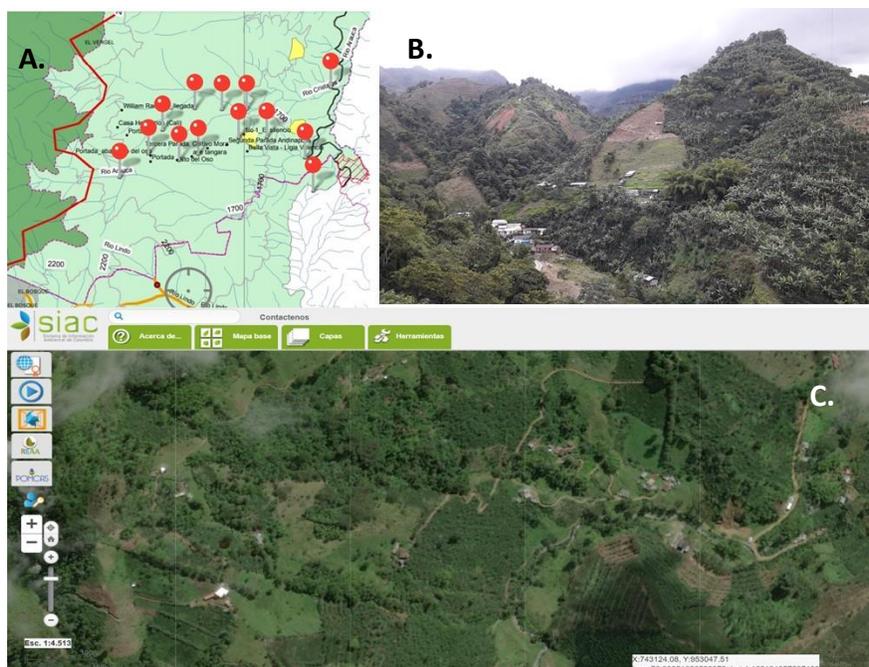
En la parte más alta del corredor se presentan disturbios emergentes, que configuran nuevos patrones en el paisaje (Armenteras & Vargas, 2016). Estos disturbios se caracterizan por la recolonización de la frontera agropecuaria. Según el informante T-06, estos procesos se hacen evidentes desde hace aproximadamente 2 años y se debe a la demanda de más tierras de cultivo y a la pandemia que generó una necesidad de producir más alimentos. Adicionalmente, al abandono estatal y la escasa presencia institucional.

Corredor de Observación Río Arauca – Alto del Oso – Cristales. El corredor presenta dos derivaciones, la primera está asociada a la cuenca del río Arauca; y la segunda, asociada a la

cuenca del río Cristales. En este corredor, las matrices de uso predominantes son la caficultura convencional, la ganadería extensiva, la caficultura tradicional, zonas amplias de regeneración natural y los bosques secundarios continuos (ver *Figura 6*).

Figura 6.

Sistemas productivos del corredor Rio Arauca - Alto del Oso - Cristales



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de cultivos arbustivos permanentes (café y plátano) con pastos limpios y arbolados y áreas naturales.

La matriz de caficultura convencional se presenta principalmente en la parte baja del corredor, tanto en la derivación Arauca como en Cristales, en el rango altitudinal entre 1.500 a 1.700 m.s.n.m., donde se aplican fertilizantes de síntesis química y herbicidas, principalmente, el Glifosato para el control de arvenses en los cultivos. La caficultura tradicional se localiza hacia la parte media alta de la derivación Arauca a partir de los 1.750 m.s.n.m., y de manera intercalada con caficultura convencional en la derivación Cristales. La caficultura tradicional, se asocia a procesos de reconversión agroecológica que incorporan sistemas agroforestales y silvopastoriles

en pequeños predios familiares y a iniciativas de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) El Silencio y Bellavista. La ganadería extensiva se localiza en la parte baja de la derivación Arauca y en la parte alta de la derivación Cristales. En ambas derivaciones, la ganadería en pequeñas unidades está enclavada en las matrices de caficultura convencional y tradicional.

La regeneración natural y los bosques secundarios continuos, se presenta en las partes altas de ambas derivaciones, desde los 1.900 m.s.n.m. La regeneración natural prospera en predios que antes tenían usos agropecuarios y que fueron abandonados por sus propietarios y hoy presentan estados avanzados de sucesión vegetal. Los bosques continuos son áreas muy cercanas a los límites inferiores del PNR Páramo del Duende. En las partes altas de ambas derivaciones se presentan de manera marginal cultivos de tierra fría como la mora, asociados a la matriz de bosque. Los cultivos de pancoger también son marginales y se asocian principalmente a la matriz de caficultura tradicional y en menor medida a la caficultura convencional.

El corredor presenta una alta heterogeneidad en el paisaje, más de cinco formas. Las formas curvilíneas se presentan en fragmentos de bosques y bosques continuos, las formas irregulares se reflejan en los bosques riparios y caficultura tradicional, las formas rectilíneas en la caficultura convencional. Los parches de bosque, corredores biológicos y árboles dispersos están más asociados a las matrices de ganadería y caficultura convencional. En usos como la ganadería es más notable las transiciones entre pastos, rastrojos y bosques. En la caficultura tradicional esta transición es menos evidente porque sus representaciones paisajísticas son muy similares a las de los bosques. En la mayoría de los casos los parches de bosque se conectan con bosques riparios de las fuentes de agua, conformando corredores biológicos que se conectan a su vez, con los bosques continuos en las tierras altas que pertenecen al área protegida. Los bosques riparios más frondosos y continuos se presentan en los cauces principales de los ríos Cristales y Arauca, y se extienden de manera dendrítica a través de quebradas tributarias que se traslapan con las matrices de ganadería y caficultura.

Las comunidades presentes en el corredor, son en su mayoría, campesinas de origen paisa y vallecaucanos. El corregimiento de Andinópolis es el poblado más representativo de este

corredor con representaciones típicas de la cultura paisa cafetera. Las familias que habitan este corredor, son en su mayoría residentes permanentes en el territorio y predominan las pequeñas y medianas fincas. En las partes altas de las derivaciones, las viviendas son muy dispersas. En las partes medias y bajas tienden a ser más cercanas y a formar pequeños vecindarios. En la derivación Cristales existe un pequeño núcleo de viviendas con una escuela. Muy cerca se encuentra el poblado El Machetazo donde existen pequeños centros de aprovisionamiento de algunos alimentos. Sin embargo, los mayores centros de las relaciones sociales, flujos comerciales y de aprovisionamiento son Venecia y Andinópolis, en incluso, la cabecera municipal de Trujillo.

Las vías de acceso en la derivación Arauca están en regular estado. Debido a las fuertes pendientes tienden a presentar daños en tiempos de invierno. En la derivación Cristales la vía está en buen estado hasta el punto de viviendas nucleadas, de ahí hacia arriba el acceso es mediante camino de herradura. En ambas derivaciones hay suministro de energía eléctrica y el aprovisionamiento de agua se hace de fuentes que nacen en sus propios predios o en predios vecinos.

En el corredor, sobre todo en la derivación Cristales existen disturbios debido a proceso de recolonización de la frontera agrícola principalmente para aprovechamientos ganaderos. En esta misma derivación hay por lo menos tres puntos críticos de deslizamientos de suelos agrícolas y ganaderos debido a las fuertes pendientes, a la inestabilidad de las tierras, las fuertes lluvias en algunas épocas del año, y por las prácticas inadecuadas de labranza y manejo de los cultivos.

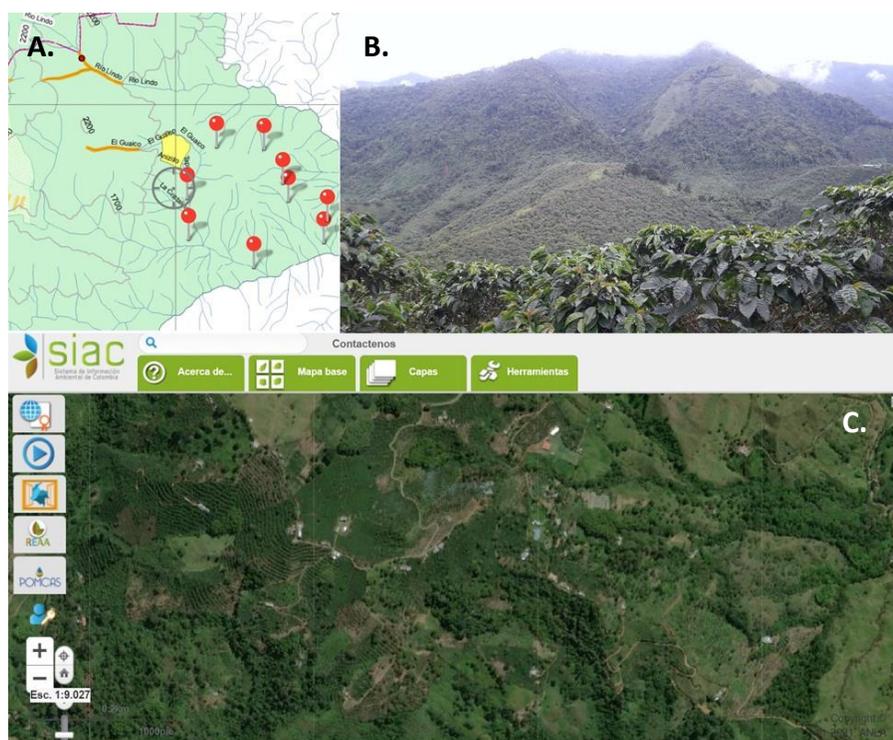
Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Riofrío

Corredor de observación la Cristalina – Morroplancho. Este corredor presenta dos derivaciones. La derivación La Cristalina delimitada por la margen derecha del río La Cristalina aguas arriba y la margen izquierda de la quebrada el Guaico aguas arriba. La otra derivación asciende por la carretera terciaria que comunica al corregimiento del Salónica con la vereda Morroplancho. Las matrices predominantes en este corredor son la ganadería extensiva, la

caficultura tradicional, la caficultura convencional. Existen otras matrices menos predominantes como el cultivo de cítricos y las ganaderías de pequeñas unidades. Estas matrices se localizan principalmente en las zonas transicionales entre las matrices predominantes de ganadería extensiva y caficultura tradicional (ver *Figura 7*).

Figura 7.

Sistemas productivos del corredor La Cristalina - Morroplancho



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de pastos arbolados y enmalezados con cultivos arbustivos permanentes de café y plátano, y áreas naturales en sucesión vegetal.

La ganadería extensiva se localiza en la parte de baja del corredor entre las alturas de 1.000 a 1.400 m.s.n.m., en suelo de alta pendiente sobre todo hacia la derivación Morroplancho. La caficultura tradicional domina la franja media del corredor entre las alturas de 1.400 a 1.500 m.s.n.m. La caficultura convencional se localiza principalmente en la zona media alta del

corredor en la derivación Morroplancho (1.500 a 1.700 m.s.n.m), con algunos enclaves de pequeñas unidades ganaderas. Los cultivos de pancoger se encuentran asociados a matrices como la caficultura tradicional y en menor medida a la convencional.

Las comunidades que habitan el corredor son en su mayoría de origen campesino, que desarrollan sus sistemas productivos en pequeñas y medianas unidades. Aún, en las tres matrices predominantes es apreciable que las propiedades son familiares. En general, las viviendas son dispersas, salvo en núcleos poblados como Morroplancho y La Cristalina. Las vías terciarias están en buen estado, pero de fuertes pendientes, muy susceptibles a derrumbes en temporadas invernales fuertes.

El corredor está determinado por tres centros poblados, el primero y el principal es el corregimiento de Salónica que se localiza en una matriz predominantemente ganadera. Los otros dos son Morroplancho en una matriz de caficultura convencional y la Cristalina enclavado en una matriz de caficultura tradicional. Los dos últimos, son poblados muy pequeños sin mayor aprovisionamiento ni flujos comerciales. En este sentido, dependen del corregimiento de Salónica y el municipio de Tuluá en el centro del Valle del Cauca.

En general, el corredor presenta una alta diversidad de formas del paisaje (más de 5). Las formas curvilíneas son evidentes en los parches de bosques, caficultura tradicional y los bosques continuos que limitan con la línea inferior del PNR Páramo del Duende. Las formas irregulares se presentan básicamente en los bosques riparios que actúan como áreas de protección de fuentes de agua. Las formas rectilíneas se expresan principalmente en la ganadería extensiva y la caficultura convencional. Los parches de bosques y los corredores biológicos están más asociados a la caficultura tradicional y las pequeñas unidades de ganadería que también tienen algunos árboles muy dispersos. En general, los bosques son muy fragmentarios, asilados y con corredores muy angostos presionados por el ganado.

Existen algunos disturbios que conformarán nuevos patrones en el paisaje, sobre todo por la intervención de áreas de bosques secundarios mediante procesos de recolonización frontera agrícola en la parte alta del corredor muy en el límite inferior del área protegida. Estos disturbios

son principalmente quemas para la adecuación de tierras para la agricultura y deslizamientos por suelo inestables y de altas pendientes.

Las prácticas predominantes son en su mayoría de la agricultura convencional, es evidente la aplicación de herbicidas para el control de arvenses y la fertilización química sobre todo en la caficultura. El asocio de cultivos está determinado, en el caso de la caficultura convencional por dos especies: café y plátano. En la caficultura tradicional la diversidad es mayor, entre 4 y seis especies: café, plátano, frutales, cacao, guamo, forestales y pancoger, configurando sistemas agroforestales. Existen sistemas ambientales muy característicos del territorio: La RNSC La Cristalina, el río La Cristalina y Volcanes, y la quebrada el Guaico, que drenan sus aguas al río Riofrío que abastece de agua a la microcentral de la Compañía de Electricidad de Tuluá (Cetsa).

Corredor de Observación Río Riofrío – Robledal. En este corredor las matrices dominantes son la caficultura convencional asociada con plátano, la ganadería extensiva con pasturas de brachiaria y estrella a libre exposición y los monocultivos de plantaciones forestales de pino y eucalipto de la multinacional Smurfit Kappa Colombia, sobre todo en la parte alta del corredor (ver Figura 8). Asociada a la matriz de caficultura convencional, están las plantaciones de aguacate hass que vienen tomando fuerza en la región. Las empresas aguacateras se proyectan como los nuevos latifundistas de la región.

El corregimiento de la Zulia es el centro poblado más importante del corredor, y se encuentra localizado en las matrices de ganadería extensiva y caficultura convencional con vías de acceso en buen estado que se conectan con los corregimientos de Fenicia y Salónica. El afluente principal es el Río Riofrío, que cuenta con bosques riparios que conforman corredores estrechos y se conectan de forma dendrítica con los bosques riparios de sus fuentes tributarias. Las coberturas de bosque se reducen y se fragmentan a medida que se alejan de la fuente principal. En algunos usos como en la ganadería, las coberturas llegan a desaparecer totalmente debido a los efectos de borde.

Figura 8.

Sistemas productivos en el corredor Río Riofrío - Robledal



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de cultivos arbustivos permanentes de café, plátano y aguacate hass con pastos limpios y áreas naturales.

Según las observaciones, el corredor presenta una tendencia a la homogenización hacia la matriz de caficultura convencional asociada con plátano y al cultivo del aguacate hass, sobre todo en la parte media del corredor; y, hacia la ganadería extensiva en la parte alta. Actualmente, se encuentra un paisaje dominado por formas rectilíneas en los usos agropecuarios y forestales, combinadas con formas curvilíneas e irregulares de los parches de bosques, los corredores de bosques riparios, y los árboles dispersos en algunas áreas de caficultura y ganadería.

Existen en el corredor evidencias de nuevos disturbios, ocasionados por la recolonización de áreas productivas que fueron abandonadas y que presentan estados avanzados de sucesión

vegetal conformado en algunos casos bosques secundarios tempranos y tardíos. Actualmente, estos espacios están siendo ocupados, socolados y trabajados en agricultura y ganadería.

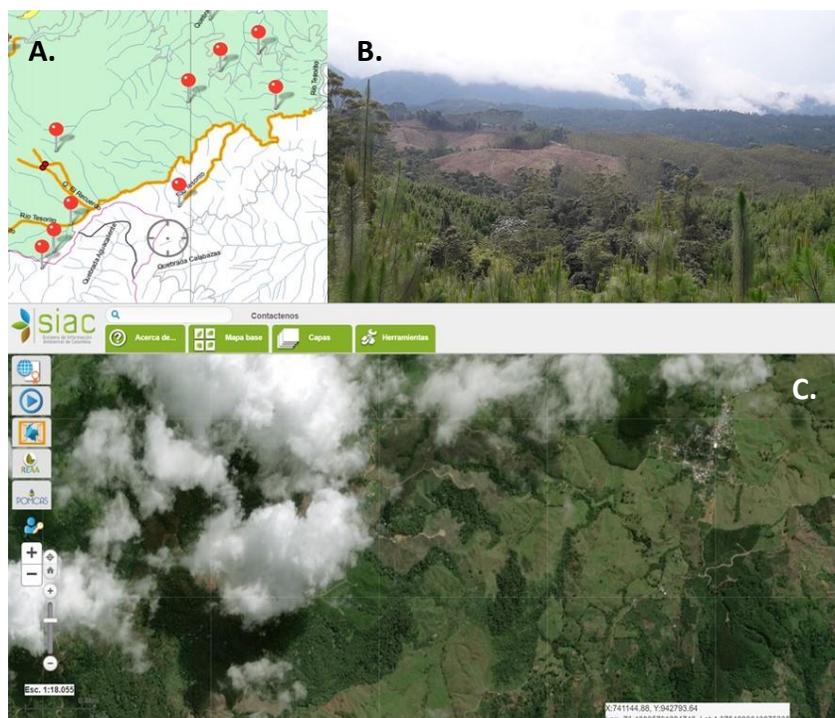
Corredor de Observación Río Tesorito – San Ignacio. En la parte alta de este corredor, las matrices dominantes son los monocultivos de plantaciones forestales de pino y eucalipto, junto con áreas en regeneración natural en los primeros estadios de sucesión vegetal y los bosques secundarios tardíos de las Reserva Natural de Sociedad Civil Tesorito y dos predios del municipio de Riofrío conforme al artículo 111 de la ley 99 del 1993. Estas áreas se conectan con corredores estrechos formados por los bosques riparios del Río Tesorito y las quebradas tributarias localizadas en la matriz de pino y eucalipto. En la zona media, predomina la ganadería extensiva con pasturas naturales, mikay y brachiaria, a libre exposición. En menor medida y traslapada en la cuenca media, está la matriz de caficultura convencional en asocio con minifundios agrícolas de pancoger, frutales y ganadería de pequeña escala (ver Figura 9).

El poblado principal de este corredor es el corregimiento de Fenicia, que se encuentra enclavado entre las matrices de eucalipto y ganadería extensiva. Según las observaciones, el corredor presenta una fuerte tendencia a la homogeneidad espacial, básicamente hacia los cultivos de pino y eucalipto y la ganadería extensiva. La diversidad de formas es reducida, con predominio de formas rectilíneas, y en menor proporción, irregulares.

Las matrices que más ejercen presión sobre los ecosistemas estratégicos del corredor son las plantaciones forestales y ganadería extensiva. Las plantaciones forestales se localizan en el nacimiento del Río Tesorito que surte de agua a la población del corregimiento de Fenicia y a 11 de sus veredas. Históricamente, ha existido un conflicto socioambiental por el agua entre la multinacional Smurfit Kappa Colombia y dicha población. En tiempos de cosecha de las plantaciones, son muy fuertes los efectos de borde sobre los fragmentos de bosques y los corredores de bosques riparios. Por su parte, la ganadería se localiza en suelos de ladera de topografía ondulada generando erosión tipo pata de vaca, sedimentación y usando las fuentes de agua como abrevaderos.

Figura 9.

Sistemas productivos en el corredor Río Tesorito - San Ignacio



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de monocultivos de plantaciones forestales, pastos limpios y enmalezados, con áreas naturales.

Sistemas Productivos Predominantes en el Municipio de Calima el Darién

Corredor de Observación Río Azul – La Camelia. En este corredor predominan las matrices conformadas por plantaciones forestales de pino y eucalipto de la multinacional papelera Smurfit Kappa Colombia que concentra la mayoría de las tierras, la ganadería extensiva con pasturas naturales y brachiaria a libre exposición, y bosques densos en regeneración que se conectan con los bosques continuos del PNR Páramo del Duende (ver Figura 10). En todas las matrices, hay parches de bosques y corredores estrechos conformados por los bosques riparios

del Río Azul y fuentes de agua tributarios, y árboles dispersos sobre todo en la ganadería. El Río Azul y sus tributarios hacen parte del sistema hídrico que abastece de agua al embalse de Calima.

Figura 10.

Sistemas productivos del corredor Río Azul - La Camelia



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de monocultivos de plantaciones forestales con áreas naturales, y de manera aislada, con pastos limpios, arbolados y enmalezados.

Enclavada en la matriz de pino y eucalipto y de manera nucleada en la vereda la Camelia, se encuentran minifundios agrícolas de familias campesinas con especies de pancoger, mora, café y plátano y pequeñas unidades ganaderas. Además de la influencia adversa que tienen las plantaciones forestales sobre la agricultura, se suma que este corredor recibe las corrientes de aire húmedo y frío del embalse de Calima. Ambas situaciones generan retraso en el desarrollo vegetativo y mala calidad del fruto; por ejemplo, en el plátano y las frutas. Las pasturas se

comportan mejor en estos ambientes. La tendencia en este corredor es hacia la homogeneidad, dominada por formas rectilíneas en las plantaciones forestales y ganadería extensiva.

Corredor de Observación Río Calima – Cristalina Alta. En este corredor predominan las matrices de uso de suelo de plantaciones forestales de pino y eucalipto, la ganadería extensiva de pasturas naturales en regular estado, la ganadería en pequeñas unidades y bosques naturales (ver *Figura 11*). Las plantaciones forestales tienen una amplia distribución en el corredor, sobre todo en la parte baja y media, entre los 1.500 y 1.800 m.s.n.m; la ganadería extensiva se localiza principalmente en la parte alta (por encima de los 1.900 m.s.n.m) y comparte territorio con la matriz de bosque natural secundario con enclaves de pequeñas unidades ganaderas y agrícolas de café, plátano, granadilla y policultivos dedicados al autoconsumo de las familias. Se observó una complementariedad entre las matrices de bosque natural con las pequeñas unidades agrícolas y ganaderas; por otro lado, las plantaciones forestales y la ganadería extensiva comparten grandes áreas.

