

Biodiversidad EN LA PRÁCTICA

Documentos de trabajo del Instituto Humboldt



ESPECIAL
CAMBIO CLIMÁTICO

VOLUMEN 4 - NÚMERO 1 - 2019 - PP. 1-29

Recibido: 20 de abril de 2018

Aprobado: 4 de septiembre de 2018

Luis Fernando Mora

Consultor Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt con maestría en Geografía

lf.mora34@gmail.com

Germán Andrade

Profesor-consultor Universidad de los Andes-facultad de administración

gandrade@uniandes.edu.co



REFLEXIÓN

Construcción de vulnerabilidad en humedales altoandinos integrados con sistemas ganaderos. Evidencia a través de un modelo socioecológico de cambio entre 1980 y 2010, en el valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia

Vulnerability construction of high-Andean wetlands with cattle-raising systems: evidence from a socio-ecological model of change between 1980 and 2010 in the Sibundoy Valley, Putumayo, Colombia

RESUMEN

El valle de Sibundoy se encuentra en la vertiente amazónica de los Andes de Colombia, en el departamento del Putumayo. Es un sitio de gran importancia social y ambiental. Para entender los cambios asociados con el desarrollo de la ganadería, se hizo un modelo socioecológico, que incluía variables estructurales del sistema, sus estados y trayectorias de cambio entre 1980 y 2010. Se encontró que a comienzos de 1980 en su parte plana, se conservaron el 95 % de sus humedales; a finales de los años ochenta se habían realizado intentos parciales por desecarlos; y con el establecimiento de un distrito de drenaje entre 1980 y 1990 la ganadería se consolidó como la principal actividad productiva. Los efectos de estas transformaciones generaron cambios estructurales en este sistema socioecológico, aumentando la vulnerabilidad y perdiendo su resiliencia frente a la variabilidad climática, manifiesta en el evento extremo de 2010 que afectó negativamente la actividad económica en la región. Con base en este modelo se proponen lineamientos de manejo adaptativo para este tipo de sistema socioecológico.

Palabras clave: Humedales altoandinos. Sistemas socioecológicos. Ganadería. Variabilidad climática. Resiliencia. Manejo adaptativo.

ABSTRACT

The Sibundoy Valley, an area of great environmental and social importance, is located in the Amazonian slopes of the eastern Andes of Colombia in the department of Putumayo. In order to analyze the changes brought about by the development of the cattle-raising industry, a socioecological model was devised. This model included structural variables, states, and trajectories of change for the period of 1980 - 2010. We found that in the early 1980s the territory had a low degree of disturbance (95% of natural wetlands remained), and during the late 80s, when a drainage district was created, cattle became the most important economic activity. Over time this intervention generated strong environmental change: by 2010 the region had increased its vulnerability and lost its resilience to climate variability, as manifested in the extreme 2010 climatic events that caused strong negative impacts on the economy of the region. Based on the model developed, guidelines for adaptive management are proposed.

Keywords: High Andean wetlands. Socioecological systems. Cattle raising systems. Climate variability. Resilience. Adaptive management.

INTRODUCCIÓN

El valle de Sibundoy es un territorio estratégico para la conservación, la producción de alimentos y el mantenimiento de los medios de vida de comunidades indígenas y campesinas (WWF, 2009). Allí se encuentra uno de los ecosistemas de humedal altoandino más importante del suroccidente colombiano, y hace parte de una región prioritaria para la conservación del Piedemonte Amazónico (WWF, 2009). El valle de Sibundoy con el 12,5 %¹ del área ganadera del departamento abastece el 76,5 % de la demanda de leche y derivados lácteos del Putumayo. El 85 % de su población (29.325 habitantes) está representado por comunidades campesinas e indígenas Inga y Kamëntsá, del cual 78,9 % trabaja en la producción lechera (Corpoamazonia, 2009) (Figura 1).

Los principales procesos de transformación en el valle de Sibundoy han sido el desarrollo de la ganadería a través del establecimiento de un distrito de drenaje y el cambio en la tenencia de tierra y la desecación de humedales. Por la importancia de la actividad ganadera en la economía regional y las formas de vida de la población, se hace necesario comprender la relación entre la adecuación del territorio para la ganadería y los cambios en la vulnerabilidad y resiliencia social y ambiental. Los eventos extremos del clima en 2010-2011 se constituyen en una oportunidad para entender la relación entre vulnerabilidad y resiliencia. En este trabajo se propone un

¹ Equivalentes a 14.033 ha de las 112.269 ha del total departamental (Corpoamazonia, 2006)

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN
PALABRAS CLAVE
ABSTRACT
KEY WORDS
INTRODUCCIÓN
MARCO CONCEPTUAL
METODOLOGÍA
RESULTADOS
DISCUSIÓN
AGRADECIMIENTOS
REFERENCIAS
SOBRE LOS AUTORES

modelo socioecológico para analizar los estados y trayectorias de cambio ambiental asociados con el desarrollo de los sistemas ganaderos, como base para proponer lineamientos de manejo adaptativo.

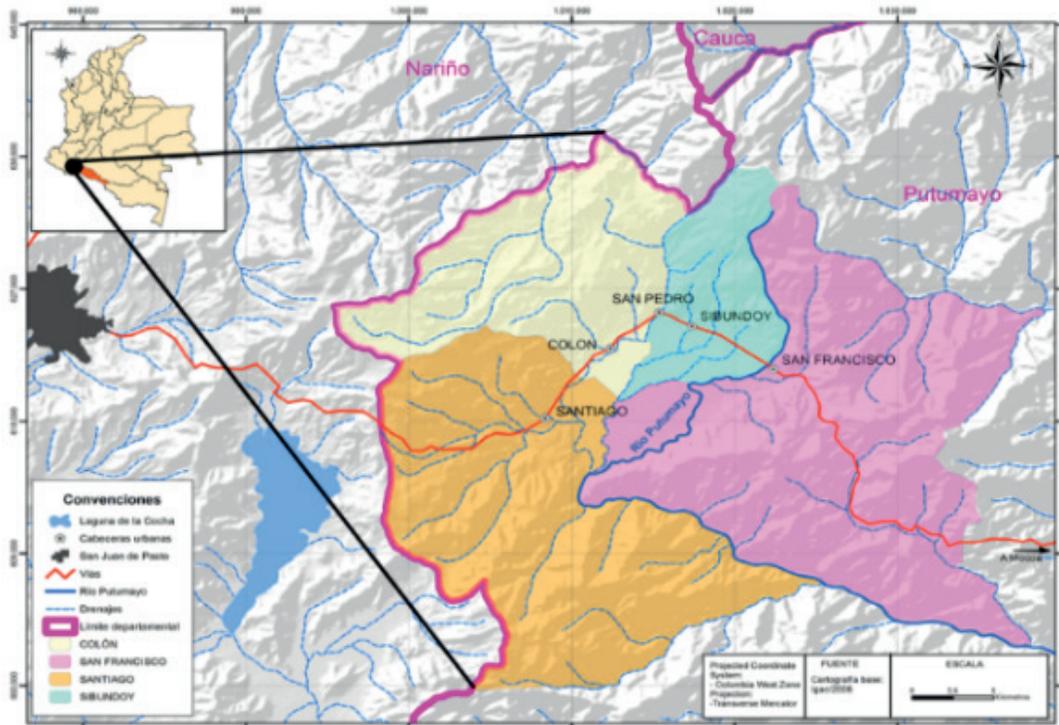


Figura 1. Localización geográfica del valle de Sibundoy en Colombia. Elaboración propia.

MARCO CONCEPTUAL

Sistemas socioecológicos (SSE)

En la mirada clásica de la ecología el ecosistema aparece como objeto de lo ecológico, y lo humano como una perturbación de su funcionamiento normal. Hoy se reconoce que lo humano ha sido parte integrante de los ecosistemas, los cuales se pueden entender a través del concepto de sistema socioecológico (SSE) (Holling, 2001). En estos se reconoce que la relación entre el ser humano y la naturaleza se manifiesta no solo como alteración de un sistema biofísico sino como un sistema nuevo con propiedades emergentes de autoorganización, en el cual las variables constitutivas no son ya solamente “biofísicas” o “sociales” sino el resultado de las interacciones entre estas. En este sistema la relación hombre-naturaleza comparte, interviene o interfiere la plataforma común de soporte de procesos y estructuras biofísicas y sociales (López y Montes, 2009) creando nuevos contextos ecosistémicos de interdependencia (Naranjo, 2017). Los SSE tienen controles exógenos y variables internas en lo ecológico y lo social. La conjugación de variables estructurantes lentas y de respuesta rápida,

como producto del cambio de su carácter ecológico y la acción humana, son la base de desarrollo del concepto de sistema socioecológico (Chapin *et al.*, 2009) (Figura 2). Los SSE son además sistemas complejos adaptativos (SCA) donde la complejidad emerge de un conjunto de procesos estructurantes que mantienen sus propiedades de autoorganización (Holland, 2005). Entender los sistemas socioecológicos como sistemas complejos adaptativos permite analizar relaciones entre los ecosistemas, sus funciones y el bienestar humano (Holling, 2001).

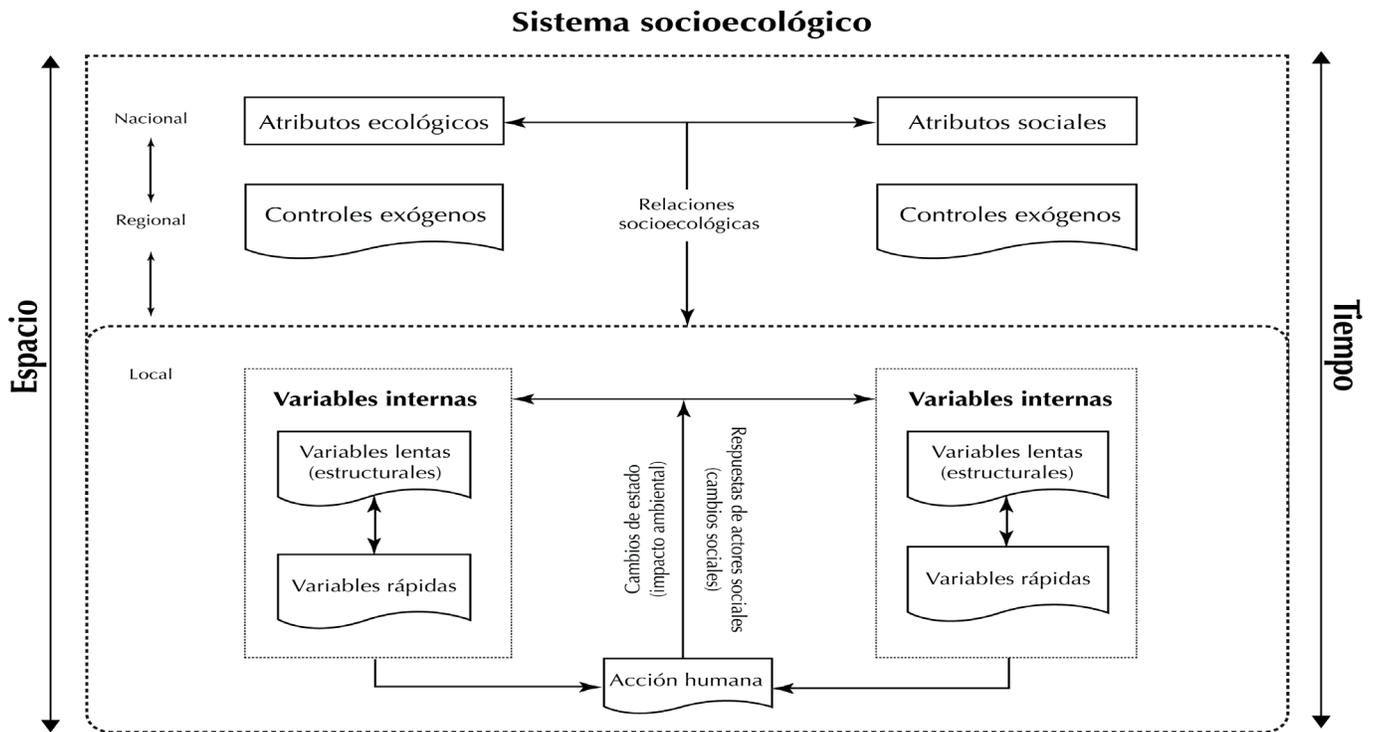


Figura 2. Diagrama conceptual del modelo general de componentes del SSE. De Chapin *et al.*, 2009

Atributos y relaciones socioecológicas

La identidad socioecológica se define como el conjunto de procesos y relaciones (biofísicas y sociales) cuya interacción le confiere características estables, producto de la relación entre el sistema ecológico y el sistema social (Franco *et al.*, 2012). Históricamente las sociedades transforman el territorio en función de diferentes necesidades que cambian dependiendo del tipo de actores, intereses y de las condiciones biofísicas existentes (Mora, 2016). El paisaje es así producto de la evolución de interacciones complejas entre sus características biofísicas (clima, suelo, biota, etc.)