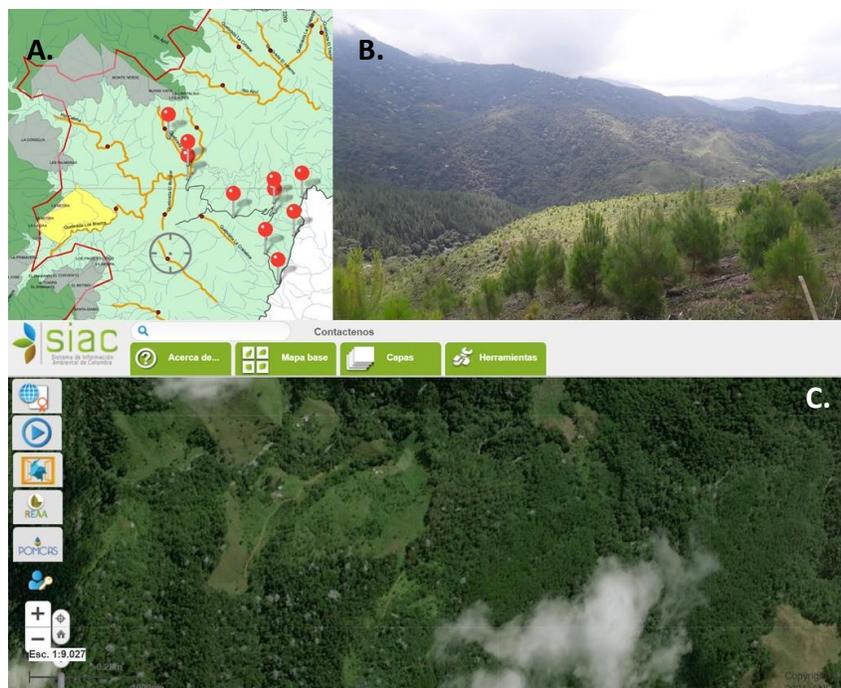
El corredor presenta una heterogeneidad media (tres formas distinguibles en el paisaje). Las formas curvilíneas se presentan en los bosques naturales continuos y los fragmentos al interior de pastos y plantaciones; mientras las rectilíneas, lotes rectangulares, cuadros y surcos, se presentan en plantaciones forestales y la ganadería. Las formas irregulares se presentan sobre todo en los bosques riparios de los cuerpos de agua, que en forma dendrítica conforman corredores biológicos que se conectan con los fragmentos bosques. En general, los efectos de borde son evidentes tanto en fragmentos como en corredores, sobre todo, cuando las plantaciones forestales son cosechadas y por la presión del ganado.

Frente a las formas de apropiación y usos del territorio, se observó que hacen presencia comunidades campesinas Vallecaucanas y paisas. Los mayores propietarios de la tierra cultivada en este corredor son la multinacional papelera Smurfit Kappa Colombia, seguidos de ganaderos medianos, por esta razón las viviendas campesinas son dispersas y aisladas. En este sentido, se puede observar que una buena parte del territorio es controlado por la multinacional papelera, mientras las familias campesinas controlan sus pequeñas unidades agrícolas o ganaderas. Incluso,

algunas vías por donde transitan las familias fueron abiertas y son manejadas por Smurfit. Los flujos comerciales se establecen con el centro poblado de Calima El Darién que ofrece aprovisionamiento de alimentos, servicios y otros bienes.

Figura 11.

Sistemas productivos del corredor Río Calima - Cristalina Alta



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de monocultivos de pino y eucalipto, pastos limpios y enmalezados con áreas naturales, y bosques abiertos y fragmentados. según registros fotográficos tomados en el recorrido y el Sistema de Información Ambiental del Colombia, Min. Ambiente (2021).

Se observan algunos núcleos de nuevas perturbaciones ocasionadas por el fenómeno social de recolonización de áreas agrícolas que fueron abandonadas en la década del 90 y que presentan estados avanzados de sucesión vegetal con presencia del yarumo blanco con indicador biológico de intervención y entresacas de maderas finas en el pasado. Actualmente empiezan a

ser evidentes construcciones rurales y apertura de lotes para agricultura y ganadería en áreas muy cercana a los límites inferiores del área protegida.

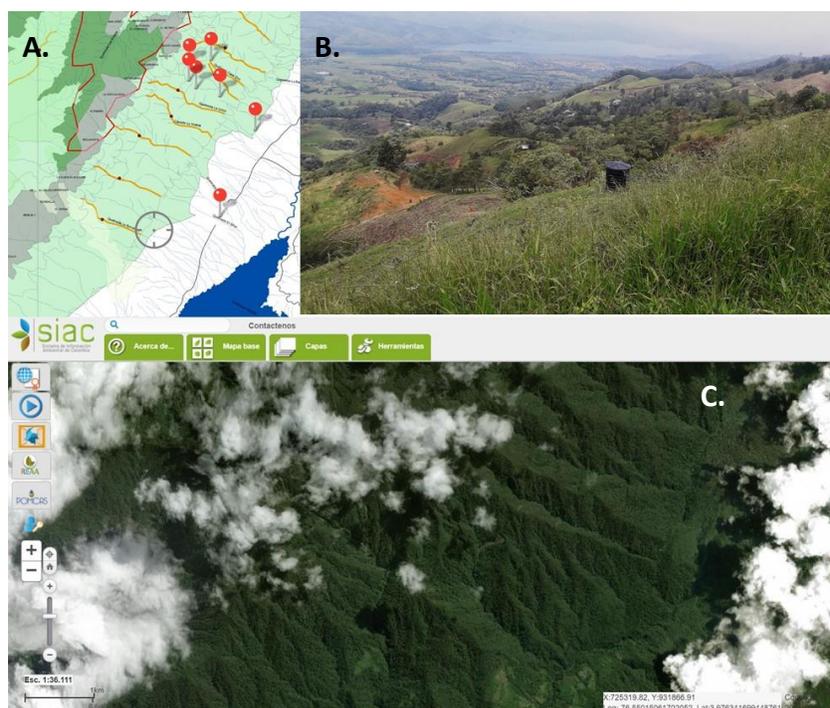
Frente a las prácticas, predominan los monocultivos y los manejos silviculturales en las plantaciones forestales con fuertes intervenciones sobre el suelo, sobre todo, en la siembra y la cosecha. Las pequeñas unidades ganaderas y agrícolas, se construyen con el enfoque de la agricultura convencional y una pequeña proporción de producción orgánica. Tanto en las plantaciones forestales como en la ganadería se usan herbicidas para el control de arvenses, principalmente glifosato. En general, las diversas formas de producción tienen impactos sobre los suelos y las aguas, sobre los ecosistemas y la biodiversidad debido al efecto de borde, la deforestación, el uso de insumos químicos y la labranza intensiva en suelos descubiertos. También, hay impactos sobre el clima local generando efectos adversos para la producción agrícola, principalmente, en áreas cercanas a las plantaciones forestales.

En el corredor está localizada la RNSC El Tesoro que es un enclave de producción agrícola en conversión hacia la agroecología. La zona donde se localiza la reserva es un área transicional entre las áreas de plantaciones forestales y ganadería, y los bosques continuos que se conectan con el área protegida del PNR Páramo del Duende. Los afluentes principales en este corredor son el río Azul y el río Calima, que reciben aguas de diversos cuerpos tributarios. Sus aguas son descargadas al embalse de Calima dedicado a la generación de energía hidroeléctrica.

Corredor de Observación La Unión – Las Brumas. La matriz de uso predominante en este corredor es la ganadería extensiva y los bosques naturales (ver *Figura 12*). Otros usos como el pino y eucalipto, los cultivos transitorios de lulo y tomate de mesa y el aguacate, son marginales y se encuentran traslapados a manera de enclaves con las dos matrices predominantes en la parte baja y media (entre los 1.500 a 2.000 m.s.n.m). La ganadería extensiva se localiza principalmente en las partes bajas y medias del corredor. Los bosques naturales continuos se localizan en la parte alta, por encima del 2.100 m.s.n.m y se conectan con los bosques andinos del PNR.

Figura 12.

Sistemas productivos del corredor La Unión - Las Brumas



Fuente: adaptada por el autor (2022), usando imagen A. de Avenza Maps versión 7 ARCH32, imagen B. propia y C. de SIAC 2021.

Nota: la figura ilustra los puntos de observación donde se tomó la información y los sistemas productivos predominantes que constituyen un mosaico de pastos limpios, arbolados y enmalezados con áreas naturales, y bosques abiertos y densos.

Por sus características estructurales el corredor presenta una tendencia a la homogeneidad del paisaje, dominado por formas propias de la ganadería extensiva como grandes áreas de pastos con pocos árboles dispersos, algunos parches de bosques y corredores biológicos que actúan como áreas de conservación de las fuentes de agua que son afluentes del Río Calima. Según algunos pobladores como C-01, en esta zona se prevé que usos como la agricultura se contraigan y otros como la ganadería extensiva y el aguacate se expandan. En la actualidad hay algunos terratenientes ganaderos que está comprando pequeñas fincas para conformar grandes hatos ganaderos. También, hay un interés creciente de algunas empresas por comprar tierras para el cultivo de aguacate hass. Existen evidencias de algunos disturbios en la parte alta del corredor,

ocasionados por deslizamientos de tierra y por fenómenos sociales como la invasión y recolonización de áreas para fines agrícolas y ganaderos.

Las formas de uso predominantes son la agricultura y ganadería convencional con aplicación de herbicidas como el glifosato para el control de arvenses en pastos, pinos, eucaliptos y otros cultivos; fertilizantes y pesticidas sobre todo en lulo y tomate de mesa. La aplicación de insumos químicos genera contaminación en suelo y aguas pero el impacto de mayor magnitud e importancia es la degradación del suelo por la ganadería extensiva en zonas de altas pendientes. Otro impacto importante es la interrupción de los procesos de sucesión vegetal por fenómenos como la ampliación de la frontera ganadera, la recolonización y las invasiones.

El corredor se encuentra poblado principalmente por familias vallecaucanas. En la parte baja y plana, la tierra la poseen familias hacendadas que en su mayoría no son residentes permanentes sino que tienen administradores. En la parte media y alta, de tierras pendientes y suelos menos fértiles, la configuración de la tenencia de la tierra cambia y la habitan familias campesinas de residencia permanente. Las formas económicas están basadas en los flujos comerciales en los municipios de Calima El Darién y Buga, ligados a la ganadería y a los servicios turísticos de deportes acuáticos en el lago Calima. En general, las vías y las viviendas se encuentran en buen estado.

Coberturas Predominantes de la Región del Duende Según el IDEAM

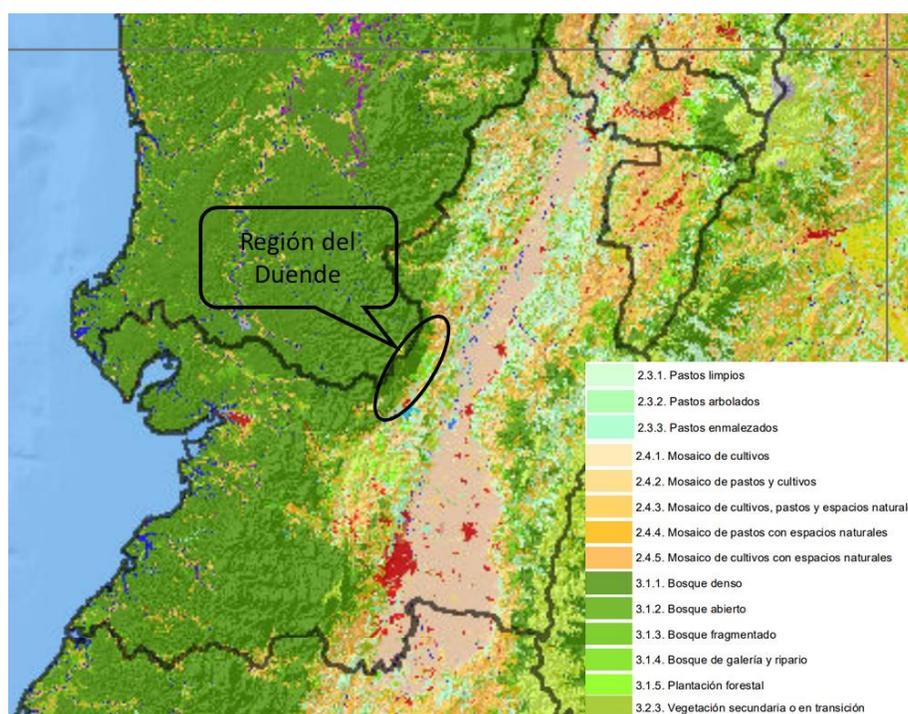
La presencia de las coberturas caracterizadas en los recorridos de observación es ratificada por el IDEAM (2018). Según el mapa de coberturas nacional, en la Región del Duende predominan las plantaciones forestales, los mosaicos de cultivos, mosaico de cultivos - pastos y especies naturales, cultivos permanentes y arbustivos, mosaico de cultivo con espacios naturales, pastos limpios, bosques fragmentado y bosque denso (ver Figura 13).

La diversidad de coberturas en la Región del Duende, indican que es un territorio caracterizado por usos y formas de apropiación de la tierra que son producto de procesos de

territorialización donde las comprensiones de los actores, pero también los diversos microclimas, la topografía y la calidad de los suelos, intervienen potencializando o estableciendo límites para que estas coberturas prosperen. Sin embargo, esta diversidad de coberturas tiende a disminuir por dinámicas agrícolas y económicas, que llevarán a paisajes territoriales más homogéneos en el futuro y más susceptibles de alterarse con el cambio climático.

Figura 13.

Coberturas predominantes en la Región del Duende



Fuente: IDEAM (2018)

Nota: la figura ha sido adaptada para representar las coberturas predominantes para la Región del Duende, a través de la metodología Corine Land Cover, tomando información cartográfica disponible en el IDEAM.

Impactos del Cambio Climático en los Sistemas Productivos

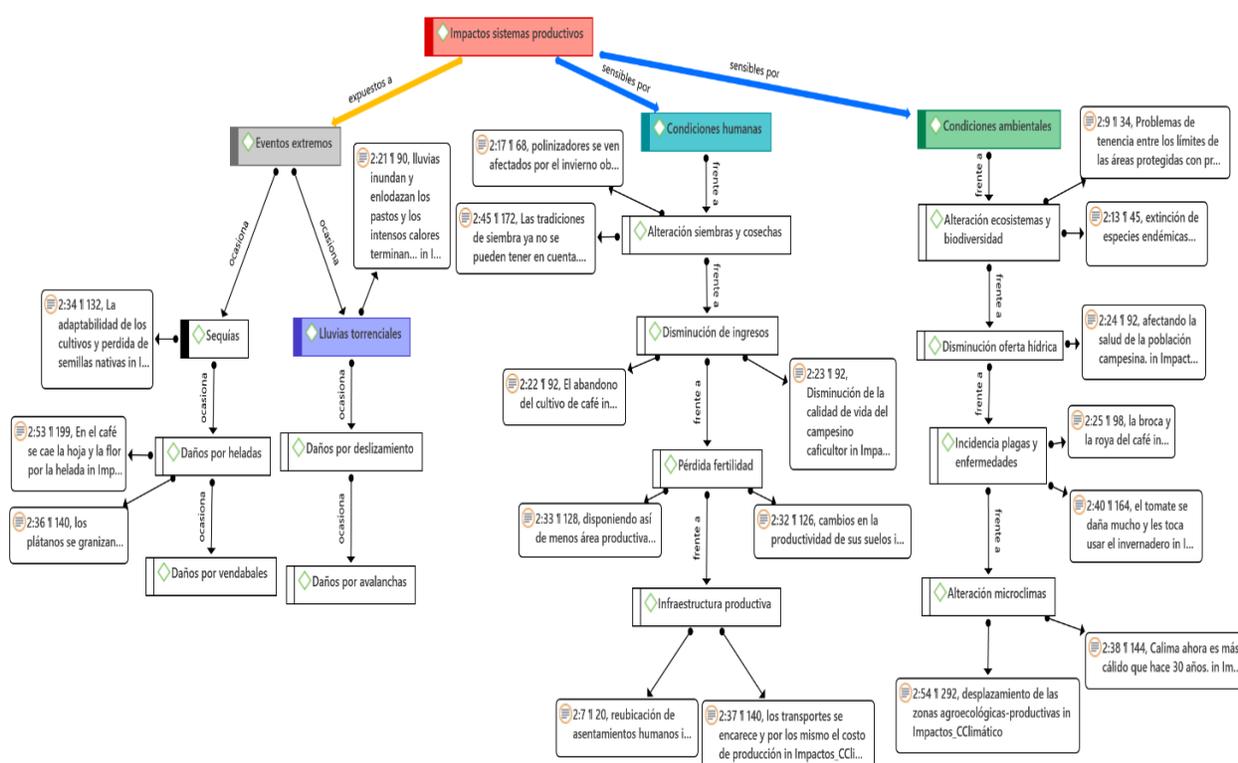
Los impactos del cambio climático sobre los sistemas humanos y naturales son variados, sobre todo por la alteración de parámetros hidrometeorológicos como la precipitación y la temperatura.

Según Núñez, *et al* (2018), estos impactos están representados en migración de cultivos intensificación de plagas y enfermedades, daños en la infraestructura y escasez del agua de consumo, lo que supone riesgos para la producción de alimentos. De acuerdo a las percepciones de las personas entrevistadas y haciendo referencia a los sistemas productivos de la región, el cambio climático está ocasionando lluvias torrenciales, daños en la infraestructura productiva y habitacional, pérdida de la fertilidad del suelo, sequías, alteración de ecosistemas y biodiversidad, alteración de microclimas, disminución de la oferta hídrica, una mayor incidencia plagas y enfermedades, alteración de siembras y cosechas, daños por heladas y disminución de ingresos de los agricultores (ver

Figura 14).

Figura 14.

Síntesis de impactos en los sistemas productivos



Fuente: el autor (2022)

“...en las últimas décadas se ha transformado y modificado los periodos de lluvia y verano que por años los agricultores de esta zona agropecuaria han adoptado para definir sus periodos de siembra” (comunicación personal informante T-04).

Por los Incrementos en las Temperaturas

El 57% de las áreas de cultivos permanentes y semipermanentes, el 71% del área sembrada de café son vulnerables a la variabilidad y cambio climático (IDEAM, 2010, citado por Ocampo, 2011). Los caficultores entrevistados afirman que el mayor impacto en el cultivo de café es el incremento de plagas como la broca (*Hypothenemus hampei*) y enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix*) y lo asocian particularmente con el incremento de las temperaturas. En el caso de la roya, ésta se ha extendido a altitudes de 2.000 m.s.n.m superando la barrera bioclimática de los 1.600 m.s.n.m que era su umbral de daño económico (Pineda, 2013). Cultivos como el tomate, mora y el lulo, que son cultivos de zona media y fría, respectivamente, sufren muchos daños por la prevalencia de plagas como los hongos y bacterias. Adicionalmente, el cultivo de mora se afecta por cambios bruscos de temperatura, las heladas, las sequías y lluvias prolongadas, y por los fuertes vientos (Lugo, 2020). Aspectos importantes para la producción, sobre todo en cultivos de pancoger, como la disponibilidad y calidad de semillas nativas y criollas también se verá afectada, según los agricultores entrevistados. Principalmente por la pérdida de sus zona de aptitud agroecológica:

“De acuerdo al estudio del PRCC del Valle del Cauca se tiene para los escenarios 2040 a 2070 la afectación por la pérdida de aptitud climática de algunos cultivos como el café, plátano, maíz, frijol, cítricos” (Comunicación personal informante R-20)

En general, los agricultores y los cultivos deberán adaptarse a nuevas plagas, enfermedades y arvenses, que evolucionan para adaptarse a un clima cambiante (Hatfield, *et al*, 2020). Según Pineda (2013), la presencia de nuevas plagas como la araña roja en cultivos de importancia económica como el café serán más frecuentes y sumará a los daños de sus plagas

típicas. Concretamente, en los cafetales de la Región de Duende ya se nota en algunas zonas como Fenicia, La Italia, San Pablo, Puerto Fenicia, Portugal del Carmen y La Zulia la presencia de esta plaga que puede agravarse con los desequilibrios climáticos. Sumado a esto, las heladas quemar los brotes tiernos, se cae las hojas y las flores del café, los plátanos se granizan por las bajas temperaturas en las noches en algunas temporadas del año.

Estos desequilibrios están relacionados con las alteraciones de los microclimas lo que lleva al desplazamiento de cultivos hacia zona más elevadas en la montaña. Los agricultores de la zona afirman que en las partes bajas dónde existía café ya no hay, y que municipios como Calima ahora es más cálido que hace 30 años. Por el aumento de temperatura hay un desplazamiento de las zonas agroecológicas-productivas de algunos cultivos se desplazan como forma de adaptación (Sloat, *et al*, 2020). Cultivos como el café han mejorado su rendimiento en zonas más altas debido al incremento de la temperatura lo que ha llevado a la ampliación de sus zonas agroecológicas. En condiciones de altas temperaturas, los caficultores tradicionales de tierras más bajas están empezando a sembrar otros cultivos o buscando tierras más altas para nuevas siembras del cultivo de café (Núñez, *et al*, 2018).

“Estas alteraciones se ven en los cambios en los cultivos entre los 1500 –1800 m.s.n.m., sobre todo por las plagas y enfermedades debido a los cambios de temperatura y precipitación” (Comunicación personal informante R-08).

La migración de áreas de cultivo ayuda a limitar la exposición a condiciones climáticas adversas, pero puede traer consigo costos ambientales sustanciales que la hacen insostenible desde el punto de vista de la adaptación (Sloat, *et al*, 2020). Incluso, tensiones entre los límites de las áreas protegidas con predios privados por la expansión de fronteras y migración de cultivos.

“... se presentaría migración de cultivos a escala altitudinal. Estos fenómenos biofísicos ocasionarían graves pérdidas de biodiversidad, especialmente de aquellas especies especialistas o con requerimientos de hábitat específicos del ecosistema o rangos de distribución restringido, eso afectaría el endemismo de la región y podríamos perder especies, hablando de extinción local, así como la pérdida de

recursos fitogenéticos valiosos para la seguridad alimentaria” (Comunicación personal informante R-03)

Según las percepciones, los impactos más representativos frente a los ecosistemas y la biodiversidad son la pérdida de saberes ancestrales ligados al manejo y uso de las especies alimenticias y su aporte en la soberanía alimentaria; y adicionalmente, la dificultad que representaría para la regeneración de ecosistemas degradados y las especies vegetales amenazadas. Consideran que Áreas Protegidas como el PNR Páramo del Duende mitiga el impacto del cambio climático, pero que su biodiversidad, sobre todo, las especies endémicas y grupos biológicos como los herpetos pueden ver incrementadas sus amenazas de extinguirse. Además, por daños colaterales como la presión que se ejercería al ecosistema protegido por la migración de los cultivos y la ganadería hacia las partes altas de la montaña:

“... el desplazamiento de cultivos hacia zonas que cumplan condiciones de temperatura y humedad requeridas por éstos... zonas que en su mayoría coinciden con áreas protegidas del páramo del Duende en la parte alta de la cordillera”
(Comunicación personal informante R-24)

De igual manera, se verían afectados sus recursos hídricos. Los pobladores han identificado que la disminución del agua es uno de los fenómenos que más les preocupa, pues se ha visto que varios cuerpos de agua han reducido su caudal y la cobertura raparúa asociada es cada vez más escasa.

“En las primeras épocas había abundancia de agua y ahora no” (Comunicación personal informante C-09)

Sin embargo, los cambios en estas zonas de vida no son exclusivamente atribuibles a cambios de clima. Es decir, la totalidad de las transformaciones no tienen una relación exclusiva con el cambio climático sino que obedecen a otros fenómenos (Hofstede, *et al.*, 2014, citado por Estupiñán, 2021). En la región existen fenómenos sociales y económicos que convergen y estimulan la recolonización de frontera agrícola, transformando áreas que fueron abandonadas

debido a crisis sociales y que en la actualidad presentan coberturas boscosas en avanzados procesos de sucesión vegetal. Estas áreas son deforestadas y son sembradas nuevamente, principalmente en café, cultivos de tierra fría y pasto.

“El café sigue colonizando áreas altas de la montaña debido a que hay un buen precio y a todos los programas de cafés especiales, por eso la gente se anima a sembrar más” (Comunicación personal informante T-06)

Los cambios en la temperatura por el cambio climático provocan una asociación positiva frente a la expansión geográfica de algunos vectores de enfermedades infecciosas en el ganado propagadas sobre todo por artrópodos (Bett, *et al*, 2017). Según las entrevistas, otros aspectos como las pasturas, disponibilidad y calidad se afectan, pues en verano, los intensos calores terminan secando los pastos. El 50% de la superficie dedicada a las pasturas podrían experimentar altos impactos ocasionados por el cambio climático (IDEAM, 2010, citado por Ocampo, 2011).

Por la Variación en los Patrones de Precipitación

Por el cambio climático, las precipitaciones pueden variar, incrementándose o disminuyendo dependiendo de las regiones (Ocampo, 2011). En la Región del Duende, las percepciones de las personas entrevistadas, indican que las lluvias han aumentado y que esto, tiene efectos en la floración lo que repercute en la disminución de la producción. La floración es un evento particularmente importante para garantizar la producción en zonas de economía cafetera. De manera general, toda la actividad agropecuaria se ve afectada, entre otras cosas, por la recurrencia de eventos extremos como la sequía y las lluvias que alteran los procesos vegetativos de los cultivos lo que incide en mayores cuidados y la pérdida de semillas nativas. Los caficultores se perciben afectados por la disminución del agua. Todos los componentes del balance hídrico cambian cuando el clima cambia, por ejemplo, la regulación hídrica a nivel de cuencas hidrográficas puede alterarse en un 60% por encima de otras perturbaciones como el cambio del uso de las tierras (Zipper, *et al*, 2018).

Los medios de vida de los agricultores cafeteros en Colombia, son afectados por el cambio climático, principalmente porque los agricultores no pueden planificar a largo plazo sus siembras, cosechas y labores (Lambert, *et al*, 2020; Estupiñán, 2021). Se alteran las faenas de siembra establecidas tradicionalmente por las comunidades agrícolas de la región porque se han modificado las lluvias y el verano. García & López (2019), mencionan que este efectos es apreciable en la agricultura. Tradicionalmente, las épocas donde las siembras tienen un mejor comportamiento son los meses de marzo a abril y, septiembre a octubre, lo que coincide con la llegada de las lluvias. En la actualidad, no se puede predecir el clima, los ciclo no se cumple con certeza y en algunos casos las siembras se retrasan por la falta de lluvias o por excesos de las mismas:

“Las tradiciones de siembra ya no se pueden tener en cuenta. Este año ha sido todo invierno (2021) (Comunicación personal informante C-15).

Tampoco se pueden realizar a tiempo las labores culturales de manejo agronómico de los cultivos debido al desorden climático. Por ejemplo, la aplicación de insumos foliares no se debe realizar en tiempos de exceso de lluvia y tampoco los fertilizantes edáficos en verano. Existen fuertes desequilibrios en el desarrollo vegetativo y productivo de los cultivos, el plátano da un solo corte y después se va al piso y los cafetales de hace 40 años producían más. Los polinizadores se ven afectados por el invierno que los obliga a desplazarse a otras áreas más cálidas.

Las afectaciones a los cultivos de tierras frías también son evidentes:

“Soy cultivadora de uchuva y le sale una mancha a la hoja y a la fruta... el vecino perdió cultivos de café pequeños... yo perdí dos eras de cilantro por exceso de lluvia” (Comunicación personal informante C-12).

“Se incrementa la enfermedad del tizón que se debe a mucha lluvia después de un calor fuerte” (Comunicación personal informante C-10).

También se percibe la ocurrencia de otros efectos asociados a las lluvias torrenciales como la degradación de suelo y cambios en su productividad, concretamente la erosión, los deslizamientos, la inundación y enlodamiento de pasturas. Los deslizamientos es tal vez uno de los fenómenos que reviste mayor preocupación por parte de los agricultores, porque repercute directamente en la disponibilidad de una menor área productiva:

“Un deslizamiento se me llevó media hectárea de yuca, hoy en día me toca abandonar el terreno” (Comunicación personal informante C-10).

Todo esto se agrava con el deterioro de las coberturas vegetales del territorio. En este último aspecto, emerge la agricultura y demás formas de producción convencional como precursores de la deforestación volviendo a los suelos susceptibles de ser afectado por eventos del cambio climático como las intensas lluvias, sequías y vientos fuertes:

“... la utilización de agroquímicos, la intervención de grandes empresas como Cartón de Colombia, las aguacateras y la falta de conocimiento de cómo tener un cultivo amigable con el medio ambiente... la ganadería se está ejecutando en una zona poco apropiada y no se hace ganadería silvopastoril y fuera de eso se hace un sobre pastoreo de los animales” (Comunicación personal informante T-21).

Además, se perciben afectaciones a la infraestructura rural. Esto rompe la interconexión entre las veredas, entre el campo y la ciudad, interrumpe el acceso a servicios básicos que demandan los pobladores rurales y la comercialización de las cosechas que es la base de los ingresos de las familias campesinas (Gamboa, 2006), los transportes se encarecen y por lo mismo el costo de producción. A todo lo anterior, se suma la escases de mano de obra, la fluctuación y malos precios de los productos agrícolas:

“Actualmente, hay tres derrumbes en la vía y a veces quedamos incomunicados y se han perdido las cosechas de lulo, yuca, plátano, o toca intercambiarlas con la comunidad” (Comunicación personal informante C-10).

“...podrían escasearse algunos productos de seguridad alimentaria, el acceso a los alimentos podría estar comprometida, no solo por no poder sembrar sino también por el transporte, hay comunidades en los tres municipios que viven en zonas alejadas con unas vías en estado precario” (Comunicación personal informante R-03).

La reducción de sus ingresos y el deficiente acceso a servicios hace a las familias vulnerables al cambio climático y fomenta que migren a las ciudades en busca de otras oportunidades (Henríquez & Watlers, 2011; Lozano-Povis, *et al*, 2021). En algunos casos, los impactos en la infraestructura rural de la región, por fenómenos como las crecientes súbitas, llevan a la reubicación de asentamientos humanos y el deterioro de las condiciones de vida de las familias campesinas, que se traduce en una disminución de la población juvenil en el campo y el abandono del cultivo de café, y en general, de la agricultura como actividad económica.

“Como van las cosas la caficultura en estas zonas tiende a desaparecer, en el municipio de Calima Darién en estos últimos treinta años la caficultura desapareció en un 90%, en el municipio de Riofrío un 60% y en el municipio de Trujillo un 20%” (Comunicación personal informante R-19).

La reducción de ingresos para la población, no solo se da por las afectaciones a la agricultura, sino también, frente al turismo, pues la región tiene un potencial creciente del turismo ligado a la naturaleza, el paisaje y la gastronomía, pero cuando hay muchas lluvias, la afluencia de visitantes se reduce ostensiblemente.

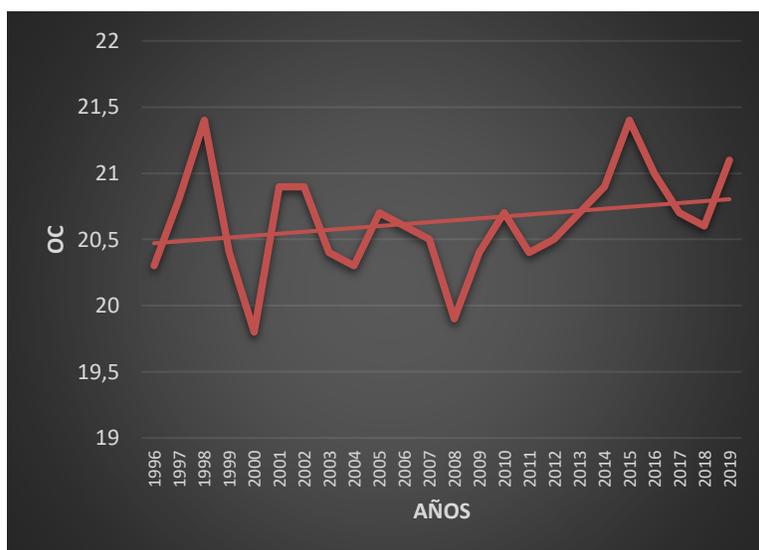
Análisis de Datos Climáticos y Escenarios Según el IDEAM

Comportamiento de la Temperatura Media. En los datos reportados por CVC para el periodo 1996 a 2019, se observa la tendencia de la temperatura media en la región (ver

Figura 15). Los escenarios multimodelo presentados por el IDEAM (2015), corroboran que en el futuro las temperaturas medias en la Región del Duende podrían aumentar entre 0,51 a 1,6 °C. Para el escenario 2011 – 2040 la temperatura podría incrementar entre 0,51 a 1,0; y, para el 2040 – 2070, entre 1,01 a 1,6. Ambos escenarios comparados con el periodo 1976 – 2005 (ver *Figura 16*).

Figura 15.

Comportamiento de la Temperatura media entre 1996 y 2019

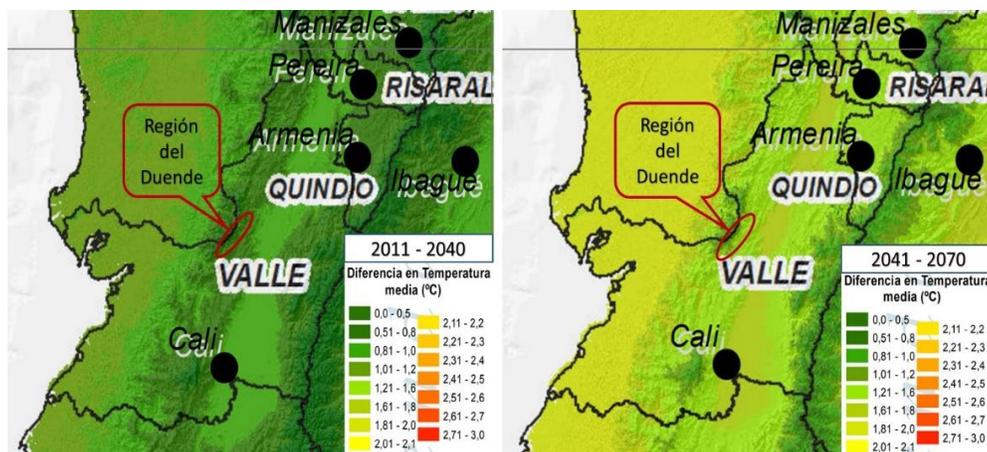


Fuente: el autor (2022)

Nota: La grafica se construyó usando datos de Temperatura media mensual reportados por CVC (2021), Estación El Darién, código: 5421200206, coordenadas Este: 1065389,34 y norte: 926307,89, altura: 1500, y fecha de inicio: 01/06/1995. Los años 1995 y 2020 se excluyeron por presentar anomalías en los datos.

Figura 16.

Comportamiento de la Temperatura en los escenarios del IDEAM



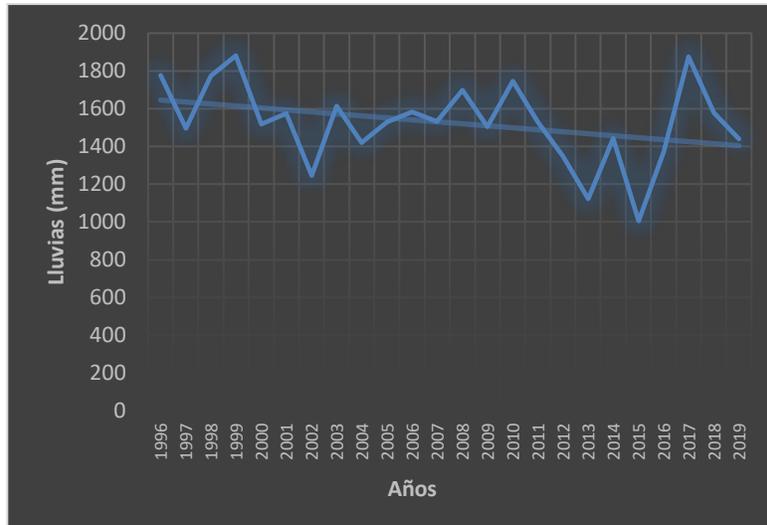
Fuente: IDEAM (2015)

Nota: La figura se construyó usando información sobre el comportamiento de la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en los escenarios de cambio climático en los Ensamblajes Multiescenario de 2011 - 2040 y 2041-2070, con referencia al periodo 1976-2005.

Comportamiento de la Precipitación Mensual Acumulada. Según las entrevistas, los agricultores/as y pobladores en general, perciben un aumento en las precipitaciones, sin embargo, estos incrementos solo representan picos en el comportamiento promedio de las precipitaciones. En contraste, los datos hidrometeorológicos consultados en CVC, reportan una tendencia negativa de las lluvias para el periodo 1996 a 2019 (ver *Figura 17*). Es necesario aclarar que en el análisis de datos se incluyen años que presentan fenómenos atípicos como El Niño y La Niña, que pueden condicionar la certidumbre del resultado, respecto de la tendencia de las precipitaciones. Según los escenarios multimodelos de IDEAM (2015), en la región habrá una variación de la precipitación con disminuciones de hasta un -10% e incrementos de hasta un 20%. Para el 2011-2040, la variación podría estar entre un 10% a 20% y -10% a 10%; y, para el 2041-2070, entre un -10% a 10% y 10% a 20%. Ambos escenarios comparados con el periodo de 1976-2005 (ver *Figura 18*).

Figura 17.

Comportamiento de las lluvias entre 1996 y 2019

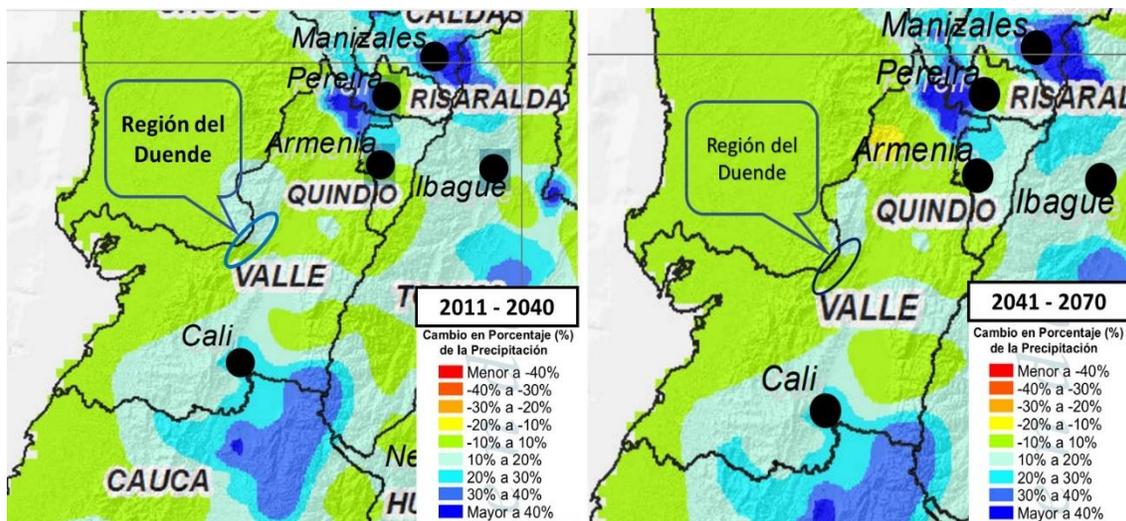


Fuente: el autor (2022)

Nota: La grafica se construyó usando datos de Precipitación mensual total reportados por CVC (2021), Estación El Darién, código: 5421200206, coordenadas Este: 1065389,34 y norte: 926307,89, altura: 1500, y fecha de inicio: 01/06/1995. Los años 1995 y 2020 se excluyeron por presentar anomalías en los datos.

Figura 18.

Comportamiento de la precipitación en los escenarios del IDEAM



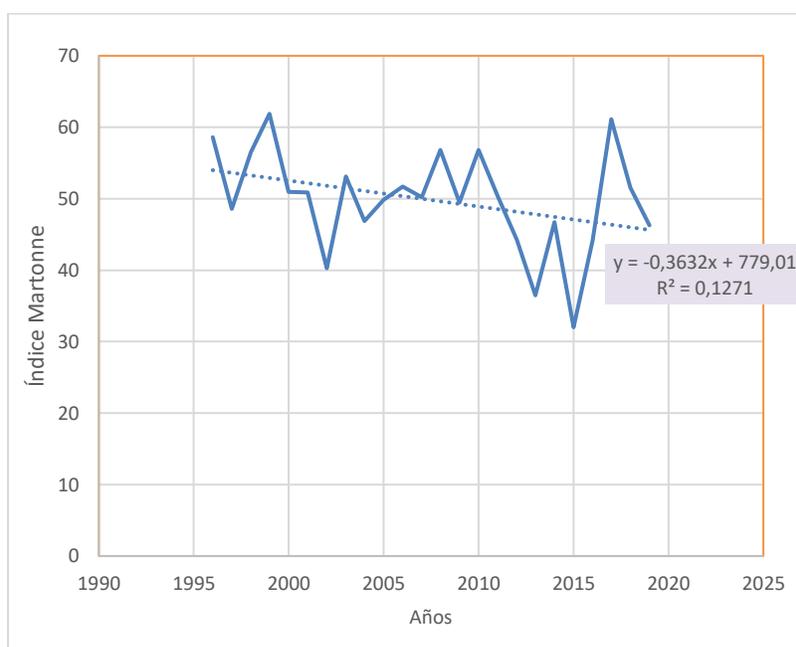
Fuente: IDEAM (2015)

Nota: La figura se construyó usando información del IDEAM, sobre el comportamiento de la Precipitación (%) en los escenarios de cambio climático en los Ensamblajes Multiescenario de 2011 - 2040 y 2041-2070 con referencia al periodo 1976-2005.

Aplicación del Índice de Martonne. De acuerdo a los resultados y la clasificación, la Región del Duende tiene un IM promedio de 0,50 para el periodo 1996 y 2019., lo que indica que es una región húmeda, fluctuando entre subhúmeda y perhúmeda, siendo 2015 y 2013 los años de menor índice, con 0,32 y 0,36, respectivamente; mientras, 1999 con 0,62 y 2017 con 0,61, fueron los años con mayor índice (*ver Figura 19*).

Figura 19.

Comportamiento del Índice Martonne entre 1996 y 2019



Fuente: el autor (2022)

Nota: Para el cálculo del IM se usaron datos de Temperatura promedio mensual y Precipitación mensual total reportados por CVC (2021), Estación El Darién, código: 5421200206, coordenadas Este: 1065389,34 y norte: 926307,89, altura: 1500, y fecha de inicio: 01/06/1995.

Sin embargo, el comportamiento general del IM para el periodo de la referencia tiene una tendencia a la reducción de 9,8 puntos, lo que puede significar en el futuro una región más árida. Esto tiene congruencia con la tendencia a la disminución de la precipitación y el aumento en la tendencia de las temperaturas, que pueden exacerbar los impactos del cambio climático sobre los sistemas productivos, por la pérdida de suelos fértiles y coberturas vegetales, que a su vez son influenciadas por la degradación ambiental del ecosistema a raíz de prácticas agrícola inadecuadas que se traducen en pérdida de humedad y vegetación (Fernández, 2015). Una región más árida, provocará cambios en el comportamiento productivo de las especies alimenticias de las tierras altas que pueden verse reemplazadas por cultivos de tierras más cálidas (Sloat, *et al*, 2020).

Calificación y Determinación de los Niveles de Impacto en los Sistemas Productivos

Según el Índice Relativo de Afectación, en su conjunto, los sistemas de producción analizados presentan un nivel del impacto ALTO, como lo muestra el

Cuadro 2. Mientras, el IDEAM (2010), plantea que, para la región, los impactos territoriales potenciales serán del nivel MEDIO, y que en el ecosistemas páramo serán de nivel ALTO (ver

Figura 20).

Cuadro 2.

Calificación de los impactos por sistema productivo

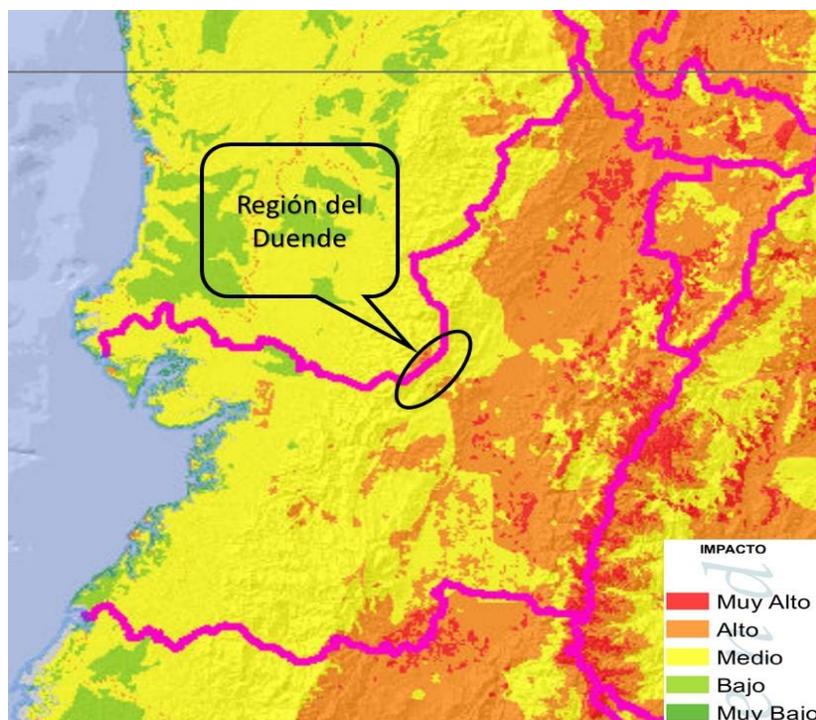
Sistemas productivos	Sensibilidad Productiva y Ambiental (SPA)	Exposición Productiva y Ambiental (EPA)	Índice Relativo de Afectación (IRA)
-----------------------------	--	--	--

Sistemas productivos	Sensibilidad Productiva y Ambiental (SPA)	Exposición Productiva y Ambiental (EPA)	Índice Relativo de Afectación (IRA)
Cultivos zona cafetera - caficultura tradicional	0,51	0,61	0,56
Cultivos zona cafetera - caficultura convencional	0,61	0,76	0,69
Pasturas/ganadería tierras altas y frías	0,65	0,64	0,65
Pasturas/ganadería tierras medias	0,63	0,67	0,65
Cultivos tradicionales de pancoger (plátano, transitorios, frutales)	0,67	0,79	0,73
Cultivos de tierras altas y frías - mora y otros	0,66	0,74	0,70
IRA – Territorio	0,62	0,70	0,66

Fuente: el autor (2022)

Figura 20.

Impactos potenciales del territorio según el IDEAM



Fuente: IDEAM (2010)

Nota: la figura se construyó usando información cartográfica disponible sobre impactos potenciales para el periodo 2011 a 2040.

Analizando los resultados de manera desagregada, los cultivos tradicionales de pancoger son los que sufrirían un mayor impacto del cambio climático en la región, seguidos de los cultivos de tierras altas y frías, y la caficultura convencional. Por su parte, la caficultura tradicional es el sistema productivo que menor efectos experimentaría. Es importante resaltar que los cultivos tradicionales de pancoger y los cultivos de tierras altas y frías, sufren los mayores impactos debido a la susceptibilidad de estos cultivos a los cambios del clima, al incremento de plagas y enfermedades, son sensibles a la disminución de los polinizadores y están más expuestos a fenómenos extremos como vendavales, heladas, sequías y granizadas. Adicionalmente, los ingresos de las familias que se dedican a estos cultivos, son más bajos.

La caficultura convencional es sensible a la pérdida de la fertilidad del suelo, a la disminución suministro de agua para riego y para consumo humano, a la pérdida microclimas, la alteración de los polinizadores, y se encuentra más expuesto a la incremento temperatura, daños por heladas y granizadas, sequías y daños por vendavales. Estos factores son propios del

arreglo productivo bajo el cual se establecen los cultivos, que con frecuencia están orientados por sistemas de monocultivo con exposición directa a lluvias y a los rayos solares, sin plantas asociadas y bosques que regulen las temperaturas y las condiciones hídricas.