RESUMEN y humanas (demografía, economía, política, etc.) y cambia en respuesta a factores externos (como el clima o el mercado, por ejemplo) y procesos internos relacionados
PALABRAS CLAVE (uso del suelo, tenencia de la tierra). La dinámica funcional y evolutiva de un SSE se
ABSTRACT explica por la combinación de múltiples factores biofísicos y socioeconómicos que
KEY WORDS se entrelazan (Carpenter y Walker, 2001).

INTRODUCCIÓN Variables lentas, relaciones e influencias

MARCO CONCEPTUAL En los SSE operan variables lentas y rápidas (Reynolds y Stafford, 2002) que son
METODOLOGÍA las determinantes en la dinámica de los sistemas humano-ambientales (Gunderson y
RESULTADOS Holling, 2002). Reconocerlas es importante para identificar causas de cambio (Car-
penter y Walker, 2001).

DISCUSIÓN Hay cambios que generan transformaciones en su comportamiento, algunas irrever-
sibles, dando lugar a diferentes estados del sistema. Las variables lentas (estructu-
rales) definen la vulnerabilidad del SSE ante cambios ambientales, pues sustentan
AGRADECIMIENTOS procesos y funciones claves que mantienen el sistema operando, es decir le confieren
REFERENCIAS resiliencia (Franco *et al.*, 2012). Los cambios en las variables lentas (estructurales)
SOBRE LOS AUTORES son perceptibles en el largo plazo: por ejemplo la oferta hídrica, la composición y
función de la vegetación o la materia orgánica de los suelos o en plazos cortos por
transformaciones severas. Las variables rápidas experimentan cambios en corto pla-
zo, como la productividad, el rendimiento de carne o leche o la rentabilidad anual; y
también se ven influenciadas por cambio en variables lentas.

Estados y trayectorias de cambio

Los sistemas pueden tener múltiples estados estables (Carpenter y Walker 2001). Las variables lentas tienen puntos críticos (umbrales) más allá de los cuales el sistema se mueve de su estado inicial a otro nuevo (Reynolds *et al.*, 2007). La capacidad de un sistema para regresar al estado inicial o adaptarse a nuevas condiciones conservando sus propiedades de identidad como respuesta a la perturbación se llama resiliencia (Holling, 1973; Carpenter, 2001). La resiliencia depende del estado intensidad y tipo de disturbio en estrecha relación con la capacidad de sus variables lentas para absorber impactos (Carpenter y Turner, 2000). Cuando hay disminución de resiliencia se incrementan las posibilidades de cambio de estado con condiciones distintas al estado inicial (Gunderson, 2000). Las variables son afectadas por variables lentas y rápidas que operan a otras escalas y conforman el tipo de SSE (Carpenter y Turner, 2000). Conectar entre escalas espaciales y temporales diferentes dimensiones analíticas (ambiental, social, económico, político o cultural) es fundamental para comprender las causas del cambio en un SSE. Si se afectan los procesos de un nivel, el efecto repercute a niveles más altos como más bajos (Carpenter y Turner, 2000). Trabajar con una estructura jerárquica implica buscar explicaciones causales más allá de los niveles inmediatos (Reynolds *et al.*, 2007). Proyectar en una escala

espacio-temporal estos procesos permiten identificar posibles trayectorias de cambio, fundamentales para comprender la tendencia de transformación de las variables lentas que conforman el sistema.

METODOLOGÍA

Se analizaron las condiciones históricas tanto biofísicas como sociales entre 1980 y 2010, que incidieron en el establecimiento de la actividad ganadera y la transformación en el valle de Sibundoy. La investigación se dividió en tres etapas: etapa 1: análisis del proceso de configuración y transformación histórica de los SSE ganaderos (identidad socioecológica); etapa 2: caracterización de los SSE ganaderos y; etapa 3: análisis de cambios ambientales en el valle de Sibundoy asociados a los SSE ganaderos (1980-2010). En la figura 3, se presenta el marco metodológico. Se caracterizó el funcionamiento de los sistemas ganaderos, identificando variables estructurales, relaciones, procesos, e influencias. Finalmente, se identificaron y analizaron los cambios ambientales que generaron en el valle de Sibundoy (Figura 3).

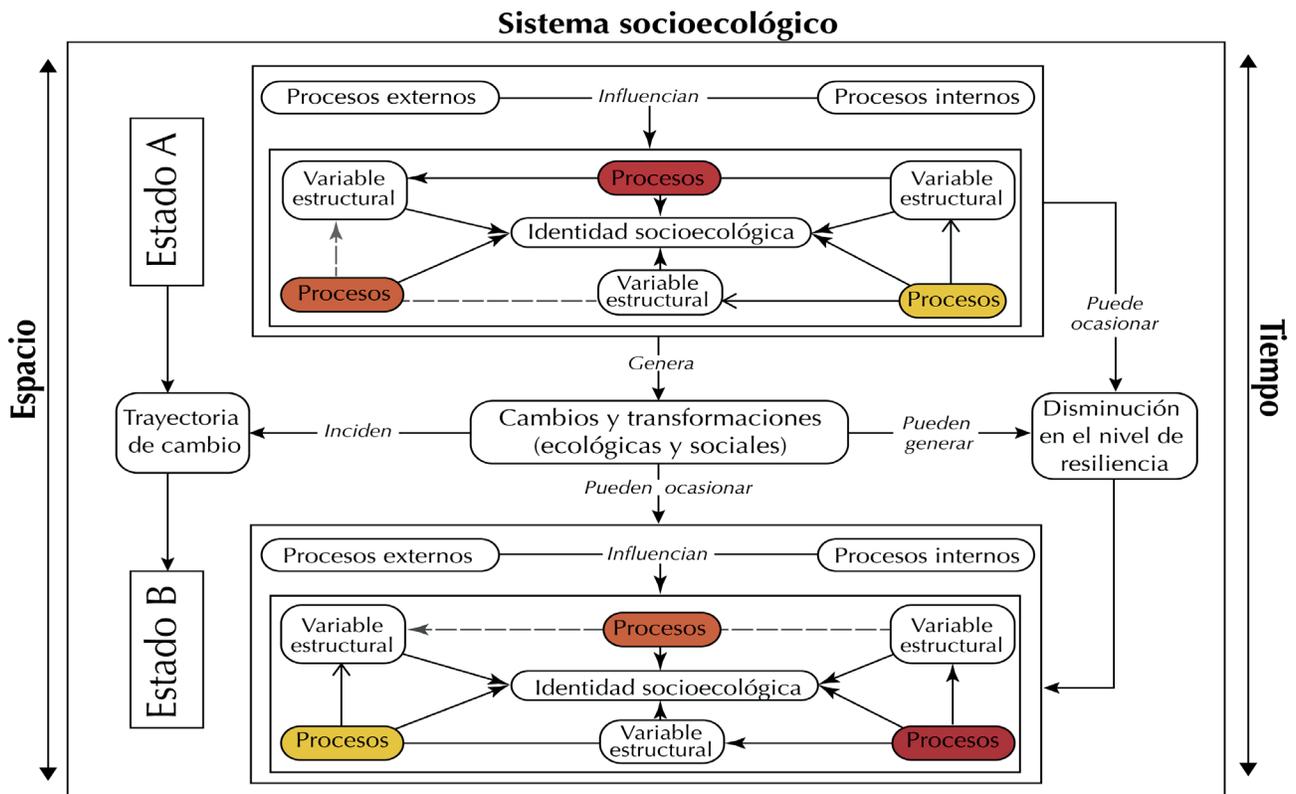


Figura 3. Relaciones entre los principales conceptos que fundamentan la presente investigación.

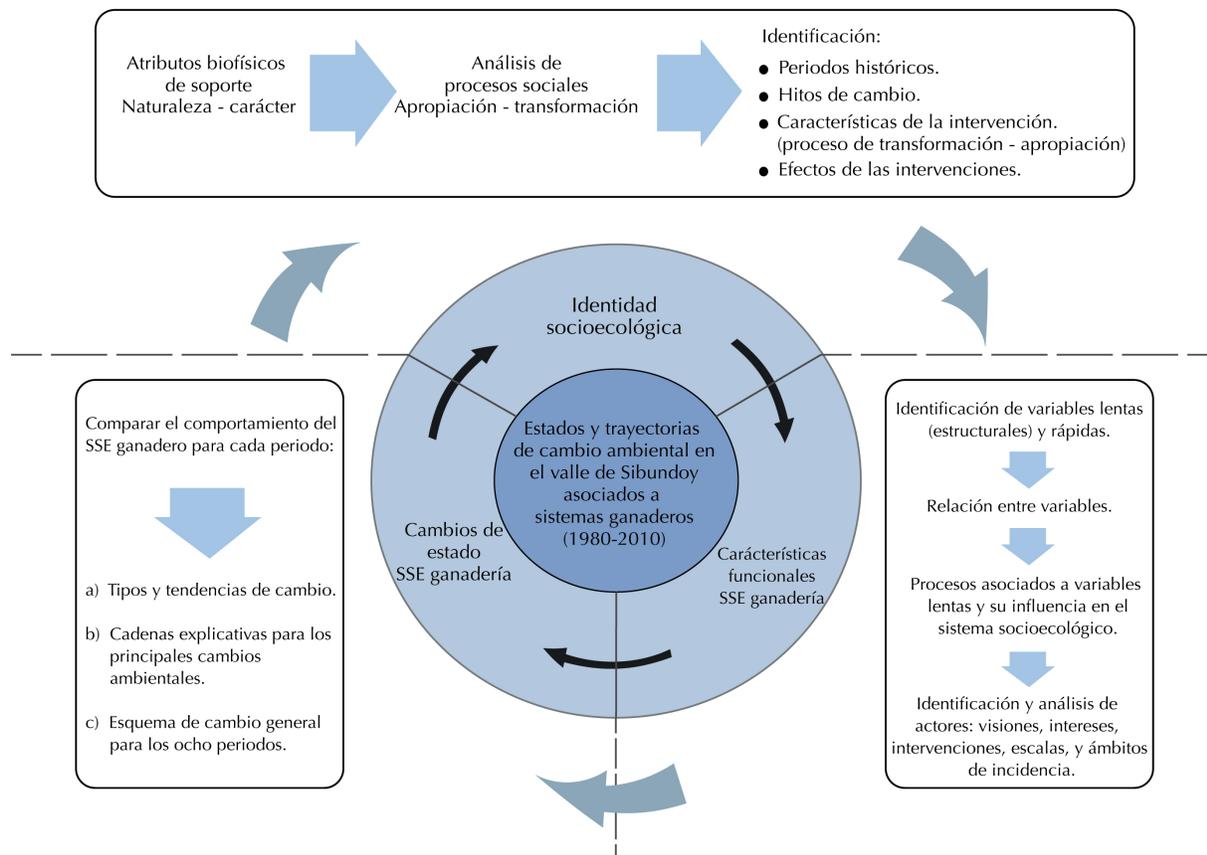


Figura 4. Esquema metodológico.