Las alteraciones en el páramo del Duende, puede ocasionar reducción del ecosistema, pérdidas de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Los estudios en otros páramos como el Chingaza, demuestran que perderá parte de su extensión por el incremento de las temperaturas medias anuales y cambio en los patrones de precipitación en el RCP 8.5, donde se exceden los límites en estas dos variables ocasionando que entre 39 y 52% del área actual de distribución sea inadecuada en el futuro en las estaciones secas y del 13 al 34% en estaciones húmedas (Cresso, *et al*, 2020).

En los nivel de impacto intervienen factores de exposición territorial y sensibilidad de los sistemas humanos y naturales. En los recorridos se pudo constatar que existe infraestructura productiva y social, viviendas y cultivos a las riveras de los ríos, sin barreras de protección frente a las avenidas torrenciales o deslaves que fácilmente pueden llevar a perdidas económica y a riesgos para la seguridad humana (ver *Figura 21*, *Figura 22*).

Figura 21.

Exposición de infraestructura productiva. Corredor La Cristalina – Morroplancha



Fuente: el autor (2022)

Figura 22.

Exposición de viviendas. Corredor Río Medio Pañuelo - Cascada Luna de Marzo



Fuente: el autor (2022)

En otros puntos de observación, se identificaron cultivos, ganaderías y viviendas en áreas de suelos inestables y de altas pendientes, cercanos cuerpos de agua encañonados, sin coberturas naturales de protección que actúen como barreras naturales previniendo alteraciones sobre sus lechos y cauces. Las condiciones de sensibilidad del territorio, más la exposición de los sistemas productivos y humanos, pueden llevar a riesgo por deslaves en tiempos de inviernos fuertes y prolongados (ver

Figura 23).

Figura 23.

Deslizamientos en cultivos y ganadería. Corredor Río Arauca - Alto del Oso - Río Cristales



Fuente: el autor (2022)

Algunos centros poblados tienen áreas expuestas por encontrarse cercanas a las márgenes de los ríos, un caso de este tipo es el corregimiento de Salónica, en los sectores más bajos se han presentado eventos reiterativos de avenidas torrenciales ocasionando inundaciones de viviendas; algo similar ocurre en otros sitios:

“En el año 2010 en el sector de la salida de Venecia hacia la Débora, se presentó una avalancha de la quebrada que puso en riesgo a varias familias de ese sector. La gente se alojó en cambuches por un tiempo, pero por falta de reubicación retomaron sus viviendas anteriores. Hoy en día está otra vez en riesgo” (Comunicación personal informante T-06).

Y la totalidad del corregimiento de La Sonora se encuentra expuesto a avenidas torrenciales del Río Cáceres, con antecedentes de crecientes súbitas que han puesto en alerta a las familias. Asimismo, existen vías de acceso a los márgenes de los ríos, sin puentes adecuados para tránsito libre y seguro, lo que puede ocasionar que las comunidades queden incomunicadas en tiempos de invierno cuando se presenten incrementos del nivel de las aguas.

Capacidades de Adaptación Productiva

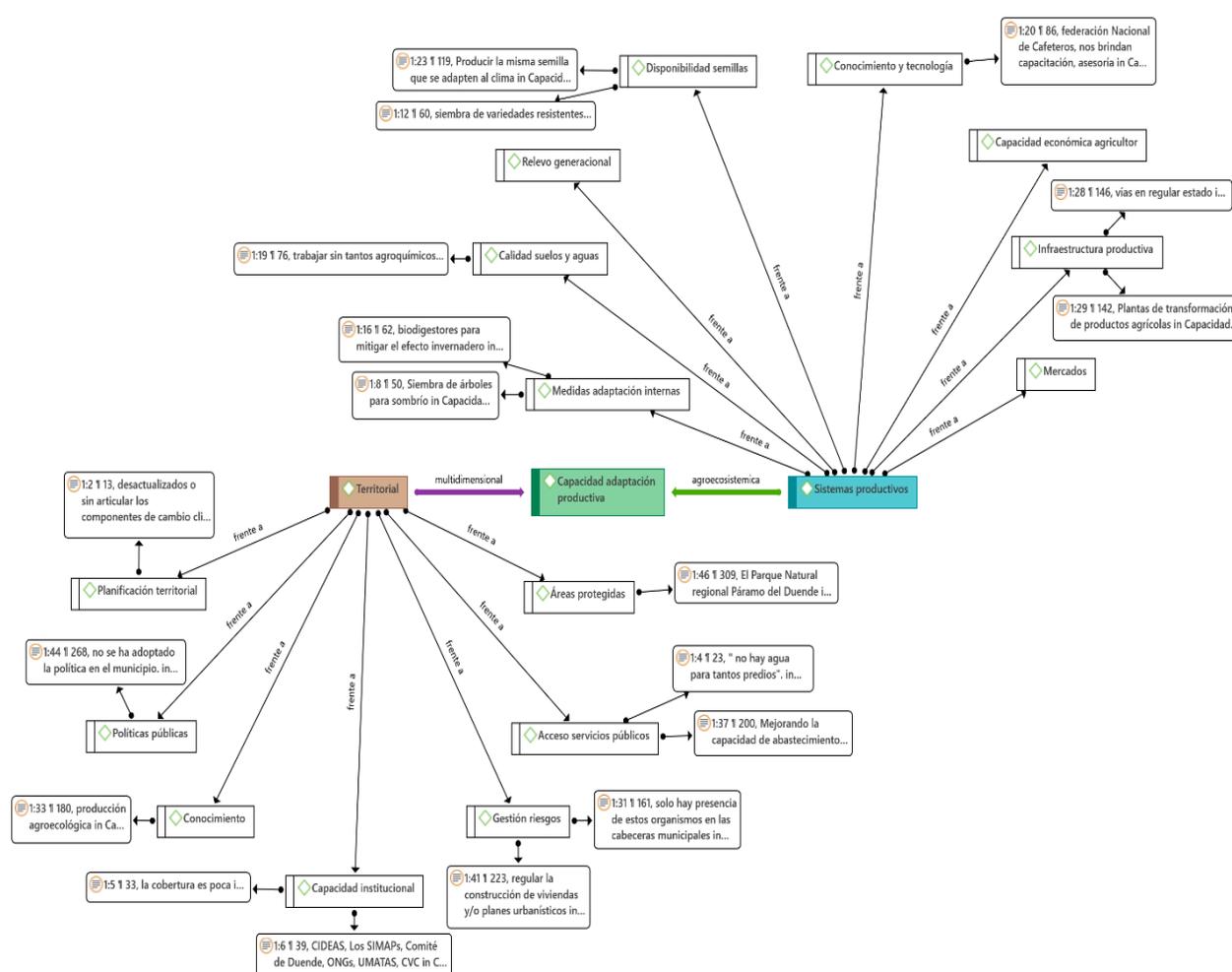
Se determinó la capacidad de adaptación productiva de la Región del Duende, teniendo en cuenta dos niveles: los sistemas productivos y el territorial (ver *Figura 24*).

En el primer nivel, las percepciones de las personas entrevistadas giran en torno a medidas de adaptación internas en los cultivos y prácticas, la calidad de los suelos como determinante para la productividad, la disponibilidad de semillas de calidad adaptadas a las condiciones climáticas, infraestructura productiva, capacidad económica del agricultura, etc. En el nivel territorial, se asume que éste tiene una alta incidencia frente a la adaptación productiva, en tanto, puede limitar o favorecer medidas y prácticas de adaptación que lleven a tener mejores condiciones ambientales y sociales que los haga más resilientes; en este caso, las percepciones de

las comunidades se enfocaron en la planificación territorial, las políticas públicas, la capacidad institucional, la gestión del riesgo y acceso a servicios públicos.

Figura 24.

Síntesis de la capacidad de adaptación productiva



Fuente: el autor (2022)

En el Nivel de los Sistemas Productivos

Ante los impactos para la caficultura, las familias implementan prácticas de adaptación como el sombrero, manejo de coberturas de los suelos y la disminución del uso agroquímicos, la siembra de variedades resistentes al cambio de climático y a plagas y enfermedades. El uso de variedades

resistentes a las enfermedades y la conservación de las coberturas del suelo para regular la humedad son prácticas adaptativas que contribuyen a mantener el rendimiento de la caficultura en tiempos de climas adversos (Farfan, 2018).

El establecimiento de árboles de sombrero que proveen hojarasca y la aplicación de abonos orgánicos, pueden ayudar a reducir las pérdidas del suelo por erosión relacionada con cambios en el clima, sobre todo con las altas precipitaciones, también, ayudan a retener humedad disponible para los cultivos (Lince, *et al*, 2018). Todas estas prácticas ayudan a aumentar la resiliencia, regeneración y capacidad de la agricultura para soportar mejor los impactos del cambio climático (Núñez, 2018)

Frente a la producción de variedades resistentes, particularmente en café, la investigación está concentrada en Cenicafe. Las familias solo adoptan la tecnología. En este sentido, surge la Federación Nacional de Cafeteros con una percepción de apoyo para la adaptación, sobre todo en la asesoría técnica, la entrega de plántulas resistentes e insumos. Una opción que ponen en práctica los agricultores, es la producción de sus propias semillas que están adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la región.

Otras prácticas que los agricultores establecen en sus cultivos es desestimular el uso de la madera, implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales, la siembra de árboles en linderos como forma de contrarrestar los fuertes vientos, reducir el uso de agroquímicos, conservar las franjas boscosas de los cuerpos de agua, bajar las densidades de siembras y tener una mayor diversificación de los cultivos que proveen alimentos e ingresos a los pequeños agricultores es un aspecto trascendental para mejorar la adaptación al riesgo climático. Esta diversificación debe ser planificada de acuerdo a las aptitudes de los agricultores, la agroecología de la zona de vida, las potencialidades y debilidades y los requerimientos de la seguridad alimentaria y el mercado (Van Zonneveld, *et al*, 2020).

Frente a las vías de acceso, existe una percepción de que algunas están en regular estado y que son insuficientes, y que, si bien existe cierta infraestructura productiva como por ejemplo

centro de acopio de frutas, plantas de transformación de productos agrícolas y plantas de enfriamiento de leche, benefician a sectores reducidos de la población.

También, existen invernaderos como práctica de adaptación de cultivos a los fenómenos amenazantes del clima, sin embargo, instituciones como la Umata de Trujillo, considera que esto, vuelve a los agricultores dependientes del mercado externo. En los invernaderos de la zona se cultivan especies como tomate y pimentón, con uso de paquetes convencionales de producción: monocultivo, altas densidades de siembra, uso de agroquímicos y labranza intensiva. El precio de estos dos productos es altamente fluctuante lo que se traduce incertidumbre sobre los ingresos del agricultor/ra. Su dependencia del mercado es tanto para el acceso a insumos como para la comercialización de sus cosechas.

A Escala Territorial

Existen algunas variables de la adaptación a escala territorial que se destacan, porque hacen parte de condiciones que disminuyen o exacerban la vulnerabilidad. Entre estas variables se encuentra:

Los Instrumentos de Planificación Territorial y las Políticas Públicas. De acuerdo a la información recolectada en las entrevistas, no existe una incorporación de la dimensión de cambio climático en los planes de ordenamiento, y estos a su vez, están desarticulados de los Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), todo esto debido a que los planes de ordenamiento no han sido actualizados.

“Ninguno de estos municipios (Riofrío y Trujillo) han actualizado sus Planes de Ordenamiento, por lo tanto, no se ha incorporado la dimensión del Cambio Climático en los instrumentos de planificación” (Comunicación personal informante T-13).

Los Esquemas de Ordenamiento Territorial de Trujillo, Riofrío y Calima el Darién son del año 2001, y los PMGRDs son más recientes: 2019 para el caso de Trujillo, 2011 para Calima el Darién y el de Riofrío se calcula que su formulación termine en el 2022. Asimismo, la participación ciudadana en estos espacios de planificación territorial es escasa, así como el compromiso político de las administraciones municipales.

Se considera que la presencia de comunidades campesinas, organizaciones sociales, acueductos comunitarios y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), espacios como Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA), Sistemas Municipales de Áreas Protegidas (Simap) y Consejos Municipales de Desarrollo Rural (CMDR), son fortalezas frente al ordenamiento territorial y la adaptación, aunque su capacidad y cobertura con proyectos es baja. Mientras, la carencia de instrumentos de planificación actualizados, desarticulados, sin incorporación de la dimensión del cambio climático en el uso del suelo, las intervenciones aisladas y discontinuas, el poco apoyo para facilitar la participación de capital social y organizacional, son las principales debilidades.

Los pobladores manifiestan que no hay presencia de organismos de primera respuesta en las áreas rurales de los municipios, esto es, en corregimiento y veredas; solo hay presencia de estos organismos en las cabeceras municipales, lo que refleja una capacidad reducida para atender de manera oportuna los riesgos y los desastres, lo que puede aumentar las posibilidades de sufrir daños materiales o vidas humanas por la ocurrencia de estos fenómenos. Como medida de adaptación desde el enfoque preventivo, los municipios están regulando la construcción de viviendas y/o planes urbanísticos en zonas de riesgos, respetando las franjas de protección de cuerpos de agua y fortaleciendo la articulación con la Corporación Autónoma para incorporar de manera eficiente las normas de uso de suelo.

En general, se percibe una ausencia de políticas para la adaptación planificada y anticipada que de manera sistemática oriente el territorio hacia estados de mayor resiliencia. Municipios como Trujillo, Riofrío y Calima el Darién no han adoptado una política municipal de adaptación al cambio climático, lo que puede aumentar su vulnerabilidad (Astudillo, *et al*, 2015). En Trujillo existe una articulación entre Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria

(Umata) y oficina de gestión del riesgo para implementar planes de contingencia enfocados a disminuir las afectaciones; y en Riofrío, algunos componentes de adaptación se incorporan en el plan de desarrollo. Sin embargo, en ambos casos, se requiere de directrices y apuestas a largo plazo que lleven a reducir la vulnerabilidad.

La percepción de la población es que no existe apoyo del Estado para adaptar la agricultura al cambio climático:

“No hay apoyo del Estado para adaptarnos. Si nos estuvieran apoyando nosotros podríamos mejorar nuestros cultivos y las cuencas” (Comunicación personal informante C-09).

“Muy incipiente, limitado, sin mayor compromiso con los campesinos y sin solución alguna por ahora” (Comunicación personal informante R-10).

“No recibimos apoyo del Estado cuando perdemos los cultivos” (Comunicación personal informante C-12).

No obstante, a futuro se planifica mediante articulación institucional, proyectos de gran cobertura que puede mejorar las condiciones de resiliencia de los territorios del Valle del Cauca, incluidos aquellos que están en jurisdicción de los municipios de Calima el Darién, Riofrío y Trujillo:

“se pretende desarrollar el Corredor de mosaicos de conservación y sistemas productivos adaptados al cambio climático entre las cordilleras y el Valle Geográfico, con el apoyo de la Gobernación del Valle, CVC, INCIVA, ACUAVALLE, Municipios, ONGs” (Comunicación personal informante R-20).

La Generación de Conocimiento Regional. Desde los servicios de asistencia técnica, se impulsan acciones como el manejo de coberturas de suelos, el uso eficiente y ahorro de agua,

enfocadas a disminuir los impactos del cambio climático. Desde las Instituciones Educativas promueven los Proyectos Ambientales Escolares que buscan crear conocimientos en los estudiantes frente a la riqueza natural relacionada con el páramo del Duende, el manejo de los recursos naturales del territorio, articulado a las asignaturas de agropecuaria, educación ambiental y agroecología como forma alternativa de obtener alimentos sin el uso de pesticidas. La Universidad Central del Valle del Cauca, genera en sus estudiantes, conocimiento en temas como contaminación atmosférica, manejo de cuencas y biodiversidad, hidroclimatología, prevención de desastres y gestión de áreas protegidas.

El Acceso a Servicios Públicos y la Presencia de Área Protegidas. En este punto es destacable el acceso al agua y su relación con la presencia y mantenimiento de áreas protegidas como el Parque Natural Regional Páramo del Duende. Las personas entrevistadas perciben que la siembra de pino y eucalipto por Cartón Colombia en buena parte del territorio, ha afectado de manera notable la disponibilidad de agua, tanto para consumo humano como para el regadío de los cultivos. En este sentido, no toda la comunidad tiene acceso a agua potable:

" no hay agua para tantos predios " (Comunicación personal informante R-24).

Una buena parte de la población rural se surte de sus propias fuentes de agua con mínimas condiciones. Como medidas de adaptación realizan actividades de protección y cuidado de las cuencas, promueven el uso racional y mejoran la capacidad de abastecimiento en los acueductos comunitarios para aumentar la cobertura y reducir los riesgos para su infraestructura en temporadas invernales y enfrentar la reducción de sus caudales en veranos intensos.

"La infraestructura como tanques desarenadores y sedimentadores no son suficientes para reducir los sedimentos cuando las lluvias son fuertes".
(Comunicación personal informante C-11).

Sin embargo, tanto Trujillo como Riofrío y Calima el Darién, han invertido recursos para la compra de predios en sus jurisdicciones amparados en el artículo 111 de ley 99 del 1993,

destinados a la conservación de su Estructura Ecológica Principal, básicamente en zonas de importancia para el abastecimiento de agua potable. Se pudo constatar que el municipio de Trujillo ha adquirido 6 predios para este propósito (Comunicación personal informante T-05), Riofrío, 10 predios (Comunicación personas informante R-11) y Calima el Darién, 4 predios (Acuerdo 052 de 2016).

Determinación de la Capacidad de Adaptación Productiva

De manera agregada, se pudo determinar que la capacidad de adaptación productiva es BAJA. Analizando de manera particular los sistemas productivos, se destaca que la caficultura convencional presenta una capacidad adaptativa MEDIA, siendo el sistema productivo con mayor capacidad de adaptación.

La ganadería de tierras altas y frías, los cultivos tradicionales de pancoger y cultivos de tierras altas y frías, son las que menor capacidad de adaptación tienen (ver Cuadro 3). Según el IDEAM (2010), el territorio en su conjunto presenta una capacidad de adaptativa ALTA (ver Figura 25).

Cuadro 3.

Capacidad adaptativa de los sistemas productivos

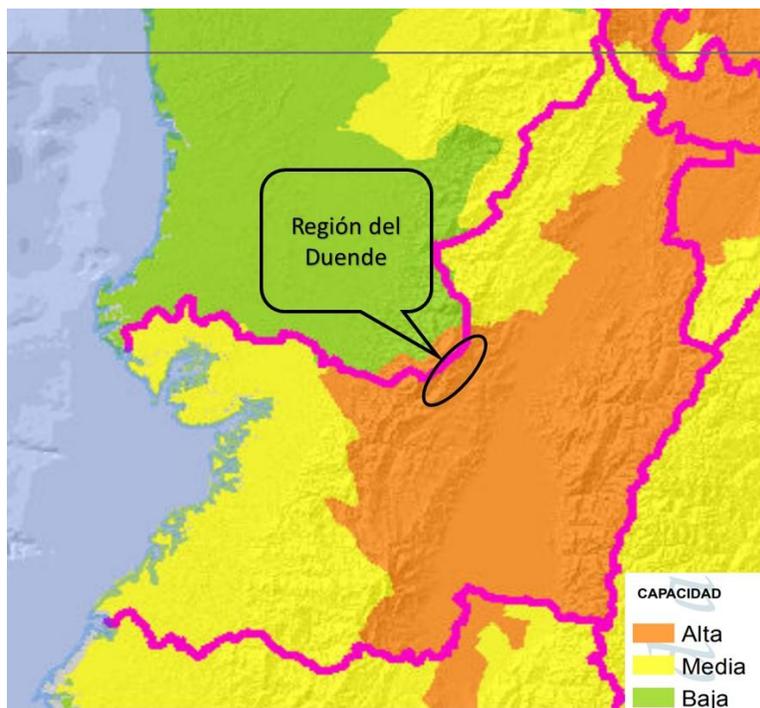
SISTEMAS PRODUCTIVOS	Capacidad adaptativa del sistema productivo	Capacidad adaptativa territorial	Capacidad adaptativa total
Cultivos zona cafetera - caficultura tradicional	0,28	0,11	0,39
Cultivos zona cafetera - caficultura convencional	0,32	0,11	0,44
Pasturas/ganadería tierras altas y frías	0,23	0,11	0,34

Pasturas/ganadería tierras medias	0,27	0,11	0,38
Cultivos tradicionales de pancoger (plátano, transitorios, frutales)	0,23	0,11	0,34
Cultivos de tierras altas y frías - mora y otros	0,23	0,11	0,34
Capacidad de adaptación productiva			0,37

Fuente: el autor (2022)

Figura 25.

Capacidad de adaptación del territorio según IDEAM



Fuente: IDEAM (2010)

Nota: La figura se construyó usando material cartográfico disponible sobre capacidad de adaptación.

Vulnerabilidad Climática de los Sistemas Productivos de la Región del Duende

El sector agropecuario nacional es vulnerable tanto a la variabilidad climática como al cambio climático, que afectan de manera generalizada a los diferentes capitales de los sistemas humanos y ambientales que son importantes para los medios de vida de las familias productoras (Lugo, 2020). De manera particular, los pequeños productores agrícolas podrían experimentar daños ocasionados por el cambio climático en el 47% de sus tierras (IDEAM, 2010, citado por Ocampo, 2011), entre otros factores porque, no tienen acceso a información agroclimática y son escasos los estudios que determinen su vulnerabilidad (Núñez, 2018).

“Los efectos a escala local no están determinadas técnicamente... No tenemos estudios para la cuenca del río Riofrío ni Calima... Tampoco contamos con comunidades preparadas para datar y monitorear los cambios que nos permitan generar una estrategia de alertas tempranas” (Comunicación personal informante R-03).

Adicionalmente, porque habitan en territorios con condiciones fisiográficas de alta sensibilidad ambiental frente a comportamientos erráticos de la temperatura y las precipitaciones, así como también, en presencia de ecosistemas frágiles y en condiciones socioeconómicas precarias y en una escasa o nula atención estatal; es decir, se conjugan una serie de factores geográficos, ambientales, sociales, económicos y políticos que hacen vulnerables a los territorios rurales. Se sabe hoy en día que la mayor parte de estudios sobre vulnerabilidad son a escalas muy grandes y en sectores de alta importancia económica para Colombia, luego, no permiten correlacionar adecuadamente las variables locales e internas de los territorios y las condiciones socioeconómicas particulares de los pequeños agricultores que los cohabitan.

Sin embargo, existen avances frente al conocimiento del cambio climático, sus impactos y la vulnerabilidad de los diversos sectores, tanto a nivel de América Latina como en Colombia. Según un estudio realizado en Centro América, el 95% de los 860 pequeños agricultores consultados, manifestaron que han experimentado el cambio climático: el 87% de los productores de maíz y el 66% de los caficultores dicen que su producción se vio afectada, y el 32% de todos

los pequeños productores ven en riesgo la seguridad alimentaria (Harvey, *et al*, 2018). En las regiones colombianas, la producción se afecta por las pérdidas de suelo fértiles, la alteración del ciclo hídrico y el avance de la desertificación, que ponen en riesgo el abastecimiento de alimentos y de agua para consumo humano y el regadío (Roza, 2020; Ocampo, 2011).

Los resultados de la aplicación del IVFP en la Región del Duende, arroja que la vulnerabilidad productiva territorial es de nivel MEDIA. Si el IVFP se correlaciona con el IM, la vulnerabilidad aumenta 12 puntos, pero de acuerdo a los rangos establecidos, se mantiene en vulnerabilidad MEDIA (ver *Cuadro 4*).