Primera etapa de la investigación

Se analizó el proceso de conformación biofísica del valle de Sibundoy y posteriormente, los procesos sociales de ocupación y transformación asociados a sistemas ganaderos. Se consultaron documentos sobre la configuración social, económica y cultural en el valle de Sibundoy (Himat, 1968; Legrand, 1988; Charry, 1991; IGAC, 2008, Gómez y Moreno, 2002; Ingeominas, 2000). También se contó con el apoyo de relatos de habitantes y organizaciones. Se propuso cinco periodos de análisis que incidieron en los cambios estructurales del SSE ganadero que son: época prehispánica; poblamiento colonial (1535-1850); tierras de frontera (quina y caucho) (1850 a 1930); apertura de la vía Pasto-Mocoa (1931 a 1960) y reforma agraria e inicio de construcción del distrito de drenaje (1960 a 1980). En cada uno de estos periodos se identificaron los principales hitos de cambio, el tipo de intervenciones (sistemas de apropiación), sus objetivos, ámbitos espaciales (localización), y efectos acumulativos.

Segunda etapa de la investigación

Se caracterizaron los SSE para los siguientes periodos: i) 1980-1990: intensificación en obras del distrito de drenaje y disminución de áreas de humedales, ii) 1990-2000: conflicto armado, “nuevas tierras” e intensificación de la producción ganadera, iii) 2000-2010: cambio de actividad productiva e impactos derivados de la pérdida de resiliencia. En cada uno de ellos se definieron y analizaron las variables estructurales. Se contrastó el comportamiento de la ganadería con el conocimiento actual del territorio a través de entrevistas informales con pobladores locales. Se identificaron las variables estructurales y se analizaron las fuentes de información para su posterior caracterización con un modelo de funcionamiento. Se analizó y comparó el comportamiento de cada proceso a lo largo de los periodos definidos, y se elaboraron matrices que permitieron identificar las variables estructurales que más procesos y relaciones registraron como las que más incidían en el funcionamiento del sistema y la intensidad de esos procesos en cada periodo (rojo=muy fuerte, anaranjado=fuerte, amarillo=débil). La información se expresó gráficamente calculando para cada variable en valores porcentuales que definieron la intensidad de los procesos asociados (porcentajes de amarillos por filas, porcentajes de anaranjados por filas, porcentajes de rojos por filas). Los porcentajes totales para cada clase fueron sumados (Figura 5). Finalmente, se elaboraron las salidas gráficas respectivas como apoyo al proceso de interpretación.

Variables estructurales	Capacidad de drenaje (distrito de drenaje)	Distribución espacial de humedales	"Nuevas tierras" y concentración de propiedad	Oferta hídrica concentración de la propiedad	Cobertura vegetal	Dinámica	Capacidad natural de regulación hídrica	Intereses económicos, políticos - localización estratégica	Identidad cultural ganadera	Regulación climática	Saturación de suelos (capacidad de drenaje)	% de influencia en el SSE
Capacidad de drenaje		Disminución de fragmentación		Control superficial de flujo	Pérdida y fragmentación	Intensifica	Cambios estructurales alteran funcionalidad		Dinamiza la consolidación		Cambia cantidad e intensidad del flujo de entrada	15,9
Distribución espacial de humedales	Condiciona su construcción y funcionamiento		Limita ampliación	Control superficial de flujo	Incide en el nivel de intervención y fragmentación		Condiciona	Limita el desarrollo de intervenciones	Factor de cambio en la actividad ganadera SSE		Regula el volumen de agua que entra al suelo	15,9
Nuevas tierras y concentración de propiedad	Necesidad de ampliación y mejoramiento	Disminución y fragmentación			Pérdida y fragmentación	Intensifica	Modifica distribución superficial	Dinamiza procesos de intervención local	Dinamiza la consolidación			13,8

Figura 5. Matriz con variables estructurales según nivel de incidencia y afectación.

RESUMEN **Tercera etapa de la investigación**

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Se analizó el estado de cambio en los sistemas ganaderos con una “base de datos” de variables, atributos, procesos e influencias. Se identificaron los cambios en las variables estructurales entre diferentes periodos, y posteriormente, se compararon y analizaron sus niveles de variación. En la mayoría de los casos fue posible su cuantificación, en otros se procedió a su análisis cualitativo. Se elaboró una matriz en la cual se calificó por variable y periodo el tipo y tendencia de cambio (Tabla 1).

Tabla 1. Convenciones empleadas para analizar los cambios ambientales.

Tipo	Alto	Tendencia	Alta al incremento	Media al incremento
	Medio		↑ 5	↻ 4
	Bajo		Alta a la disminución	Media a la disminución
			↓ 1	↻ 2

RESULTADOS

Atributos biofísicos de soporte

La naturaleza biofísica básica del valle de Sibundoy corresponde con su carácter general de lago de altiplano (Ingeominas, 1998), desarrollado en “una meseta o altiplanicie intermontana elevada, que se encuentra localizada entre dos o más cadenas montañosas recientes, con alturas superiores a los 1800 m s. n. m. (del Terciario o Cenozoico). En una depresión tectónica en una cuenca fluvio-lacustre donde se acumula material que se colmata hasta formar el altiplano” (Ingeominas, 1998). Esta situación generó condiciones particulares para el desarrollo de diversas zonas de vida y la existencia de ecosistemas como páramos y humedales.

Atributos sociales y procesos de transformación-apropiación:

La dinámica ecológica generó una serie de condiciones (clima, relieve, vegetación, suelos) que permitieron los primeros procesos de poblamiento. La adecuación del territorio se realizó para solventar diferentes necesidades e intereses de cada época y grupo social, en aspectos estudiados por la etnografía y medicina tradicional (Fundación Cultural Putumayo, 2005), el crecimiento demográfico (Himat, 1968; Corpoamazonia, 2006), y la disponibilidad de tierras para procesos de colonización (Legrand, 1988; Charry, 1991; Gómez y Moreno, 2002) entre 1980-2010. En la tabla 2 se presentan los principales hitos en la historia, el tipo de intervenciones según los objetivos sociales, los ámbitos espaciales de las transformaciones y los efectos acumulativos.

Tabla 2. Hitos históricos determinantes en la llegada, consolidación y cambio de sistemas ganaderos. Valle de Sibundoy. Elaboración propia con base en Legrand, 1988; Charry, 1991.

Periodo	Hitos históricos de cambio	Principales características y/o objeto de la intervención	Efectos de las intervenciones
Época Prehispánica. 1000-1534	<ul style="list-style-type: none"> -Primer evento de migración de comunidades cazadoras-recolectoras, agricultoras y ceramistas del imperio Inca. - Transformaciones en el paisaje: "Tambos" y "callejones" 	<ul style="list-style-type: none"> -Obtención de alimento -Incremento de áreas agrícolas zona media del valle. -Adecuación del relieve para estabilidad de cultivos y condiciones de vivienda -Tambos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de cobertura arbórea -Modificación de pendientes con incidencia en los sistemas de drenaje -Mayor aporte de sedimentos a los humedales
Poblamiento hispánico. 1535-1850	<ul style="list-style-type: none"> -Introducción de la ganadería -Conformación centros poblados -Despojo y apropiación de tierras -Llegada de doctrineros Franciscanos e implementación encomienda 	<ul style="list-style-type: none"> -Estrategia de apropiación de tierras y sujeción mano de obra -Incrementa y diversifica producción agropecuaria -Implementan nuevos códigos culturales 	<ul style="list-style-type: none"> -Adecuar áreas ganaderas en zonas bajas -Deforestación y construcción de zanjas y canales de desagüe (humedales) -Cambia uso del suelo y estructura de tenencia de la tierra -Cambia la distribución espacial de la población.
Finales siglo XIX e inicios siglo XX 1851-1930	<ul style="list-style-type: none"> -Tierras de frontera (Ley 61 de 1874) -Llegada misión Capuchina: conformación centros poblados. -Construcción de zanjas y canales de desagüe en áreas de humedales -Introducción de especies mejoradas de ganado - Apertura construcción camino de herradura Pasto-Mocoa (120 km) - Declaración del valle de Sibundoy como terreno baldío (Ley 106 de 1913) 	<ul style="list-style-type: none"> -Incrementar las áreas productivas -Asegurar la soberanía nacional -Consolidar el valle de Sibundoy como un centro abastecedor de materias primas y alimentos para el sur del país -Impulsar su "desarrollo", a través, de la entrega de tierras para su producción 	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor presión demográfica -Incremento en la demanda de recursos naturales (alimentos e insumos para construcción) -Pérdida de cuerpos de agua y biodiversidad -Sobreexplotación en el uso de la tierra -Cambios en la tenencia de la tierra -Aumento del impacto ambiental por la ganadería (suelos y aguas) -Mayor flujo poblacional y de maquinaria.
Mediados siglo XX 1931-1960	<ul style="list-style-type: none"> -Guerra con el Perú -Creación de la Caja Agraria y fomento del crédito para actividades ganaderas -Inicios actividad minera (cal, teja y ladrillo) -Continua con el proceso de construcción de zanjas de drenaje -Titulaciones a pueblos indígenas -Conflictos por tenencia de la tierra 	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación y mejoramiento de la vía Pasto-Mocoa -Fomento a la producción agropecuaria, a través, del crédito - "Despensa agrícola y pecuaria", como centro económico (mercado y servicios) -Reivindicar derechos de propiedad a pueblos indígenas 	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor intervención sobre humedales -Intensificación en la producción, y ampliación de áreas agropecuarias -Tecnificar la producción (pequeña agroindustria lechera) -Cambio en el régimen de tenencia de la tierra -Se empieza a consolidar el latifundio (predios mayores a 5 ha) -Pérdida acelerada de áreas de humedales- impacto ecológico -Incremento en la demanda de B y S ambientales.
Siglo XX: 1961-1980	<ul style="list-style-type: none"> -Reforma agraria -INCORA reglamenta la construcción del distrito de drenaje (8500 ha inundables) 	<ul style="list-style-type: none"> -Ampliación de las áreas de latifundio -Adecuar zonas inundadas (humedales) para procesos productivos 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio en el régimen de tenencia de la tierra. -Se empieza a consolidar el latifundio (predios mayores a 5 ha) -Pérdida acelerada de áreas de humedales- impacto ecológico -Incremento en la demanda de B y S ambientales.