Cuadro 4.

Determinación de los niveles de vulnerabilidad

SISTEMAS PRODUCTIVOS	Índice Relativo de Afectación	Capacidad adaptativa del sistema productivo	Capacidad adaptativa territorial	Vulnerabilidad sistemas productivos	Vulnerabilidad sistemas productivos con IM
Cultivos zona cafetera - caficultura tradicional	0,56	0,28	0,11	0,34	0,45
Cultivos zona cafetera - caficultura convencional	0,68	0,32	0,11	0,38	0,53
Pasturas/ganadería tierras altas y frías	0,65	0,23	0,11	0,43	0,54
Pasturas/ganadería tierras medias	0,66	0,27	0,11	0,40	0,53
Cultivos tradicionales de pancoger (plátano, transitorios, frutales)	0,73	0,23	0,11	0,48	0,60
Cultivos de tierras altas y frías - mora y otros	0,70	0,23	0,11	0,46	0,58
Vulnerabilidad productiva territorial				0,42	0,54

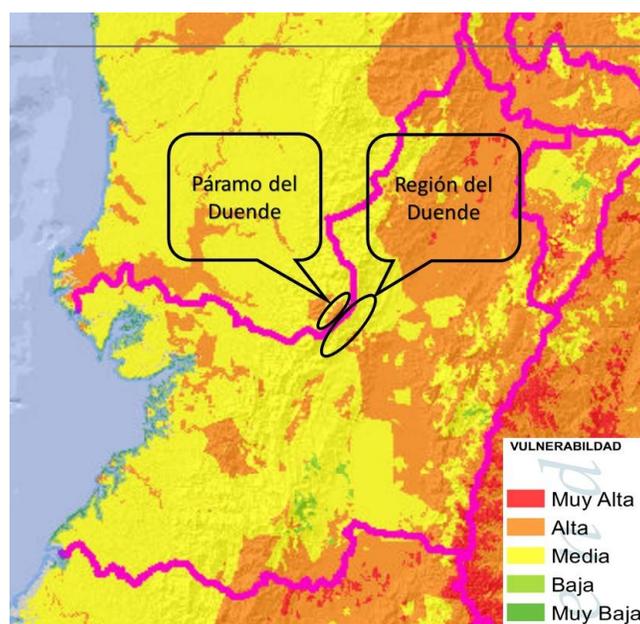
Fuente: el autor (2022)

Estos resultados coinciden con el reporte del IDEAM (2010), el cual muestra una vulnerabilidad MEDIA para la Región del Duende para el periodo 2011 – 2040². En este mismo reporte, se destaca que las áreas de ecosistemas estratégicos como el Páramo del Duende, que regulan las condiciones hídricas y productivas de la región, presentan un nivel ALTO de vulnerabilidad (ver *Figura 26*).

De manera particular, y teniendo en cuenta los resultados sin la correlación con el IM, los sistemas productivos más vulnerables son en su orden: los cultivos tradicionales de pancoger y los cultivos de tierras altas y frías; ambos con vulnerabilidad MEDIA; principalmente, por experimentar altos impactos y poseer una baja capacidad de adaptación. Mientras, los menos vulnerables son la caficultura tradicional y la caficultura convencional, que presentan una vulnerabilidad BAJA. Esto se debe a que la caficultura tradicional presenta niveles medios de impacto y baja capacidad de adaptación; por su parte, en la caficultura convencional, los niveles de impactos son altos pero su capacidad de adaptación es media.

Figura 26.

Nivel de vulnerabilidad para la Región del Duende según IDEAM



Fuente: IDEAM (2010)

² Hay que aclarar que en los estudios del IDEAM se consideran otros aspectos más allá de los productivos. No obstante, estos estudios se convierten en un punto de referencia para la región y para la presente investigación.

Nota: La figura se construyó usando material cartográfico disponible sobre vulnerabilidad ambiental para el periodo 2011 a 2040.

Con el IM, la vulnerabilidad de todos los sistemas es de nivel MEDIO. Se destacan los resultados de tres sistemas que pasan de tener una vulnerabilidad BAJA a vulnerabilidad MEDIA: la caficultura tradicional incrementó 11 puntos, la caficultura convencional, 15 puntos., y las pasturas/ganadería de tierras medias, 13 puntos. En promedio, todos los sistemas productivos incrementan su calificación de vulnerabilidad en 12 puntos.

Es importante mencionar que, aunque en el presente estudio no se incluyeron las áreas de páramo, la ALTA vulnerabilidad del páramo del Duende reportada por el IDEAM (2010), representa un claro riesgo para la estabilidad ecológica, ambiental y socioeconómica de la región, sobre todo, teniendo en cuenta la función ecológica que cumple frente a los procesos de regulación hídrica y su relación con la producción de alimentos. Ambos procesos preocupan a los agricultores, instituciones y pobladores de la región:

“El cambio climático nos afecta a todos, desde ya se prevé que de seguir así podemos presentar falta de agua potable en un futuro, de igual manera se evidencian cambios en las condiciones para la producción de alimentos”
(Comunicación personal informante R-25).

En el páramo afloran al menos 11 ríos que drenan sus aguas a dos subcuencas de importancia regional: el río Riofrío y río Calima, (Gamboa, 2006). Según las entrevistas, la escases de agua afectará principalmente la población campesina porque sus sistemas de acueducto son precarios y son muy vulnerables a la disminución de caudales en los cuerpos de agua que los abastecen.

En general, las presiones actuales y futuras del cambio climático sobre los sistemas productivos de la región, supone cambios en las maneras de comprender el territorio, el clima, las conductas sociales y la agricultura. Esto implica que los agricultores e instituciones deberán rediseñar sus sistemas, ajustar e incorporar en la estructura, composición y función de sus fincas

y los cultivos, las medidas de adaptación para hacerle frente a los impactos (Altieri & Nicholls, 2013; IPCC, 2013), en todo eso, juega un papel importante, la flexibilidad del agricultor, tanto en sus conocimientos y saberes como en lo práctico:

“Todos estos cambios nos han hecho cambiar a nosotros también porque se alteran algunas cosas, por ejemplo, la agricultura” (Comunicación personal informante C-15).

Discusión

Los Sistemas Productivos: Desde Diversas Formas de Comprensión Territorial

Los sistemas productivos de la Región del Duende, obedecen principalmente a sistemas de agricultura familiar, de acuerdo a sus características de estructura, composición y función (Núñez, *et al*, 2018), que buscan la garantía de medios de vida rurales. Sin embargo, son evidentes las afectaciones de otras lógicas productivas desde la ganadería extensiva y la operación forestal que construye otras territorialidades y paisajes menos complejos y con mayores impactos negativos sobre los ecosistemas, la biodiversidad y sobre la economía regional. En estas lógicas de producción, el poder político de la comunidad frente al territorio es limitado.

Relación entre las Matrices Productivas y las Formas de Conocimiento de los Actores Territoriales

Las prácticas que se realizan en las matrices de uso predominantes, son propias de áreas rurales donde convergen diversas formas de comprensión, de una parte las comunidades campesinas y por otra, los terratenientes ganaderos y Smurfit kappa Colombia.

En general, las formas de producción están dadas por los niveles de conocimiento, conciencia y relacionamiento con el territorio, asistencia técnica de las agremiaciones y la capacidad económica de los actores. En este sentido, García & Toledo (2008) mencionan que las formas de uso y apropiación de las tierras y construcción de territorio, están marcadas por la racionalidad social, económica y ecológica, propia de los actores que habitan y conviven en el territorio. Según el Centro Virtual Isaacs de la Universidad del Valle, esta región fue colonizada por familias de la cultura paisa a mediados del siglo XIX, las cuales poseen un fuerte arraigo por la tierra, la agricultura, principalmente, la caficultura y en menor medida por la ganadería de pequeña escala. Más recientemente, la región ha tenido una influencia de formas de producción

como las plantaciones forestales y la ganadería extensiva, que son extractivas y rentistas, distintas a las formas tradicionales de uso del territorio.

Se observa una mayor compatibilidad entre las matrices de plantaciones forestales y la ganadería extensiva. Es un patrón sobre todo en las partes altas de los corredores caracterizados, donde estas dos matrices se comparten la configuración del paisaje, a medida que una avanza, lo hace también la otra. Esto puede tener origen en que familias campesinas dedicadas a la pequeña agricultura y ganadería perciben estas grandes extensiones forestales como entornos inhóspitos, inseguros, donde hay un fuerte aislamiento entre familias que rompe la vecindad, al final, las familias campesinas terminan vendiendo para alguno de estos dos usos. Adicionalmente, las plantaciones forestales generan microclimas que son adversos para la agricultura donde hay una mayor explosión sobre todo de enfermedades; en cambio, estos microclimas son más benévolos con especies como los pastos. En la práctica el mayor impacto es sobre la disminución de la heterogeneidad del territorio, lo que implica también impactos sobre la vulnerabilidad territorial frente al cambio climático (Altieri, *et al*, 2013).

Territorialización de los Sistemas Productivos y su Relación con el Estado de los Sistemas Socioeconómicos y Ambientales

Aunque en general, las formas de producción en las matrices de uso se mueven por la lógica de la propiedad privada, la relación frente a la tierra y el territorio es distinta. En la caficultura, tanto tradicional como convencional, y las ganaderías pequeñas, las familias son propietarias de sus tierras, su distribución y la función social de sus beneficios es más equitativa. Para los terratenientes ganaderos y las transnacionales, la tierra es un activo productivo que, por la naturaleza de su explotación, tiende a concentrarse, incluso, generando conflictos de acaparamiento de tierras y tensiones con las comunidades locales por los alimentos, el agua y el empleo.

En el caso de las dos formas de caficultura, la ganadería en pequeña escala, los cultivos transitorios de zona media y los cultivos de tierras altas, la lógica productiva es la obtención del sustento familiar, la generación de ingresos dignos, la alimentación y el mercado local. Es una

lógica más distributiva, más diversa, que promueve una mayor integración entre las comunidades que intercambian bienes y servicios, conocimientos e información. Estas formas de producción construyen paisajes con matrices más diversas y entrelazadas con los ecosistemas y la biodiversidad. En esta lógica, los impactos al sistema ecológico no son ausentes, pero sus grados de afectación son menores si se compara con sistemas más extractivos como la ganadería extensiva y las plantaciones forestales. Para algunas comunidades campesinas de la zona, conservar es una convicción que va más allá de los bienes y servicios que ofrecen los sistemas ecológicos. Su relación con el territorio es también histórica-cultural (Castillo, 2019).

En la caficultura tradicional, los ecosistemas estratégicos como aguas, bosques y su biodiversidad, se encuentran mejor conservados, con una mayor extensión y con menor presión por los usos humanos y las prácticas de labranza. Incluso, las áreas productivas multiestratificadas se conectan con las áreas boscosas y sirven de corredores biológicos para el tránsito, alimentación, refugio y reproducción de la fauna silvestre, principalmente las aves y los pequeños mamíferos. Así lo confirma Quinsavi *et al* (2005) citado por Doddabasawa (2018), cuando menciona que los sistemas de producción de alimentos más diversos de tipo agroforestal son hábitats para la conservación in situ de la biodiversidad, tanto plantas como animales silvestres.

La ganadería extensiva implantada por terratenientes y las plantaciones forestales de Smurfit Kappa Colombia, se territorializa desde otra filosofía. Si se quiere calificar en cierto sentido, más extractiva, rentista, menos distributiva y con relaciones de otro tipo frente al sistema ecológico. En este caso, el sistema ecológico es visto como elementos que están al servicio y que aumentan las potencialidades de la extracción, y las relaciones con la región no son históricas-culturales, debido a que en muchos casos, estas extensiones se construyen producto de fenómenos como el acaparamiento de tierras donde sus dueños actuales son pocos y no son los pobladores históricos; en la mayoría de los casos la presencia de los propietarios es ocasional y tienen administradores que se ocupan de las labores. En conclusión, no es una producción de subsistencia sino de renta, es otra forma de compresión de la tierra y el territorio, y de acuerdo a esa forma de comprender, influyen para transformarlo. Esta afirmación está acorde con lo expuesto por Castillo (2019), cuando describe que la apropiación del territorio se realiza acorde a

los intereses sociales y materiales, los anhelos y las necesidades culturales y simbólicas de los actores sociales. Esto quiere decir que los actores recrean sus imaginarios en el territorio, lo que da como resultado un territorio con características particulares en su estructura, composición y función.

Acorde a las conflictividades territoriales de Maçano (2017), la Región del Duende es un territorio en disputa que involucra a los agricultores campesinos, los terratenientes ganaderos, la agroindustria del aguacate y Smurfit. El principal interés de los agricultores campesinos es la producción alimentos y las economías locales basadas en la agricultura. Mientras que, los terratenientes ganaderos buscan acumular grandes extensiones de tierra para expandir su control territorial y sus rentas en el mercado de tierras. Por otro lado, la agroindustria del aguacate ha generado procesos de territorialización de su actividad económica, mostrándose como una industria innovadora y generadora de desarrollo rural, incluso recibiendo el apoyo de Entes Territoriales locales, que permite su expansión territorial mediante la conversión de grandes áreas que antes estaban en usos como la caficultura. Para Smurfit, su interés territorial centra en la producción de materias primas para industria papelera, que se ha expandido en la región a costa de las economías locales basadas en la agricultura, llevando a la precarización campesina que ahora es su principal fuente de mano de obra. Desde el punto de vista Haesbaert (2013), todas estas comprensiones generan nuevas territorialidades llevando a la configuración de la multiterritorialidad, pero también a la desterritorialización. La precarización campesina en la Región del Duende, puede llevar a condiciones de vulnerabilidad social directamente relacionada con la incapacidad de responder favorablemente a fenómenos como el cambio climático.

En términos generales, y según Maçano (2017), existen transformaciones en los diferentes territorios, entendidos como espacios de gobernanza (los municipios) que impulsan políticas locales a favor o en contra de uno u otro actor; pero también, cambios apreciables en el territorio de la propiedad privada, que ha pasado, en muchos casos, de pequeñas y medianas parcelas productoras de café y otros cultivos agrícolas, a acumularse para usos ganaderos, agroindustriales y forestales; y todo esto a su vez modifica el espacio relacional del poder como expresión del territorio, lo que en muchos casos, se traduce en la sulbalternización y precarización de otros actores afectados negativamente por poderes desiguales. Es importante considerar que los

grandes capitales y las empresas transnacionales se territorializan a través de formas de dominación más que por apropiación cultural (Haesbaert, 2013). En este caso las relaciones de poder favorables a sus intereses, el control territorial, las políticas públicas alineadas a su sector y su poder económico llevan a precarizar otros sectores.

Homogeneidad y Heterogeneidad del Paisaje: Su Papel en la Vulnerabilidad Climática

Según las dinámicas de territorialización y reterritorialización en la región, se presume que algunos sistemas de producción se contraigan mientras que otros se expandan o se trasladan. La tendencia general es que la caficultura tradicional y los cultivos de pancogeres se contraigan y desaparezcan en el tiempo. Mientras, otras matrices como la caficultura convencional y sobre todo la ganadería extensiva tienden a ampliarse. Esta dinámica se explica por la compra de tierras por parte de personas de poder adquisitivo alto que promueven transformaciones hacia otros cultivos con rentas más altas, y por la expansión e impactos cada vez más severos de las plagas y las enfermedades.

La áreas en regeneración se contraerán debido a las necesidades de más tierras cultivables. Esto reviste una presión muy fuerte para el área protegida, debido a que la ganadería extensiva y la caficultura convencional tienden a ampliarse y a desplazarse hacia partes altas de la montaña, interviniendo áreas de regeneración y bosques. En este caso, las determinantes son los altos precios de los cafés especiales de altura, la asistencia de las agremiaciones cafeteras, la recuperación de tierras agropecuarias por las familias que abandonaron sus tierras en el pasado, y también, la disminución de la producción de cultivos de tierras frías como la mora.

En este panorama, la tendencia en la región es hacia la construcción de territorios cada vez más homogéneos desde el punto de vista de los sistemas productivos, lo que puede conducir a una alta vulnerabilidad en el futuro. Según Salazar (2013) y Altieri, *et al*, (2013), los sistemas heterogéneos, más diversos, multiestratificados y complejos compositivo y funcionalmente, como los cafetales tradicionales, los policultivos, los sistemas agroforestales y silvopastoriles, soportarán mejor los impactos del cambio climático, sufrirán menos daños y su recuperación se

dará en menor tiempo y reajustarán sus procesos de producción de alimentos y flujos de manera más eficiente, lo que reduce a la vez la vulnerabilidad de las comunidades a sufrir hambre y a tener bajo ingresos. La heterogeneidad de los sistemas de cultivos y las formas de producción más amigables con la biodiversidad pueden mejorar la densidad y la actividad biológica de algunos enemigos naturales de insectos plaga y arvenses invasoras lo que reduce los efectos sobre los cultivos (Boinot, *et al*, 2020).

En esa misma línea, Cañizares (2019), señala que los sistemas agropecuarios son más sostenibles cuando utilizan adecuadamente la tierra, el agua, la mano de obra familiar, son diversificados y poseen coberturas forestales, preservan el ambiente y se mueven con la filosofía del autoabastecimiento. Por su parte, Martínez, *et al*, (2017); Córdoba & León (2013), corroboran que las fincas con una Estructura Agroecológica y que manejan adecuadamente la biodiversidad y sus aspectos socioeconómicos, presentan una mayor resiliencia agroecosistémica a los efectos de la variabilidad climática en comparación con sus homólogas convencionales. Estos sistemas suelen convertirse en áreas para la conservación *in situ* de la biodiversidad, tanto plantas como animales silvestres (Chitapur, *et al*, 2018), que prestan otros beneficios a los agroecosistemas como el ciclaje de nutrientes, los microclimas y la conservación del suelo.

Las Matrices Productivas y los Conflictos Socio Ambientales y de Uso de Suelos

En la región, la matriz que más genera conflictos de uso, es la ganadería, analizada desde el enfoque legal y convencional de conflicto de uso de suelos. Las prácticas en la ganadería, se caracterizan por el establecimiento de pasturas naturales a libre exposición, kikuyo en las tierras altas y frías, brachiaria y estrella en las tierras de la zona media, en suelo de altas pendientes, inestables y muy frágiles, sin rotación de potreros y con aplicación de herbicidas para el control de arvenses. En esta matriz de uso es común encontrar que los ríos y quebradas son usadas como abrevaderos, Por esta razón las áreas de bosque sufren efectos de borde (Fedena, 2019), las aguas son contaminadas con los estiércoles de los ganados y los suelos son erosionados por el pisoteo constante. Según Gamboa (2006), para el total de la zona se encuentran 3.752 hectáreas en

conflicto de uso de suelo muy alto, que corresponden a tierras de vocación forestal protectora (F3³) que se encuentran en coberturas de pastos.

Adicionalmente y desde el punto de vista de conflictos socio ambientales, otros factores como la posible implantación de actividades extractivas como la minería de oro, platino y otros metales, emerge como una situación que pone en riesgo servicios ecosistémicos como aprovisionamiento de agua potable, alimentación, la biodiversidad, suelo fértil y el paisaje. Actualmente, estos proyectos extractivos están en la fase de titulación minería por parte de la Agencia Nacional de Minería. En varios espacios, las comunidades locales han manifestado oponerse a estos desarrollos por considerarlos como lesivos para la estructura ecológica principal de los municipios de Riofrío y Calima el Darién.

Cambio Climático y sus Impactos: Comprensiones Comunitarias en la Región del Duende

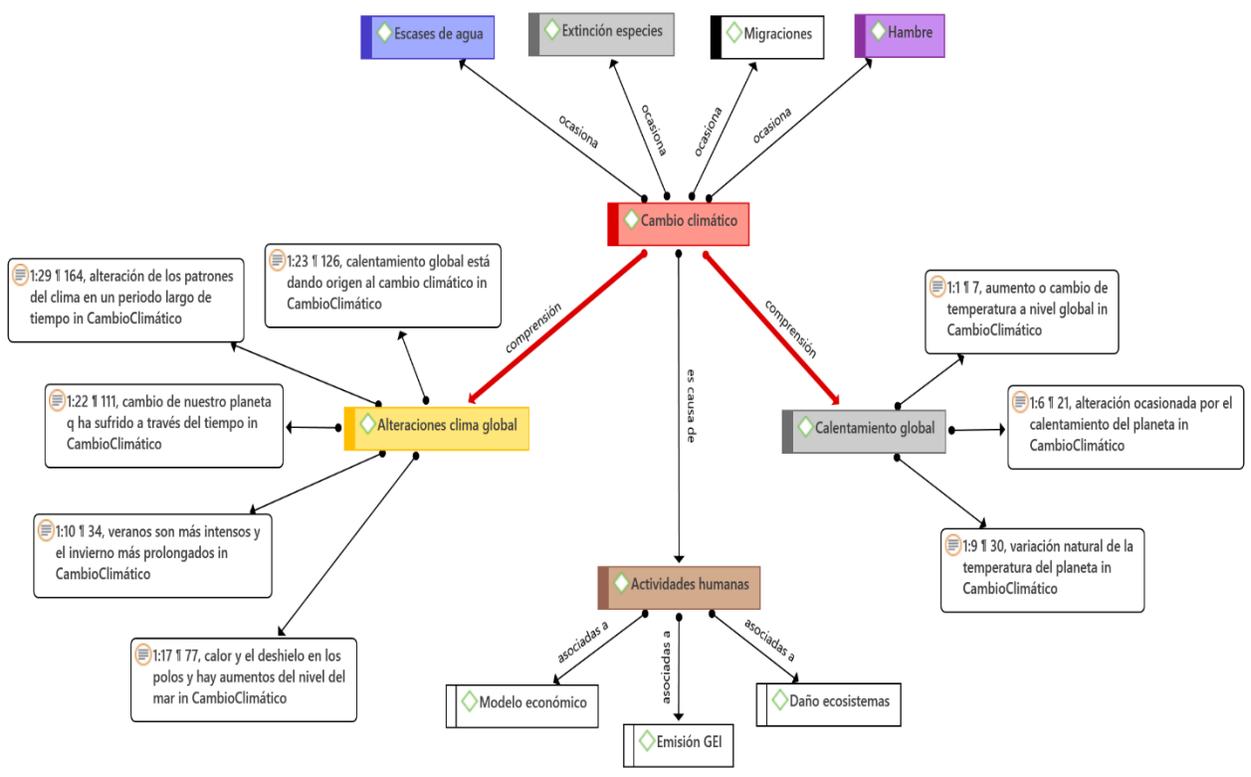
Según las personas entrevistadas, las comprensiones sobre el cambio climático contemplan tres enfoques distinguibles (ver *Figura 27*). El primer enfoque tiene relación con alteraciones del clima global por cambios en sus patrones a lo largo del tiempo que ocasiona veranos más intensos e inviernos más prolongados que afectan la vida en el planeta; en esta comprensión se asume el calentamiento global como precursor del cambio climático. En el segundo enfoque, las personas lo asumen más como calentamiento global, donde el aumento de la temperatura del planeta se asocia a variaciones del clima y principalmente a cambios inducidos por el ser humano; este caso, la comprensión se dirige más hacia la variabilidad climática, puesto que se reconocen fenómenos amenazantes como lluvia y verano, pero no se establece con claridad los cambios en la escala temporal.