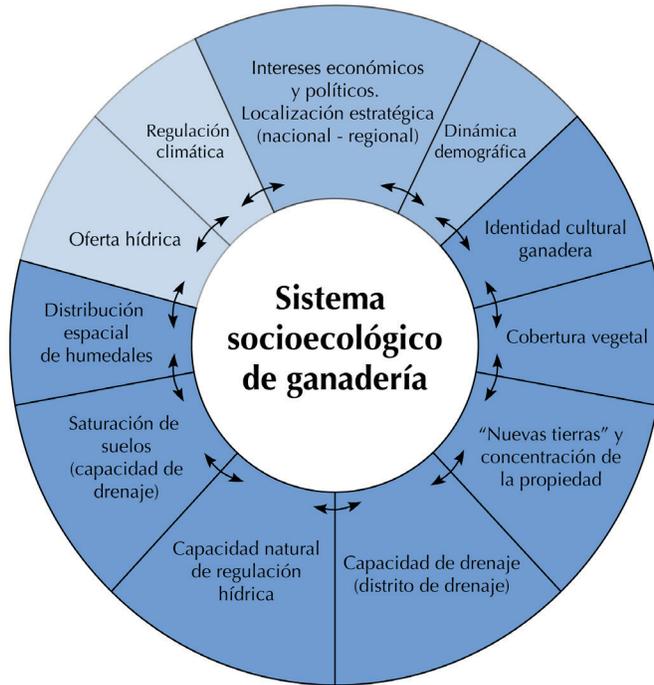
RESUMEN
 PALABRAS CLAVE
 ABSTRACT
 KEY WORDS
 INTRODUCCIÓN
 MARCO CONCEPTUAL
 METODOLOGÍA
 RESULTADOS
 DISCUSIÓN
 AGRADECIMIENTOS
 REFERENCIAS
 SOBRE LOS AUTORES

Variables estructurales, procesos, influencias y actores en SSE ganaderos

Para el SSE ganadero se identificaron 11 variables estructurales (Tabla 3). Entre cada una de estas variables existe un alto grado de interdependencia. Ninguna variable puede ser analizada sin considerar su relación con las demás. Aunque, la figura 6 solo muestra relaciones entre variables vecinas, es fundamental establecer que cada una tiene características propias y solo en la medida en que se interrelacionen unas con otras es posible comprender el funcionamiento del SSE ganadero.

Tabla 3. *Conceptos y enfoque en variables estructurales. Sistema socioecológico ganadero.*

Variable estructural	Concepto - enfoque
Regulación climática	Conjunto de condiciones climáticas (temperatura, precipitación, humedad relativa) que condicionan y controlan procesos biofísicos y ecológicos. Sus cambios pueden desencadenar alteraciones en las condiciones naturales y modificar diferentes escalas de la actividad humana
Oferta hídrica	Disponibilidad de agua que resulta del ciclo hidrológico: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía
Capacidad natural de regulación hídrica	Es la capacidad de un territorio para captar, distribuir y evacuar el agua de forma natural
Capacidad de drenaje (distrito de drenaje)	Conjunto de estructuras para captar y distribuir el flujo natural del agua modificando su comportamiento superficial. La capacidad de drenaje está asociada al volumen de agua que puede recibir, distribuir y evacuar de manera controlada, evitando desbordamientos e inundaciones
Nuevas tierras" y concentración de la propiedad	Nuevas áreas que se han generado producto de la desecación de los humedales. La concentración de la propiedad está asociada a la cantidad de tierra en manos de un grupo pequeño de propietarios
Distribución espacial de humedales	Extensión y grado de fragmentación de los ecosistemas de humedales y su variación espacio-temporal
Cobertura vegetal	Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasa con diferentes características fisonómicas y ambientales, desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales. Incluye la biomasa asociada a pastos y cultivos
Saturación de suelos (capacidad de drenaje)	Estado hídrico del suelo. Contenido de agua o humedad en poros del suelo, el suelo saturado se caracteriza por tener una matriz porosa llena por algún fluido. Este fluido normalmente es agua (Reid, 1993). La capacidad de drenaje tiene que ver con su mayor o menor rapidez o facilidad para evacuar el agua por escurrimiento superficial y por infiltración
Intereses económicos, políticos (localización estratégica)	Conjunto de actores y visiones sobre un territorio específico. Se encuentran a escalas distintas (global, nacional, regional y local) e influyen en el tipo de intervenciones y transformaciones del paisaje
Dinámica demográfica:	Es el proceso de crecimiento de la población asociada a causas naturales y procesos migratorios
Identidad cultural ganadera	Conjunto de usos y costumbres asociadas a la producción ganadera. Incide en el nivel de organización social, dinámica económica, e influye en el establecimiento de formas específicas de uso y manejo de los recursos naturales



RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Figura 6. Variables estructurales del sistema socioecológico ganadero. Los tonos establecen la escala. Entre más oscuro el recuadro, la variable es más local. Categorías: global, regional, local.

En la Tabla 4 se presentan el conjunto de variables e influencias recíprocas en el ámbito de lo socioecológico.

Variables		Procesos asociados	Influencias de lo ecológico en lo social	Influencias sociales en lo ecológico	Interdependencias como sistema socioecológico
Clima	Regulación climática	Régimen de lluvias y condiciones de temperatura	Determinante de la adaptación y adecuación de SG	Posibles alteraciones de patrones micro-climáticos (balance hídrico-humedad)	Dependencia del sistema ganadero ante variaciones climáticas
Hidrología	Oferta hídrica Capacidad de drenaje (distrito de drenaje) Distribución espacial (humedales)	Suministro de agua -Desarrollo del suelo -Erosividad sedimentación Condiciones de circulación de los flujos de agua en el territorio, estructuras de direccionamiento, modificación del flujo superficial Comportamiento espacio-temporal de las áreas de humedales	Determina la disponibilidad de agua para usos humanos, y establecimiento de actividades productivas	Las intervenciones humanas sobre el recurso agua (oferta hídrica y distribución) ha modificado su circulación superficial, controlando sus flujos y “expulsándola” del ecosistema (distrito de drenaje)	La identidad socioecológica de los SG, depende de la modificación de los procesos hidrológicos

Variables		Procesos asociados	Influencias de lo ecológico en lo social	Influencias sociales en lo ecológico	Interdependencias como sistema socioecológico
Suelos	Saturación de suelos (capacidad de drenaje)	Saturación y subsidencia del suelo	Incide en el uso del suelo, y establecimiento de actividades productivas	Detonante de cambios físico-químicos y alteraciones en la capacidad de los suelos para sostener sistemas ganaderos	La naturaleza de los suelos está altamente influenciada por cambio en capacidad natural de regulación hídrica y aumento e intensificación del área ganadera
Geomorfología	Capacidad natural de regulación hídrica	Capacidad natural de captar, distribuir y evacuar agua	Detonante de procesos que afectan el SSE: control de inundaciones	Transformación de los grupos humanos en el territorio incide en su capacidad de regulación	La modificación del paisaje genera cambios en las condiciones naturales para el desarrollo de SG
Cobertura vegetal		Oferta de forrajes aptos para consumo ganadero	Suministro de insumos básicos para desarrollo de actividades ganaderas. Incide en el tipo de SG.	Alteraciones funcionales en la dinámica biofísica del territorio.	Intervenciones humanas que generan cambios en la oferta de coberturas naturales necesarias para el funcionamiento del sistema
		Nivel de aprovisionamiento de otros RN para abastecer demanda Comportamiento espacial de las áreas en uso ganadero	Oferta de áreas para su adecuación como zonas productivas	Sus condiciones de estado están influenciadas por la demanda de mayores áreas para producción	
Intereses económicos, políticos -localización estratégica- nacional- regional		Dinámica histórica de ocupación del territorio Visiones nacionales y regionales del territorio	Condiciones biofísicas particulares inciden en procesos de ocupación y transformación territorial	Transformación del paisaje. Procesos de apropiación humana que desestabilizan proceso ecológicos	La construcción y modificación de la identidad socioecológica dependen altamente del tipo de visiones e intereses en el territorio
Identidad cultural ganadera		Usos y costumbres tradicionales asociadas	Las condiciones biofísicas inciden en el tipo de usos y costumbres culturales	Usos y costumbres asociados a ganadería inciden en el nivel de cambio ecológico	Los usos y costumbres son parte de la construcción de identidad socioecológica. La dinámica de grupos humanos y el estado ecológico del sistema incide en su cambio.
Dinámica demográfica		Aumento demográfico, comportamiento espacio-temporal	Condiciones biofísicas inciden en la llegada e incremento de población.	El incremento poblacional demanda de tierras e intensifica su producción. También, condiciona el nivel de intervención y transformación ambiental	Las características biofísicas inciden en establecimiento de grupos humanos. Con el tiempo, demandan tierra para solventar crecientes necesidades productivas. Modificando el paisaje, estableciendo sistemas específicos de tenencia.
"Nuevas tierras" y concentración de propiedad		Régimen de propiedad existente	La oferta de tierra incide en su nivel de fragmentación (tenencia de la tierra)		

*RN= recursos naturales, SG=sistemas ganaderos

Tabla 4. Variables estructurales y relaciones socioecológicas en sistemas socioecológicos ganaderos. Elaborado a partir de la metodología definida por Andrade, et al. 2012. *RN= recursos naturales, SG= sistemas ganaderos.

Caracterización funcional de los sistemas socioecológicos ganaderos

1980-1990: en este periodo aparecen nuevos actores y se acentúa la adecuación a los requerimientos de la ganadería, que se convierte en la actividad predominante en el valle de Sibundoy. Las variables estructurales se relacionan, constituyendo un estado funcional de sistema (Figura 7). La relación porcentual de dependencia de las variables se presenta en la Figura 7.

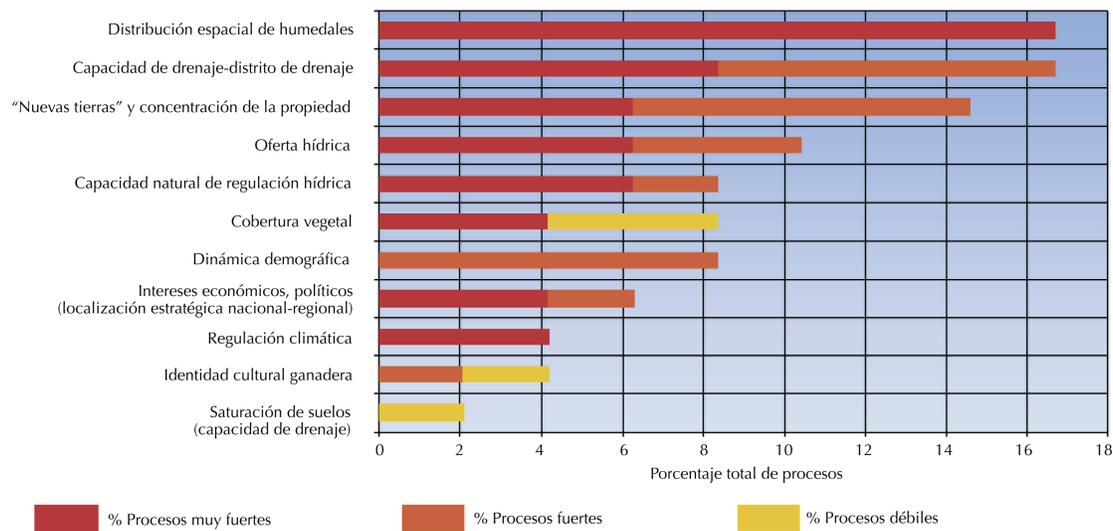


Figura 7. Nivel de influencias en variables estructurales, 1980-1990.

La Distribución espacial de humedales es la variable estructural con más influencia en el SSE (16,7 %) al influir fuertemente en 8 de las 10. Le sigue la Capacidad de drenaje-distrito de drenaje, "Nuevas tierras" y concentración de la propiedad, y en el cuarto lugar, la oferta hídrica con el 10,4 %. Las variables que menos influencia tienen son Identidad cultural ganadera con un 4,2 % y Saturación de suelos (capacidad de drenaje) con 2,1 %.

1990-2000: en este periodo los sistemas ganaderos se consolidan como la actividad productiva dominante del valle de Sibundoy. Se amplía el área ganadera que deviene la principal actividad económica y se generan conflictos por las nuevas tierras y el acceso al mercado. Aparecen problemas ambientales que afectan la estabilidad del sistema transformado.

En este periodo la totalidad de variables están en categorías de relación muy fuertes (rojo) y fuertes (anaranjado), y no se presentan procesos en categoría débil (amarillo); las variables Capacidad de drenaje-distrito de drenaje y Distribución espacial de humedales con 15,9 %, están influenciando a un mayor número de variables estructurales. Las variables "Nuevas tierras" y concentración de la propiedad (13,8 %), y las que menos influencia tienen son Regulación climática y Saturación de suelos-capacidad de drenaje (3,9 %) (Figura 8).

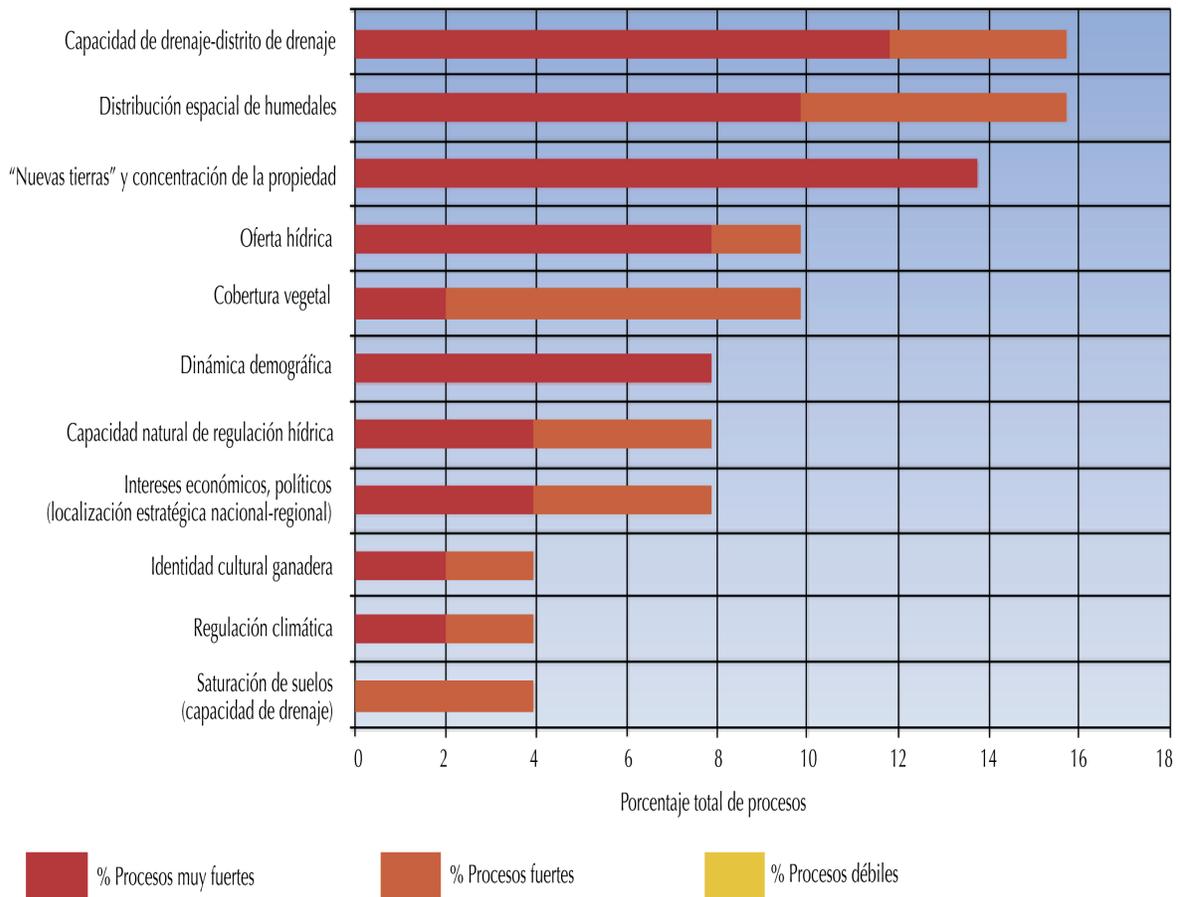


Figura 8. Nivel de influencias en variables estructurales, 1980-1990.

2000-2010: es un periodo de disminución de los sistemas ganaderos, producto de impactos acumulados que se manifiesta en problemas que afectan la actividad productiva, como la pérdida de fertilidad de los suelos, llevando a estos sistemas a un estado progresivo de sustitución por actividades agrícolas. El sistema biofísico, incluyendo las obras de adecuación realizadas, comienza a presentar problemas que afectan el conjunto de procesos ambientales, sociales, económicos y culturales. Para este periodo cabe destacar la estrecha relación entre las variables Capacidad de drenaje-distrito de drenaje y Distribución espacial de humedales, con un 15,7 % de las relaciones entre las variables con influencia en el funcionamiento del sistema. Las 2 variables que menos influencia tienen son Regulación climática e Identidad cultural ganadera con un 3,9 % (Figura 9).

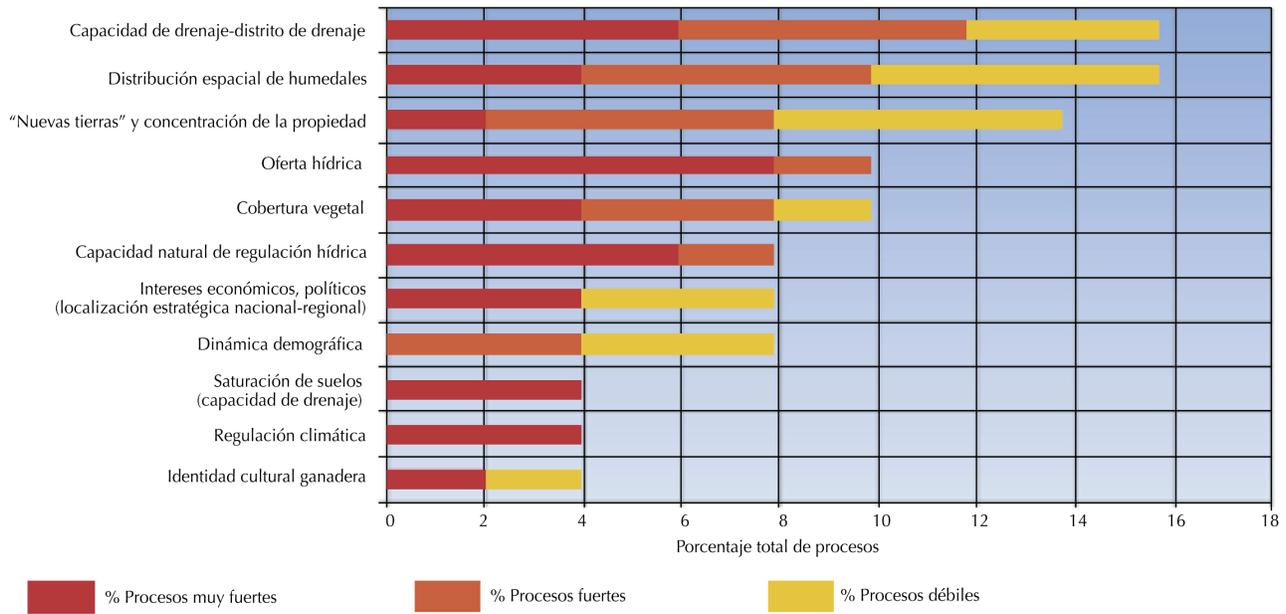


Figura 9. Nivel de influencias en variables estructurales, 2000-2010.

Estados y procesos de cambio estructural para cada periodo

En la Tabla 5 se presenta una síntesis de los procesos y variables que caracterizaron el sistema a lo largo de los tres periodos analizados.

Periodo	Hitos históricos de cambio	Principales características y/o objeto de la intervención	Efectos de la intervención
1980-1990	<ul style="list-style-type: none"> -Intensificación en las obras y puesta en funcionamiento del distrito de drenaje. -Acelerada disminución de humedales -Aparecen "nuevas tierras" que progresivamente empiezan a ser adecuadas con fines productivos -Fuerte alteración de la capacidad natural de regulación hídrica -Incrementan procesos migratorios e intensifica la dinámica poblacional -Aumento en la demanda de leche y derivados lácteos de zonas bajas del departamento del Putumayo 	<ul style="list-style-type: none"> -Comienza un acelerado proceso de consolidación de la actividad ganadera. Se incrementa el área -Cambio en el sistema de tenencia de la tierra. Se empieza a consolidar la gran propiedad en la parte baja del valle -Sistema de circulación hídrica altamente dependiente de las condiciones de estado y capacidad de carga del distrito de drenaje -"Nuevas tierras" con altos niveles de saturación -Cambio en usos y costumbres tradicionales. La modificación del referente cultural biofísico y el crecimiento de la ganadería inciden en este proceso -Nuevos actores sociales con visiones e intereses de tipo económico y productivo 	<ul style="list-style-type: none"> -Alteración de coberturas naturales, cambio en estructura físico-química del suelo, y pérdida en capacidad natural de regulación hídrica -Pérdida de humedales y de conectividad hidrológica -Incremento en la demanda de recursos naturales y elevados índices de deforestación -Incremento de la oferta de mano de obra -Ampliación y densificación de áreas urbanas -Cambios culturales y fuertes conflictos socioecológicos por tipo de visión. Por un lado, la percepción de un territorio con un alto valor ambiental y cultural a nivel local, y por otro, un área para adecuarse productivamente y contribuir al desarrollo económico del departamento -Conflictos por el acceso y tenencia de la tierra entre campesinos e indígenas locales y colonos -Protestas para impedir ampliación del distrito