En el tercer enfoque, definen el cambio climático sobre todo por sus causas y consecuencias en sus medios de vida. En este sentido, las personas entrevistadas reconocen que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático. Actividades que están marcadas por un uso irracional de los recursos naturales que lleva a un deterioro medio ambiental

³ Tierras forestales de protección

generalizado. Dentro de esas actividades humanas está implícito el modelo económico basado en la utilización de combustibles fósiles por las grandes industrias, la deforestación de los bosques, prácticas de agricultura convencional como la aplicación de pesticidas, los monocultivos, las quemas, entre otras prácticas inadecuadas. Se percibe también, que el ser humano no está haciendo nada para evitar el cambio climático.

Figura 27.
Comprensiones del cambio climático en la Región del Duende



Fuente: el autor (2022)

Frente a las consecuencias, se da mayor importancia a los eventos extremos como la sequía y la subsiguiente escases de agua, tanto para consumo humano como agropecuario que puede llevar a migraciones del territorio. Y, a los inviernos fuertes que afectan las cosechas de los cultivos. Este enfoque reconoce que la variación del clima pone en peligro la producción de alimentos que puede desembocar en condiciones adversas para las soberanía alimentaria y las economías locales.

En general, en los tres enfoques, y con excepción de la institucionalidad ambiental (CVC), no se asumen el cambio climático como un fenómeno que puede llevar a la humanidad a la extinción, a las pobladores locales les preocupa más los impactos en sus medios de sustento. Por otro lado, las conceptualizaciones no se relacionan claramente con muchos de los riesgo que son frecuentes en la región, como deslizamientos, sequias, erosión de suelos, que están relacionados con el clima pero también con las formas de apropiación y usos del territorio; no se percibe que los efectos del cambio climático pueden ser mayores si se tiene un territorio vulnerable. Esto está muy asociado a que las personas reconocen aspectos generales de cambio climático, como fenómeno ligado al cambio global ambiental de carácter externo (Lampis, 2013), predominantemente un aumento en la temperatura y comportamiento irregular de la precipitación (Lau, 2011); y, a que este conocimiento no se analiza consistentemente en una escala territorial con condiciones particulares. Un conocimiento limitado, apartado de los escenarios de riesgo, dificulta actuar de manera adecuada para adaptarse y de esta manera reducir su vulnerabilidad (Conde, 2007; Hidalgo & Gonzales (2016).

Impactos del Cambio Climático: Manifestaciones en los Sistemas Productivos de la Región del Duende

Como se mencionó anteriormente, la floración es un aspecto importante para todo los cultivos, entre ellos, café, frutales y pancogeres. El café requiere de un estrés leve de sequía para activar la floración. Normalmente, florece después de la época de lluvias que sigue a un periodo de sequía, gracias al fenómeno que se conoce como déficit hídrico, y también, por cambios diarios de temperatura, el tiempo térmico acumulado y el brillo solar (Ramírez *et al.* 2010). Todas estas condiciones pueden verse afectadas por el cambio climático (Pineda, 2013).

Con lluvias abundantes la posibilidad de floración viable se reduce en cantidad y calidad. Para otros cultivos de pancoger como el fríjol, maíz y frutales que son indispensables para la soberanía alimentaria de los campesinos de la región, hay un agravante, que además de florecer necesitan ser fecundados por la interacción con otros organismos como los polinizadores que también están siendo alterados por el comportamiento errático del clima. Según Obeso & Herrera (2018., p 2 - 3), con el cambio climático habrá una disrupción de la interacción planta-

polinizador, principalmente por los cambios en los patrones fenológicos que harán que no coincida la floración con la actividad de los insectos polinizadores; sin mencionar, que algunos insectos tienden a modificar sus áreas de distribución por una respuesta más rápida que las plantas, ante el aumento de temperaturas, dejando a los cultivos sin sus polinizadores naturales, lo que termina afectando los cultivos y los medios de vida rurales (Obeso & Herrera, 2018., p 2 – 3; Trębicki, *et al*, 2017; González, *et al*, 2021).

Según Sandoz (2016), este proceso se conoce como desacople fenológico y espacial que se da principalmente porque las especies involucradas en esta relación no coinciden temporalmente con su actividad biológica. Por un lado, algunas plantas pueden modificar su ciclo de floración, mientras que los polinizadores pueden emerger activamente de manera anticipada, o también, porque algunos polinizadores se desplazan de sus áreas donde naturalmente son activos. Con el agravante que por sí mismo, el polen es susceptible de sufrir deshidratación a altas temperaturas (Hatfield, *et al*. 2011; 2020).

Otro impacto es el aumento de las plagas en los cultivos. Según los agricultores de la Región de Duende, las plagas de los cultivos más importantes son ahora más agresivas y ocasionan mayores pérdidas económicas, y aunque este fenómeno no lo relacionan directamente con el cambio climático, autores como Trębicki, *et al* (2017), afirman que mayores concentraciones de CO₂ en la atmósfera cambian la bioquímica de la planta en la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), llevando a disturbios en los patrones de alimentación de los insectos y en alimentación compensatoria, así como cambios en la fecundidad del insecto y crecimiento de las poblaciones.

Algunos actores del territorio reconocen que el cambio climático es un fenómeno de carácter global influenciado por las actividades humanas. En este sentido aparece el hombre como factor de alteración del clima por sus malas prácticas. Dichas prácticas, intrínsecamente ligadas a una lógica económica que domina la subjetividad y objetividad productiva en un modelo de agricultura convencional de tipo rentista. Algunas teorías afirman que estamos viviendo en nuevas eras geológicas. El Antropoceno con el hombre como el agente principal de

un cambio medioambiental planetario (Maldonado, 2018). O el Capitaloceno que establece las relaciones de las actividades extractivas con las transformaciones planetarias (Ulloa, 2017).

En este sentido, reconocen que la agricultura y sus prácticas deficientes u obsoletas contribuyen a la exacerbación del fenómeno (Ocampo 2011), es decir, no se analiza solo como una actividad que enfrenta los impactos y que debe adaptarse, sino también, como actividad que es precursora de su misma vulnerabilidad. Por ejemplo, fenómenos como el desplazamiento de cultivos de café, plátano y pastos, hacia zonas más altas hace parte de los nuevos disturbios que llevarán a la configuración de nuevos paisajes rurales que con el tiempo ejercerán presión sobre el área protegida PNR Páramo del Duende. Son alteraciones que se sumarán a las actuales condiciones de vulnerabilidad.

Las vías rurales son un factor trascendental para la adaptación, el deterioro de su estado se traduce, en términos de los sistemas productivos, en incrementos de los fletes, ineficiencia en el uso del tiempo, deterioro de la calidad del producto, y en el peor de los casos, pérdidas de las cosechas. Todo esto lleva al aumento de precios de productos agrícolas para el consumidor y en una disminución de ingresos para los agricultores.

Los pobladores perciben los impactos desde las afectaciones al territorio, sus cultivos y ecosistemas, no se ven directamente implicados en estas afectaciones, es decir, no consideran que un evento climático extremo pueda llegar a comprometer su vida de manera directa. El análisis de impactos se hace desde las necesidades axiológicas de subsistencia y existenciales del tener, desde lo que ellos consideran como importante para su supervivencia, de ahí que aparecen elementos como el agua, el suelo, los cultivos, el alimento, los ingresos y las vías, muy relacionados con sus medios de sustento.

Es importante considerar que las condiciones ecosistémicas, hídricas y productivas son reguladas en gran medida por la presencia de ecosistemas como el páramo del Duende, que aunque éste no ha sido objeto de evaluación en la presente investigación, sí reviste importancia porque para este ecosistema, se esperan impactos de nivel ALTO, lo que implica que las condiciones productivas se alterarán debido al deterioro de que sufrirá el páramo del Duende, y la

subsiguiente dificultada para el acceso y disponibilidad del recursos hídrico en la región. Estos pronósticos están acordes con los realizados por IDEAM (2010), citado por Ocampo (2011), en los que se afirma que para el escenario 2011 a 2040, el 63% de la superficie de Colombia presentaría impactos altos en sus recursos hídricos. Según Moreno, *et al.*, (2022), los páramos son uno de los ecosistemas que más impactos y más deterioro sufrirán con el cambio climático ya que son susceptibles al incremento de las temperaturas y la variación espacial y temporal de las lluvias, que llevará a la reducción de extensión y a la pérdida de su biodiversidad, lo que a su vez repercutirá en la desestabilización de las condiciones productivas.

Adaptación al Cambio Climático: Capacidades en los Sistemas Productivos y el Territorio

Históricamente, el clima ha sido un factor condicionante para la producción de alimentos (Hidalgo, 2013), reduciendo o aumentando las cosechas, según sea su comportamiento. En este caso, lo que perciben las comunidades locales de la Región de Duende, es que el cambio climático, está reduciendo la productividad de sus cultivos y sus ingresos familiares. Es imperante contrarrestar estos efectos desde procesos adaptativos, que involucren mejores arreglos productivos y la eficiencia de la planificación territorial, para tener sistemas y territorios más resilientes.

Según los resultados de la aplicación del IVFP, la caficultura convencional presenta una mayor capacidad de adaptación, en este sentido, intervienen algunas variables como la calidad del material vegetal usado en los cultivos los cuales muestran una resistencia plagas y enfermedades y a condiciones climáticas adversas. De igual manera, las familias que se dedican a estos cultivos obtienen mejores ingresos, al menos, de manera más regular, cuentan con mejor infraestructura productiva, gracias a unas condiciones como el mercado, que aunque inestable está asegurado, y también, gracias a una mayor capacidad institucional y gremial que brinda asesoría y acompañamiento a las familias. Además es un sector que históricamente tiene cierta flexibilidad productiva diversificando sus ingresos con otros renglones como plátano, frutales y aguacate.

Por su parte, los cultivos tradicionales de pancoger y los cultivos de tierras altas y frías tienen poca capacidad de respuesta y recuperación, entre otras cosas, porque son sectores altamente desprotegidos en la región, sin ningún soporte institucional y las familias tienen bajos ingresos producto de las condiciones precarias de un mercado inseguro y muy fluctuante. A estas condiciones se suma la escasez de semillas de calidad y la baja tecnología en sus sistemas de cultivo. Las pasturas y ganaderías de tierras altas y frías presentan baja capacidad de adaptación debido a las razas poco productivas, a la escasa técnica en el manejo de las pasturas, a la baja calidad de los suelos y su topografía muy pendiente, a los bajos ingresos y a un mercado inestable.

De manera transversal a las condiciones intrínsecas de los sistemas productivos, está la escasa capacidad de ordenamiento del territorio de los municipios, que además, está desprovista de participación comunitaria. Ambas situaciones derivan en una planificación territorial precaria que es sensible y expone a los sistemas productivos a los eventos extremos del clima. La planificación territorial es trascendental para la adaptación y la reducción de la vulnerabilidad Magaña (2013), pero a la vez, es la más ausente de las políticas públicas nacionales (Sarmiento-Erazo, 2018). La planificación debe basarse en la interacción proactiva de los sistemas sociopolíticos y comunitarios que promuevan mejores políticas públicas y procesos adaptativos (Brunetta, *et al*, 2019), teniendo en cuenta las percepciones de la comunidad y la diversidad cultural para generar mayor gobernanza climática (Martínez, 2018). Además, incorporando enfoques preventivos en los sistemas de gestión del riesgo de desastres que aún tienen enfoque predominantemente reactivos, dirigiendo la atención a los efectos y no las causas de los desastres climáticos (Sarmiento-Erazo, 2018). En esta situación, los territorios son más vulnerables.

En el sentido de la planificación, las poblaciones rurales de la Región del Duende, no reconocen con claridad el papel de la Planificación Territorial como un elemento clave para reducir la vulnerabilidad. Incluso, esta condición es evidente en algunos actores institucionales. De hecho, no se comprenden los instrumentos de planificación como espacios que reducen los riesgos del cambio climático, perciben la planificación como un proceso que no tiene en cuenta a la comunidad, lo que claramente limita su participación y no permite que se incorpore la visión comunitaria en el ordenamiento territorial (Rueda & García, 2002), tampoco permite construir

una realidad frente a los riesgos que implica tener un territorio mal planificado y la influencia de un fenómeno como el cambio climático (Wilches-Chaux, 1993).

Las debilidades en la planificación territorial, inciden en fenómenos de desabastecimiento de agua, porque no se relaciona la capacidad de abastecimiento de los acueductos comunitarios con los procesos de urbanización y construcciones rurales como las que se están desarrollando en zonas periurbanas del municipio de Trujillo y en el corregimiento de Fenicia en el municipio de Riofrío, lo que significa un aumento en la demanda de un recurso cada vez más escaso, a causa de la degradación ambiental territorial a la que se suma el cambio climático. Parte de las percepciones de los pobladores sobre el cambio climático, giran en torno a la preocupación por la escasez de agua con el aumento de temperaturas y disminución de precipitación. En ese caso la gestión local, individual, colectiva y pública es importante para generar gobernanza del agua como mecanismo de adaptación; “reducir vulnerabilidades es sobre todo un desafío colectivo basado en la eficacia de las instituciones locales” (Leroy, 2019, p. 32).

En términos de adaptación, las comunidades locales y sus instituciones, deben desarrollar estrategias de reterritorialización de los sistemas productivos que se sustenten en nuevas prácticas menos dañinas con el medio ambiente, aplicación de conocimientos locales, la producción agroecológica y el ordenamiento territorial, que encaren las transformaciones socio-ecológicas y las presiones por servicios ambientales que se producen en sus territorios (Ruíz, *et al*, 2020).

Vulnerabilidad Productiva al Cambio Climático: Análisis de sus Implicaciones en la Producción de Alimentos

Según la OIM (2014), citado por Klepp (2017), el cambio climático será el posible causante de migraciones por efectos como la sequía, la desertización y las inundaciones que harán más vulnerables a las poblaciones espacialmente en su seguridad alimentaria y provisión de agua potable. Los rendimientos de algunos cultivos en el mundo sufrirán descensos, por ejemplo, la cosecha del maíz en Estados Unidos podría reducirse hasta un 50% en escenarios futuros de cambio climático (Leng & Huang, 2017). Sin embargo, otros estudios revelan que el maíz incrementará el rendimiento, mientras que en el sorgo y la soya disminuirán (Kukul & Irmak,

2018). Sin duda, la incertidumbre frente a los impactos es particularmente preocupante puesto que el maíz, sorgo, soya, son especies de importancia económica en la alimentación mundial.

Frente a las alteraciones en la producción existen ciertos consenso dirigidos a que si bien unas pocas especies, sobre todo las C4 pueden tener aumentos temporales de la producción, en el acumulado general serán muchas otras especies, ecosistemas, procesos y comunidades los que se verán afectados negativamente, por consiguiente, el desbalance entre los daños y los beneficios para la agricultura, se inclinan hacia lo negativo. Por ejemplo, se predice el incremento de plagas y enfermedades, sequías y otros eventos extremos asociados con lluvias intensas, que a su vez reducirán la producción de alimentos agravando los problemas financieros de las familias (Lambert & Eise, 2020).

Los niveles de impactos son aún más inciertos, cuando se analizan en contextos como los latinoamericanos o colombiano, en entornos tropicales, ante el poco acceso a tecnología de riego, desprotección estatal, de marginalidad socioeconómica de las familia y de ineficiencia en las políticas públicas. Es importante considerar que en el proceso productivo intervienen otros factores como los cambios normales en los patrones de crecimiento y producción de los cultivos, la posibilidad de suministro de riego, el uso de tecnología y la presencia de polinizadores. Todos estos, son factores cruciales para la adaptación de los cultivos a las variaciones del clima.

A nivel nacional, el sector agrícola colombiano es vulnerable, tanto a la variabilidad climática natural, como al cambio climático (Ocampo, 2011). López & Manzano (2016), afirman que los sistemas productivos son vulnerables a la alteración del ciclo hidrológico, traducido en ineficiencia en el suministro de agua para regadío y por ende en disminución de la producción, sobre todo en los pequeños agricultores dedicados a la agricultura familiar, que cumplen un papel estratégico para la seguridad y soberanía alimentaria de la población. Según Núñez (2018), usando datos de Min. Agricultura (2014), afirma que el 67% de la producción nacional de alimentos proviene de pequeños agricultores de la región andina, que son vulnerables al cambio climático por las condiciones geológicas, ecológicas y sociales que se conjugan con las variaciones de los patrones de precipitación y temperatura.

Con relación a la temperatura, para el Valle del Cauca, el incremento será del orden de los 1,9 °C (2041 a 2070) y 2,6 °C (2071 a 2100). Según el IDEAM (2017), el Valle del Cauca es el 6° departamento con niveles de riesgo por cambio climático, lo que se traducirá en disminución de la productividad de los suelos agrícolas, incremento en procesos de desertificación, reducción en la productividad agropecuaria, pérdida de fuentes y cursos de agua.

La vulnerabilidad que presentan los sistemas productivos de la Región de Duende, trae consecuencias futuras que son preocupantes frente a un posible riesgo para la soberanía alimentaria de la población local, porque se verá comprometida la producción de pequeños productores, sobre todo de pancoger, frutales y café, de los que dependen el acceso a alimentos mediante producción propia o a través de la generación de ingresos.

En los recorridos se evidenciaron familias campesinas en condiciones de pobreza, habitando muy cerca de las fuentes de agua y expuestas a fenómenos como deslizamiento y avenidas torrenciales por fuertes lluvias. Estas situaciones expresan una vulnerabilidad creada por condiciones de marginalidad en el territorio, en el que se conjugan la exposición al fenómeno amenazante y una baja capacidad de respuesta y recuperación, tanto de las familias como de la institucionalidad local, en una ausencia casi total de políticas públicas, lo que dificulta la toma de decisiones frente al apoyo para la producción de pequeños agricultores (Núñez, *et al*, 2018)

Las actuales condiciones de vulnerabilidad de los sistemas productivos más estratégicos para la Región del Duende, que para este estudio han sido estimadas en niveles MEDIOS, y, que precisamente, sistemas de alta importancia para la producción de alimentos como cultivos tradicionales de pancoger: plátano, transitorios, frutales, y cultivos de tierras altas y frías: mora, lulo y otros, sean lo más vulnerables, deja claro que la alimentación de los agricultores y la economía regional se verán afectadas. Es situación preocupa no solo a los agricultores, instituciones y pobladores locales, sino también, a toda la región del centro y sur de Valle, porque una buena parte de los alimentos que se producen localmente, abastecen plazas de mercado y se encadenan a circuitos comerciales de Tuluá, Buga y Cali, principalmente con productos como café, plátano, banano, aguacate, mora, carne bovina, entre otros, lo que reafirma la importancia estratégica de la región frente a la estabilidad de las economías campesinas y regionales.

Otros estudios, aunque con coberturas geográficas más amplias como el de Fuentes (2016), muestra mediante las percepciones de la comunidad, que la seguridad alimentaria de la región pacífica, en la cual está inserta el Valle del Cauca y por consiguiente la Región del Duende, presenta una alta vulnerabilidad, que se ve influenciada por otros fenómenos de tipo físico y climático como los deslizamientos y sequías que están correlacionadas en el conjunto de determinantes para la producción de alimentos, pero también por condiciones socioeconómicas de marginalidad y la dependencia de sectores primarios como la agricultura.

La zona norte y centro occidente del Valle donde se encuentra inmersa la región del Duende, hacen parte de la subregión del Eje Cafetero. Según Hernández & Mejía (2014), plantean que las condiciones biogeofísicas y sociales de la región la hacen vulnerable a las amenazas de fenómenos climático extremos que cambiarán la distribución del agua, la aptitud de la tierra y la adaptabilidad de los cultivos bien sea por comportamiento errático de las precipitaciones o incrementos de las temperaturas. Estas conclusiones están acordes con las estimaciones realizadas por el presente estudio, donde los caficultores y agricultores en general manifiestan que los procesos productivos se ven afectados por las lluvias intensas, la sequía, la pérdida de fertilidad y el deterioro de los ecosistemas. Sin embargo, se ha determinado que el nivel de vulnerabilidad al cambio climático es BAJO para sistemas de caficultura tradicional y caficultura convencional.

La caficultura es la actividad agrícola principal en la generación de ingresos para los agricultores en la Región del Duende, así como también, el cultivo de plátano que se encuentra asociado a los cultivos de café. Esta dependencia mayoritaria de la caficultura lleva a considerar que los efectos del cambio climático sobre las economías locales serán fuertes sobre todo por la disminución de los ingresos que se experimentarían por las alteraciones en las floraciones en temporadas de lluvias intensas, y el incremento de los daños en los cultivos por una mayor incidencia de plagas y enfermedades, una mayor presencia de pasillas en tiempos de sequía (García, 2018).

La vulnerabilidad de la caficultura en la región, debe ser afrontada con estrategias que reconfiguren los sistemas productivos hacia una caficultura resiliente o climáticamente inteligente (Duque, *et al*, 2014, citado por García, 2018). La caficultura tradicional en la Región del Duende, es una evidencia de las implicaciones de una caficultura resiliente. Su nivel de vulnerabilidad por rango es el mismo de la caficultura convencional, pero al revisarlo en puntos es inferior. Esto se explica principalmente a que recibe menos impactos negativos producto de los fenómenos climáticos extremos, por ser arreglos diversos, multiestratificados, con coberturas arbóreas, barreras vivas y aplicar prácticas de labranza de conservación del suelo; en general, su estructura, composición y función, son similares a las de los ecosistemas originarios de la región. Estas condiciones de complejidad y complementariedad productivas hacen que los sistemas agrícolas sean más resilientes climáticamente (Altieri & Nicholls, 2013). Al ser sistemas diversos, reducen la dependencia de insumos externos, aumentan las posibilidades de obtener alimentos propios e ingresos de varias fuentes.

El Páramo del Duende es un ecosistema que regula las condiciones hídricas y climáticas que son el soporte para la producción de alimentos y la biodiversidad de la región. Según el IDEAM (2015), el Páramo del Duende es vulnerable al cambio climático, entre otros factores, porque es un ecosistema susceptible a los incrementos de temperaturas, y por otro lado, porque se verá presionado por el desplazamiento de cultivos hacia zonas más altas. Según Estupiñán (2021) es claro que los espacios dejados por los páramos serían ocupados por cultivos y establecimiento de potreros.

Según en IDEAM (2017), la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, es responsable del 71% de las emisiones históricas promedio de GEI en Colombia para la serie de datos 1990 a 2012. Las comunidades locales reconocen que algunas prácticas agrícola y ganaderas que obedecen a paradigmas de los sistemas agrícolas modernos influyen en la vulnerabilidad (Nicholls, *et al*, 2017; García, 2013).

En la región, son comunes las malas prácticas en los sistemas de labranza de la tierra, control de plagas y enfermedades, control de malezas y fertilización; existen grandes áreas en monocultivos, así como presión sobre el suelo, los bosques y las fuentes de agua por el sobre

pastoreo de ganado bovino. Todo esto contribuyen a los actuales niveles de vulnerabilidad climática porque, debido al deterioro ambiental por estas prácticas deficientes y obsoletas, aumenta la sensibilidad del territorio y de los sistemas productivos frente a los impactos del cambio climático. En otras palabras, el cambio climático es un fenómeno que se retroalimenta de la malas prácticas.

A estas condiciones se le suman, la ausencia de políticas públicas locales y mecanismos ineficientes de ordenamiento del territorio que elevan la exposición de los sistemas productivos y familias a eventos climáticos extremos (Brunetta, *et al*, 2019; Sarmiento-Erazo, 2018). En este análisis, los agricultores comprenden que sus formas de apropiación del territorio a través de las agricultura requieren ajustes a fin de mejorar la resiliencia y que de no hacerlo su actividad productiva estará en riesgo.