<p>1990-2000</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Acelerada disminución de humedales. -Ampliación y mantenimiento (limpieza y dragados intermitentes) del distrito de drenaje -A finales del periodo, el distrito evidencia problemas estructurales que afectan su capacidad de carga (inundaciones-sedimentación de canales) -Continúa el aumento en la demanda de leche y derivados lácteos de zonas bajas del departamento del Putumayo -Intensificación en los procesos de compra, adecuación de tierras e incremento en la producción ganadera -Nacimiento de una pequeña industria láctea -Conflicto armado-Plan Colombia-desplazamientos, extorsiones-Abandono de fincas al finalizar el periodo -Masiva llegada de nuevos actores y el cambio de visión 	<ul style="list-style-type: none"> -Consolidación de la actividad ganadera -Compra de tierra por grandes propietarios. La producción ganadera se convierte en monopolio de latifundistas -Se tecnifica la producción. Fomento de la agroindustria -Consolidación de cadenas de comercialización -Introducción de especies de pasto para mejorar calidad del ganado y derivados -Posicionamiento de este territorio como la despensa agrícola para el Putumayo -Auge económico va de la mano con la llegada de grupos armados ilegales 	<ul style="list-style-type: none"> -Inundaciones al final del periodo, sedimentación de canales -Conflicto por uso del suelo, pérdida de biodiversidad, alteración en la capacidad natural de regulación hídrica, disminución de humedales -Sistema socioecológico altamente dependiente del distrito de drenaje -Vulnerable ante cambios en el régimen hidrológico -Auge económico, mayor dinámica y dependencia económica, conformación de elites ganaderas -Monocultivo de pastos, sustitución masiva de cultivos tradicionales -Incrementa la dinámica poblacional. La necesidad de mano de obra (interna o externa), genera fuertes conflictos sociales -Conflictos socioecológicos asociados al control y manejo de la producción ganadera -Identidad socioecológica fuertemente ligada a la producción ganadera -Disputa de grupos armados por control territorial
<p>2000-2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Se detiene la ampliación del distrito y las acciones se focalizan en ampliar su capacidad de carga (constantes dragados) -Problemas de inundaciones. -Humedales altamente reducidos y fragmentados -Disminución en las áreas ganaderas y sustitución por cultivos como frijol -Apoyo y fortalecimiento a los procesos de conservación local. Área de importancia mundial para la conservación -Proyecto: Variante San Francisco-Mocoa. IIRSA 	<ul style="list-style-type: none"> -Excesivos dragados para aumentar la capacidad hídrica de los cauces y canales -Presión de grandes propietarios por mantener funcionando el distrito y no afectar su producción -Se declara la zona como un área de interés mundial para la conservación (valle de Sibundoy como parte del Piedemonte Amazónico) -Pérdida de rentabilidad de la ganadería. -Altos costos de transporte asociados al mal estado de la vía San Francisco-Mocoa. La demanda se traslada al Huila y Cauca. La pavimentación de la vía Pitalito-Mocoa favorece esta condición -Compra de tierra en zonas altas como refugio para ganado en épocas de inundación 	<ul style="list-style-type: none"> -Inundaciones recurrentes, saturación de suelos. -Incremento en el conflicto por uso del suelo, pérdida de biodiversidad, alteración en la capacidad natural de regulación hídrica -Baja calidad de carne, leche y derivados - Altamente vulnerable ante cambios en el régimen hidrológico -Incrementa el uso de agroquímicos -Fomento a procesos de reconversión ganadera -Crisis social por la baja rentabilidad ganadera -Proceso locales de conservación liderados por ONG, entidades ambientales y comunidad local -Disminución en el valor de la tierra. Fragmentación de la propiedad -Sistema socioecológico en proceso de cambio. Ganadería-sustitución productiva y procesos de conservación -Tensión socioecológica: resistencia al cambio de actividad ganadera Vs. Procesos de conservación y sustitución de áreas ganaderas

Tabla 5. Hitos históricos determinantes en la consolidación y cambio de sistemas ganaderos en el valle de Sibundoy

Síntesis de los cambios en las variables estructurales

Las variables estructurales que han condicionado a lo largo del tiempo el funcionamiento de los sistemas ganaderos han estado en permanente cambio en los periodos analizados. Si bien su comportamiento y sus impactos han sido diferenciales, sus efectos se han venido acumulando progresivamente, y el valle de Sibundoy ha

venido pasando por diferentes estados (Figura 10). Algunas variables han venido progresivamente disminuyendo en la relación entre pérdida de área de humedales y disponibilidad de nuevas tierras y distrito de drenaje. Desde los primeros intentos de desecación, la capacidad natural de regulación hídrica ha venido disminuyendo. El distrito de drenaje modificó la distribución superficial del agua, se controlaron los flujos, se interrumpió la entrada de agua al valle. Los cambios en la actividad ganadera se presentan en las Tablas 6, 7 y 8. Como resultado, el valle de Sibundoy ha venido disminuyendo su resiliencia, especialmente, en su capacidad natural para regular crecidas e inundaciones. Por otro lado, también han venido cambiando las relaciones sociales, económicas, políticas y culturales. Al inicio la lucha de pobladores por defender sus tierras ante la conquista y posteriormente la necesidad de mantener actividades productivas tradicionales, dieron paso a un nuevo interés por detener los altos niveles de transformación ambiental. La transformación ha generado un sistema altamente tensionado en lo ecológico y lo social.

Variables estructurales		Periodos		
		1980-1990	1991-2000	2001-2010
Regulación climática		↗	↑	↑
Oferta hídrica		↗	↑	↑
Capacidad de drenaje (distrito de drenaje)	Construcción-ampliación-mantenimiento	↑	↑	↗
	Capacidad de carga	↗	↗	↓
Distribución espacial de humedales		↓	↓	↓
"Nuevas tierras" concentración de la propiedad		↗	↑	↗
Cobertura vegetal	Vegetación natural	↓	↓	↓
	Área ganadera	↑	↑	↓
Saturación de suelos (capacidad de drenaje)		↗	↑	↗
Capacidad natural de regulación hídrica		↓	↓	↓
Intereses económicos, políticos (localización estratégica nacional-regional)		↗	↗	↑
Dinámica demográfica		↗	↗	↗
Identidad cultural ganadera		↗	↑	↓

Tipo de cambio	Alto		Medio		Bajo			
Tendencia de cambio	Alta al incremento	↑	Media al incremento	↗	Alta a la disminución	↓	Media a la disminución	↘

Figura 10. Tipos y tendencia de cambio en variables estructurales.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

En la Figura 10 se presentan las tendencias de cambio de todas las variables estructurales en el periodo estudiado, ilustrado en las figuras 14, 15, 16, 17, 18 y 19. Como se puede observar, las variables Concentración de la propiedad, Dinámica demográfica, Intereses económicos y políticos e Identidad cultural ganadera sufrieron importantes modificaciones que afectaron el SSE. En síntesis el conjunto de cambios ha dejado una huella en el paisaje y transformaciones en los diferentes tipos de cobertura y el uso del suelo. El cambio de coberturas ha permitido identificar espacialmente los cambios (1980, 1990, 2000, 2010) y se ha convertido en indicador de las condiciones de estado y trayectoria del valle de Sibundoy. De manera comparativa, a continuación se presentan las condiciones de estado y el comportamiento de las variables estructurales para cada uno de los periodos analizados.



Figura 11. Periodo 1: 1980-1990. Intervención sobre humedales y cambio de flujo. Incoder, 2008. Izq. Drenaje de humedales 1989. Der. Cambios de curso salida de humedales 1990.



Figura 12. Periodo 2: 1990-2000. Canales del distrito de drenaje y área drenada. Incoder, 2008. Izq. Canal A capacidad al máximo en 1998. Der. Área drenada con ganadería extensiva en 1999.



Figura 13. Periodo 2: 2000-2010. Incoder, 2008. Izq. Niveles de sedimentación en canales. Der. Desborde de canales.

Tamaño del predio	Número de predios	Número de cabezas de ganado	Área en pastos (ha)	Capacidad carga cabezas/ha	Producción litros/día	Producción litros por cabeza de ganado
Menor a 1 ha	1463	78	488	0,16	248	3,18
Entre 1 y 5 ha	780	105	915	0,11	593	5,65
Entre 5 y 20 ha.	82	267	1584	0,17	1374	5,15
Total	235	450	2987	0,15	2215	4,92

Datos figura 6: periodo 1: 1980-1990. Variables productivas de referencia de sistemas socioecológicos ganaderos 1980-1990. Umatas² municipios del valle de Sibundoy. IGAC, 2006; Coganasis³, 2010.

Tamaño del predio	Número de predios	Número de cabezas de ganado	Área en pastos (ha)	Capacidad carga cabezas/ha	Producción litros/día	Producción litros por cabeza de ganado
Menor a 1 ha	4836	103	274	0,38	392	3,81
Entre 1 y 5 ha	3284	704	1045	0,67	3925	5,58
Entre 5 y 20 ha.	420	2629	6659	0,39	16.492	6,27
Total	8540	3436	7549	0,46	20.809	6,06

Datos figura 7: periodo 2: 1990-2000. Variables productivas de referencia en sistemas socioecológicos de ganaderos 1990-2000. Umatas municipios del valle de Sibundoy. IGAC, 2008; Coganasis, 2010.

	Número de predios	Número de cabezas	Área en pastos (ha)	Capacidad carga cabezas/ha	Producción litros/día	Producción litros por cabeza de ganado
Menor a 1 ha	3687	184	488	0,38	732	3,98
Entre 1 y 5 ha	10.837	934	1919	0,49	2843	3,04
Entre 5 y 20 ha.	149	1983	2221	0,89	4925	2,48
Total	14.673	3101	4628	0,67	8500	2,74

Datos figura 8: periodo 2: 2000-2010. Variables productivas de referencia sistemas socioecológicos ganaderos 2000-2010. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural municipios del valle de Sibundoy. IGAC, 2006; Coganasis, 2010.

² Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria.

³ Comité de Ganaderos de Puerto Asís.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

RESUMEN
 PALABRAS CLAVE
 ABSTRACT
 KEY WORDS
 INTRODUCCIÓN
 MARCO CONCEPTUAL
 METODOLOGÍA
RESULTADOS
 DISCUSIÓN
 AGRADECIMIENTOS
 REFERENCIAS
 SOBRE LOS AUTORES

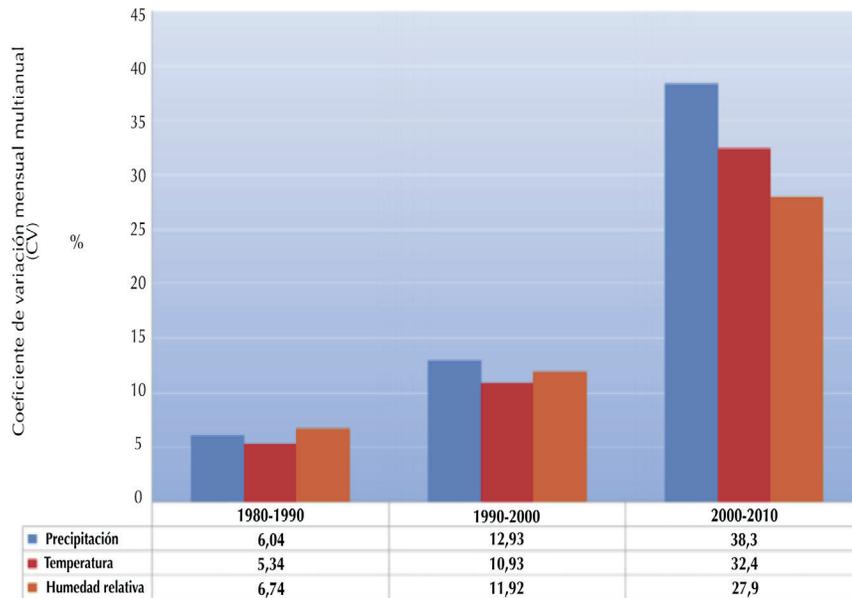


Figura 14. Variabilidad climática y el evento extremo.

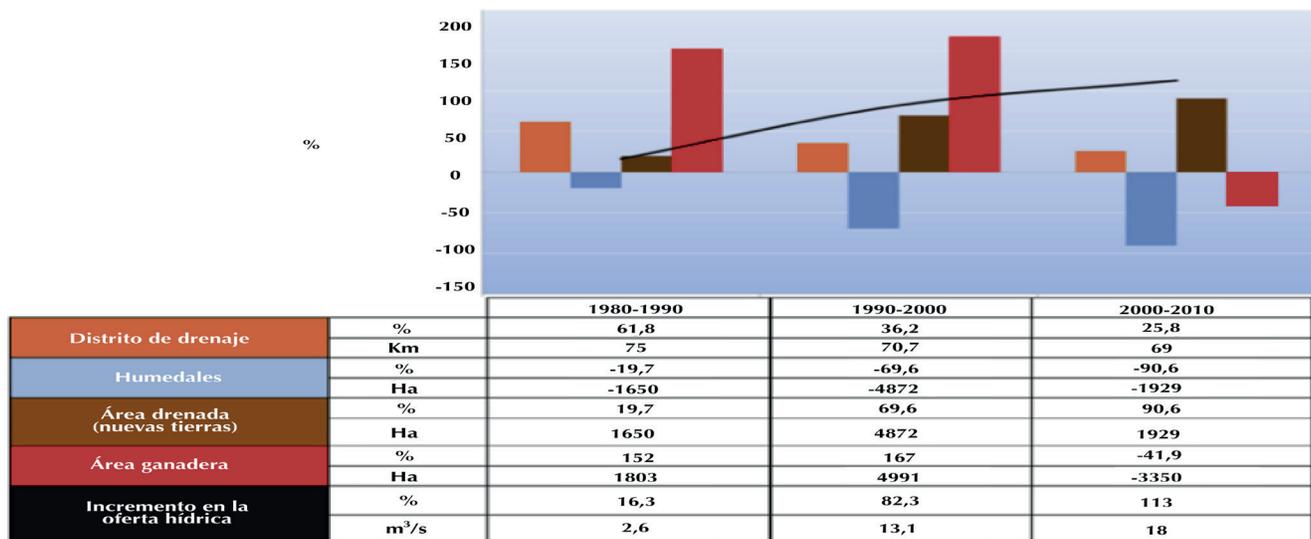
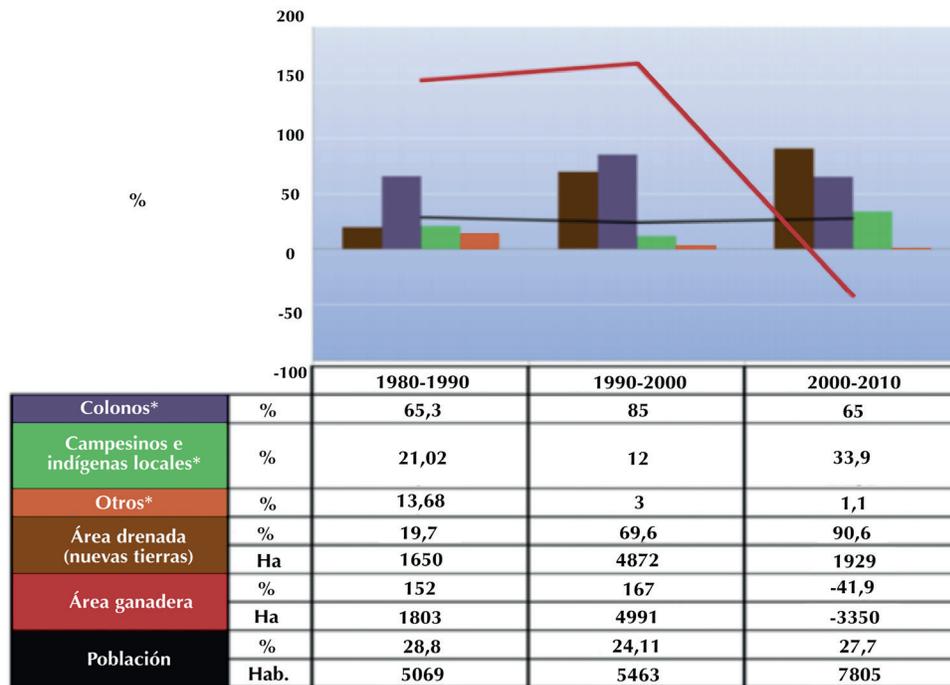


Figura 15. Cambios en variables estructurales asociadas al cambio en la capacidad natural de regulación hídrica.



RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

Figura 16. Cambios en variables estructurales asociadas a cambio en tenencia de la tierra.

5. DISCUSIÓN

El valle del Sibundoy es un territorio en el cual los procesos de intensificación de la producción ganadera en la frontera con las áreas de humedales, generó las condiciones para el aumento transitorio de la producción ganadera, concomitante con el aumento de vulnerabilidad y pérdida de resiliencia ante los eventos extremos del clima. La creación del distrito de drenaje a través de dragados y obras de ingeniería, que buscaron evacuar mejor las aguas y controlar las inundaciones, funcionales en años normales (1980-2000), resultaron mal adaptativas en el periodo 2000-2010, en el cual aumentó considerablemente la variabilidad del clima. Igualmente, la gestión ambiental normal (definida en la agenda de la autoridad ambiental) fue formulada para ampliar y sostener la capacidad de carga animal en las nuevas tierras ganaderas, evitando las pérdidas económicas en esta zona. Por ejemplo, una situación similar se ha presentado en la adecuación del distrito de drenaje y riego de la laguna de Fúquene, el cual hoy es claramente mal adaptativo frente a los eventos climáticos extremos (Andrade *et al.* 2012). En ambos casos Fúquene y valle de Sibundoy, la poca resiliencia frente al evento climático extremo llevó a la disminución rápida de los sistemas económicos asociados con la ganadería, según se desprendió de la caída rápida del área ganadera efectiva. Es de notar que en estos sistemas ganaderos establecidos en antiguos lagos de altiplano (Fúquene y valle de Sibundoy), las acciones de manejo continúan dándose en torno a la adecuación de los distritos de drenaje-riego,

RESUMEN	y no existe alguna que pretendan modificar la trayectoria en las variables estructurales que relacionan la capacidad de drenaje natural con la construida. En efecto, la capacidad de regulación hídrica construida en los distritos de riego-drenaje, no logra contener las aguas en los años de mayor precipitación. Pasar de la corrección de las consecuencias inesperadas de los procesos de transformación, al manejo integral del sistema ecológico y social centrado en las variables estructurales y estados deseados es parte de una agenda con enfoque ecosistémico pendiente (Andrade <i>et al.</i> 2012). La pregunta es hasta qué punto es posible reconstruir las variables estructurales naturales, una vez los SSE han pasado un umbral de cambio irreversible.
PALABRAS CLAVE	
ABSTRACT	
KEY WORDS	
INTRODUCCIÓN	
MARCO CONCEPTUAL	
METODOLOGÍA	Cualquier escenario de manejo, para mantener el sistema u otorgarle un poco más de resiliencia socioecológica, requiere de una consideración sobre el estado deseado de la regulación hídrica, dentro del distrito de drenaje y aguas abajo del valle de Sibundoy.
RESULTADOS	El cambio en la ruta de manejo, por las implicaciones que tendría sobre la nueva conformación económica del valle de Sibundoy (ahora centrado en agricultura), solo podría hacerse a través de una definición transparente de las variables estructurales, que necesitan ser adoptadas como parte de una agenda conjunta que permita que las instituciones presentes en esta zona actúen de manera integrada (Andrade <i>et al.</i> 2012).
DISCUSIÓN	Esto sin duda contribuirá a solucionar los fuertes conflictos institucionales existentes. Igualmente, la vulnerabilidad creada sobre los sistemas agrícolas, como producto de la transición después del colapso de la ganadería, requiere una intervención que articule la gestión institucional. Un equilibrio económico- ecológico necesario se refiere a la capacidad de carga (agricultura y ganadería) frente a las funciones hidrológicas, que se basan en gran medida en la capacidad de retención del agua en los remanentes mínimos de humedales, y la conectividad hidrológica en el ámbito de la cuenca. A futuro, debe quedar claro que intervenir una variable estructural por separado (en este caso el distrito de drenaje) genera impactos sobre las demás variables y en todo el sistema. Además, las acciones de manejo ambiental deben considerarse en la perspectiva socioecológica. Medidas de manejo aisladas, como proyectos de reforestación, dragados localizados e incluso conformación de zonas de reserva, entre otros, no tendrían el efecto deseado si no se relacionan con las variables estructurales y se inscriben funcionalmente dentro de sus trayectorias de cambio no deseadas. Este debe ser el primer paso para lograr disminuir los altos niveles de vulnerabilidad y la disminución progresiva de resiliencia.
AGRADECIMIENTOS	
REFERENCIAS	
SOBRE LOS AUTORES	La implementación de las acciones requiere adicionalmente considerar las escalas en las cuales operan los procesos asociados. La variabilidad climática, manifiesta en el abrupto aumento en su coeficiente de cambio, podría estar definitivamente ligada con procesos de cambio global (WWF, 2010), que están por fuera de la acción local; y frente a los cuales solo podría pensarse en una gestión centrada en la resiliencia social y ecológica del sistema. A la fecha, las propuestas de desarrollo económico, y el manejo frente a desastres naturales no consideran explícitamente esta gestión; que podría inscribirse en las agendas de gestión del riesgo (Wilches, 2017), y de creación de capacidades de adaptación. El fortalecimiento de la gobernanza local se constituye así en una estrategia necesaria para el tratamiento de estas situaciones complejas (Vasseur <i>et al.</i> , 2017), que escapan al manejo

convencional de los espacios agrícolas y ganaderos en distritos de drenaje y riego. Esto incluye los diversos espacios de participación asociados con instancias de planificación (municipios, cuencas, cuentas, áreas protegidas, etc.). En un escenario de incertidumbre asociada con las trayectorias de cambio que modifican los equilibrios sociales y ecológicos interdependientes, puede esperarse un aumento de conflictividad social por el acceso a recursos y espacios. Igualmente, los esquemas de monitoreo participativo centrados en variables estructurales, o en atributos como vulnerabilidad o resiliencia, tienen el potencial de aumentar la apropiación social de la gestión. Al menos en el corto plazo, ha sido claro, que la sostenibilidad social y ambiental en este territorio, pasa por una gestión centrada en la disminución de la vulnerabilidad y recupera algunas de las funciones que le confieren al territorio resiliencia, en especial frente a la variabilidad del clima, que presumiblemente continuará.