Conclusiones

Por las características particulares de las matrices de uso del territorio en la Región del Duende, se encontró que los sistemas productivos homogéneos en su estructura, composición y función, como los monocultivos de café convencional y la ganadería a libre exposición, tanto de media montaña como de tierras altas y frías, presentan niveles mayores de exposición y sensibilidad a los impactos de cambio climático. Como también, los cultivos de pancogeres como frijol, tomate, maíz, yuca y frutas; y los cultivos de tierras altas y frías como la mora y lulo, porque se basan en el uso de semillas y especies muy susceptibles a las variaciones del clima y a los eventos extremos. Mientras, la caficultura tradicional, por ser sistemas más complejos, heterogéneos y cíclicos, tienen niveles menores de exposición y sensibilidad al cambio climático.

Las homogeneidad o heterogeneidad en los sistemas productivos, son producto de las formas de comprensión de la agricultura por parte de las familias campesinas. La primera, se centra en la obtención de ingresos para abastecimiento posterior de alimentos en los mercados, con predominancia de prácticas como monocultivos, aplicación intensiva de insumos químicos, presión sobre el suelo por labranza excesiva y presión sobre ecosistemas como bosques y aguas, que exacerban los impactos potenciales del cambio climático; la segunda, es una comprensión complementaria entre la obtención de ingresos y la producción autónoma de parte de los alimentos que consumen las familias, que se traduce en sistemas diversos, disminución de insumos químicos, sistemas de labranza menos invasiva, conservación del suelo, los bosques y el agua, que reducen los daños por el cambio climático.

Según el Índice Relativo de Afectación, en su conjunto, los sistemas de producción analizados presentan un nivel de impacto ALTO. Los cultivos tradicionales de pancoger con 0,73., son los que sufren un mayor impacto, seguidos de los cultivos de tierras altas y frías con 0,70. Los cultivos de zona cafetera, particularmente la caficultura tradicional con 0,56 es el menos afectado. En este sentido, los agricultores perciben que sus sistemas productivos se ven

alterados negativamente por las intensas lluvias, concretamente en la disminución de las floraciones y la subsiguiente reducción de las cosechas, pero también por el encarecimiento de los costos de transporte por los daños en la infraestructura rural, principalmente las vías que son susceptibles de taponamientos en tiempos invernales prolongados. Mientras, el suministro de agua para consumo humano es su mayor preocupación en tiempos de verano por la fragilidad de sus ecosistemas que prestan los servicios de aprovisionamiento. Aunque el ecosistema de páramo no se evaluó en este estudio, preocupa que según el IDEAM sus niveles de impacto al cambio climático serán altos, lo que puede ocasionar riesgos para el aprovisionamiento de agua y para los hábitats de la biodiversidad; y por supuesto, esto se considera un riesgo para los sistemas productivos de la región, porque parte de las condiciones agroecológicas de la zona, son reguladas por este ecosistema.

La capacidad de adaptación productiva de la Región del Duende es BAJA, con 0,37. De manera disgregada, la caficultura convencional, con 0,44., presenta una capacidad adaptativa MEDIA. La ganadería de tierras altas y frías, los cultivos tradicionales de pancogeres y cultivos de tierras altas y frías, todas con 0,34, tienen una BAJA capacidad de adaptación. Las percepciones de las comunidades locales e institucionalidad, afirman que la ausencia de políticas públicas locales y las deficiencias en el ordenamiento del territorio sin participación de las comunidades rurales y familias campesinas, la falta de articulación, son factores que inciden directamente en la vulnerabilidad de los sistemas productivos al cambio climático.

La vulnerabilidad productiva territorial de la Región del Duende frente al cambio climático es de nivel MEDIO (0,42). Si el IVFP se correlaciona con el IM, la vulnerabilidad aumenta, pasa de 0,42 a 0,54., pero de acuerdo a los rangos establecidos, se mantiene en vulnerabilidad MEDIA. Los sistemas productivos más vulnerables son los cultivos tradicionales de pancogeres (0,48), cultivos de tierras altas y frías (0,46), y la ganadería de tierras altas y frías (0,43). Todos tres en el nivel MEDIO de vulnerabilidad. Los sistemas menos vulnerables son la caficultura tradicional (0,34) y la caficultura convencional (0,38). Ambas con niveles BAJOS de vulnerabilidad. Si se tiene en cuenta el IM, hay un incremento de vulnerabilidad entre 0,11 y 0,15., en todos los sistemas, según los rangos establecidos todo están en nivel de vulnerabilidad MEDIO. Se destacan la caficultura tradicional que pasa de 0,34 a 0,45., la caficultura

convencional de 0,38 a 0,53., y las pasturas/ganadería de tierras medias que pasa de 0,40 a 0,53; estos sistemas pasan de tener una vulnerabilidad BAJA a vulnerabilidad MEDIA. En los actuales niveles de vulnerabilidad, sobre todo de los cultivos de pancogeres y cultivos de tierras frías, preocupa a la población, una disminución de la capacidad para producir alimentos en la misma región y que esto afecte el acceso y la calidad de los alimentos, así como también sus ingresos y la estabilidad de las economías locales basadas en la agricultura, entorno a cultivos como el café, el plátano, las frutas y la ganadería.

Recomendaciones

A los Agricultores

- a. Implementar medidas de adaptación al cambio climático en sus sistemas productivos como la diversificación de cultivos, el sombrío, las coberturas de suelos, la protección de fuentes de agua, la producción de abonos orgánicos, la conservación de semillas criollas y nativas adaptadas al clima, aplicar prácticas de labranza de conservación, barreras vivas y rompevientos, entre otras, que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos frente a eventos climáticos extremos
- b. Para el caso concreto de la caficultura como actividad productiva de importancia económica y social para la región, se recomienda a los caficultores sembrar variedades resistentes o tolerantes a la roya que sean certificadas por Cenicafé y la Federación Nacional de Cafeteros, lo que permitirá reducir la sensibilidad de los cultivos de café a esta enfermedad, y por ende, disminuir los riesgos de pérdidas de cosechas
- c. Participar de los espacios de toma de decisiones ligados a los instrumentos de planificación territorial en los municipios de Riofrío, Trujillo y Calima el Darién, a fin de que incorporen la dimensión de cambio climático y promuevan la disminución de la exposición de los sistemas humanos y ambientales a los eventos climáticos.

A los Entes Territoriales y el Estado

- a. Son necesarias la emisión y adopción de políticas públicas locales que promuevan la adaptación al cambio climático de los sistemas productivos, en los municipios de Riofrío, Trujillo y Calima el Darién, las cuales deben estar articuladas a los instrumentos de planificación territorial y los planes de gestión del riesgo de desastres

- b. Promover desde la institucionalidad estatal, regional y local, en articulación con los gremios, formas de adaptación para los sistemas productivos que simulen la estructura, composición y función de los ecosistemas originarios de la región
- c. Promover la participación de las comunidades rurales y familias campesinas en los ajustes de los instrumentos de planificación territorial, tratando de incorporar sus conocimientos, percepciones y formas de territorialización de los sistemas productivos. Esto puede ayudar a mejorar el ordenamiento del territorio en función de la producción de alimentos, el agua y las economías locales
- d. Estimular los estudios locales frente al conocimiento del cambio climático, sus impactos, capacidades de adaptación y vulnerabilidad, que deben incorporar la generación de capacidades locales de familias campesinas en el monitoreo comunitario del clima y la toma decisiones frente a su territorio
- e. Incorporar la dimensión de cambio climático en los instrumentos de planificación territorial, partiendo de enfoques preventivos, por encima de los reactivos. Hoy en día los organismos internacionales dedicados a las ciencias del clima, recomiendan asumir este enfoque.
- f. Se requiere una mirada integradora de la Región del Duende por parte de los Entes Territoriales que permita asumirla como una unidad funcional dentro del enfoque de sistema socioecológico que ayude a la articulación de esfuerzos de adaptación y conservación de ecosistemas estratégicos compartidos que garantizan bienes comunes para la población y la agricultura en los tres municipios.

A la Academia y Gremios

- a. Deconstrucción de los actuales paradigmas productivos desde la formación en las universidades de la región, en la asistencia técnica gremial y en las formas de comprensión de la agricultura en las familias campesinas, promoviendo transformaciones

estructurales en las prácticas de producción convencional por formas de agricultura sostenible, agroecología, sistemas agroforestales o silvopastoriles, que son de menos impactos frente al medio ambiente y tienen mayor resiliencia climática.

Referencias

- AEMET y OECC 2018. Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5°C. Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid., p 12-40.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología*, 3, 7-24.
- Armenteras D, Vargas O. Patrones del paisaje y escenarios de restauración: acercando escalas. *Acta biol. Colomb.* 2016;21(1) Supl: S229-239. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1sup.50848>.
- Astudillo, L. L., Vargas, M. A (2015). Adaptación de la zona pacífica colombiana ante el cambio climático., p 1- 3.
- Bett, B., Kiunga, P., Gachohi, J., Sindato, C., Mbotha, D., Robinson, T., ... & Grace, D. (2017). Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive veterinary medicine*, 137, 119-129.
- Boinot, S., Mézière, D., Poulmarc'h, J., Saintilan, A., Lauri, P. E., & Sarthou, J. P. (2020). Promoting generalist predators of crop pests in alley cropping agroforestry fields: farming system matters. *Ecological Engineering*, 158, 106041.
- Blanco, W., G. (2013). La construcción de agendas científicas sobre cambio climático y su influencia en la territorialización de políticas. En: Postigo, J. 2013. Cambio

Climático, Movimientos Sociales y Políticas Públicas. CLACSO/ICAL, Santiago. 292p. ISBN: 978-956-351-609-8.

Brunetta, G., Ceravolo, R., Barbieri, C. A., Borghini, A., de Carlo, F., Mela, A., ... & Voghera, A. (2019). Territorial resilience: Toward a proactive meaning for spatial planning. *Sustainability*, 11(8), 2286.

Cañizares, López. D. J. (2019). Uso de metodologías para el análisis y diagnóstico de sistemas de producción agropecuarios.

Castillo, Ramírez, G. C., & Campuzano, E. P. (2019). Procesos de (re) territorialización en localidades campesinas de Chiapas (México) en contextos migratorios. *América Latina Hoy*, 82, 129-147.

Cepal (2015). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe - Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. Naciones Unidas, Santiago de Chile, febrero de 2015.

Challenger, A., Bocco, G., Equihua, M., Chavero, E. L., & Maass, M. (2015). La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 6(2).

Chitapur, B. M., & Murthy, M. M. (2018). Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation. *Bangladesh Journal of Botany*, 47(4), 927-935.

Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres - CLOPAD (2011). Plan Municipal de Gestión del Riesgo, Municipio Calima-El Darién (Valle). 1 de Julio de 2011.

Conde, A. C., Saldaña, Z. S. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación: EN: *Revista Ambiente y Desarrollo* 23 (2): 23-30. <https://bit.ly/3d1succ>.

Consejo Municipal de Calima el Darién. Acuerdo 052 de 2016., por el cual se conforma el sistema municipal de área protegidas y se adoptan otras disposiciones. <https://bit.ly/3DgDMEe>.

Córdoba, V. A. C., & León, S. T. E. (2013). Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca-Colombia). *Agroecología*, 8(1), 21-32.

Estupiñán Bravo, L. H. (2021). Vulnerabilidad al cambio climático del sistema Socioecológico Altoandino, páramo Rabanal, Región Cundiboyacense-Colombia.

Farfan, F. (2018). Aumentando la resiliencia a eventos climáticos extremos en el sector cafetero colombiano: Caracterización estructural de los sistemas de producción con café en tres municipios cafeteros.

Fedena – Cepf (2018). Proyecto: Fortalecimiento de la protección legal y la conectividad en el ACB Páramo del Duende en Colombia. Fase I.

Fernández P, D. (2015). Cálculo del índice de aridez como herramienta para el seguimiento de la desertificación. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C.

Fuentes Benítez, D. Y. (2016). Vulnerabilidad, adaptación y mitigación de la región pacífica.

Gamboa O. Jairo Enrique. Plan de manejo del Parque Natural Regional del Duende. CVC – FEDENA 2006. 273 p.

García-Frapolli, E., & Toledo, V. M. (2008). Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos* (México, DF), 21(56), 103-116. <https://bit.ly/3QtMgux>.

- García, L. E., López, R. (2019). Cambio climático y cuidado de la naturaleza: percepción de la comunidad de El Paso departamento del Cesar, Colombia. <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/3405>.
- Gonzalez, V. H., Cobos, M. E., Jaramillo, J., & Ospina, R. (2021). Climate change will reduce the potential distribution ranges of Colombia's most valuable pollinators. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(2), 195-206.
- Haesbaert, R. (2013). Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad. *Cultura y representaciones sociales*, 8(15), 9-42.
- Harvey, C. A., Saborio-Rodríguez, M., Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Chain-Guadarrama, A., Vignola, R., & Alpizar, F. (2018). Climate change impacts and adaptation among smallholder farmers in Central America. *Agriculture & Food Security*, 7(1), 1-20.
- Henríquez, S. N. T., & Watlers, W. (2011). Vulnerabilidad global ante el cambio climático en comunidades de la cuenca Laguna de Perlas. *Ciencia e Interculturalidad*, 8(1), 97-111. <https://bit.ly/3xBc55B>.
- Hernández, G. D., Mejía, N. J. (2014). Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático del sector agropecuario en la región del Eje Cafetero colombiano. p 3 – 8.
- Hidalgo, J., Gonzales, C. H. (2016). Identificación del nivel de vulnerabilidad climática del sector productivo lácteo en Cumbal – Nariño. Repositorio universitario Umanizales.
- Hidalgo, G. M (2013). La influencia del cambio climático en la seguridad alimentaria. *Cuadernos de estrategia*, (161), 67-89.
- IDEAM (2010). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá – Colombia.

- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.
- IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. [WGI_AR5_glossary_ES.pdf \(ipcc.ch\)](#)
- Juárez, A. G. (2013). Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial. *Líder: revista labor interdisciplinaria de desarrollo regional*, (23), 9-28.
- Klepp, S. (2017). Climate change and migration. In Oxford research encyclopedia of climate science.
- Kukul, M. S., & Irmak, S. (2018). Climate-driven crop yield and yield variability and climate change impacts on the US Great Plains agricultural production. *Scientific reports*, 8(1), 1-18.
- Lambert, N. J., & Eise, J. (2020). Farming in the Face of Uncertainty: How Colombian Coffee Farmers Conceptualize and Communicate Their Experiences With Climate Change.

- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. EN: Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía, vol. 22, núm. 2, julio-diciembre., p 3.
- Lau, C.; Jarvis, A.; Ramírez, J. (2011). Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en Síntesis no. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia., p 1-4.
- Leng, G., & Huang, M. (2017). Crop yield response to climate change varies with crop spatial distribution pattern. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10.
- Leroy, D. (2019). Farmers' Perceptions of and Adaptations to Water Scarcity in Colombian and Venezuelan Páramos in the Context of Climate Change. *Mountain Research and Development*, 39(2), R21-R34. <https://bit.ly/3eJSv0o>
- Lince, L., Sadeghian, S., & Torres, F. (2018). Aumentando la resiliencia a eventos climáticos extremos en el sector cafetero colombiano: Evaluación de la vulnerabilidad del suelo en el cultivo del café a la variabilidad climática.
- López-García, T. G., & Manzano, M. G. (2016). Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: percepciones en una región semiárida del noreste de México. *Madera y bosques*, 22(2), 105-117. <https://bit.ly/3RBwQWu>
- Lozano-Povis, A., Álvarez-Montalván, C. E., & Moggiano, N. (2021). El cambio climático en los andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 101-108.
- Lugo Vargas, L., & García Murcia, Y. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad de los medios de vida de productores de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) ante el cambio climático (Estudio de caso: Cuenca del río Subía sector Monterrico-Vereda Agua Bonita).

- Magaña, V. (2013). Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), p 29.
- Maldonado, M. A. (2018). *Antropoceno: la política en la era humana*. Taurus. <https://bit.ly/3da5NTb>
- Mançano, F. B. (2017). Territorio y soberanía alimentaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 2(3).
- Martínez, C. I. P. (2018). Climate change in Colombia: A study to evaluate trends and perspectives for achieving sustainable development from society. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*.
- Martínez-Rodríguez, M.R., Viguera, B., Donatti, C.I., Harvey, C.A. y Alpízar, F. 2017. Cómo enfrentar el cambio climático desde la agricultura: Prácticas de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE). Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 40 páginas. <https://bit.ly/3RRAmM7>
- Monterroso, A. I., Conde, A. C., Gay, C., Gómez Díaz, J. D., & López García, J. (2012). Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. *Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A*; 8. <https://bit.ly/3d6tOFY>
- Moreno Ortega, C., Palma Barragán, J., Trilleras Motha, J., & Salamanca García, J. (2022). Vulnerabilidad ecológica del complejo de páramos Chilí-Barragán, Colombia, a los incrementos de temperatura en un escenario de cambio climático. *Revista Geográfica*, (164), 21-37. <https://doi.org/10.35424/regeo.164.2022.988>

- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
<https://bit.ly/3RJGt5g>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *UNED Research Journal*, 11(1), S55-S61.
<https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2322>
- Nicholls, C. I., Henao, A., & Altieri, M. A. (2017). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7–31.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- Núñez, J. J., Carrero, D. M., Carvajal, J. C., & Mendoza, O. (2018, November). Assessing the impact of climate change on agriculture in Norte de Santander, Colombia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1126, No. 1, p. 012045). IOP Publishing.
- Núñez, J., Carvajal, J. C., Mendoza, O., & Carrero, D. (2018). Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua* ISSN-e: 2410-7980. Vol. 4, núm. 7, 2018
- Obeso, J. R., & Herrera, J. M. (2018). Polinizadores y cambio climático. *Revista Ecosistemas*, 27(2), 52-59.
- Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de ingeniería*, (33), 115-123.
- Paniagua, E. C., & Hernández, D. (2013). La perspectiva del cambio climático en el departamento de Antioquia (Climate Change Perspective in the Department of Antioquia). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 5(9).

- Pineda, A. F. G. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la caficultura colombiana. Culturas, conocimientos, políticas y ciudadanías en torno al cambio climático, 107.
- Pinto, H. J., Salazar, de C. M (2013). Cambio climático y vulnerabilidad: perspectivas para la región nororiental de Colombia – Santanderes., p 3.
- Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (2019). *Municipio de Trujillo (Valle del Cauca). Concejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres – CMGRD. Actualización 15 de mayo de 2019.*
- Ramírez, C. H., Valencia, J. B., & Paniagua, C. F. O. (2015). Modelos de Vulnerabilidad Agrícola ante los efectos del cambio climático. *Cimexus*, 9(2), 31-48. <https://bit.ly/3xa3eY8>
- Rathe, L. (2017). La sustentabilidad en los sistemas socio-ecológicos. *Utopía y praxis latinoamericana: revista internacional de filosofía iberoamericana y teoría social*, (78), 65-78. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8069749>
- Rodríguez Castro, L. (2021). Extractivism and territorial dispossession in rural Colombia: a decolonial commitment to Campesinas' politics of place. *Feminist Review*, 128(1), 44-61.
- Rueda, V. O. M., & García, C. G. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta ecológica*, (65), 7-23. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906501.pdf>
- Ruiz, G. A. Q., Kotilainen, J., & Salo, M. (2020). Reterritorialization practices and strategies of campesinos in the urban frontier of Bogotá, Colombia. *Land Use Policy*, 99, 105058.

- Ruiz, R. (2007). *El Método Científico y sus Etapas*. México.
- Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A., & Castillo, Á. D. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología austral*, 22(1), 74-79.
- Salazar, A. H. (2013). Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en Los Andes Colombianos. *Agroecología*, 8(1), 85-91. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/183031>
- Sandoz, M. A. M. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América Tropical. *Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica*, 26(1), 11-20.
- Sarmiento-Erazo, J. P. S. (2018). Migración por cambio climático en Colombia: entre los refugiados medioambientales y los migrantes económicos. *Jurídicas*, 15(2), 53-69.
- Sloat, L. L., Davis, S. J., Gerber, J. S., Moore, F. C., Ray, D. K., West, P. C., & Mueller, N. D. (2020). Climate adaptation by crop migration. *Nature communications*, 11(1), 1-9.
- Smith, Thomas M.; Smith, Robert Leo. (2007). *Ecología 6ª Edición*. Pearson Educación, S.A, ISBN: 978-84-7829-084-0. Madrid, España.
- Trębicki, P., Dáder, B., Vassiliadis, S., & Fereres, A. (2017). Insect–plant–pathogen interactions as shaped by future climate: effects on biology, distribution, and implications for agriculture. *Insect Science*, 24(6), 975-989.
- Turrén-Cruz, T., Benegas, L., Gutiérrez-Montes, I., & Brenes, C. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, en La Paz, Baja California Sur;

México. CIENCIA ergo-sum, 26(1).
<https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/9084>

Ulloa, A. (2017). Dinámicas ambientales y extractivas en el siglo XXI: ¿es la época del Antropoceno o del Capitaloceno en América Latina? (54), 58-73.
<https://bit.ly/3U2KqnF>

Van Zonneveld, M., Turmel, M. S., & Hellin, J. (2020). Decision-making to diversify farm systems for climate change adaptation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 32.

Vila, S. J., Vargas, L. D., Llausás, P. A., Ribas, P. A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje. Una interpretación desde la geografía. (48), 151-166.

Lugo Vargas, L., Castro Vargas, C. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad de los medios de vida de productores de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) ante el cambio climático (Estudio de caso: Cuenca del río Subía sector Monterrico-Vereda Agua Bonita).

Wallace-Wells. D. (2019). El planeta inhóspito. La vida después del calentamiento. Primera edición. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U. Barcelona. 348 p.

Wilches-Chaux, G. (2017). El concepto-herramienta de la seguridad territorial y la gestión de humedales. *Biodiversidad en la Práctica*, 2(1), 48-86.
<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/453>

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Los desastres no son naturales, 11-44.
<https://bit.ly/3L25Ugj>

Anexos

Anexo 1. Ficha de caracterización de los sistemas productivos



FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN DEL DUENDE

Fecha: 03 / 07 / 2021.
DD / MM / AAAA

Municipio: <u>Tijubá</u>	Corredor de observación: <u>Arauca - Alto del Oso - Cristales</u>
--------------------------	---

1. ESTRUCTURA (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a. Nombres de las matrices de uso de suelo / extensión aproximada (extensión en hectáreas - mapa coberturas):

a) <u>Caficultura convencional</u> / _____	d) <u>Regeneración natural</u> / _____
b) <u>Ganadería extensiva</u> / _____	e) <u>Bosque secundario continuo</u> / _____
c) <u>Caficultura Tradicional</u> / _____	f) _____ / _____

b. Distribución de las matrices

¿Donde se localizan las matrices, su relación e interacción con centros poblados, usos del agua, climas, cultura, etc?:
La matriz de caficultura convencional prospera principalmente en la parte baja del corredor, tanto en la
denivación Arauca como Cristales. La caficultura tradicional se localiza en la parte media alta de la denivación
Arauca y de manera intercalada con caficultura convencional en la denivación Cristales. La Ganadería extensiva
se localiza en la parte baja de la denivación Arauca y parte alta de la denivación Cristales. (tanto en)
ambas denivaciones existen pequeñas unidades ganaderas esparcidas en la caficultura. La Regeneración natural
se localiza en la parte alta de ambas denivaciones. Son parcelas donde antes se usaban para producción agropecuaria.
Los bosques secundarios continuos están presentes en ambas denivaciones, muy cercanos al límite inferior del área protegida.

c. Heterogeneidad espacial (Forman, 1995; Vila, et al, 2006).
El uso de la tierras lo impone la topografía.*
En las partes altas de los corredores se aprecian cultivos
como la mora, pero muy marginales, igualmente los cultivos
de pino que se apoyan principalmente a la caficultura
tradicional. La distribución de las matrices la impone el
límite climático y el acceso a vías para sacar cosechas.