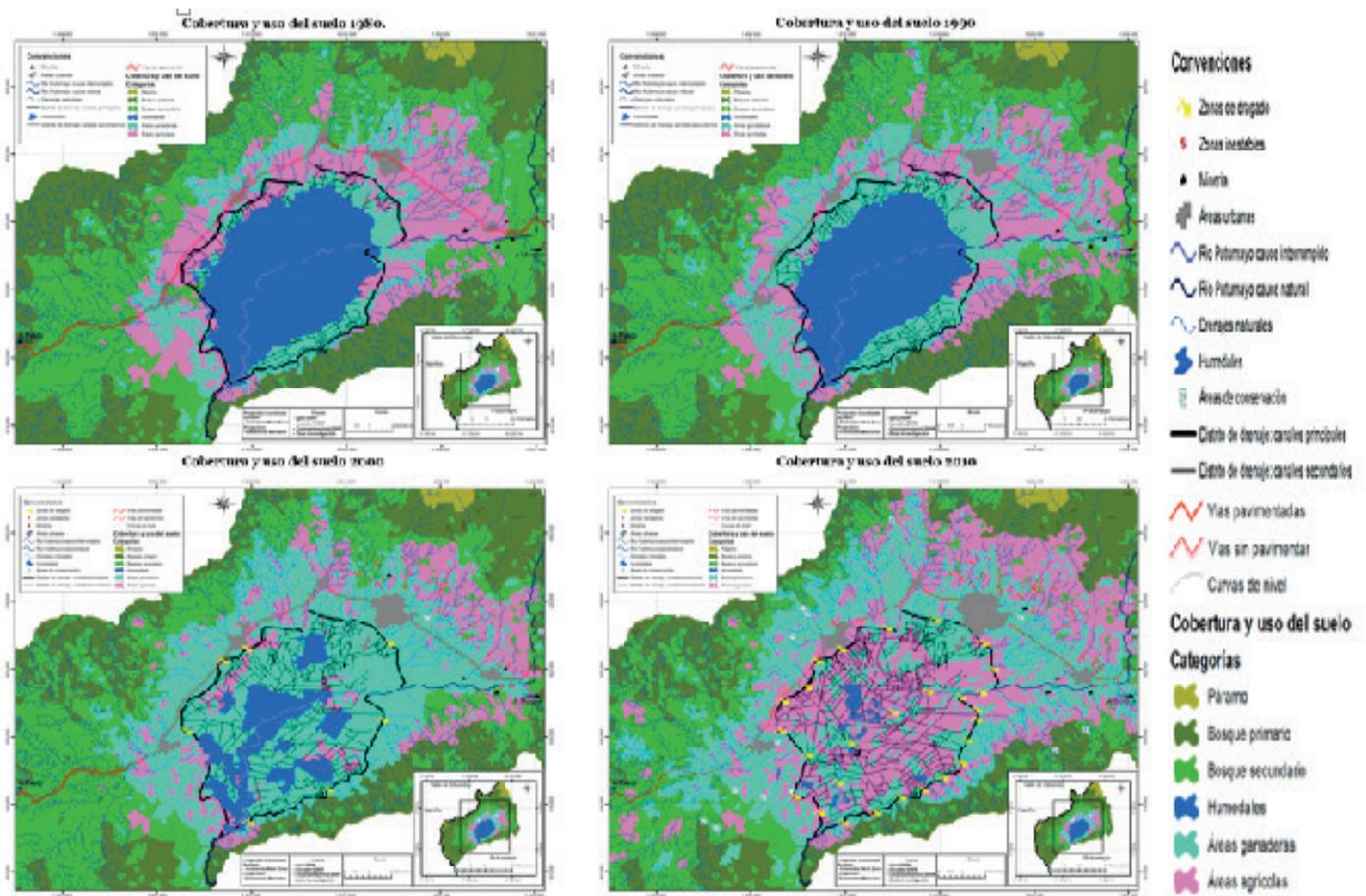


Figura 17. Comportamiento espacial de la dinámica de cambio en las coberturas.

RESUMEN	Problemas de inundaciones, disminución de áreas ganaderas y procesos de conservación	
PALABRAS CLAVE	Conflicto armado, compra de tierras e intensificación en la producción ganadera (1990-2000)	
ABSTRACT	Problemas de inundaciones, disminución de áreas ganaderas y procesos de conservación	
KEY WORDS	Conflicto armado, compra de tierras e intensificación en la producción ganadera (1990-2000)	
INTRODUCCIÓN	Conflicto armado, compra de tierras e intensificación en la producción ganadera (1990-2000)	
MARCO CONCEPTUAL	Intensificación del distrito de drenaje y creación de áreas de humedales (1980-1990)	
METODOLOGÍA	Intensificación del distrito de drenaje y creación de áreas de humedales (1980-1990)	
RESULTADOS	Intensificación del distrito de drenaje y creación de áreas de humedales (1980-1990)	
DISCUSIÓN	Reforma agraria e inicio de la construcción del distrito de drenaje (1960 a 1980)	
AGRADECIMIENTOS	Reforma agraria e inicio de la construcción del distrito de drenaje (1960 a 1980)	
REFERENCIAS	Reforma agraria e inicio de la construcción del distrito de drenaje (1960 a 1980)	
SOBRE LOS AUTORES	Reforma agraria e inicio de la construcción del distrito de drenaje (1960 a 1980)	
	Apertura de la Vía Pasto-Mocoa (1931 a 1960)	
	Quina, Caucho y tierras de frontera (1850 a 1930)	
	Problema Hispánico (1535 – 1850)	
	Época pre-hispánica	
Variables estructurales		
Regulación climática		
Oferta hídrica		
Capacidad natural de regulación hídrica		
Capacidad de drenaje (distrito de drenaje)		
Distribución espacial de humedales		
"Nuevas tierras" y concentración de la propiedad		
Cobertura vegetal		
Saturación de suelos (capacidad de drenaje)		
Dinámica demográfica		
Identidad cultural ganadera		
Intereses económicos, políticos (localización estratégica nacional-regional)		

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt por su apoyo y colaboración en la realización del presente documento. De igual forma, a la comunidad que habita el valle de Sibundoy. Sus aportes y constante apoyo fueron fundamentales para conocer la complejidad de su territorio. Gracias a cada una de las instituciones, organizaciones de base y comunidad en general que hicieron posible la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS

- Andrade, G. I., Franco, C. L. y Delgado, J. (2012). Socio-ecological Barriers to Adaptive Management of Lake Fuquene, Colombia. *Int. J. of Desing & Nature and Ecodynamics*, 7(3), 251-260.
- Carpenter, S. (2001). *Alternate States of Ecosystems: Evidence and Some Implications*. London, England: Blackwell.
- Carpenter, S. y Turner, M. (2000). Hares and Tortoises: Interactions of Fast and Slow Variables in Ecosystems. *Ecosystems*, 3, 495-497.
- Carpenter, S. y Walker, B. (2001). From Metaphor to measurement: Resilience of what to what. *Ecosystems*, 4, 765-781.
- Chapin, F. S., Kofinas, G. P., Folke, C. (2009). Principles of Ecosystem Stewardship/ Resilience Based Natural Resource Management in a Changing World. Capítulo 1. A Framework for Understanding Change. pp 3-28. ISBN 978-0-387-73032-5. doi: 10.2007/978-0-387-73033-2
- Charry, A. (1991). *Contacto, colonización y conflicto en el valle de Sibundoy 1870-1930*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Comité de Ganaderos de Puerto Asís (Coganasis). (2010). *Censo ganadero para el departamento del Putumayo 2010*. Puerto Asís: Coganasis.
- Corpoamazonia. (2006). *Plan de ordenación y manejo ambiental de humedales*. Mocoa, Putumayo: Corpoamazonia.
- Corpoamazonia. (2009). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca alta del río Putumayo*. Mocoa-Putumayo: Corpoamazonia.
- Franco, L., Delgado, J., y Andrade, G. (2011). *La laguna de Fúquene como un sistema socioecológico: introducción a una visión ecosistémica para la gestión del territorio*. Bogotá, Colombia: Uniandes, IAVH, Fundación Humedales.
- Franco, L., Delgado, J. y Andrade, G. (2012). *Laguna de Fúquene: entender la crisis, visualizar el futuro y acordar el camino*. Bogotá, Colombia
- Fundación Cultural Putumayo. (2005). *Estudio sociocultural del valle de Sibundoy y su proceso de Colonización*. Sibundoy, Putumayo: Corpoamazonia.
- Gómez, M., y Moreno, R. (2002). *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca alta del río Putumayo, municipios de Santiago, Colón, Sibundoy, San Francisco*. Mocoa, Putumayo: Ingeominas.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

ABSTRACT

KEY WORDS

INTRODUCCIÓN

MARCO CONCEPTUAL

METODOLOGÍA

RESULTADOS

DISCUSIÓN

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

SOBRE LOS AUTORES

- RESUMEN Gunderson, L. (2000). Ecological Resilience: in theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 425-439.
- PALABRAS CLAVE Gunderson, L. y Holling, C. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural*. Washington, D.C.: Island Press.
- ABSTRACT Holland, J. (2005). Studying Complex Adaptive Systems. *Science*, 19, 4-7.
- KEY WORDS Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- INTRODUCCIÓN Holling, C. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, 4, 390-405.
- MARCO CONCEPTUAL Ingeominas. (1998). Reconocimiento geológico regional. Bogotá, Colombia: Ingeominas.
- METODOLOGÍA Ingeominas; Geostudios. (2000). Dinámica de cambio fluvial en el valle de Sibundoy. Mocoa, Putumayo: Ingeominas.
- RESULTADOS Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder). (2008). Rehabilitación del distrito de adecuación de tierras de gran escala del valle de Sibundoy, departamento del Putumayo. Bogotá, Colombia: Incoder.
- DISCUSIÓN Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (Himat). (1968). Proyecto Putumayo I: construcción de un distrito de drenaje para la adecuación de 8500 ha. Bogotá: Himat.
- AGRADECIMIENTOS Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). (2008). Zonificación de suelos, departamento del Putumayo. Bogotá, Colombia: IGAC.
- REFERENCIAS Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). (2016). Censo catastral en el valle de Sibundoy. Mocoa, Putumayo: Igac.
- SOBRE LOS AUTORES Legrand, C. 1988. Colonización y protesta campesina en Colombia 1810-1950. Universidad Nacional de Colombia.
- López, B. y Montes, C. (2009). Biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Madrid, España: Observatorio de la Sostenibilidad de España, Universidad Autónoma de Madrid.
- Mora, L. (2016). Propuesta para el abordaje conceptual en el modelamiento de procesos socioecológicos para lagos y humedales de alta montaña. Instituto Alexander von Humboldt.
- Naranjo, L. G. (2017). Los ecosistemas del antropoceno. En Restrepo, S. (Ed). En diálogo con la tierra. Por una Colombia sostenible. Universidad del Rosario, Bogotá.
- Reid, D. (1993). Mecánica de suelos. México: McGraw-Hill.
- Reynolds, J. y Stafford, S. (2002). *Global Desertification Do Humans Cause Deserts?* Dahalem University Press, Report 88.
- Reynolds, J., Stafford, M., Lambin, E., Turner II, B., Mortimore, M. y Batterbury, S. (2007). Global desertification: Building a science for dryland development. *Science*, 316(5826), 84-106.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2010). Censos agropecuarios 2002, 2004, 2008, 2010. Municipios de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco.
- Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuarias (Umatas). (2009). Censos agropecuarios, 1985, 1990, 1995.
- Vasseur, L., Horning, D., Thornbush, M., Cohen, E., Andrade, A., Barrow, E., Edwards, S. R. (2017). Complex Problems and Unchallenged Solutions. Bringing Ecosystem Governance

to the Forefront of the U.S. Sustainable Development Goals. *Ambio*. doi: 10.1007/s13280-017-0918-6.

Wilches-Ch, G. (2017). El concepto-herramienta de seguridad territorial y la gestión de humedales. *Biodiversidad en la Práctica*, 2 (1).

WWF. (2009). Desarrollo y validación del esquema de compensación por servicios ambientales y reconversión de sistemas ganaderos en cuencas hidrográficas abastecedoras de acueductos municipales pertenecientes a la cuenca del río Putumayo. Mocoa-Putumayo: WWF.

WWF. (2010). Análisis variabilidad climática en valle de Sibundoy. Cali-Colombia: WWF.

SOBRE LOS AUTORES

Luis Fernando Mora

Consultor Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt con maestría en Geografía. Investigación: Sistemas Socioecológicos, ordenamiento territorial y planificación ambiental, aplicación de herramientas SIG en el modelamiento de dinámicas y procesos socioecológicos.

Germán Ignacio Andrade

Biólogo con maestría en Estudios Ambientales. Profesor de Gestión de ecosistemas y cambio ambiental global en la facultad de Administración de la universidad de los Andes. Miembro del Panel Multidisciplinario de Expertos IPBES 2018-2021.

Citación sugerida

Mora, L. F y Andrade, G. (2019). Construcción de vulnerabilidad en humedales altoandinos integrados con sistemas ganaderos. Evidencia a través de un modelo socioecológico de cambio entre 1980 y 2010, en el valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia. *Biodiversidad en la Práctica* 3 (2): 1-29.