Diversidad de formas en las matrices

Alta (más de 5) Media (entre 3 y 5) Baja (entre 1 y 2)

Formas predominantes en las matrices

Curvilíneas (Fragmentos bosque) Rectilíneas (Caficultura convencional)

Irregulares (Corredor biológicos)

d. Análisis temporal de las matrices (uso de imágenes satelitales y mapas)

Contracción: Las áreas de rastrojo tienden a contraerse debido a las necesidades de más tierra cultivable.

Ampliación: La ganadería y la caficultura convencional, a expensas de los áreas de bosque y regeneración

Desaparición: La agricultura tradicional

Determinantes y dinámicas de su modificación: La colonización del café de áreas más altas, la disminución
de la producción de cultivos de pino y cultivos de tierras frías como la mora. La recuperación de las
tierras por parte de sus dueños que en el pasado las dejaron abandonadas.

2. COMPOSICIÓN (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a) Especies que componen las matrices:

Café, plátano, cítricos, forestales, pastos naturales, brachiaria y estrella, maíz, yuca, bananos y frutas nativos, Guadua, Yacimo blanco, Guano

b) Forma de apropiación y uso de la tierra

Comunidades presentes: (Camirunas (Vallecaucanas y pasas) Andriópolis es un pueblo que su cultura esta muy marcada por representaciones de la cultura pasca.

Por su extensión:

Latifundio (_____) Minifundio (En todas la matrices predominan las pequeñas áreas.)

Por la propiedad:

Familias (En su mayoría residentes) Transnacionales (_____)

Empresas (_____) Colectivos (_____)

Determinantes/dinámicas: No existe influencia de grandes terratenientes ganaderos y de empresas transnacionales. La mayor parte de las familias residen en las mismas fincas o en el corregimiento de Andriópolis. En la derivación Arauca las familias se relacionan comercialmente con las dinámicas económicas del Corregimiento de Andriópolis. En esta derivación no hay poblado en la vereda. En Cristales la relación es más con el Corregimiento de Venecia. En Cristales hay un pequeño comercio con los ríos, las sistemas de aprovisionamiento son de Venecia

Parches de bosque Corredores biológicos Bosques continuos Árboles dispersos
 Ganadería - Caficultura Ganadería - Caficultura Ganadería

* En la ganadería se ve con mayor fuerza la transición. En la caficultura las veredas circundantes son más conectadas con los bosques. Ocurrencia disturbios -nuevos patrones (Armenteras & Vargas, 2016). En la mayoría de los casos los parches se conectan con corredores biológicos que actúan como bosques riparios en frente de ríos. En los cauces principales: Río Arauca y Cristales

Ampliación de frontera agropecuaria/forestal (Recolonización frontera agrícola) Obras civiles (_____)

Minería (_____) Quemas (_____) Inundaciones (_____)

Deslizamientos (_____) Fallas geológicas (_____)

Incendios forestales (_____) Vientos fuertes (_____)

** Los bosques riparios son más frondosos y continuos y se extienden de manera dendrítica cuando se mezclan con otros agropecuarios. En algunos casos estos corredores se conectan con bosques naturales continuos.

Observación
 sobre todo en la derivación Cristales son evidentes los deslizamientos de suelos agrícolas y ganaderos debido a las fuertes pendientes, a la inestabilidad de los suelos y las fuertes lluvias en algunos periodos del año. La recolonización de la frontera agropecuaria también es más evidente en Cristales, principalmente para ganadería

3. FUNCIÓN (Forman 1995; Turner, et al, 2001; Armenteras & Vargas, 2016)

a. Usos:

¿Qué tipo prácticas predominan en las matrices de uso del suelo?

Agricultura convencional (Caficultura - Ganadería) Producción orgánica (_____)

Producción agroecológica ((Reconversión) Sist. Agroforestales (RNSC. Bella Vista y El Silencio)

Sist. Silvopastoriles (Pastos - forestales RNSC.) Monocultivo (Caficultura convencional)

Policultivos (_____)

Uso de insumos:

Fertilizantes químicos para el manejo del café; tanto en la caficultura tradicional como convencional
 Aplicación de herbicidas, Glifosato para control de plagas arvenses.

Comentarios: La producción agroecológica en reconversión, los sistemas agroforestales y silvopastoriles se encuentran localizados en la parte alta del Corredor, derivación Arauca, asociados principalmente a RNSC Bella Vista y El Silencio. y a pequeños predios de caficultura tradicional de familias campesinas residentes.

b. Sistemas ambientales asociados a las matrices de uso

Ríos (Cristales - Arauca) Quebradas (Tributarias) Embalses (_____)

Humedales (_____) Lagunas (_____)

Comentarios: Tanto el Río Arauca, como el Río Cristales, drenan sus aguas al Río Riofrio

c. Impactos sobre sistemas ambientales

Agua (Contaminación por herbicidas y fertilizantes) Suelo (Prácticas culturales) Bosques (Efecto borde.)

Biodiversidad (_____) Sistemas humanos (_____)

Clima (_____)

Descripción de la magnitud e importancia del impacto:

Los impactos son propios de tierras agropecuarias que al usar sistemas de labranza, pastoreo, manejo de cultivos y aprovisionamiento de bienes como madera, alteran los sistemas ambientales. ~~Además~~ de la reconversión y los deslramientos, estos impactos ~~son~~ son de ~~gran~~ alta magnitud y ~~para~~ si de una amplia cobertura muy localizada.

La ganadería y la agricultura por estar en frentes pendientes predisponen a los suelos a sufrir deslramientos

COMENTARIOS ADICIONALES	
-	Las vías de acceso en la derivación Caracas son de regular estado, muy pendiente y sufren daños en tiempos de invierno. En la derivación Cristales la vía está en buen estado hasta el poblado que se localiza en la parte baja de la derivación. De ahí hasta la parte alta de la derivación el acceso es por caminos de herradura en muy mal estado y con mucha dificultad para transitar.
-	En ambas carreteras derivaciones hay energía eléctrica. El aprovisionamiento de agua se hace de fuentes propias que nacen en sus mismas fincas o en las fincas vecinas.
-	Las viviendas familiares son muy dispersas en las partes altas de ambas derivaciones.

Anexo 2. Corredores de observación

Municipio	Corredor	Puntos de observación	Coordenadas	ASNM	Cob. Predominante
Trujillo	1. Río Cáceres - Monteloro	a) La Sonora. Quebrada	4.230978, -76.393005	1686	Ganadería, caficultura convencional y tradicional
		b) Playa Alta-Pte Cáceres	4.229139, -76.407220	1805	Ganadería y caficultura tradicional
		c) Finca Naún	4.224423, -76.419151	2215	Ganadería
		d) Aquilino-Ganadería	4.221547, -76.423321	2288	Mora y ganadería
		e) Truchera-Cáceres	4.219997, -76.431907	2404	Mora y ganadería
		f) Monteloro-centro Acopio	4.223077, -76.429771	2449	Mora y ganadería
		g) Rubiel-finca 2	4.227470, -76.431352	2628	Ganadería
		h) Límite PNR-Monteloro	4.231197, -76.433535	2818	Ganadería
		i) Obse Matriz Monteloro	4.234339, -76.436090	2931	Ganadería
Trujillo	2. Río Medio Pañuelo - Cascada Luna de Marzo	a) Q. Venecia	4.194090, -76.391820	1528	Poblado
		b) Río Medio Pañuelo	4.196720, -76.398250	1666	Caficultura tradicional
		c) Puente la Débora	4.199390, -76.402230	1671	Caficultura tradicional
		d) Casa Balcón	4.201340, -76.407880	1790	Caficultura tradicional/ganadería
		e) RNSC La Cascada	4.201290, -76.416700	1972	Pequeña ganadería

Municipio	Corredor	Puntos de observación	Coordenadas	ASNMM	Cob. Predominante
		f) RNSC Buena Vista	4.200460, -76.417320	1994	Pequeña ganadería
		g) Descansadero Las Loras	4.200430, -76.419620	2139	Bosque secundario continuo
		h) El Mirador Obs matriz	4.199700, -76.421110	2192	Ganadería
		i) Cascada Luna de Marzo	4.200760, -76.424680	2188	Bosque secundario continuo
Trujillo	3. Río Arauca – Alto del Oso - Río Cristales	a) Q.Andinópolis	4.164150, -76.391440	1618	Caficultura convencional
		b) Puente Río Arauca	4.169132, -76.392652	1518	Caficultura convencional
		c) RNSC El Silencio	4.172185, -76.398345	1749	Caficultura tradicional/pequeña ganadería
		d) BosqueBellaVista	4.172126, -76.402527	1895	Sucesión vegetal/bosque secundario
		e) ObsMatrizArauca	4.169622, -76.408538	2096	Sucesión vegetal/bosque secundario
		f) Alto del Oso	4.168741, -76.411417	2165	Sucesión vegetal/ganadería extensiva
		g) AltoRíoArauca	4.166128, -76.419879	2020	Bosque secundario continuo
		a) Alto Cristales	4.169694, -76.415997	2079	Ganadería extensiva
		b) Casa Alto Cristales	4.173288, -76.413907	2002	Ganadería extensiva
		c) Transición Ganadería/agricultura	4.176454, -76.409049	1936	Ganadería/agricultura/caficultura
		d) DerrumbeCristalesmedio	4.176345, -76.405036	1800	Caficultura/pendiente fuerte
		e) CaserioCristales/Obs Matriz	4.176245, -76.401425	1660	Caficultura convencional
		f) CruceRíoCristales	4.179710, -76.388970	1515	Caficultura convencional
Riofrío	4. Río La Cristalina – Morroplanchito	a) Puente Río La Cristalina - Salónica	4.122693, -76.374745	1148	Pastos
		b) Cruce Morroplanchito – La Cristalina	4.124538, -76.381373	1201	Pastos
		c) Vía Morroplanchito-Chagualos	4.127588, -76.380814	1294	Pastos

Municipio	Corredor	Puntos de observación	Coordenadas	ASNM	Cob. Predominante
		d) TransiciónPastosCafé Trad	4.130239, -76.38616	1443	Pastos/ Café tradicional
		e) VíaMorroplancho-Cafraditional	4.123738, -76.386972	1478	Café tradicional
		f) VíaMorroplancho-Cedros	4.137483, -76.389563	1568	Café convencional
		g) Vrda MorroplanchoObsMatriz	4.137748, -76.396092	1649	Café convencional
		h) VrdaLa Cristalina	4.121169, -76.391060	1222	Pastos
		i) CruceEscCristalina	4.125038, -76.399981	1302	Pastos
		j) AltaCristalina	4.130668, -76.400278	1390	Café tradicional
Riofrío	5. Río Riofrío – Portobelo	a) San Pablo – Fenicia	4.077626, -76.392549		Caficultura convencional
		b) Cascada La Balstrera	4.075363, -76.398394		Pino y Eucalipto
		c) Q. Oso – RNSC La Esperancita	4.083371, -76.399417		Caficultura convencional
		d) Puente Río Riofrío	4.086612, -76.403401		Caficultura convencional
		e) Obs Matriz Portugal	4.090994, -76.393497		Caficultura convencional
		f) Los Alpes	4.097493, -76.399514		Caficultura convencional
		g) La Zulia	4.093405, -76.416564		Caficultura convencional y ganadería
		h) Portobelo	4.086000, -76.422413		Ganadería extensiva y caficultura convencional
		i) Río Riofrío – Puente Portobelo	4.072700, -76.434764		Ganadería y bosques
		j) Robledal Bajo	4.072081, -76.434931		Ganadería y bosques
Riofrío	6. Río Tesorito – RNSC Tesorito	Fenicia – Villa Inés	4.069567, -76.390027		Pastos
		Finca El Castillo	4.070583, -76.402149		Eucalipto
		Cruce Tesorito	4.063280, -76.420465		Eucalipto
		Río Tesorito	4.052283, -76.418409		Eucalipto – Regeneración
		RNSC Tesorito Obs matriz	4.048251, -76.420796		Regeneración
		Miravalle	4.054947, -76.403428		Pastos
Calima El Darién	7. Río Azul – La Camelia	Batea Río Azul	4.007155, -76.442880		Eucalipto
		La Camelia Baja	4.026581, -76.442595		Eucalipto

Municipio	Corredor	Puntos de observación	Coordenadas	ASNM	Cob. Predominante
		La Camelia Alta	4.049989, -76.434443		Pastos – Eucalipto
		Cruce Camelia Alta	4.059187, -76.431170		Eucalipto
		La Torre control de incendios	4.052873, -76.434102		Eucalipto
		Reserva WV Obs matriz	4.045724, -76.422416		Pastos – Eucalipto – Bosque
Calima El Darién	8. Río Calima – Cristalina Alta	a) Puente Río Calima	4.006248, -76.451232	1554	Eucalipto
		b) TransiciónGanForest	3.997878, -76.453008	1598	Pastos/Plantaciones forestales
		c) CruceCristalinaAlta	3.987347, -76.456393	1580	Pastos/Plantaciones forestales
		d) CristalinaBosque	3.993994, -76.459139	1672	Plantaciones forestales-Pino
		e) CristalinaZonaMedia	4.002840, -76.457207	1744	Plantaciones forestales
		f) CristalinaZonaMedia 2	4.005078, -76.457253	1781	Plantaciones forestales
		g) Alta CristalinaCruce RN El Tesoro	4.001894, -76.466168	1861	Plantaciones forestales
		h) RN El Tesoro	4.010172, -76.476056	1793	Pastos/policultivos
		i) TransiciónBCont	4.013329, -76.476116	1752	Pastos/BNatural
		j) Sendero Q. Los Caimos	4.019132, -76.480242	1893	BNatural
		Calima El Darién	9. La Unión – Las Brumas	a) Municipio de Calima	3.931621, -76.483873
b) MedioUnión	3.956893, -76.473643			1558	Pasto
c) TransiciónAgriPino	3.966878, -76.484003			1775	Pino
d) ObsMatrizLasBrumas	3.977578, -76.486613			2131	Transición Pasto a Bosques
e) MiradorCalima	3.969286, -76.490912			2108	Pastos – Bosque
f) Abejas- LasBrumas	3.971452, -76.492999			2102	Bosque
g) AltoLasBrumas	3.975651, -76.492813			2226	Bosque

Anexo 3. Diseño de las entrevistas realizadas

**Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Universidad de Manizales**

Entrevista

**Sobre vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas productivos de la región del
Duende**

Preguntas por institución y/o sector

Preguntas comunes para todos los sectores

¿Qué conoce sobre el cambio climático?

¿Cuáles considera que son los principales efectos del cambio climático en los municipios de Riofrío, Trujillo y Calima el Darién?

Institución	Pregunta	Dimensión
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca	¿Existen una política o plan de adaptación al cambio climático para los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima?	Resiliencia
	¿Cuáles considera son las principales fortalezas y debilidades de la planificación territorial en los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima respecto del cambio climático?	Exposición
	¿Existe una red de monitoreo del clima en el Valle del Cauca que tenga referencia los datos climáticos del municipios de Calima el Darién, Riofrío y Trujillo?	Sensibilidad
Familias campesinas Asociaciones de campesinos,	¿Qué cambios ha visto en la parte productiva y ambiental de la región en los últimos 30 años?	Sensibilidad
	¿Qué tipo de infraestructura productiva existe en el municipio? (centros de acopio, vías, planta de transformación de alimentos, cuarto fríos para leche, etc)	Resiliencia
	¿Tienen presencia organismos de primera respuesta como Bomberos y Defensa Civil en los corregimientos y veredas?	Resiliencia
Acueductos comunitarios	¿La comunidad tiene acceso al agua potable y servicio de alcantarillado?	Sensibilidad
	¿Qué medidas están implementando para adaptarse al cambio climático?	Resiliencia
	¿Cuál es la condición actual de sus fuentes abastecedoras de agua?	Sensibilidad
Secretaría de planeación de los municipios	¿Existen una política o plan de adaptación municipal al cambio climático?	Resiliencia
	¿Se incorpora la dimensión del cambio climático en el proceso de planificación del territorio (EOT o PBOT)? ¿Se encuentra actualizado?	Exposición
	¿Cómo se articula el plan de gestión del riesgo con el EOT o PBOT?	Exposición
Umatas municipios	¿Existen una política o plan de adaptación municipal al	Resiliencia

Institución	Pregunta	Dimensión
	cambio climático?	
	¿Se realiza acompañamiento y asesoría a los campesinos sobre cómo adaptar sus sistemas productivos a los efectos potencialmente dañinos del cambio climático?	Resiliencia
	¿Cuántos y cuáles son los predios adquiridos por artículo 111 para la protección de cuencas abastecedoras de acueductos?	Resiliencia
SIMAP ONGs locales	¿Cuáles creen que son los principales impactos del cambio climático para las Áreas Protegidas en la región del Duende?	Sensibilidad
	¿Cuáles considera son las principales fortalezas y debilidades de la planificación territorial?	Exposición
	¿Existen proyectos públicos o privados en el municipio que trabajen temas ambientales y productivos?	Resiliencia
Oficina de Gestión del Riesgo	¿Cómo se aborda la dimensión de cambio climático en el plan de gestión del riesgo?	Exposición
	¿Qué acciones de prevención, mitigación y atención se proponen en los planes gestión del riesgo en cada municipio?	Resiliencia
	¿Cómo se articula el plan de gestión del riesgo a los EOT?	Exposición
Universidad Central del Valle – UCEVA	¿Qué temas específicos relacionados con el cambio climático se incorporan a las asignaturas de las carreras ambientales?	Sensibilidad
Gremio Cafetero y ganadero	¿Cuáles creen que son los principales impactos del cambio climático para la caficultura y la ganadería en los municipios de Trujillo, Riofrío y Calima?	Sensibilidad
	¿Cuáles son las medidas de adaptación que están implementando o tienen previstas para mitigar esos impactos?	Resiliencia
	¿Existe apoyo del Estado para la adaptación al cambio climático en su actividad productiva?	Resiliencia
Instituciones Educativas Secretarías de Educación	¿Qué temas relacionados con el cambio climático se abordan desde la formación primaria y secundaria?	Sensibilidad
Agricultores pobladores –	¿Se ha visto afectada/o por el cambio climático? ¿En qué aspectos?	Sensibilidad

Anexo 4. Matriz del Índice Relativo de Afectación

COBERTURAS	SENSIBILIDAD PRODUCTIVA Y AMBIENTAL														EXPOSICIÓN PRODUCTIVA Y AMBIENTAL											IRA sistemas				
	Perdida de la fertilidad del suelo	Cal*W	Alteración de siembras y cosechas	Cal*W	Incidencia de plagas y enfermedades	Cal*W	Disminución suministro de agua para riego	Cal*W	Disminución suministro de agua para consumo	Cal*W	Perdida microclimas	Cal*W	Alteración biodiversidad (polinizadores y controles biológicos)	Cal*W	Alteración ecosistemas estratégicos- Páramo, bosques andinos y riparios	Cal*W	Incremento temperatura	Cal*W	Variación lluvias	Cal*W	Daños por heladas y granizadas	Cal*W	Sequías	Cal*W	Daños por vendavales		Cal*W	Deslizamientos y avalanchas	Cal*W	
PONDERACIÓN	0,8	Vr	1	Vr	1	Vr	0,8	Vr	1	Vr	0,6	Vr	0,8	Vr	0,6	Vr	1	Vr	1	Vr	1	Vr	1	Vr	0,8	Vr	1	Vr		
CULTIVOS ZONA CAFETERA - CAFICULTURA TRADICIONAL	0,5	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,48	0,6	0,6	0,7	0,42	0,6	0,48	0,6	0,36	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,48	0,6	0,6	0,6	0,56
CULTIVOS ZONA CAFETERA - CAFICULTURA CONVENCIONAL	0,8	0,64	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,64	0,8	0,8	0,8	0,48	0,70	0,56	0,7	0,42	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,64	0,7	0,7	0,68
PASTURAS/GANADERIA TIERRAS ALTAS Y FRÍAS	0,9	0,72		0	0,7	0,7		0	0,9	0,9	0,8	0,48		0	0,8	0,48	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,7	0,7	0,4	0,32	0,8	0,8	0,65	
PASTURAS/GANADERIA TIERRAS MEDIAS	0,9	0,72		0	0,7	0,7		0	0,9	0,9	0,8	0,48		0	0,7	0,42	0,8	0,8	0,9	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,32	0,8	0,8	0,66	
CULTIVOS TRADICIONALES DE PANCOGER (plátano, transitorios, frutales)	0,8	0,64	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,56	0,7	0,7	0,9	0,54	0,9	0,72	0,8	0,48	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,64	0,7	0,7	0,73
CULTIVOS DE TIERRAS ALTAS Y FRÍAS - MORA Y OTROS	0,8	0,64	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,56	0,7	0,7	0,9	0,54	0,8	0,64	0,8	0,48	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,56	0,6	0,6	0,70	
IRA - TERRITORIO		3,76		3,3		4,5		2,24		4,6		2,94		2,4		2,64		4,7		4,90		3,9		4,6		2,96		4,20		

Anexo 5. Calificación Capacidad Adaptativa Sistemas productivos

Sistemas	Variable								CASp
Caficultura tradicional	Sombrío y/o otras coberturas	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del agricultor	Relevo generacional	Mercado	0,28
	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	
Caficultura convencional	Calidad del material vegetal	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del agricultor	Asistencia técnica e institucionalidad fuerte	Mercado	0,32
	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	
Pasturas/Ganadería tierras altas y frías	Genética	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del productor/a	Coberturas complementarias	Mercado	0,23
	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	
Pasturas/Ganadería tierras medias	Genética	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del productor/a	Coberturas complementarias	Mercado	0,27
	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,2	0,3	
Cultivos tradicionales de pancoger	Disponibilidad de semillas	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del productor/a	Relevo generacional	Mercado	0,23
	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	
Cultivos de tierras altas – mora y otros	Calidad del material vegetal	Calidad del suelo y su conservación	Acceso y calidad del recurso hídrico	Conocimientos y tecnología	Capacidades económicas de la familia	Dinámica del productor/a	Asistencia técnica e institucionalidad fuerte	Mercado	0,23
	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	

Anexo 6. Calificación Capacidad Adaptativa Territorial

Dimensión	Variable	Calificación
Conocimiento	Conocimiento local	0,3
	Red de monitoreo del clima	0,2
	Medidas locales de adaptación	0,4
	Mercados	0,4
Servicios	Acceso a servicios públicos (energía, agua potable, alcantarillado)	0,5
Infraestructura	Infraestructura productiva	0,4
	Estado de las vías de acceso	0,5
	Estado de las viviendas	0,6
Institucionalidad	Presencia institucional (municipio y Autoridad ambiental)	0,4

Dimensión	Variable	Calificación
	Capacidad organizaciones de la sociedad civil	0,4
	Presencia organismos de primera respuesta	0,4
	Apoyo financiero a agricultores	0,3
	Cooperación internacional para la adaptación	0,3
	Asistencia técnica	0,3
	Incorporación Cambio climático en Instituciones educación superior	0,3
	Apoyo del Estado para la adaptación	0,3
Políticas públicas	Políticas locales de adaptación	0,3
	Planes de Ordenamiento Territorial	0,4
	Planes gestión del riesgo	0,4
	Articulación planes de gestión del riesgo y EOT	0,3
Sistemas ambientales	Protección de cuencas abastecedoras de agua	0,5
	Conservación de la biodiversidad	0,4
	Declaración legal de Áreas Protegidas	0,4
Capacidad adaptativa territorial		0,11